

// November 2020

Georg Licht / Bettina Peters / Christian Rammer (ZEW)

Steffen Kinkel (ILIN, Hochschule Karlsruhe)

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer Forschungsförderung

Studie im Auftrag des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
(VDMA)

ZEW - Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Hochschule Karlsruhe, Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken (ILIN)

ZEW

ILIN

Inhalt

Inhalt	2
Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	3
1. Einleitung	10
2. Forschung und Entwicklung im Maschinen- und Anlagenbau	11
FuE im Spiegel der FuE-Statistik	11
Besonderheiten von FuE im Maschinen- und Anlagenbau	16
3. Definition von FuE in der AGVO und im Frascati-Handbuch	19
FuE-Definition in der AGVO	19
FuE-Definition im Frascati-Handbuch	21
Aussagen des Frascati-Handbuchs zu FuE im Maschinenbau	25
4. Praxistaugliche FuE-Definition im Maschinen- und Anlagenbau	27
Organisation von FuE-Aktivitäten	28
Merkmale von FuE-Aktivitäten	29
FuE und Softwareentwicklung und -programmierung	30
Abgrenzung von FuE zu anderen innovationsbezogenen Aktivitäten	31
Kundenspezifische Entwicklungen und Einzelanlagenbau	31
Dokumentation von FuE für das Antrags-/Bescheinigungsverfahren	32
Internationale Erfahrungen	33
5. Voraussichtliche Auswirkung des FZuIG im Maschinen- und Anlagenbau	37
Datenbasis und Modellannahmen	37
Ergebnisse der Modellrechnungen	39

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Anfang 2020 wurde eine steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) für Unternehmen in Deutschland eingeführt. Das neue Forschungszulagengesetz (FZulG) sieht eine Förderung der intern finanzierten FuE-Personalaufwendungen sowie der extern vergebenen FuE-Aufträge¹ mit einem Fördersatz von 25 Prozent vor.² Die Bemessungsgrundlage war zunächst mit 2 Mio. Euro pro Unternehmen/Unternehmensgruppe und Jahr gedeckelt und wurde im Juni 2020 auf 4 Mio. Euro erhöht, sodass die maximale Forschungszulage 1 Mio. Euro p.a. beträgt. Die steuerliche FuE-Förderung dürfte daher ihre stärkste Anreizwirkung bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) entfalten.

Diese Erweiterung der FuE-Förderung ist wichtig und richtig, um zusätzliche Impulse für Innovationen in der deutschen Wirtschaft zu geben. Damit das FZulG auch wirkt, muss es bürokratiearm und praxistauglich umgesetzt werden. Dies bedeutet insbesondere

- ein **geringer administrativer Aufwand** auf Seiten der Unternehmen,
- eine möglichst **hohe Rechtssicherheit** über die Förderbarkeit von geltend gemachten FuE-Aufwendungen und
- eine **Definition von FuE**, die der **Praxis** in den Unternehmen und den typischen FuE-Prozessen in den einzelnen Branchen der deutschen Wirtschaft entspricht.

Die steuerliche FuE-Förderung wird letztlich nur dann erfolgreich sein, wenn sie alle forschenden Unternehmen sowie alle FuE-Aktivitäten in diesen Unternehmen erfasst und wenn sie Anreize setzt, dass nicht forschende Unternehmen FuE-Aktivitäten aufnehmen. Das Instrument muss insbesondere für **KMU und mittelgroße Unternehmen** ("*Midrange Companies*") attraktiv sein, da dort die größten ungenutzten Potenziale für mehr FuE und Innovationen liegen. Daher sind die **Zugangshürden so niedrig wie möglich** zu halten, und eine **stark einschränkende Definition der förderfähigen FuE-Aktivitäten muss vermieden** werden.

FuE-Aktivitäten stellen für die Unternehmen stets eine merkliche finanzielle Belastung dar und bedeuten ein erhebliches wirtschaftliches Risiko, falls die FuE-Ziele nicht erreicht werden. Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Unternehmen sehr sorgfältig Umfang, Inhalt und Organisation ihrer FuE-Aktivitäten festlegen und so ausgestalten, dass die FuE-Aktivitäten möglichst effektiv und effizient umgesetzt werden können. Eine steuerliche FuE-Förderung hat diesen unternehmerischen Entscheidungsspielraum zu respektieren und nicht durch eigene, davon stark abweichende Festlegungen einzuschränken. Eine Begrenzung der förderfähigen FuE-Aktivitäten auf ganz bestimmte Organisationsformen und Inhalte kann zu unerwünschten Lenkungseffekten führen und das Ziel

¹ Nur Aufträge an Auftragnehmer im EWR, wobei nur 60 % der Kosten dieser externen FuE-Aufträge geltend gemacht werden können.

² Vgl. Bundesrat, Drucksache 553/19: Gesetz zur steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung.

des Gesetzgebers untergraben, die FuE- und Innovationsaktivitäten in der gesamten Breite des deutschen Mittelstands voranzubringen.

FuE- und Innovationspotenzial im Mittelstand

Der Mittelstand gilt zu Recht als eine besondere Stärke der deutschen Volkswirtschaft. Allerdings hat die Innovationsleistung der mittelständischen Unternehmen in den vergangenen zwei Jahrzehnten nachgelassen. Führten Anfang der 2000er Jahre noch deutlich über 45 Prozent der KMU neue Produkte oder Verfahren ein, so liegt die Innovatorenquote aktuell bei 36 Prozent.³ Die einstige Spitzenstellung im internationalen Vergleich ging dadurch verloren. Ein intern FuE betreibendes KMU in Deutschland stellt mit durchschnittlich rund 260 Tsd. Euro pro Jahr nur die Hälfte oder weniger für FuE bereit als gleich große Unternehmen in anderen west- und nordeuropäischen Ländern.⁴ Eine steuerliche FuE-Förderung setzt genau hier an und ermöglicht es den Unternehmen, ihre Aufwendungen für die Entwicklung und Einführung neuer Produkte, Dienstleistungen, Geschäftsmodelle und Prozesse zu steigern und damit nicht nur ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern, sondern zum gesamtwirtschaftlichen Innovationspotential und somit zu Beschäftigung und Wachstum beizutragen.

Dieses Gutachten hat den vorliegenden Gesetzentwurf zum FZulG **aus Sicht des Maschinen- und Anlagenbaus** bewertet. Der Maschinen- und Anlagenbau ist eine wichtige Zielbranche der neuen Maßnahme. Auf Basis der aktuellen Struktur der FuE-Aufwendungen in Deutschland dürften rund 15 Prozent der über das FZulG verausgabten Fördersumme auf den Maschinen- und Anlagenbau entfallen. Eine Umsetzung des Gesetzes, die nicht auf die Situation in dieser Branche Rücksicht nimmt, läuft Gefahr, ein großes Potenzial für mehr Innovationen und für einen innovativen und international wettbewerbsfähigen Mittelstand in Deutschland zu verspielen.

Methodik

*Für das vorliegende Gutachten wurden **Interviews** mit Geschäftsführern, FuE-Leitern und Finanzverantwortlichen von mittelständischen Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus geführt, die die wesentlichen Sektionen der Branche ebenso wie kleine, mittlere und größere Unternehmen abdecken. In einem **Workshop** mit Unternehmensvertretern wurden die Anforderungen an eine praxistaugliche und einfach zu handhabende Umsetzung einer steuerlichen FuE-Förderung diskutiert. In einem Interview mit der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft wurden die Erfahrungen mit dem dort implementierten Gutachtensystem zur Bescheinigung von FuE-Aktivitäten erörtert. In das Gutachten flossen außerdem die Ergebnisse einer **Literaturstudie** zu internationalen Erfahrungen mit der Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung sowie Simulationsrechnungen auf Basis des **Mannheimer Innovationspanels** des ZEW mit ein.*

Für eine hohe Effektivität der steuerlichen FuE-Förderung im Rahmen des FZulG sind die folgenden Umsetzungsschritte, die durch Rechtsverordnung durch das Bundesministerium der Finanzen (BMF) sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) festzulegen sind, unverzichtbar.

³ ZEW, "Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2019" (http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mip/19/mip_2019.pdf).

⁴ ZEW, "Die Rolle von KMU für Forschung und Innovation in Deutschland", Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10/2016 (https://www.e-fi.de/fileadmin/Innovationsstudien_2016/StuDIS_10_2016.pdf); Eurostat: Ergebnisse der Europaweiten Innovationserhebung 2016 (CIS 2016).

Definition von FuE

- FuE ist als die **Gesamtheit** aller Aktivitäten der Grundlagenforschung, industriellen Forschung und experimentellen Entwicklung zu definieren, die notwendig sind, um von einer **Innovationsidee** zu **umsetzungsreifen neuen Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen**, einschließlich neuer Geschäftsmodelle oder Systeme, zu gelangen. Zu den umsetzungsreifen Ergebnissen von FuE zählen produktionsreife Prototypen, Demonstratoren, Pilotanlagen, Pilotprojekte oder *Proof-of-Concept*. FuE schließt dabei Tätigkeiten zur Konzeption, Planung und Dokumentation neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen sowie Durchführbarkeitsstudien mit ein. Diese FuE-Definition entspricht derjenigen in der Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO) der EU-Kommission.⁵
- Bei der Anwendung der (notwendigerweise abstrakten) FuE-Definition in der Praxis ist darauf zu achten, dass FuE ein sehr dynamischer Aktivitätsbereich ist. Die konkrete Ausgestaltung von FuE-Prozessen in Unternehmen ändert sich mit neuen technologischen und organisatorischen Möglichkeiten und Anforderungen laufend. Gleichzeitig unterscheiden sich FuE-Prozesse je nach Branche, Technologiefeld und Markt stark. Daher ist ein **flexibler Ansatz erforderlich**, der die Dynamik und Vielfalt von FuE berücksichtigt. Im Zentrum muss dabei stets die übergeordnete Zielsetzung der steuerlichen FuE-Förderung stehen, nämlich Anreize für zusätzliche FuE-Aktivitäten in den Unternehmen zu geben. Aus Sicht der Maschinen- und Anlagenbaus sind dabei insbesondere die im Folgenden angeführten Aspekte von entscheidender Bedeutung.
- Für die Definition von FuE liegt mit dem Frascati-Handbuch der OECD ein internationaler Standard vor, der wohl in der Umsetzungspraxis des FZulG als eine Orientierungshilfe herangezogen werden dürfte. Das Frascati-Handbuch dient allerdings primär zur Erstellung einer international einheitlichen FuE-Statistik und wendet dafür sehr abstrakte Konzepte an. Dies gilt insbesondere auf die fünf im Frascati-Handbuch angeführten FuE-Kriterien.⁶ Diese bedürfen für die Anwendung im Rahmen des FZulG einer einfachen, praxisgerechten und mittelstandstauglichen Interpretation:
 - Das Kriterium der **Neuartigkeit** liegt vor, wenn die FuE-Tätigkeit auf die Entwicklung von Anwendungen und Lösungswegen abzielt, die neu für das jeweilige Einsatzgebiet oder Kundensegment sind. Die Neuartigkeit muss zum Beginn der FuE-Aktivitäten vorliegen.
 - Eine **schöpferische Tätigkeit** liegt vor, wenn für die Erreichung der FuE-Ziele Wege beschritten und Konzepte angewandt werden, die nicht ausschließlich auf bereits erprobten Wegen und Konzepten beruhen. Dies gilt auch für Ansätze, die an der Schnittstelle von Technologiefeldern oder Branchen nach innovativen Lösungen suchen.

⁵ Verordnung (EU) Nr. 651/2014 der Kommission vom 17. Juni 2018 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union.

⁶ OECD, Frascati-Handbuch 2015. Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über Forschung und experimentelle Entwicklung (deutsche Übersetzung 2018), S. 48ff.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

- Die **Ungewissheit** über das Ergebnis bezieht sich darauf, dass Zeitaufwand, Kosten oder generell die Machbarkeit zu Beginn einer FuE-Aktivität nicht mit einer hinreichenden Sicherheit bestimmt werden können.
- Das Kriterium der **systematischen Aktivität** ist über das Vorhandensein einer Zielsetzung und eines grundsätzlichen Plans zur Zielerreichung zu beurteilen, nicht aber an der Existenz einer organisatorischen Einheit, in der FuE im Unternehmen durchgeführt wird.
- Die **Übertragbarkeit** bzw. Reproduzierbarkeit bedeutet, dass die FuE-Ergebnisse grundsätzlich auch in anderen als dem konkreten Kontext genutzt werden können. Hierzu ist eine nachvollziehbare Dokumentation der FuE-Aktivitäten und FuE-Ergebnisse im Unternehmen angezeigt.
- Mit der immer stärker voranschreitenden **Digitalisierung** gewinnen Tätigkeiten der Softwareentwicklung, -programmierung und -einbindung in Produkte und Lösungen eine immer größere Bedeutung. Im Maschinenbau zählt die Integration digitaler Lösungen und Komponenten heute zum Kern der FuE-Tätigkeit. Daher sind **sämtliche Softwareentwicklungsaktivitäten**, die für die FuE-Aktivität notwendig sind, als FuE-Aktivitäten anzuerkennen. Dazu zählt z.B. Programmierung von Steuerungen für Aktuatoren und Prozesse, die zur Lösung eines technischen Problems benötigt werden, eingebettete Software in intelligenten Sensoren, Software zur Sicherung der Konnektivität zwischen einzelnen Maschinen und Anlagen oder Softwarelösungen für die Einbindung in eine Systemumgebung. Die Digitalisierung und die Umsetzung von Industrie 4.0 führen vielfach zu grundsätzlichen methodischen Veränderungen bei Entwicklungsprozessen (agiles Projektmanagement). Dieser Wandel muss unterstützt werden und darf nicht durch verpflichtenden Bezug im FzulG auf herkömmliche lineare Entwicklungsmethoden behindert werden.
- FuE schließt im Maschinen- und Anlagenbau, wie auch in vielen anderen Branchen, die **konstruktive Entwicklung** sowie **Versuche und Tests** mit ein, die für die Entwicklung und Validierung eines Prototyps/Demonstrators, einer Pilotanlage oder eines *Proof-of-Concept* erforderlich sind. Dies schließt die Kosten für **kommerziell nutzbare Prototypen und Pilotanlagen** ein, sofern deren Herstellung allein für Demonstrations- und Validierungszwecke zu teuer wäre.
- Im **kundenspezifischen Anlagenbau** sind alle Entwicklungsschritte, die für die technische Funktionstüchtigkeit einer neuen Anlage erforderlich sind, als FuE-Aktivitäten zu betrachten. Dies schließt auch die Entwicklung neuer Komponenten und Verfahren für eine kundenspezifische Anlage mit ein, wenn dabei technische Unsicherheiten zu überwinden sind und neues technisches Wissen generiert wird und das FuE-Ergebnis im Grunde auch für andere als die konkrete kundenspezifische Anlage genutzt werden kann.
- In Bezug auf **externe FuE-Aufträge** ist zu beachten, dass in einigen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus ein wesentlicher Teil der FuE im Rahmen von Kundenprojekten stattfindet, etwa für die Entwicklung kundenspezifischer Maschinen oder von Einzelanlagen. Auch wenn Teile der Kosten dieser FuE über den Kundenauftrag abgerechnet werden, handelt es sich i.d.R. nicht um externe FuE-Aufträge an die Unternehmen des Maschinen-

und Anlagenbaus. Dies lässt sich daran erkennen, dass die Rechte am entstandenen intellektuellen Eigentum beim Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus verbleiben. Solche FuE-Aktivitäten für kundenspezifische Maschinen und Einzelanlagen stellen **interne FUE-Aktivitäten des Maschinen- und Anlagenbaus** dar.

FuE im Maschinen- und Anlagenbau und in den Produktionstechnologien

Der Maschinen- und Anlagenbau ist von zentraler Bedeutung für das deutsche Innovationssystem. Mit internen FuE-Aufwendungen von 7,1 Mrd. Euro (2017) und fast 50.000 Vollzeitstellen im Bereich FuE ist er hinter dem Automobilbau und der Elektroindustrie der drittgrößte FuE-Betreiber in Deutschland. 61 Prozent der FuE-Aufwendungen des Maschinenbaus werden von mittelständischen Unternehmen mit weniger als 5.000 Beschäftigten erbracht. Von den gesamten internen FuE-Aufwendungen dieser Gruppe von Unternehmen in Deutschland entfallen rund 17 Prozent auf den Maschinen- und Anlagenbau.⁷

*Die besondere Rolle des Maschinenbaus liegt in der Entwicklung und Bereitstellung moderner **Produktions- und Verfahrenstechnologien** für alle anderen Branchen. Der Maschinenbau integriert dabei neues Wissen aus anderen Technologiefeldern (Werkstoffe, Elektronik, IKT, Optik, Software) in seine Produkte und befähigt mit seinen Komponenten und Systemen eine intelligente Produktion und Distribution in Industrie, Handwerk und vielen Dienstleistungsbranchen. Produktionstechnologien bestimmen maßgeblich die Wettbewerbsfähigkeit und sind oft die Voraussetzung, um neue Produktangebote und nachhaltige Prozesse zu realisieren. Die Innovationsfähigkeit des mittelständisch geprägten Maschinenbaus ist daher erfolgskritisch für die gesamte deutsche Volkswirtschaft.*

Bescheinigungsverfahren

- Der im Gesetz verwendete Begriff "FuE-Vorhaben" ist als die **Summe der FuE-Aktivitäten** eines Unternehmens zu verstehen, die **zur Erreichung der FuE-Ziele** des Unternehmens in Angriff genommen werden. Dementsprechend ist der Antrag auf Forschungszulage nach § 5 FZulG so zu gestalten, dass **wahlweise** für die Gesamtheit der FuE-Aktivitäten eines Unternehmens oder nur für einzelne Projekte bzw. Forschungsschwerpunkte die Forschungszulage beantragt werden kann. Denn eine Zerlegung in einzelne Projekte entspricht nicht immer der Praxis der FuE-Organisation in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Grundsätzlich muss im Bescheinigungsverfahren die konkrete Abgrenzung von FuE-Vorhaben so gehandhabt werden, dass alle Formen der Organisation von FuE-Prozessen in Unternehmen abgebildet werden können. FuE-Prozesse sind heute vielfach als agile, iterative und rekursive Prozesse gestaltet, die nicht in das enge Korsett eines linear gedachten FuE-Projekts passen. Die Unternehmen zu zwingen, von diesen modernen Organisationsformen Abstand zu nehmen, um eine Förderwürdigkeit nach FZulG zu erreichen, wäre kontraproduktiv für die Erreichung der gesamtwirtschaftlichen Ziele. Dies wäre zudem mit hohen administrativen Kosten seitens der Unternehmen verbunden, die die Wirksamkeit der steuerlichen Förderung schmälern würde.
- Die Bescheinigung ist für FuE-Projekte und FuE-Schwerpunkte für die **gesamte geplante Laufzeit** einer FuE-Aktivität auszustellen, sie gilt somit bei mehrjährigen Projekten und Schwerpunkten für den gesamten Zeitraum. Modifizierungen zu genehmigten Projekten

⁷ Stifterverband, "a: r an 'di: Zahlenwerk 2019" (https://www.stifterverband.org/arendi-zahlenwerk_2019).

oder Schwerpunkten müssen möglich sein. Bei einer Beantragung der gesamten FuE-Aktivität sind von den Unternehmen jährliche Aktualisierungen zu den FuE-Aktivitäten beizubringen.

- Das Verfahren zur Ausstellung einer Bescheinigung zu den FuE-Aktivitäten eines Unternehmens muss so einfach und bürokratiearm wie möglich sein. Hierzu bietet die Praxis in Österreich (FFG-Gutachten) ein Beispiel für eine KMU-orientierte Umsetzung. Das Bescheinigungsverfahren muss sich vom bürokratischen Aufwand her **deutlich absetzen von der zeit- und kostenintensiven Praxis in der FuE-Projektförderung** (etwa im Programm ZIM, den Fachprogrammen des Bundes oder verschiedenen FuE-Förderprogrammen der Länder). Angesichts der Tatsache, dass die förderfähigen FuE-Aufwendungen je forschenden KMU und Jahr oftmals deutlich unter 100 Tausend Euro liegen (und die Förderbeträge in einer Größenordnung von 10 bis 20 Tausend Euro), dürfen sich die administrativen Kosten bei den Unternehmen auf nicht mehr als einem Arbeitstag belaufen. Andernfalls ist das Aufwand-Ertrags-Verhältnis so ungünstig, dass viele KMU von einer Inanspruchnahme der Förderung absehen werden, wodurch die erhofften Effekte ausbleiben werden.
- Entscheidend ist die **Rechtssicherheit** der ausgestellten Bescheinigung. Positive Bescheinigungen, die später von den Finanzbehörden nicht anerkannt werden, würden das gesamte Bescheinigungsverfahren ad absurdum führen und die Unternehmen letztlich von einer Nutzung des Instruments abhalten. Die ausstellende Stelle sollte daher über die Fähigkeiten, die Anerkennung und die rechtliche Position verfügen, **rechtsverbindliche Bescheinigungen** auszustellen, die von der Finanzverwaltung dem Grunde nach anerkannt werden müssen. Die Prüfung der Richtigkeit der geltend gemachten Einzelkosten obliegt den Finanzbehörden.
- Die **Geheimhaltung** der von den Unternehmen für die Bescheinigung gemachten Angaben zu ihren FuE-Aktivitäten muss **oberste Priorität** haben. Die Bescheinigung muss daher von Stellen ausgestellt werden, die von den Unternehmen als voll und ganz vertrauenswürdig angesehen werden und die unabhängig sind. Dies bedeutet u.a., dass die Stelle oder mit ihr verbundene Einrichtungen nicht selbst in FuE-Aktivitäten in der Branche eingebunden sind, sei es als Berater zu Förderprogrammen, als Verbundprojektpartner oder als (administrativer) FuE-Dienstleister. Andernfalls würden viele Unternehmen bereits auf die Einholung einer Bescheinigung verzichten, womit die Fördermaßnahme von vornherein zum Scheitern verurteilt wäre.

Künftige Weiterentwicklung des Instruments

Mit dem FZulG hat die Bundesregierung - nach sehr langer Vorbereitungszeit - endlich einen wichtigen Schritt in Richtung einer besseren Mobilisierung der Innovationspotenziale der Unternehmen in Deutschland gesetzt. Die neu eingeführte steuerliche FuE-Förderung greift allerdings an mehreren Stellen noch zu kurz und sollte daher sukzessive weiterentwickelt werden:

- Die Deckelung bei 4 Mio. Euro förderfähige FuE-Aufwendungen bedeutet in der Praxis, dass lediglich Unternehmen mit bis zu etwa 250 Mitarbeitern die Gesamtheit ihrer förderfähigen FuE-Aufwendungen geltend machen können, da in dieser Größenklasse die jährlichen

FuE-Personalaufwendungen und Aufwendungen für externe FuE in den allermeisten Unternehmen unter diesem Schwellenwert bleiben. Im Bereich der **Midrange Companies** (d.h. Unternehmen mit 250 bis etwa 3.000 Mitarbeitern) bleibt dagegen ein zunehmender Teil der FuE-Aktivitäten außen vor. Dadurch werden in diesen Unternehmen, in denen ein besonders großes Innovationspotenzial besteht, nur in geringem Umfang Anreize für zusätzliche FuE-Anstrengungen gesetzt.⁸ Hier wäre dringend nachzubessern, z.B. indem die Deckelung erhöht wird oder ein zweiter, höherer Deckel bei einem verringerten Fördersatz zwischen erstem und zweitem Deckel eingeführt wird. Eine steuerliche FuE-Förderung ist für Midrange Companies besonders wichtig, da sie von KMU-Maßnahmen der FuE-Projektförderung ausgeschlossen sind und sie größtenbedingt nur unterdurchschnittlichen Zugang zu Verbundprojekten finden.⁹

Die förderfähigen Kosten sollten auf die **gesamten FuE-Aufwendungen** der Unternehmen ausgeweitet werden, um Verzerrungen zwischen unterschiedlichen FuE-Kostenarten zu vermeiden. Dies betrifft zum einen externe FuE-Aufträge. Dabei geht es nicht nur um den Zukauf von FuE-Leistungen, sondern auch um neue Formen der Organisation von FuE-Prozessen. Die zunehmende Vernetzung von Unternehmen ist wichtiger Aspekt von Digitalisierung und Industrie 4.0 und ein Ausgangspunkt für Innovation. Eine FuE-Förderung muss Wege eröffnen, um diese Vorgehensweise zu unterstützen. Zum anderen stellen Aufwendungen für Materialien sowie Investitionen in FuE-Anlagen und Kosten für spezifische Versuchseinrichtungen wesentliche Komponenten der gesamten FuE-Aufwendungen dar, die sich nach Technologiefeld und Branche stark unterscheiden können. Mit der Digitalisierung gewinnen zudem FuE-Kosten für Simulationsmodelle (digitaler Zwilling) und Big Data Analysen eine erhebliche Bedeutung.

⁸ Vgl. Peters, B., M. Hud, C. Rammer, G. Licht (2018), Zur Notwendigkeit einer steuerlichen FuE-Förderung auch für „Midrange Companies“, VDMA e.V., Mannheim. (<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/EndberichtVDMAZEWSteuerlicheFuE2018.pdf>).

⁹ Vgl. Licht, G., B. Peters, C. Rammer (2019), Steuerliche Forschungsförderung in Deutschland. Eine Bewertung des Vorschlags des Bundesfinanzministeriums für ein neues Forschungszulagengesetz, März 2019, ZEW, Mannheim. (https://www.zew.de/fileadmin/FTP/gutachten/ZEW_Expertise_ForschZulG_2019.pdf).

1. Einleitung

Der Deutsche Bundestag hat am 7. November 2019 ein Gesetz zur steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung verabschiedet (Forschungszulagengesetz - FZulG). Das Gesetz sieht, vereinfacht und kurz zusammengefasst, eine Förderung in Ausmaß von 25 % der förderfähigen FuE-Aufwendungen vor. Förderfähige FuE-Aufwendungen umfassen zum einen die intern finanzierten FuE-Personalaufwendungen sowie zum anderen 60 % der externen FuE-Aufwendungen. Die förderfähigen FuE-Aufwendungen waren je Unternehmen und Veranlagungsjahr zunächst bei einem Betrag von 2 Mio. € gedeckelt. Dieser Deckel wurde im Juni 2020 im Rahmen des Konjunktur- und Krisenbewältigungspakets der Bundesregierung auf 4 Mio. € erhöht, sodass der maximale Förderbetrag pro Unternehmen und Jahr bei 1 Mio. € liegt. Für Unternehmen, die Teil einer Unternehmensgruppe sind, sind die förderfähigen FuE-Aufwendungen auf Gruppenebene zu ermitteln.

Das FZulG sieht vor, dass Unternehmen die förderfähigen FuE-Aufwendungen sowie die FuE-Vorhaben, für die diese Aufwendungen getätigt wurden, in einem Antrag genau zu beschreiben haben. Außerdem müssen die Unternehmen für jedes beantragte FuE-Vorhaben eine Bescheinigung beibringen, dass es sich bei dem Vorhaben um Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung handelt. Die Ausstellung der Bescheinigung erfolgt durch noch einzurichtende Stellen. Für die Ausstellung der Bescheinigung werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Verfahrensvorschriften erlassen. Es zeichnet sich ab, dass hierfür die Definitionen des Frascati-Handbuchs der OECD eine Grundlage bilden werden.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, vor dem Hintergrund der neu eingeführten steuerlichen FuE-Förderung

- einen Praxischeck der FuE-Definition im Frascati-Handbuch für die spezifische Situation von FuE im Maschinen- und Anlagenbau vorzunehmen,
- Überlegungen zu einer bürokratiearmen und praxisgerechten Umsetzung des Bescheinigungsverfahrens - auch vor dem Hintergrund internationaler Erfahrungen - anzustellen sowie
- die möglichen Auswirkungen des FZulG auf den deutschen Maschinen- und Anlagenbau abzuschätzen (Höhe und Verteilung der Förderung, Unterschiede nach Unternehmensgrößenklassen).

Die Analysen sollen letztlich dazu beitragen, einen Kriterienkatalog zu erarbeiten, wie FuE im Maschinenbau praxistauglich definiert und gemessen werden sollte, um das innovationspolitische Ziel des Gesetzes bestmöglich zu erreichen, nämlich die FuE- und Innovationsleistung insbesondere in den mittelständischen Teilen der deutschen Wirtschaft nachhaltig zu stärken.

2. Forschung und Entwicklung im Maschinen- und Anlagenbau

FuE im Spiegel der FuE-Statistik

Der Maschinen- und Anlagenbau ist einer der zentralen Pfeiler des deutschen Innovationssystems. Im Jahr 2017 wandte die Branche¹⁰ 7,8 Mrd. € für Forschung und Entwicklung (FuE, Summe aus internen und externen Aufwendungen) auf und beschäftigte fast 50.000 Personen (in Vollzeitstellen gerechnet) im Bereich FuE (Tabelle 2-1). Damit sind 11,3 % des FuE-Personals in der deutschen Wirtschaft im Maschinen- und Anlagenbau tätig.

Tabelle 2-1 FuE-Aufwendungen und FuE-Personal im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

	FuE-Aufwendungen (in Mio. €)	FuE-Personal (in Vollzeitstellen)
Maschinen- und Anlagenbau	7.797	49.323
Verarbeitendes Gewerbe*	76.648	346.443
Gesamtwirtschaft*	88.291	436.571
<i>Anteil Maschinen- und Anlagenbau an (in %):</i>		
- Verarbeitendes Gewerbe	10,2	14,2
- Gesamtwirtschaft	8,8	11,3

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Die FuE-Tätigkeit im deutschen Maschinen- und Anlagenbau zeichnet sich durch einen besonders hohen Anteil an internen FuE-Aktivitäten aus (Tabelle 2-2). Im Jahr 2017 entfielen 91,3 % der gesamten FuE-Aufwendungen auf interne Aktivitäten und 8,7 % auf die Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte. Im verarbeitenden Gewerbe machen die extern vergebenen FuE-Aufträge dagegen 23,7 % der gesamten FuE-Aufwendungen aus, für die Gesamtwirtschaft beläuft sich der Anteil externer FuE auf 22,1 %.

Tabelle 2-2 Verteilung der FuE-Aufwendungen nach internen und externen Aufwendungen im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	interne	externe	insgesamt
Maschinen- und Anlagenbau	91,3	8,7	100,0
Verarbeitendes Gewerbe*	76,3	23,7	100,0
Gesamtwirtschaft*	77,9	22,1	100,0

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Die externen FuE-Aufwendungen im Maschinen- und Anlagenbau gehen zu einem höheren Anteil als in der deutschen Wirtschaft insgesamt an andere (nicht verbundene) Unternehmen im Inland

¹⁰ Der Maschinen- und Anlagenbau ist hier über die Abteilung 28 der amtlichen Wirtschaftszweigsystematik 2008 abgegrenzt.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

(53,8 % der gesamten externen FuE-Aufwendungen; Gesamtwirtschaft: 40,1 %; Tabelle 2-3). Überproportional ist im Maschinen- und Anlagenbau außerdem der Anteil der inländischen Wissenschaftseinrichtungen (Hochschulen, staatliche FuE-Einrichtungen, Institute für industrielle Gemeinschaftsforschung) als Empfänger von externen FuE-Aufträgen (14,3 %; Gesamtwirtschaft: 10,0 %). Geringer ist demgegenüber die Bedeutung von verbundenen Unternehmen im In- und Ausland (Maschinen- und Anlagenbau: 23,6 %, Gesamtwirtschaft: 36,0 %).

Tabelle 2-3 Verteilung der externen FuE-Aufwendungen nach Empfängergruppen im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	Inland						Ausland			Insgesamt
	verbundene Unt.	andere Unt.	IfG	staatl. FuE-Einr.	Hochschulen	sonstige	verbundene Unt.	Hochschulen	sonstige	
Maschinen-/Anlagenbau	14,8	53,8	2,7	4,6	7,0	1,3	8,8	2,9	4,0	100,0
Verarbeit. Gewerbe*	24,9	40,6	0,3	3,7	4,7	1,6	11,8	3,0	9,3	100,0
Gesamtwirtschaft*	24,1	40,1	0,7	3,8	5,5	1,6	11,9	3,0	9,2	100,0

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

IfG: Institute für industrielle Gemeinschaftsforschung

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Die Finanzierung der FuE-Aufwendungen erfolgt im Maschinen- und Anlagenbau derzeit ganz überwiegend aus eigenen Mitteln der Unternehmen (Tabelle 2-4). Im Jahr 2017 stammten 95,6 % aus eigenen Mitteln des Wirtschaftssektors, ein deutlich höherer Anteilswert im Vergleich zur Gesamtwirtschaft (89,8 %). Niedriger als in der Gesamtwirtschaft sind im Maschinen- und Anlagenbau die Finanzierungsbeiträge des Staates (2,3 %) und des Auslands (2,0 %).

Tabelle 2-4 Finanzierung der FuE-Aufwendungen im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	Inland			Ausland	Insgesamt
	Unternehmen	Staat	sonstige		
Maschinen- und Anlagenbau	95,6	2,3	0,1	2,0	100,0
Verarbeitendes Gewerbe*	90,9	1,7	0,1	7,3	100,0
Gesamtwirtschaft*	89,8	3,1	0,1	7,0	100,0

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Finanzierung von FuE-Aufwendungen exklusive externe FuE-Aufträge an verbundene oder andere Unternehmen.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Rund die Hälfte der internen FuE-Aufwendungen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau entfällt auf die angewandte Forschung (49,4 %). Dieser Anteilswert ist etwas höher als in der Gesamtwirtschaft (Tabelle 2-5). Demgegenüber kommt der Grundlagenforschung (5,2 %) und der experimentellen Entwicklung (45,5 %) im Vergleich zur Gesamtwirtschaft jeweils ein etwas geringeres Gewicht zu.

Tabelle 2-5 Verteilung der internen FuE-Aufwendungen nach Art der FuE-Tätigkeit im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	Grundlagen- forschung	angewandte Forschung	experimentelle Entwicklung	Insgesamt
Maschinen- und Anlagenbau	5,2	49,4	45,5	100,0
Verarbeitendes Gewerbe	6,3	43,1	50,6	100,0
Gesamtwirtschaft	6,4	45,5	48,1	100,0

Finanzierung von FuE-Aufwendungen exklusive externe FuE-Aufträge an verbundene oder andere Unternehmen.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Der stärkeren Ausrichtung auf die angewandte Forschung im Maschinen- und Anlagenbau entspricht ein höherer Anteil von Technikern innerhalb des FuE-Personals (Tabelle 2-6). Im Jahr 2017 gehörten 39,6 % der im FuE-Bereich beschäftigten Personen (auf Basis von Vollzeitstellen) dieser Personalgruppe an. In der Gesamtwirtschaft betrug ihr Anteil nur 30,4 %. Niedriger ist im Maschinen- und Anlagenbau dagegen der Anteil der Wissenschaftler (51,8 % des FuE-Personals) und der sonstigen Beschäftigten (8,6 %).

Tabelle 2-6 Verteilung des FuE-Personals nach Personalkategorien im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	Wissenschaft- ler	Techniker	Sonstige	Insgesamt
Maschinen- und Anlagenbau	51,8	39,6	8,6	100,0
Verarbeitendes Gewerbe*	58,1	29,1	12,8	100,0
Gesamtwirtschaft*	57,9	30,4	11,7	100,0

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Finanzierung von FuE-Aufwendungen exklusive externe FuE-Aufträge an verbundene oder andere Unternehmen.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Die FuE-Tätigkeit der Unternehmend des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus ist personalintensiver als im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt und in der Gesamtwirtschaft (Tabelle 2-7). Im Jahr 2017 entfielen 64,2 % der gesamten internen FuE-Aufwendungen des Maschinen- und Anlagenbaus auf Personalkosten (Gesamtwirtschaft: 61,8 %). Dem steht ein niedrigerer Sachkostenanteil (28,0 %; Gesamtwirtschaft: 30,7 %) gegenüber. Der Anteil der Investitionen in Sachanlagen (Maschinen, Software, Gebäude, Einrichtungen) entspricht mit 7,8 % etwa dem gesamtwirtschaftlichen Wert.

Tabelle 2-7 Verteilung der internen FuE-Aufwendungen nach Kostenarten im Maschinen- und Anlagenbau, im Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	Personalkosten	Sachkosten	Investitionen	Insgesamt
Maschinen- und Anlagenbau	64,2	28,0	7,8	100,0
Verarbeitendes Gewerbe*	60,4	32,2	7,4	100,0
Gesamtwirtschaft*	61,8	30,7	7,5	100,0

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Finanzierung von FuE-Aufwendungen exklusive externe FuE-Aufträge an verbundene oder andere Unternehmen.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Die FuE-Aufwendungen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau sind stärker auf kleine bis mittelgroße Unternehmen konzentriert als in der deutschen Wirtschaft insgesamt (Tabelle 2-8). Im Jahr

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

2017 trug die Gruppe der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) 16,8 % zu den gesamten internen FuE-Aufwendungen der Branche bei. Für die Gesamtwirtschaft liegt dieser Anteilswert bei 12,9 %. Besonders wichtig für die FuE-Aktivitäten im Maschinen- und Anlagenbau sind die mittelgroßen Unternehmen ("Midrange Companies"), die hier als Unternehmen mit 250 bis unter 5.000 Beschäftigten abgegrenzt sind. Sie stellen 53,1 % der FuE-Aufwendungen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus. In der Gesamtwirtschaft ist ihr Gewicht mit 30,0 % merklich niedriger. Die Bedeutung von sehr großen Unternehmen mit 5.000 oder mehr Beschäftigten für die FuE-Aktivitäten ist im Maschinen- und Anlagenbau dagegen deutlich geringer (38,0 %) als in der Gesamtwirtschaft (61,6 %).

Tabelle 2-8 Verteilung der internen FuE-Aufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands 2017

in %	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
weniger als 20 Beschäftigte	0,7	1,1
20-49 Beschäftigte	1,5	1,7
50-99 Beschäftigte	1,8	1,7
100-249 Beschäftigte	5,0	3,7
250-499 Beschäftigte	7,8	4,6
500-999 Beschäftigte	12,6	6,0
1.000-1.999 Beschäftigte	14,6	8,5
2.000-4.999 Beschäftigte	18,0	11,0
5.000-9.999 Beschäftigte	16,4	9,8
10.000 und mehr Beschäftigte	21,6	51,8
Insgesamt	100,0	100,0
<i>KMU (<250 Beschäftigte)</i>	<i>16,8</i>	<i>12,9</i>
<i>Midrange Unternehmen (250-4.999 Beschäftigte)</i>	<i>53,1</i>	<i>30,0</i>

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ZEW.

Die Größenverteilung der FuE-Aktivitäten im Maschinen- und Anlagenbau sieht allerdings anders aus, wenn man anstelle der Höhe der FuE-Aufwendungen die Anzahl der Unternehmen mit FuE-Aktivitäten betrachtet (Tabelle 2-9). Diese Größe ist vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung insofern relevant, als sie die Verteilung der grundsätzlich antragberechtigten Unternehmen zeigt. Datenbasis für diese Analyse ist die Innovationsstatistik, da diese die FuE-Aktivitäten auch im Bereich der sehr kleinen Unternehmen (ab 5 Beschäftigte) sowie der Unternehmen, die nur gelegentlich FuE betreiben, vollständig (mit Hilfe von Hochrechnungen) erfasst. Von den rund 3.850 Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus, die kontinuierlich unternehmensintern FuE betreiben, zählen 51 % zu den Kleinunternehmen mit 5-49 Beschäftigten, 32 % zu den mittleren Unternehmen mit 50-249 Beschäftigten und 17 % zu den Großunternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten (darunter 14 % im Bereich kleinerer Midrange-Unternehmen mit 250 bis unter 1.000 Beschäftigten).¹¹ Die ca. 1.350 Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau, die lediglich anlassbezogen ("gelegentlich") FuE betreiben, konzentrieren sich stärker auf Kleinunternehm-

¹¹ Unternehmen sind hier nach der Definition des amtlichen Unternehmensregisters als rechtlich selbstständige Unternehmen definiert. Dies bedeutet, dass alle Unternehmen, die eine Unternehmensgruppe bilden, in dieser Auswertung einzeln gezählt sind.

men (69 %), während in dieser Gruppe nur 4 % zu den Großunternehmen zählen. Etwa 1.250 Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus vergeben FuE-Aufträge an Dritte. 56 % zählen zu den Kleinunternehmen, gut 34 % zu den mittleren Unternehmen und knapp 20 % zu den Großunternehmen. Im Vergleich zur Gesamtwirtschaft fällt im Maschinenbau der höhere Anteil von mittleren und großen Unternehmen auf.

Tabelle 2-9 Verteilung der Anzahl der Unternehmen mit FuE-Aktivitäten nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Mittelwert 2014-2017)

in %	Maschinen- und Anlagenbau			Gesamtwirtschaft*		
	intern - kontinu- ierlich	intern - gele- gentlich	extern	intern - kontinu- ierlich	intern - gele- gentlich	extern
5-9 Beschäftigte	17,3	19,7	24,9	23,4	32,4	24,5
10-19 Beschäftigte	13,1	22,4	14,1	21,4	21,5	21,2
20-49 Beschäftigte	20,7	26,6	17,0	20,6	24,0	18,4
50-99 Beschäftigte	14,0	11,4	8,1	11,8	10,4	10,7
100-249 Beschäftigte	17,6	16,2	17,3	11,7	7,8	12,6
250-499 Beschäftigte	9,7	3,2	9,0	5,5	2,5	6,0
500-999 Beschäftigte	4,3	0,3	5,0	2,7	1,0	3,2
1000 und mehr Beschäftigte	3,3	0,3	4,5	2,9	0,5	3,4
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>KMU (5-249 Beschäftigte)</i>	<i>82,7</i>	<i>96,2</i>	<i>81,5</i>	<i>89,0</i>	<i>96,0</i>	<i>87,4</i>
<i>Anzahl Unternehmen</i>	<i>3.850</i>	<i>1.350</i>	<i>1.250</i>	<i>32.500</i>	<i>21.300</i>	<i>20.000</i>

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Insgesamt betrieben im deutschen Maschinen- und Anlagenbau im Zeitraum 2014 bis 2017 rund 5.350 Unternehmen (ab 5 Beschäftigte) entweder intern oder extern FuE (Tabelle 2-10). Der größte Teil (76 %) weist ausschließlich interne FuE-Aktivitäten und vergibt keine FuE-Aufträge an Dritte. 21 % haben sowohl interne wie externe FuE-Aktivitäten. Gering ist die Zahl der Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau, die nicht intern FuE betreiben, aber FuE-Aufträge an Dritte vergeben. Es gibt lediglich rund 150 solche Unternehmen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau, die zusammen pro Jahr FuE-Aufträge im Umfang von rund 20 Mio. € vergeben (d.h. ca. 3 % der gesamten externen FuE-Aufwendungen der Branche). Die FuE-Aufwendungen des Maschinen- und Anlagenbaus konzentrieren sich auf die rund 1.100 Unternehmen, die sowohl interne als auch externe FuE-Aufwendungen aufweisen (ca. 75 % der gesamten FuE-Aufwendungen des Maschinen- und Anlagenbaus). Die ca. 4.100 Unternehmen, die ausschließlich interne FuE-Aktivitäten haben, repräsentieren etwa ein Viertel der FuE-Aufwendungen der Branche.

Tabelle 2-10 Verteilung der FuE-aktiven Unternehmen im Hinblick auf interne und externe FuE-Aktivitäten nach Unternehmensgrößenklassen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau (Mittelwert 2014-2017)

in %	nur intern	intern + extern	nur extern	insgesamt
5-9 Beschäftigte	68,3	24,9	6,8	100,0
10-19 Beschäftigte	78,3	18,8	2,8	100,0
20-49 Beschäftigte	82,1	13,2	4,7	100,0
50-99 Beschäftigte	85,1	14,6	0,3	100,0
100-249 Beschäftigte	75,7	22,9	1,4	100,0
250-499 Beschäftigte	72,4	27,6	0,0	100,0
500-999 Beschäftigte	62,4	37,6	0,0	100,0
1000 und mehr Beschäftigte	55,8	44,2	0,0	100,0
Insgesamt	76,2	20,7	3,1	100,0
Anzahl Unternehmen	4.100	1.100	150	5.350

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Besonderheiten von FuE im Maschinen- und Anlagenbau

FuE- und Innovationsprozesse im Maschinen- und Anlagenbau weisen einige Spezifika auf, die sie von FuE-Prozessen in anderen Branchen unterscheiden. Diese Spezifika sind für die Fragen der Definition von FuE sowie der Beurteilung, ob es sich bei bestimmten Aktivitäten um FuE handelt, ebenso von Bedeutung wie für die Ermittlung der Höhe von FuE-Aufwendungen in den Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus.

Der Maschinen- und Anlagenbau nimmt im deutschen Innovationssystem eine besondere Rolle ein. Er ist gleichzeitig *Anbieter und Anwender* von innovativer, ggf. auch digital vernetzter Produktionsausrüstung. Als *Anbieter* und Hersteller von Produktionsausrüstungen ist der Maschinen- und Anlagenbau als "Lieferant von Produktivität" für seine produzierenden Kundenbranchen äußerst wichtig zur Sicherung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit. FuE zielen hier vorrangig darauf ab, innovative Technologien zu entwickeln und so in spezifische Lösungen für den jeweiligen Anwendungsfall zu überführen, so dass die hohen Ansprüche der Kunden an die Verbesserung der Produktivität, Qualität, Präzision oder Flexibilität der neu ausgerüsteten Produktionsprozesse erfüllt werden. Als *Anwender* kann der Maschinen- und Anlagenbau selbst von optimierter, hochflexibler und ressourceneffizienter Produktionsausrüstung und den sich daraus ergebenden Effizienzgewinnen in den Produktionsprozessen profitieren. FuE kann dann auch auf Prozessinnovationen in den eigenen Herstellungsprozessen zielen, wenngleich der Fokus im Maschinen- und Anlagenbau primär auf Produktinnovationen liegt.

Im Wettbewerb positionieren sich die Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus vorrangig als *Technologie- oder Qualitätsführer*. Für fast drei Viertel der Unternehmen ist Qualitätsführerschaft eine Wettbewerbsstrategie von hoher Bedeutung. Mehr als 30 % der Maschinenbauunternehmen setzen auf die Einführung von gänzlich neuen Produkten als dominante Wettbewerbsstrategie.¹² Der starke Fokus auf Innovation hebt den Maschinenbau deutlich von vielen anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland ab.

¹² Siehe Ergebnisse der Innovationserhebung 2019: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/Innovationserhebung/Dateteilen2019/Doku2019_Anhang.xlsx, Tabelle 12.2; vgl. auch S. Kinkel., O. Som (2007), Wie deutsche Maschinenbauer

Mit seiner hohen Innovationsorientierung und als "Lieferant von Produktivität" pflegt der Maschinen- und Anlagenbau ein hohes Maß an *Kundenorientierung*. Drei Viertel der Unternehmen der Branche entwickeln und produzieren ihre Erzeugnisse spezifisch nach individuellen Kundenwünschen und -spezifikationen. In diesen Fällen ist auch die FuE meist kundenspezifisch ausgestaltet. Dies betrifft insbesondere, aber nicht nur, den Sondermaschinenbau. Dies belegt den hohen Grad der Kundenorientierung in den FuE-Prozessen des Maschinen- und Anlagenbaus, die oftmals eine direkte Zusammenarbeit mit den Kunden bei der Entwicklung der Maschinen und Anlagen erfordert. Viele Maschinenbauunternehmen entwickeln ein Grundprogramm an Lösungen, das durch Variantenkonfiguration ebenfalls an die spezifischen Erfordernisse der Abnehmer angepasst werden kann. Nur relativ wenige Unternehmen der Branche entwickeln und produzieren ein Standardprogramm. Dementsprechend stellt auch mehr als die Hälfte der Unternehmen ihre Produkte und Leistungen in Einzel- oder Kleinserien her, eine Großserienfertigung ist eher die Ausnahme.¹³ Folglich ist die FuE im Maschinen- und Anlagenbau vielfach eng mit der Produktion und dem Vertrieb der spezifischen Einzellösungen oder Kleinserien verbunden. In manchen kleinen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus existiert für FuE daher auch *kein eigenständiger Funktionsbereich*, da eine hohe Integration und Vernetzung der FuE-Tätigkeiten mit anderen Geschäftsprozessen notwendig ist. FuE-Tätigkeiten werden teilweise auch von Mitarbeitern durchgeführt, die auch andere Funktionen im Unternehmen wahrnehmen, etwa in der Produktion, im Service oder im technischen Vertrieb.

Um mit den eigenen Produkt- und Serviceinnovationen im internationalen Wettbewerb erfolgreich sein zu können, werden digitale Komponenten sowie die *digitale Vernetzung* von Maschinen und Anlagen entlang der Wertschöpfungskette (horizontal) und mit anderen Ebenen und Systemen der Produktionsplanung, Auftragsabwicklung und Produktentwicklung (u.a. ERP, SCM, MES, CRM, PLM, CAD-CAM, etc.) immer wichtiger. Neben einer kleinen Spitzengruppe von Unternehmen, die Digitalisierung sehr intensiv und umfassend einsetzen, zeichnet sich der Maschinenbau durch einen sehr hohen Anteil von Unternehmen aus, die einzelne Prozesse digitalisiert und vernetzt haben¹⁴ Eigene Entwicklungen im Bereich der digitalen Vernetzung treiben Maschinenbauunternehmen bislang vor allem in den Bereichen Predictive Maintenance, Condition Monitoring, M2M-Kommunikation, Echtzeit-Datenanalyse und bei modularen Apps voran. Zwar ist das derzeitige Angebot außer beim Condition Monitoring noch zurückhaltend, doch werden diese Technologien überwiegend selbst entwickelt und die Dynamik der geplanten Markteinführungen ist sehr hoch.¹⁵ Hier sehen die Unternehmen zunehmend Kernkompetenzen, mit denen sie sich vom (internationalen) Wettbewerb differenzieren und Mehrwert für ihre Kunden schaffen können.

Einen zunehmend wichtigen FuE- und Innovationsbereich im deutschen Maschinen- und Anlagenbau stellen *digitale Services* und datenbasierte Geschäftsmodelle dar, die häufiger als von anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland angeboten werden. Kunden sehen einen

ihren Innovationserfolg sichern, *ZWF. Zeitschrift für Wirtschaftliche Fertigung* 102(9), S. 572-578.

¹³ Vgl. Kinkel und Som (2007).

¹⁴ Vgl. Rammer, C., A. Jäger, B. Krieger, C. Lerch, G. Licht, B. Peters, A. Spielkamp (2018), Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau. Studie im Auftrag der IMPULS-Stiftung, Mannheim und Karlsruhe.

¹⁵ Vgl. Kinkel, S., J. Rahn, B. Rieder, C. Lerch, A. Jäger (2016), Digital-vernetztes Denken in der Produktion. Studie für die IMPULS-Stiftung des VDMA, Karlsruhe.

klaren Mehrwert in der intelligenten, digital vernetzten Service- und Betriebsunterstützung zur Verbesserung des Nutzungsgrades entlang des gesamten Lebenszyklus der bei ihnen eingesetzten Maschinen, Anlagen oder Komponenten. So werden beispielsweise Virtual oder Augmented Reality-Anwendungen (VR/AR) in der Serviceunterstützung oder Fernunterstützung und Fernzugriffe durch Web-Portale und Apps im Maschinen- und Anlagenbau überdurchschnittlich häufig eingesetzt. Maschinen- und Anlagenbauer nutzen auch deutlich häufiger digitale Informationen und Daten, die im Rahmen von Kundenangeboten und der Nutzung ihrer Lösungen beim Kunden anfallen, um daraus Verbesserungspotenziale für die eigene Produkt- und Serviceentwicklung abzuleiten.¹⁶ Hierzu sind häufig auch *Kollaborationen* mit anderen Anbietern entlang der Wertschöpfungskette erforderlich, um solche Services entsprechend App-basiert und modular auf geeigneten Plattformen anbieten zu können.

In diesem Kontext spielt auch die *Softwareentwicklung* eine zunehmend bedeutende Rolle. Heute ist vielfach die Software der zentrale Träger einer Innovation (und damit Kernbereich der FuE-Aktivität), um neue Merkmale oder verbesserte Eigenschaften von Maschinen und Anlagen zu verwirklichen und flexibel nutzen zu können. Zudem bietet der Maschinen- und Anlagenbau auch deutlich häufiger als andere Branchen die *Entwicklung von Software für den Kunden* als spezifische Entwicklungsleistung an. *Schlüsselkompetenzen* für die digitale Vernetzung und eigenständige Entwicklung digitalisierter Produkte und Services des Maschinen- und Anlagenbaus liegen insbesondere in der Softwareentwicklung von modularen Applikationen (Apps) und dem zugehörigen, nutzerorientierten IT-Design sowie in der Programmierung der Maschinen- und Anlagensteuerungen.¹⁷ In den FuE-Projekten ist immer mehr ein Miteinander der verschiedenen Ingenieur- und IT-Domänen in den Unternehmen gefordert. Dies betrifft insbesondere die Zusammenarbeit der Mitarbeiter aus dem Bereich der applikationsorientierten Hochsprachenprogrammierung mit der Maschinen- und Steuerungsprogrammierung, die durchaus „verschiedenen Welten“ hinsichtlich der verwendeten Methoden und Sprachen darstellen.

Um diese zunehmend durch eingebettet Software und digitale Anwendungen geprägten Entwicklungsprozesse effektiv und effizient organisieren zu können, sind auch neue Methoden und Vorgehensweisen gefragt. *Agile Entwicklungsmethoden* (z.B. Scrum), designorientierte Entwicklungsprozesse (z.B. Design Thinking) oder auch die Parallelisierung und iterative Abfolge von Entwicklungsschritten (z.B. Simultaneous Engineering) können die Fähigkeit zur eigenen Entwicklung digitaler Produkte und Services signifikant befruchten und nehmen in ihrer Bedeutung stetig zu. Insgesamt wird FuE im Maschinenbau immer stärker als ein *agiler, iterativer und rekursiver Prozess* organisiert, der sich nicht in klassische, phasenorientierte Projektformen (Stichwort Wasserfallmodell) zwängen lässt, die aber in der öffentlichen FuE-Projektförderung noch immer dominieren. Solche agilen Prozesse schließen die *konstruktive Entwicklung*, den *Prototypenbau* sowie frühe und häufige *Versuche und Tests* explizit mit ein, um rechtzeitig Kundenfeedback zu den Lösungsvorschlägen einholen zu können und die geplanten Innovationen schrittweise weiterentwickeln und anreichern zu können.

¹⁶ Vgl. Kinkel et al. (2016).

¹⁷ Vgl. Kinkel et al. (2016).

3. Definition von FuE in der AGVO und im Frascati-Handbuch

Das FZulG selbst enthält keine Definition von FuE, sondern verwendet die Begrifflichkeit aus der AGVO (Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung) und überlässt eine entsprechende Festlegung den im Verordnungsweg einzurichtenden Antrags- und Bescheinigungsverfahren. Zwar liegt ein erster Referentenentwurf einer entsprechenden Rechtsverordnung vor, wonach die Bescheinigungsstelle nach einheitlichen Vorgaben prüft, ob ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Sinne des FZulG vorliegt (§4 Abs. 1).¹⁸ Diese Vorgaben wurden jedoch bislang nicht näher spezifiziert. Es ist aber wahrscheinlich, dass mit Hinblick auf die Definition von FuE das Frascati-Handbuch der OECD ein wichtiger Orientierungspunkt sein wird. Im Folgenden wird daher zunächst die FuE-Definition in der AGVO beleuchtet. Anschließend wird auf die allgemeine Abgrenzung von FuE-Aktivitäten gemäß des Frascati-Handbuchs sowie auf Aussagen des Frascati-Handbuchs zum Verständnis des FuE-Begriffs speziell im Maschinenbau eingegangen.

FuE-Definition in der AGVO

Das FZulG definiert in § 2 Abs. 1 begünstigte FuE-Vorhaben als all jene Vorhaben, die der Grundlagenforschung, industriellen Forschung oder experimentellen Entwicklung zuzuordnen sind. Die Begrifflichkeit stammt aus der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO). Dort werden FuE-Vorhaben wie folgt definiert:

"Bei Beihilfen für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sollte der geförderte Teil des Forschungsvorhabens vollständig in die Kategorien Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung einzuordnen sein. Wenn ein Vorhaben unterschiedliche Aufgaben umfasst, sollte jede Aufgabe einer dieser Kategorien oder aber keiner dieser Kategorien zugeordnet werden. Diese Einordnung entspricht nicht unbedingt dem chronologischen Ablauf eines Vorhabens, angefangen von der Grundlagenforschung bis hin zu marktnahen Tätigkeiten. Dementsprechend kann eine Aufgabe, die in einer späten Phase eines Vorhabens ausgeführt wird, durchaus der industriellen Forschung zugeordnet werden. Ebenso kann es sich bei einer Tätigkeit, die in einer früheren Phase des Vorhabens durchgeführt wird, um experimentelle Entwicklung handeln. Der geförderte Teil des Vorhabens kann auch Durchführbarkeitsstudien zur Vorbereitung von Forschungstätigkeiten umfassen."¹⁹

Die AGVO definiert die drei zentralen Begriffe der Grundlagenforschung, industriellen Forschung und experimentellen Entwicklung sowie den in der allgemeinen Definition von FuE-Vorhaben angeführten Begriff der Durchführbarkeitsstudien wie folgt:

"„Grundlagenforschung“: experimentelle oder theoretische Arbeiten, die in erster Linie dem Erwerb neuen Grundlagenwissens ohne erkennbare direkte kommerzielle Anwendungsmöglichkeiten dienen;

¹⁸ Entwurf einer Verordnung zur Durchführung von § 14 Abs. 1 des Forschungszulagengesetzes (Forschungszulagen-Bescheinigungsverordnung – FZulBV), Stand 15.11.2019.

¹⁹ Verordnung (EU) Nr. 651/2014 der Kommission vom 17. Juni 2014, S. 9.

„industrielle Forschung“: planmäßiges Forschen oder kritisches Erforschen zur Gewinnung neuer Kenntnisse und Fertigkeiten mit dem Ziel, neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen zu entwickeln oder wesentliche Verbesserungen bei bestehenden Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen herbeizuführen. Hierzu zählen auch die Entwicklung von Teilen komplexer Systeme und unter Umständen auch der Bau von Prototypen in einer Laborumgebung oder in einer Umgebung mit simulierten Schnittstellen zu bestehenden Systemen wie auch von Pilotlinien, wenn dies für die industrielle Forschung und insbesondere die Validierung von technologischen Grundlagen notwendig ist;

„experimentelle Entwicklung“: Erwerb, Kombination, Gestaltung und Nutzung vorhandener wissenschaftlicher, technischer, wirtschaftlicher und sonstiger einschlägiger Kenntnisse und Fertigkeiten mit dem Ziel, neue oder verbesserte Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen zu entwickeln. Dazu zählen zum Beispiel auch Tätigkeiten zur Konzeption, Planung und Dokumentation neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Die experimentelle Entwicklung kann die Entwicklung von Prototypen, Demonstrationsmaßnahmen, Pilotprojekte sowie die Erprobung und Validierung neuer oder verbesserter Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in einem für die realen Einsatzbedingungen repräsentativen Umfeld umfassen, wenn das Hauptziel dieser Maßnahmen darin besteht, im Wesentlichen noch nicht feststehende Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen weiter zu verbessern. Die experimentelle Entwicklung kann die Entwicklung von kommerziell nutzbaren Prototypen und Pilotprojekten einschließen, wenn es sich dabei zwangsläufig um das kommerzielle Endprodukt handelt und dessen Herstellung allein für Demonstrations- und Validierungszwecke zu teuer wäre. Die experimentelle Entwicklung umfasst keine routinemäßigen oder regelmäßigen Änderungen an bestehenden Produkten, Produktionslinien, Produktionsverfahren, Dienstleistungen oder anderen laufenden betrieblichen Prozessen, selbst wenn diese Änderungen Verbesserungen darstellen sollten;

„Durchführbarkeitsstudie“: Bewertung und Analyse des Potenzials eines Vorhabens mit dem Ziel, die Entscheidungsfindung durch objektive und rationale Darlegung seiner Stärken und Schwächen sowie der mit ihm verbundenen Möglichkeiten und Gefahren zu erleichtern und festzustellen, welche Ressourcen für seine Durchführung erforderlich wären und welche Erfolgsaussichten das Vorhaben hätte.“²⁰

Insgesamt legt die AGVO ein eher breites Verständnis von FuE zugrunde, das im Bereich der experimentellen Entwicklung in die Umsetzung von Innovationen bis kurz vor Markteinführung reicht, wobei Innovationen nicht nur Neuheiten, sondern auch verbesserte Produkte und Verfahren einschließen. Experimentelle Entwicklung kann außerdem auch im Fall von Aktivitäten zur Verbesserungen von bestehenden Produkten und Verfahren vorliegen, wenn diese Verbesserungen nicht routine- oder regelmäßig erfolgen. Für den Einzelanlagenbau relevant ist außerdem die Festlegung, dass auch die Entwicklung von kommerziell nutzbaren Prototypen und Pilotprojekten zur experimentellen Entwicklung zählt.

Gerade für kleinere Unternehmen und Unternehmen, die noch keine kontinuierlichen FuE-Aktivitäten etabliert haben, ist die Fördermöglichkeit von Durchführbarkeitsstudien (Studien zur technischen Machbarkeit von geplanten FuE-Aktivitäten) relevant. Eine Einbeziehung solcher Aktivitäten in die steuerliche FuE-Förderung könnte einen zusätzlichen Anreiz für den Einstieg in substantielle FuE-Aktivitäten bieten.

Allerdings verwendet die AGVO in ihrer Beschreibung von Grundlagenforschung, industrieller Forschung und experimenteller Entwicklung eine Reihe von Begrifflichkeiten, wie zum Beispiel den der

²⁰ Verordnung (EU) Nr. 651/2014 der Kommission vom 17. Juni 2014, S. 24f.

„Neuheit“ oder des „planmäßiges Forschens“, die einer näheren Spezifizierung bedürfen, damit die Bescheinigungsstelle nach einheitlichen Vorgaben über das Vorliegen von FuE entscheiden kann. An dieser Stelle dürfte das Frascati-Handbuch der OECD ein wichtiger Orientierungspunkt werden.

FuE-Definition im Frascati-Handbuch

Das primäre Ziel des Frascati-Handbuchs der OECD ist es, Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über FuE und ihre Komponenten bereitzustellen, um international vergleichbare Statistiken zu produzieren. Vor diesem Hintergrund definiert das Handbuch FuE wie folgt:

„Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) ist die schöpferische und systematische Arbeit zur Erweiterung des Wissensstands - einschließlich des Wissens über die Menschheit, die Kultur und die Gesellschaft - und zur Entwicklung neuer Anwendungen auf Basis des vorhandenen Wissens (Abs. 2.5).“²¹

Um als Forschung und Entwicklung eingestuft zu werden, muss eine Tätigkeit fünf Kernkriterien erfüllen: Sie muss neuartig, schöpferisch, ungewiss in Bezug auf das Endergebnis, systematisch sowie übertragbar und/oder reproduzierbar sein (Abs. 2.7).

Neuartig

Das Kriterium der Neuartigkeit bedeutet, dass das Ziel der FuE-Tätigkeit auf die *Gewinnung neuer Erkenntnisse* ausgerichtet ist (Abs. 2.14). Dies bedeutet die Suche nach zuvor unentdeckten Phänomenen, Strukturen oder Zusammenhängen.

Eine entscheidende Frage, die vor allem im Kontext eines Bescheinigungsverfahrens in der Praxis eine elementare Rolle spielen wird, ist, für wen die Ergebnisse einer Tätigkeit neu sein müssen, um als FuE zu gelten. Das Frascati-Handbuch sieht dazu vor, dass die Neuartigkeit von FuE-Projekten vor dem Hintergrund des existierenden Erkenntnisstandes in der jeweiligen Branche beurteilt wird. Dies bedeutet, dass die FuE-Tätigkeit zu Erkenntnissen führen muss, die *neu für das Unternehmen sind und im betreffenden Wirtschaftszweig noch nicht genutzt* werden (Abs. 2.15). Sollte die Bescheinigungsstelle in ihren noch zu definierenden Vorgaben dem Frascati-Handbuch folgen, würde dies an dieser Stelle eine sehr hohe Hürde für die Aktivitäten von Unternehmen bedeuten, um sie als FuE anerkannt zu bekommen.

Für eine praxisgerechte Anwendung des Neuartigkeitsbegriffs ist im Fall des Maschinen- und Anlagenbaus eine Abgrenzung von "Wirtschaftszweig" erforderlich, die auf unterschiedliche Marktsegmente (Anwendungsgebiete für Maschinen und Anlagen) abzielt, da nur Unternehmen innerhalb desselben Marktsegments im technologischen Wettbewerb um die Hervorbringung von Neuerungen stehen.

Aus dem Kriterium der Neuartigkeit kann auch abgeleitet werden, welche Tätigkeiten *nicht als FuE* gelten. Dazu zählt zum Beispiel die *Nutzung vorhandenen Wissens für (kundenspezifische) Anpassungen*.

²¹ Die Ausführungen dieses Kapitels beziehen sich auf: OECD, Frascati-Handbuch 2015. Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über Forschung und experimentelle Entwicklung, Paris: OECD Publishing, 2018 (engl. Fassung: 2015). „Abs. 2.x“ bezeichnet den Absatz des Frascati-Handbuchs, auf den sich die Ausführungen beziehen.

sungen oder kundenspezifische Gestaltung, sofern keine Erweiterung des Wissensstands beabsichtigt ist (Abs. 2.21). Dies dürfte insbesondere vor dem Hintergrund der besonderen Spezifika der Innovationsprozesse im Maschinenbau eine wesentliche Rolle spielen.

Schöpferisch

Eine Tätigkeit wird als schöpferisch eingestuft, wenn sie auf originären, nicht offensichtlichen Konzepten und Hypothesen beruht (Abs. 2.17). Dies bedeutet, dass das FuE-Projekt *neue Konzepte oder Ideen* beinhaltet muss, die zu einer *Steigerung des existierenden Wissensstands* beitragen. Demnach zählen Veränderungen an Produkten und Verfahren, die routinemäßig vorgenommen werden, nicht zu FuE. Daher kommt dem Faktor Mensch eine besondere Rolle bei schöpferischen FuE-Aktivitäten zu. Das Kriterium des Schöpferischen kann demnach als erfüllt angesehen werden, wenn zumindest ein Forscher an dem FuE-Projekt mitwirkt (Abs. 2.17).

Ungewiss

Ein zentrales Kriterium einer FuE-Tätigkeit ist die *Ungewissheit* in Bezug auf das Endergebnis (Abs. 2.18). Ungewissheit kann dabei in verschiedenen Dimensionen verstanden werden. Erstens bezieht sich die Ungewissheit darauf, *ob ein gewünschtes Ergebnis (Ziel) überhaupt erreicht* wird bzw. werden kann. Zweitens kann Ungewissheit in Bezug auf den *Kosten- und Zeitaufwand* bestehen, der notwendig ist, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen. Wichtig dabei ist, dass nicht beide Formen der Unsicherheit gleichzeitig vorliegen müssen. Dies bedeutet, dass sich ein Unternehmen sehr wohl von Beginn an sicher sein kann, aus technischer Perspektive ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen, allerdings Unsicherheit darüber besteht in welcher Zeit und mit welchen Kosten es das gewünschte technische Ergebnis erzielen kann.

Das Frascati-Handbuch nutzt das Kriterium der Ungewissheit zum Beispiel, um bei der Prototypenentwicklung zu unterscheiden, ob es sich dabei um FuE handelt. Die Entwicklung von Prototypen zählt demnach als FuE, wenn bei den Modellen, die zum Testen von Techniken oder technischen Konzepten verwendet werden, die Möglichkeit des Scheiterns gegeben ist. Dagegen zählt die Entwicklung von Pilotanlagen, die allein dem Erwerb von technischen oder rechtlichen Zertifizierungen dienen, nicht als FuE-Prototypenentwicklung.

Systematisch

Eine FuE-Aktivität muss darüber hinaus systemisch sein. Dies wird im Wesentlichen anhand von drei Kriterien nachgewiesen. Erstens muss die FuE-Aktivität nach einem festen Plan ablaufen. Zweitens müssen sowohl die einzelnen Verfahrensschritte als auch die Ergebnisse dokumentiert werden. Und drittens sollte das FuE-Projekt ein Budget haben, anhand dessen der Zweck und eigene Human- und Finanzressourcen ermittelt werden können (Abs. 2.19).

Das Frascati-Handbuch stellt dazu weiter fest, dass diese ausgewiesene Form der Management- und Berichterstattung eher bei größeren FuE-Projekten anzutreffen ist. Bei kleineren FuE-Vorhaben würde es auch ausreichen, wenn ein oder mehrere Beschäftigte oder Berater (sofern ein Forscher darunter ist) von der Unternehmensleitung beauftragt sind, eine spezifische Lösung für ein konkretes Problem zu finden (Abs. 2.19).

Übertragbar und/oder reproduzierbar

Da mit FuE-Aktivitäten das Ziel verbunden ist, den existierenden Wissensstand zu erweitern, sollen die Ergebnisse nicht geheim gehalten werden, d.h. nicht allein in den Köpfen der Forscher verbleiben. Vielmehr sollen anderen Forschern der Einsatz des neuen Wissens und die Reproduzierbarkeit des neuen Wissens, das im Zuge der FuE-Aktivitäten generiert wurde, prinzipiell möglich sein (Abs. 2.20). Unternehmen können dieses Kriterium erfüllen, indem sie *Verfahrensschritte und Ergebnisse unternehmensintern dokumentieren*. Damit stellen sie prinzipiell die Nutzung des Wissens durch andere Forscher im eigenen Unternehmen sicher. Der *Zwang zu einer öffentlichen Offenlegung oder Publizierung der Ergebnisse ist damit explizit nicht gemeint*. Im Einklang mit diesem Kriterium können Unternehmen daher nach wie vor ihre Ergebnisse bzw. das neue Wissen durch Geschäftsgeheimnisse oder durch geistige Eigentumsrechte wie Patente schützen (Abs. 2.20).

Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Definition von FuE nach Frascati ist die Tatsache, dass bei einer FuE-Aktivität alle fünf Kriterien gleichzeitig erfüllt müssen (Abs. 2.8). Sollte die Bescheinigungsstelle das Frascati-Handbuch zu Grunde legen und diesem Prinzip folgen, wird es aus Unternehmenssicht entscheidend darauf ankommen, wie breit Unternehmen eine einzelne FuE-Aktivität definieren, damit alle fünf Kriterien in der einen oder anderen Form gleichzeitig erfüllt sind. Denn eine FuE-Tätigkeit ist die „Summe der Aktivitäten“, die von Unternehmen bewusst durchgeführt werden, um neue Erkenntnisse zu gewinnen (Abs. 2.12). Eine umfassendere Beschreibung der FuE-Aktivität dürfte im Allgemeinen eher dazu führen, dass alle fünf Kriterien simultan erreicht werden.

FuE-Projekte

Bezüglich der Darstellungsform von FuE-Aktivitäten verwendet das FZulG den Begriff des Vorhabens. Im Frascati-Handbuch kommt der Begriff des FuE-Projekts dem Begriff des FuE-Vorhabens am nächsten. Danach sind FuE-Tätigkeiten in der Regel in Form von FuE-Projekten organisiert, d.h. mehrere FuE-Tätigkeiten können zu einem FuE-Projekt zusammengefasst werden. Jedes FuE-Projekt besteht aus einem Komplex von FuE-Tätigkeiten, wird für einen spezifischen Zweck eingerichtet und durchgeführt und hat selbst auf der niedrigsten Ebene der FuE-Tätigkeit eigene Zielsetzungen und Ergebniserwartungen (Abs. 2.12).

Abgrenzung FuE versus andere Innovationsaktivitäten

Neben FuE-Tätigkeiten führen Unternehmen eine Reihe anderer Innovationsaktivitäten im Rahmen der Einführung neuer Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen durch, die dem Verständnis des Frascati-Handbuchs nach jedoch nicht als FuE zählen. Tabelle 3-1 gibt eine Übersicht darüber, welche Aktivitäten als FuE zählen und welche nicht.

Tabelle 3-1 Abgrenzung von FuE versus anderen Innovationsaktivitäten gemäß Frascati-Handbuch

FuE	Keine FuE
<ul style="list-style-type: none"> • Entwurf, Konstruktion und Erprobung von Prototypen <i>(sofern Hauptziel: weitere Verbesserungen)</i> • Versuchsanlage <i>(solange Hauptzweck: Erfahrungen sowie technische und andere Daten zu sammeln, d.h. nicht primär zu kommerziellen Zwecken)</i> • Versuchsproduktion und Produktionsanlauf <i>(sofern Produktion Serientests und weitere Konzipierungs- und Ingenieursarbeiten ergibt)</i> • Produktdesign <i>(Produktdesign, dass in der FuE-Phase benötigt wird)</i> • Feedback-FuE, d.h. Lösung technischer Probleme nach Aufnahme der Produktion • Dokumentation von FuE-Ergebnissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Versuchsproduktion und Produktionsanlauf <i>(sonstige)</i> • Produktdesign <i>(Produktdesign für den Produktionsprozess)</i> • Beseitigung von Störungen • Werkzeugeinrichtung und Industrial Engineering • Patent- und Lizenzarbeiten <i>(verwaltungstechnische und rechtliche Schritte; Dokumentation von FuE-Ergebnissen ist dagegen FuE)</i> • Routineuntersuchungen (selbst wenn von FuE-Personal durchgeführt) • Datensammlung <i>(ausgenommen als integraler Bestandteil von FuE)</i>

Quelle: OECD, Frascati-Handbuch 2015 (deutsche Übersetzung 2018) – Darstellung ZEW.

FuE und Softwareentwicklung

Mit der immer stärker voranschreitenden **Digitalisierung** gewinnen Tätigkeiten der Softwareentwicklung, -programmierung und -einbindung in Produkte und Lösungen eine immer größere Bedeutung (vgl. Kapitel 3). Das Frascati-Handbuch beschäftigt sich daher in einem eigenen Kapitel mit dem Zusammenhang zwischen Softwareentwicklung und FuE. Dabei ist es sinnvoll, Softwareentwicklungsaktivitäten in folgenden Bereichen zu unterscheiden (Abs. 2.69):

- a) Softwareentwicklungsaktivitäten, die integraler Bestandteil einer umfassenderen FuE-Aktivität sind.
- b) Tätigkeiten zur Entwicklung einer neuen Software, die das eigentliche Endprodukt ist.
- c) Tätigkeiten zur Entwicklung einer neuen Software, die in einem Endprodukt eingebettet ist.

Die unter Punkt a) fallenden Softwareentwicklungsaktivitäten zählen grundsätzlich als FuE, da sie essenziell für die Umsetzung einer FuE-Aktivität sind. Die Softwareentwicklungsaktivitäten müssen dabei nicht selbst alle fünf Kriterien erfüllen, vielmehr muss die FuE-Aktivität insgesamt diese Kriterien erfüllen.

Für die Tätigkeiten unter Punkt b) und c) gilt, dass Softwareentwicklung nur dann als eine *eigenständige FuE-Tätigkeit* zählt, wenn erstens das Ziel des Softwareentwicklungsprojekts in der systematischen Beseitigung einer wissenschaftlichen oder technologischen Ungewissheit besteht sollte zweitens der Abschluss einen wissenschaftlichen und/oder technischen Fortschritt darstellt (Abs. 2.68). Nur sofern die eingangs beschriebenen fünf FuE-Kriterien (neuartig, schöpferisch, ungewiss, systematisch, übertragbar) alle erfüllt sind, werden Softwareentwicklungsprojekte als eigenständige FuE-Aktivität anerkannt. Zu Punkt c) ist zu beachten, dass die Entwicklung von eingebetteter Software für ein Endprodukt sowohl Teil einer umfassenderen FuE-Aktivität sein kann (wenn die Entwicklung des Endprodukts eine FuE-Aktivität darstellt) oder ein eigenständiges Softwareentwicklungsprojekt darstellen kann (wenn das Endprodukt ansonsten unverändert bleibt und nur die

eingebettete Software einen innovativen Schritt darstellt.

Da die Unterscheidung zwischen Softwareentwicklung, die aus Sicht des Frascati-Handbuchs als FuE zählt und solche, die nicht als FuE gilt, eher abstrakter Art ist, gibt Tabelle 3-2 einen beispielhaften Überblick über den Zusammenhang von Softwareentwicklungstätigkeiten und FuE auf Basis des Frascati-Handbuchs.

Tabelle 3-2 Softwareentwicklung und FuE gemäß Frascati-Handbuch

Softwareentwicklung, die als eigenständige FuE-Aktivität zählt	Softwareentwicklung, die nicht als eigenständige FuE-Aktivität zählt
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung neuer Betriebssysteme oder (Programmier-)Sprachen • Konzipierung und Einführung neuer Suchmaschinen auf Basis originärer Technologien • Lösung von Hardware- und Softwarekonflikten durch Neukonfiguration eines Systems oder Netzwerkes • Schaffung neuer oder effizienterer Algorithmen auf Basis neuer Techniken • Schaffung neuer und originärer Verschlüsselungs- oder Sicherheitstechniken 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung eines existierenden Programms für eine neue Anwendung • Anpassung eines Produkts für einen bestimmten Verwendungszweck (sofern keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden, die zu einer merklichen Verbesserung führen) • Entwicklung von Anwendungssoftware und Informationssystemen unter Einsatz bekannter Methoden und Softwaretools • Hinzufügen nutzerspezifischer Funktionen in existierenden Anwendungsprogrammen • Entwicklung von Websites oder Softwareprogrammen unter Einsatz vorhandener Tools • Routinemäßige Fehlerbeseitigung nach Ende der experimentellen Entwicklung • Verbesserung von Programmen und Systemen, die vorher frei verfügbar waren

Quelle: OECD, Frascati-Handbuch 2015 (deutsche Übersetzung 2018) – Darstellung ZEW.

Für die Praxis der Antragsgenehmigung und FuE-Bescheinigung im Rahmen des FZulG ist gerade im Hinblick auf Softwareentwicklungsaktivitäten zu berücksichtigen, dass es im Frascati-Handbuch primär um eine einheitliche und mit anderen wirtschaftsstatistischen Konzepten konsistente Messung von FuE-Aufwendungen geht. Das Frascati-Handbuch wendet dabei im Bereich Softwareentwicklungsaktivitäten eine besonders eng abgegrenzte Definition an, um die im Rahmen von FuE-Aktivitäten stattfindenden Softwareentwicklungsaktivitäten möglichst gut identifizieren zu können. Dies ist erforderlich, um Doppelzählungen von Softwareentwicklungsaktivitäten in der Statistik der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu vermeiden. Das FZulG muss sich nicht notwendigerweise diese sehr enge Abgrenzung zu Eigen machen.

Aussagen des Frascati-Handbuchs zu FuE im Maschinenbau

Grundsätzlich liefert das Frascati-Handbuch allgemeine Leitlinien für die Definition von FuE-Aktivitäten, die über alle Branchen hinweg Anwendung finden sollen. Es finden sich daher nur vereinzelt spezifische Aussagen zu einzelnen Branchen. Im Hinblick auf den Maschinenbau ist dies nur für Entwurfs- und Konstruktionstätigkeiten der Fall, die für den Maschinenbau charakteristisch sind (Abs. 2.21).

Das Frascati-Handbuch stellt dazu fest, dass *Berechnungen, Entwürfe, Konstruktionszeichnungen*

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

und Bedienungsanleitungen zur Aufstellung und Inbetriebnahme einer Versuchsanlage oder eines Prototyps als FuE zählen. Begründet wird dies damit, dass die fünf Kriterien für FuE hier als erfüllt angesehen werden können. Die Neuartigkeit ergibt sich aus der Analyse des Potenzials der neuen Anlage bzw. des Prototyps. Da das Testen der Prototypen zu unerwarteten Ergebnissen führen kann, kann auch das Kriterium der Ungewissheit als gegeben angesehen werden. Der schöpferische Akt kommt in dem Entwurf zum Ausdruck. Die Kriterien der Systematik und Übertragbarkeit ist zudem dann erfüllt, wenn die Unternehmen Testergebnisse dokumentieren und in Informationen umwandelt, die von anderen Beschäftigten auf der Produktentwicklungsebene eingesetzt werden können.

Nicht als FuE i.S. des Handbuchs gelten dagegen *Entwürfe* zu Zwecken der Vorbereitung, Durchführung und Aufrechterhaltung von *Produktionsnormierungen*, wie z.B. für Bohrmaschinen oder Werkzeugmaschinen, und zur *Verkaufsförderung* von Produkten, z.B. für Kataloge.

4. Praxistaugliche FuE-Definition im Maschinen- und Anlagenbau

Die Wirksamkeit der steuerlichen FuE-Förderung hängt stark von ihrer konkreten Umsetzung in ab. Zentral ist dabei die Frage, wie Fu im Antrags- und Bescheinigungsverfahren definiert wird und in welcher Form FuE-Aktivitäten und dafür angefallene Kosten darzustellen und zu dokumentieren sind. Wird von der Verwaltung eine Definition und Darstellungsform zugrunde gelegt, die stark von der betrieblichen Praxis abweicht, so besteht die Gefahr, dass das Instrument sein Ziel verfehlt, Unternehmen zu zusätzlichen FuE-Aktivitäten zu bewegen. Damit würde auch der vom FZulG erhoffte positive Beitrag auf die Innovationsfähigkeit der mittelständischen Wirtschaft in Deutschland gering ausfallen. Denn würde FuE von der Verwaltung so definiert, dass viele der von den Unternehmen durchgeführten Aktivitäten zur Hervorbringung neuer Technologien, Produkte, Verfahren und Geschäftsmodelle nicht darunter fallen, so bliebe auch der finanzielle Anreiz aus, diese Aktivitäten auszuweiten. Und würde von der Verwaltung eine Form der Darstellung und Dokumentation von FuE-Aktivitäten gefordert, die nicht der Organisation von FuE-Prozessen in Unternehmen entspricht, so sähen sich die Unternehmen administrativen Kosten gegenüber, um ihre FuE-Praxis für die davon abweichenden Anforderungen der Verwaltung zu übersetzen.

Wie bereits erläutert, enthält das FZulG selbst keine Definition von FuE, sondern verwendet die Begrifflichkeit aus der AGVO und überlässt eine entsprechende Festlegung den im Verordnungsweg einzurichtenden Antrags- und Bescheinigungsverfahren. Zum Stand der Berichtserstellung sind die Kriterien, die die Bescheinigungsstelle zur Evaluierung von FuE anwenden wird, noch nicht bekannt. Allerdings dürfte bezüglich der Definition von FuE das Frascati-Handbuch der OECD ein wichtiger Orientierungspunkt werden. Bezüglich der Darstellungsform von FuE-Aktivitäten verwendet das FZulG den Begriff des Vorhabens. FuE-Vorhaben sind als *"eine genau definierte unteilbare Aufgabe ökonomischer, wissenschaftlicher oder technischer Art mit klar fest gelegten Zielen"* definiert. FuE-Vorhaben können aus mehreren Arbeitspaketen, Tätigkeiten oder Dienstleistungen bestehen. Jedes Vorhaben *"umfasst klare Ziele und die Tätigkeiten, die zur Erreichung dieser Ziele durchzuführen sind sowie konkrete Vorgaben, anhand derer die Ergebnisse dieser Tätigkeiten festgestellt und mit den einschlägigen Zielen verglichen werden können."* (FZulG § 2 Abs. 3).

Ein Ziel dieses Gutachtens ist es, die FuE-Praxis im Maschinen- und Anlagenbau den Definitionen von FuE in der AGVO sowie im Frascati-Handbuch gegenüberzustellen sowie die Anwendbarkeit des Konzepts des "FuE-Vorhabens" zu diskutieren. Dieser "Praxischeck" des FZulG aus Sicht des Maschinen- und Anlagenbaus beruht auf drei Informationsquellen:

1. Interviews mit Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus
2. Workshop mit Unternehmens- und Verbandsvertretern
3. Internationale Erfahrungen zur Definition von FuE im Rahmen steuerlicher FuE-Förderung

Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass die FuE-Definition gemäß Frascati-Handbuch der OECD im Maschinen- und Anlagenbau Probleme aufwerfen kann, was sich auch daran zeigt, dass in dem Handbuch mehrmals auf die spezifische Situation im Maschinenbau eingegangen wird (vgl. dazu

auch Abschnitt 3 dieses Gutachtens). So ist fraglich, inwieweit die fünf Kernkriterien (neuartig, schöpferisch, ungewiss in Bezug auf das Endergebnis, systematisch, übertragbar/reproduzierbar) das „typische“ FuE-Geschehen in der Branche widerspiegeln können. In vielen Innovationsprojekten von Maschinenbauunternehmen ist FuE Teil eines integrierten Prozesses, aus dem sich FuE nicht immer als eigenständige Komponente herauschälen und kostenseitig abgrenzen lässt. Dies gilt z.B. für die Rolle von Konstruktion und Versuch. Eine andere Sondersituation ergibt sich im kundenspezifischen Maschinenbau und im Einzelanlagenbau, wo FuE oft zur Lösung einmalig auftretender technischer Anforderungen durchgeführt wird. Hinzu kommt, dass der FuE-Prozess im Maschinen- und Anlagenbau oft außerhalb von eigenständigen FuE-Abteilungen stattfindet und nicht notwendigerweise mit der Erstellung eines Prototyps endet, sondern dass bereits installierte Maschinen und Anlagen im Kundenauftrag weiterentwickelt werden. Auch gilt es zu hinterfragen, ob die maschinenbauspezifischen Beispiele von FuE, Abgrenzungen und Ausschlussfälle gemäß Frascati-Handbuch der Realität im Maschinen- und Anlagenbau standhalten.

Um diese und andere Aspekte zu untersuchen, wurde in Gesprächen mit Vertretern von Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus Fragen zu Definition, Abgrenzung und Messung von FuE im Maschinen- und Anlagenbau an konkreten Beispielen diskutiert. Folgenden Fragestellungen standen dabei im Zentrum:

- Wie sind FuE-Aktivitäten in der Praxis des Maschinen- und Anlagenbaus organisiert?
- Welche Merkmale weisen FuE-Aktivitäten typischerweise auf und wie wird FuE von anderen (innovativen) Aktivitäten abgegrenzt?
- Welche Rolle spielt die Digitalisierung und die Entwicklung von Lösungen unter Einsatz von Software für die FuE-Aktivitäten?
- Wie ist FuE bei Entwicklungen im Kundenauftrag, bei der Umsetzung kundenspezifischer Lösungen, bei Weiterentwicklung und im Einzelanlagenbau abgegrenzt?
- Wie kann FuE für das Antrags- und Bescheinigungsverfahren im Rahmen des FZulG dokumentiert und berichtet werden?

Im Folgenden werden die Ergebnisse von Gesprächen mit Unternehmen sowie eines Workshops beim VDMA zu diesen Fragen zusammengefasst.

Organisation von FuE-Aktivitäten

Die Organisation von FuE-Aktivitäten in den Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus weist eine große Vielfalt auf. Große Unternehmen verfügen häufig über eine eigene FuE-Abteilung. Allerdings gibt es auch Organisationsmodelle, die auf eigenständige organisatorische Einheiten für FuE verzichten, um die Verbindung von FuE, anderen Innovationsaktivitäten sowie Produktion und Vertrieb zu stärken und die Identifikation und Umsetzung neuer Innovationsideen innerhalb des Unternehmens zu fördern sowie Kundenimpulse für neue Produkte (inkl. Dienstleistungen) rasch in die Entwicklung zu überführen.

In vielen Unternehmen sind FuE-Aktivitäten in Projektform organisiert. In KMU ohne eigene FuE-Abteilung ist dies allerdings häufig anders. Gerade KMU, die anlassbezogenen FuE betreiben, etwa zur

Lösung eines aufgetretenen technischen Problems oder zur Realisierung einer neuen Idee nutzen flexible Organisationsformen, etwa durch Bildung eines kleinen Teams, das sich mit den anstehenden technologischen Fragen befasst. FuE wird dabei als ein Teil des Produktionsablaufs zur Entwicklung und Herstellung von Komponenten, Maschinen oder Anlagen gesehen und von Personen durchgeführt, die auch andere Aufgaben im Unternehmen wahrnehmen.

FuE-Projekte lassen sich im Maschinen- und Anlagenbau nicht immer einzelnen Phasen zuordnen und folgen immer seltener einem linearen Modell von der Grundlagenforschung bis hin zum Entwurf einer fertigen Maschine oder Anlage, die im Markt eingeführt bzw. beim Kunden installiert werden kann. FuE-Prozesse sind vielmehr häufig rekursiv. Anforderungen und Zielsetzungen können sich im Verlauf der Umsetzung einer FuE-Aktivität ändern, auch z.B. aufgrund veränderter Markt- und Kundenanforderungen. Die Digitalisierung und Industrie 4.0 Konzepte sind nicht nur das bestimmende Thema für Innovationen im Maschinen- und Anlagenbau, sie führen vielfach auch zu grundsätzlichen methodischen Veränderungen bei den FuE-Prozessen. Diese werden zunehmend agil und interaktiv gestaltet, um rasch auf neue Impulse und veränderte Anforderungen reagieren zu können. Dabei wird immer wieder auch bewusst auf Projektstrukturen verzichtet, stattdessen werden offene Organisationsformen und ganzheitliche Innovationsansätze präferiert.

Merkmale von FuE-Aktivitäten

Im Maschinen- und Anlagenbau zählen als FuE-Aktivitäten i.d.R. alle Aktivitäten, die notwendig sind, um von einer Idee für ein neues oder verbessertes Produkt oder Verfahren bis zum Funktionseinsatz bei einem ersten Kunden bzw. zur Serienüberführung zu gelangen. Dies schließt u.a. auch ein, Konzepte und technische Ideen zu validieren und zu verifizieren sowie skalierbar bzw. routinemäßig herstellbar zu machen. FuE wird typischerweise daran festgemacht, dass Ziele der Neu- oder Weiterentwicklung verfolgt werden, die durch technologisches Risiko (Ungewissheit über das Ergebnis) und Neuheitscharakter (Neuheit für den Markt) gekennzeichnet sind.

Die Anwendung der fünf Kriterien des Frascati-Handbuchs zur Abgrenzung von FuE-Aktivitäten (neuartig, schöpferisch, ungewiss, systematisch, übertragbar) stellt für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus i.d.R. kein grundsätzliches Problem dar, wenngleich die abstrakten Definitionen und Begriffe des Handbuchs weit entfernt von der betrieblichen Praxis sind und eine entsprechende Interpretation erfordern. Vier der fünf Kriterien - schöpferisch, ungewiss, systematisch, übertragbar - sind aus Sicht der Unternehmen Merkmale, die i.d.R. alle FuE-Prozesse im Maschinen- und Anlagenbau teilen. Das Kriterium der Neuartigkeit bedarf im Maschinen- und Anlagenbau angesichts der oft kundenspezifisch konzipierten Produkte allerdings einer spezifischen Interpretation.

Unternehmen tendieren dazu, Neuartigkeit aus Sicht des Kunden bzw. der Kundenbranche zu definieren. Neuartig ist eine Lösung, die den Kunden so noch nicht zur Verfügung gestanden ist. Dies muss nicht notwendigerweise mit der Entwicklung einer für das Maschinen- und Anlagenbauunternehmen neuen Technologie einhergehen, sondern kann auch durch eine neuartige Kombination von technologischem Wissen erreicht werden.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

Ob etwas als neuartig angesehen wird, hängt außerdem stark von dem spezifischen technologischen Umfeld des Unternehmens ab, insbesondere was die Bedeutung der Entwicklung neuer Technologien für die Umsetzung von Innovationsideen betrifft. In manchen Sparten des Maschinen- und Anlagenbaus machen Neuartigkeit an der Hervorbringung von patentierfähigem intellektuellem Eigentum oder der Entwicklung eines Produkts fest, das sich von den Produktangeboten der Wettbewerber absetzt. Für andere Unternehmen liegt Neuartigkeit bereits dann vor, wenn eine neue oder verbesserte Maschine eine Nutzensteigerung für den Kunden ermöglicht. Dies gilt insbesondere für die Bereiche des Maschinen- und Anlagenbaus, in denen die Produktion von kundenspezifischen Lösungen und der Einzelanlagenbau dominieren.

Die hohe technologische Dynamik und die sich rasch ändernden Innovationsanforderungen im Maschinen- und Anlagenbau bedeuten, dass das Kriterium der Neuartigkeit nur zu Beginn einer FuE-Aktivität festgestellt werden muss. Bis zum Abschluss einer FuE-Aktivität kann es immer wieder vorkommen, dass andere Unternehmen in der Zwischenzeit ähnliche oder überlegene Lösungen entwickelt und auf den Markt gebracht haben.

Das Kriterium der Übertragbarkeit ist aus Sicht der Unternehmen dadurch erfüllt, wenn FuE-Aktivitäten und -Ergebnisse nachvollziehbar dokumentiert und damit für mögliche spätere FuE-Aktivitäten nutzbar sind. Bei FuE zu kundenspezifischen Lösungen und im Einzelanlagenbau kommt es häufig vor, dass eine technologische Lösung nur für einen konkreten Fall zum Einsatz kommt.

FuE und Softwareentwicklung und -programmierung

Die Digitalisierung stellt seit längerer Zeit den wichtigsten technologischen Trend im Maschinen- und Anlagenbau dar. Der Entwicklung, Programmierung und Einbettung von Softwareanwendungen kommt innerhalb der FuE-Aktivitäten eine immer größere Rolle zu. Der Anteil der Softwareingenieure am gesamten FuE-Personal sowie der softwarebezogenen Aufwendungen an den gesamten FuE-Aufwendungen erreicht bis zu 50%. Softwareaktivitäten sind dabei ein integraler und essenzieller Teil von FuE, der nicht aus den FuE-Prozessen herausgelöst werden kann.

Software ist heute eine Kernkomponente für die meisten Innovationen (Stichwort Industrie 4.0) und kommt sowohl in eingebetteten Prozessen wie als Softwareapplikationen zum Einsatz. Dazu zählt z.B. Programmierung von Steuerungen für Aktuatoren und Prozesse, die zur Lösung eines technischen Problems benötigt werden, eingebettete Software in intelligenten Sensoren, Software zur Sicherung der Konnektivität zwischen einzelnen Maschinen und Anlagen oder Softwarelösungen für die Einbindung in eine Systemumgebung.

Eine praxisgerechte Definition von FuE im Maschinen- und Anlagenbau muss daher sämtliche für die Erreichung der FuE-Ziele notwendigen Softwareaktivitäten als FuE anerkennen, einschließlich des Zukaufs von Softwarekomponenten und Softwareentwicklungsleistungen im Rahmen von FuE-Aktivitäten.

Die Weiterentwicklung von Methoden für FuE-Prozesse ist eine eigenständige und wichtige Entwicklungsleistung im Maschinen- und Anlagenbau, die ganz wesentlich auf der Anwendung von IT-basierten Ansätzen beruht, insbesondere von Verfahren der künstlichen Intelligenz. Aktivitäten für solche Methodenentwicklungen sind vollumfänglich als FuE-Aktivitäten anzusehen.

Abgrenzung von FuE zu anderen innovationsbezogenen Aktivitäten

Innovationsprozesse umfassen im Maschinen- und Anlagenbau eine Vielzahl von Aktivitäten. Die gängige Praxis in den Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus ist es, dass alle Aktivitäten, die zur Entwicklung eines Prototypen oder eine Pilotanlage sowie zum Proof-of-Concept für eine technologische Lösung notwendig sind, als FuE zählen. Dies schließt Aktivitäten im Bereich von Konstruktion und Versuch mit ein. Diese Praxis ist konsistent mit der Abgrenzung von experimenteller Entwicklung nach AGVO.

Zu beachten ist, dass aus der konstruktiven Entwicklung und Versuchsergebnissen immer wieder neue Forschungsfragen entstehen, die im Sinne rekursiver FuE-Prozesse neue Aktivitäten im Bereich grundlagenorientierter und angewandter Forschung auslösen. Eine Herauslösung von Konstruktion und Versuch aus dem FuE-Prozess ist daher oft realitätsfremd und von den Unternehmen auch nicht darstellbar. Dieser Umstand ist auch im Frascati-Handbuch entsprechend abgebildet. Konstruktion und Versuch sind dort als ein Teil des FuE-Prozesses im Maschinen- und Anlagenbau anerkannt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des FuE-Prozesses im Maschinen- und Anlagenbau ist der Funktionsnachweis und Lebensdauernachweis für neue oder verbesserte Komponenten, Maschinen und Anlagen. Diese Nachweise sind essenziell für erfolgreichen Abschluss von FuE-Aktivitäten. Dabei ist immer wieder auch die Entwicklung neuer Methoden für solche Nachweise notwendig. Diese Methodenentwicklung zählt ebenfalls zu FuE.

In vielen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus finden auch Aktivitäten im Bereich von Konstruktion und Versuch statt, die nicht zu FuE zählen. Dies gilt z.B. für kundenspezifische Anpassungen von Maschinen und Anlagen.

Kundenspezifische Entwicklungen und Einzelanlagenbau

Ein bestimmendes Merkmal vieler FuE-Prozesse im Maschinen- und Anlagenbau ist die enge Interaktion mit den Kunden und späteren Anwendern der aus FuE-Prozessen hervorgehenden Innovationen. Dies unterscheidet FuE im Maschinen- und Anlagenbau stark von FuE-Prozessen in anderen Branchen. Maschinen und Anlagen werden dabei zugeschnitten auf die spezifischen Anforderungen einzelner Kunden neu entwickelt oder verbessert. Hierfür sind immer wieder technologische Sonderlösungen notwendig, die von den Unternehmen nur einmalig für eine konkrete Maschine oder Anlage eingesetzt werden. Die Entwicklung solcher Sonderlösungen stellt zweifelsfrei eine FuE-Aktivität dar.

Simulationen und Tests für kundenspezifische Anlagen sind dabei Teil der FuE-Aktivitäten. FuE kann aber auch nach der Inbetriebnahme einer Anlage stattfinden, wenn z.B. aus dem Betrieb Informationen gewonnen werden, um auftretende technologische Probleme der Anlage zu lösen oder die Anlage in Bezug auf entscheidende Parameter technologisch weiterzuentwickeln und damit zu verbessern. In diesem Fall ist die installierte Anlage als eine Pilotanlage im Sinn der AGVO anzusehen. Im Einzelanlagenbau stellt die Erarbeitung und Weiterentwicklung der technischen Grundlagen der Anlagen den Kern der FuE-Aktivitäten dar. Die Ergebnisse der FuE werden mitunter nur in einer einzigen Anlage angewendet.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

Neue Anforderungen von Kunden an installierte Maschinen und Anlagen können eigenständige FuE-Aktivitäten in den Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus auslösen. Diese technologischen Lösungen werden dann nicht an der Kundenanlage selbst entwickelt. Mitunter ist Nachbau der Anlage oder von Anlagenteilen im Maschinenbauunternehmen notwendig. Solche Aktivitäten werden durchweg als FuE betrachtet. Die Lösung auftretender technischer Probleme wird dagegen als Teil der Gewährleistung gesehen. Eine Abgrenzung zu FuE-Aktivitäten ist hier schwierig und hängt von dem konkreten Einzelfall ab. Dies gilt auch für kleinere technische Weiterentwicklungen auf Kundenwunsch.

Ein weiterer Grenzbereich, der von Unternehmen oftmals nicht als FuE-Aktivitäten gesehen wird, ist die technische Weiterentwicklung einer Maschine oder Anlage, um sie auf den neuesten technischen Stand zu bringen. In Einzelfällen kann aber auch dafür eine eigenständige FuE-Tätigkeit im Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus notwendig werden.

Die kundenspezifische Ausrichtung von Innovationen im Maschinen- und Anlagenbau bedingt, dass immer wieder FuE im Rahmen von Kundenaufträgen durchgeführt wird. Dabei handelt es sich aber nicht um die Durchführung eines FuE-Auftrags für Dritte im Sinne des FZulG, da sich der Kundenauftrag nicht auf die Durchführung von FuE bezieht, sondern auf die Lieferung und Installation einer Anlage oder einer Sonderlösung. Für die Erfüllung dieses Auftrags sind in den Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus allerdings häufig eigene FuE-Aktivitäten notwendig. FuE-Kosten, die im Rahmen solcher Entwicklungen von Maschinen und Anlagen im Kundenauftrag anfallen, sind daher als FuE-Kosten des Maschinen- und Anlagenbauunternehmens zu werten (und nicht als externe FuE-Aufwendungen des Kunden). Dies kann einfach an dem Umstand festgemacht werden, dass das intellektuelle Eigentum, das in solchen FuE-Aktivitäten entsteht, beim Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus verbleibt. Dem auftraggebenden Kunden werden üblicherweise Sondernutzungsrechte auf das geschaffene IP eingeräumt.

Dokumentation von FuE für das Antrags-/Bescheinigungsverfahren

In den Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus liegen i.d.R. Angaben zu den Ressourcen und Kosten für die gesamten im Unternehmen durchgeführten FuE-Aktivitäten vor. Eine Aufteilung auf einzelne FuE-Vorhaben ist dort möglich, wo FuE in Projektform organisiert ist, was nicht in allen FuE-aktiven Unternehmen der Fall ist.

Für die Unternehmen, und hier ganz besonders für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), ist entscheidend, dass die Erfassung und Dokumentation von FuE-Kosten einfach und im Rahmen der vorhandenen internen Systeme möglich sein muss. Würde das Antrags- und Bescheinigungsverfahren im Rahmen des FZulG den Aufbau neuer Kostenerfassungssysteme erfordern, könnte das in vielen KMU zu einem Aufwand führen, der merklich über dem Förderbetrag einer steuerlichen FuE-Förderung liegen würde.

Für das Bescheinigungsverfahren ist entscheidend, dass die vollständige Geheimhaltung der Angaben zu den FuE-Aktivitäten sichergestellt ist. Die Bescheinigungsstelle muss daher so ausgewählt werden und organisiert sein, dass auch kein indirekter Wissensabfluss, etwa zu anderen Mitarbeitern innerhalb der Stelle, möglich ist.

Internationale Erfahrungen

Andere Länder wenden im Rahmen der steuerlichen FuE-Förderung ähnliche Verfahren an, wie sie im FZulG mit der Ausstellung einer Bescheinigung zu den FuE-Aktivitäten, für die FuE-Aufwendungen geltend gemacht werden, vorgesehen ist. Zwei aus deutscher Sicht besonders interessante Vergleichsländer sind Österreich und die Niederlande. Die Praxis in diesen beiden Ländern wird im Folgenden kurz zusammengefasst.

Internationale Erfahrungen: Praxis der FuE-Bescheinigung in Österreich

In Österreich existiert seit langem eine steuerliche Förderung von FuE in Unternehmen. Die derzeitige Regelung, die als Forschungsprämie bezeichnet wird, sieht eine Förderung von 14 % der förderfähigen FuE-Aufwendungen vor. Förderfähigen FuE-Aufwendungen umfassen alle internen FuE-Aufwendungen sowie externe FuE-Aufwendungen bis zu maximal 1 Mio. €. Seit dem Wirtschaftsjahr 2012 müssen Unternehmen mit der Antragstellung ein Gutachten vorlegen, das das Vorliegen der inhaltlichen Voraussetzungen der geltend gemachten internen FuE-Aufwendungen bestätigt. Für externe FuE-Aufwendungen ist kein Gutachten erforderlich. Es ist für jedes Wirtschaftsjahr, für das ein Antrag auf Forschungsprämie gestellt wird, ein eigenes Gutachten vorzulegen (weshalb das Gutachten in der Verwaltungspraxis als "Jahresgutachten" bezeichnet wird). Das Jahresgutachten wird von der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) ausgestellt und ist für die Unternehmen kostenlos. Das Jahresgutachten kann erst nach Ablauf des Wirtschaftsjahres, für das die Forschungsprämie geltend gemacht wird, angefordert werden. Das Vorliegen eines positiven Jahresgutachtens begründet allerdings keinen Rechtsanspruch auf die Forschungsprämie. Die Zuerkennung der Forschungsprämie obliegt dem zuständigen Finanzamt, das auch die Richtigkeit der Berechnung der beantragten FuE-Aufwendungen prüft.

Darüber hinaus haben die Unternehmen die Möglichkeit, eine "Forschungsbestätigung" für ein konkretes, mehrjähriges FuE-Vorhaben zu beantragen (sogenanntes "Projektgutachten") und die Höhe der für dieses Vorhaben getätigten FuE-Aufwendungen durch einen Feststellungsbescheid rechtsicher prüfen zu lassen. Eine Forschungsbestätigung ist beim Finanzamt zu beantragen. Sie wird von der FFG kostenpflichtig ausgestellt und vom Finanzamt entschieden. Durch die Forschungsbestätigung kann ein Unternehmen bereits im Vorfeld abklären, ob die Voraussetzungen für eine Forschungsprämie vorliegen, was gerade bei längeren und kostenintensiven FuE-Vorhaben die Planungssicherheit erhöht.

Der administrative Aufwand für den Bescheinigungsprozess ist für die Unternehmen vergleichsweise gering und wird von diesen überwiegend auch als akzeptabel eingestuft. Im Rahmen der Evaluation der Forschungsprämie im Jahr 2016 gaben 74 % der befragten Unternehmen, die die Forschungsprämie genutzt hatten, an, dass die Ausgestaltung des Verfahrens zum Jahresgutachten angemessen sei. Rund 20 % der Unternehmen sahen allerdings einen Änderungsbedarf, insbesondere was die Qualität, Dauer und Begründung der Bearbeitung durch die FFG betraf.²² Viele Unternehmen berichten auch, dass die Einführung des Jahresgutachtens mit dem Wirtschaftsjahr 2012 zu

²² Egger, B., N. Fink, S. Sardadvar, P. Kaufmann, S. Sheikh, L. Wolf, B. Brandl, S. Loretz, R. Sellner (2017), Evaluierung der Forschungsprämie gem. § 108c EStG, WPZ Research, KMU Forschung Austria, IHS, hier S. 48ff.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

einem merklich höheren administrativen Aufwand für die Antragstellung der Forschungsprämie geführt hat.

Für das Jahresgutachten müssen die Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten darstellen, für die sie eine Forschungsprämie in einem bestimmten Wirtschaftsjahr geltend machen möchten. Die FuE-Aktivitäten können entweder über FuE-Vorhaben oder über sogenannte FuE-Schwerpunkte dargestellt werden. Ein "FuE-Schwerpunkt" ist die Zusammenfassung von thematisch verwandten FuE-Aktivitäten oder von FuE-Aktivitäten, die gemeinsame Ziele verfolgen. In der Praxis handelt es sich dabei entweder um die gesamten FuE-Aktivitäten eines Unternehmens oder um alle FuE-Aktivitäten zu einem bestimmten Technologiebereich. Zur Beschreibung der FuE-Aktivitäten dient ein einfach gestaltetes Formular, in dem Ziel und Inhalt, Methode, Neuheitscharakter der Aktivität, der Prozentanteil, den die Aktivität an den gesamten geltend gemachten FuE-Aufwendungen des Wirtschaftsjahrs ausmacht, sowie die Projektlaufzeit einzutragen sind. Die Beschreibung eines FuE-Vorhabens oder eines FuE-Schwerpunkts muss mindestens 1.000 und darf 3.000 Zeichen (d.h. knapp eine Druckseite) nicht überschreiten

Bei FuE-Aktivitäten, die sich über einen mehrjährigen Zeitraum erstrecken, müssen die Aktivitäten im jeweiligen Wirtschaftsjahr dargestellt werden. Wenn sich diese über die Zeit wenig verändern, kann die Beschreibung aus dem Vorjahr fortgeschrieben und wo notwendig angepasst werden.

Mit der FFG wurde eine Stelle mit dem Gutachtenverfahren betraut, die über eine sehr große und lange Erfahrung in der Bewertung von FuE-Vorhaben verfügt, da die FFG bzw. ihre Vorgängerorganisation seit vielen Jahrzehnten die Zuschussförderung des Bundes für FuE-Projekte abwickelt. Dies betrifft sowohl das sogenannte Basisprogramm (vergleichbar mit dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand in Deutschland) als auch verschiedene thematische, sektorale und Technologieprogramme (vergleichbar mit der Fachprogrammförderung von BMBF, BMWi und anderen Bundesministerien in Deutschland). Dadurch verfügt die FFG über ausreichend Expertise, um die gesamte Breite der FuE-Aktivitäten von Unternehmen abzudecken.

In der Praxis des Gutachtenverfahrens besteht eine große Herausforderung darin, konsistente und nachvollziehbare Bewertungs- und Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, sodass das Ergebnis des Begutachtungsprozesses unabhängig von dem Sachbearbeiter ist. Dies ist insbesondere im Maschinen- und Anlagenbau nicht immer einfach, da hier die FuE-Aktivitäten sehr spezifisch sein können und allgemeine Beurteilungskriterien und -verfahren daher nicht unmittelbar angewendet werden können.

Internationale Erfahrungen: Praxis in den Niederlanden

Neben Österreich existiert auch in den Niederlanden seit langem eine steuerliche Förderung von FuE in Unternehmen (WSBO).²³ Die aktuelle Förderung sieht eine **gestaffelte Förderung** vor. FuE-Personalaufwendungen in einer Höhe von bis zu 350 Tsd. € werden mit einem Fördersatz von 32 % gefördert. Darüber hinausgehende FuE-Personalaufwendungen werden (unbegrenzt) mit einem Fördersatz von 16 % gefördert. Für Unternehmen, die erstmalig FuE-Aktivitäten aufnehmen, wird ein zusätzlicher Anreiz geschaffen, in dem der Fördersatz in der untersten Steuerklasse auf 40 %

²³ Die folgenden Ausführungen basieren auf den aktuellen Regelungen, die seit dem 1.1.2019 in Kraft sind; siehe Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (2019), WSBO Manual 2019.

angehoben wird. Das Unternehmen kann wählen, ob es die tatsächlichen FuE-Personalaufwendungen ansetzt oder einen Ansatz wählt, bei dem nur die geleisteten FuE-Stunden angegeben werden, die dann mit einem durchschnittlichen FuE-Lohnsatz multipliziert werden. Das niederländische Instrument enthält keine spezielle Regelung für Unternehmensgruppen. Dies bedeutet, dass alle Unternehmen einer Unternehmensgruppe die WSBO-Förderung beantragen können.

Um in den Genuss der Förderung zu gelangen, müssen die Unternehmen online einen Antrag bei der RVO (Netherlands Enterprise Agency) stellen. Im Antrag müssen die Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten darstellen. Der Antrag enthält verschiedene Fragen, die die Unternehmen kurz und präzise beantworten müssen (Zeichenlimit). Unternehmen können bis zu drei Anträge pro Jahr stellen (ab 2020: vier Anträge). Der Zeitraum, für den eine Förderung beantragt wird, kann zwischen drei Monaten und einem Jahr liegen, wobei sich die Antragszeiträume nicht überschneiden dürfen. Das bedeutet de facto, dass die Unternehmen einen Antrag für das gesamte Jahr stellen können, der dann auch verschiedene FuE-Projekte umfassen kann oder bis zu drei unterjährige Anträge. Letzteres wird von der RVO empfohlen, wenn Unternehmen flexibel neue FuE-Projekte im Laufe eines Jahres beginnen und fördern lassen möchten. Für FuE-Projekte, die länger als ein Jahr dauern, muss ein neuer Antrag nach einem Jahr gestellt werden. Handelt es sich bei den FuE-Projekten um Verbundprojekte, müssen alle beteiligten Unternehmen (auch innerhalb einer Unternehmensgruppe) einen Antrag einreichen und ihren jeweiligen Kostenanteil angeben. Anträge müssen bis spätestens einen Kalendermonat vor dem Start des Antragszeitraums eingereicht werden. Dies bedeutet, dass der Antrag auf Förderung für ein bestimmtes Wirtschaftsjahr spätestens bis zum 30.11. des Vorjahres bei der RVO eingegangen sein muss, um in den Genuss der vollen Förderung für das Wirtschaftsjahr zu gelangen. Die RVO entscheidet in der Regel innerhalb von 1 bis 3 Monaten über den Antrag.

Die RVO prüft den **Antrag** auf Formalien und nimmt auch eine **inhaltliche Prüfung vor und stellt eine Bescheinigung** aus, ob das im Antrag beschriebene FuE-Projekt den Kriterien von FuE genügt. Förderfähig sind demnach einerseits **Forschungsaktivitäten** und andererseits **Entwicklungsprojekte**, die die Entwicklung technologisch neuer Produkte bzw. deren Komponenten, Produktionsverfahren oder Software zum Ziel haben. Der AGVO und dem Frascati-Handbuch folgend, sind alle Aktivitäten, die notwendig sind, von einer Innovationsidee zu einem umsetzungsreifen neuen Produkt, Verfahren oder Software zu gelangen förderfähig, d.h. alle Aktivitäten bis zum Prototypen, Demonstrator, Pilotanlage oder Proof-of-Concept. Abweichend vom Frascati-Handbuch, wird das Kriterium der Neuheit im WSBO-Handbuch jedoch definiert als **Neuheit für das Unternehmen** („development of technical innovations for you“, Kap. 3) und setzt nicht voraus, dass es sich um eine Neuheit für die Branche insgesamt handelt.

In Bezug auf die Abgrenzung zwischen **Softwareentwicklung und FuE** gilt, dass nur ein Teil der Softwareentwicklung als FuE anerkannt wird. Kosten für Softwareentwicklung sind in den Niederlanden im Rahmen der WSBO-Förderung förderfähig, sofern die Software technologisch neu ist. Letzteres gilt als erfüllt, wenn die Software ein neues technologisches Prinzip zur Daten-/Informationsverarbeitung beinhaltet und wenn das Unternehmen die Software zur Lösung des technischen Problems In-house entwickelt hat. Als FuE zählt daher zum Beispiel die Entwicklung eines neuen Algorithmus, der für das Unternehmen neue Methoden und Techniken erfordert oder die Entwicklung von Soft-

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

ware zur Integration existierender Komponenten oder zum effizienteren Zusammenspiel von Komponenten. Nicht als FuE zählen dagegen z.B. die Anpassung von Software für die Nutzung auf einer anderen Hardware oder Software-Plattform.

Das System in den Niederlanden bietet den Unternehmen eine hohe Rechtssicherheit, da die Bescheinigungen, die von der RVO ausgestellt werden, dass es sich bei den Tätigkeiten um FuE handelt, von den Steuerbehörden bei der Geltendmachung der steuerlichen Förderung nicht noch einmal geprüft werden oder überstimmt werden können. Die Steuerbehörden prüfen die Übereinstimmung der Höhe der FuE-Kosten, die in der Steuererklärung und in dem WSBO-Antrag gemacht wurden.

5. Voraussichtliche Auswirkung des FZulG im Maschinen- und Anlagenbau

Ziel dieses Berichtsteils ist es, die möglichen Auswirkungen des FZulG für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau abzuschätzen. Hierfür wird mit Hilfe von Daten des Mannheimer Innovationspanels die zu erwartende Höhe an Förderung für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus geschätzt. Insbesondere wird auf die Wirkung der Deckelung der förderfähigen FuE-Aufwendungen bei 4 Mio. € Bezug genommen. Außerdem wird untersucht, in welchem Umfang die geplante Maßnahme die FuE-Aufwendungen der Gruppe der Midrange-Unternehmen erreicht.

Datenbasis und Modellannahmen

Die voraussichtliche Auswirkung des FZulG auf die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus wird mit Hilfe eines unternehmensspezifischen Modells ermittelt. Hierfür wird für jedes Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus, für das in der Deutschen Innovationserhebung ("Mannheimer Innovationspanel" des ZEW)²⁴ eine Beobachtung vorliegt, die Höhe der förderfähigen FuE-Aufwendungen oberhalb und unterhalb des Deckels geschätzt. Hierfür werden die Angaben der Unternehmen zur Höhe ihrer FuE-Aufwendungen herangezogen und mit Annahmen zum Anteil der förderfähigen FuE-Aufwendungen verknüpft.

Eine Hochrechnung der unternehmensspezifischen Werte auf die Grundgesamtheit der Unternehmen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau erlaubt Aussagen zu den Auswirkungen für die Branche insgesamt. Dabei erfolgt eine Einschränkung auf Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten, da nur Unternehmen, die diese Größenschwelle überschreiten, zum Berichtskreis der Innovationserhebung zählen und damit Hochrechnungen möglich sind. Den Modellrechnungen liegen Angaben von rund 300 FuE-aktiven Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus zugrunde.

Die Analyse geht von der Struktur der FuE-Aufwendungen im deutschen Maschinen- und Anlagenbau in den Jahren 2014 bis 2017 aus. Nicht berücksichtigt werden mögliche Mobilisierungseffekte. Diese können einerseits auf Seiten der bereits FuE-aktiven Unternehmen auftreten, wenn diese ihre FuE-Aufwendungen aufgrund der steuerlichen Forschungsförderung ausweiten. Andererseits können Unternehmen, die noch keine FuE-Aktivitäten aufweisen, sich aufgrund der niedrigeren FuE-Kosten durch die steuerliche Förderung zur Aufnahme von FuE-Aktivitäten entscheiden. Ebenso unberücksichtigt bleiben mögliche Effekte einer einschränkenden Abgrenzung von FuE im Rahmen der Praxis des FZulG, wodurch die anerkannten förderfähigen FuE-Aufwendungen niedriger wären als die förderfähigen FuE-Aufwendungen, die die Unternehmen im Rahmen von statistischen Erhebungen berichten.

Die Ermittlung der möglichen Auswirkungen des FZulG muss aufgrund der Datenlage von verschiedenen Annahmen ausgehen:

²⁴ Vgl. Rammer, C. (2019), Dokumentation zur Innovationserhebung 2018, ZEW-Dokumentation Nr. 19-01, Mannheim.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

- Da in der Innovationserhebung die internen FuE-Aufwendungen nicht differenziert nach (förderfähigen) Personalkosten einerseits und (nicht förderfähigen) Sachkosten sowie Investitionen andererseits erfasst werden, wird für alle Unternehmen derselben Beschäftigtengrößengruppe der entsprechende Anteilswert der FuE-Personalaufwendungen im Maschinenbau aus der FuE-Erhebung des Stifterverbands zugrunde gelegt. Dieser liegt, bezogen auf die internen FuE-Aufwendungen, zwischen 71,7 % (Unternehmen mit 20-49 Beschäftigten) und 57,7 % (Unternehmen mit 10.000 oder mehr Beschäftigten). Des Weiteren musste eine Annahme darüber getroffen werden, wie hoch der Anteil der eigenfinanzierten FuE-Personalaufwendungen ist, da öffentlich geförderte FuE-Personalaufwendungen nicht förderfähig sind (Vermeidung von Doppelförderung). Aus der FuE-Statistik liegen hierzu keine Daten vor. Es wurde ein mit der Unternehmensgröße ansteigender Anteilswert angenommen, der von 90 % für sehr kleine bis zu 99 % für sehr große Unternehmen reicht und sich am Anteil der eigenfinanzierten internen FuE-Ausgaben an den gesamten internen FuE-Ausgaben orientiert.
- Die FuE-Aufwendungen der Unternehmen werden in der Innovationserhebung nur alle vier Jahre getrennt nach internen und externen Aufwendungen erfasst, wobei keine Unterscheidung nach den Auftragnehmern erfolgt. Um eine einheitliche Messung der Höhe der externen FuE-Aufwendungen zu gewährleisten, wird auch hier der Anteilswert aus der FuE-Erhebung des Stifterverbands zugrunde gelegt. Dabei werden FuE-Aufträge an verbundene Unternehmen ebenso ausgeschlossen wie 25 % der externen FuE-Aufwendungen, die an nicht verbundene Unternehmen im Ausland gehen (d.h. es wird angenommen, dass 25 % der FuE-Aufträge an ausländische Auftragnehmer in den nicht EU-/EWR-Raum gehen, da nur FuE-Aufträge an ausländische Auftragnehmer in den nicht EU-/EWR-Raum - exkl. die Schweiz - förderfähig sind). Der Anteil der so definierten externen FuE-Aufwendungen an den gesamten FuE-Aufwendungen liegt, zwischen 7,1 % (Unternehmen mit 250-499 Beschäftigten) und 22,2 % (Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten).
- Die Daten der Innovationserhebung beziehen sich auf rechtlich selbstständige Unternehmen unabhängig von der Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe. Für die steuerliche Forschungsförderung sind die förderfähigen FuE-Aufwendungen allerdings auf Gruppenebene zu ermitteln, sodass auch die Deckelung der förderfähigen FuE-Aufwendungen bei 4 Mio. € für die Unternehmensgruppe insgesamt gilt. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden bei den Modellrechnungen größenklassenspezifische Anpassungsfaktoren berücksichtigt, die zu einer Umverteilung der FuE-Aufwendungen von gruppenzugehörigen Tochterunternehmen zum Mutterunternehmen der Unternehmensgruppe führen. Die Anpassungsfaktoren werden aus Angaben der Unternehmen zur Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe mit Sitz in Deutschland aus der Innovationserhebung gewonnen. Für Unternehmen, die Teil einer Unternehmensgruppe mit Sitz im Ausland sind, erfolgt keine Anpassung.
- Für die Modellrechnungen werden die FuE-Aufwendungen, wie sie von den Unternehmen in der Innovationserhebung berichtet werden, zugrunde gelegt. Diese liegen im Maschinen- und Anlagenbau höher als die FuE-Aufwendungen auf Basis der FuE-Erhebung des

Stifterverbands. Dies liegt zum einen an einer teilweise unterschiedlichen sektoralen Zuordnung von FuE-Aufwendungen einiger sehr großer Unternehmen, die einen Teil ihrer Geschäftstätigkeit im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus und einen anderen Teil in anderen Branchen haben. Zum anderen dürfte die Abgrenzung von FuE in der Innovationserhebung etwas breiter sein, etwa was die Einbeziehung bestimmter Konstruktions- und Designaktivitäten sowie von Softwareentwicklung betrifft.

- Des Weiteren wird angenommen, dass alle Unternehmen mit förderfähigen FuE-Aufwendungen eine Förderung nach FZulG beantragen und erhalten. Diese Annahme könnte sich in der Praxis als unrealistisch erweisen, wenn z.B. Unternehmen mit sehr niedrigen förderfähigen FuE-Aufwendungen auf eine Antragstellung verzichten, falls diese mit einem hohen bürokratischen Aufwand verbunden ist. Außerdem könnten Großunternehmen mit sehr hohen FuE-Aufwendungen auf eine Antragstellung verzichten, da für sie der Förderbetrag von 1 Mio. € pro Jahr nur einen sehr geringen Beitrag zur Finanzierung ihrer FuE-Kosten leistet.

Ergebnisse der Modellrechnungen

Die Modellrechnungen zeigen, dass die Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus im Jahr 2018

geförderte FuE-Aufwendungen (d.h. förderfähige FuE-Aufwendungen bis maximal 4 Mio. €) von ca. 2,23 Mrd. € pro Jahr hatten (Tabelle 5-1). Dies entspricht 20,2 % der gesamten jährlichen FuE-Aufwendungen der Branche von gut 11 Mrd. € (interne plus externe FuE-Aufwendungen in der Abgrenzung der Innovationserhebung). Bei dem Fördersatz von 25 % ergibt sich ein Förderbetrag von ca. 560 Mio. € pro Jahr. Für die Gesamtwirtschaft Deutschlands zeigen die Modellrechnungen geförderte FuE-Aufwendungen von 14,3 Mrd. € (= 14,7 % der gesamten FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft von rund 97 Mrd. €) und einen Förderbetrag von 3,55 Mrd. € pro Jahr. Auf den Maschinen- und Anlagenbau entfallen somit 15,3 % des Förderbetrags des FZulG.

Tabelle 5-1 Ergebnisse von Modellrechnungen zu den Auswirkungen des FZulG im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Basisjahr: 2018)

	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
FuE-Aufwendungen insgesamt (Mio. €)	11.040	97.250
förderfähige FuE-Aufwendungen (Mio. €)	2.230	11.600
Förderbetrag FZulG (Mio. €)	560	3.550

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Der ermittelte gesamte Förderbetrag ist höher als der in den Erläuterungen zum FZulG genannte Betrag sowie der im Konjunktur- und Krisenbewältigungspaket vom Juni 2020 geschätzte Mittelbedarf für die Erhöhung des Deckels von 2 auf 4 Mio. €. Dies dürfte u.a. an unterschiedlichen Annahmen liegen, die den jeweiligen Berechnungen zugrunde gelegt wurden. So gehen unsere Berechnungen von einer Zahl von rund 58.000 Unternehmen in Deutschland aus, die förderfähige FuE-Aufwendungen haben und diese auch in Anspruch nehmen, darunter rund 6.100 im Maschinenbau.

Definition von FuE im Maschinenbau vor dem Hintergrund einer steuerlichen FuE-Förderung

Der Anteil der geförderten FuE-Aufwendungen an den gesamten FuE-Aufwendungen liegt bei KMU im deutschen Maschinen- und Anlagenbau bei rund 58 % (Tabelle 5-2). Im Bereich der kleineren Midrange-Unternehmen (250 bis unter 1.000 Beschäftigte) werden 51 % der gesamten FuE-Aufwendungen im Rahmen des FZuLG gefördert. Von den FuE-Aufwendungen der großen Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten sind lediglich 6,8 % förderfähige FuE-Aufwendungen unterhalb des Deckels von 4 Mio. €. Eine weitere Größendifferenzierung dieser Gruppe ist in der Innovationserhebung nicht möglich.

Tabelle 5-2 Anteil der lt. FZuLG geförderten FuE-Aufwendungen an den gesamten FuE-Aufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Basisjahr: 2018)

in %	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
5-9 Beschäftigte	50,1	52,1
10-19 Beschäftigte	54,5	53,5
20-49 Beschäftigte	59,8	59,4
50-99 Beschäftigte	60,7	58,9
100-249 Beschäftigte	58,1	55,7
250-499 Beschäftigte	52,4	43,4
500-999 Beschäftigte	49,1	29,4
1000+ Beschäftigte	6,8	4,2
Insgesamt	20,2	14,7
<i>KMU (5-249 Beschäftigte)</i>	58,2	56,5
<i>Kleine Mid-Range Unternehmen (250-999 Beschäftigte)</i>	50,8	35,7

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Lt. FZuLG geförderte FuE-Aufwendungen: FuE-Personalaufwendungen und 60 % der externen FuE-Aufwendungen an nicht verbundene Auftragnehmer in der EU bzw. in EWR-Ländern bis zu maximal 4 Mio. €.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 5-3 Anteil der förderfähigen FuE-Aufwendungen oberhalb des Deckels an den gesamten förderfähigen FuE-Aufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Basisjahr: 2018)

in 1.000 €/Jahr	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
5-9 Beschäftigte	0,0	0,0
10-19 Beschäftigte	0,0	0,0
20-49 Beschäftigte	0,0	0,0
50-99 Beschäftigte	0,0	0,2
100-249 Beschäftigte	2,5	5,6
250-499 Beschäftigte	12,3	27,5
500-999 Beschäftigte	18,5	51,4
1000+ Beschäftigte	88,3	92,4
Insgesamt	65,7	73,9
<i>KMU (5-249 Beschäftigte)</i>	1,3	2,4
<i>Kleine Mid-Range Unternehmen (250-999 Beschäftigte)</i>	15,4	40,7

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Während im Bereich der KMU nahezu sämtliche förderfähigen FuE-Aufwendungen der Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus unterhalb des Deckels von 4 Mio. € bleiben, weisen die kleineren Midrange-Unternehmen einen Anteil von mehr als 15 % an förderfähigen FuE-Aufwendungen auf, die über dem Deckel liegen (Tabelle 5-3). Bei den Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten überschreiten fast 90 % der förderfähigen FuE-Aufwendungen den vom FZulG gesetzten Deckel.

Der Deckel führt dazu, dass der zu erwartende Förderbetrag aus dem FZulG lediglich 5,0 % der gesamten FuE-Aufwendungen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus (förderfähige und nicht förderfähige) ausmacht (Tabelle 5-4). Für die Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten leistet die Förderung über das FZulG einen Finanzierungsbetrag zu den gesamten FuE-Aufwendungen von nur 1,7 %. KMU können über das FZulG dagegen knapp 15 % ihrer gesamten FuE-Aufwendungen refinanzieren. Die Unterschiede zwischen dem Maschinen- und Anlagenbau und der Gesamtwirtschaft sind dabei gering.

Tabelle 5-4 Anteil der lt. FZulG geförderten FuE-Aufwendungen an den gesamten FuE-Aufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Basisjahr: 2018)

in %	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
5-9 Beschäftigte	12,5	13,0
10-19 Beschäftigte	13,6	13,4
20-49 Beschäftigte	14,9	14,8
50-99 Beschäftigte	15,2	14,7
100-249 Beschäftigte	14,5	13,9
250-499 Beschäftigte	13,1	10,9
500-999 Beschäftigte	12,3	7,4
1000+ Beschäftigte	1,7	1,0
Insgesamt	5,0	3,7
<i>KMU (5-249 Beschäftigte)</i>	<i>14,6</i>	<i>14,1</i>
<i>Kleine Mid-Range Unternehmen (250-999 Beschäftigte)</i>	<i>12,7</i>	<i>8,9</i>

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Lt. FZulG geförderte FuE-Aufwendungen: FuE-Personalaufwendungen und 60 % der externen FuE-Aufwendungen an nicht verbundene Auftragnehmer in der EU bzw. in EWR-Ländern bis zu maximal 4 Mio. €.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Auf KMU bis 249 Beschäftigte entfallen rund 31 % des gesamten Fördervolumens des FZulG im deutschen Maschinen- und Anlagenbau (Tabelle 5-5). Kleinere Midrange-Unternehmen (250 bis 999 Beschäftigte) vereinigen 42 % des Fördervolumens, Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten 27 %. Der Anteil Midrange- und der großen Unternehmen (250 und mehr Beschäftigte) am gesamten Fördervolumen ist im Maschinen- und Anlagenbau deutlich höher als in der Gesamtwirtschaft. Dies liegt daran, dass es im Maschinenbau relativ viele Midrange-Unternehmen und nur wenige sehr große Konzerne gibt. Hinzu kommt, dass es im Maschinen- und Anlagenbau eine relativ große Zahl von großen Unternehmen gibt, von denen jedes eine Förderung von 1 Mio. € pro Jahr in Anspruch nehmen können (über 100 Unternehmen). In vielen anderen Branchen umfasst diese Gruppe nur eine kleine Zahl von Unternehmen, sodass sich auch der Förderbetrag auf ein geringeres Volumen aufsummiert.

Tabelle 5-5 Verteilung des Förderbetrags des FZulG nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Basisjahr 2018)

in %	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
5-9 Beschäftigte	2,2	3,0
10-19 Beschäftigte	1,1	5,9
20-49 Beschäftigte	6,7	8,6
50-99 Beschäftigte	7,5	11,8
100-249 Beschäftigte	18,1	20,0
250-499 Beschäftigte	20,7	15,9
500-999 Beschäftigte	19,3	13,3
1000+ Beschäftigte	24,3	21,5
Insgesamt	100,0	100,0
<i>KMU (5-249 Beschäftigte)</i>	<i>35,7</i>	<i>49,4</i>
<i>Kleine Mid-Range Unternehmen (250-999 Beschäftigte)</i>	<i>40,0</i>	<i>29,2</i>

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Hinzu kommt, dass es in anderen Branchen der deutschen Wirtschaft eine größere Zahl von sehr großen Unternehmen gibt, deren förderfähige FuE-Aufwendungen unterhalb des Deckels bleiben, während im Maschinen- und Anlagenbau fast alle sehr großen FuE-aktiven Unternehmen (1.000 und mehr Beschäftigte) auf förderfähige FuE-Aufwendungen von mehr als 4 Mio. € pro Jahr kommen. Der durchschnittliche Förderbetrag je sehr großes Unternehmen liegt daher nahe am maximalen Förderbetrag je Unternehmen von 1 Mio. € (Tabelle 5-6). Für kleine Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten bringt das FZulG dagegen relativ niedrige absolute Förderbeträge. Bei Unternehmen mit 5-9 Beschäftigten liegt der durchschnittliche Förderbetrag pro Jahr im Maschinen- und Anlagenbau bei 12 Tsd. €, bei Unternehmen mit 10-19 Beschäftigten bei 7 Tsd. €. Sollten der Aufwand für das Antrags- und Bescheinigungsverfahren auf Seiten der Unternehmen bei mehreren Arbeitstagen liegen, so dürfte sich für viele dieser sehr kleinen FuE-aktiven Unternehmen eine Antragstellung nicht lohnen.

Tabelle 5-6 Durchschnittlicher Förderbetrag lt. FZulG je Unternehmen nach Unternehmensgrößenklassen im Maschinen- und Anlagenbau und in der Gesamtwirtschaft Deutschlands (Basisjahr 2018)

in 1.000 €/Jahr	Maschinen- und Anlagenbau	Gesamtwirtschaft*
5-9 Beschäftigte	12	8
10-19 Beschäftigte	7	18
20-49 Beschäftigte	24	22
50-99 Beschäftigte	45	55
100-249 Beschäftigte	100	106
250-499 Beschäftigte	296	210
500-999 Beschäftigte	557	379
1000+ Beschäftigte	907	698
Insgesamt	90	61
<i>KMU (5-249 Beschäftigte)</i>	<i>37</i>	<i>31</i>
<i>Kleine Mid-Range Unternehmen (250-999 Beschäftigte)</i>	<i>383</i>	<i>193</i>

* inkl. Maschinen- und Anlagenbau

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

AUTORENTEAM

Dr. Georg Licht

Tel.: +49 (0)621 1235-177

georg.licht@zew.de

Prof. Dr. Bettina Peters

Tel.: +49 (0)621 1235-174

bettina.peters@zew.de

Dr. Christian Rammer *

Tel.: +49 (0)621 1235-184

christian.rammer@zew.de

Prof. Dr. Steffen Kinkel

Tel.: +49 (0)721 925-2915

steffen.kinkel@hs-karlsruhe.de

* Ansprechpartner für Rückfragen