

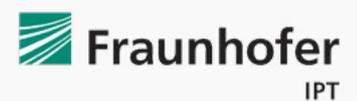


Tooling in Germany

2018

2018

Wolfgang Boos
Michael Salmen
Christoph Kelzenberg
Lars Johannsen
Jens Helbig
Christoph Ebbecke



mit Unterstützung der





Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen steht mit seinen 900 Mitarbeitern weltweit als Synonym für erfolgreiche und zukunftsweisende Forschung und Innovation auf dem Gebiet der Produktionstechnik. In vier Forschungsbereichen werden sowohl grundlagenbezogene als auch an den Erfordernissen der Industrie ausgerichtete Forschungsvorhaben durchgeführt. Darüber hinaus werden praxisingerechte Lösungen zur Optimierung der Produktion erarbeitet. Das WZL deckt mit den vier Lehrstühlen Fertigungstechnik, Werkzeugmaschinen, Messtechnik und Qualität sowie Produktionssystematik sämtliche Teilgebiete der Produktionstechnik ab.



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen vereint Wissen und Erfahrung in allen Feldern der Produktionstechnik. In den Bereichen Prozesstechnologie, Produktionsmaschinen, Mechatronik, Produktionsmesstechnik und Qualität sowie Technologiemanagement bietet das IPT Projektpartnern und Auftraggebern individuelle Speziallösungen und unmittelbar umsetzbare Ergebnisse für die moderne Produktion. In Zusammenarbeit mit dem WZL und der WBA führt das IPT Benchmarkingprojekte im Werkzeugbau durch. Der Fokus liegt hierbei auf der Bewertung der technologischen Potenziale des Werkzeugbaus.

Impressum

Tooling in Germany 2018

Copyright © 2018

Autoren: Prof. Dr. Wolfgang Boos, Dr. Michael Salmen, Christoph Kelzenberg, Lars Johannsen, Jens Helbig, Christoph Ebbecke
Gestaltung: Janina Schmitz, Simona Neacsu

ISBN: 978-3-946612-24-7

Druck: printclub

2. Edition

Werkzeugmaschinenlabor WZL
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
Campus-Boulevard 30
D-52074 Aachen

www.wzl.rwth-aachen.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT
Steinbachstraße 17
D-52074 Aachen

www.ipt.fraunhofer.de

Tooling in Germany

2018

2018

Wolfgang Boos
Michael Salmen
Christoph Kelzenberg
Lars Johannsen
Jens Helbig
Christoph Ebbecke



mit Unterstützung der



Spotlight



Deutschland ist einer der wichtigsten Produzenten von Werkzeugen und Formen weltweit. Durch die Globalisierung ergeben sich für den deutschen Werkzeugbau neue Absatzmärkte, um weiteren Umsatz zu generieren. In den letzten 10 Jahren sind jedoch auch vermehrt internationale Werkzeugbaubetriebe hinzugekommen, die an der Vormachtstellung deutscher Werkzeugbaubetriebe rütteln. Auf diese Entwicklungen reagiert der deutsche Werkzeugbau mit Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz bei einer gleichzeitigen Erhaltung von hohen Qualitätsstandards. Die Studie „Tooling in Germany“ liefert einen Überblick über den deutschen Werkzeugbau sowie aktuelle Herausforderungen und Trends der Branche. Sie zeigt die Entwicklung und den Status quo deutscher Werkzeugbaubetriebe in den Dimensionen Produkt, Prozess und Ressourcen.

~ 3.800

... Werkzeugbau-
betriebe gibt es aktuell
in Deutschland

5,1 Mrd. €

... betrug der Umsatz
deutscher Werkzeugbau-
betriebe im Jahr 2016

1,9 Mrd. €

... Umsatz wurden 2016
durch Exporte ins
Ausland erzielt

72 %

... der deutschen Werk-
zeugbaubetriebe haben
eine Unternehmens-
größe von weniger als
50 Mitarbeitern



EXCELLENCE
IN PRODUCTION

Excellence in Production

Der Wettbewerb „Excellence in Production“ zum „Werkzeugbau des Jahres“ ist eine Institution in der Branche Werkzeugbau. Jährlich durchgeführt vom Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT werden seit nunmehr 14 Jahren die besten Werkzeugbaubetriebe im deutschsprachigen Raum verglichen, um die Leistungsfähigkeit und den Bekanntheitsgrad der Branche Werkzeugbau zu fördern. Übergeordnetes Ziel ist die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Werkzeugbaubetriebe durch ein „Lernen von den Besten“.

Die Teilnahme am Wettbewerb „Excellence in Production“ setzt eine möglichst vollständige Bearbeitung des Wettbewerbsfragebogens voraus, welcher von jedem Unternehmen der Branche ausgefüllt werden kann. Die daraus resultierenden Informationen dienen den Forschungsinstituten als Grundlage zur Bildung von Kennzahlen. Auf Basis dieser Kennzahlen wird eine Rangfolge der Unternehmen erstellt. Zur besseren Vergleichbarkeit erfolgt die Bewertung in vier Kategorien, bei denen jeweils zwischen Marktzugang (intern oder extern) und Mitarbeiteranzahl (kleiner 50 Mitarbeiter und ab 50 Mitarbeiter) unterschieden wird. Im Anschluss an die Auswertung besuchen Werkzeugbauexperten von WZL und IPT die besten vier Unternehmen jeder Kategorie vor Ort. Hier erfolgt eine detaillierte Auditierung der Werkzeugbaubetriebe. Auf Basis der Fragebogenergebnisse und der Eindrücke während der Unternehmensbesuche kürt anschließend eine Jury aus Vertretern von Industrie, Politik, Verbänden und Wissenschaft die Finalisten, Categoriesieger und den Gesamtsieger zum Werkzeugbau des Jahres. Die Siegerehrung findet traditionell im Krönungssaal des Rathauses der Stadt Aachen, am Vorabend des internationalen Kolloquiums „Werkzeugbau mit Zukunft“, statt. **Jeder Teilnehmer des Wettbewerbs erhält im Anschluss eine individuelle Kennzahlenauswertung.**

Insgesamt 292 Werkzeugbaubetriebe beteiligten sich 2017 am Wettbewerb. Mit 32 % waren fast ein Drittel aller Betriebe kleine, externe Werkzeugbaubetriebe, gefolgt von großen (22 %) und kleinen (24 %) internen Werkzeugbaubetrieben. 22 % aller Teilnehmer waren große externe Werkzeugbaubetriebe. Das Produktspektrum der teilnehmenden Unternehmen ist sehr heterogen und umfasst 56 % Spritzgießwerkzeuge, 31 % Blechverarbeitungswerkzeuge, 8 % Massivumformwerkzeuge, 8 % Druckgusswerkzeuge, 3 % Elastomerwerkzeuge und 16 % sonstige Werkzeuge (Mehrfachnennung möglich).

Im Jahr 2017 setzten sich 15 Unternehmen in der ersten Runde gegen die restlichen Teilnehmer des Wettbewerbs durch und wurden von einem Expertenteam von WZL und IPT vor Ort besucht. Zentrale strategische Schwerpunkte der besuchten Unternehmen lagen in der Intensivierung der Kollaboration zur Produktentwicklung sowie im Einsatz automatisierter Lösungen in der Fertigung. Aus organisatorischer Sicht bedeutet dies den Einsatz agiler Prozesse und Organisationsstrukturen, um eine zunehmende Vernetzung der Wertschöpfungskette zu realisieren. Hinsichtlich der Technologie werden durch die Automatisierung des Shopfloors intelligente Systeme in der Fertigung der Werkzeugbaubetriebe implementiert. Der Wettbewerb 2017 hat aufgezeigt, dass sich der deutsche Werkzeugbau kontinuierlich weiterentwickelt. Um den Wettbewerb „Excellence in Production“ zum „Werkzeugbau des Jahres“ zu gewinnen, muss ein Unternehmen technologisch entlang der gesamten Prozesskette überzeugen und in finanzieller, organisatorischer und strategischer Hinsicht exzellent sein. Weitere Informationen zum Wettbewerb erhalten Sie unter www.excellence-in-production.de.





Executive Summary

Deutschland ist weltweit bekannt für sein Gütesiegel „Made in Germany“. Auf der ganzen Welt werden in Deutschland hergestellte Produkte als qualitativ hochwertig angesehen. Dieses Verständnis beschränkt sich nicht ausschließlich auf in Serie hergestellte Produkte, die tagtäglich in Haushalten Anwendung finden, sondern auch auf andere, industriell gefertigte Erzeugnisse wie Maschinen, Anlagen und Werkzeuge. Insbesondere der deutsche Werkzeugbau hat im internationalen Wettbewerb den Ruf, qualitativ hochwertige, nachhaltig effiziente und produktionsstabile Werkzeuge herzustellen. Die genannten Aspekte haben allerdings ihren Preis: Am Hochlohnstandort Deutschland hergestellte Werkzeuge zählen im internationalen Vergleich zu den teuersten. Deutsche Werkzeugbaubetriebe stehen heutzutage vor der Herausforderung, ihre Werkzeuge im hauptsächlich preisgetriebenen Wettbewerb an Serienproduzenten zu verkaufen und sich gegenüber nationalen und internationalen Werkzeugbaubetrieben zu behaupten. Nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Internationalisierung produzierender Unternehmen müssen sie sich vermehrt mit lokalen Werkzeuganbietern aus Niedriglohnländern vergleichen. Ziel deutscher Werkzeugbaubetriebe muss es weiterhin sein, sich über eine höhere Leistungsfähigkeit und Prozesskompetenzen vom Wettbewerb zu differenzieren. Die Studie „Tooling in Germany“ vermittelt einen Eindruck über Deutschland als Werkzeugbaunation insgesamt sowie über die Entwicklung und den Status quo der Leistungsfähigkeit deutscher Werkzeugbaubetriebe.

Der deutsche Werkzeugbau ist überwiegend mittelständisch geprägt: Fast 72 % aller rund 3.800 Werkzeugbaubetriebe beschäftigen weniger als 50 Mitarbeiter. Der Fokus liegt dabei auf der Herstellung von Spritzgießwerkzeugen sowie auf Werkzeugen zur Blech- und Massivumformung. In Europa lag Deutschland 2016, gemessen am Produktionswert, auf Platz 1 der Tabelle der Werkzeugproduzenten.

Deutsche Werkzeugbaubetriebe zeichnen sich insbesondere durch Werkzeuge mit hohen Oberflächengüten aus. Qualität erfordert einen angemessenen, aber im Vergleich höheren Werkzeugpreis. Die hohe Qualität kann ebenfalls im Leistungserstellungsprozess identifiziert werden, der sich vor allem durch exakte Kalkulation, anforderungsgerechte Entwicklung und Konstruktion, systematische Fremdvergabe in der mechanischen Fertigung und hohen Kompetenzen in Montage und Try-out widerspiegelt. Deutsche Werkzeugbaubetriebe sind im Zeitalter des demografischen Wandels stets um Nachwuchskräfte bemüht und investieren in ihre Ressourcen, um die Leistungsfähigkeit zu verbessern.

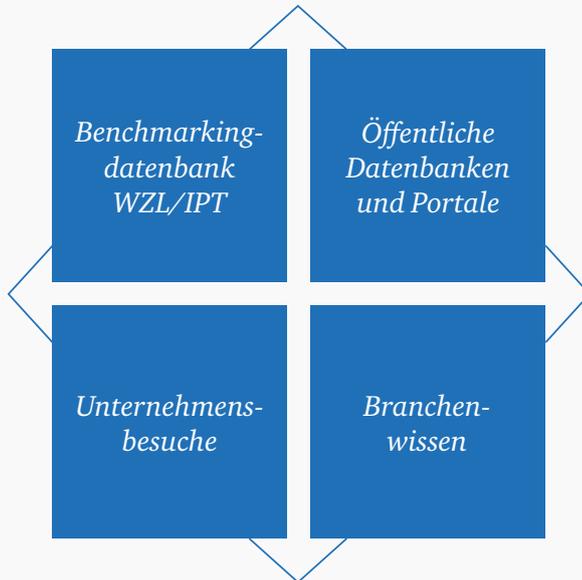
Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT verfügen über langjährige Erfahrung in der Branche Werkzeugbau. Die gemeinsame Durchführung zahlreicher Industrie- und Forschungsprojekte mit deutschen Werkzeugbaubetrieben verschafft den beiden Instituten einen Einblick in den Status quo der Branche sowie aktuelle Herausforderungen und Trends. Die am WZL und IPT entwickelte Kategorisierung der Leistungsfähigkeit in Produkt, Prozess und Ressourcen hat sich langfristig zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Werkzeugbaubetrieben etabliert und wird in dieser Studie aufgegriffen.



**Deutschland
liegt auf dem
1. Platz
der Werkzeug-
produzenten
in Europa**



Studiendesign



Die Studie „Tooling in Germany“ beschreibt die Leistungsfähigkeit deutscher Werkzeugbaubetriebe in den Dimensionen Produkt, Prozess und Ressourcen. Die Studie konsolidiert relevante Kennzahlen des deutschen Werkzeugbaus aus dem Jahr 2017 und gibt einen Einblick über zukünftige Herausforderungen und Trends in der Branche.

Die Studienergebnisse basieren auf Datensätzen deutscher Werkzeugbaubetriebe aus der weltweit größten Datenbank im Bereich Werkzeugbau. Die gemeinsame Datenbank von WZL und IPT umfasst insgesamt über 1.000 verschiedene Datensätze deutscher Unternehmen, die nicht älter als 5 Jahre sind, und mehr als 2.000 Datensätze internationaler Werkzeugbaubetriebe. Die Datensätze deutscher Werkzeugbaubetriebe resultieren einerseits aus dem Wettbewerb „Excellence in Production“ zum „Werkzeugbau des Jahres“. Andererseits sind gemeinsam von WZL und IPT durchgeführte Benchmarkingprojekte mit deutschen Werkzeugbaubetrieben Datenbasis für diese Studie. Ein weiterer Teil der Studienergebnisse ergibt sich aus veröffentlichten Daten zum deutschen Werkzeug-

bau. Quellen sind öffentlich zugängliche Datenbanken und Portale wie beispielsweise Comtrade, Eurostat sowie Daten des Statistischen Bundesamtes und des VDMA. Ebenfalls Bestandteil der Studienergebnisse ist das Branchenwissen der Werkzeugbauexperten von WZL und IPT, welches auf Unternehmensbesuchen und -audits, Expertengesprächen sowie Industrie- und Forschungsprojekten basiert.

Die Studie „Tooling in Germany“ gibt einen ganzheitlichen Überblick über die Entwicklung und den Status quo des deutschen Werkzeugbaus. Anhand der drei Dimensionen

- Produkt
- Prozess
- Ressourcen

erfolgt eine qualitative und quantitative Bewertung der organisatorischen und technologischen Leistungsfähigkeit des deutschen Werkzeugbaus. Zudem erfolgt eine Beschreibung aktueller Herausforderungen und Trends und deren Adressierung durch deutsche Werkzeugbaubetriebe.

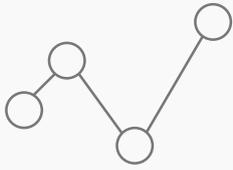


Die Datenbank von WZL und IPT umfasst über

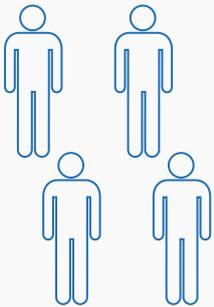
1.000

Datensätze deutscher Werkzeugbaubetriebe nicht älter als 5 Jahre

Industrie und aktuelle Trends



[Deutschland ist die größte Volkswirtschaft Europas.]



Mit einem Bruttoinlandsprodukt von ca. 3,1 Bil. € im Jahr 2016 ist Deutschland die größte Volkswirtschaft Europas. Der tertiäre Dienstleistungssektor ist mit einem Anteil von 69 % am Bruttoinlandsprodukt der bedeutendste Sektor, gefolgt von der Industrie mit 30 %. Insgesamt gibt es rund 44,5 Mio. Erwerbstätige in Deutschland. Die Industrie ist durch eine Mischung aus international agierenden Konzernen und mittelständischen Unternehmen geprägt, wobei letztere oft Hidden Champions in ihrem Metier darstellen.

einem Warenimport in Höhe von 57,8 Mrd. €. Der wichtigste europäische Handelspartner Deutschlands ist Frankreich. 2016 belief sich der Wert der nach Frankreich exportierten Waren auf 101,4 Mrd. €, der Import von Waren aus Frankreich lag 2016 bei 65,0 Mrd. €. Weitere wichtige Handelspartner der Industrienation Deutschland sind Großbritannien, die Niederlande und die Volksrepublik China.

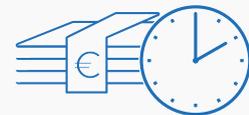
Das Wirtschaftswachstum Deutschlands ist seit 2004 positiv, mit Ausnahme der Weltwirtschaftskrise 2009. Größere betriebsbedingte Kündigungen konnten in dieser Zeit durch Kurzarbeit vermieden werden, um nach der Krise gestärkt aus ihr hervorzugehen. Des Weiteren existiert seit 2017 ein gesetzlich vorgeschriebener Mindestlohn von 8,84 € pro Stunde für Arbeitnehmer in Deutschland. Die deutsche Industrie denkt traditionell in längerfristigen Perspektiven und konnte sich auf diese Weise in diversen Branchen sehr gut positionieren. Ob dieses Prinzip sich auch in der schnelllebigen Elektronik- bzw. Softwarewelt bewährt, wird die Zukunft zeigen.

Die deutsche Wirtschaft ist derzeit die drittgrößte Import- und Exportnation weltweit. Deutschland exportierte im Jahr 2016 Waren im Wert von 1,2 Bil. €. Die wichtigsten Exportgüter sind Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeugteile, Maschinen und chemische Erzeugnisse. Der Import Deutschlands lag 2016 bei rund 1 Bil. € und setzt sich hauptsächlich aus Datenverarbeitungsgeräten, Kraftfahrzeugen und -komponenten sowie Erdöl bzw. Erdgas zusammen. Deutschlands wichtigster Handelspartner sind die USA mit einem Warenexport im Wert von 106,9 Mrd. € und

Rund
44,5 Mio.
Erwerbstätige
in Deutschland 2016



3,1 Bil. €
Bruttoinlandsprodukt
in Deutschland 2016



8,84 €
Mindestlohn
pro Stunde



36.402 €
durchschnittliches
Einkommen in
Deutschland

[Drei zentrale Trends werden Deutschland in Zukunft prägen.]

Deutsche Werkzeugbaubetriebe stehen unter dem Einfluss der zentralen Trends Globalisierung, demografischer Wandel und Industrie 4.0, welche in der Erstauflage der Studie „Tooling in Germany“ vorgestellt wurden. Insbesondere im Trend Industrie 4.0 hat sich in den letzten Jahren eine Konkretisierung abgezeichnet, die nach einer kurzen Vorstellung der übrigen Trends in Erweiterung zur vorangegangenen Auflage detaillierter beschrieben wird.

Globalisierung

Die zunehmende internationale Verflechtung der Wirtschaft ist für den deutschen Werkzeugbau Chance und Risiko zugleich. Neue, schnell wachsende Absatzmärkte bergen hierbei großes Potenzial, jedoch müssen sich deutsche Werkzeugbaubetriebe zugleich einem stetig steigenden Wettbewerbsdruck stellen.

Demografischer Wandel

Die deutsche Bevölkerung wird in den nächsten Jahren sowohl schrumpfen, als auch ein immer höheres Durchschnittsalter aufweisen. Der Werkzeugbau muss dieser Entwicklung durch neue Konzepte des Wissenstransfers und der Gestaltung der Arbeitsumgebung begegnen, um seine Leistungsfähigkeit auch in den kommenden Jahren zu bewahren.

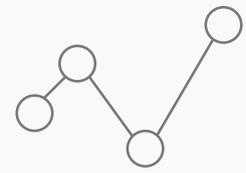
Industrie 4.0

Industrie 4.0 erhöht durch die Vernetzung von Mitarbeitern, Maschinen und Produkten die echtzeitnahe Verfügbarkeit von Informationen. Dadurch wird der Werkzeugbau in die Lage versetzt, die Leistungsfähigkeit seiner Wertschöpfung deutlich effizienter und flexibler zu gestalten. Die Entwicklung der letzten Jahre hat gezeigt, dass sich Industrie 4.0 von einem konzeptionellen Status hin zu einem realen Lösungsansatz entwickelt hat.

Im Zuge des Wettbewerbs „Excellence in Production“ ließ sich in den vergangenen Jahren und insbesondere im Jahr 2017 beobachten, dass führende Werkzeugbaubetriebe Industrie 4.0 Lösungen erfolgreich in der Praxis implementiert haben und gewonnene Erfahrungen zu ihrer kontinuierlicher Weiterentwicklung nutzen. Zu unterscheiden sind hierbei drei konkrete Handlungsfelder:

Im **digitalen Ressourcen- und Auftragsmanagement** realisieren Werkzeugbaubetriebe mithilfe digital unterstützter Assistenzsysteme eine echtzeitnahe und flexible Koordination der Auslastung der Arbeitsstationen und Mitarbeiter auf dem Shopfloor. Dies legt den Grundstein zur Erreichung von Termintreue sowie zur Steigerung der Effizienz in der Fertigung. Das Handlungsfeld **Mensch-Maschine-Interaktion** verfolgt das Ziel einer weitestmöglichen Reduzierung manueller oder nicht-wertschöpfender Tätigkeiten der Mitarbeiter. Durch den Einsatz digitaler Assistenzsysteme können Auftragsdaten in der Werkzeugherstellung automatisch aufgenommen werden, sodass Mitarbeiter die Rolle einer überwachenden Instanz einnehmen können. Unterstützt werden Mitarbeiter dabei durch eine kontinuierliche Versorgung mit Informationen über ressourcen- und auftragsseitige Soll- und Ist-Zustände, welche in der **digital unterstützten Mitarbeiterführung** thematisiert wird. Mithilfe einer durchgängigen Datenaufnahme und innovativer Visualisierungskonzepte können relevante Informationen auf dem Shopfloor echtzeitnah zur Verfügung gestellt werden.

In der Studie „Corporate Tooling - Intelligent Tool Manufacturing“ der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie und des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen werden die beschriebenen Handlungsfelder der Implementierung von Industrie 4.0 Lösungen ausführlich thematisiert.



45 %

der Weltbevölkerung leben in China, Indien, Indonesien, Pakistan und Bangladesch



8,6 %

beträgt der Rückgang an Menschen in Deutschland bis 2050



10,9 Mrd. €
werden deutsche Unternehmen bis 2020 in Digitalisierungslösungen investieren



Der Werkzeugbau

[72 % aller deutschen Werkzeugbaubetriebe beschäftigen weniger als 50 Mitarbeiter.]



Im internationalen Vergleich nimmt der deutsche Werkzeugbau eine führende Position hinsichtlich der Qualität der Werkzeuge ein. Der deutsche Werkzeugbau ist gemessen an der Anzahl von Betrieben und Mitarbeitern eine relativ kleine Branche. Rund 3.800 Werkzeugbaubetriebe mit 54.000 Mitarbeitern existieren aktuell in Deutschland. Von diesen Unternehmen beschäftigen 72 % weniger als 50 Mitarbeiter und nur 1 % der Unternehmen mehr als 100 Mitarbeiter. Dies verdeutlicht, dass die Branche größtenteils klein- und mittelständisch organisiert und durch eine starke Heterogenität und Fragmentierung geprägt ist. Deutsche Werkzeugbaubetriebe mit

einer im Vergleich höheren Mitarbeiterzahl sind hauptsächlich interne Werkzeugbaubetriebe der Automobilindustrie. Im internationalen Vergleich ist diese Mitarbeiterverteilung repräsentativ für andere Länder wie beispielsweise China. Der Anteil deutscher Werkzeugbaubetriebe mit einem Umsatz kleiner als 12,5 Mio. € pro Jahr beträgt 83 %. Der Umsatz wird hauptsächlich durch die Herstellung von Blech- und Massivumformwerkzeuge oder Spitzgießwerkzeugen sowie Dienstleistungen generiert. Der Marktzugang deutscher Werkzeugbaubetriebe ist mit 51% internen und 49% externen Marktzugang annähernd gleich verteilt.



~ 3.800

Werkzeugbaubetriebe existieren heute in Deutschland

Marktzugang

72 %
aller Unternehmen beschäftigen *weniger als 50 Mitarbeiter*



28 %
aller Unternehmen beschäftigen *mindestens 50 Mitarbeiter*



54.000

Menschen arbeiten im deutschen Werkzeugbau

83 %
aller Unternehmen haben einen Umsatz *von bis zu als 12,5 Mio. €*



17 %
aller Unternehmen haben einen Umsatz *größer als 12,5 Mio. €*

51 %
aller Unternehmen sind *interne* Werkzeugbaubetriebe



49 %
aller Unternehmen sind *externe* Werkzeugbaubetriebe



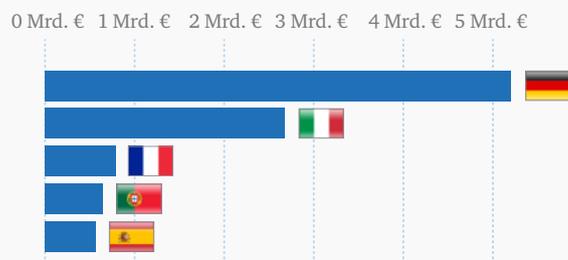
[Der deutsche Werkzeugbau ist Produktionseuropameister.]

Deutschland ist mit einem Produktionsvolumen von rund 5,1 Mrd. € Umsatz in 2016 der größte Produzent von Werkzeugen in Europa. Von den produzierten Werkzeugen wurde 2016 ein Wert von knapp 1,9 Mrd. € ins Ausland exportiert. Die hochwertigen deutschen Werkzeuge sind im Ausland sehr gefragt. Es werden Spritzgießwerkzeuge mit einem Wert von 919,1 Mio. €, Blech- und Massivumformwerkzeuge im Wert von 831,5 Mio. € und sonstige Werkzeuge im Wert von 142,4 Mio. € exportiert. Des Weiteren wurden knapp 1,4 Mrd. € an Werkzeugen nach Deutschland importiert, wobei auch bei den Importen die Spritzgießwerkzeuge mit 741,6 Mio. € den Großteil bilden. Die Werkzeuge für die Blech- und Massiv-

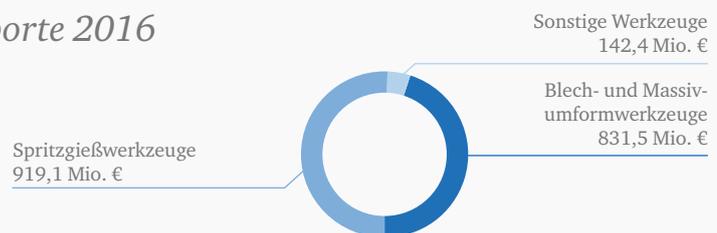
umformung werden mit einem Gesamtwert von 485,5 Mio. € sowie sonstige Werkzeuge im Wert von knapp 143,5 Mio. € importiert. Dabei sind China, USA, Italien und Tschechien die wichtigsten Handelspartner für Werkzeuge.

Auszeichnend für die Werkzeugherstellung in Deutschland ist die präzise Produktion von hochkomplexen und hochpreisigen Blech- und Massivumformwerkzeugen für die Automobilindustrie. Diese Präzision wird unter anderem durch die hervorragende Qualität und Zuverlässigkeit von in Deutschland produzierten Werkzeugmaschinen sowie durch die räumliche Nähe zu den entsprechenden Herstellern gesichert.

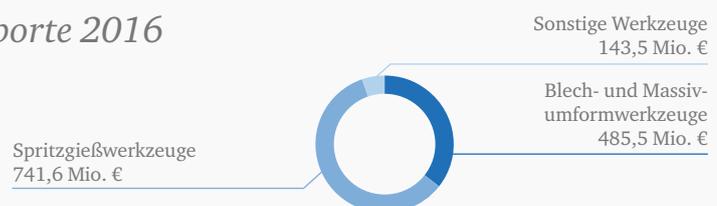
Top 5 Werkzeugproduzenten Europa 2016



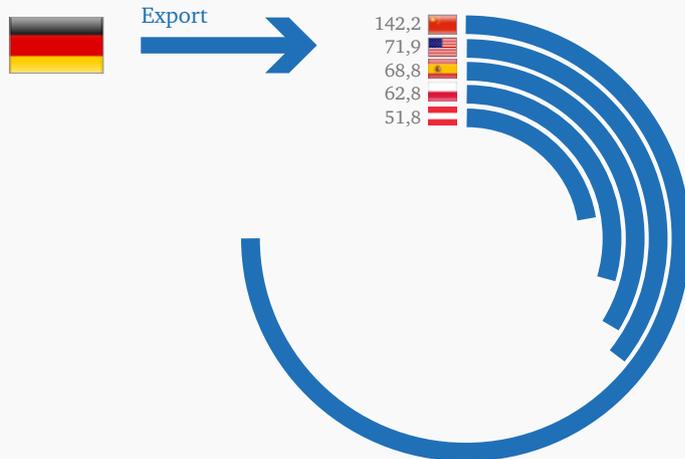
Werkzeugexporte 2016



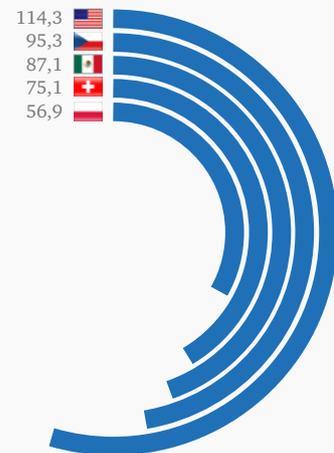
Werkzeugimporte 2016



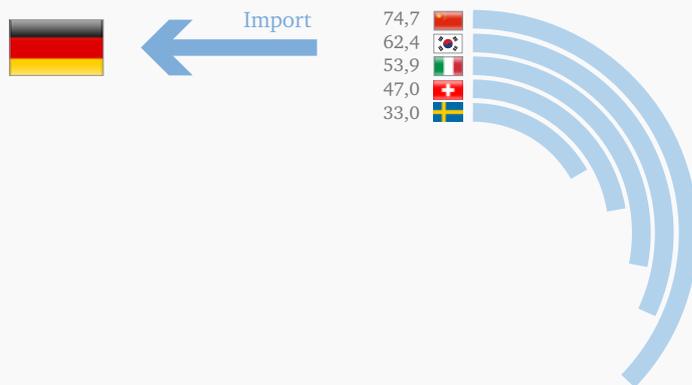
*Export Blech- und Massiv-
umformwerkzeuge in Mio. €*



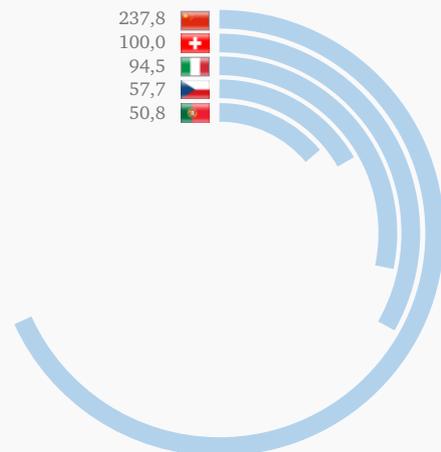
*Export Spritzgießwerkzeuge
in Mio. €*



*Import Blech- und Massiv-
umformwerkzeuge in Mio. €*



*Import Spritzgießwerkzeuge
in Mio. €*



Mit 142,2 Mio. € entfällt der Großteil des Exports von Blech- und Massivumformwerkzeugen auf den Hauptabnehmer China. Es folgen die Exporte in die USA (71,9 Mio. €), nach Spanien (68,8 Mio. €), Polen (62,8 Mio. €) und Österreich (51,8 Mio. €). Hauptabnehmer für deutsche Spritzgießwerkzeuge sind die USA und Tschechien mit einem Exportvolumen von 114,3 Mio. € bzw. 95,3 Mio. €. Mexiko (87,1 Mio. €), die Schweiz (75,1 Mio. €) und Polen (56,9 Mio. €) sind die nächstgrößeren Abnehmer für Spritzgießwerkzeuge aus Deutschland. Der Großteil des Importvolumens von Blech- und Massivumformwerk-

zeugen nach Deutschland konzentriert sich neben China (74,7 Mio. €) und Südkorea (62,4 Mio. €) auf europäische Importe aus Italien (53,9 Mio. €), der Schweiz (47,0 Mio. €) und Schweden (33,0 Mio. €). Das Importvolumen der Spritzgießwerkzeuge entfällt zu einem Großteil auf Werkzeuge aus China (237,8 Mio. €). Weiterhin werden für 100,0 Mio. € und 94,5 Mio. € Spritzgießwerkzeuge aus der Schweiz und Italien nach Deutschland importiert. Tschechien (57,7 Mio. €) und Portugal (50,8 Mio. €) sind die nächstgrößeren Exporteure von Spritzgießwerkzeugen nach Deutschland.



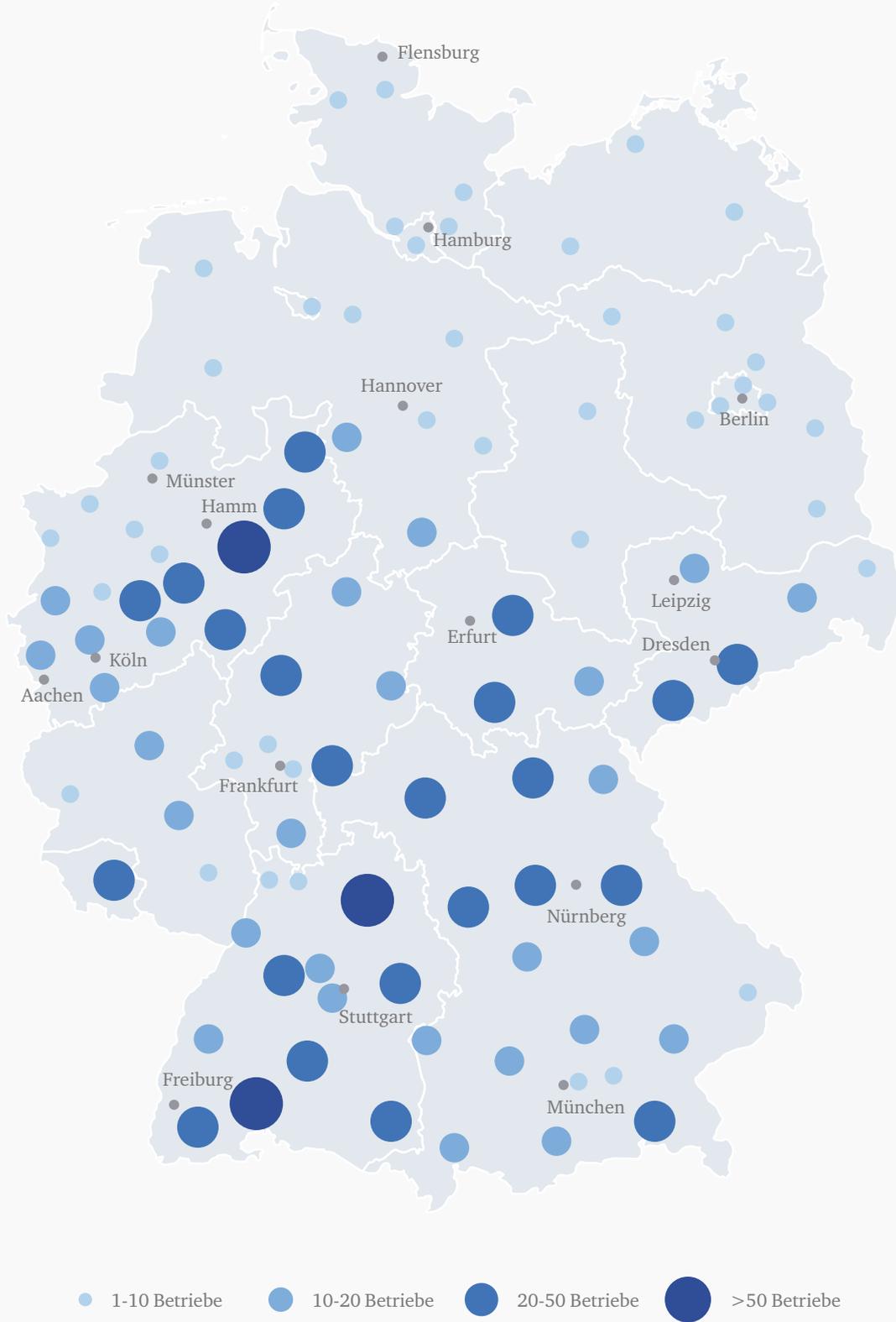
47,2 %
der Werkzeugbau-
betriebe befinden sich
in Baden-Württemberg
oder Bayern

*[Fast jeder zweite Werkzeugbau-
betrieb befindet sich im Süden von
Deutschland.]*

Der deutsche Werkzeugbau weist eine Tendenz zu regionalen Hotspots auf. Besonders viele Werkzeugbaubetriebe finden sich in Baden-Württemberg in der Region um Stuttgart und weiteren Standorten in Baden-Württemberg, Ost- und Südwestfalen sowie dem Hochrheingebiet. Auch die Regionen um Franken und der Oberpfalz sind verhältnismäßig stark vom Werkzeugbau geprägt. Es lässt sich feststellen, dass eine Clusterbildung des Werkzeugbaus im regionalen Umfeld der Automobilindustrie charakteristisch ist. So befinden sich ca.

47,2 % der Werkzeugbaubetriebe in Baden-Württemberg oder Bayern, fast jeder zweite Werkzeugbaubetrieb ist also im Süden des Landes angesiedelt. Im Ruhrgebiet und Rheinland sind mit ca. 13,8 % zwar deutlich weniger Werkzeugbaubetriebe angesiedelt als in Süddeutschland, doch auch hier befindet sich eine relativ hohe Dichte von Werkzeugbaubetrieben. Der Norden Deutschlands, Brandenburg und Thüringen weisen im Vergleich eine geringe Anzahl an Werkzeugbaubetrieben auf.

Regionale Verteilung von Werkzeugbaubetrieben



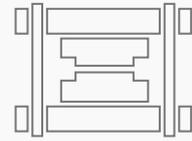


Produkt

[Große Produktvielfalt trotz hohem Fokussierungsgrad.]

Der Werkzeugbau am Standort Deutschland ist produktseitig breit aufgestellt. Liegt der Fokus der Herstellung von Werkzeugen im Bereich Spritzgießwerkzeuge (59 %) und Stanzbiegewerkzeuge (35 %), so haben sich einige Werkzeugbaubetriebe jedoch auch auf die Herstellung von Kalt- und Warmmassivumformwerkzeugen (6 %) spezialisiert. Die interne Fokussierung auf einen oder wenige Werkzeugtypen führt zu einem hohen Fokussierungsgrad deutscher Werkzeugbaubetriebe. Chinesische Werkzeugbaubetriebe stellen beispielsweise häufig verschiedene Werkzeugtypen her und sind damit deutlich weniger spezialisiert. Diese Fokussierung lässt sich jedoch nicht nur im Produkt selbst, sondern auch im Prozess erkennen, da sich die Betriebe auf ihre Kern-

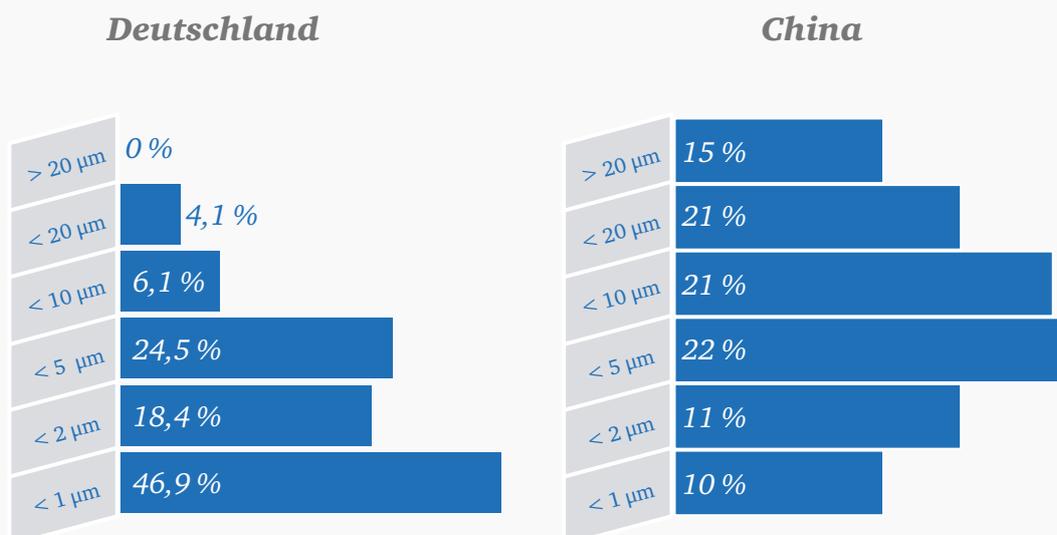
kompetenzen in der Werkzeugherstellung konzentrieren und anderweitig benötigte Kompetenzen systematisch bei strategischen Partnern zukaufen. Die Vielfalt der Werkzeuge lässt sich ebenfalls in den typischen Werkzeugabmessungen und -gewichten erkennen. Sind Spritzgießwerkzeuge in der Regel kleiner als 1.000 mm x 1.000 mm und haben ein Gewicht von weniger als 1.000 kg, so sind Stanzbiegewerkzeuge im Durchschnitt größer und schwerer. Ungeachtet der Abmessungen und Gewichte liegen die erreichten Oberflächengüten größtenteils unter 1 µm. Dies ist ein deutlicher Unterschied gegenüber chinesischen Werkzeugbaubetrieben, welche insbesondere im Bereich der Freiformflächen häufig nur eine Genauigkeit von 5 µm erreichen.



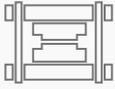
46,9 %

der deutschen Werkzeugbaubetriebe fertigen Werkzeuge mit einer Oberflächengüte kleiner 1 µm – in China sind dies lediglich 10 %

Erreichte Oberflächengüten im Vergleich



Erklärung: x % der Unternehmen erreichen Oberflächengüten von ...



[Hochwertige Werkzeuge zu angemessenen Preisen.]

Werkzeuge aus Deutschland haben den Ruf, qualitativ sehr hochwertig, aber auch sehr teuer zu sein. Der Durchschnittspreis eines in Deutschland gefertigten Blechumformwerkzeugs ist um ca. 22 % höher als in China. Im Bereich Spritzgießwerkzeuge ergibt sich ein ähnliches Bild: Chinesische Werkzeuge sind im Durchschnitt 36 % günstiger. Diese Diskrepanz lässt sich bei Kunden heute jedoch nicht mehr nur durch ein qualitativ höherwertigeres Werkzeug begründen, weshalb deutsche Werkzeugbaubetriebe vermehrt Dienstleistungen als Differenzierungsmerkmal anbieten.

Diese werden dabei häufig zu sogenannten Produkt-Service-Systemen verknüpft, wobei das Kernprodukt Werkzeug in Verbindung mit ergänzenden und oftmals lebenszyklusbegleitenden Dienstleistungen verkauft werden. Es zeigt sich, dass sich das Dienstleistungsangebot deutscher Werkzeugbaubetriebe in den letzten Jahren verändert hat. Werkzeugbaubetriebe sind heute weniger beratend, als viel mehr operativ tätig und übernehmen Wertschöpfungsprozesse des Kunden, insbesondere in den der Werkzeugerstellung nachgelagerten Bereichen.



36 %

beträgt der durchschnittliche Preisunterschied zwischen chinesischen und deutschen Spritzgießwerkzeugen

Anteil Werkzeuge, die in Verbindung mit Dienstleistungen verkauft werden*



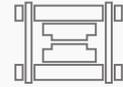
*Mehrfachnennung möglich

Im Kontext von Industrie 4.0 werden Dienstleistungen für produzierende Unternehmen immer smarter. Smart bedeutet in diesem Zusammenhang datenbasiert. Immer mehr Werkzeugbaubetriebe bauen

Sensoriksysteme in das Werkzeug ein, um den Zustand des Werkzeugs während des Serienprozesses zu überwachen und dem Kunden dadurch eine höhere Prozesssicherheit bieten und geringere Ausfallzeiten des

Werkzeugs gewährleisten zu können. Dies geschieht beispielsweise durch präventive Wartungen der Werkzeuge oder die Weiterleitung der Informationen an den Bediener bei einem drohenden Werkzeugausfall. Die Digitalisierung der Produkte des Werkzeugbaus hat, auch durch den Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien, in einzelnen Werkzeugbaubetrieben bereits begonnen. Allerdings ist der Umsetzungsgrad bezogen auf die gesamte Branche zurzeit noch gering. In Zukunft wird dies eines der zentralen Differenzierungskriterien deutscher Werkzeugbaubetriebe gegenüber ausländischen Wettbewerbern werden.

Werkzeugs gewährleisten zu können. Dies geschieht beispielsweise durch präventive Wartungen der Werkzeuge oder die Weiterleitung der Informationen an den Bediener bei einem drohenden Werkzeugausfall. Die Digitalisierung der Produkte des Werkzeugbaus hat, auch durch den Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien, in einzelnen Werkzeugbaubetrieben bereits begonnen. Allerdings ist der Umsetzungsgrad bezogen auf die gesamte Branche zurzeit noch gering. In Zukunft wird dies eines der zentralen Differenzierungskriterien deutscher Werkzeugbaubetriebe gegenüber ausländischen Wettbewerbern werden.



[Global ist das neue regional im Werkzeugbau.]

Waren Werkzeugbaubetriebe in Deutschland früher eher regional vernetzt und haben Werkzeuge fast ausschließlich für nationale Kunden hergestellt, so hat sich diese Strategie stark verändert. Insbesondere in den letzten Jahren hat die internationale Ausrichtung deutscher Werkzeugbaubetriebe stark zugenommen. Ein Vergleich der Umsatzanteile aus dem Jahr 2010 und 2015 zeigt, dass dieser Anteil in

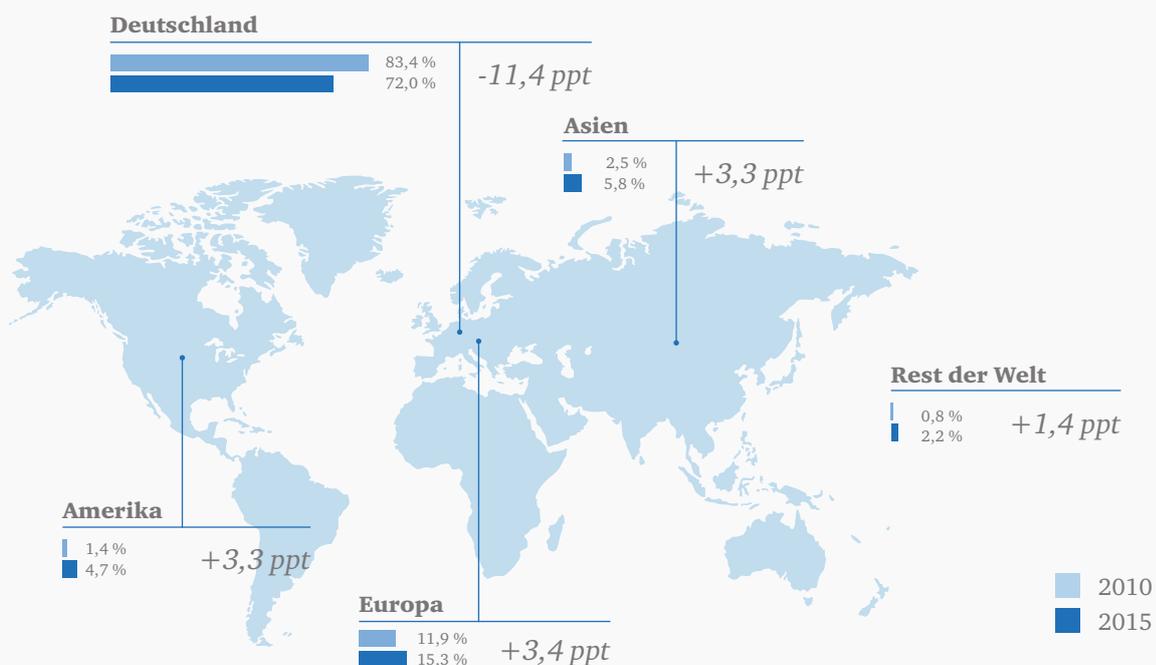
Deutschland um 11,4 ppt gesunken, der Anteil im europäischen Ausland jedoch um 3,4 ppt gestiegen ist. Der Umsatzanteil in asiatischen (+3,3 ppt) und nord-, mittel- und südamerikanischen Ländern (+3,3 ppt) sowie im Rest der Welt (+1,4 ppt) ist ebenfalls gestiegen, wodurch diese Märkte für deutsche Werkzeugbaubetriebe von immer größerer Bedeutung werden.



29 %

beträgt der Anstieg des Umsatzanteils deutscher Werkzeugbaubetriebe im europäischen Ausland

Veränderung der globalen Umsatzanteile deutscher Werkzeugbaubetriebe





Die zunehmend globalen Geschäftstätigkeiten deutscher Werkzeugbaubetriebe verdeutlichen, dass die Produkte deutscher Betriebe weltweit gefragt sind. Dies führt jedoch gleichzeitig dazu, dass sich Werkzeugbaubetriebe zunehmend mit internationalen Wertschöpfungspartnern vernetzen müssen, um Dienstleistungen global anbieten zu können. So ist die internationale Betreuung der Serienproduktion in Bezug auf Wartung und Reparaturen von Werkzeugen nur möglich, wenn strategische Partnerschaften mit ausländischen Wertschöpfungspartnern eingegangen wer-

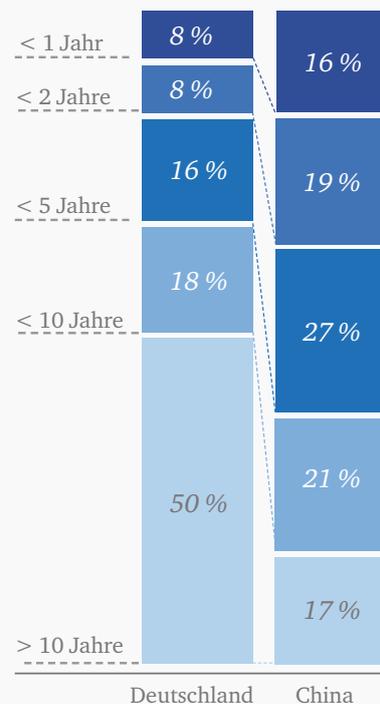
den und/oder die Werkzeuge durch eine Echtzeit-Kontrolle während des Serienprozesses von Deutschland aus überwacht werden können. Diese Herausforderungen resultieren auch aus der Tatsache, dass viele global agierende deutsche Kunden sowohl Werkzeuge als auch die nachgelagerte Dienstleistung für alle Produktionsstandorte von einem zuverlässigen Partner aus einer Hand fordern, um die Qualität sicherzustellen. Deshalb gilt es für Werkzeugbaubetriebe, ihre Werkzeuge von Deutschland aus überwachen und durch Partner vor Ort betreuen zu lassen.

[Der Werkzeugbau als treuer Begleiter der produzierenden Industrie.]

Trotz der starken Internationalisierung der Kunden deutscher Werkzeugbaubetriebe und neuer Wettbewerber in neuen Ländern zeigt sich, dass die Leistungen des deutschen Werkzeugbaus weiterhin gefragt sind – und zwar lokal und global. Dies lässt sich unter anderem anhand der Dauer der Geschäftsbe-

ziehungen belegen. Deutsche Werkzeugbaubetriebe weisen zu 50 % aller Kunden eine Geschäftsbeziehung von mehr als 10 Jahren auf. In China beträgt dieser Wert weniger als die Hälfte. Gleichzeitig fokussieren deutsche Werkzeugbaubetriebe die Neukundenakquise, zu jedem fünften Kunden besteht die

Dauer der Geschäftsbeziehungen in Deutschland im Vergleich zu China

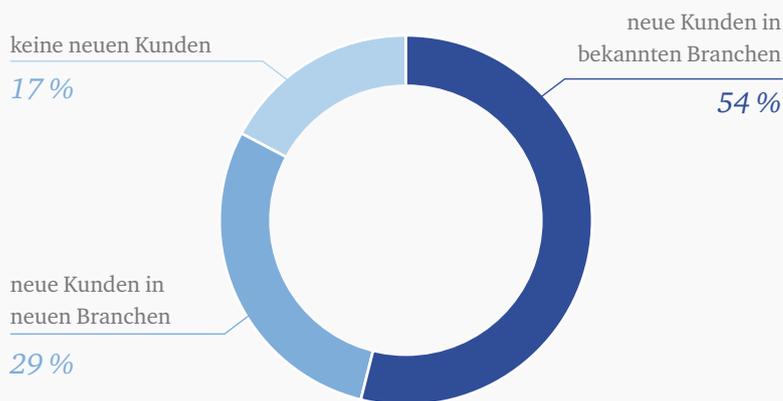


Geschäftsbeziehung erst seit maximal zwei Jahren. Neben der Etablierung langfristiger Geschäftsbeziehungen gelingt es deutschen Werkzeugbaubetrieben folglich, auch neue Kunden zu gewinnen. So lag der Anteil an Betrieben, welche Kunden in neuen Branchen akquirieren konnten, bei 29 %, der Anteil an Betrieben die neue Kunden in bekannten Branchen gewinnen konnten sogar bei 54 %. Diese kontinuierliche Akquirierung neuer Kunden stellt

ein wichtiges Merkmal in Bezug auf die Diversifikation des Kundenportfolios und damit der Erhöhung der Unabhängigkeit von einzelnen Kunden dar. Zudem fördern neue Kunden die Innovationsfähigkeit von Werkzeugbaubetrieben, da sich die Produkt- und Prozessanforderungen von Kunde zu Kunde teilweise deutlich voneinander unterscheiden.



Anteil Werkzeugbaubetriebe mit Kundenzugewinn in 2015





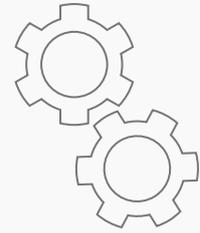
Prozess

[Hohe Termintreue als Indikator für die Prozessleistungsfähigkeit des deutschen Werkzeugbaus.]

Die Leistungsfähigkeit von Werkzeugbaubetrieben zeigt sich im Wesentlichen in der Beherrschung der Prozesse entlang der Werkzeugerstellung. Die Bewertung der Prozessleistungsfähigkeit basiert hauptsächlich auf den Kriterien Durchlaufzeit und Termintreue. Die durchschnittliche Durchlaufzeit eines Werkzeugs beträgt in deutschen Werkzeugbaubetrieben 81 Tage, bei einem durchschnittlichen Auftragswert von ca. 82.000 €. Die Durchlaufzeit ist natürlich stark abhängig von der Art und Komplexität der gefertigten Werkzeuge. Aufgrund einer exakten und dynamischen Planung, der anforderungsgerechten Auslegung von Kapazitäten in der Fertigung sowie der strategischen Einbindung von Lieferanten erreicht der deutsche Werk-

zeugbau heute eine Termintreue von 74 %. Damit werden im Durchschnitt drei von vier Werkzeugen termingerecht fertiggestellt. Der Prozess beginnt mit der Erstellung eines Angebots zur Anfrage des Kunden. Deutsche Werkzeugbaubetriebe benötigen im Durchschnitt 4 Tage, um auf die Anfrage des Kunden zu reagieren und ein Angebot zu versenden. Für die Erstellung eines anforderungsgerechten Angebots werden im Durchschnitt 4,3 Stunden benötigt. Folglich schaffen es deutsche Werkzeugbaubetriebe, sowohl die Anfragen ihrer durchschnittlich 9 Hauptkunden, als auch die Anfragen potenzieller Neukunden schnell und effizient zu beantworten.

Siehe Studie > Erfolgreich Kalkulieren



4 Tage
benötigen Werkzeugbaubetriebe zur Erstellung eines Angebots

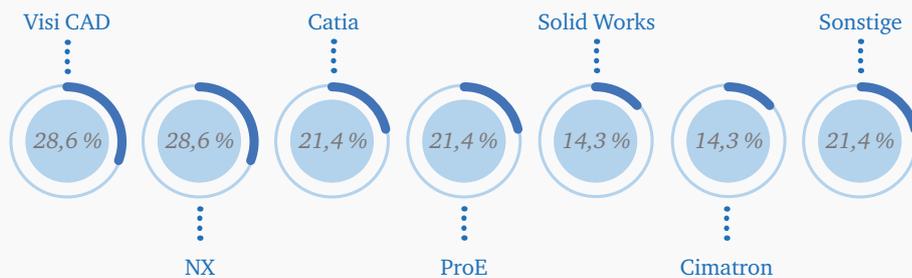
[Entwicklung und Konstruktion als Kompetenzträger im Unternehmen.]

Der deutsche Werkzeugbau weiß um die Kompetenz in den der Fertigung vorgelagerten Prozessschritten: Seit 2004 werden nahezu konstant zwischen 10 % und 13 % aller Mitarbeiter des Werkzeugbaubetriebs in Entwicklung und Konstruktion eingesetzt. In der Konstruktion werden dabei auch verschiedene CAD-Systeme im selben Betrieb eingesetzt: Visi CAD und NX werden am häufigsten eingesetzt mit jeweils 28,6 %, gefolgt von Catia und ProE mit jeweils 21,4 % sowie Solid Works und Cimatron mit jeweils

14,3 %. Gründe für die simultane Nutzung unterschiedlicher Konstruktionssysteme können sowohl die unterschiedlichen Anforderungen der Kunden sein als auch in der unterschiedlichen Kompetenz der Mitarbeiter im Betrieb liegen. Insgesamt werden 29,4 % aller Umfänge in Entwicklung und Konstruktion fremdvergeben. Dies geschieht aufgrund der teilweise vorherrschenden Kapazitätsengpässe, aber auch um neue Impulse von externen Konstrukteuren zu erhalten und diese im eigenen Betrieb zu nutzen.



13 %
aller Mitarbeiter arbeiten in Entwicklung und Konstruktion



*Mehrfachnennung möglich



[Durchschnittlich 3 Tage Schulung pro Jahr für Mitarbeiter in Planung und Arbeitsvorbereitung.]



67 %

beträgt das Wachstum des Mitarbeiteranteils in Planung und Arbeitsvorbereitung von 2004 bis 2017

Deutsche Werkzeugbaubetriebe haben die Bedeutung einer anforderungsgerechten Planung im Werkzeugbau erkannt. In den Bereichen Planung und Arbeitsvorbereitung hat der deutsche Werkzeugbau Mitarbeiterkapazitäten sukzessive aufbauen können: Betrug der Anteil der Mitarbeiter, die Planungs- und Arbeitsvorbereitungsaufgaben verantworten und durchführen 2004 noch 6 %, liegt der Anteil 2017 bei 10 %. Das ist eine Steigerung um 67 %. Deutsche Werkzeugbaubetriebe haben erkannt, dass Auftragsplanung und CAM-Programmierung zunehmend an Relevanz gewinnen,

um das heterogene Auftragspektrum aus planbaren Neuaufträgen und unplanbaren Reparatur- und Änderungsaufträgen termintreu abwickeln zu können. Der deutsche Werkzeugbau ist sich ebenfalls der Komplexität von Planung und Arbeitsvorbereitung in der Einzel- und Kleinserienfertigung bewusst: Durchschnittlich werden Mitarbeiter 3 Tage im Jahr durch intern oder extern durchgeführte Maßnahmen in den Bereichen Planung und Arbeitsvorbereitung geschult.

Siehe Studie > Erfolgreich Planen



33 %

beträgt die Reduzierung der Anzahl an Eilaufträgen von 2004 bis 2017

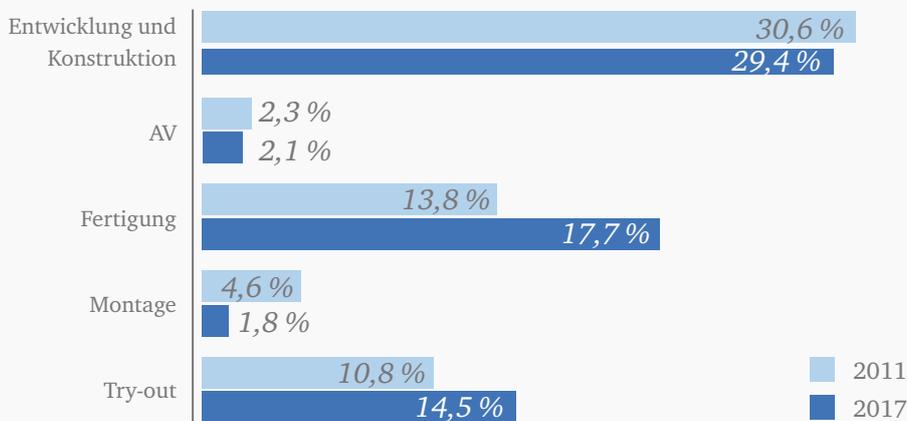
Einen großen Anteil an der Leistungsfähigkeit des deutschen Werkzeugbaus hat die mechanische Fertigung. Die zuvor beschriebene positive Entwicklung, die deutsche Werkzeugbaubetriebe in den vergangenen Jahren in Planung und Arbeitsvorbereitung genommen haben, zeigt sich insbesondere in der mechanischen Fertigung: Der Anteil interner Eilaufträge, die unter anderem aus einer statischen und ineffizienten Planung resultieren, konnte von 32,4 % in 2004 auf 21,6 % in 2017 reduziert werden. Das ist eine Reduzierung um 33 %.

Der deutsche Werkzeugbau muss sich ständig mit chinesischen Werkzeugbaubetrieben vergleichen. Im Bereich der mechanischen Fertigung bestehen jedoch große Unterschiede. In chinesischen Betrieben werden

im Durchschnitt 8,2 Fertigungstechnologien eingesetzt, in Deutschland hingegen 11,9. Deutsche Werkzeugbaubetriebe greifen somit auf ein breiteres Technologiespektrum im Herstellungsprozess zurück. Weitere Unterschiede zwischen deutschen und chinesischen Werkzeugbaubetrieben werden im Kapitel Ressourcen aufgezeigt.

Deutsche Werkzeugbaubetriebe nutzen vermehrt externe Wertschöpfungspartner entlang der gesamten Prozesskette. Insbesondere in Entwicklung und Konstruktion werden 29,4 % aller Umfänge extern vergeben. Der Anteil der Fremdvergabe in der Fertigung liegt bei 17,7 % sowie im Try-out bei 14,5 %. Mit niedrigeren Fremdvergabeanteilen folgen die Arbeitsvorbereitung (2,1 %) sowie die Montage (1,8 %).

Fremdvergabeumfänge entlang der Prozesskette



Im Rahmen der zunehmenden Integration externer Wertschöpfungspartner haben deutsche Werkzeugbaubetriebe die Anzahl ihrer Hauptlieferanten reduziert: Griffen deutsche Werkzeugbaubetriebe 2009 im Durchschnitt noch auf 21 Hauptlieferanten zurück, so wurde dieser Wert bis 2017 sukzessive auf durchschnittlich 15,4 reduziert. Die geringere Anzahl Hauptlieferanten schließt auf eine Fokussierung auf strategisch wichtige sowie in Bezug auf Qualität und Termintreue verlässliche

Lieferanten, die sich anhand der Kennzahlen Korrektheit und Pünktlichkeit der Lieferungen widerspiegelt: Im Jahre 2017 waren im Durchschnitt 94 % aller Lieferungen korrekt. Gleichzeitig waren 88 % aller Lieferungen pünktlich. Für deutsche Werkzeugbaubetriebe besteht nichtsdestotrotz weiterhin Potenzial, die Korrektheit und Pünktlichkeit der Lieferungen durch eine intensive Betreuung, Auditierung und Weiterentwicklung von Lieferanten kontinuierlich zu erhöhen.

[Zunahme der Kundenbeschwerden aus Montage und Try-out.]

Die Bereiche Montage und Try-out sind wissensintensive Bereiche im Werkzeugherstellungsprozess. Die Erfahrung zahlreicher Werkzeugprojekte und das Verständnis der Mitarbeiter für den Erprobungsprozess der Werkzeuge sind entscheidend für eine termingerechte Herstellung und Übergabe serienreifer Werkzeuge an den Kunden. Dazu setzen deutsche Werkzeugbaubetriebe 2017 jeden sechsten Mitarbeiter (16,5 %) in den Bereichen Montage oder Try-out ein. Durch die vermehrte Integration erfahrener Mitarbeiter aus der mechanischen Fertigung versuchen deutsche Werkzeugbaubetriebe, das existierende

Know-how zu nutzen, um die Anzahl notwendiger Bemusterungsschleifen im Try-out zu minimieren. Aktuell besteht für deutsche Werkzeugbaubetriebe das Potenzial, die Zufriedenheit der Kunden bei Übergabe serienreifer Werkzeuge zu erhöhen: Der Anteil an Kundenbeschwerden nach der zweiten Bemusterungsschleife hat sich von 8,6 % in 2009 auf 12 % in 2017 erhöht. Mögliche Gründe dafür können steigende Kundenanforderungen sowie komplexere Werkzeuge mit engeren Toleranzgrenzen sein.



12 %

beträgt der Anteil
Werkzeuge mit Kunden-
beschwerden nach
2. Bemusterung



Ressourcen

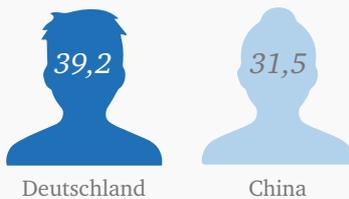
[Hohes Durchschnittsalter und wenig Nachwuchskräfte.]

Eine der wichtigsten Ressourcen im deutschen Werkzeugbau sind die Mitarbeiter. Ihr Produkt- und Prozesswissen sowie ihre Erfahrungen sind zentrale Erfolgsfaktoren für das wirtschaftliche Ergebnis deutscher Werkzeugbaubetriebe. Besonders der hohe Anteil Mitarbeiter in der Fertigung (ca. 39 %) hat deshalb einen großen Einfluss auf die Werkzeugqualität.

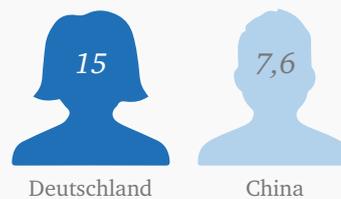
In den letzten zehn Jahren lassen sich zwei Trends erkennen: Während das Durchschnitts-

alter der Mitarbeiter von 37,7 Jahre (2004) auf 39,2 Jahre (2017) angestiegen ist, ist der Anteil Auszubildende im Werkzeugbau kontinuierlich von 15,7 % (2004) auf 11,2 % (2017) gesunken. Die Kombination dieser beiden Trends stellt eine Bedrohung für die Zukunftsfähigkeit des Werkzeugbaus in Deutschland dar. Positiv ist der Anstieg der durchschnittlichen Unternehmenszugehörigkeit von 13,8 Jahren (2004) auf 15 Jahre (2017) zu bewerten, der durch eine geringe Fluktuation begründet ist.

Ø Alter in Jahren



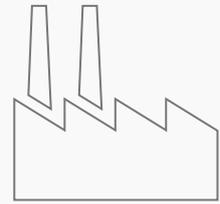
Ø Betriebszugehörigkeit in Jahren



[Stetige Investitionen zur Sicherung der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit.]

Neben den Mitarbeitern sind die technologischen Ressourcen ein entscheidender Faktor im Werkzeugbau. Die Entwicklungen und Innovationen der letzten Jahre geben deutschen Werkzeugbaubetrieben viele Möglichkeiten, ihren Maschinenpark zu modernisieren. Es zeigt sich, dass bis auf einen kurzzeitigen Rückgang, aufgrund der Weltwirtschaftskrise 2008, die Investitionen – anteilig an den Umsatzerlösen gerechnet – stetig angestiegen sind. Vor allem in den Kerntechnologien des Werkzeugbaus, dem Fräsen und der funkenerosiven Bearbeitung, lassen sich viele technische Innovationen und Neuerungen in den letzten Jahren beobachten. Zusätzlich haben sich die Möglichkeiten zur Automatisierung einzelner oder kombinierter Prozesse, beispielsweise

abgebildet in linearen Fertigungsstraßen, vermehrt. Dies schafft großes Potenzial zur Reduzierung der Durchlaufzeiten und die Möglichkeit der mannlosen Bearbeitung. Die Bedeutung der technologischen Ressourcen ist durch den zunehmenden Wettbewerb mit asiatischen und osteuropäischen Werkzeugbaubetrieben heutzutage höher als je zuvor und dient als ein zentrales Differenzierungsmerkmal. Besonders die Kleinelektronikindustrie und die Medizintechnik fordern noch genauere und filigranere Werkzeuge, deren Herstellung ein Maximum an Präzision der technologischen Ressourcen erfordert. Somit stellen die Maschinen im Zusammenspiel mit gut ausgebildeten Mitarbeitern in deutschen Werkzeugbaubetrieben ein wichtiges Qualitätsmerkmal dar.



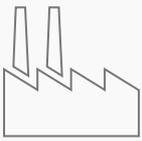
39 %

der Mitarbeiter arbeiten in der Fertigung



8,2 %

ihrer Umsatzerlöse investierten die EIP-Finalisten 2017



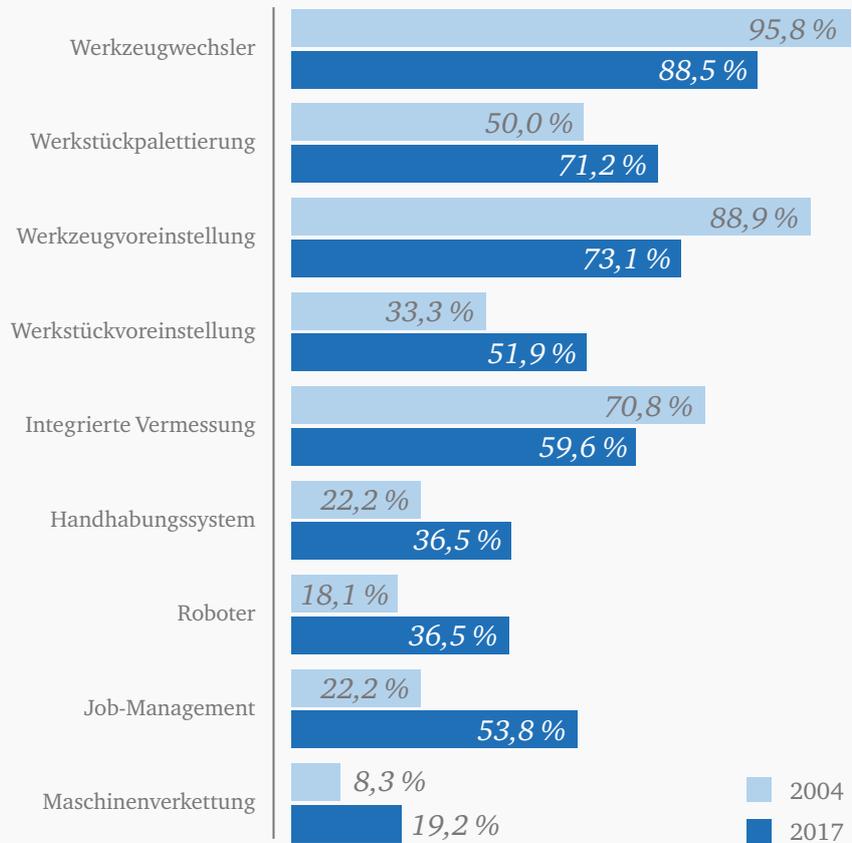
8,3 Jahre
 beträgt das Durchschnittsalter der Fräsmaschinen der EIP-Finalisten 2017

Fräsen

Die wichtigste Technologie im Werkzeugbau ist das Fräsen mit einem durchschnittlichen Fertigungsanteil von 46,3 %. Hier setzen die meisten deutschen Werkzeugbaubetriebe auf junge und moderne Maschinen, sodass das Durchschnittsalter vorhandener Ressourcen bei 9,8 Jahren liegt. Bei den Finalisten des Wettbewerbs „Excellence in Production“ von 2017 beträgt das Durchschnittsalter lediglich 8,3 Jahre. Neue moderne HSC-Fräsmaschinen eignen sich besonders für eine endkonturnahe Schlichtbearbeitung sowie für die Bearbeitung von Elektroden für die Senkerosion. Diese Vorteile nutzen deutsche Werkzeugbaubetriebe vermehrt: Im Jahr 2004 betrug der Anteil der HSC-Maschinen im Fräsen 22,2 %, bis 2017 ist dieser Wert auf

36,3 % angestiegen. Die Produktivität im Fräsen, gemessen an den durchschnittlichen Jahreslaufzeiten der Maschinen, stieg von 2004 bis 2017 um ca. 8 % auf 2.988 Stunden pro Jahr. Einen großen Einfluss auf diesen Produktivitätsanstieg hat die Implementierung und Erweiterung von Automatisierungskonzepten: Lag der Automationsgrad 2004 im Fräsen noch bei 53 %, so konnte der Wert bis 2017 auf 58,8 % gesteigert werden. Besonders der Anteil Werkstückpalettierungen, der Einsatz von Industrierobotern und die Maschinenverkettung haben sich in den letzten Jahren im Fräsen nahezu verdoppelt. Moderne 5-Achs-Fräsmaschinen tragen ebenfalls dazu bei, dass Endkonturen mit genauen Oberflächen gefertigt werden können und eine Nacharbeit entfällt.

Automatisierungsmaßnahmen in der Technologie Fräsen

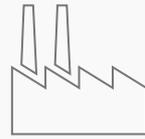


Erklärung: x % aller Maschinen sind mit Automatisierungsmaßnahme x ausgestattet.

Senkerosion

Die Senkerosion ist nach dem Fräsen die zweitwichtigste Technologie im Werkzeugbau, besonders bei der Fertigung von Mehrkavitäten-Werkzeugen. Dies verdeutlicht der hohe Fertigungszeitanteil von durchschnittlich ca. 25 % (2017) bei Werkzeugbaubetrieben mit Fokus auf Spritzgießwerkzeugen. Auffällig ist, dass sich die durchschnittliche Jahreslaufzeit der Maschinen in den letzten Jahren kaum verändert hat und bei ca. 3028 Stunden stagniert. Der Automatisierungsgrad hat sich hingegen leicht erhöht: 2004 lag dieser bei 41,8 % und hat sich bis 2017 auf 55,4 % gesteigert. Gründe für die nur geringe Zunahme sind zum einen die bereits lange etablierten Möglich-

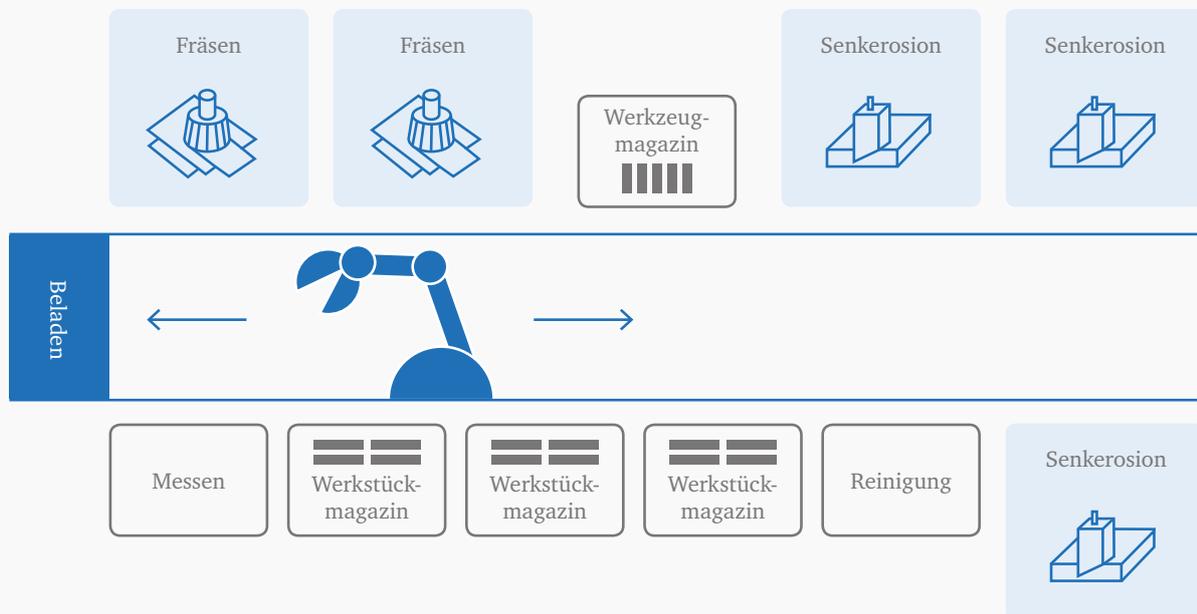
keiten zur Automatisierung in der Senkerosion und zum anderen, dass sich bis heute eine CAM-Schnittstelle nicht vollständig durchgesetzt hat. Insgesamt 86 % der Unternehmen haben eine CAM-Schnittstelle in der Senkerosion. Jedoch ist ein deutlicher Anstieg des Einsatzes von Industrierobotern zur Bestückung der Anlagen von 20,7 % (2004) auf 60,9 % (2017) zu verzeichnen. Weiter lässt sich die Senkerosion optimal in eine automatisierte lineare Fertigungslinie implementieren, in der die Schritte des Elektrodenfräsens mittels HSC-Fräsmaschine und die Werkzeug- und Werkstückbestückung autonom ablaufen können.

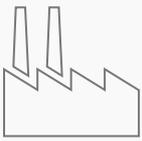


61 %

aller Unternehmen setzen Industrieroboter in der Senkerosion ein

Beispiel einer linearen Fertigungslinie im Werkzeugbau





**3.818
Stunden**

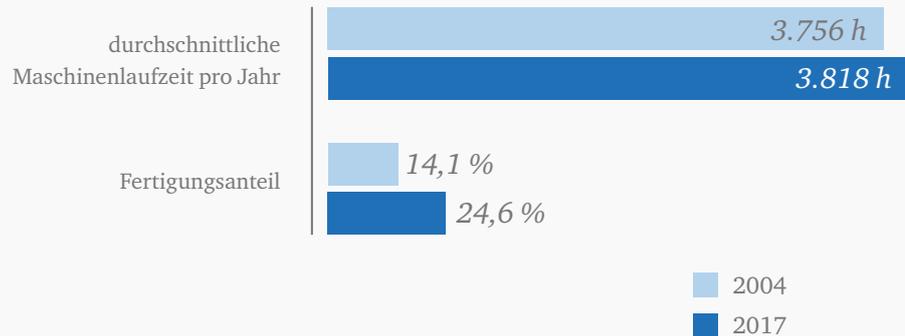
beträgt die durchschnittliche Jahreslaufzeit einer Drahterosionsmaschine

Drahterosion

Bereits 2004 verfügte ein Großteil der Werkzeugbaubetriebe über neue Drahterosionsmaschinen mit einem Durchschnittsalter von 6,2 Jahren. Dies ist begründet durch die technologischen Neuerungen, die aus einer Substituierung der Fast-Wire-Technologie hin zu effizienteren und präziseren Maschinen mit CAM-Schnittstelle resultiert. Zusätzlich ist die Drahterosion aufgrund ihrer hohen Präzision mit Positioniergenauigkeiten von bis zu 1 µm und jährlich 3.818 Fertigungsstunden eine wichtige Technologie für den Werkzeugbau. Dennoch gibt es in der Drahterosion prozessbedingte Herausforderungen, die bis heute nicht gelöst werden konnten. Die Palettierung ist durch die Drahtbearbeitung nur schwierig

gestaltbar, sodass oftmals verschiedene Palettierungssysteme für die Drahterosion und andere Fertigungstechnologien eingesetzt werden müssen. Dadurch ist begründet, dass der Automationsgrad zwischen 2004 und 2017 bei 24 % stagnierte. Somit ist neben der Implementierung weiterer Automatisierungsmaßnahmen bei der Drahterosion auch die Reduzierung der Nebenzeiten eine weitere Herausforderung für die Zukunft. Grundsätzlich bleibt die Drahterosion neben dem Fräsen und der Senkerosion gerade im Spritzgießwerkzeugbau weiterhin eine Kerntechnologie.

Drahterosion

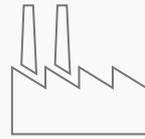
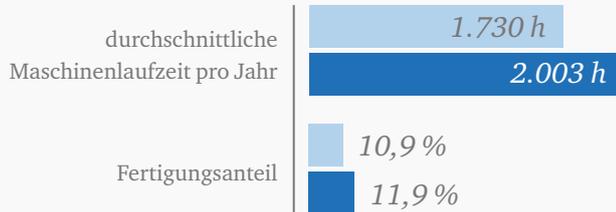


Drehen & Schleifen

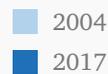
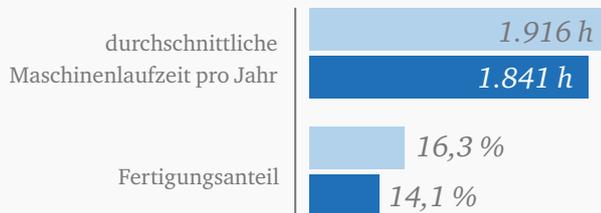
Die beiden Technologien Drehen und Schleifen gelten in der Regel als Bedarfstechnologien im Werkzeugbau. Als Bedarfsmaschinen werden im Werkzeugbau Maschinen bezeichnet, die weniger als 750 Stunden im Jahr laufen. Der jeweilige Einsatz der Technologie Drehen und Schleifen hängt vom gefertigten Werkzeugtyp ab. Drehen ist im Bereich der Herstellung von Warm- und Kaltmassivumformwerkzeugen ähnlich wichtig wie das Fräsen, während die Technologie bei anderen Werkzeugtypen wie Spritz- und Druckgießwerkzeugen eine untergeordnete Rolle spielt. Schleifen wird über alle Werkzeugtypen genutzt, wobei die größte Relevanz im Bereich der Kaltmassiv-

umform-, Press- und Spritzgießwerkzeuge zu erkennen ist. Beim Drehen und Schleifen ist die Entwicklung zu beobachten, dass in den letzten zehn Jahren trotz einer Zunahme der durchschnittlichen Maschinenlaufzeiten um 22,9 % (Drehen) und einem konstanten Niveau der Laufzeiten beim Schleifen zunehmend die Bedeutung in der Fertigung gesunken ist. Dies wird durch den gesunkenen Fertigungsanteil deutlich (Drehen 11,9 % und Schleifen 14,1 %). Ein Grund hierfür ist die technologische Leistungsfähigkeit der modernen 5-Achs-HSC-Fräsbearbeitung, die es ermöglicht, filigrane Endkonturen zu fräsen und somit eine Schleiffinebearbeitung überflüssig macht.

Drehen



Schleifen



Try-out

Der Try-out Prozess hat in den vergangenen Jahren im deutschen Werkzeugbau zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dies wird darin deutlich, dass die durchschnittliche Anzahl werkzeugbaueigener Try-out Anlagen zwischen 2004 und 2017 von 2,1 auf 3,6 gestiegen ist. Die Notwendigkeit zu einer höheren Try-out Kapazität ergibt sich aus der Bedeutung dieses Prozessschritts. Die Qualität des Try-out Prozesses hat einen erheblichen Einfluss auf die Durchlaufzeit des Werkzeugs, da die Try-out Phase zumeist einen großen Anteil der gesamten Durchlaufzeit ausmacht und darüber hinaus nur sehr schwer planbar ist. Ausreichende Kapazitäten im Try-out Bereich tragen also direkt zu einer Optimierung der Durchlaufzeiten bei. Durch umfangreiche Simulationen wird weiterhin versucht, die

Anzahl an notwendigen Try-out Zyklen zu reduzieren. Erste kleine Erfolge konnten dabei bereits erreicht werden. Über die gesamte Branche gesehen, ist die Anzahl benötigter Try-out Zyklen jedoch in den letzten 10 Jahren beinahe unverändert geblieben, sodass hier weiterhin hohes Potenzial zur Optimierung besteht.

In den Studien „Erfolgreich Fertigungstechnologien Einsetzen“ und „Erfolgreich Automatisieren“ der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie und des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT finden sich viele weitere Informationen zum Einsatz von Fertigungstechnologien und Automatisierung im Werkzeugbau.



3,6
beträgt die durchschnittliche Anzahl an Try-out Anlagen



Zusammenfassung & Ausblick

Industrie

Deutschland gehört zu einer der größten Volkswirtschaften auf der Welt, die in Zukunft verschiedene Trends adressieren muss, um ihre Stellung zu behaupten. Die zentrale Stellung Deutschlands spiegelt sich ebenfalls im deutschen Werkzeugbau wider: Deutschland produziert in Europa die meisten Werkzeuge, davon werden ca. 40 % ins Ausland exportiert. Es existieren verschiedene Werkzeugbauregionen, die vornehmlich im Süden und im Westen Deutschlands angesiedelt sind.

Produkt

Deutsche Werkzeugbaubetriebe fokussieren sich stark auf ein Werkzeugspektrum, was zu einem hohen Spezialisierungsgrad führt. Die einzelnen Werkzeugtypen unterscheiden sich in ihren Abmessungen und im Gewicht. Weiterhin charakteristisch für deutsche Werkzeuge ist die hohe Oberflächengüte. Diese liegt ungeachtet der Abmessungen des Werkzeugs größtenteils unter 1 µm. Damit unterscheidet sich der deutsche Werkzeugbau maßgeblich von chinesischen Werkzeugbaubetrieben, welche häufig Oberflächengüten im Bereich von nur 5 µm erreichen. Die hohe Qualität spiegelt sich auch im Preis wider. Dieser liegt sowohl bei Blechumformwerkzeugen als auch bei Spritzgießwerkzeugen deutlich über dem von chinesischen Werkzeugbaubetrieben. Dieser preisliche Unterschied lässt sich bei Kunden nicht mehr nur durch ein qualitativ hochwertigeres Produkt begründen, weshalb viele Werkzeugbaubetriebe vermehrt Dienstleistungen anbieten.

Prozess

Die Leistungsfähigkeit deutscher Werkzeugbaubetriebe zeichnet sich durch die Beherrschung der Prozesse entlang der Werkzeugherstellung aus. Besonders die niedrige Durchlaufzeit und hohe Termintreue sind charakteristische Kennzahlen für den deutschen Werkzeugbau. Insbesondere der Entwicklung und Konstruktion werden eine zentrale Bedeutung in deutschen Werkzeugbaubetrieben zugesprochen, was

sich in einem vergleichsweise hohen Mitarbeiteranteil niederschlägt. Des Weiteren werden vermehrt Schwerpunkte auf die Planung und Arbeitsvorbereitung in der Produktion gesetzt, was die Relevanz dieser Punkte unterstreicht. Weiterhin verwenden deutsche Werkzeugbaubetriebe deutlich mehr Technologien in der Fertigung als chinesische Betriebe.

Ressourcen

Das Durchschnittsalter der Mitarbeiter im Werkzeugbau ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen und liegt aktuell bei 39,4 Jahren, sodass in Zukunft vermehrt Mitarbeiter altersbedingt ausscheiden werden. Gleichzeitig nimmt die Zahl der Auszubildenden im Werkzeugbau ab. Der deutsche Werkzeugbau muss somit zukünftig den systematischen Wissenstransfer adressieren, um dem Know-how Verlust vorzubeugen. Als positiv ist zu nennen, dass die Betriebszugehörigkeit aufgrund niedriger Fluktuationen stetig steigt. Auf Seiten der Technologie haben deutsche Werkzeugbaubetriebe eine sehr fortgeschrittene, innovative und junge Maschinenausstattung. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass besonders in den Kerntechnologien Fräsen und funkenerosive Bearbeitung viele technologische Neuheiten entwickelt wurden.

Der deutsche Werkzeugbau gehört weltweit zu den Besten seiner Zunft. Deutsche Werkzeugbaubetriebe zeichnen sich neben hochwertigen Produkten durch effiziente Prozesse und leistungsfähige Ressourcen aus. Um die Geschäftstätigkeiten insbesondere gegenüber internationalen Wettbewerbern langfristig zu sichern, müssen sich deutsche Werkzeugbaubetriebe kontinuierlich weiterentwickeln. Vor allem die digitale Vernetzung und Industrie 4.0 bieten die Möglichkeit, weitere Potenziale auszuschöpfen. Im Sinne „Stillstand heißt Rückschritt“ gilt es für deutsche Werkzeugbaubetriebe, ihren aktuellen Vorsprung gegenüber Wettbewerbern durch systematische Verbesserung in allen Bereichen zu wahren.

Autoren



Prof. Dr. Wolfgang Boos

Geschäftsführender Oberingenieur
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Dr. Michael Salmen

Leiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Christoph Kelzenberg

Gruppenleiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Lars Johannsen

Gruppenleiter Technologieorganisation
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT



Jens Helbig

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Christoph Ebbecke

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Unsere Studien – Strategische Entwicklung



**Corporate Tooling –
Agile Tool
Development**
2017



**Corporate Tooling –
Flexible Tooling
Organization**
2017



**Corporate Tooling –
Intelligent
Tool Manufacturing**
2017



Smart Tooling
2016



Fast Forward Tooling
2015



**F3 Fast Forward
Factory**
2015

Unsere Studien – Erfolgreich...



**Erfolgreich
Fräsen**
2018



**Erfolgreich
Automatisieren**
2017



**Erfolgreich
Restrukturieren**
2017



**Erfolgreich
Performance Messen**
2017



**Erfolgreich Fertigungs-
technologien Einsetzen**
2017



**Erfolgreich
Finanzieren**
2016



**Erfolgreich Digital
Vernetzen**
2016



**Erfolgreich
Mitarbeiter Motivieren**
2016



**Erfolgreich
Kalkulieren**
2015



Erfolgreich Planen
2015

Unsere Studien – Tooling in...



World of Tooling
2015



Tooling in Germany
2018



Tooling in China
2016



Tooling in Turkey
2016



Tooling in Germany
2016



Tooling in China
2015



Tooling in South Africa
2014



Herausgeber

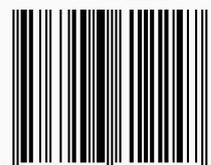
Werkzeugmaschinenlabor WZL

der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
Campus-Boulevard 30
D-52074 Aachen
www.wzl.rwth-aachen.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Steinbachstraße 17
D-52074 Aachen
www.ipt.fraunhofer.de

978-3-946612-24-7



9 783946 612247