



Tooling in Austria

2020

2020

Wolfgang Boos
Christoph Kelzenberg
Julian Boshof
Marcel Prümmer
Christoph Ebbecke
Christoph Frey
Christian Lürken



mit Unterstützung von



Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen steht mit seinen 1.025 Mitarbeitenden 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 praxisgerechte 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 Austria 2020

Copyright © 2020

Autoren: Wolfgang Boos, Christoph Kelzenberg, Julian Boshof, Marcel Prümmer, Christoph Ebbecke, Christoph Frey, Christian Lürken
Gestaltung: Delayne Kreutz

ISBN: 978-3-946612-56-8

Druck: printclub, 1. 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 Austria

2020

2020

Wolfgang Boos
Christoph Kelzenberg
Julian Boshof
Marcel Prümmer
Christoph Ebbecke
Christoph Frey
Christian Lürken



mit Unterstützung von



Spotlight

Die Alpenrepublik Österreich gehört zu den 30 größten Volkswirtschaften der Welt. Dominiert wird die österreichische Wirtschaft durch den Dienstleistungssektor, welcher 70 % des Bruttoinlandsprodukts generiert. Insbesondere die Handels- und Transportbranche spielen eine bedeutende Rolle im österreichischen Dienstleistungssektor. Doch auch die Industrie nimmt eine wichtige wirtschaftliche Position ein. Als die bedeutendsten Industriebranchen Österreichs sind die Maschinen-, die Automobil-, die Metallwaren- und die Gießereiindustrie zu nennen. Die Maschinenindustrie nimmt neben der Automobilindustrie das höchste Exportvolumen ein. Der wichtigste Handelspartner Österreichs sowohl im Export als auch im Import ist Deutschland. Rund ein Drittel der österreichischen Importe kommen aus Deutschland und ein Drittel der Exporte gehen nach Deutschland. Insgesamt befindet sich der Großteil der österreichischen Handelspartner innerhalb Europas.

Die österreichische Unternehmenslandschaft ist vor allem von kleinen und mittelständischen Unternehmen geprägt. 97,5 % der Unternehmen in Österreich haben weniger als 50 Mitarbeitende. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschafts- und Produktionsstandorts Österreich hängt nicht zuletzt vom Werkzeugbau ab. An der Schnittstelle zwischen Produktentwicklung und Serienproduktion befähigt der

Werkzeugbau die effiziente Produktion qualitativ hochwertiger Produkte. Der österreichische Werkzeugbau ist vor allem für die hohe Kompetenz im Bereich der Spritzgießwerkzeuge international angesehen. Dies ist auf die hohe Innovationskraft und Leistungsfähigkeit österreichischer Werkzeugbaubetriebe zurückzuführen. Zudem können österreichische Werkzeugbaubetriebe auf leistungsfähige und moderne Fertigungsressourcen sowie hochqualifizierte Mitarbeitende zurückgreifen. Die vorliegende Studie gibt einen Einblick in die Charakteristika der österreichischen Wirtschaft im Allgemeinen sowie des österreichischen Werkzeugbaus im Speziellen.



15 %

... betrug der Anstieg der österreichischen Produktion von Spritzgießwerkzeugen zwischen 2017 und 2019.

4 von 5

... der in Österreich hergestellten Werkzeuge sind Spritzgießwerkzeuge und andere kunststoffverarbeitende Werkzeuge.

2/3

... der Umsätze österreichischer Werkzeugbaubetriebe werden mit Kunden im Inland generiert.

141.000 €

... beträgt der durchschnittliche jährliche Umsatz österreichischer Werkzeugbaubetriebe pro Mitarbeitendem.

1/6

... der Mitarbeitenden in österreichischen Werkzeugbaubetrieben sind Auszubildende.



Niederösterreich

Die Burgruine Aggstein in der Kulturlandschaft Wachau an der Donau



Executive Summary

Die Covid-19-Pandemie hat die globale Wirtschaft schwer getroffen. Laut dem Internationalen Währungsfonds ist ein konjunktureller Rückgang der Weltwirtschaft von 4,9 % für das Jahr 2020 zu erwarten. Die Krise ist auch für die österreichische Wirtschaft nicht folgenlos. So prognostiziert die Wirtschaftskammer Österreich einen Rückgang des Bruttoinlandsprodukts (BIP) im Jahr 2020 von bis zu 10 %. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bewältigung der gegenwärtigen Ausnahmesituation ist die grundsätzliche wirtschaftliche Struktur sowie die Entwicklung in den Jahren vor der Krise.

Trotz der vergleichsweise geringen Bevölkerungszahl zählt Österreich zu den 30 größten Volkswirtschaften der Welt. Die österreichische Wirtschaft ist vor allem durch einen starken Dienstleistungssektor geprägt, der rund 70 % des BIP ausmacht. Aber auch die Industrie trägt mit einem Anteil von rund 29 % am BIP zu einem erheblichen Teil zur österreichischen Wirtschaftsleistung bei. In den vergangenen Jahren ist die österreichische Wirtschaft beständig gewachsen. So konnte ein jährliches Wachstum des BIP zwischen 3 % und 4 % erreicht werden. Im internationalen Vergleich zeichnet sich die Wirtschaft Österreichs insbesondere durch eine hohe Stabilität aus.

Die österreichische Wirtschaft erzielte einen positiven Leistungsbilanzsaldo (Differenz der Exporte und Importe von Waren und Dienstleistungen einer Volkswirtschaft) von 2,6 % im Jahr 2019. Der Außenhandel Österreichs fokussiert sich insbesondere auf die Länder der Europäischen Union sowie des übrigen Europas. Im Jahr 2019 gingen 79 % der österreichischen Exporte an europäische Handelspartner. Der mit Abstand

wichtigste Handelspartner Österreichs ist Deutschland. Rund ein Drittel der österreichischen Im- und Exporte entfallen auf das Nachbarland.

Der österreichische Werkzeugbau ist international vor allem in der Kunststoffverarbeitung als Anbieter komplexer und hochwertiger Werkzeuge bekannt. Spritzgießwerkzeuge und andere kunststoffverarbeitende Werkzeuge machen rund 80 % der österreichischen Werkzeugproduktion aus. Die bedeutendste Abnehmerbranche des österreichischen Werkzeugbaus ist die Automobilindustrie. Aber auch die Elektronik- und die Verpackungsindustrie zählen zu wichtigen Abnehmern österreichischer Werkzeuge. Hierbei erwirtschaften österreichische Werkzeugbaubetriebe zwei Drittel ihres Umsatzes mit Kunden aus dem Inland. Wichtigster Handelspartner ist auch im Werkzeugbau das Nachbarland Deutschland.

Im internationalen Vergleich überzeugen österreichische Werkzeugbaubetriebe durch die hohe Qualität der hergestellten Werkzeuge. Österreichische Werkzeugbaubetriebe vertrauen auf eine vergleichsweise hohe Wertschöpfungstiefe. Dies erlaubt eine genaue Kontrolle der erzielten Qualität entlang der Wertschöpfungskette. Zudem ist eine starke Kundenorientierung durch das breite Angebot vor- und nachgelagerter Dienstleistungen vorhanden.

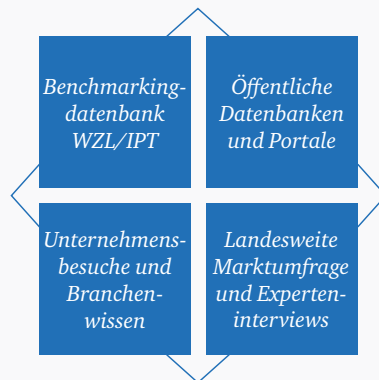
Der Werkzeugbau in Österreich verfügt über leistungsfähige Maschinen und kann auf hochqualifizierte Mitarbeitende zurückgreifen. Zur langfristigen Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit sind in den Bereichen Automatisierung und Digitalisierung weitere Investitionen sowie der Aufbau von Know-how notwendig.



Podersdorf am See am
Ostufer des Neusiedler Sees



Studiendesign



Die vorliegende Studie beschreibt die Charakteristika der Branche Werkzeugbau in Österreich. Das Ziel ist eine qualitative und quantitative Bewertung der Leistungsfähigkeit des österreichischen Werkzeugbaus. Dazu werden Kennzahlen österreichischer Werkzeugbaubetriebe äquivalenten Kennzahlen aus Deutschland sowie aus weiteren Ländern gegenübergestellt. Zunächst wird das industrielle Umfeld des Landes dargestellt und die Struktur des Werkzeugbaus in Österreich beschrieben. Anschließend wird die Leistungsfähigkeit österreichischer Werkzeugbaubetriebe durch relevante Kennzahlen aus den Jahren 2015 bis 2019 ermittelt. Die Leistungsfähigkeit österreichischer Werkzeugbaubetriebe wird in Bezug auf die vorhandenen Kompetenzen in den Dimensionen Produkt, Prozess und Ressourcen bewertet.

In der Dimension Produkt wird die Komplexität des angebotenen Werkzeugspektrums und der Anteil von Dienstleistungen beurteilt. Mit der Dimension Prozess werden alle umsatzrelevanten Aspekte der Leistungserstellung in Bezug auf Effizienz beschrieben. Die Dimension Ressourcen beinhaltet die Analyse und Bewertung der vorhandenen Fertigungsmittel sowie des Ausbildungsniveaus der Mitarbeitenden in österreichischen Werkzeugbaubetrieben.

Die Studienergebnisse basieren auf Datensätzen österreichischer Werkzeugbaubetriebe aus der weltweit größten Datenbank

im Bereich Werkzeugbau. Die gemeinsame Datenbank des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen und des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT umfasst insgesamt über 1.000 verschiedene Datensätze deutschsprachiger Werkzeugbaubetriebe aus den letzten fünf Jahren und mehr als 2.500 Datensätze internationaler Werkzeugbaubetriebe. Ein weiterer Teil der Studienergebnisse basiert auf veröffentlichten Daten zum nationalen und internationalen Werkzeugbau. Es werden zudem öffentlich zugängliche Datenbanken und Portale wie bspw. Comtrade oder Eurostat als Quellen verwendet. Ergänzt werden die Studienergebnisse durch das Branchenwissen der Werkzeugbauexperten von WZL der RWTH Aachen, Fraunhofer IPT und der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH auf Basis von Unternehmensbesuchen, Expertengesprächen sowie Industrie- und Forschungsprojekten.

Quantifiziert wird dieses Branchenwissen mit Hilfe einer landesweit durchgeführten Marktumfrage. Die Validierung der Ergebnisse fand im engen Kontakt und Austausch mit dem Kunststoff-Cluster (KC) in Ober- und Niederösterreich statt, einem branchenübergreifenden Netzwerk des Kunststoffsektors. In Ergänzung zu den Studienergebnissen sind zwei Best-Practice Lösungen österreichischer Werkzeugbaubetriebe enthalten.



Die Datenbank von WZL und IPT umfasst über

1.000

Datensätze deutschsprachiger Werkzeugbaubetriebe nicht älter als 5 Jahre



Blick über die Dächer Salzburgs auf
die Festung Hohensalzburg



Industrielles Umfeld

[Die Alpenrepublik Österreich zählt zu den 30 größten Volkswirtschaften der Welt.]

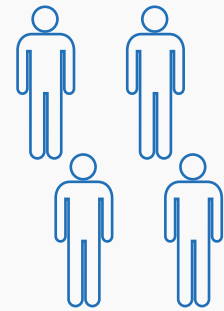
Der europäische Binnenstaat Österreich zählt 8,9 Mio. Einwohner und umfasst eine Fläche von 83.878,99 km². Das Land ist seit 1995 Mitglied der EU und befindet sich heute unter den 30 größten Volkswirtschaften der Welt.

Gesamtwirtschaftliche Entwicklung

Begründet durch eine starke Inlandsnachfrage sowie eine gute Exportleistung erlebte Österreich in den Jahren 2017 und 2018 eine Phase der Hochkonjunktur. Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) wuchs im Jahr 2017 um 3,3 % und im Jahr 2018 um 4,3 %. Auch im Jahr 2019 konnte ein Zuwachs von 3,2 % auf einen absoluten Wert von 397,6 Mrd. € verzeichnet werden. Die Wachstumsrate der österreichischen Wirtschaft übersteigt die der deutschen, welche im Jahr 2019 lediglich einen Zuwachs von 0,6 % verzeichnen konnte, um ein Vielfaches. Österreich erreicht zudem bei der Betrachtung des BIP pro Kopf einen leicht höheren Wert als Deutschland. So nahm das BIP pro Kopf in Österreich im Jahr 2019 mit

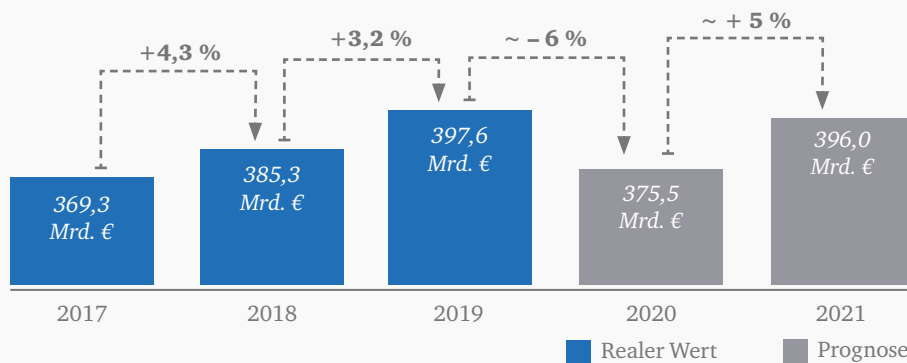
44.900 € einen um 3.558 € höheren Wert an als in Deutschland. Österreichs Arbeitslosenquote betrug im Jahr 2019 4,5 % und lag damit unter dem Durchschnitt der Mitgliedstaaten der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) von 5,4 %. Dies ist ein weiterer Hinweis auf die gute wirtschaftliche Gesamtsituation in Österreich.

Die Warenexporte Österreichs umfassten im Jahr 2019 ein Volumen von 153,5 Mrd. €, während die Warenimporte des Landes 157,8 Mrd. € betragen. Gleichzeitig erzielte Österreich Dienstleistungsexporte in Höhe von 67,1 Mrd. € sowie ein Dienstleistungsimportvolumen von 56,8 Mrd. €. Insgesamt erreichte das Land im Jahr 2019 einen Leistungsbilanzsaldo von 2,6 % des BIP und liegt damit deutlich über dem Durchschnittswert der OECD-Länder von 0,3 %. Die traditionell auf dem Export basierende deutsche Wirtschaft weist einen mit 7,1 % signifikant größeren Leistungsbilanzsaldo auf.

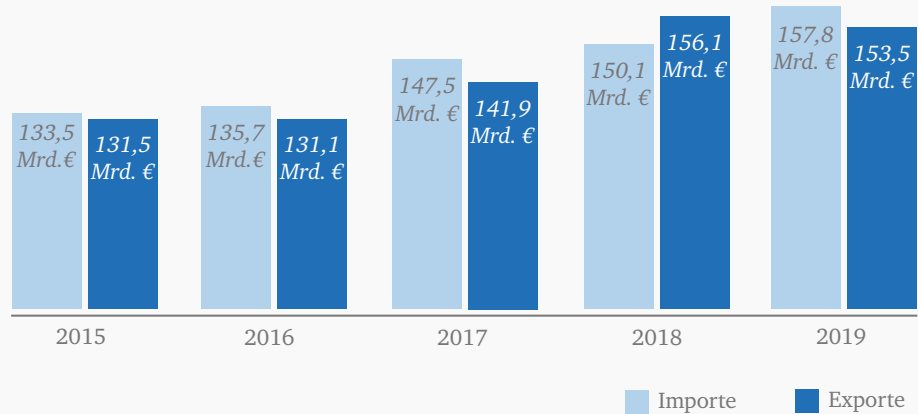


8,9 Mio.
beträgt die
Einwohnerzahl in
Österreich

Entwicklung des österreichischen Bruttoinlandsprodukts



Entwicklung der österreichischen Warenimporte und Warenexporte



55,6 %

**betrug der
Exportanteil am
österreichischen
BIP im Jahr 2019**

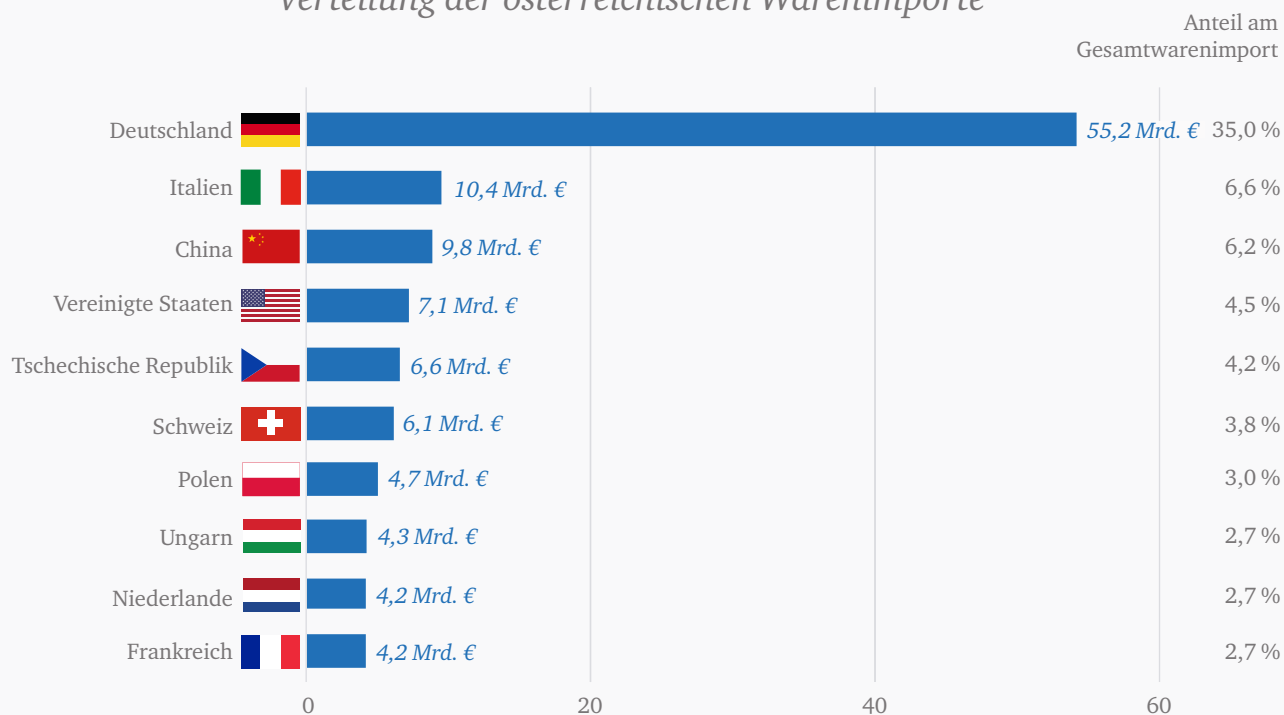
Außenhandel

Das Volumen des österreichischen Warenexports erfuhr innerhalb der letzten 25 Jahre ein starkes Wachstum. Lag das Exportvolumen im Jahr 1995 noch bei 37,0 Mrd. €, so hat es sich bis heute um mehr als das Vierfache gesteigert. Dies entspricht in etwa dem Wachstum des deutschen Außenhandels. Im Jahr 2019 konnte Österreich mit einem Warenexportvolumen von 153,5 Mrd. € einen erneuten Rekord erreichen. Die Exportquote beträgt dabei 55,6 % des österreichischen BIP. Insbesondere bilden kleine und mittelständische Betriebe die Mehrheit der 62.000 Exporteure in Österreich. Zu den Hauptexportwaren Österreichs zählen mit einem Anteil von 26 % am Gesamtvolumen exportierter Waren insbesondere Maschinen und Anlagen, gefolgt von chemischen Erzeugnissen mit 14 % sowie Fahrzeugen mit einem Anteil von insgesamt 13 %.

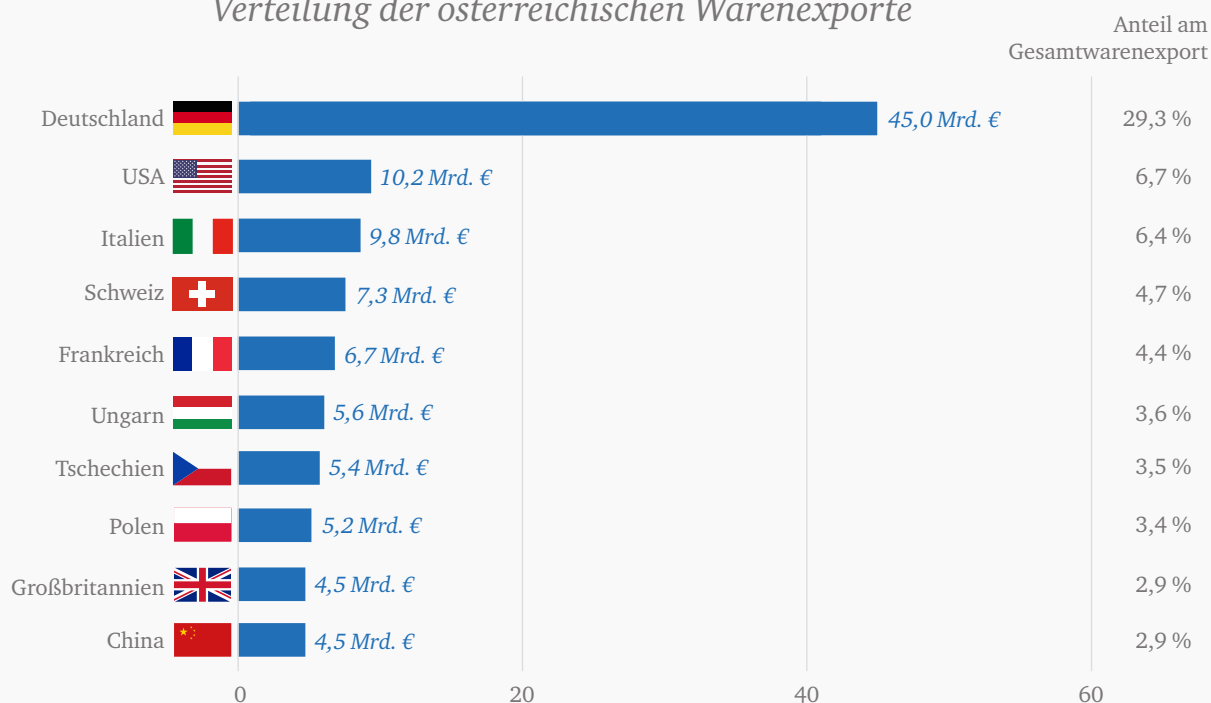
Die Exportwirtschaft Österreichs ist vor allem auf den europäischen Markt konzentriert. Die Exporte innerhalb Europas

machen 79 % der gesamten Exporte Österreichs aus. Im Verlauf der vergangenen 20 Jahre ist Österreich jedoch zunehmend zu einem wichtigen Akteur auf dem globalen Markt aufgestiegen. Österreich hat einen weitverzweigten Außenhandel entwickelt, sodass österreichische Exportfirmen ihre Fertig- und Zulieferprodukte in mehr als zweihundert Ländern vertreiben. Der wichtigste Handelspartner sowohl im Import als auch im Export ist mit großem Abstand Deutschland. Im Jahr 2019 betragen die Exporte nach Deutschland 45,0 Mrd. €. Die Importe aus Deutschland übersteigen diesen Wert mit einem Gesamtvolumen von 55,2 Mrd. €. Insgesamt werden somit rund 30 % der österreichischen Warenexporte an das Nachbarland ausgeliefert, was mehr als dem Vierfachen der Exporte in die USA sowie mehr als dem Neunfachen der Exporte nach China entspricht. Des Weiteren stellen die direkt angrenzenden Nachbarländer Österreichs, wie Italien, die Schweiz und Tschechien, wichtige Handelspartner sowohl im Im- als auch im Export dar.

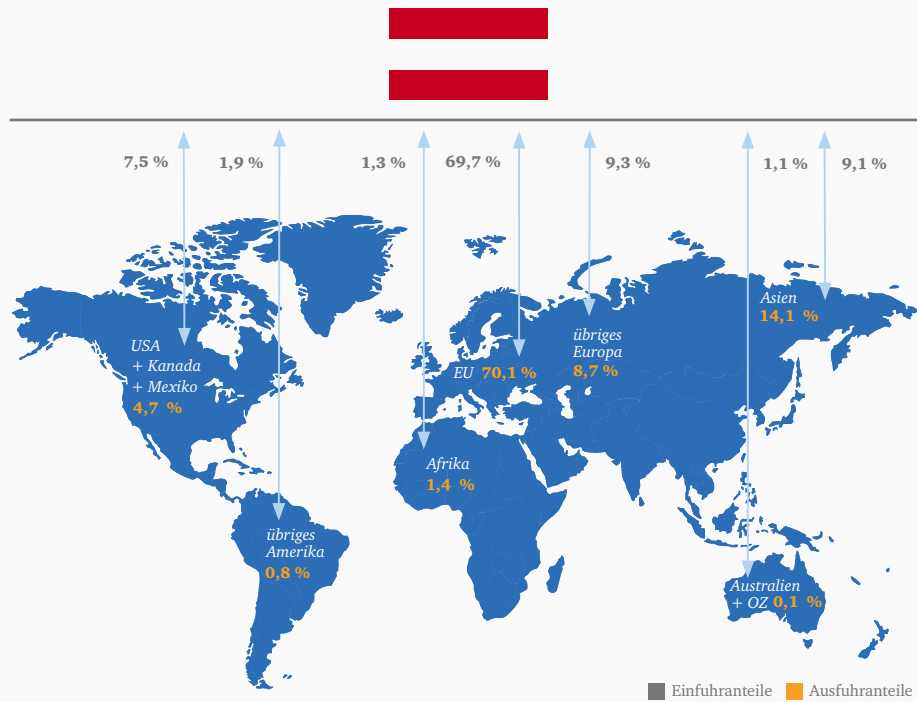
Verteilung der österreichischen Warenimporte



Verteilung der österreichischen Warenexporte



Globale Verteilung der österreichischen Handelspartner

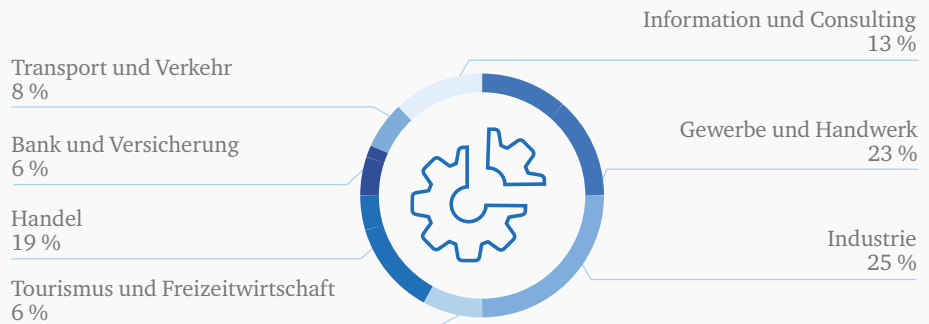


Sektorale Struktur und Unternehmensstruktur

Im Jahr 2019 nahm der primäre Sektor mit Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft 1,3 % des österreichischen BIP ein. Der sekundäre Sektor, das produzierende und verarbeitende Gewerbe, trug 28,7 % und der tertiäre Sektor, welcher Dienstleistungen umfasst, 70,0 % zum BIP bei. Diese Verteilung entspricht ebenso der durchschnittlichen Verteilung des BIP auf die Wirtschaftssek-

toren der gesamten Europäischen Union. Die Bruttowertschöpfung der gewerblichen Wirtschaft Österreichs umfasste im Jahr 2018 190 Mrd. €. Etwa die Hälfte der Bruttowertschöpfung wurde in den Branchen Gewerbe und Handwerk sowie Industrie erzeugt. Maschinen und Anlagen bilden das Hauptexportprodukt der meisten Bundesländer; lediglich in Tirol und Wien besteht der Großteil der Exporte aus pharmazeutischen Erzeugnissen.

Verteilung der österreichischen Bruttowertschöpfung nach Branchen



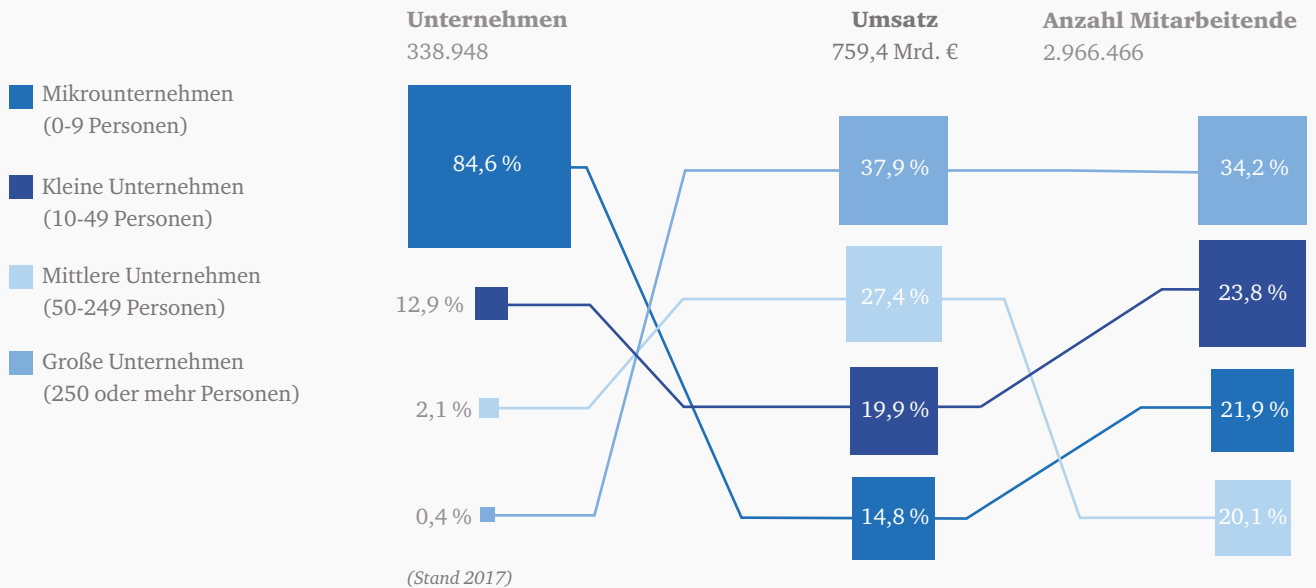
Insgesamt beläuft sich die Anzahl der österreichischen Unternehmen auf rund 340.000 Betriebe. In Betrachtung der Größe österreichischer Unternehmen nehmen Mikrounternehmen mit einer Anzahl von 0-9 Beschäftigten, gemessen an der Anzahl der Unternehmen, einen Anteil von 84,6 % ein. Trotz des vergleichsweise geringen Anteils der mittleren und großen Unternehmen in

Österreich, welche einen Anteil von insgesamt 2,5 % einnehmen, erzeugen diese einen Gesamtanteil von rund zwei Drittel der durch österreichische Unternehmen erwirtschafteten Umsätze. Zudem sind mehr als die Hälfte der rund 2,97 Mio. Angestellten in Österreich in Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten tätig.



99,6 %
betrug 2017 der Anteil
an KMU in Österreich

Unternehmensstruktur in Österreich

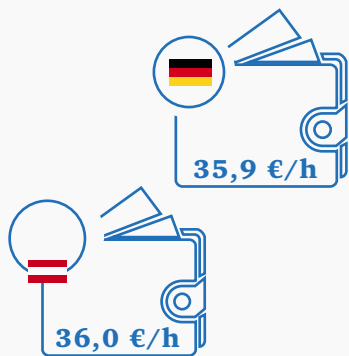
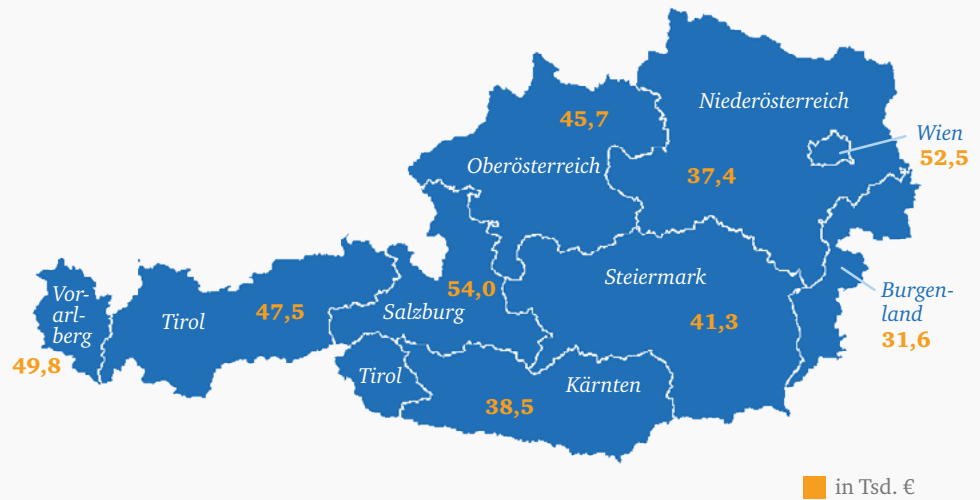


Regionale Struktur

Die wirtschaftlichen Leistungen der einzelnen Regionen Österreichs unterscheiden sich stark. So stammen rund 26 % der österreichischen Exporte aus Oberösterreich, welches das Zentrum der österreichischen industriellen Produktion bildet, gefolgt von 17 % aus der Steiermark, dem flächenmäßig zweitgrößten Bundesland Österreichs. Auch in der Betrachtung des BIP pro Kopf zeigen sich regionale Unterschiede. Das an Deutschland

grenzende Salzburg nimmt mit 54.000 € pro Kopf im Jahr 2019 den größten Wert ein und die Hauptstadt Wien leistet mit 52.500 € pro Kopf ebenfalls einen hohen Beitrag zur Wirtschaftsleistung Österreichs. Das Burgenland, welches eine starke landwirtschaftliche Prägung aufweist, ist mit einem BIP pro Kopf von 31.600 € die wirtschaftsschwächste Region Österreichs. Lediglich 2 % der österreichischen Exporte stammen aus dem östlichen Bundesland an der ungarischen Grenze.

Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in Österreich nach Bundesländern



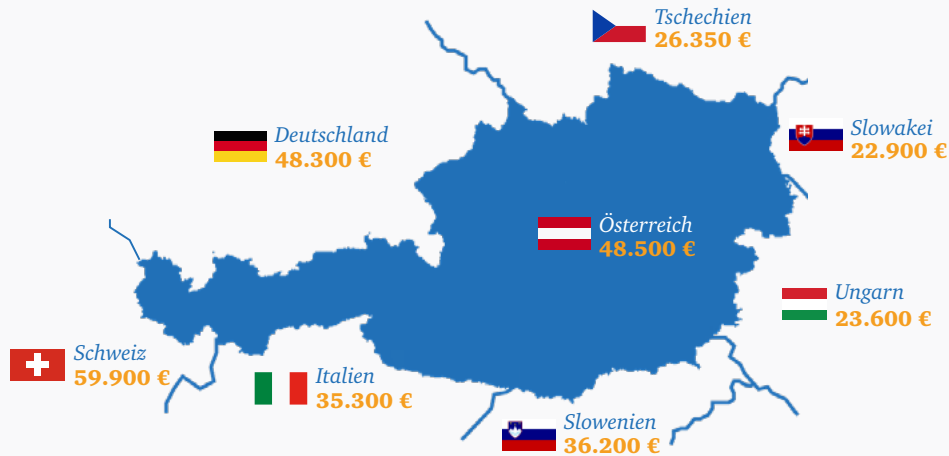
**betragen die
Arbeitskosten in der
Industrie im Jahr 2019**

Durchschnittlicher Arbeitslohn

Anders als in Deutschland existiert in Österreich bislang kein gesetzlich geregelter Mindestlohn. Es erfolgte jedoch eine Einigung auf Tarifverträge in vielen Branchen sowie eine Vereinbarung zwischen der österreichischen Wirtschaftskammer und dem österreichischen Gewerkschaftsbund im Jahr 2019, welche eine allgemeine Erhöhung der Kollektivverträge auf mindestens 1.500 €

monatlich vorsieht. Der durchschnittliche Arbeitslohn in Österreich weicht mit rund 48.500 € pro Jahr nur geringfügig vom durchschnittlichen Verdienst in Deutschland ab und liegt über dem Durchschnitt der Mitgliedsländer der OECD von rund 41.660 €. In der Industrie betragen die Kosten einer Arbeitsstunde im Jahr 2019 36,0 €. Dies entspricht dem Niveau der deutschen Industrie.

Durchschnittlicher Jahreslohn in Österreich und in den Nachbarländern



Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Österreich

Österreich erzielte im Global Competitiveness Report 2019, welcher die Höhe der Wachstumschancen von mehr als 140 Volkswirtschaften beurteilt, Platz 21 und steigerte sich somit im Vergleich zum Vorjahr um einen Platz. Damit ordnet sich Österreich hinter seinen Nachbarländern wie der Schweiz auf Platz 5 und Deutschland auf Platz 7 ein, platziert sich jedoch vor China auf Platz 28. Insbesondere weist das Land Österreich eine hohe Makrostabilität auf, also eine hohe Stabilität des gesamtwirtschaftlichen Verhaltens des Landes, und erzielt in dieser Kategorie den ersten Platz des Global Competitiveness Reports 2019. Des Weiteren zeichnet sich das Land durch eine gute Infrastruktur, ein gutes Gesundheitswesen und eine hohe Innovationsstärke aus. Schwächen sind besonders im Bereich der Digitalisierung vorhanden, in welchem Österreich nur Platz 46 einnimmt. Nicht zuletzt im Industriesektor ist die Digitalisierung ein essentieller Bestandteil des gegenwärtigen und zukünftigen Wettbewerbs und stellt damit ein Handlungsfeld mit dringendem Optimierungspotenzial für das Land Österreich dar, um auch zukünftig konkurrenzfähig zu bleiben.

Aktuelle Situation

Der weltweite Anstieg der Covid-19-Infektionen führt im Jahr 2020 zu einer deutlichen Einschränkung der Wirtschaftsaktivitäten, wodurch auch Österreich in eine starke Rezession gefallen ist. Diese resultiert sowohl aus einem Angebotsabfall aufgrund der massiven Einschränkungen des öffentlichen Lebens, welche sich insbesondere in den Bereichen Verkehr, Beherbergung und Gastronomie widerspiegeln, als auch aus einem Rückgang der In- und Auslandsnachfrage, welcher durch den allgemeinen starken Einbruch der Konsum- und Investitionsausgaben begründet ist. Somit wird im Jahr 2020 ein Einbruch der österreichischen Wirtschaft von etwa 6,0 % prognostiziert, was die Wirtschaftskrise im Jahr 2009 mit einem Einbruch von 3,6 % deutlich übertrifft. Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland erwartet für 2020 einen ähnlichen Einbruch des BIP von 5,8 % und auch die Schweiz erwartet für das Jahr 2020 eine Rezession in einer Größenordnung um 5 %. Eine vollständige Erholung der österreichischen Wirtschaft auf ihr Ursprungsniveau vor Eintritt der Covid-19-Pandemie wird Schätzungen zufolge länger als ein Jahr dauern und ist mit einer hohen Unsicherheit verbunden.



48.500 €

beträgt der jährliche Durchschnittslohn in Österreich



Kärnten

Blick auf den Großglockner,
den höchsten Berg Österreichs



Struktur der Branche Werkzeugbau

[Der österreichische Werkzeugbau ist als Anbieter hochkomplexer und hochpräziser Spritzgießwerkzeuge international angesehen.]

Inländische Struktur

Die Leistungsfähigkeit der österreichischen Industrie beruht zuletzt auf der Leistungsfähigkeit des österreichischen Werkzeugbaus. Als Befähiger der industriellen Produktion an der Schlüsselstelle zwischen Produktentwicklung und Serienproduktion verfügt der Werkzeugbau über entscheidendes Know-how zur Sicherstellung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandorts Österreich. Die wichtigste Abnehmerbranche des österreichi-

schen Werkzeugbaus ist die Automobilindustrie. Aber auch die Elektronik- und die Verpackungsindustrie zählen zu den wichtigen Abnehmern österreichischer Werkzeuge. Die Struktur der Branche Werkzeugbau gibt das allgemeine Bild der Größe österreichischer Unternehmen wieder. 79,5 % der internen und externen Werkzeugbaubetriebe in Österreich haben eine Mitarbeitendenanzahl von weniger als 50. Insgesamt liegt die durchschnittliche Anzahl der Mitarbeitenden österreichischer Werkzeugbaubetriebe bei 38.

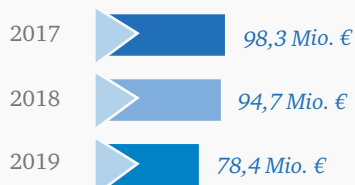


15 %

**betrug der Anstieg
der Produktion von
Spritzgießwerk-
zeugen zwischen
2017 und 2019
in Österreich**

Entwicklung der österreichischen Werkzeugproduktion

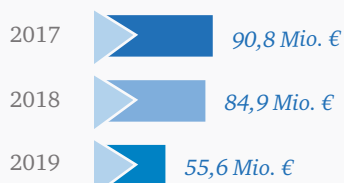
Blech- und Massivumformwerkzeuge



Spritzgießwerkzeuge



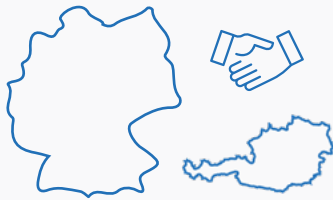
Druckgusswerkzeuge



Die Struktur der Branche Werkzeugbau in Österreich weist eine deutliche Fokussierung auf die kunststoffverarbeitende Industrie auf. Während in Österreich im Jahr 2019 Blech- und Massivumformwerkzeuge im Wert von 78,4 Mio. € gefertigt wurden, betrug der Wert der gefertigten Spritzgießwerkzeuge 533,3 Mio. €. Dies entspricht in etwa einem Fünftel der deutschen Produktion an Spritzgießwerkzeugen. Der Wert der österreichi-

schen Produktion von Druckgusswerkzeugen betrug im Jahr 2019 55,6 Mio. €. In den letzten Jahren ist zudem sowohl das Produktionsvolumen von Blech- und Massivumformwerkzeugen als auch das Produktionsvolumen von Druckgusswerkzeugen gesunken. Zeitgleich nahm das Produktionsvolumen von Spritzgießwerkzeugen weiter zu, wodurch die Spezialisierung des österreichischen Werkzeugbaus weiter vertieft wird.

Österreichische Werkzeugexporte 2019

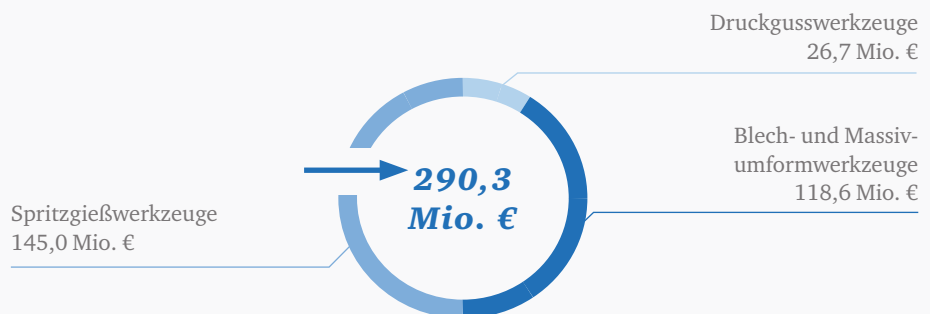


21,7 %

ihres Umsatzes generieren österreichische Werkzeugbaubetriebe mit deutschen Unternehmen



Österreichische Werkzeugimporte 2019



Außenhandel

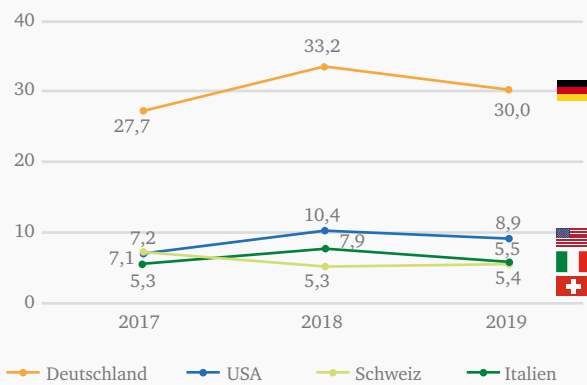
Etwa zwei Drittel des Umsatzes österreichischer Werkzeugbaubetriebe werden im Inland generiert. Den wichtigsten Handelspartner bildet Deutschland, mit einem Umsatzanteil von 21,7 %. Auf dem zweiten Platz folgt die Schweiz mit 5,6 % Umsatzanteil. Wie die gesamte österreichische Wirtschaft konzentriert sich der österrei-

chische Werkzeugbau auf den europäischen Markt. So werden weitere 15,4 % des Umsatzes der Branche in den übrigen Ländern Europas erzielt. Wichtigster außereuropäischer Handelspartner ist Nordamerika mit 11,8 %. Weitere 8,8 % des Umsatzes ergeben sich aus dem Werkzeugexport nach Asien.

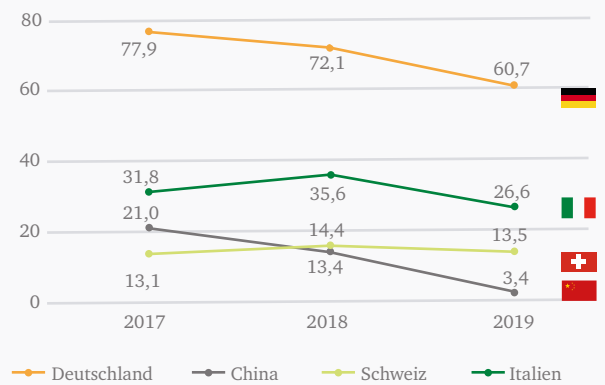
Nicht zuletzt die vorteilhafte geografische Lage Österreichs ermöglicht es, einfachere Wertschöpfungsumfänge aus kostengünstigeren Märkten zu importieren und zu anspruchsvollen Werkzeugen weiterzuverarbeiten. Außerdem hat Österreich einen geografisch direkten Zugang zu hochqualitativen und hochkomplexen Werkzeugen aus Deutschland und der Schweiz sowie zu einfacheren und günstigeren Werkzeugen aus Tschechien und Polen. Der Export von Spritzgießwerkzeugen nach Deutschland umfasste im Jahr 2019 ein Volumen

von 77,8 Mio. €, während der Import von Spritzgießwerkzeugen aus Deutschland einen Wert von lediglich 20,8 Mio. € einnahm. Der Bedarf an Spritzgießwerkzeugen in Österreich wird zu einem großen Teil aus österreichischer Werkzeugfertigung abgedeckt. Der Bereich der Blech- und Massivumformwerkzeuge verzeichnet ein anderes Bild. Hier umfasst der Import aus Deutschland 60,7 Mio. €, während lediglich Werkzeuge im Wert von 30,0 Mio. € exportiert werden.

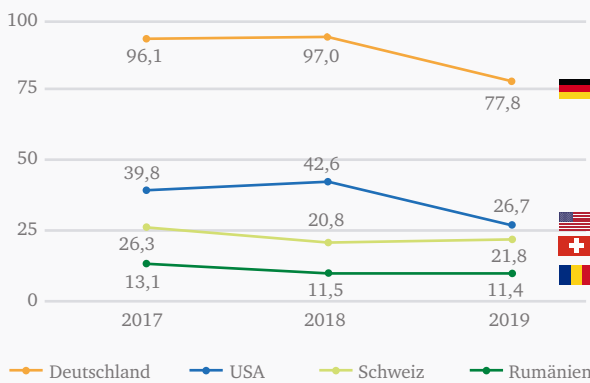
Export Blech- und Massivumformwerkzeuge in Mio. €



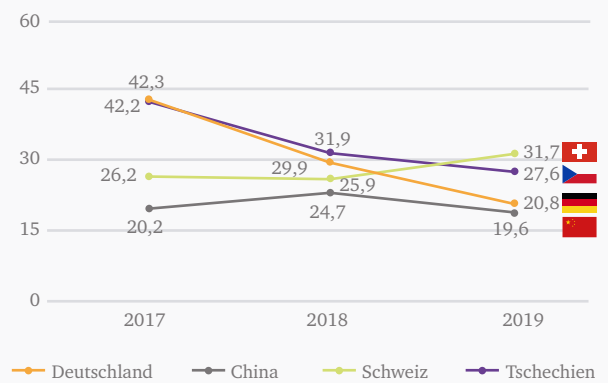
Import Blech- und Massivumformwerkzeuge in Mio. €



Export Spritzgießwerkzeuge in Mio. €



Import Spritzgießwerkzeuge in Mio. €



Alle Werte in US-\$ wurden mit einem Wechselkurs von 0,90 in €-Werte umgerechnet



Der Erzherzog-Johann-Brunnen am
Hauptplatz in Graz mit Blick auf den
Uhrturm im Hintergrund



Produkt

[Der österreichische Werkzeugbau erzielt über 65,6 % seines Umsatzes im Inland.]

Für 71 % der österreichischen Werkzeugbaubetriebe ist eine pünktliche Lieferung, selbst bei späten Änderungen durch den Kunden, eines der wichtigsten Alleinstellungsmerkmale bei der Gewinnung von Neuaufträgen. Die Unternehmen glauben jedoch, dass die Bedeutung einer pünktlichen Lieferung in Zukunft abnehmen und die Präzision der gefertigten Werkzeuge vermehrt in den Vordergrund rücken wird. Im Folgenden werden die Kunden, Umsätze, Werkzeugcharakteristika sowie die angebotenen Dienstleistungen der österreichischen Branche Werkzeugbau genauer untersucht.

Kunden

Die österreichische Branche Werkzeugbau ist hinsichtlich ihrer Kunden stark diversifiziert, was sich in einer geringen Abhängigkeit von der europäischen Automobilindustrie widerspiegelt. Die Automobilindustrie stellt zwar auch in Österreich die größte Abnehmerbranche dar, dennoch sind die Kunden über die unterschiedlichen Wirtschaftszweige hinweg gleichmäßig verteilt. Nicht zuletzt aus diesem Grund wurde der österreichische Werkzeugbau im europäischen Vergleich erheblich weniger von der Automobilkrise und der Covid-19-Pandemie getroffen. Der Großteil der Kunden kommt aus der Automobilindustrie (22,4 %), der Elektroindustrie (13,6 %) und der Verpackungsindustrie (12,5 %). Dicht dahinter folgen der Maschinenbau (10,8 %), die Medizintechnik (9,9 %) sowie die Haushaltswarenindustrie (8,2 %).

Im Durchschnitt haben österreichische wie deutsche Werkzeugbaubetriebe zwischen sieben und acht Hauptkunden, was vertrauensvolle und langfristige Kundenbeziehungen verdeutlicht. Chinesische Werkzeugbaubetriebe verfügen im Vergleich über 13 bis 14 Hauptkunden, was auf eine breite Kundenbasis hinweist.

Umsatz

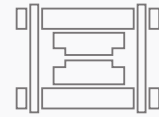
Österreichische Werkzeugbaubetriebe generieren fast zwei Drittel ihrer Umsätze im Inland. Deutschland stellt mit über 20 % Umsatzanteil den mit Abstand wichtigsten Exportpartner für österreichische Werkzeuge dar. Mittels Division des Jahresumsatzes österreichischer Werkzeugbaubetriebe durch ihre Mitarbeitendenanzahl lässt sich der Jahresumsatz pro Mitarbeitenden ermitteln. Dieser liegt mit 141.000 € auf einem vergleichbaren Niveau wie in Deutschland. In China werden hingegen zwei Mitarbeitende für einen vergleichbaren Jahresumsatz benötigt.

Werkzeugcharakteristika

Österreichische Werkzeuge sind durch eine große Vielfalt hinsichtlich Abmessungen und Gewicht charakterisiert. Über 68 % der österreichischen Werkzeugbaubetriebe fertigen Werkzeuge im kleineren Bereich mit Abmessungen unterhalb 1.000 x 1.000 mm. Lediglich 10,5 % der Betriebe produzieren sehr große Werkzeuge mit Abmessungen größer als 3.000 x 1.500 mm.

Österreichische Werkzeuge wiegen typischerweise zwischen 100 kg und 5.000 kg. Auch hier fertigen 10,5 % der Unternehmen sehr schwere Werkzeuge mit einem Gewicht von mehr als 10.000 kg.

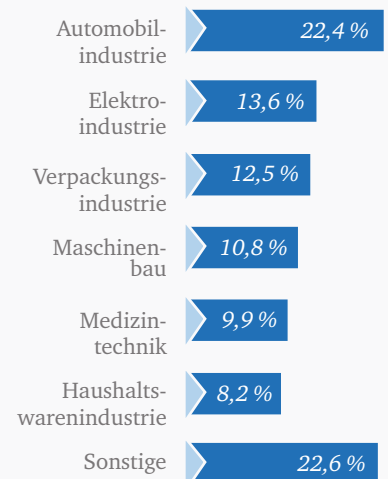
Grundsätzlich lässt sich in Österreich eine ähnliche Verteilung in Bezug auf Werkzeugabmessungen und -gewicht wie in Deutschland erkennen. Im Bereich des Spritzgießens wird jedoch offenkundig, dass österreichische Werkzeugbaubetriebe tendenziell größere und mithin schwerere Werkzeuge herstellen als deutsche Werkzeugbaubetriebe. Aussagen über die absolute Anzahl und Häufigkeit der Werkzeuge lassen sich allerdings nicht treffen.



7-8

Hauptkunden besitzen österreichische Werkzeugbaubetriebe im Durchschnitt



Kundenstruktur österreichischer Werkzeugbaubetriebe*



*Mehrfachnennung möglich

Jahresumsatz pro Mitarbeitendem im Vergleich



	141.000 €
	137.400 €
	71.000 €

Neben der Größe und dem Gewicht stellt auch die Qualität der gefertigten Werkzeuge ein wichtiges Charakteristikum aus Kundensicht dar. Die österreichische Branche Werkzeugbau ist international für ihre gute Qualität und ihre präzisen Werkzeuge bekannt. Österreichische Werkzeugbaubetriebe werden in Zukunft der Präzision ihrer Produkte eine noch größere Signifikanz beimessen. Die durch die Kunden angefragten Toleranzen ermöglichen Rückschlüsse auf die Präzision der gefertigten Werkzeuge. Bei 13,9 % der österreichischen Betriebe werden Toleranzen von weniger als 2 µm angefragt. In Deutschland werden entsprechende Toleranzen lediglich von 10,5 % der Kunden gefordert.

lagerten und nachgelagerten Dienstleistungen an. Vorgelagerte Dienstleistungen bezeichnen Dienstleistungen im Kontext der Produktentwicklung, während nachgelagerte Dienstleistungen eine optimierte Leistungserbringung nach Fertigstellung des Werkzeugs vorsehen. Österreichische Werkzeugbaubetriebe überzeugen vor allem im Bereich vorgelagerter Dienstleistungen. 63,2 % der österreichischen Werkzeugbaubetriebe offerieren die vorgelagerte Dienstleistung „Bauteilkonstruktion und -entwicklung“. Bei 51,8 % der Neuaufträge wird die Dienstleistung durch den Kunden hinzugebucht. In Deutschland wird diese Dienstleistung lediglich von 53,7 % der Betriebe angeboten und mit 36,6 % aller Neuaufträge auch deutlich seltener durch den Kunden wahrgenommen. Die „Beratung der Produktentwickler“ durch österreichische Werkzeugbaubetriebe stellt mit 49,4 % ebenfalls eine beliebte Dienstleistung dar. Zudem ist die Dienstleistung „Bauteiloptimierung durch Werkzeugkonstruktion“ zu nennen, die mit 53,6 % die am häufigsten realisierte vorgelagerte Dienstleistung darstellt. In Bezug auf Spritzgießwerkzeuge lässt sich erkennen, dass im Vergleich zu anderen Werkzeugen sowohl in Österreich als auch in Deutschland bedeutend mehr vorgelagerte Dienstleistungen angeboten und wahrgenommen

Dienstleistungen

Österreichische Werkzeuge haben im internationalen Vergleich, wie auch deutsche Werkzeuge, den Ruf teuer zu sein. Dies liegt insbesondere an den geringeren Faktorkosten und der steigenden Qualität von Wettbewerbern aus Asien und Osteuropa, mit denen preislich nur schwer zu konkurrieren ist. Die österreichische Branche Werkzeugbau begegnet dem steigenden Preisdruck mit einer stärkeren Kundenorientierung. So bieten österreichische Werkzeugbaubetriebe ihren Kunden ein breites Spektrum an vorge-

Typische Werkzeugabmessungen*



*Mehrfachnennung möglich

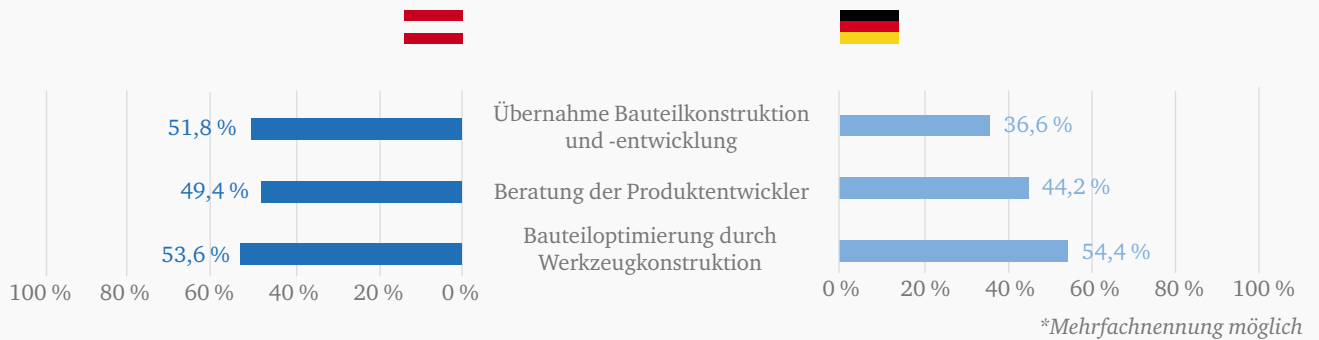
werden. So buchen bspw. 77,7 % der Kunden österreichischer Hersteller für Spritzgießwerkzeuge die Dienstleistung „Bauteiloptimierung durch Werkzeugkonstruktion“ hinzu.

Im Bereich der nachgelagerten Dienstleistungen bieten österreichische wie deutsche Werkzeugbaubetriebe ein ähnlich breites Spektrum an Dienstleistungen an. 60,5 % der österreichischen Werkzeugbaubetriebe offerieren die Dienstleistung „Anlaufbegleitung“, bspw. in Bezug auf die Optimierung von Takt- bzw. Zykluszeiten, die von 59,0 % der Kunden in Anspruch genommen wird. In Deutschland bieten 68,7 % der Betriebe eine entsprechende Dienstleistung an, die von 64,2 % der Kunden wahrgenommen wird. Zudem verfügen 64,8 % der österreichischen Betriebe über Maschinen und

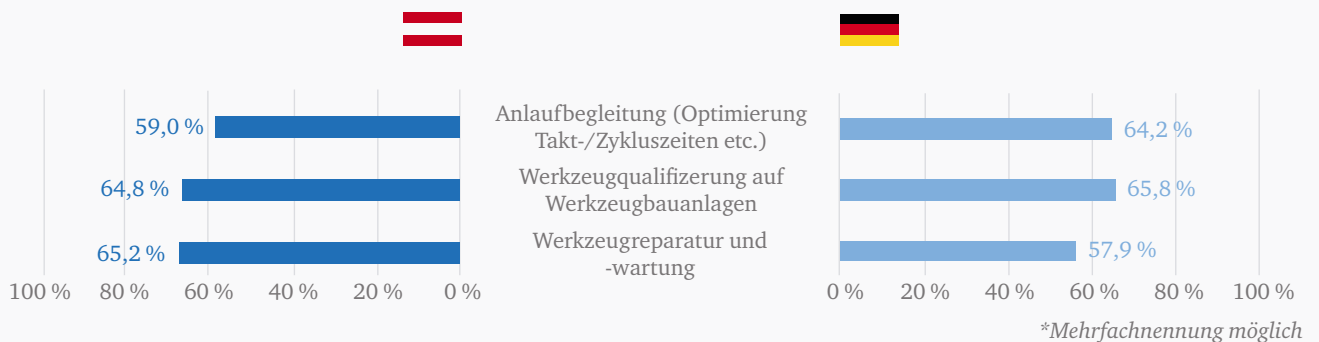
Anlagen zur Werkzeugqualifizierung und können daher einen internen Try-out der Werkzeuge durchführen. Darüber hinaus nehmen 65,2 % der Kunden die nachgelagerte Dienstleistung „Werkzeugreparatur und -wartung“ in Anspruch. In Deutschland wird diese Dienstleistung mit 57,9 % seltener angenommen.

Generell zeigt sich, dass die österreichische Branche Werkzeugbau eine starke Kundenorientierung in Form von vor- und nachgelagerten Dienstleistungen aufweist, um sich vom internationalen Wettbewerb zu differenzieren. Insbesondere im Bereich der vorgelagerten Dienstleistungen, wie bspw. der Übernahme von Bauteilkonstruktion und -entwicklung, werden die entsprechenden Dienstleistungen von mehr Kunden in Anspruch genommen als in Deutschland.

Anteil verkaufter vorgelagerter Dienstleistungen*



Anteil verkaufter nachgelagerter Dienstleistungen*



Vorarlberg



Das Zafernhorn zwischen Bregenzerwald und dem Großen Walsertal



Prozess

[Neuaufträge machen über 70 % des Gesamtumsatzes aus.]

Die Leistungsfähigkeit eines Werkzeugbaubetriebs wird primär durch die effiziente Ausgestaltung und Organisation der internen Prozesse, von der Angebotsannahme bis zur Übergabe des Werkzeugs an den Kunden, determiniert. Die Heterogenität innerhalb der Prozesslandschaft wird dabei stark durch die vorliegenden Auftragsarten bedingt. Neben den Auftragsarten werden im Folgenden die Wertschöpfungstiefe und Fremdvergabe, die Leistungsfähigkeit der internen Prozesse sowie die Verrechnungssundensätze betrachtet.

Auftragsarten

Die Herstellung komplexer Neuwerkzeuge erfordert ein tiefgehendes Know-how in den Bereichen Werkzeugentwicklung und -produktion. Dieses Know-how ist in österreichischen Werkzeugbaubetrieben in hohem Maße vorhanden, da 45,0 % aller Aufträge in österreichischen Werkzeugbaubetrieben Neuaufträge sind. Sie machen dabei einen Umsatzanteil von 70,2 % aus. Der Anteil an Neuaufträgen in Deutschland ist mit 30,0 % bedeutend kleiner, bedingt aber dennoch einen Umsatzanteil von 64,3 %. Änderungsaufträge machen in Österreich 13,1 % aller Aufträge aus und generieren 7,0 % des Umsatzes. In Deutschland kommt Änderungsaufträgen mit 16,7 % und einem Umsatzanteil von 10,1 % eine größere Bedeutung zu. Reparatur- und Instandhaltungsaufträge österreichischer und deutscher Werkzeugbaubetriebe sind in Bezug auf ihre Anteile (32-36 %) sowie ihre Umsatzanteile (beide 15 %) vergleichbar. Prinzipiell bearbeiten österreichische Werkzeugbaubetriebe somit vergleichsweise viele Neuaufträge,

was ihnen die interne Planung erleichtert. Unplanbare Aufträge wie Reparaturaufträge machen hingegen einen sehr geringen Anteil aus.

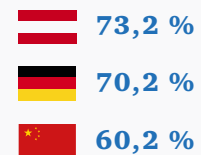
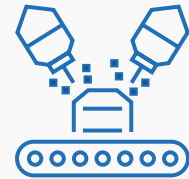
Wertschöpfungstiefe und Fremdvergabe

Die Wertschöpfungstiefe ist ein Indikator für die inhärente Kompetenz und die damit einhergehende Spezialisierung von Werkzeugbaubetrieben. Generell werden bei Kapazitätsengpässen einfache Wertschöpfungsumfänge ausgelagert, während Know-how-intensive Prozessschritte intern abgewickelt werden. In österreichischen Werkzeugbaubetrieben beträgt die Wertschöpfungstiefe durchschnittlich 73,2 %, während sie sich in Deutschland auf 70,2 % beläuft. In China ist die durchschnittliche Wertschöpfungstiefe mit lediglich 60,2 % etwas geringer. Österreichische Werkzeugbaubetriebe fertigen folglich den Großteil ihrer Leistungsumfänge intern. Bei Betrieben mit geringem Spezialisierungsgrad sollte daher stets die Effizienz der Prozesse überprüft werden.

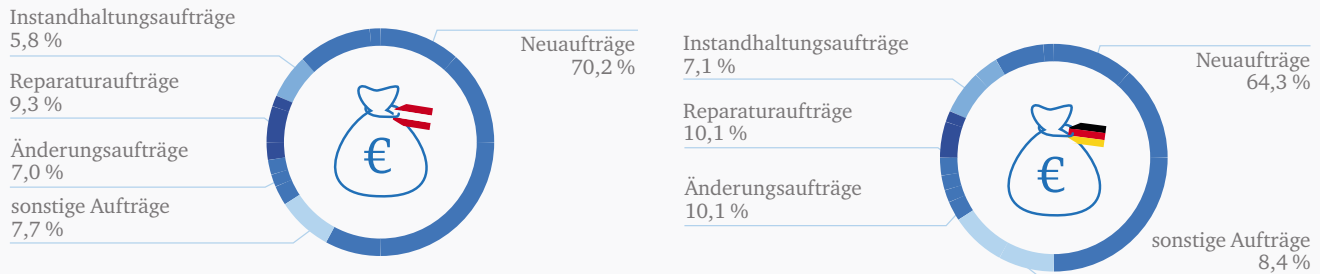
In Bezug auf die Verteilung der Fremdvergabeumfänge entlang der Prozesskette zeigen sich im internationalen Vergleich große Unterschiede. Während 30 % der deutschen Werkzeugbaubetriebe Entwicklungsumfänge auslagern, sind dies in Österreich mit knapp 16 % und in China mit gut 3 % deutlich weniger. Die Fremdvergabe in der Fertigung ist mit 19 % in Österreich und 20 % in Deutschland fast identisch. In China werden mit knapp 25 % mehr Fertigungsumfänge ausgelagert.



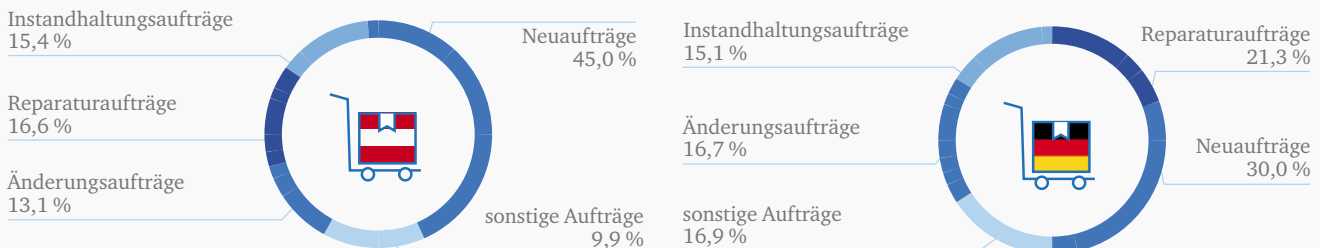
Wertschöpfungstiefen im Vergleich



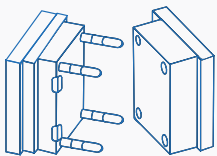
Auftragsverteilung im Werkzeugbau nach Umsatz



Auftragsverteilung im Werkzeugbau nach Anzahl



Wert pro Tag Spritzgießwerkzeuge im Vergleich



	1.172 €/Tag
	1.343 €/Tag
	663 €/Tag

Prozessleistungsfähigkeit

Die Prozessleistungsfähigkeit eines Werkzeugbaubetriebs kann anhand unterschiedlicher Kriterien gemessen werden. Zur Bewertung der Leistungsfähigkeit österreichischer Werkzeugbaubetriebe wurden die drei Kriterien Liefertermintreue, Budgeteinhaltung und Wert pro Tag untersucht.

Die Liefertermintreue stellt eine Kennzahl dar, die Auskunft über die vom Kunden wahrgenommene Prozessleistungsfähigkeit des Betriebs gibt. Die Pünktlichkeit wird vom Großteil der österreichischen Werkzeugbaubetriebe als entscheidendes Alleinstellungsmerkmal bei der Auftragsakquise wahrgenommen. Die im Zuge der Umfrage erhobenen Kennzahlen in Österreich bestätigen diese Wahrnehmung. Mit 63,3 % liefern österreichische Werkzeugbaubetriebe häufiger zum vertraglich vereinbarten Termin als deutsche (61,5 %) oder chinesische Betriebe (58,5 %). Die Termintreue in China ist zwar auf einem guten Niveau, auffällig ist allerdings, dass die Werkzeuge häufig vor dem Termin ausgeliefert werden, was ebenso ein Anzeichen einer ungenauen Planung ist. Zu frühe Lieferungen kommen in Österreich (17,4 %) und Deutschland

(15,2 %) seltener vor. Ein Verzug um wenige Tage tritt in Österreich (9,4 %), Deutschland (9,7 %) und China (9,9 %) gleichermaßen häufig auf. Ähnliche Werte lassen sich in allen drei Ländern auch in Bezug auf größere Verspätungen erkennen.

Ein weiterer Faktor zur Bewertung der Prozessleistungsfähigkeit stellt die Budgeteinhaltung dar. In Österreich (22,5 %) wie in Deutschland (23,3 %) überschreitet mehr als jedes fünfte Werkzeug das dafür vorgesehene Budget. In China ist dieser Anteil mit 17,1 % etwas geringer. Die bessere Budgeteinhaltung ist dabei nicht auf das Angebot günstigerer Werkzeuge durch chinesische Betriebe zurückzuführen, da auch hier entsprechend geringere Projektbudgets vorgesehen sind. Generell stellt die Genauigkeit der Kalkulation, insbesondere bei komplexen Werkzeugen, weiterhin eine große Herausforderung dar.

Der Wert pro Tag setzt dem Auftragswert, unter Berücksichtigung der Wertschöpfungstiefe, die Durchlaufzeit gegenüber. Er stellt somit einen Indikator für die interne Wertschöpfungsgeschwindigkeit von Werkzeugbaubetrieben dar. Eine bloße Betrachtung

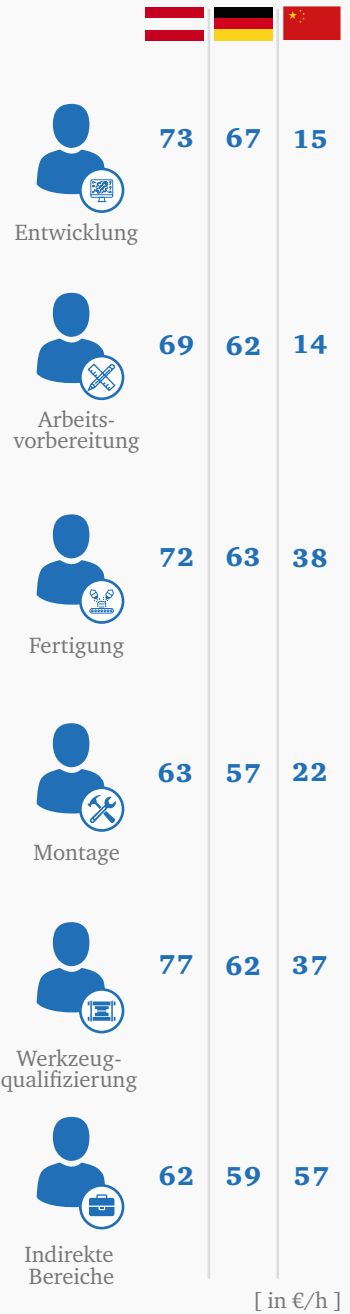
von Durchlaufzeiten würde aufgrund unterschiedlich komplexer Werkzeuge sowie variierender Auslastung keine fundierte Vergleichbarkeit ermöglichen. In österreichischen Werkzeugbaubetrieben beträgt der Wert pro Tag für Spritzgießwerkzeuge durchschnittlich 1.172 €. Dieser ist auf einem leicht niedrigeren Niveau als in Deutschland (1.343 €) und beinahe doppelt so hoch wie in China (663 €). Dies unterstreicht die Exzellenz der deutschen und österreichischen Werkzeugbaubetriebe.

Verrechnungstundensätze

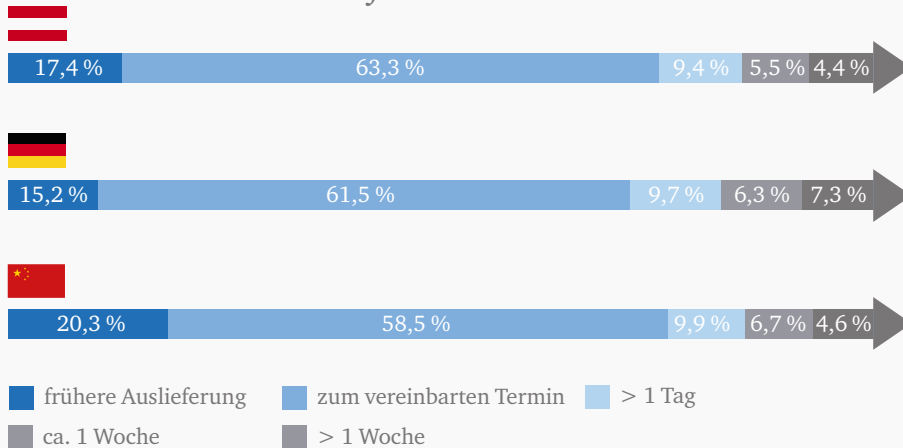
Verrechnungstundensätze geben Aufschluss über die bei der Werkzeugproduktion entstehenden Kosten für den Betrieb. Sie beinhalten bspw. Personal- und Maschinenkosten. Auf Basis von Verrechnungstundensätzen können unter anderem die Effektivität des Personaleinsatzes oder auch die Faktorkosten für das Personal in einem bestimmten Land bewertet werden. Die geringeren Kosten von Personal zeigen sich insbesondere anhand der deutlich geringeren Verrechnungstundensätze in China im Vergleich zu Österreich und Deutschland. Generell sind österreichische Verrechnungstundensätze über alle Abteilungen hinweg etwas höher als in Deutschland. Dies kann bspw. auf modernere Maschinenparks oder höhere Löhne zurückzuführen sein. Die chinesischen Stundensätze sind mit Ausnahme der indirekten Bereiche deutlich niedriger als in Österreich und Deutschland.

Während in Österreich (73 €) und Deutschland (67 €) in der Entwicklung hohe Stundensätze auftreten, so sind diese in China mit lediglich 15 € auffällig gering. In der Fertigung weist China mit einem Verrechnungstundensatz von 38 € hingegen einen relativ hohen Wert auf. Dieser ist auf den hohen Anteil der Maschinenkosten zurückzuführen, der größtenteils landesunabhängig ist. Mit 77 € pro Stunde liegt der höchste Verrechnungstundensatz in österreichischen Werkzeugbaubetrieben in der Werkzeugqualifizierung vor. Auffällig ist zudem, dass lediglich in den indirekten Bereichen ein über alle drei Länder hinweg ähnlicher Stundensatz besteht. In Österreich beträgt dieser 62 €, dicht gefolgt von Deutschland mit 59 € und China mit 57 €. Der hohe Wert in China lässt sich darauf zurückführen, dass Verwaltungsmitarbeitende in der Regel eine höhere Qualifikationsstufe besitzen.

Bei ausschließlicher Betrachtung der Herstellung von Spritzgießwerkzeugen ergibt sich jedoch punktuell ein anderes Bild. Im Vergleich mit Deutschland sind hier die Verrechnungstundensätze der österreichischen Betriebe vergleichbar bzw. zumeist sogar geringer. So betragen diese in der Montage österreichischer Betriebe nur 52 €, wohingegen sie sich in Deutschland auf 60 € belaufen.



Liefertermintreue





Tirol

Die Burg Hasegg und die
historische Altstadt von Hall



Ressourcen

[Österreichische Werkzeugbaubetriebe haben es geschafft, durch einen hohen Anteil an Auszubildenden dem Facharbeitermangel entgegenzuwirken.]

Leistungsfähige Fertigungsressourcen sind ein wichtiger Erfolgsfaktor in produzierenden Unternehmen. Insbesondere die Mitarbeitenden als Know-how-Träger sind entscheidend für die Fertigung komplexer Werkzeuge. Ebenso befähigt die technologische Ausstattung in den Fertigungstechnologien die Unternehmen, die Qualitätsansprüche der Kunden zu erfüllen. Weiterhin werden Werkzeugbaubetriebe auch die Trendthemen der additiven Fertigung sowie Digitalisierung und Industrie 4.0 zukünftig adressieren müssen.

Mitarbeitende

Österreichische Werkzeugbaubetriebe sind in ihrer Mitarbeitendenstruktur charakterisiert durch hochqualifiziertes Fachpersonal. Mit einem Durchschnittsalter von 35,4 Jahren und einer durchschnittlichen Betriebszugehörigkeit von 12,2 Jahren können die Werkzeugbaubetriebe in Österreich auf intensives Produkt- und Prozesswissen der Belegschaft zurückgreifen. Im Vergleich dazu macht sich der Facharbeitermangel als Folge des demografischen Wandels in Deutschland mit einem Durchschnittsalter von 41,0 Jahren deutlich stärker bemerkbar. Allerdings schaffen es deutsche Werkzeugbaubetriebe mit einer durchschnittlichen Betriebszugehörigkeit von 15,2 Jahren das individuelle Mitarbeitenden-Know-how auch länger im Unternehmen zu halten. In der chinesischen Branche Werkzeugbau ist bei einem Durchschnittsalter von 33,9 Jahren die Fluktuation der Belegschaft mit einer Betriebszugehörigkeit von rund 6,1 Jahren deutlich stärker spürbar. Diese Trendrichtungen der Mitarbeitendenstruktur

sind auch bei einer Betrachtung der Auszubildendenquote erkennbar. Während deutsche Betriebe einen Lehrlingsanteil von 12,0 % aufweisen, hat die österreichische Branche den notwendigen Handlungsbedarf gegen den Facharbeitermangel früher erkannt und kann auf einen Anteil von 16,8 % Auszubildenden in der Belegschaft zurückgreifen.

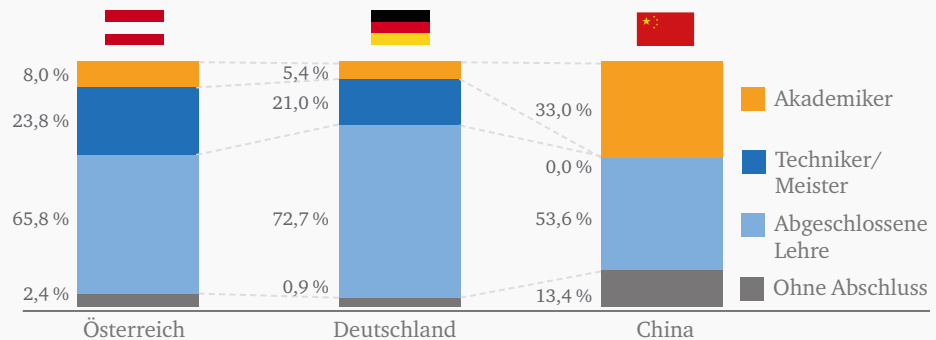
Aufgrund der hohen Auszubildendenquote ist das Ausbildungsniveau innerhalb der österreichischen Branche Werkzeugbau im internationalen Vergleich sehr hoch. So haben nur 2,4 % der Beschäftigten keinen Berufsabschluss, während 65,8 % erfolgreich eine Lehre abgeschlossen haben. Mit 23,8 % kann fast jeder vierte Mitarbeitende im Werkzeugbau in Österreich einen Techniker- oder Meisterabschluss aufweisen. Dieses hohe Bildungsniveau wird von 8,0 % Akademikern in Führungspositionen vervollständigt. Im internationalen Vergleich kann sich die österreichische Branche Werkzeugbau somit sehr gut positionieren. Der hohe Anteil an Akademikern im chinesischen Werkzeugbau ist vor dem Hintergrund eines nicht vergleichbaren Bildungssystems zu betrachten. Eine Vielzahl der akademischen Abschlüsse in China kann eher mit Facharbeiterabschlüssen im deutschsprachigen Raum verglichen werden.

Die Mitarbeitendenverteilung entlang der Prozesskette gibt Aufschluss über den Einfluss der Fachabteilung auf den Wertschöpfungsprozess. Grundsätzlich ist erkennbar, dass in Österreich die Personalkapazitäten verstärkt in den Know-how-intensiven Berei-



35,4 Jahre
beträgt das Durchschnittsalter in
österreichischen
Werkzeugbaubetrieben

Ausbildungsniveau



38 %

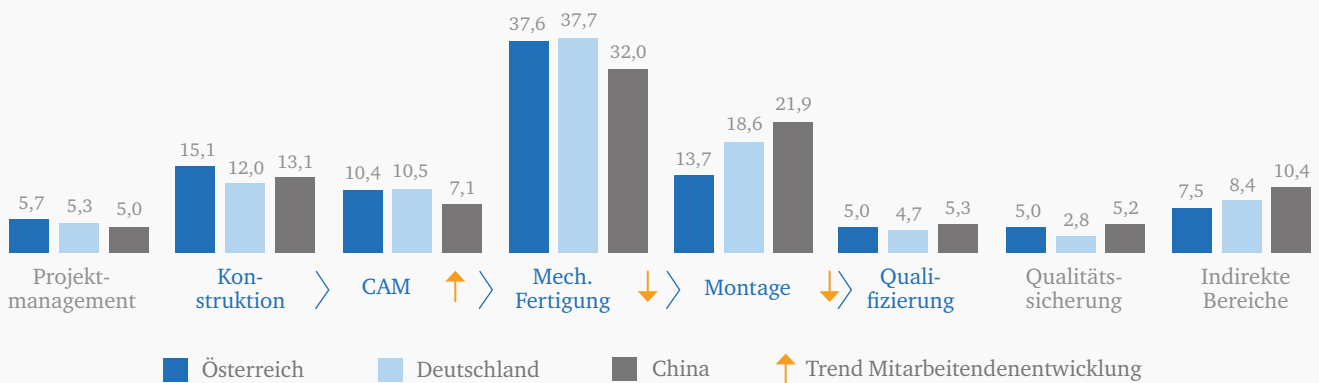
betrug der Mitarbeiterdenzuwachs in den vergangenen zwei Jahren in Österreich

chen wie der mechanischen Fertigung mit 37,6 % und der Konstruktion mit 15,1 % benötigt werden. Die Montage wiederum hat mit 13,7 % den dritthöchsten Mitarbeitendenanteil. Im internationalen Vergleich kommt hier jedoch deutlich weniger Personal zum Einsatz als in Deutschland (18,6 %) oder in China (21,9 %). Eine mögliche Ursache ist der geringere Einsatz manueller Nacharbeitsverfahren wie bspw. Polieren von Formeinsätzen, Einpassung von Schiebern oder ähnliche Tätigkeiten aufgrund von höheren Genauigkeiten in der Fertigung. Eine weitere Ursache könnte die nicht eindeutige Mitarbeitendenzuordnung in den Unternehmen zwischen Montage, Qualifizierung und Qualitätssicherung sein, da das Tätigkeitspektrum für Nacharbeit und Werkzeugqualifizierung häufig interdisziplinär zwischen den Abteilungen durchgeführt wird.

Auch in der österreichischen Branche Werkzeugbau ist der internationale Trend der

Verschiebung von personalintensiven Tätigkeiten aus Fertigung und Montage in die vorgelagerten Bereiche aufgrund fortschreitender Automatisierung erkennbar. Weiterhin ist in der österreichischen Branche Werkzeugbau über die letzten zwei Jahre ein Zuwachs der Mitarbeitenden in den Unternehmen von rund 38 % zu verzeichnen, was auf eine erfolgreiche Positionierung der Branche am nationalen und internationalen Markt schließen lässt. Deutsche Werkzeugbaubetriebe hingegen weisen nur ein Wachstum der Mitarbeitendenzahlen im Werkzeugbau von rund 10 % in diesem Zeitraum auf. Diese Zahlen sind allerdings nur eine Momentaufnahme vor der Covid-19-Pandemie, welche viele Unternehmen vor große Herausforderungen gestellt hat. Folgen daraus sind ein konsequenter Stellenabbau und teilweise sogar Insolvenzen in produzierenden Unternehmen – insbesondere bei Zulieferbetrieben für die Luftfahrt- oder Automobilindustrie.

Mitarbeitendenstruktur [%]



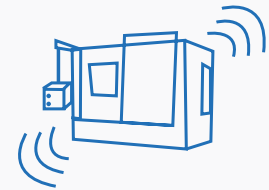
Fertigungstechnologien

Die vorhandenen Ressourcen in den Fertigungstechnologien sind ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Herstellung von Werkzeugkomponenten mit höchsten Qualitätsansprüchen. So können österreichische Werkzeugbaubetriebe auf moderne Werkzeugmaschinen zurückgreifen. Im Fräsen, als wichtigste Fertigungstechnologie, sind die Maschinen in der österreichischen Branche Werkzeugbau mit durchschnittlich 9,5 Jahren am jüngsten. Bei der Senkerosion liegt das Durchschnittsalter bei 10,7 Jahren, bei der Drahterosion bei 11,6 Jahren. Die Technologien Drehen und Schleifen sind in der Regel nur Bedarfstechnologien mit einem Durchschnittsalter von über 12 Jahren. Bis auf die Drahterosion ist das Durchschnittsalter der Maschinen österreichischer Werkzeugbaubetriebe über alle Technologien hinweg ungefähr auf dem Niveau der deutschen Branche Werkzeugbau. Auffallend ist hier im internationalen Vergleich jedoch insbesondere das sehr junge Durchschnittsalter in der chinesischen Branche Werkzeugbau, was auf intensive staatliche

Subventionen in den vergangenen Jahren zurückzuführen ist.

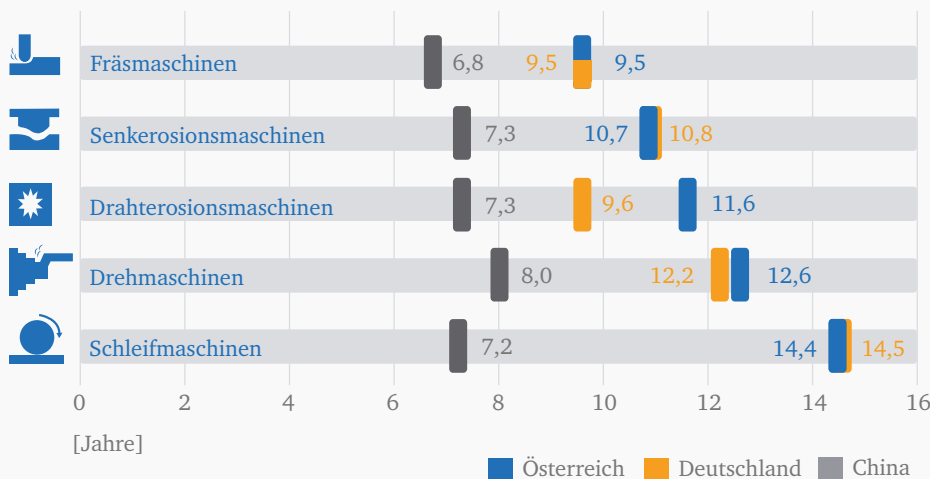
In der Frästechnologie können österreichische Werkzeugbaubetriebe durchschnittlich auf 7,2 Fertigungsmaschinen zurückgreifen, von denen 91,7 % NC-fähig sind. Mit 54,9 % weisen über die Hälfte der Maschinen fünf Maschinenachsen für die Herstellung hochkomplexer Geometrien und Freiformflächen auf. Rund ein Drittel der Maschinen ist HSC-fähig. Diese Maschinen werden vorrangig für die Zerspaltung von Elektroden für die Senkerosion eingesetzt. Insgesamt liegt der Automationsgrad der österreichischen Werkzeugbaubetriebe mit rund 50 % leicht hinter den deutschen Werkzeugherstellern zurück, welche in der Frästechnologie einen Wert von 58,3 % erreichen. Nur branchentypische Ansätze, wie Werkzeugwechselsysteme, sind in der österreichischen Werkzeugindustrie mit 93,5 % üblich. Hier können weitere Ansätze wie die Werkstückpalettierung und Werkstückvoreinstellung verfolgt werden.

Durchschnittliche Anzahl Fräsmaschinen im Vergleich



-  **7,2 Fräsmaschinen**
-  **7,7 Fräsmaschinen**
-  **34,2 Fräsmaschinen**

Durchschnittsalter der Maschinen



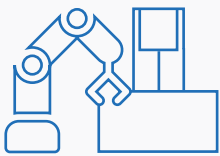
Die zweitwichtigste Fertigungstechnologie für den Werkzeugbau in Österreich ist die Senkerosion. Hier verfügen die Unternehmen im Schnitt nur über 1,9 Fertigungsmaschinen, dennoch ist die Senkerosion speziell für die Hersteller von Spritzgießwerkzeugen eine elementare Technologie für die Realisierung tiefer Kavitäten oder Rippen. Im Vergleich zu Deutschland werden auch in der Senkerosion die Maßnahmen zur Erhöhung der Maschinenlaufzeit durch mannlose Schichten bisher weniger umfassend umgesetzt. So erreichen österreichische Werkzeugbaubetriebe für diese Fertigungstechnologie lediglich einen Automationsgrad von 37,9 %, während deutsche Unternehmen 54,9 % erreichen. Insbesondere bei der Ausstattung der Maschinen mit einer CAM-Datenschnittstelle, der Werkstückpalettierung und der Werkzeug- und Werkstückvoreinstellung liegt die österreichische Branche hinter deutschen Unternehmen zurück.

Die Drahterosion ist für den Werkzeugbau ebenfalls eine wichtige Fertigungstechnologie. Mit einer erreichbaren Präzision von bis zu 1 µm kommt die Technologie insbesondere zur Fertigung von hochharten Schneidstempeln für Blechverarbeitungswerkzeuge zum Einsatz. Die österreichischen Werkzeugbaubetriebe besitzen im Durchschnitt 1,7 Drahterosionsmaschinen. Bei Betrachtung des Automationsgrades von 22,8 % ist erkennbar, dass Automatisierungsmaßnahmen nur von wenigen Unternehmen umgesetzt werden. Sofern Maßnahmen ergriffen werden, setzen die Unternehmen in Österreich diese jedoch in Teilen sehr weitreichend um. Während nahezu alle Produktivmaschinen mit einer CAM-Datenschnittstelle ausgestattet sind, verfügen lediglich 11,1 % der Maschinen über die Möglichkeit eines automatischen Drahtwechsels. Weiterhin weisen 11,1 % der Maschinen sowohl eine Werkstückpalettierung als auch eine Maschinenbestückung

mit Werkstückpaletten über Roboterlösungen auf. Ebenso haben 5,6 % der Unternehmen die Drahterosion in eine Maschinenverkettung eingebunden. Dies unterstreicht die vereinzelt sehr hohe Automationsstufe der Drahterosionstechnologie bei einigen österreichischen Werkzeugbaubetrieben.

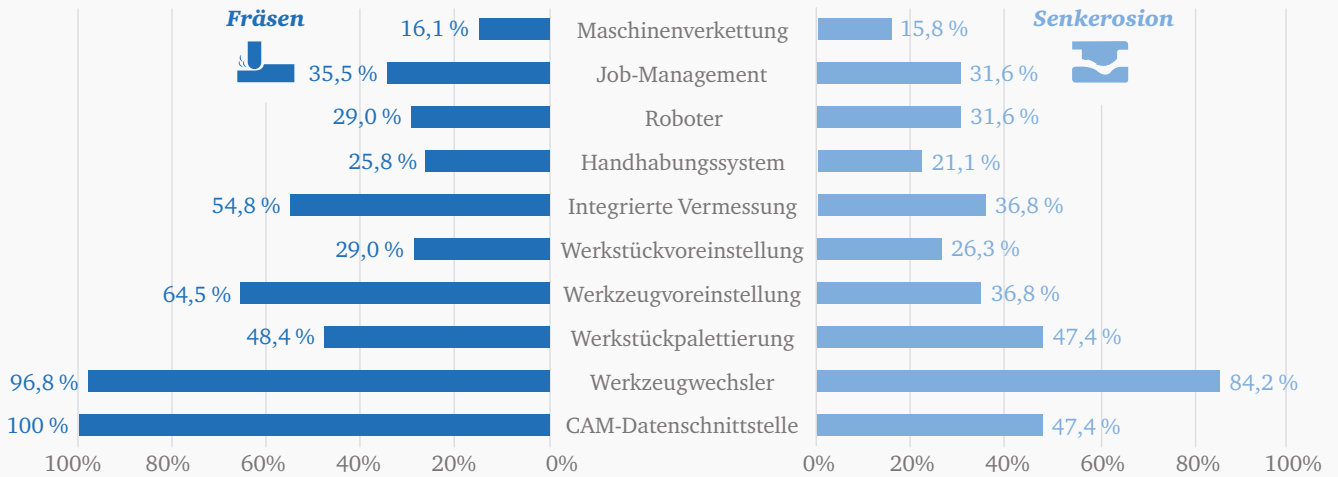
Das Drehen kommt insbesondere bei der Herstellung von Warm- und Kaltmassivumformwerkzeugen zum Einsatz. Für die Herstellung anderer Werkzeugtypen ist die Nutzung dieser Fertigungstechnologie jedoch unüblich. Mit durchschnittlich 2,2 Maschinen, von denen 77,1 % NC-fähig sind, wird diese Technologie optional für Sonderanwendungen eingesetzt. Auch im Drehen ist der Automationsgrad mit 22,1 % nicht nennenswert hoch. Hauptsächlich setzen österreichische Werkzeughersteller mit 85,7 % auf den Einsatz von Werkzeugwechselsystemen. Nur 64,3 % der Drehmaschinen verfügen über eine CAM-Datenschnittstelle.

Das Schleifen ist im Werkzeugbau meist nur eine Bedarfstechnologie, wenn die Qualität der anderen Fertigungsprozesse nicht ausreicht, um die notwendigen Oberflächenqualitäten oder Toleranzen zu erreichen. Das am häufigsten eingesetzte Verfahren ist das Flachsleifen, während vereinzelt auch Rund- und Koordinatenschleifen in österreichischen Werkzeugbaubetrieben zum Einsatz kommen. Im Durchschnitt sind 2,9 Schleifmaschinen in österreichischen Werkzeugbaubetrieben vorhanden, von denen 59,5 % eine NC-Fähigkeit aufweisen. Diese Maschinen werden von Unternehmen in der Regel weniger genutzt und können so selten hohe Maschinenlaufzeiten wie in den Kerntechnologien erreichen. Auch der niedrige Automationsgrad von 21,7 % unterstreicht die geringe Bedeutung der Schleiftechnologie.



Jede 9. Drahterosionsmaschine wird über Roboterlösungen beladen

Automatisierungsmaßnahmen im Fräsen und in der Senkerosion



Additive Fertigung

Technologien der additiven Fertigung gewinnen im österreichischen Werkzeugbau zunehmend an Bedeutung. Grund hierfür sind insbesondere die signifikanten Fortschritte der Technologie in den letzten Jahren. So haben bereits 30,8 % der Werkzeugbaubetriebe additiv hergestellte Komponenten in ihren Werkzeugen eingesetzt. Das gängigste Verfahren im Werkzeugbau ist das pulver- oder drahtbasierte Laserauftragschweißen, welches in Österreich von 50,1 % der Unternehmen eingesetzt wird. Unter deutschen Werkzeugherstellern ist dieses Verfahren mit 84,2 % wiederum deutlich weiter verbreitet. Hauptanwendungsfall dieses Verfahrens sind Reparaturen und späte Änderungen an Werkzeugen, da die Neuanfertigung einzelner Komponenten durch lokalen Werkstoffauftrag und anschließender Nachbearbeitung vermieden werden kann. Das Laserstrahl Pulverbettsschweißen (Laser Powder Bed Fusion, LPBF) dient der Herstellung individueller Komponenten zur Realisierung hochkomplexer Geometrien wie Hinterschnitte, konturnahe Kühlkanäle, aufwendige Verrippungen und ähnlicher

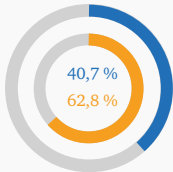
Anwendungsfälle, die durch konventionelle Fertigungsverfahren nicht herstellbar sind. Das LPBF wird in Österreich von 30,2 % der Werkzeugbaubetriebe eingesetzt, während es in der deutschen Branche 39,5 % der Unternehmen sind. Von den Verfahren aus dem Bereich des Rapid Prototyping, für die schnelle Herstellung von Prototypen und Demonstratoren, wird das kunststoffbasierte Fused Deposition Modeling sowohl in Österreich, als auch in Deutschland von etwa jedem fünften Werkzeugbaubetrieb eingesetzt. Die Stereolithografie hingegen ist in Österreich mit 9,9 % weiter verbreitet als in Deutschland, wo lediglich 5,3 % der Unternehmen diese Technologie anwenden. Zukünftig ist davon auszugehen, dass die Verbreitung der additiven Fertigungsverfahren im Werkzeugbau weiter steigen wird. Allerdings werden sich die Anwendungsfälle aufgrund der sehr langen Prozesszeiten auf Speziallösungen mit gesteigertem Produktmehrwert beschränken, bspw. um durch komplexe und konturnahe Kühlkanäle die Zykluszeiten eines Spritzgießwerkzeugs signifikant zu reduzieren.



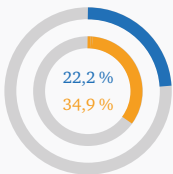
30,8 %

**der österreichischen
Werkzeugbaubetriebe
setzen additiv
gefertigte Werkzeug-
komponenten ein**

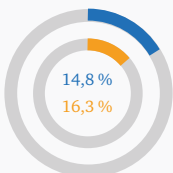
Technologiebasierte Erfassung von Daten



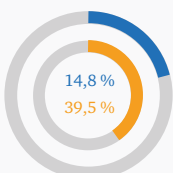
Datenbasierte Positionsbestimmung



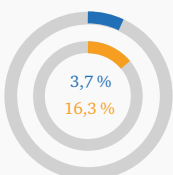
Kollaborative Maschinen und Hilfsmittel



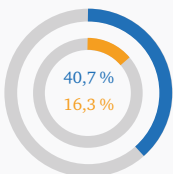
Applikationen für mobile Endgeräte



Augmented/Virtual Reality Anwendungen



Keine Industrie 4.0-Lösungen



Digitalisierung und Industrie 4.0

Industrie 4.0 bezeichnet die digitale Vernetzung des Produktionsumfelds. So kann zum einen marktseitig durch das Angebot intelligenter Produkte und Dienstleistungen ein entscheidender Mehrwert für den Kunden generiert werden. Zum anderen können wertschöpfungsseitig digitale Anwendungen genutzt werden, um die Effizienz des internen Auftragsabwicklungsprozesses durch die umfassende Vernetzung von Menschen, Maschinen und Prozessen zu verbessern. Immer mehr Unternehmen verfolgen auch im Werkzeugbau die Anwendung und Weiterentwicklung von Industrie 4.0-Lösungen. Dennoch sind umfassend digitalisierte Werkzeugbaubetriebe nach wie vor die Ausnahme. Dies betrifft auch die österreichischen Werkzeugbaubetriebe. Bereits 93,8 % der Werkzeughersteller bieten die umfassende Ausstattung ihrer Werkzeuge mit Sensorik zur Prozessdatenaufnahme auf dem Markt an, um die Serienprozesse durch detaillierte Datenauswertung mit den Kunden zu verbessern. Dennoch ist die kundenseitige Bereitschaft, die Datenhoheit für eine datengetriebene Verbesserung der Werkzeuge aufzugeben, das größte Hindernis für die Werkzeugbaubetriebe.

Aus der Wertschöpfungssicht stehen der digitalen Vernetzung in der Werkzeugfertigung ebenfalls viele Hindernisse im Weg. So wird selbst die interne technologiebasierte Erfassung von Daten nur von 40,7 % der Unternehmen verfolgt. Eine datenbasierte Positionsbestimmung der Werkzeugkomponenten auf dem Shopfloor wird nur von 22,2 % der Unternehmen umgesetzt. Verglichen mit dem Umsetzungsaufwand ist der Einsatz von kollaborativen Maschinen und Hilfsmitteln mit 14,8 % verhältnismäßig weit verbreitet, während einfache Anwendungen wie werkzeugbauspezifische Applikationen für mobile End-

geräte ebenfalls nur von 14,8 % der Unternehmen eingesetzt werden. Auch Augmented oder Virtual Reality Anwendungen, bspw. für Remote-Services, sind bisher mit 3,7 % kaum verbreitet. 40,7 % der Unternehmen wenden bisher noch gar keine Industrie 4.0-Lösungen im internen Auftragsabwicklungsprozess an. Im Vergleich zum deutschen Werkzeugbau ist auffällig, dass die deutschen Werkzeughersteller in der Verbreitung von Industrie 4.0-Ansätzen im Wertschöpfungsprozess deutlich weiter sind als die österreichischen Unternehmen der Branche. Insbesondere bei der technologiebasierten Erfassung von Daten, bei Applikationen für mobile Endgeräte und auch Augmented oder Virtual Reality Anwendungen ist der Vorsprung deutscher Werkzeugbaubetriebe klar erkennbar.

Die größten Hindernisse bei der Einführung von Lösungen aus dem Themenbereich Industrie 4.0 sind die grundlegenden Aspekte der umfassenden Datenaufnahme in der Fertigung sowie die Synchronisierung und die Auswertung dieser Daten. Eine umfangreiche Datenbasis kann den Werkzeugbau dazu befähigen, die Prognose der Einzelprozesse hinsichtlich Zeit, Qualität und Kosten zu optimieren. Dies ist ein wichtiger Input bspw. für die Planung und die Umsetzung adaptiver Fertigungsprozessketten, die eine neue Dimension der Flexibilität in der Einzel- und Kleinserienfertigung ermöglichen und die Gesamteffizienz in der Fertigung signifikant steigern.


Generell ist im Themenfeld Industrie 4.0 noch umfassendes Forschungs- und Entwicklungspotenzial vorhanden, um anwendungsorientierte Lösungen für die Branche Werkzeugbau bereitzustellen und die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Betriebe im internationalen Vergleich zu sichern.

Best Practice



Österreich ist nicht nur bekannt für seine großartigen Wintersportler. Auch im produzierenden Gewerbe existieren viele Unternehmen, die als Weltmarktführer in ihrem Gebiet wahre Champions sind. Bekannte Beispiele sind die ENGEL AUSTRIA GmbH, die hochwertige Spritzgießmaschinen anbietet, Swarovski als größter Kristallkonzern der Welt oder Doppelmayr als Marktführer im Bereich des Seilbahnbaus. Doch auch im Werkzeugbau existieren zahlreiche Champions, die wie Marcel Hirscher auf der Suche nach Perfektion stets versuchen an das Limit des Machbaren zu gehen. Mit Haidlmair GmbH bzw. der Digital Moulds GmbH und der Roto Frank Austria GmbH werden nachfolgend zwei Best Practice Beispiele von innovativen Unternehmen aus dem österreichischen Werkzeugbau vorgestellt.

Vorreiter des österreichischen

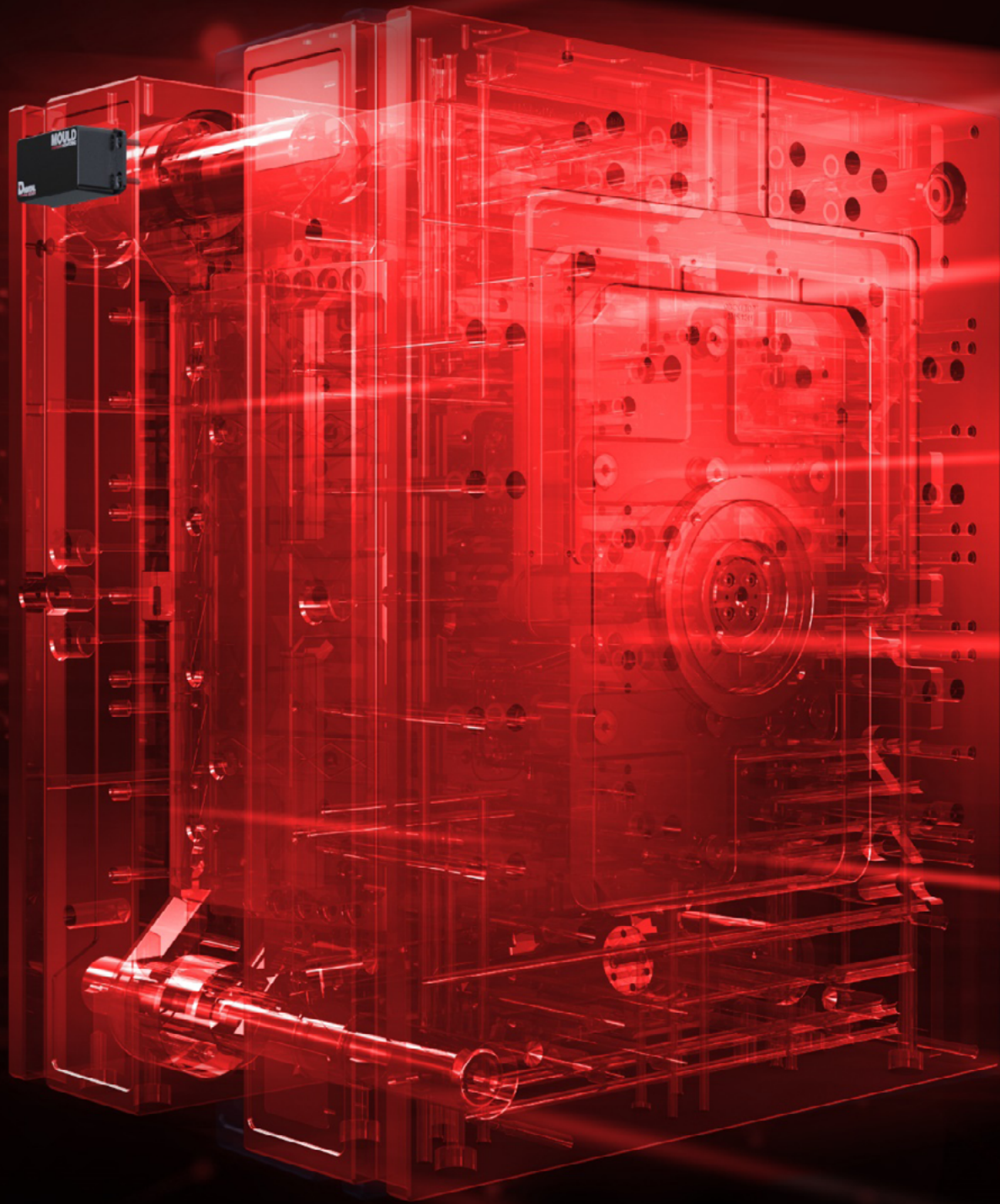


Marcel Hirscher ist der erfolgreichste männliche Skirennläufer in der Geschichte alpiner Skiweltmeisterschaften. Mit seinem kraftvollen und risikoreichen Fahrstil hat er den Skisport revolutioniert. Der Österreicher aus Hallein in der Nähe von Salzburg ist der erste alpine Skirennläufer, der den Gesamtweltcup um die große Kristallkugel achtmal in Folge für sich entscheiden konnte.

„Ich bin auf der Suche nach dem perfekten Schwung. Den zu finden ist mein Ziel. Wenn ich mich am Limit bewege, ist das ein unbeschreibliches Gefühl. Ich weiß aber nicht, wo das Maximum liegt.“

- Marcel Hirscher

en Werkzeugbaus



Die HAIDLMAIR GmbH ist der führende Hersteller von Spritzgießwerkzeugen für die Produktion von Getränkekästen (Weltmarktführer), Lager- & Logistikcontainern, Paletten- & Palettenboxen, Wertstoffbehältern sowie technischen und automotiven Teilen. Das Stammwerk in Nußbach (Oberösterreich) mit seinen rund 300 Mitarbeitenden ist der Hauptsitz einer Unternehmensgruppe mit elf Unternehmen in vier Ländern. Im Jahr 2016 stellte die HAIDLMAIR GmbH erstmals sein Mould Monitoring System auf der K-Messe in Düsseldorf vor. Da dieses allerdings nicht nur für die Spritzgießwerkzeuge der HAIDLMAIR GmbH anwendbar sein sollte, wurde im Oktober 2019 die Digital Moulds GmbH gegründet, die ein gleichberechtigtes Joint Venture zwischen der HAIDLMAIR GmbH und der deutschen Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH darstellt. Am Unternehmenssitz Sierning (Oberösterreich) sind derzeit 3 Mitarbeitende beschäftigt. Das Unternehmen entwickelt und vertreibt innovative Digitalisierungslösungen für Werkzeuge, wie die Systeme Mould Monitoring und Mould Lifecycle Management.

Smart up your mold!

„Smart up your mould!“ Das ist das Motto der Digital Moulds GmbH. Ihre Vision ist es, allen Werkzeugen Intelligenz zu verleihen, um ganzheitliche Transparenz über die gesamte Supply Chain und den Lebenszyklus eines Werkzeugs zu schaffen. Transparenz durch Nutzung neuer digitaler Technologien ermöglicht es im Zeitalter von Industrie 4.0 erhebliche Effizienzverbesserungen im industriellen Umfeld zu erzielen. Die Digital Moulds GmbH hat daher ein Leistungspaket aus Hard- und Software entwickelt, das es Serienproduzenten erleichtern soll, Transparenz über ihre Prozesse und den gesamten Werkzeuglebenslauf zu erhalten. Herzstück dieses Pakets ist ein Plug-and-play Mould Monitoring Device von der Größe eines Smartphones, das an jeglichem Werkzeug angebracht werden kann und ihm Intelligenz verleiht. Dies erfolgt über interne und externe Sensorik sowie eine dazugehörige SIM-Karte, welche die Daten über die Schusszahl, die Zykluszeit und den Standort des Werkzeugs transferiert. Das Device verfügt über einen integrierten Akku mit einer Laufzeit von bis zu zwei Jahren und ermöglicht durch seinen modularen Aufbau die Verarbeitung weiterer Sensorsignale. Für die Nutzung des Mould Monitorings wird somit lediglich Mobilfunkempfang benötigt, da das Mould Monitoring Device autark ist. Insbesondere OEMs, die an ihren Produktionsstandorten über Tausende von Spritzgießwerkzeuge verfügen, fehlt die Transparenz über die Standorte ihrer Werkzeuge. Informationen über den Status sowie den aktuellen Standort des Werkzeugs stellen somit den ersten Schritt auf dem Weg zur Digitalisierung von Spritzgießwerkzeugen dar. Die Digital Moulds GmbH vertreibt das Mould Monitoring Device als monatliches Abonnement über einen Leasingvertrag. Dies ermöglicht es insbesondere Kunden, die der Digitalisierung unentschlossen gegenüberstehen, das Mould Monitoring System ohne größere Ausgaben zu testen, um sich von den Vorteilen

und vom Nutzen des Systems zu überzeugen. Die Akzeptanz und der Nutzen digitaler Lösungen für die Branche Werkzeugbau wird aktuell noch nicht überall erkannt. Aus diesem Grund muss zunächst Vertrauen geschaffen und Überzeugungsarbeit geleistet werden. So kann dem Kunden über kleine Verbesserungen, wie der Transparenz über den aktuellen Werkzeugstandort oder die Zykluszeit, der individuelle Nutzen aufgezeigt werden. Ist das Vertrauen vorhanden, so können zukünftig auch komplexere Digitalisierungsthemen umgesetzt werden, um das Werkzeug über zusätzliche Sensorik zur Messung von Temperatur, Durchflussrate und Forminnendruck noch intelligenter zu machen. Dies ermöglicht langfristig, unter Anwendung von Methoden der Data Analytics, z. B. die genaue Vorhersage von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen und hebt damit ein erhebliches Kosteneinsparpotenzial in der Serienproduktion.

Ergänzt wird das Leistungspaket der Digital Moulds GmbH durch das sogenannte Mould Lifecycle Management. Es handelt sich dabei um eine kollaborative Plattform, an der alle Akteure, wie bspw. OEM, Werkzeugbaubetrieb und Lohnfertiger, entlang des gesamten Lebenslaufs eines Spritzgießwerkzeugs partizipieren und interagieren können. Die cloudbasierte Softwarelösung ermöglicht den schnellen Austausch von Informationen und schafft Transparenz über die gesamte Nutzungszeit eines Werkzeugs, wobei der OEM immer über die Datenhoheit verfügt. Dieser kann über ein umfangreiches Berechtigungssystem bis auf die Userbene entscheiden, welche Informationen und Dokumente mit welchen Akteuren geteilt werden sollen.

Die innovativen Lösungen der Digital Moulds GmbH zeigen, dass es wichtig ist die Chancen von Industrie 4.0 im Werkzeugbau zu erkennen, um das eigene Geschäftsmodell weiterzuentwickeln.

H A I D L M A I R
FOR HIGHER PRODUCTIVITY

M DIGITAL
MOULDS



Potenziale:

- Transparenz über die gesamte Supply Chain
- Nutzen durch weiterführende Technologien wie Predictive Maintenance und KI

Herausforderungen:

- Aufzeigen des Kundennutzens

Voraussetzungen:

- Mobilfunkempfang

Nächste Schritte:

- Bewusstsein schaffen
- Digitalisierungslösungen vorantreiben



152 Jahre nach Gründung des damaligen Unternehmens Adolf Finze ist die daraus erwachsene heutige Roto Frank Austria GmbH der vielseitigste Betrieb im Produktionsverbund der Roto Frank Fenster- und Türtechnologie GmbH mit global 15 Werken. Die Komponenten werden mittels Zinkdruckguss- und Kunststoffspritzgießwerkzeugen hergestellt. Produkte aus den Fertigungsbereichen werden sowohl für andere Roto-Werke als auch für externe Kunden gefertigt. Technologien wie Stanzen, Pulverbeschichtung, Galvanik und Montageplätze runden das Produktionsprogramm des Unternehmens ab.

Als wichtiger Produktionsbefähiger fertigt der interne Werkzeugbau am Standort Kalsdorf mit über 30 Mitarbeitenden die benötigten Druckguss- und Spritzgießwerkzeuge für den Produktionsverbund. Hierfür wurde der Maschinenpark um eine technologieübergreifende Automationszelle und die Anwendung erster digitaler Lösungen auf dem Shopfloor erweitert. Neben den internen Kunden werden die Kompetenzen des Werkzeugbaus auch vereinzelt extern branchenfremden Kunden wie bspw. der Skiindustrie angeboten.

Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Automatisierung

Im Jahr 2017 begann im internen Werkzeugbau der Roto Frank Austria GmbH das Projekt zum Aufbau einer technologieübergreifenden Maschinenverkettung. Die Motivation für die Anschaffung einer Automatisierungszelle für die Fertigung individueller Werkzeugkomponenten ergab sich durch die konsequente Suche nach Optimierungspotenzialen bei der Werkzeugherstellung. Weiterhin sah sich der interne Werkzeugbau zunehmend mit der Herausforderung immer kürzerer Produktentwicklungszyklen konfrontiert, die eine Reduzierung der Werkzeugherstellungskosten notwendig machte. Da die Wettbewerbsfähigkeit des Werkzeugbaus der Roto Frank Austria GmbH mit dem externen Markt konkurrieren muss, war ebenfalls der Kostendruck aus Niedriglohnländern ein wichtiger Entscheidungsfaktor für den Aufbau einer Automationsanlage.

Durch ein verkettetes Fertigungssystem sollten die Effizienz der mechanischen Fertigung gesteigert und so die Herstellkosten gesenkt werden. Weiterhin planten die Verantwortlichen, die Fertigungskapazität in den beschränkten Räumlichkeiten mithilfe einer Automation durch mannlose Schichten signifikant zu steigern. Ebenso erhoffte sich die Roto Frank Austria GmbH durch eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit bei der Werkzeugherstellung der Zinkdruckguss-, Kunststoffspritzgieß- und Aluminiumwerkzeuge neue Kunden zu gewinnen. Nach der initialen Ideenphase wurde innerhalb von fünf Monaten ein detailliertes Anlagenkonzept erarbeitet. Weiterhin mussten relevante Prozesse für den automatisierten Betrieb umfassend standardisiert werden. Hierbei war es den Verantwortlichen im Werkzeugbau wichtig, auch die Mitarbeitenden aktiv mit einzubeziehen und ein gemeinsames Prozessverständnis für die zukünftigen Abläufe zu erarbeiten. Insbesondere die Logik automatisierter Abläufe und der Datendurchgängigkeit waren für die Roto Frank Austria GmbH wichtige Inhalte zur Quali-

fizierung von Mitarbeitenden. Nach erfolgreicher Konzeptionierung dauerte es weitere acht Monate in der Realisierungsphase, bis die einzelnen Systemkomponenten der Automatisierungslösung beschafft und aufgebaut wurden. Nach anschließenden drei Monaten im Probebetrieb konnte die Automation erfolgreich in die regulären Produktionsabläufe eingebunden werden. Die größte Herausforderung bei der Umsetzung des Automatisierungsprojektes waren insbesondere die eingeschränkten räumlichen Randbedingungen und damit verbunden die Weiterführung des täglichen Regelbetriebes im Werkzeugbau während der Um- und Aufbauphase.

In der Automationsanlage werden alle Hartfräsbearbeitungsvorgänge sowie die vollautomatisierte Senkerosionsbearbeitung inklusive Herstellung und Vermessung von Graphitelektroden durchgeführt. So konnte der interne Werkzeugbau der Roto Frank Austria GmbH bereits zu Beginn des Regelbetriebes den Durchsatz in der mechanischen Fertigung entscheidend erhöhen. Durch die automatisierten und standardisierten Abläufe konnte weiterhin die Planungssicherheit im Werkzeugbau erhöht werden und durch die gesteigerten Kapazitäten mehr Werkzeugprojekte gleichzeitig eingeplant und bearbeitet werden.

Die Roto Frank Austria GmbH hat erkannt, dass die Herausforderungen, welche eine Automatisierung mit sich bringen, auch eine entscheidende Chance bieten, um sich vom Wettbewerb zu differenzieren. Trotz der hohen Investitionskosten überwiegen dennoch eindeutig die Vorteile. Insbesondere die Verkürzung der Durchlaufzeiten, die Reduzierung von Herstellkosten und die gesteigerte Qualität der Werkzeugkomponenten sind Effekte, welche die Wettbewerbsfähigkeit des Werkzeugbaus der Roto Frank Austria GmbH signifikant verbessert haben.



Potenziale:

- Steigerung der Effizienz
- Reduktion der Herstellkosten
- Erhöhung der Fertigungskapazitäten

Herausforderungen:

- Räumliche Einschränkungen
- Aufrechterhaltung des regulären Arbeitsbetriebs in der Um- und Aufbauphase

Erreichte Verbesserungen:

- Verkürzte Durchlaufzeiten
- Erhöhte Auslastung der Maschinenparks
- Realisierung mannloser Schichten
- Standardisierung von Prozessketten

Geplante Erweiterungen:

- Zweite Senkerosionsmaschine
- Waschstation

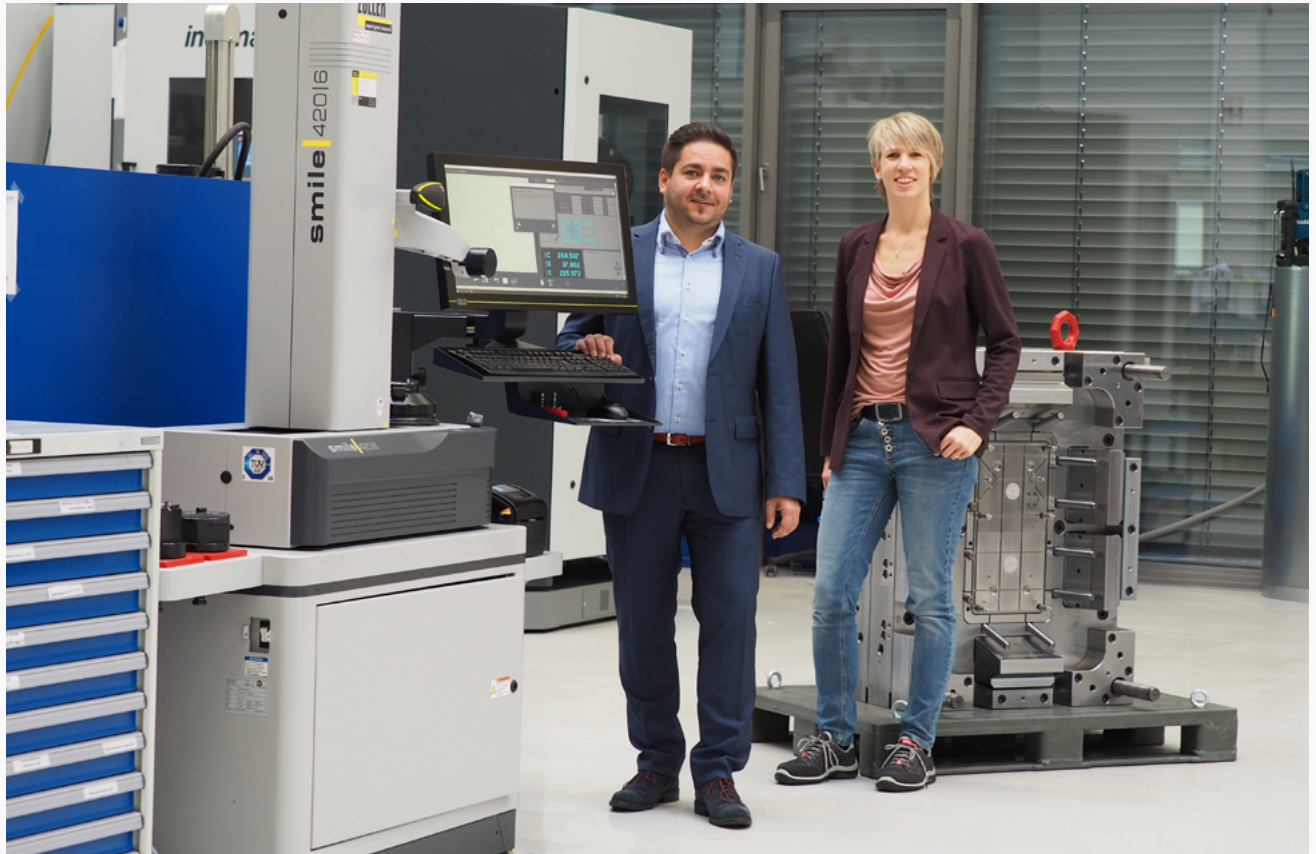


Oberösterreich

Hallstatt im Salzkammergut am
Westufer des Hallstätter Sees



Interview mit Doris Würzlhuber und Martin Ramsl - Projektmanager/in im Kunststoff-Cluster



„Der Werkzeugbau ist in meiner Heimatregion sehr stark vertreten. Das hat mich schon in meiner Kindheit geprägt. Daher freue ich mich darüber, die Unternehmen im Werkzeugbau seit Jahren auf unterschiedlichste Weise in Projekten und persönlich begleiten und betreuen zu dürfen.“

Doris Würzlhuber (Projektmanagerin im Kunststoff-Cluster seit 2006 mit Schwerpunkt Werkzeugbau und Qualitätsmanagement)

„In meiner gesamten Berufslaufbahn habe ich den Werkzeugbau als einen buchstäblich greifbaren Schritt in einer Produktentwicklung und als eine wesentliche Komponente im Innovationsprozess wahrgenommen. Daher ist es immer wieder eine Freude für mich, mit den Motoren der Produktentwicklung bei Projekten und anderen Aktivitäten im Kunststoff-Cluster zusammenzuarbeiten.“

Martin Ramsl (Projektmanager im Kunststoff-Cluster seit 2010 mit Schwerpunkt Werkzeugbau, Spritzguss und Recycling)



Wofür steht das Kunststoff-Cluster und was sind die wichtigsten Aufgaben?

Der wirtschaftliche Wettbewerb wird im globalen Umfeld für Unternehmen immer härter. Ein Weg, um mithalten zu können, ist ein enger Wissensaustausch innerhalb von Netzwerken. Cluster bieten enorme Wettbewerbsvorteile für Unternehmen und Regionen. Das wurde in Österreich schon früh erkannt und deshalb wurde am 1. April 1999 das Kunststoff-Cluster gegründet. Aktuell vernetzt das Kunststoff-Cluster 420 Partner mit rund 65.000 Mitarbeitenden und einem Jahresumsatz von rund 20 Mrd. €. Der Exportanteil der Partnerunternehmen liegt bei 61 %. Der Anteil der Großunternehmen beträgt 20 %, der Rest entfällt auf Klein- und Mittelbetriebe.

Das Motto des Kunststoff-Clusters „Innovation durch Kooperation“ wird intensiv von den Mitarbeitenden des Clusters mit den Partnerunternehmen gelebt. Unsere Aufgabe ist es, Netzwerke national wie international aufzubauen, zu gestalten und zu betreuen. Dadurch schaffen wir Synergien sowie Wettbewerbsvorteile für die österreichischen Unternehmen und stärken die Region. 2019 erhielt das Kunststoff-Cluster zum wiederholten Mal das „European Cluster Excellence Gold Label“, das höchste europäische Gütezeichen für vorbildliches Clustermanagement. Diese Auszeichnung gilt aber vor allem unseren innovativen Unternehmen sowie engagierten Ausbildungs- und Forschungseinrichtungen.

Wesentlich für uns ist die individuelle und intensive Betreuung der Partnerunternehmen in Kooperationsprojekten. Jeder Partner hat andere Bedürfnisse und Anforderungen. Unsere Aufgabe ist es, den Unternehmen neue Wege und Technologietrends aufzuzeigen, neutraler Diskussionspartner und Ideengeber zu sein und die Unternehmen bei der Zusammenarbeit vom KMU bis zum OEM zu unterstützen. Wichtig im Kunststoff-Cluster ist auch der Know-how-Transfer. Dieser findet durch spezifische Fachtagungen, Schulungen und Workshops, aber auch in Branchenprojekten statt.

Was sind die größten Stärken und Potenziale des Werkzeugbaus in Österreich?

Der Werkzeugbau in Österreich hat eine lange Historie. Das bodenständige Handwerk wird heute mit neusten Technologien umgesetzt. Die Geschäftsführenden von österreichischen Werkzeugbaubetrieben sind Unternehmer mit „Handschlagqualität“ – und gleichzeitig Zukunftsvisionäre, die bereit sind, in neueste Fertigungsverfahren zu investieren und immer Neues ausprobieren, um Hightech-Werkzeuge (für Hightech-Produkte) vorwiegend für Spritzguss und Extrusion herzustellen.

Eine große Anzahl österreichischer Werkzeugbaubetriebe hat in den letzten Jahren viel in erweiterte Produktionskapazitäten, neueste Maschinen, Digitalisierung und Automatisierung investiert, um Kundenanforderungen noch besser und schneller erfüllen zu können. Regional konzentrierte Wertschöpfungsketten ermöglichen den Werkzeugbaubetrieben kurze Lieferzeiten. Durch die große Anzahl an Werkzeugbaubetrieben innerhalb gewisser Regionen in Österreich, zum Beispiel im Kremstal (Oberösterreich), haben sich die Betriebe spezialisiert und sich zu Weltmarktführern in ihren Bereichen entwickelt. Oftmals sind die Werkzeugbaubetriebe auch Familienunternehmen, in denen der Zusammenhalt großgeschrieben wird und Entscheidungswege kurz sind.

Welche Rolle spielt der österreichische Werkzeugbau im Vergleich zu Europa und der Welt?

Größtenteils ist der Werkzeugbau in Österreich hochspezialisiert (z. B. in Bereichen wie Silikon oder Mikrospritzguss) und in Nischen etabliert. Auf Basis einer fundierten Ausbildung der Mitarbeitenden, dem Willen, anzupacken sowie lösungsorientiert zu arbeiten, positioniert sich der österreichische Werkzeugbau im globalen Wettbewerb.

Ausgelöst durch die aktuelle Situation ist sicherlich ein Trend auszumachen: Große Konzerne und OEMs haben begonnen, ihre Lieferketten in Richtung Versorgungssicherheit und Verfügbarkeit im Krisenfall auszurichten („think global – act local“). Daraus ergibt sich für den österreichischen Werkzeugbau die Chance, sich als Nahversorger gegen die internationale Konkurrenz zu positionieren und der Globalisierung etwas entgegenzustellen.



Welche Herausforderungen müssen österreichische Werkzeugbaubetriebe künftig bewältigen?

Immer kürzer werdende Lieferzeiten und Flexibilität in jeder Hinsicht fordern Werkzeugbaubetriebe in Österreich schon seit längerem. Dieser Trend wird sich voraussichtlich weiter fortsetzen. Hinzu kommt die Anforderung, Produkte und Dienstleistungen vermehrt aus einer Hand anzubieten. Der Werkzeugbau ist sozusagen Generalunternehmer vom Prototyp bis zur Serie – oft inklusive Produktion.

Beeinflusst wird den Werkzeugbau auch, ob die Branche es schafft, dem Kunststoff ein positiveres Image zu geben. Kunststoffe haben viele Vorteile, leider verbreiten sich jedoch auch negative Schlagzeilen. Recycling und Recyclingquoten werden deshalb in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen. Recycling-Werkstoffe werden auch in technischen Bauteilen zur Anwendung kommen. Werkzeugbaubetriebe werden die Verarbeitungsmöglichkeit von Recyclingkunststoff in ihren Werkzeugen umsetzen und sicherstellen müssen, zugleich aber auch beratende Funktionen und Expertise zur Verarbeitung und zum Fertigungsprozess einbringen können.

Was sind Ihrer Meinung nach aktuell die wichtigsten technologischen Trends in der Branche Werkzeugbau in Österreich?

Die fortschreitende Digitalisierung ist auch im Werkzeugbau von großer Bedeutung. Erste Lösungen, wie z. B. der Einsatz von Sensorik in Werkzeugen, werden bereits angeboten und in der Serienproduktion eingesetzt. Es ist jedoch nicht ausreichend, die Daten nur zu sammeln. Es wird eine Herausforderung der nächsten Jahre werden, die gewonnenen Produktionsdaten sinnvoll zu nutzen, um eine intelligente sowie selbstgesteuerte Werkzeugfertigung zu realisieren.

Die Additive Fertigung gewinnt im Werkzeugbau mehr und mehr an Bedeutung, aber die Betriebe müssen künftig daran arbeiten, diese als weitere Fertigungstechnologie wie z. B. Fräsen im Prozessablauf zu integrieren und das dafür erforderliche Umdenken – Auftragen/Hinzufügen statt Entfernen – in den Köpfen der Mitarbeitenden zu verankern.

Wie sehen Sie die Ausbildung und Verfügbarkeit von Arbeitskräften in der Branche Werkzeugbau in Österreich im Vergleich zu anderen Ländern?

In Österreich erhält jeder eine hochwertige Ausbildung von der Lehre bis zum Studium. Die regionale Konzentration der Unternehmen hat natürlich auch die Ausbildungslandschaft für den Werkzeugbau beeinflusst. Viele zusätzliche Angebote sind entstanden, die es nur in Österreich gibt. So zum Beispiel die KTLA, die eine Lehre mit einer HTL-Ausbildung kombiniert, oder seit 1. September 2020 den neuen Lehrberuf: Digitale Werkzeugbautechnik.

Ausbildung wird in den Betrieben großgeschrieben, viele Unternehmen bilden Lehrlinge selbst aus. Es gibt viele Geschäftsführende in österreichischen Werkzeugbaubetrieben, die das Handwerk von Grund auf gelernt und danach innerhalb des Unternehmens leitende Positionen übernommen haben. Auch die Mitarbeitenden werden in den Unternehmen geschätzt. Die Unternehmen investieren laufend in die Ausbildung ihrer Mitarbeitenden, weil Mitarbeitende entscheidend für den Erfolg der Unternehmen sind. Dennoch wurde es in den letzten Jahren immer mehr zur Herausforderung, qualifizierte Mitarbeitende zu finden und Jugendliche für eine Lehre zu begeistern, weil insgesamt weniger „Nachwuchs“ zur Verfügung steht.



Das Kunsthistorische Museum auf dem Maria-Theresien-Platz in Wien

Zusammenfassung

Industrielles Umfeld

Österreich zählt trotz seiner geringen Bevölkerungszahl zu einer der 30 größten Volkswirtschaften weltweit. Die Wirtschaft zeichnet sich dabei insbesondere durch einen starken Dienstleistungssektor aus, aber auch die Industrie trägt zu einem erheblichen Teil zur Wirtschaftsleistung bei. Der österreichische Werkzeugbau besticht dabei vor allem durch seine hochkomplexen und qualitativ hochwertigen Spritzgießwerkzeuge. Diese machen gemeinsam mit anderen kunststoffverarbeitenden Werkzeugen rund 80 % der österreichischen Werkzeugproduktion aus.

Produkt

Im internationalen Vergleich überzeugen österreichische Werkzeugbaubetriebe durch die hohe Qualität der hergestellten Werkzeuge. Bei rund 14 % der österreichischen Betriebe werden Oberflächen mit Toleranzen von weniger als 2 µm angefragt. Die gute Qualität der Werkzeuge geht mit einer starken Kundenbindung einher. Diese zeigt sich am breiten Spektrum vor- und nachgelagerter Dienstleistungen, die österreichische Werkzeugbaubetriebe ihren Kunden offerieren und von diesen angenommen werden. Insbesondere vorgelagerte Dienstleistungen wie bspw. die Übernahme von Bauteilkonstruktion und -entwicklung stellen eine Stärke österreichischer Werkzeugbaubetriebe dar.

Prozess

Der Abwicklung von Neuaufträgen kommt in österreichischen Werkzeugbaubetrieben mit einem Gesamtanteil von 45 % aller Aufträge sowie mit über 70 % Umsatzanteil eine hohe Bedeutung zu. Dies erleichtert die interne Planung. Der österreichische Werkzeugbau zeichnet sich zudem durch eine durchschnittliche Wertschöpfungstiefe von 73,2 % aus. In Bezug auf die Prozessleistungsfähigkeit überzeugen österreichische Werkzeugbaubetriebe durch eine hohe Termintreue. Die Termintreue wird zudem als wichtigstes Verkaufsargument bei der Akquise von Neuaufträgen erachtet. Die durchschnittlichen Verrechnungssatzen sind im österreichischen Werkzeugbau im Allgemeinen etwas höher als in Deutschland.

Ressourcen

Mitarbeitende österreichischer Werkzeugbaubetriebe weisen bei einer durchschnittlichen Betriebszugehörigkeit von über 12 Jahren eine hohe Qualifikation auf. Zudem begegnet die österreichische Branche Werkzeugbau dem zunehmenden Fachkräftemangel mit einer hohen Auszubildendenquote von 16,8 %. Dies verdeutlicht, dass österreichische Werkzeugbaubetriebe der Ressource Mensch eine hohe Bedeutung beimessen. Österreichische Werkzeugbaubetriebe verfügen zudem über einen modernen Maschinenpark im Bereich konventioneller Fertigungsverfahren. In Bezug auf die Automatisierung und Industrie 4.0 zeigt sich jedoch Nachholbedarf, da bspw. über 40 % der Betriebe noch keine Industrie 4.0-Lösungen im internen Auftragsabwicklungsprozess anwenden.

Abschließende Beurteilung

Die österreichische Branche Werkzeugbau ist durch eine Vielzahl hervorragender Werkzeugbaubetriebe charakterisiert. Die Betriebe verfügen dabei über gut ausgebildete Arbeitskräfte und einen modernen Maschinenpark. Diese Ressourcen und Voraussetzungen müssen genutzt werden, um die Automatisierung und Digitalisierung der internen Wertschöpfungsprozesse voranzutreiben sowie durch die Entwicklung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle zusätzlichen Kundennutzen zu schaffen. Im Vergleich zu Deutschland nutzen österreichische Werkzeugbaubetriebe additive Fertigungsverfahren in geringerem Maße. Entsprechende Kompetenzen sollten daher in Zukunft weiter ausgebaut werden, um den Kunden bessere Produkte und Dienstleistungen bieten zu können. Nur durch Adressierung der drei Handlungsfelder Automatisierung, Digitalisierung und Additive Fertigung kann auch zukünftig eine erfolgreiche Differenzierung österreichischer Werkzeugbaubetriebe vom internationalen Wettbewerb gewährleistet werden. Die Best Practice Beispiele der Digital Moulds GmbH und der Roto Frank Austria GmbH zeigen, was in Bezug auf die Handlungsfelder Digitalisierung und Automatisierung möglich ist.

Autoren



Prof. Dr. Wolfgang Boos

Geschäftsführer
WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH



Dr. Christoph Kelzenberg

Leiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Julian Boshof

Gruppenleiter Ableitung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Marcel Prümmer

Gruppenleiter Technologieorganisation
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT



Christoph Ebbecke

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Christoph Frey

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Christian Lürken

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Technologieorganisation
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Unsere Studien – Strategische Entwicklung ...



Wettbewerbsfaktor Nachhaltigkeit – Ein Differenzierungsmerkmal für den Werkzeugbau
2020



Digitale Transformation im Werkzeugbau
2019



Intelligente Werkzeuge und datenbasierte Geschäftsmodelle
2018



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 Layout
Gestalten**
2020



**Erfolgreich Planen
und Steuern im
Werkzeugbau**
2019



**Erfolgreich
Fokussieren
und
Segmentieren**
2019



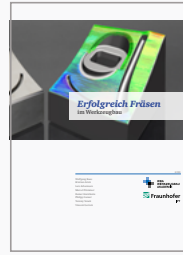
**Erfolgreich
Digitale Fräs-
prozessketten
Umsetzen**
2019



**Erfolgreich
Lieferanten
Managen**
2018



**Erfolgreich
CAX-Prozessketten
Gestalten**
2018



**Erfolgreich
Fräsen**
2018



**Erfolgreich
Automatisieren**
2017



**Erfolgreich
Restrukturieren**
2017



**Erfolgreich
Performance
Messen**
2017



**Erfolgreich
Fertigungstechno-
logien Einsetzen**
2017



**Erfolgreich
Finanzieren**
2016

Unsere Studien – Erfolgreich ...



**Erfolgreich
Digital Vernetzen**
2016



**Erfolgreich
Mitarbeiter
Motivieren**
2016



**Erfolgreich
Kalkulieren**
2015



**Erfolgreich
Planen**
2015

Unsere Studien – Tooling in ...



**Tooling in
Austria**
2020



**Tooling in
Germany**
2020



**Tooling in
Slovenia**
2019



World of Tooling
2018



**Tooling in Czech
Republic**
2018



**Tooling in
Germany**
2018



Tooling in China
2016



Tooling in Turkey
2016



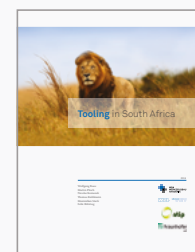
**Tooling in
Germany**
2016



World of Tooling
2015



Tooling in China
2015



**Tooling in South
Africa**
2014



Herausgeber

Werkzeugmaschinenlabor WZL

der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
Campus-Boulevard 30
52074 Aachen

www.wzl.rwth-aachen.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Steinbachstraße 17
D-52074 Aachen

www.ipt.fraunhofer.de

978-3-946612-56-8



9 783946 612568