



Tooling in China

Großblech- und Massivumformung

2015

Wolfgang Boos
Martin Pitsch
Tobias Hensen
Dominik Heeschen
Lars Johannsen

WZL
RWTHAACHEN

Fraunhofer
IPT

WBA 
AACHENER WERKZEUGBAU AKADEMIE



BMW
GROUP



Impressum

Tooling in China - Großblech- und Massivumformung

Copyright © 2015

Autoren: Dr. Wolfgang Boos, Dr. Martin Pitsch, Tobias Hensen, Dominik Heeschen, Lars Johannsen

ISBN: 978-3-9816802-3-2

Druck: printclub

1. Edition

Werkzeugmaschinenlabor WZL
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
Steinbachstrasse 19
D-52074 Aachen

www.wzl.rwth-aachen.de

WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH
Karl-Friedrich-Straße 60
D-52072 Aachen

www.werkzeugbau-akademie.de

Tooling in China

Großblech- und Massivumformung

2015

Wolfgang Boos
Martin Pitsch
Tobias Hensen
Dominik Heeschen
Lars Johannsen

WZL
RWTHAACHEN

Fraunhofer
IPT

WBA 
AACHENER WERKZEUGBAU AKADEMIE



BMW
GROUP



Spotlight



Der chinesische Markt für Großblech- und Massivumformwerkzeuge ist für Automobilhersteller und -zulieferer von besonderer Bedeutung. Aufgrund der hohen Absatzzahlen deutscher Automobile in China bietet ein detailliertes Marktwissen über die Leistungsfähigkeit von möglichen Zulieferern der deutschen produzierenden Industrie einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Der chinesische Werkzeugbau unterscheidet sich im besonderen Maße hinsichtlich des industriellen Umfeldes, der Produktqualität, der Prozessbeherrschung und der Ressourcenquantität vom deutschen Markt. Insbesondere chinesische Top-Werkzeugbaubetriebe stehen deutschen in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit kaum noch nach.

>40.000

...beträgt die Anzahl von Werkzeugbaubetrieben am Standort China

>1 Mio.

... Mitarbeiter sind am Standort China im Werkzeugbau beschäftigt

US-\$ 16,3 Mrd.

... betrug der Umsatz des chinesischen Werkzeugbaus im Jahr 2011

9 Jahre

... geringer ist das Durchschnittsalter chinesischer Mitarbeiter im Vergleich zu Deutschland

US-\$ 2,3 Mrd.

... betrug das Exportvolumen von chinesischen Werkzeugen im Jahr 2011

Quellen:

CDMIA. China Die & Mould Industry Association, 2013

ISTMA. Statistical Yearbook. On Tools, Dies and Moulds Industry, 2014

National Bureau of Statistics of China – China Statistical Yearbook, 2013



Kein Markt auf der Welt wird von der produzierenden Industrie in Deutschland so beobachtet wie der chinesische. Dabei haben deutsche Unternehmen nicht mehr nur das Interesse an einem kostengünstigen Produktionsstandort von relativ einfachen Produkten, sondern Interesse an China als Absatzmarkt. Durch die wachsende Anzahl an Kunden steigt die Anzahl von Produktionsstandorten deutscher Unternehmen in China, um die Kundenbedürfnisse schnell und marktgerecht befriedigen zu können. Die Veränderung vom Exportweltmeister zu einer „local for local“-Produktion führt zu neuen Herausforderungen, denen sich die produzierende Industrie am Hochlohnstandort Deutschland stellen muss.

Insbesondere der Werkzeugbau ist von dieser Veränderung maßgeblich betroffen. Durch die Internationalisierung der produzierenden Industrie und die steigende Anzahl an Produktionsstandorten in Ländern wie China, steigt auch der Werkzeugbedarf. Dies führt dazu, dass nicht nur mehr Werkzeuge für die verschiedenen Produktionsstandorte hergestellt werden müssen, sondern auch die Betreuung der Werkzeuge vor Ort zunehmend schwierig wird. Um dieser Herausforderung erfolgreich begegnen zu können, braucht die deutsche Industrie Wissen über den lokalen Werkzeugbaumarkt. Die intelligente Nutzung von chinesischen Werkzeugbaubetrieben kann zu einem signifikanten Wettbewerbsvorteil werden. Dies haben auch die drei an dieser Studie beteiligten Partnerunternehmen, die BMW Group, die Daimler AG und die ZF Friedrichshafen AG, erkannt.

Zur Erlangung der notwendigen Markttelligenz bedarf es einer umfassenden und detaillierten Auseinandersetzung mit dem Werkzeugbaumarkt in China im Ganzen, aber auch mit einzelnen Werkzeugbaubetrieben, welche potenziell für eine strategische Zusammenarbeit geeignet sind. Die am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT entwickelte

Vorgehensweise zur Analyse von Werkzeugbauländern erlaubt die systematische Identifizierung leistungsfähiger Werkzeugbaubetriebe.

Die detaillierte Auseinandersetzung mit dem Markt für Großblech- und Massivumformwerkzeuge am Standort China gestattet eine belastbare Bewertung der Leistungsfähigkeit von chinesischen Werkzeugbaubetrieben, die auf diesem Gebiet tätig sind. Trotz der Vielzahl an potenziell geeigneten Werkzeugbaubetrieben gleicht die Suche nach einem geeigneten Partner für eine langfristige Zusammenarbeit der Suche nach der Nadel im Heuhaufen, da der Werkzeugbau am Standort China in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit sehr breit aufgestellt ist. So gibt es Unternehmen, die sowohl kompetenz- als auch kapazitätsseitig mit vielen deutschen Betrieben konkurrieren können, als auch Unternehmen, welche sich in den vergangenen Jahren hinsichtlich Technologie und Organisation nicht weiterentwickelt haben.

Leistungsfähige chinesische Werkzeugbaubetriebe besitzen umfangreiche Ressourcen entlang der gesamten Prozesskette. Sowohl die Vielzahl an Mitarbeitern in Engineering und Konstruktion als auch die Vielfalt der Maschinen in der Fertigung oder der Try-Out-Anlagen sind mit der Ausstattung der meisten deutschen Werkzeugbaubetriebe nicht vergleichbar. Doch diese Vielfalt spiegelt sich in einer durchweg mäßigen Maschinenauslastung wider. Auch die Prozesse in chinesischen Werkzeugbaubetrieben sind weitaus weniger standardisiert als in Deutschland. Trotz der Vielzahl an Mitarbeitern fehlt es auch den leistungsfähigsten chinesischen Werkzeugbaubetrieben oftmals an hoch qualifizierten und vor allem an erfahrenen Mitarbeitern. Dies lässt sich insbesondere an der Qualität und Verarbeitung der Werkzeuge erkennen. Zwar können chinesische Werkzeugbaubetriebe Werkzeuge in kürzester Zeit konstruieren und fertigen, doch fehlt ihnen das Know-how für die Herstellung komplexer, hoch qualitativer Werkzeuge für den europäischen Premium-Markt.

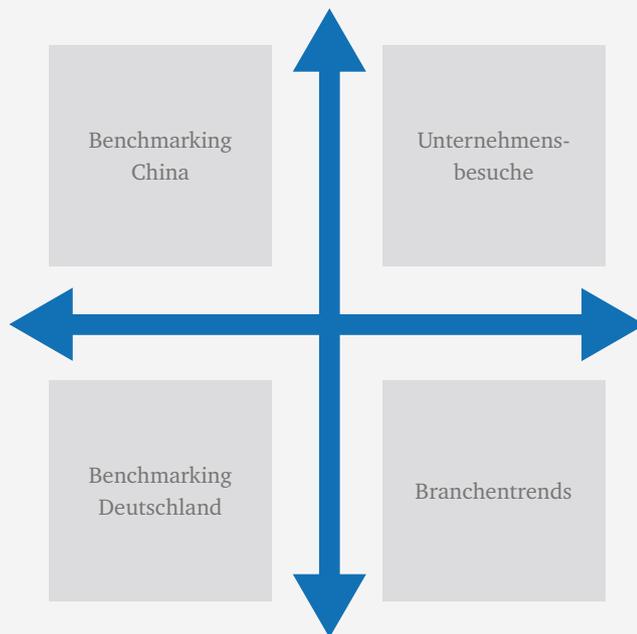
Executive Summary



集賢亭

集賢亭

集賢亭



Studien- design

Die vorliegende Studie basiert auf den Ergebnissen eines gemeinsam im Jahre 2014 durchgeführten Projekts der Forschungsinstitute Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen sowie den drei Partnerunternehmen BMW Group, Daimler AG und ZF Friedrichshafen AG. Ziel des Projekts war die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Werkzeugbaubetrieben am Standort China. Der Fokus des Projekts und somit auch der vorliegenden Studie liegt auf der Analyse von Werkzeugbaubetrieben aus dem Bereich Großblech- und Massivumformung.

Die Studie beschreibt die Leistungsfähigkeit chinesischer Werkzeugbaubetriebe in Bezug auf die vorhandenen Kompetenzen in den Bereichen Produkt, Prozess und Ressourcen. Zudem wird das industrielle Umfeld, in dem sich die Werkzeugbaubetriebe befinden, dargestellt. Die Studie präsentiert die Ergebnisse eines umfangreichen Benchmarkings sowie die Eindrücke von Unternehmensbesuchen, durch welche die Benchmarking-ergebnisse validiert werden konnten. Der internationale Vergleich des chinesischen Werkzeugbaus mit dem Werkzeugbau

in Deutschland erlaubt somit fundierte Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Werkzeugbaus am Standort China.

Für die Studie wurden insgesamt 150 Werkzeugbaubetriebe identifiziert, welche im Bereich Großblech- und Massivumformung tätig sind. 30 dieser Unternehmen konnten durch einen Kennzahlenvergleich detailliert bewertet werden. Dieser Vergleich bezieht sich sowohl auf die organisatorische als auch auf die technologische Leistungsfähigkeit der Unternehmen. Die Werkzeugbaubetriebe, die im Kennzahlenvergleich die besten Ergebnisse erzielen konnten, wurden anschließend durch Experten der beiden Forschungsinstitute sowie der drei Partnerunternehmen vor Ort in China besucht. Die Auditierung der besten 15 Unternehmen erfolgte ebenfalls unter organisatorischen und technologischen Gesichtspunkten.

Die Vorgehensweise bei der Durchführung der Studie basiert auf der in zahlreichen internationalen Benchmarkingprojekten etablierten Vorgehensweise von WZL und IPT. Zur Auswertung der Ergebnisse konnte die weltweit größte Datenbank im Bereich Werkzeugbau von WZL und IPT herangezo-



30 Betriebe

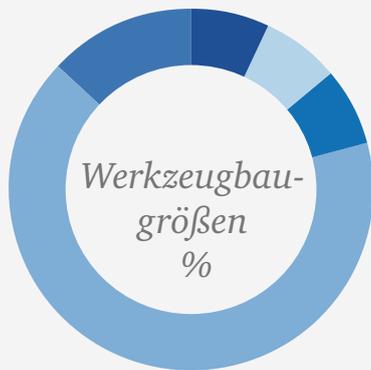
Im Rahmen dieser Studie wurden 30 Werkzeugbaubetriebe detailliert bewertet.

Studiendesign



66 %

Mehr als 2/3 der betrachteten Werkzeugbaubetriebe beschäftigen zwischen 100 und 500 Mitarbeitern.



gen werden, deren ca. 1000 Datensätze aus mehr als 10 Ländern nicht älter als 5 Jahre sind. Zum Kennzahlenvergleich zwischen deutschen und chinesischen Werkzeugbaubetrieben wurde eine Vergleichsgruppe gebildet, die aus 67 deutschen Werkzeugbaubetrieben aus dem Bereich der Blech- und Massivumformung besteht.

Die bewertete Gruppe der 30 chinesischen Werkzeugbaubetriebe setzt sich aus Unternehmen mit unterschiedlichen Marktzugängen zusammen. Fertigen 13 % der Unternehmen ausschließlich Werkzeuge für das eigene Mutterunternehmen, so produzieren 87 % der Unternehmen entweder nur für den Markt oder aber für das Mutterunternehmen und den Markt. In Bezug auf die Mitarbeiteranzahl unterscheiden sich die betrachteten Unternehmen stark von Deutschland. Der Großteil der chinesischen Werkzeugbaubetriebe beschäftigt zwischen 100 und 500 Mitarbeiter (66 %). 14 % der Unternehmen setzen sogar mehr als 500 Mitarbeiter ein, wohingegen lediglich 20 % der Unternehmen weniger als 100 Mitarbeiter

beschäftigen. Im Vergleich zu Deutschland zeigt sich ein deutlicher Unterschied, da die Größen chinesischer Werkzeugbaubetriebe die Größen deutscher Werkzeugbaubetriebe deutlich übersteigen.

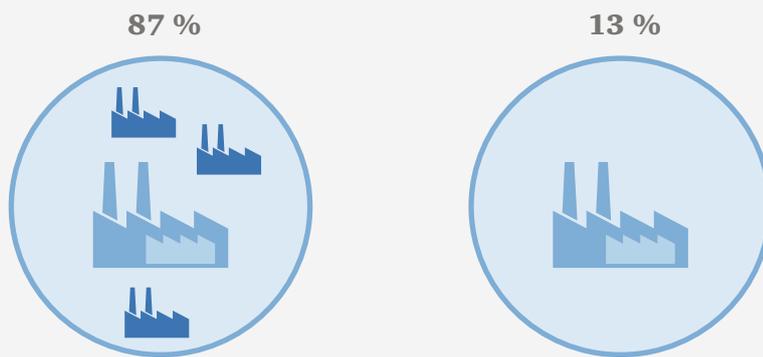
Durch die Eindrücke vor Ort und die Benchmarkingergebnisse konnten die Erfolgsfaktoren der Branche Werkzeugbau in China und Deutschland gegenübergestellt werden. Dadurch ist ein Ausblick für die kommenden Jahre, insbesondere in Bezug auf die Bedeutung des chinesischen Werkzeugbaus für die produzierende Industrie am Hochlohnstandort Deutschland, möglich.

Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über den chinesischen Markt für Großblech- und Massivumformwerkzeuge und bewertet anhand der vier Dimensionen

- Industrielles Umfeld
- Produkt
- Prozess
- Ressourcen

die organisatorische und technologische Leistungsfähigkeit der Branche Werkzeugbau.

Marktzugang der betrachteten Unternehmen



Interne und externe Kunden

Ausschließlich interne Kunden

○ Markt
 Werkzeugbaubetrieb

Interne Kunden
 Externe Kunden

[China stellt mit 1,36 Mrd. Einwohnern 19 % der Weltbevölkerung – das Potenzial an Arbeitskräften ist hoch.]

China ist mit einer Fläche von 9,6 Mio. km² aktuell das viertgrößte Land der Erde und stellt mit seinen 1,36 Mrd. Einwohnern knapp 19 % der Weltbevölkerung. Das Bevölkerungswachstum ist durch die politische Regulierung auf einem niedrigen Niveau und liegt derzeit bei 0,49 %. Dennoch liegt das Durchschnittsalter mit 36 Jahren deutlich unter dem der westlichen Industriestaaten und stellt daher keine Gefahr hinsichtlich einer drohenden demographischen Überalterung dar.

China hat sich in den letzten 20 Jahren von einem Entwicklungsland zu einer aufstrebenden Wirtschaftsmacht entwickelt. Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) Chinas hat in dieser Zeit einen enormen Anstieg erfahren. Seit dem Jahr 2000 wuchs das BIP von US-\$ 1.200 Mrd. auf mehr als US-\$ 9.100 Mrd., sodass das Land zur zweitgrößten Volkswirtschaft hinter den USA aufgestiegen ist. 2006 belegte China noch den sechsten Rang hinter Frankreich, Großbritannien, Deutschland, Japan und den USA. Gemessen an der Kaufkraftparität belegt China ebenfalls den zweiten Platz hinter den USA. Im Jahr 2009 hat China die Bundesrepublik Deutschland als Exportweltmeister verdrängt.

2012 entsprach der Anteil an allen weltweiten Exporten schätzungsweise ca. 10,8 % und der Anteil an allen weltweiten Importen ca. 9,3 %. Die wichtigsten Handelspartner gemessen am Gesamthandelsvolumen (Import und Export) waren 2012 die USA, Hongkong, Japan, Korea, Taiwan und Deutschland. Für Deutschland ist China bereits der dritt wichtigste Handelspartner nach Frankreich und den Niederlanden, und somit noch vor den USA.

Eine Analyse der Wirtschaftsregionen im Land zeigt jedoch, dass das enorme Wirtschaftswachstum keinesfalls gleichverteilt ist. Mehr als 50 % des gesamten BIPs wird an der Küste Ost-Chinas erwirtschaftet. Somit ist auch das Pro-Kopf-Einkommen in dieser Region mit US-\$ 8.440 nahezu doppelt so hoch wie in West- oder Zentral-China. In den ostchinesischen Ballungszentren ist darüber hinaus eine besonders hohe Bevölkerungsdichte vorzufinden. Diese beträgt beispielsweise im Stadtgebiet der Hauptstadt Peking ca. 5.640 Einwohner/km² und ist somit 50 % höher als die Einwohnerdichte im Stadtgebiet von Berlin mit 3.800 Einwohnern/km².

Industrielles Umfeld



10,8 %

10,8 % betrug der Anteil Chinas an allen weltweiten Exporten 2012.



[Die Lohnkosten in China werden in naher Zukunft stärker ansteigen als die Produktivität.]

Die Produktivität, also das Verhältnis zwischen produzierten Gütern und den dafür benötigten Produktionsressourcen, hat sich in den letzten Jahren analog zu den Lohnkosten des Landes entwickelt. Dies wird aus volkswirtschaftlicher Perspektive grundsätzlich als Zeichen einer gesunden Wirtschaft gewertet. Dennoch ist zu erkennen, dass zwischen 2002 und 2012 die Produktivität meist etwas stärker als die Lohnkosten angestiegen ist. Jedoch wurde ein Großteil dieser Produktivitätssteigerung vom Landwirtschaftssektor getragen.

Die Steigerung der Produktivität auf dem aktuellen Stand zu halten wird in der Zukunft insbesondere im industriellen Sektor eine besondere Herausforderung darstellen. Daher ist zu erwarten, dass die Lohnkosten in naher Zukunft stärker steigen als die Produktivität. Dieser Trend ist insofern bereits heute zu erkennen, da China in den letzten Jahren als Niedriglohnstandort stetig unattraktiver geworden ist. Einige Industrien verlagern daher bereits heute ihre Produktionen in asiatische Länder mit weitaus niedrigeren Lohnkosten wie beispielsweise Vietnam oder Bangladesch.

[In Bezug auf Auslandsdirektinvestitionen nimmt China (inkl. Hongkong) die weltweite Spitzenreiterrolle ein.]



**US-\$ 117,6
Mrd.**

**US-\$ 117,6 Mrd. wurden
2013 als Direktinvestitionen
ausländischer
Unternehmen in China
investiert.**

Trotz der sinkenden Attraktivität als günstiger Produktionsstandort profitiert China weiterhin von ausländischen Investitionen. 2013 betragen die Auslandsdirektinvestitionen (ADI) ca. US-\$ 117,6 Mrd. Dies entspricht ca. 1,3 % des chinesischen BIPs. Im internationalen Vergleich der ADI steht China somit auf dem zweiten Platz. Unter Berücksichtigung der ADI in Hongkong würde China sogar den weltweit höchsten Wert an Auslandsdirektinvestitionen aufweisen.

[Werkzeugbau in China – 40.000 Unternehmen mit über 1 Mio. Beschäftigten; Werkzeugbau in Deutschland – 3.800 Unternehmen mit 54.000 Beschäftigten.]



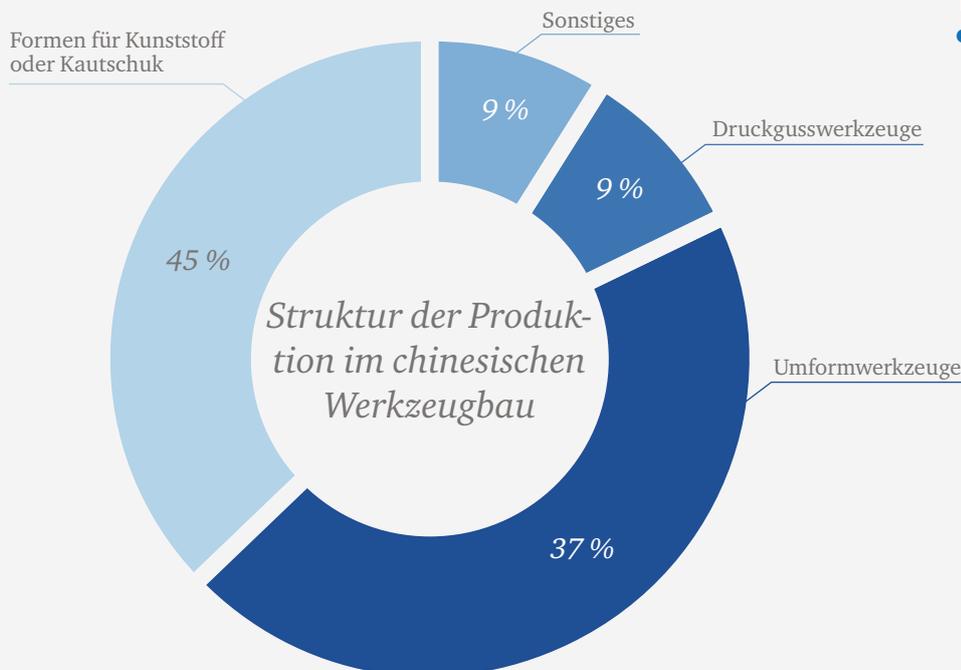
Nach offiziellen Angaben umfasst die Werkzeugbaubranche in China mehr als 40.000 Unternehmen mit mehr als 1 Mio. Beschäftigten. Die Strukturierung der Branche nach Mitarbeiteranzahl gelingt allerdings weniger genau als in Deutschland, da der chinesische Werkzeugbauverband CDMIA (China Die and Mould Industry Association) keine Schätzungen für die Größenverteilung unter den Unternehmen angibt. Es kann jedoch festgestellt werden, dass die Anzahl großer Werkzeugbaubetriebe mit mehr als 100 Mitarbeitern weit über der Anzahl in Deutschland liegt. Die durchschnittliche

Größe der im Rahmen der Studie betrachteten Unternehmen liegt bei 330 Mitarbeitern. Die Verteilung der verschiedenen Werkzeugarten entspricht in etwa der Verteilung Deutschlands. Mit 45 % haben Formen für Kunststoff- und Kautschukerzeugnisse den größten Anteil an der Produktion von Werkzeugen und Formen. Umformwerkzeuge (Stanz- und Blechumformwerkzeuge) bilden mit 37 % die zweitgrößte Produktgruppe. Druckgusswerkzeuge und sonstige Erzeugnisse weisen mit jeweils 9 % den geringsten Anteil an der Produktion auf.



45 %

Mit einem Anteil von ca. 45 % stellt der Formenbau den größten Anteil chinesischer Werkzeugbetriebe dar.





[2011 erzielte der chinesische Werkzeugbau einen Umsatz von US-\$ 16,3 Mrd.]

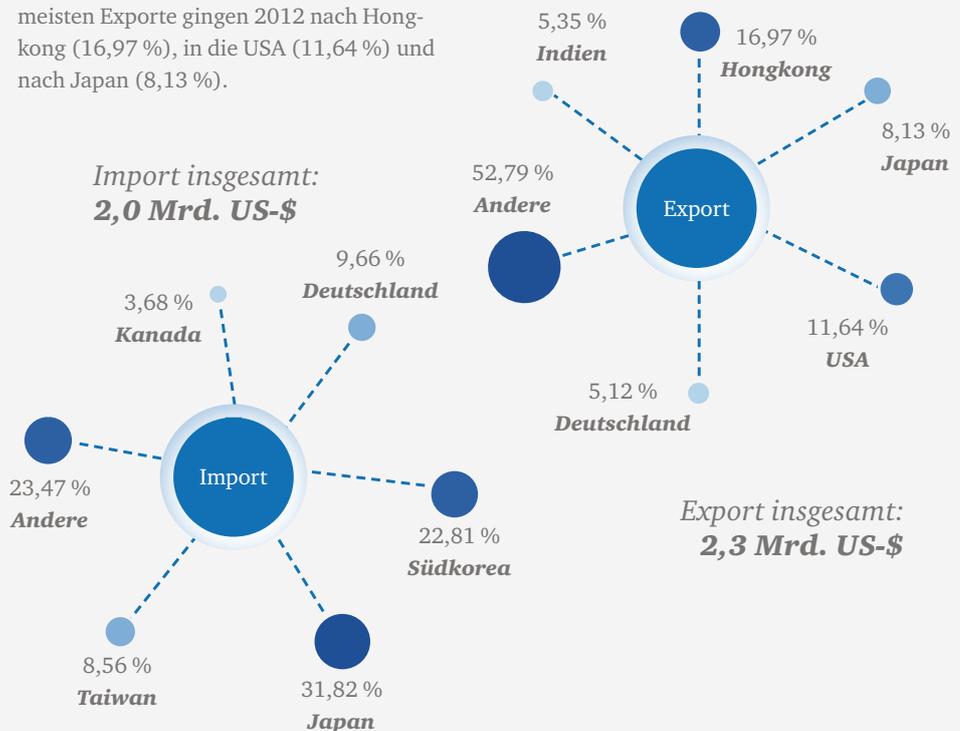
Der Aufschwung der Branche Werkzeugbau verlief parallel zum Aufschwung der chinesischen Wirtschaft. Die Umsatzentwicklung in den letzten 20 Jahren spiegelt die Bedeutung Chinas als Produktionsstandort wider. Abgesehen von den Jahren der Wirtschaftskrise 2008 und 2009 erzielte die Branche Werkzeugbau in China seit 1995 jährlich zweistellige Wachstumsraten von mindestens 10 %. Im Gegensatz zu Deutschland konnte der chinesische Werkzeugbau selbst im Krisenjahr 2009 ein Umsatzplus von immerhin 3 % erzielen. 2011 erzielte die Branche einen Umsatz von US-\$ 16,3 Mrd. China ist sowohl ein wichtiger Exporteur als auch ein wichtiger Abnehmer von Werkzeugen. Das Import-Export-Volumen lag im Jahr 2012 bei ca. US-\$ 4,3 Mrd. Die wichtigsten Märkte für Importe von Werkzeugen waren im Jahr 2012 Japan (31,82 %), Südkorea (22,81 %) und Deutschland (9,66 %). Die meisten Exporte gingen 2012 nach Hongkong (16,97 %), in die USA (11,64 %) und nach Japan (8,13 %).

Der Anteil exportierter Werkzeuge ist verglichen mit der hohen Produktionsmenge und im Vergleich zu Deutschland gering. Dies zeigt, dass die Erzeugnisse hauptsächlich für den heimischen Markt hergestellt werden und unterstreicht die Stellung Chinas als Produktionsstandort. Weiterhin zeigt dies, dass der Bedarf von Werkzeugen chinesischer Qualität außerhalb Chinas gering ist. Chinesische Anbieter konzentrieren sich hauptsächlich auf das untere bis mittlere Preissegment, welches einen Anteil von über 75 % des Marktes ausmacht. Im höheren Segment ist China weiterhin auf Importe angewiesen, da die Qualität und Entwicklung in den letzten Jahren zwar Fortschritte gemacht hat, jedoch weiterhin eine große Lücke zwischen China und Technologieführern wie Deutschland besteht.



9,66 %

Mit 9,66 % wurden deutsche Werkzeuge als dritthäufigste Werkzeuge importiert.



[Die Provinzen Guangdong, Zhejiang, Jiangsu sowie die Stadt Shanghai decken ca. 80 % der chinesischen Werkzeugproduktion ab.]

Der Werkzeugbau ist auf dem gesamten chinesischen Festland präsent. An der chinesischen Ostküste hat sich der Werkzeugbau jedoch zu einer der Kernindustrien entwickelt. Die drei Küstenprovinzen Guangdong, Zhejiang, Jiangsu und die Stadt Shanghai

decken zusammen ca. 80 % der gesamten Werkzeugproduktion ab, wobei Guangdong mit ca. 29 % und Zhejiang mit ca. 25 % die mit Abstand wichtigsten Provinzen für die Branche Werkzeugbau in China sind.



**US-\$ 13,04
Mrd.**

*Geografische Zonen der
Werkzeugbauindustrie*



- Anteil Werkzeugproduktion der Provinzen: 20 %
- Anteil Werkzeugproduktion der Provinzen: 80 %

Die Provinzen Guangdong, Zhejiang, Jiangsu und die Stadt Shanghai sind mit einem Produktionsvolumen von US-\$ 13,04 Mrd. die Hochburgen des chinesischen Werkzeugbaus.



[Das Tiefziehen von Außenhautteilen und von Blechen bis zu einer Dicke von 9 mm gehört zur Königsdisziplin im Werkzeugbau.]

Der chinesische Werkzeugbau im Bereich Großblech- und Massivumformung ist im Verhältnis zur hohen Anzahl von Werkzeugbaubetrieben in China unterdurchschnittlich stark vertreten. Nur wenige Betriebe besitzen ausreichendes Know-how in der Umformung von komplexen Groß- und Dickblechen, welches vergleichbar mit deutschen Werkzeugbaubetrieben ist. Das Tiefziehen von Außenhautteilen für die Automobilindustrie und von Blechen bis zu einer Dicke von 9 mm gehört zur Königsdisziplin im Werkzeugbau. Wie auch in Deutschland wird die Königsdisziplin nur von einer geringen Anzahl chinesischer Unternehmen beherrscht. Daher fokussieren sich die meisten der untersuchten Unternehmen auf weniger komplexe Strukturteile.

Die typischen Werkzeugabmessungen liegen hauptsächlich im Bereich von 2000x1000 mm bis 5000x2500 mm. Obwohl das Werkzeug-

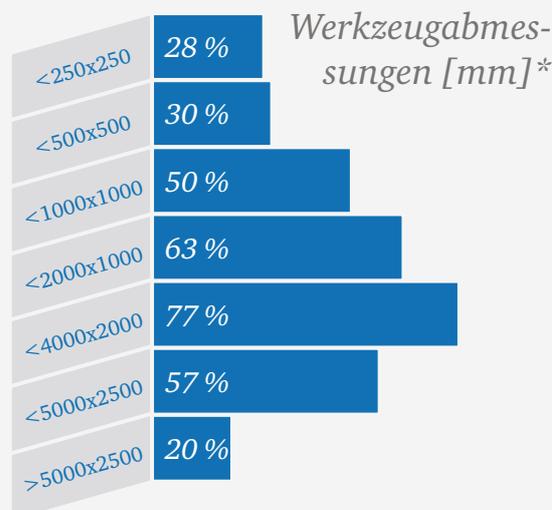
spektrum auf den Großwerkzeugbau ausgelegt ist, fertigen die untersuchten Werkzeugbaubetriebe dennoch ein Drittel der Werkzeuge in kleineren Abmessungsbereichen. Dieses unfokussierte Produktspektrum hat insbesondere auf die Auslegung des Maschinenparks einen erheblichen Einfluss, was im Bereich der Ressourcen durch eine breite Ausstattung zu erkennen ist. Neben großen Transferwerkzeugen bieten einige der Werkzeugbaubetriebe auch Warmumformwerkzeuge an. Nicht selten besitzen die Betriebe ganze Warmumformanlagen von namhaften Herstellern für eine Serienproduktion sowie den Try-Out. Hier besteht ein deutlicher Unterschied zu deutschen Werkzeugbaubetrieben, die bisher die Investition in die Warmumformtechnologie hinauszögern. Lediglich große interne Werkzeugbaubetriebe treiben das Thema intensiv voran und bauen aktuell Kapazitäten und Kompetenzen auf.

Produkt



20 %

Werkzeuge mit einer Größe von >5000x2500 mm werden von 1/5 der Werkzeugbaubetriebe hergestellt.



*Mehrfachnennung möglich



[80 % der untersuchten Werkzeugbaubetriebe besitzen Geschäftsbeziehungen von weniger als 10 Jahren.]

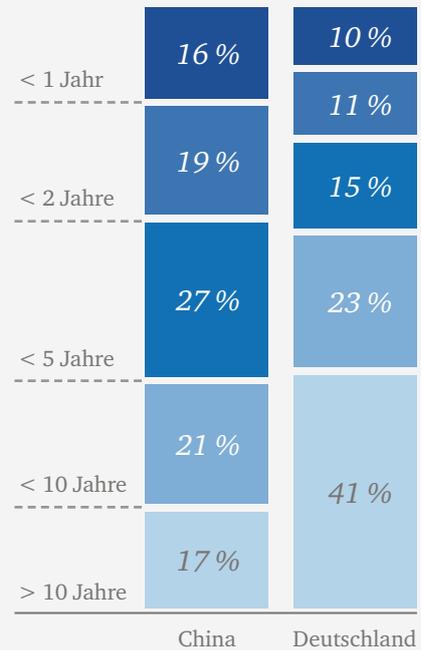
Hauptabnehmer für chinesische Großblech- und Massivumformwerkzeuge ist der asiatische Markt (62 %). Lediglich 7 % der Kunden kommen aus Deutschland, 14 % aus Amerika und 13 % aus dem Rest der Welt. Der größte Kunde außerhalb Europas ist die amerikanische Automobil- und Automobilzulieferindustrie. Aufgrund der jungen Historie des chinesischen Werkzeugbaus gibt die Mehrzahl der untersuchten Unternehmen an, dass die Dauer der Geschäftsbeziehungen unter 10 Jahren liegt. Im Vergleich dazu haben in Deutschland Werkzeugbaubetriebe über die Jahre enge Partnerschaften aufgebaut, sodass 41 % aller Kundenbeziehungen eine Dauer von über 10 Jahre haben. Kontinuität, Vertrauen und gemeinsames Lernen sind Erfolgsfaktoren der Kunden-Lieferantenbeziehung im deutschen Werkzeugbau.



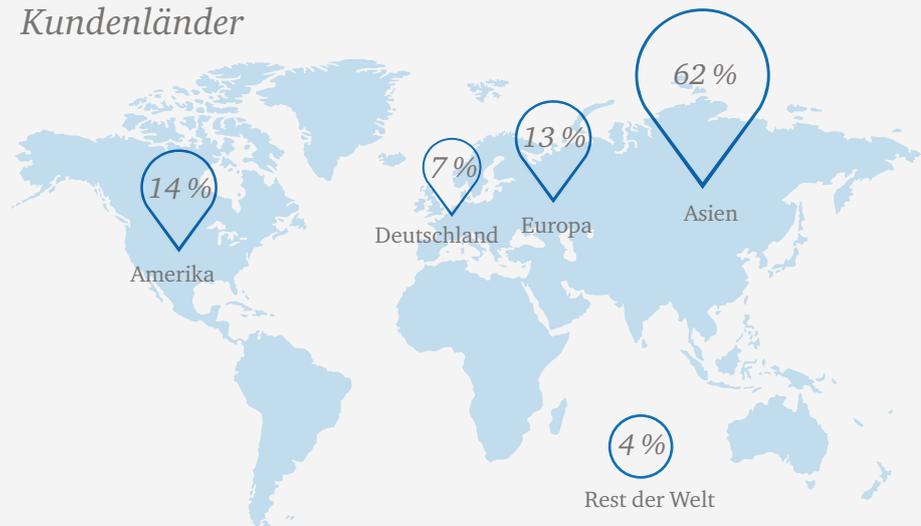
62 %

Nahezu 2/3 der Kunden chinesischer Werkzeugbaubetriebe kommen aus dem asiatischen Raum.

Dauer der Geschäftsbeziehung



Kundenländer



[Werkzeuge aus China sind bis zu 70 % günstiger als aus Deutschland – die Qualität reicht aber noch nicht aus.]



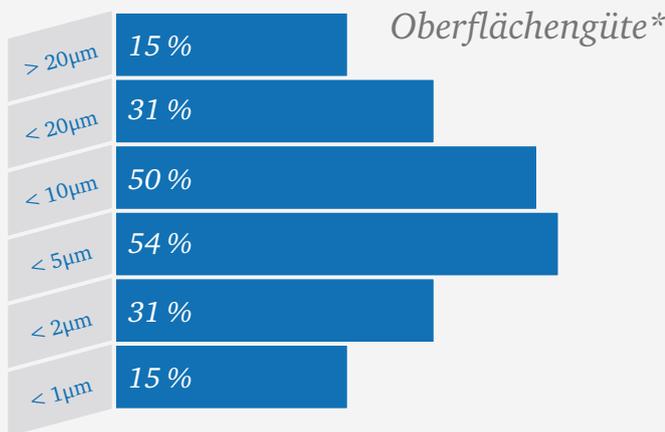
Am Beginn des Fertigungsprozesses steht die Frage nach dem richtigen Material. Noch vor 5 Jahren war es schwierig, Grauguss in einer guten Qualität in China zu beschaffen. Das hat sich stark geändert. Zum einen haben sich Gießereien sehr schnell Know-how angeeignet, zum anderen haben einige Betriebe ihre Wertschöpfungstiefe um eigene Gießereien erweitert. Immer häufiger bieten große chinesische Werkzeugbaubetriebe vom Guss über das Styropormodell bis zum fertigen Werkzeug die gesamte Wertschöpfungskette an. Entscheidendes Qualitätsmerkmal bei Werkzeugen sind die Oberflächenqualität und

-genauigkeit der Werkzeugkomponenten. Diese sind in China zum Teil mangelhaft und damit noch stark ausbaufähig. Dies liegt an falschen Bearbeitungsstrategien, minderwertigen Bearbeitungswerkzeugen und dem Einsatz von unzureichenden Fertigungstechnologien. In der Konsequenz dauert das Finish der Werkzeuge lang und ist von viel Handarbeit geprägt, welche nicht selten mit einem Trennschleifer durchgeführt wird. Obwohl die Systemausstattung der chinesischen Werkzeugbaubetriebe sehr gut ist, werden die händischen Anpassungen im Finish nicht in das CAD-Modell zurückgeführt.



15 %

Eine Genauigkeit von < 1µm erreichen lediglich 15 % der bewerteten Werkzeugbaubetriebe.



*Mehrfachnennung möglich

Experten- kommen- tar

Herbert Johann

Direktor Car Powertrain Technology
Werkzeug- und Prüfmittelbau
ZF Friedrichshafen AG

Stellt der chinesische Werkzeugbau in Bezug auf die Werkzeugqualität eine Konkurrenz zu Deutschland dar?

Die chinesischen Werkzeugbaubetriebe haben im Bereich der Kunststoff-Spitzgusswerkzeuge über viele Jahre Know-how aufgebaut und Erfahrungen gesammelt, was sich somit auch in der Qualität der Werkzeuge widerspiegelt.

Im Bereich der Blechumform- und Schneidwerkzeuge ist dieses Qualitätsniveau noch nicht erreicht und dies ist auch mittelfristig nicht zu erkennen.

Was ist der Grund für die mangelnde Werkzeugqualität?

Wesentliche Ursachen für die mangelnde Qualität der Werkzeuge in China sind auf die mannigfaltigen Facetten der Bearbeitung, der Montage und dem unsorgsamem Umgang mit den Werkzeugen zurückzuführen.

Allem voran steht dabei die Oberflächenqualität der Werkzeugkomponenten und hierbei wieder primär die der Wirkflächen und der Wirkgeometrie. So sind die Oberflächenrauigkeiten aufgrund von ungenügenden Bearbeitungsstrategien und Bearbeitungswerkzeugen, aber auch aufgrund einer nur mäßig geeigneten Fertigungstechnologie in einem nicht funktionalen Zustand.

Des Weiteren werden Oberflächenveredelungsprozesse wie das Polieren und die Beschichtung der Oberflächen nahezu nicht durchgeführt.

Letztendlich ist auch der schonende Umgang mit den Werkzeugen und damit der Schutz der wirkenden Oberflächen ein Makel im Gesamtprozess. Hier wird offensichtlich, wie wichtig eine fundierte Ausbildung und Qualifizierung der Mitarbeiter im Werkzeugbau ist.

Werden Werkzeuge in China anders konstruiert als in Deutschland?

Grundsätzlich würde ich die Frage eindeutig bejahen, wenn es um Vorlagen unabhängige und eigens durchgeführte Werkzeugentwicklung und Werkzeugkonstruktionen handelt. Hier sehe ich deutliche Unterschiede in der Grundkonzeption, im Aufbau und in der Tolerierung zu unseren Werkzeugen. Der Werkzeugaufbau hat meist keine modulare Struktur, die einzelnen Schneid- und Umformkomponenten sind nicht oder nur ungenügend zum Grundaufbau oder zueinander über Stifte fest fixiert, sondern nur verschraubt. Das hat zur Folge, dass zum einen das Werkzeug im Zusammenbau bearbeitet werden muss, um so die finalen Geometrien und Toleranzen zu erzeugen und zum anderen ein singulärer Austausch von verschlissenen Komponenten nahezu unmöglich ist.

Für welche Anwendungsfälle sind chinesische Werkzeugbaubetriebe geeignet?

Chinesische Werkzeugbaubetriebe haben sich im Bereich der Kunststoff-Spritzgießwerkzeuge nahezu vollumfänglich etabliert. Auch beachtliche Dünnblech-Werkzeugkonzepte und deren Ausführungen werden beherrscht, wobei diese vorwiegend im lokalen Markt eingesetzt werden.

Im Allgemeinen lässt sich beobachten, dass das Werkzeug Know-how auf Anwendungsfälle mit einfacher Geometrie, niedrigen Umformgraden und relativ groben Toleranzen beschränkt ist. Auch Werkzeuge und Anwendungsfälle, die keinen oder nur einen geringen Implementierungsaufwand haben und geringen Betreuungsaufwand benötigen, stehen aktuell noch im Fokus der Werkzeugbaubetriebe.

Chinesische Werkzeugbaubetriebe werden noch viel leisten müssen, um den europäischen Standard zu erreichen.

[Das Dienstleistungsangebot in China ist groß – der Homeland Try-Out stellt viele Werkzeugbaubetriebe vor eine Herausforderung.]

Chinesische Werkzeugbaubetriebe bieten ihren Kunden ein breites Dienstleistungsangebot. Die Beratung von Bauteilgestaltern sowie die Bauteiloptimierung durch die Werkzeugkonstruktion werden von den untersuchten Betrieben durchgängig angeboten. Der Try-Out der Werkzeuge findet vornehmlich auf eigenen Anlagen statt, jedoch zu einem geringeren Anteil als in Deutschland. 80 % der deutschen Werkzeugbaubetriebe führen die Ausprobe auf eigenen Anlagen durch und bieten damit dem Kunden einen funktionsfähigen und robusten Prozess. Die untersuchten chinesischen Werkzeugbaubetriebe fertigen überwiegend für asiatische Kunden, weshalb ein Homeland Try-Out, also das Vor-Ort-

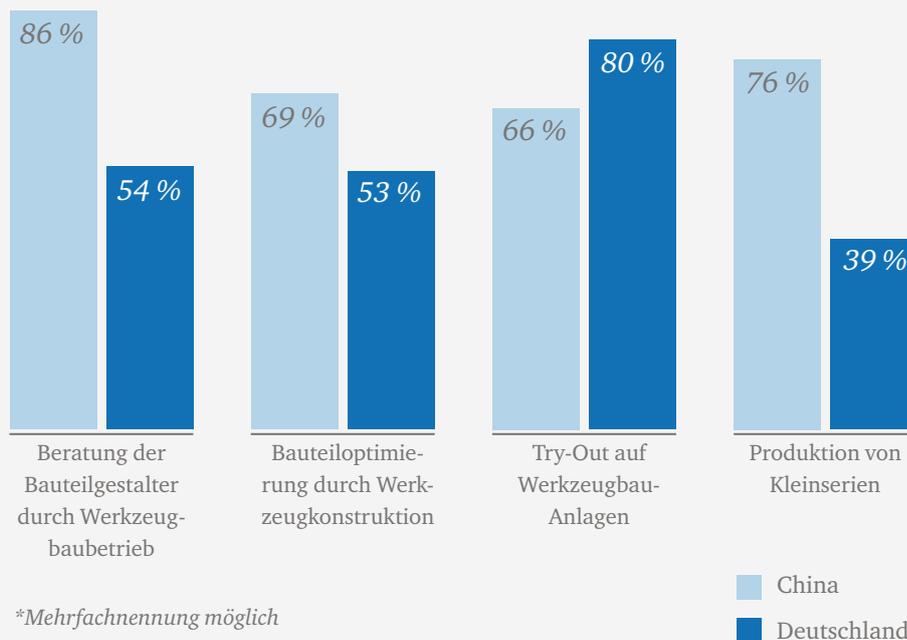
Finish außerhalb von China, die Ausnahme darstellt. Allerdings ist insbesondere in der komplexen Blechumformung die Unterstützung des Werkzeugbaus beim Einfahren der Serienprozesse zwingend notwendig. Falls kein eigener Werkzeugbau am Produktionsstandort vorhanden ist, muss eine Verfügbarkeit durch den Werkzeuglieferanten gewährleistet sein. Als weitere nachgelagerte Dienstleistung bieten über 76 % der untersuchten Werkzeugbaubetriebe die Produktion von Kleinserien an. Wenn Try-Out Anlagen vorhanden sind, dann in aller Regel überproportional viele. Daher können die Anlagen neben dem Try-Out mit Kleinserien ausgelastet werden.



66 %

Lediglich 66 % der chinesischen Werkzeugbaubetriebe bieten einen Try-Out auf eigenen Anlagen an.

Dienstleistungsangebot*



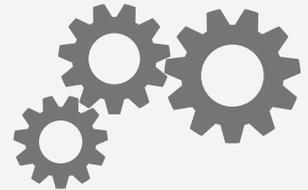


[Die Prozessleistungsfähigkeit chinesischer Werkzeugbaubetriebe ist mit geringen Durchlaufzeiten und einer Termintreue von 83 % gut.]

Die Leistungsfähigkeit von Werkzeugbaubetrieben hängt im Wesentlichen von der Beherrschung der Prozesse ab. Indikatoren einer hohen Prozessleistungsfähigkeit sind unter anderem die beiden Kriterien Durchlaufzeit und Termintreue. Die Durchlaufzeit für ein Werkzeugprojekt in chinesischen Werkzeugbaubetrieben ist, verglichen mit deutschen Werkzeugbaubetrieben, gering. Durch hohe Kapazitäten in der Konstruktion, der mechanischen Fertigung sowie dem Try-Out können Werkzeugprojekte schnell durchgeführt werden, da keine Ressourcenengpässe vorhanden sind. Diese kurze Durchlaufzeit führt zu einer hohen Liefertermintreue. Die durchschnittliche Liefer-

termintreue chinesischer Werkzeugbaubetriebe liegt bei 83 %, bei deutschen Werkzeugbaubetrieben hingegen nur bei 76 %. Allerdings ist die Bearbeitungsdauer zur Erstellung eines Angebots im Vergleich zu Deutschland deutlich höher (China: 9,5 Tage, Deutschland: 4,2 Tage). Zudem weisen die Angebote einen schlechteren Detaillierungsgrad als bei deutschen Werkzeugbaubetrieben auf. Eine hohe Prozessleistungsfähigkeit im Werkzeugbau zeichnet sich auch durch die Durchgängigkeit der CAx-Kette aus, welche in einer Vielzahl chinesischer Werkzeugbaubetriebe aufgrund der umfangreichen Systemlandschaft vorliegt.

Prozess



9,5 Tage

9,5 Tage dauert die durchschnittliche Angebotserstellung in China.

[Die Leistungsfähigkeit des Engineerings anspruchsvoller Premiumprodukte für den europäischen Markt ist unzureichend.]

Im Bereich des Engineerings weisen chinesische Werkzeugbaubetriebe erhebliches Potenzial auf. Trotz hoher Mitarbeiterkapazitäten verfügen die Mitarbeiter nicht über die ausreichenden Kompetenzen, Werkzeugkonzepte für hochkomplexe Werkzeuge zu erstellen. Zwar sind chinesische Werkzeugbaubetriebe durchaus in der Lage, geeignete und funktionsfähige Werkzeugkonzepte für neue Produkte zu erstellen, jedoch liegt die Kompetenz dabei im Bereich

von Low-End- und Medium-Class-Werkzeugen. Werkzeugkonzepte für hochkomplexe Bauteile, insbesondere im Bereich Großblech- und Massivumformung, entsprechen nicht dem Standard von Produkten für den europäischen Premium-Markt. Dies spiegelt sich besonders in der Qualität der Produkte wider, welche speziell bei Abrundungen und Kanten unzureichend ist.



Zur Werkzeugentwicklung nutzen chinesische Werkzeugbaubetriebe häufig Simulationssoftware, um den Umformprozess des Werkzeugkonzepts zu analysieren. Der Anteil der Unternehmen, die ein Simulationssoftwareprogramm einsetzen, liegt bei 90 %. Die Systemlandschaft der eingesetzten Softwaresysteme ist dabei sehr breit. Die meisten Unternehmen nutzen zur Simu-

lation die Softwareprogramme Autoform, Pamp-Stamp oder Simufact. Häufig werden von einem Unternehmen aber auch mehrere Simulationssoftwareprogramme eingesetzt. Bei der Simulation wird jedoch ausschließlich das Produkt simuliert und nicht die Einwirkungen des Umformprozesses auf das Werkzeug selbst.

[In der Konstruktion erreichen chinesische Werkzeugbaubetriebe sehr kurze Durchlaufzeiten.]



86,7 %

86,7 % der Werkzeugbaubetriebe setzen Siemens NX als CAD-System ein.

Die Konstruktion in chinesischen Werkzeugbaubetrieben stellt ein hohes Wettbewerbspotenzial dar. Im Vergleich zu Deutschland erreicht der Werkzeugbau in China sehr kurze Durchlaufzeiten in der Konstruktion. Dies ist auf zwei Charakteristika zurückzuführen: Zum einen beschäftigen chinesische Werkzeugbaubetriebe eine Vielzahl von Mitarbeitern in der Konstruktion. Die eingesetzten Mitarbeiter besitzen dabei zu einem hohen Anteil einen Universitätsabschluss, wodurch eine ausreichend hohe Kompetenz vorhanden ist. Allerdings sind auch im Bereich der Konstruktion, ähnlich wie im Engineering, die Erfahrungswerte der Mitarbeiter gering. Zum anderen zeichnet sich die Konstruktion durch eine sehr schnelle Arbeitsweise der Mitarbeiter aus.

In chinesischen Werkzeugbaubetrieben ist es, anders als in deutschen Werkzeugbaubetrieben, üblich, dass mehrere Konstrukteure ein Werkzeug konstruieren. Dies führt zwar zu einer kurzen Durchlaufzeit, allerdings ergibt sich dadurch ein hohes Fehlerpotenzial, insbesondere in Bezug auf die fehlende Integration von Komponenten. Um diese

Fehler zu vermeiden, setzen viele Betriebe Standardkataloge chinesischer Normteillieferanten für Komponenten ein. Dennoch führt die Bearbeitung eines Werkzeugs von mehreren Mitarbeitern zu Abweichungen in den Standards innerhalb einer Konstruktion.

Ähnlich wie in der Simulation werden auch in der Konstruktion unterschiedliche Systeme eingesetzt. Auch hier ist die Nutzung mehrerer Systeme in einem Unternehmen gängige Praxis. Die gängigsten CAD-Systeme sind Siemens NX und Catia, wobei Siemens NX (86,7 %) die weiteste Verbreitung aufweist. Durch die Nutzung dieser CAD-Systeme besteht eine hohe Kompatibilität zu deutschen Unternehmen. Allerdings werden dreidimensionale Konstruktionen nicht standardmäßig durchgeführt und nicht von allen Mitarbeitern beherrscht. Oftmals erfolgt die Konstruktion daher mit AutoCAD in zweidimensionaler Form. Dies stellt insbesondere für die Herstellung von Werkzeugen im Premiumsegment ein Problem dar.

[Die Datendurchgängigkeit in chinesischen Werkzeugbaubetrieben ist hoch – eine detaillierte Produktionsplanung findet nicht statt.]



In den Bereichen Arbeitsvorbereitung und CAM-Programmierung weist der chinesische Werkzeugbau ebenfalls Verbesserungspotenzial auf. Wie auch in den Prozessschritten Engineering und Konstruktion, ist die Systemvielfalt in der CAM-Programmierung umfangreich. Anders als im deutschen Werkzeugbau werden unterschiedliche Systeme zur Programmierung der NC-Maschinen eingesetzt. Zu den gängigsten Systemen zählen Siemens NX, Catia und ProE. Auch in der Programmierung steht den Betrieben eine ausreichende Anzahl an Mitarbeitern zur Verfügung, welche die vorhandenen Softwaresysteme gut beherrschen.

Eine klassische Arbeitsvorbereitung gibt es im chinesischen Werkzeugbau kaum. Nur wenige Werkzeugbaubetriebe beschäftigen

Mitarbeiter zur detaillierten Kapazitätsplanung entlang der Prozessschritte mechanische Fertigung, Montage und Try-Out im Sinne einer Arbeitsvorbereitung. Dies wird in der Auftragsabwicklung der einzelnen Werkzeugprojekte deutlich. Verfügen einige Werkzeugbaubetriebe noch über eine Grobplanung zur Kapazitätsvorschau, so findet eine detaillierte Feinplanung der Ressourcenbelegung nicht statt. Insbesondere in der mechanischen Fertigung ist diese Detailplanung jedoch von großer Bedeutung, um durch eine hohe Maschinenauslastung Kosten zu senken. Aufgrund der vorhandenen hohen Kapazitäten wird die Produktionsplanung in China aktuell noch nicht fokussiert, weshalb die Auslastung der Maschinen im Durchschnitt sehr gering ist.

[Obwohl das Alter der Maschinen nur 4,8 Jahre beträgt, werden Fertigungsprozesse ungenügend beherrscht.]



8,2

Die Fertigung zeigt deutliche Unterschiede im Vergleich zu leistungsfähigen deutschen Betrieben. Offensichtliche Unterschiede sind insbesondere die hohe Anzahl an Mitarbeitern in der Fertigung (+3 pp), ein geringer Automatisierungsgrad sowie eine unterdurchschnittliche Ordnung und Sauberkeit. Insbesondere die Maschinen in der Fertigung und die Anlagen im Try-Out weisen in der Regel starke Verunreinigungen auf. Des Weiteren kann in den meisten Unternehmen kein angemessener Standard hinsichtlich

Visualisierungen festgestellt werden. Visualisierungen beschränken sich auf ein Minimum, wie beispielsweise markierte Wege.

Diese Unterschiede werden durch die Untersuchung relevanter Kennzahlen verdeutlicht. Die im Rahmen der Studie besuchten Unternehmen zeichnen sich beispielsweise durch einen technologisch stark fokussierten Maschinenpark aus, sodass durchschnittlich eine geringere Anzahl an Fertigungstechnologien ($\sigma=8,2$) als im deutschen Werkzeug-

Durchschnittlich werden in chinesischen Werkzeugbaubetrieben lediglich 8,2 Fertigungstechnologien eingesetzt.



bau ($\phi=14,4$) eingesetzt wird. Insbesondere ist der Einsatzanteil von Erosionstechnologien deutlich geringer. Dies zeigt sich zum Ende der Prozesskette in einem erhöhten Nachbearbeitungsaufwand, da die hohen Ansprüche hinsichtlich Maß- und Formtoleranzen nicht ausschließlich durch die Fräsbearbeitungen erfüllt werden können.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass die eingesetzten Technologien sowie die entsprechenden Bearbeitungsprozesse in der Regel nicht dem deutschen Standard entsprechen. Auffällig ist in diesem Zusammenhang jedoch das geringe Durchschnittsalter der eingesetzten Fertigungsressourcen, das mit 4,8 Jahren im Vergleich zum deutschen Durchschnitt mit 12,3 Jahren sehr gering erscheint. Durch eine mangelhafte Wartung und Instandhaltung bleibt die Leistungsfähigkeit

aber deutlich unter dem zu erwartenden Niveau. Die Ressourcen werden trotz des anzunehmenden hohen Investitionsvolumens unzureichend ausgelastet. Darüber hinaus wird die Mehrmaschinenbedienung in den Betrieben nicht forciert. In der Regel werden die Maschinen von mindestens einem Mitarbeiter bedient, wobei dies durch die geringen Lohnkosten zu rechtfertigen ist.

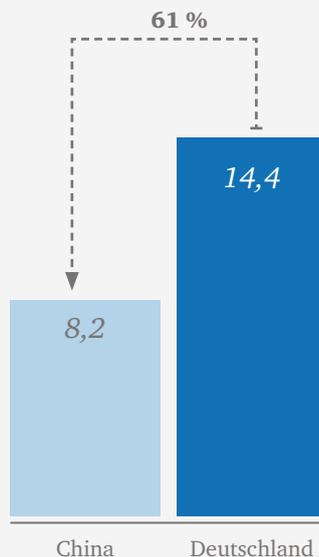
Die vergleichsweise geringen Lohnkosten führen in allen Unternehmen zu einem geringen Automatisierungsgrad aller eingesetzten Fertigungstechnologien. Insbesondere in den bereits gut automatisierbaren Technologien Fräsen und Senkerodieren kann festgestellt werden, dass der Automatisierungsgrad 34 bis 42 Prozentpunkte unter dem Durchschnitt deutscher Werkzeugbaubetriebe liegt.



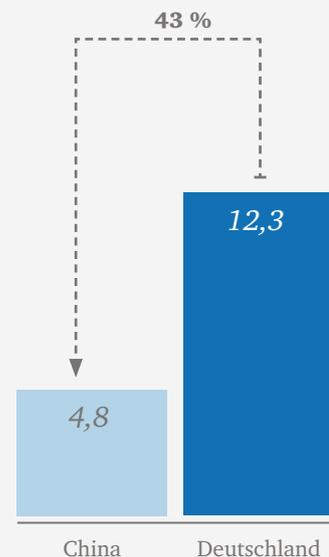
7,5 Jahre

Die Fertigungsressourcen in Deutschland sind im Durchschnitt 7,5 Jahre älter als in China.

Anzahl eingesetzter Fertigungstechnologien



Alter der Fertigungsressourcen



[Die Kompetenzen der Mitarbeiter in der Montage und im Try-Out beschränken sich auf Basiswissen.]



Die Bereiche Montage und Try-Out sind im Werkzeugbau sehr Know-how intensiv. Dies erfordert eine hohe Kompetenz, aber auch umfangreiche Erfahrungswerte der Mitarbeiter. Durch die hohe Fluktuation der Mitarbeiter in chinesischen Werkzeugbaubetrieben, aber auch die fehlende Auseinandersetzung mit dem gesamten Werkzeugherstellungsprozess der einzelnen Mitarbeiter, lassen sich in der Montage und im Try-Out erhebliche Mängel feststellen. Durch fehlende Ordnung und Sauberkeit in der Montage werden häufig mit Schmutzpartikeln und Öl behaftete Bauteile montiert. Dies führt zu schlechten Oberflächen, welche die Qualität des späteren Endprodukts maßgeblich beeinflussen. Zudem finden nur vereinzelt Polierarbeiten an den nicht beschichteten Oberflächen statt, was ebenfalls Einfluss auf die Qualität der Oberflächen und der Produkte hat.

Ein weiteres Problem chinesischer Werkzeugbaubetriebe in der Montage von Werkzeugen besteht in der Anpassung von Bauteilen im montierten Zustand. Anders als im deutschen Werkzeugbau, wo nicht passende Bauteile zurück in die mechanische Fertigung geführt werden, werden diese Bauteile im chinesischen Werkzeugbau manuell mit Hilfe von Trennschleifern angepasst. Dies hat neben der unsauberen Bearbeitung des Bauteils insbesondere zur Folge, dass die Anpassungen nicht in das CAD-System zurückgeführt werden. Dadurch werden später benötigte Ersatzteile auf Basis alter CAD-Daten gefertigt und sind somit nicht direkt einsatzfähig. Auch das Entgraten findet oftmals im montierten Zustand statt. Die fehlende Wissensrückführung von der Montage zur Konstruktion lässt sich zudem bei Änderungen von Bauteilen nach dem Try-Out erkennen. Auch nach dem Try-Out werden Werkzeuge im montierten Zustand mit einfachen Mitteln manuell angepasst.



[Aufgrund des geringen Qualifikationsniveaus in China stellt der Zugang zu qualifizierten Mitarbeitern eine große Herausforderung dar.]

Die größte Volkswirtschaft der Welt bietet chinesischen Unternehmen geradezu einen unbegrenzten Pool an potenziellen Arbeitskräften. Allerdings ist das Qualifikationsniveau und damit die Eignung einer Vielzahl von Arbeitnehmern gering. Dies führt zu einem Mangel an qualifizierten Fachkräften bei chinesischen, aber auch bei deutschen Unternehmen mit Standorten in China. Der Zugang zu qualifizierten Mitarbeitern stellt für Unternehmen in China somit eine große Herausforderung dar.

Das Durchschnittsalter der Mitarbeiter bei den untersuchten Unternehmen liegt mit 30,8 Jahren deutlich unter dem Durchschnitt in Deutschland (39,7 Jahre). Dies zeigt das Potenzial des Standortes, aber auch die fehlende Erfahrung der Mitarbeiter. Insbesondere in der Know-how intensiven Branche Werkzeugbau sind die Erfahrungen der Mitarbeiter in den Bereichen Werkzeugentwicklung sowie Montage und Try-Out von besonderer Bedeutung und stellen

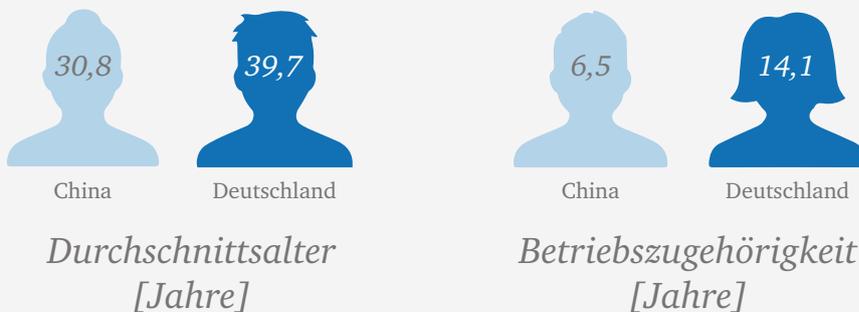
ein Differenzierungsmerkmal gegenüber Wettbewerbern dar. Eine weitere Besonderheit des chinesischen Werkzeugbaus liegt in der Dauer der Betriebszugehörigkeit der Mitarbeiter. Arbeitet ein Mitarbeiter in Deutschland im Durchschnitt 14,1 Jahre in einem Unternehmen, so liegt dieser Wert bei chinesischen Arbeitnehmern bei lediglich 6,5 Jahren. Die sich daraus ergebende hohe Fluktuationsrate hat zur Folge, dass das aufgebaute Wissen nur für einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum im Unternehmen verbleibt und nach dem Ausscheiden der Mitarbeiter neu aufgebaut werden muss, da kein systematisches Wissensmanagement in den Unternehmen implementiert ist. Aus diesem Grund verfügen eine Vielzahl von Mitarbeitern lediglich bedingt über die ausreichenden Kompetenzen für die Know-how intensive Herstellung von komplexen Werkzeugen. Dies spiegelt sich auch in einem mangelnden Verständnis der einzelnen Mitarbeiter für den gesamten Werkzeugstellungsprozess wider.

Ressourcen



30,8 Jahre

30,8 Jahre alt sind Mitarbeiter im chinesischen Werkzeugbau im Durchschnitt.

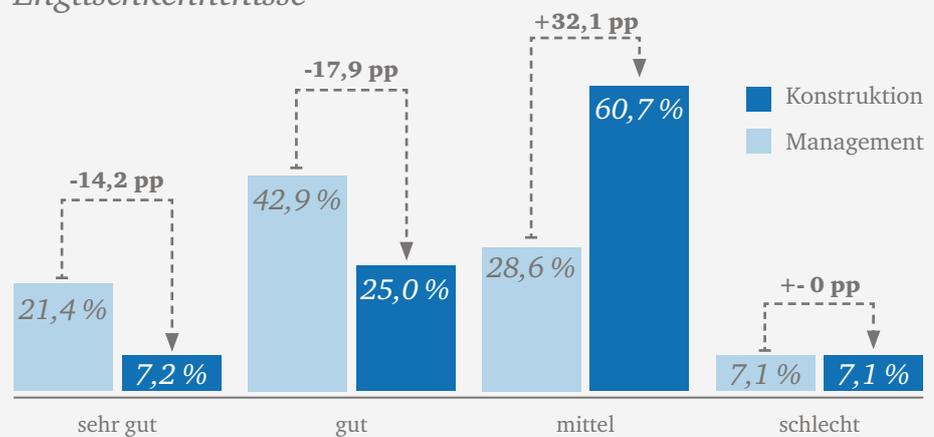




Die Sprachkenntnisse in chinesischen Werkzeugbaubetrieben stellen eine weitere Herausforderung für deutsche Unternehmen dar. Zwar sind nahezu alle chinesischen Werkzeugbaubetriebe in der Lage, mit deutschen Unternehmen in englischer Sprache zu kommunizieren, jedoch beschränken sich diese Sprachkenntnisse auf einzelne Personen aus dem Vertrieb oder dem Management. Diese unzureichenden Sprachkenntnisse erschweren die Zusammenarbeit

mit chinesischen Werkzeugbaubetrieben erheblich. Insbesondere in den einzelnen Prozessschritten wie dem Engineering, der Konstruktion, der Montage und dem Try-Out sind direkte Absprachen mit den Mitarbeitern erforderlich, um kurze Reaktionszeiten zu garantieren und Fehler in der Informationsübertragung zu verhindern. Diese direkte Kommunikation ist jedoch aktuell nur bedingt möglich.

Englischkenntnisse



12,4 %

Mit 12,4 % liegt der Anteil an HSC-Maschinen deutlich unterhalb deutscher Werkzeugbaubetriebe.

In Analogie zu deutschen Unternehmen stellt die Frästechnologie auch im chinesischen Blechwerkzeugbau die Kerntechnologie dar. Die vorhandenen Fräsmaschinen können dabei grundsätzlich in zwei Kategorien eingeteilt werden. Die erste Kategorie beinhaltet Maschinen chinesischen Ursprungs. Hierbei handelt es sich um Maschinen, die für konventionelle dreiachsige Fräsprozesse geeignet sind. Die erzielbaren Maßgenauigkeiten liegen dabei in einem Toleranzband von ca. 50 µm und sind somit für das Schruffräsen geeignet. Die Erzeugung anspruchsvoller Oberflächen ist mit diesen Maschinen nur stark eingeschränkt möglich. Die zweite Kategorie beinhaltet Maschinen aus deutscher, japanischer oder taiwanesischer Produktion. Diese Maschinen sind grundsätzlich gut für die Schruff- und Schlichtbearbeitung geeignet. Im Gegensatz zum Maschineneinsatz in Deutschland ist

erkennbar, dass der Einsatz von HSC-Maschinen lediglich gering ausgeprägt ist. Der Anteil an HSC-Maschinen liegt mit 12,4 % deutlich unter dem Wert im deutschen Blechwerkzeugbau (34 %). Taiwanische Maschinen werden insbesondere aufgrund der geografischen Nähe und der dadurch bedingten sehr guten Ersatzteilversorgung bevorzugt verwendet.

Allen Maschinen ist jedoch gemein, dass in der Regel keine Nullpunkt- oder Schnellspannsysteme vorhanden sind, sodass die Rüstprozesse vergleichsweise aufwendig und somit zeitintensiv sind. Der Rüstaufwand wird zusätzlich dadurch gesteigert, dass überwiegend manuelle Fräswerkzeugwechsel durchgeführt werden und die Möglichkeit automatischer Werkzeugwechsel nicht verfügbar ist.

Automatisierung im Fräsen bei deutschen und chinesischen Blechwerkzeugbaubetrieben



Die größten Mängel können insbesondere bei den Fräswerkzeugen und bei der CAM-Programmierung identifiziert werden. Die eingesetzten Fräswerkzeuge sind bei einem Großteil der Unternehmen stumpf, sodass die Erzeugung qualitativ hochwertiger Oberflächen nahezu unmöglich ist. Darüber hinaus kann festgestellt werden, dass Fräswerkzeuge zwar nachgeschliffen, diese jedoch im Anschluss nicht neu beschichtet werden. Dies reduziert die Leistungsfähigkeit und Standzeit der Werkzeuge enorm, sodass die Produktivität und Qualität stark beeinflusst werden. Des Weiteren werden im Fräsen und Bohren teilweise noch HSS-Werkzeuge eingesetzt. Der Einsatz von CBN-Werkzeugen ist im chinesischen Werkzeugbau dagegen noch nicht etabliert.

Die Begutachtung der erzeugten Oberflächen zeigt zudem, dass die erstellten

CAM-Programme signifikante Fehler aufweisen. Dies macht sich insbesondere durch sichtbare Oberflächenfehler bemerkbar. Die Analyse der CAX-Prozesskette zeigt, dass dieser Mangel insbesondere durch nicht geschlossene Flächen im CAD-Modell entsteht. Des Weiteren sind die gewählten Frässtrategien zur Erzeugung von Freiformflächen nicht zwingend geeignet.

Zusammenfassend ist für die Frästechnologie festzustellen, dass die Unternehmen eine überwiegend gute Maschinenausstattung vorhalten. Das Prozesswissen ist in den Unternehmen jedoch stark eingeschränkt, sodass die Qualität der hergestellten Bauteile nicht dem deutschen Standard entspricht. Weiterhin ist die Effizienz der Fertigungen aufgrund geringer Automation und eines enormen personellen Aufwands als gering einzuschätzen.



[Drahterosodieren findet überwiegend mit der Fast-Wire-Technologie statt – diese Technologie ist in Deutschland bereits ausgestorben.]

Die Drahterosionstechnologie stellt die zweitwichtigste Fertigungstechnologie bei chinesischen Werkzeugbaubetrieben dar. Der auffälligste Unterschied zu deutschen Betrieben ist die verwendete Technologie. Im Schwerpunkt werden Fast-Wire-Maschinen eingesetzt, bei denen die Drahtgeschwindigkeit stark erhöht ist und der Draht mehrfach verwendet wird. Diese Technologie wurde in Deutschland bereits nahezu vollständig durch modernere Verfahren substituiert. Die Fast-Wire-Maschinen zeichnen sich durch einen sehr geringen Preis aus, wo-

bei deutliche Einschränkungen hinsichtlich Präzision und Schnittleistung zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus kann bei dieser Technologie eine weitaus tiefer geschädigte Randzone nachgewiesen werden, die bei unzureichender Nachbearbeitung deutliche Qualitätseinschränkungen des Werkzeugs verursachen kann. In einigen Betrieben werden zwar neben den Fast-Wire-Maschinen auch moderne Maschinen eingesetzt, allerdings werden diese in der Regel zur Glättung von Kapazitätsspitzen genutzt.



100 %

Flach- und Rundschleifen werden bei 100 % der Werkzeugbaubetriebe eingesetzt.

[Schleifen wird in China mit ausreichenden Kapazitäten gut beherrscht]

In den Schleifabteilungen werden die gängigen Technologien eingesetzt. Insbesondere das Flach- und Rundschleifen wird bei 100 % der Unternehmen verwendet. Die Kapazitäten im Schleifen können durchweg als ausreichend bezeichnet werden, sodass

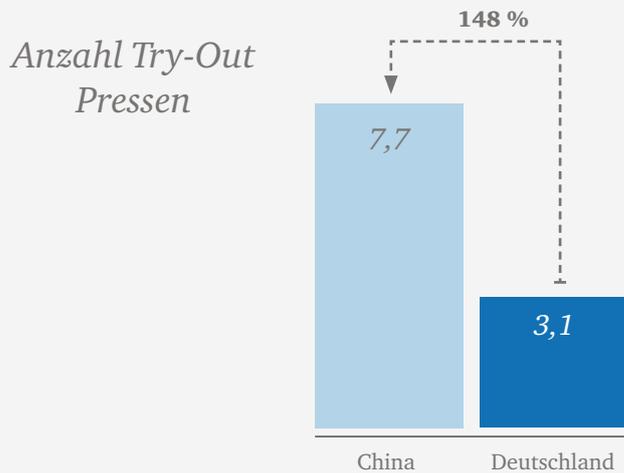
diese Technologie keinen Engpass in der Prozesskette der Unternehmen darstellt. Als Schneidstoff wird in der Regel Korund eingesetzt. Das Spannen der Werkstücke geschieht überwiegend auf Magnetspannplatten.

[Die Kapazität im Try-Out ist deutlich höher als in Deutschland.]



Im Try-Out zeichnen sich die Unternehmen durch eine hohe Pressenkapazität aus. Dies bezieht sich sowohl auf die Anzahl der Pressen ($\bar{\sigma}=7,7$) als auch auf die maximale Presskraft, die bis zu 2400 Tonnen beträgt. Die Pressen sind nach dem mechanisch-hydraulischen Prinzip aufgebaut, wobei vereinzelt auch Servopressen vorzufinden sind. Problematisch ist der fehlende Einsatz von Ober- und Unterluft in den Pressen, da diese Eigenschaften in deutschen

Presswerken mittlerweile Standard sind. Die Pressen werden vornehmlich für den Try-Out von Werkzeugen genutzt und nicht für eine Qualifizierung des Prozesses. Dies ist insbesondere dadurch festzustellen, dass weder Coilfeeder noch Handlingsysteme zur Verfügung stehen. Im Bereich der Nacharbeit wird teilweise händisch geschweißt, wodurch eine Rückführung der Messdaten nicht stattfindet.



148 %

Chinesische Werkzeugbaubetriebe besitzen 148 % mehr Try-Out Kapazitäten.

[Die Messsysteme sind auf dem neusten Stand – die Messkapazitäten sind häufig unzureichend.]

Die Messsysteme sind in einem Großteil der Unternehmen auf dem Stand der heutigen Technik. Ausreichend dimensionierte 3D-Koordinatenmessmaschinen werden in klimatisierten Räumen betrieben. Die softwaretechnische Einbindung in die CAX-Prozesskette wird in vielen Unternehmen beherrscht, sodass ein direkter Abgleich der Messdaten

mit dem CAD-Modell erfolgen kann. Die korrespondierenden Messprotokolle werden auf Basis der Kundenanforderungen erstellt. Unter Berücksichtigung der Unternehmensgrößen und der Try-Out Kapazitäten ist jedoch festzustellen, dass die Messkapazitäten in der Regel zu gering sind.



Im letzten Jahrzehnt hat sich China von einem Low-Cost-Produktionsstandort zu einem der wichtigsten Absatzmärkte in der Welt entwickelt. Durch den wirtschaftlichen Aufschwung können sich immer mehr der über 1,3 Milliarden Chinesen hochwertige und hochpreisige Produkte leisten. Insbesondere westliche Autos gelten als Statussymbol. Aus diesem Grund haben produzierende Unternehmen aus Deutschland ihre Marktpräsenz in China massiv verstärkt und neue Produktionsstandorte eröffnet. Diese dienen nun nicht mehr ausschließlich zur Realisierung von Faktorkostenvorteilen, sondern vielmehr zur Bedienung des lokalen Marktes. Eine steigende Nachfrage, die Erfüllung unterschiedlicher Kundenwünsche durch neue Derivate und die Verkürzung von Produktlebenszyklen hat direkten Einfluss auf die Anzahl von benötigten Werkzeugen – diese steigt weiter an.

Aufgrund des steigenden Werkzeugbedarfs sowie eines riesigen Beschaffungsmarktpotenzials (40.000 Werkzeugbaubetriebe, 1 Mio. Beschäftigte) muss sich der deutsche Werkzeugbau fragen, inwieweit er chinesische Werkzeugbaubetriebe in die eigenen Wertschöpfungsprozesse integrieren und das vorhandene Potenzial nutzen kann. Genau diese Frage haben sich die Firmen BMW Group, Daimler und ZF gemeinsam mit den Aachener Werkzeugbauexperten von WZL und IPT gestellt. Zur Beantwortung der Frage wurde eine umfangreiche Studie zur Bewertung der Leistungsfähigkeit des chinesischen Großblech- und Massivumformwerkzeugbaus durchgeführt. Dazu wurden insgesamt 150 potenzielle Werkzeugbaubetriebe identifiziert, 30 durch einen Kennzahlenvergleich detailliert bewertet und 15 Werkzeugbaubetriebe von einem Expertenteam vor Ort auditiert.

Industrielles Umfeld

Vor dem Hintergrund der Anzahl an Werkzeugbaubetrieben und Beschäftigten in der Werkzeugbaubranche hat China ein riesiges Marktpotenzial für den deutschen Werkzeugbau. Alleine im Jahr 2011 erzielte der chinesische Werkzeugbau einen Umsatz von US-\$ 16,3 Mrd. Die drei Provinzen Guangdong, Zhejiang, Jiangsu sowie die Stadt Shanghai decken dabei 80 % der chinesischen Werkzeugproduktion ab.

Produkt

Das Tiefziehen von Außenhautteilen und Blechen von einer Dicke bis 9 mm ist die Königsdisziplin im Werkzeugbau. Hier kann der chinesische Werkzeugbau noch nicht mit Deutschland mithalten. Dafür fehlt es an Erfahrung, weshalb die Qualität der Werkzeuge zu gering ist.

Prozess

Die Leistungsfähigkeit des Engineerings ist für anspruchsvolle Premiumprodukte noch unzureichend. Jedoch ist der chinesische Werkzeugbau schnell und aufgrund von einer hohen Mitarbeiterkapazität und guter Arbeitsteilung schneller als deutsche Werkzeugbaubetriebe. Daher ist die allgemeine Prozessleistungsfähigkeit gut. Allerdings beschränken sich die Kompetenzen der Mitarbeiter insbesondere im Bereich der Montage und im Try-Out auf Basiswissen – ein umfangreiches Werkzeug- und Prozessverständnis ist noch nicht vorhanden.

Ressourcen

Der Zugang zu qualifizierten Mitarbeitern stellt für Werkzeugbaubetriebe, aufgrund des geringen Qualifikationsniveaus in China, eine große Herausforderung dar. Auf Seiten der Technologie haben chinesische Werkzeugbaubetriebe hingegen eine sehr gute Maschinenausstattung. So haben Werkzeugbaubetriebe hohe Kapazitäten in den Bereichen Fräsen, Drahterodieren, Schleifen und im Try-Out. Die Auslastung der Maschinen und Anlagen sowie der beschäftigten Mitarbeiter ist jedoch deutlich geringer als in Deutschland.

China und insbesondere der chinesische Werkzeugbau hat großes Potenzial. Zwar kann im Bereich von Großblech- und Massivumformwerkzeugen nicht ohne eine langfristige und aufwendige Lieferantenqualifikation in China gesourct werden, dennoch sind viele chinesische Werkzeugbaubetriebe lernwillig und lernfähig. Folglich gilt es für deutsche Werkzeugbaubetriebe, geeignete Partner unter den chinesischen Werkzeugbaubetrieben zu finden, gezielt weiterzuentwickeln und dadurch Wettbewerbsvorteile zu generieren.

Zusammenfassung und Ausblick

Studienteilnehmer



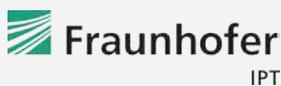
WBA Aachener Werkzeugbau Akademie

Die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie erarbeitet in einem Netzwerk aus führenden Unternehmen des Werkzeugbaus branchenspezifische Lösungen für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit der Branche Werkzeugbau. Im Mittelpunkt der Aktivitäten stehen die Schwerpunkte Industrieberatung, Weiterbildung, Branchenlösungen sowie Forschung und Entwicklung. Durch einen eigenen Demonstrationswerkzeugbau hat die WBA die Möglichkeit, innovative Lösungsansätze in einer Laborumgebung zu pilotieren und schnell für ihre Partnerunternehmen zugänglich zu machen. Zusätzlich werden Schwerpunktthemen in aktuellen Studien vertieft. Diese geben Auskunft über Trends und Entwicklungen vom Markt und Wettbewerb.



Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen steht mit seinen 900 Mitarbeitern weltweit als Synonym für erfolgreiche und zukunftsweisende Forschung und Innovation auf dem Gebiet der Produktionstechnik. In vier Forschungsbereichen werden sowohl grundlagenbezogene als auch an den Erfordernissen der Industrie ausgerichtete Forschungsvorhaben durchgeführt. Darüber hinaus werden 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 Produktionstechnik IPT

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik 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.

Werkzeugaufbau der BMW Group

BMW
GROUP



Die BMW Group produziert weltweit an 30 Standorten in 14 Ländern. Im Rahmen eines Joint-Ventures wird auch im Wachstumsmarkt China produziert. In China verkauft der Automobilhersteller aktuell rund 450.000 Fahrzeuge pro Jahr, was etwa ein Fünftel des gesamten weltweiten Absatzes ausmacht. Der interne Werkzeugaufbau der BMW Group ist ein Premiümlieferant im Bereich Karosserieblechwerkzeuge. Die Hälfte der von der BMW Group global benötigten Werkzeuge werden vom Werkzeugaufbau der BMW Group selbst gefertigt, die restlichen Werkzeuge werden von Lieferanten zugekauft.

Werkzeugaufbau der Daimler AG



Die Daimler AG ist einer der weltweit führenden Premiumautomobilhersteller, mit Hauptsitz in Sindelfingen. Der Automobilhersteller konnte im Jahr 2013 weltweit einen Umsatz von 118 Mrd. Euro erwirtschaften, wobei ein Anteil von 9,7 % auf den chinesischen Markt entfällt. Im Jahr 2012 hat die Daimler AG zur Kapazitätssteigerung eine Investition von 100 Mio Euro in ihren Werkzeugaufbau am Standort Sindelfingen beschlossen und bis zum Jahr 2015 realisiert. Die Versorgung der weltweiten Standorte mit Presswerkzeugen und anderen Anlagen soll auf diese Art und Weise langfristig gesichert werden. Zudem bedarf es aufgrund der hohen Nachfrage an Presswerkzeugen für Automobilaußenhautteile zuverlässiger Partner an den unterschiedlichen, weltweit vorhandenen Produktionsstandorten. Insbesondere die Identifizierung von chinesischen Partnern ist deshalb von hoher Bedeutung.

Werkzeugaufbau der ZF Friedrichshafen AG



Der interne Werkzeugaufbau der ZF Friedrichshafen AG gilt mit seinen 170 Mitarbeitern und 50 Auszubildenden als Kompetenzzentrum für Umform- und Schneidprozesse. Die herausragende Stellung des ZF Werkzeugaufbaus wird dadurch untermauert, dass er im Jahr 2012 den Wettbewerb „Excellence in Production“ zum Werkzeugaufbau des Jahres gewinnen konnte. Durch die strategiebedingte Internationalisierung des ZF-Konzerns ist die Anzahl der Standorte in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Dies bedingt eine Vielzahl an weltweit verteilten Werkzeugen und fordert die Sicherstellung der Werkzeugverfügbarkeit an den Produktionsstandorten im besonderen Maße. So soll die Belieferung der Produktion mit Werkzeugen an allen Standorten in der Nähe von Shanghai zukünftig durch Partnerunternehmen geschehen. Dazu bedarf es jedoch der Auswahl geeigneter Werkzeugaufbaubetriebe.

Autoren



Dr. Wolfgang Boos

Geschäftsführer der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH



Dr. Martin Pitsch

Abteilungsleiter Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Tobias Hensen

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Unternehmensentwicklung
Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Dominik Heeschen

Gruppenleiter Geschäftsfeld Werkzeugbau
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT



Lars Johannsen

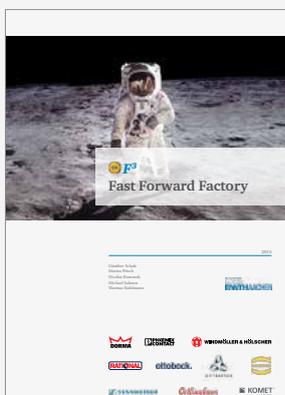
Wissenschaftlicher Mitarbeiter Geschäftsfeld Werkzeugbau
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Unsere Studien



Tooling in China

2015



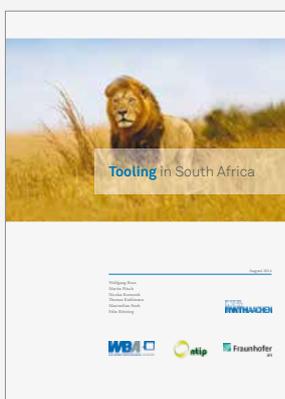
F³ Fast Forward Factory

2015



Erfolgreich Planen im Werkzeugbau

2015



Tooling in South Africa

2014



Herausgeber

Werkzeugmaschinenlabor WZL

der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
Steinbachstrasse 19
D-52074 Aachen
www.wzl.rwth-aachen.de

WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH

Karl-Friedrich-Straße 60
D-52072 Aachen
www.werkzeugbau-akademie.de

978-3-9816802-3-2



9 783981 680232