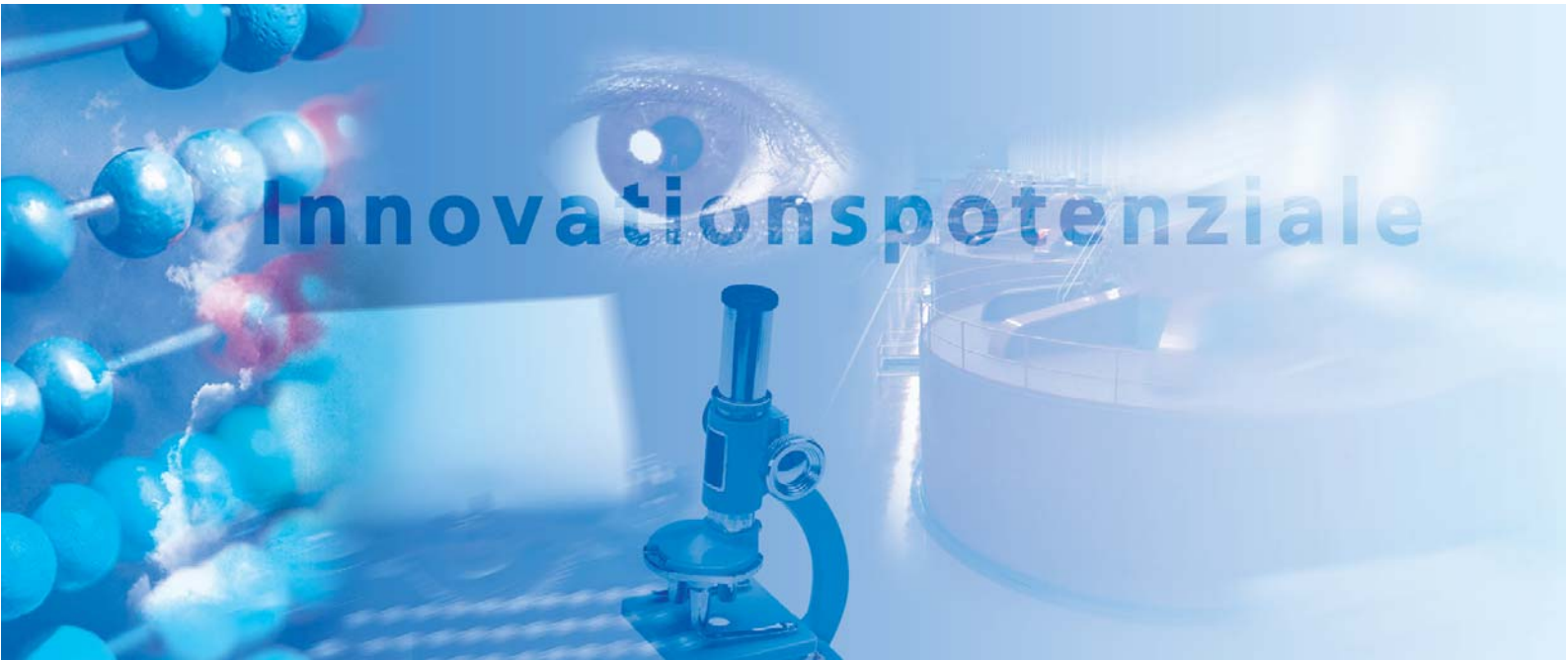
Zukunftsfähige Technologie- und Innovationsstrategien in hoch spezialisierten Industrieregionen

Eine exemplarische Studie am Beispiel der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau

Oliver Kleine
Steffen Kinkel
Oliver Som
Hans Bräunlich
Verena Kräusel



Fraunhofer-Institut für
System- und Innovationsforschung ISI

ISI-Schriftenreihe »Innovationspotenziale«

Oliver Kleine, Steffen Kinkel, Oliver Som,
Hans Bräunlich, Verena Kräusel

Zukunftsfähige Technologie- und Innovationsstrategien in hoch spezialisierten Industrieregionen

Eine exemplarische Studie am Beispiel der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau

Im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung und der IG Metall Gaggenau

FRAUNHOFER VERLAG

Kontaktadresse:
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Oliver Kleine
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe
Telefon 0721 6809-371
Telefax 0721 6891-52
E-Mail oliver.kleine@isi.fraunhofer.de
URL www.isi.fraunhofer.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.
ISSN: 1612-7455
ISBN: 978-3-8396-0096-2

Druck: Mediendienstleistungen des
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Stuttgart

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

© by FRAUNHOFER VERLAG, 2010
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon 0711 970-2500
Telefax 0711 970-2508
E-Mail verlag@fraunhofer.de
URL http://verlag.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.
Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

Inhaltsverzeichnis

1 Zukunftsfähige Technologie- und Innovationsstrategien im Spannungsfeld regionaler Industriekonzentration und globaler Wirtschaftskrise am Beispiel der Umformtechnik 1

1.1 Ausgangs- und Problemlage 1

1.2 Ziele, Aufbau und methodisches Vorgehen der Studie 3

2 Tendenzen und Potenziale der Umformtechnik als Fertigungstechnologie 5

2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands „Umformtechnik“ 5

2.2 Bestandsaufnahme Umformtechnik: Allgemeine Trends und Entwicklungspotenziale 7

2.2.1 Allgemeine und branchenspezifische Trends 8

2.2.2 Bauteil 12

2.2.3 Werkstoff 15

2.2.4 Methodenplanung 19

2.2.5 Werkzeugkonzepte 20

2.2.6 Anlagenkonzepte 22

2.2.7 Fertigungsprozesse 26

2.2.8 Abschließende Bemerkungen 33

2.3 Quantitative Befunde aus einer Patentanalyse zum Thema „Umformtechnik“ 35

2.3.1 Patente als Technologie- und Innovationsindikator 35

2.3.2 Gang der Untersuchung 35

2.3.3 Ergebnisdarstellung und Beurteilung 38

2.4 Zusammenfassung: Technologie-Roadmap „Umformtechnik“ 42

3 Zur spezifischen Situation und Entwicklung ausgewählter Betriebe der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau 48

3.1 Vorgehen 48

3.2 Maquet und Medikomp 49

3.2.1 Details ... 49
3.2.2 Übersicht ... 53
3.3 KWH Automobiltechnik ... 53
3.3.1 Details ... 53
3.3.2 Übersicht ... 57
3.4 KönigMetall ... 57
3.4.1 Details ... 57
3.4.2 Übersicht ... 63
3.5 Daimler – Werk Gaggenau, Bereich „Umformtechnik“ ... 63
3.5.1 Details ... 63
3.5.2 Übersicht ... 68
3.6 Fritz Automation ... 68

4 Zusammenfassung der Ergebnisse ... 72
4.1 Zu den technologischen Zukunftspotenzialen der Umformtechnik im Allgemeinen ... 72
4.2 Zu den spezifischen Zukunftspotenzialen der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau im Speziellen ... 74
4.3 Erfolgspotenziale und Risiken ... 80
4.4 Handlungsempfehlungen ... 82
4.5 Einschränkungen und weiterer Forschungsbedarf ... 85

5 Anhang ... 87
5.1 Patentklassifikation ... 87
5.1.1 Walzen ... 87
5.1.2 Herstellen von Blechen, Metalldraht, -stangen, -rohren Metallprofilen oder Halbzeugen auf andere Weise als durch Walzen ... 88
5.1.3 Bearbeiten oder Verarbeiten von Blechen, Metallrohren, -stangen oder -profilen ohne wesentliches Abtragen des Werkstoffs; Stanzen ... 89

5.1.4 Herstellen besonderer Gegenstände aus Metall durch Walzen, z. B. Schrauben, Räder, Ringe, Büchsen, Kugeln 90

5.1.5 Massivumformung durch Schmieden, Hämmern, Pressen etc. 91

5.1.6 Pressen allgemein 91

6 Literatur 93

1 Zukunftsfähige Technologie- und Innovationsstrategien im Spannungsfeld regionaler Industriekonzentration und globaler Wirtschaftskrise am Beispiel der Umformtechnik

Fraunhofer ISI

1.1 Ausgangs- und Problemlage

Produzierende und mittelständische Unternehmen sind ein wesentliches Element in der deutschen Innovationslandschaft. Zwar ist die Industrie heute nur noch für etwa ein Viertel der Bruttowertschöpfung in Deutschland direkt verantwortlich – rechnet man jedoch die durch sie induzierten Leistungen aus anderen Wirtschaftszweigen hinzu, so erhöht sich ihre Bedeutung je nach Bewertungsansatz auf ein Drittel oder mehr der wirtschaftlichen Gesamtleistung (o.V. 2008c; Kalmbach et al. 2003; Wildemann 2007; PROD*EU 2004). Sie leisten daher in ihrer Funktion als Entwickler und Anwender von Produkt- und Prozessinnovationen einen erheblichen Beitrag zur Stärkung der gesamtwirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit und sind damit eine wichtige Säule einer nachhaltigen Beschäftigungsentwicklung.

Dass das „Wirtschaftswachstum eines Landes … immer mehr von seiner Innovationsfähigkeit ab[-hängt]“ (Erber, Hagemann 2007) ist zwar keine neue Erkenntnis, scheint aber im Zuge der weltwirtschaftlichen Wachstumsdynamik und den somit immer komplexeren Möglichkeiten der industriellen Wertschöpfungserstellung gerade für ein so rohstoffarmes Land wie Deutschland an Bedeutung zu gewinnen (Schrooten, König 2006). Für die Unternehmen ist die Fähigkeit, kontinuierlich Innovationen hervorzubringen, eine Möglichkeit im globalen Kostenwettbewerb zu bestehen und die eigene Marktposition erfolgreich auszubauen. Für die Wirtschafts- und Technologiepolitik solcher Staaten ist der Erhalt ihrer Innovationsfähigkeit und deren Förderung ein wichtiger Aspekt in einer nachhaltigen Strategie zur Erhaltung inländischer Wertschöpfung und Arbeitsplätze (Gerlach, Ziegler 2002; Tidd et al. 2005; Stracke 2006).

Dynamische Umfeldentwicklungen führen heute für nahezu alle Betriebe zu neuen Risiken, die bei nicht rechtzeitiger Erkennung schnell zu existenzbedrohenden Situationen führen können. Diese sind zum einen technologiegetrieben. So erfahren nicht nur die Themen Rohstoff- und Energieeffizienz in der Fertigung vor dem Hintergrund zuletzt stark gestiegener Preise eine hohe Bedeutung, sondern werden durch vielfältige, technologische Entwicklungen ergänzt, deren Konsequenzen noch nicht vollständig durch die Betriebe abschätzbar sind. Gerade im Bereich der Fertigungstechnologien besteht dabei die Gefahr, wichtige Trends nicht rechtzeitig zu erfassen und damit schlimmstenfalls durch wirtschaftlichere Substitutionstechnologien aus dem Wettbewerb gedrängt zu werden. Zum anderen sind aber auch die Entwicklungen in wesentlichen Anwender-

und Impulsgeberindustrien wie dem Automobilbau in der langfristigen Technologie- und Fertigungsplanung zu berücksichtigen – auch solche, die aus der engen wirtschaftlichen Vernetzung dieser Akteure resultieren und nicht notwendigerweise technologiegetrieben sein müssen.

Gerade letztere Entwicklungen und deren Auswirkungen wurden jedoch in der Boomphase der vergangenen Jahre unterschätzt, wie die aktuelle Entwicklung in Deutschland angesichts der globalen Finanzkrise zeigt: Ihr Ausmaß und ihre Dynamik haben nicht nur die Experten der Finanzwirtschaft überrascht, sondern es scheint, als wenn ihre Effekte auf die Realwirtschaft lange Zeit auch von Politik und Industrie unterschätzt worden wären. Krisenbewältigung und operatives Krisenmanagement scheinen gerade das Gebot der Stunde zu sein. Besonders drastisch zeigen sich diese Effekte in so hochkonzentrierten und –spezialisierten, industriellen Wirtschaftsräumen wie der Automobilbau-Region Rastatt/Gaggenau. Hier sind mehr als 50 % der Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe direkt vom Automobilbau abhängig. Doch auch für das gesamte deutsche Wirtschafts- und Innovationssystem sowie das inländische Arbeitsplatzangebot nimmt die deutsche Automobilindustrie eine Schlüsselstellung ein. Neben den großen Finalproduzenten (OEM) wird dieser Industriesektor insbesondere auch von vielen mittelständischen Zulieferfirmen geprägt. Insgesamt hängt etwa jeder siebte Arbeitsplatz direkt oder indirekt von dem wirtschaftlichen Erfolg dieser Kernindustrie ab – zudem bringt sie 33 % der deutschen F&E-Aufwendungen auf (Roth 2004).[1]

Nicht selten wird jedoch in solchen Situation überstürzt oder zumindest unter Vernachlässigung der Aspekte einer nachhaltigen Strategieentwicklung gehandelt. Es besteht die Gefahr, dass im Zuge kurzfristiger Kostensenkungsmaßnahmen notwendige Investitionen verschoben oder ganz auf Eis gelegt werden – wie aktuelle Meldungen zu den Investitionstätigkeiten großer Automobilhersteller zeigen (Köhn, Ruhkamp 2009). Handelt es sich dabei um solche, die der technologischen Wettbewerbsfähigkeit dienen, so wird das Innovationspotenzial nachhaltig geschwächt und die Möglichkeit einer raschen Erholung nach der Krise verspielt.

Ein entscheidendes Mittel für den langfristigen Erhalt und Aufbau neuer Arbeitsplätze ist daher in der Sicherung der Innovationsfähigkeit zu sehen (Stracke 2006). Der Politik obliegt es, der Gefahr einer langfristigen Erodierung dieser Zukunftspotenziale vorzubeugen. Die Krise der Realwirtschaft darf sich nicht noch zu einer Krise des Innovationssystems ausweiten. Für die zentralen betrieblichen und regionalen Akteure ist daher die Fähigkeit, die aktuellen Maßnahmen der Unternehmensführung vor dem Hintergrund ihrer nachhaltigen Wirkung auf die Innovationsfähigkeit zu beurteilen, von besonderer Bedeutung. Aufgrund der derzeit sehr begrenzten finanziellen Spielräume vie-

[1] Ca. 800.000 in der Auto- und Zuliefererindustrie, 1.450.000 in vorgelagerten Branchen sowie 3.000.000 Beschäftigte im Kfz-Handel, Reparaturgewerbe und in den Dienstleistungsbereichen rund um das Automobil.

ler Unternehmen aus dem produzierenden Sektor – insbesondere im Fahrzeug- und Maschinenbau – ist auch in dieser Hinsicht eine Unterstützung besonders angezeigt. Vor dem Hintergrund der unübersehbaren Effekte auf die Realwirtschaft wird ein umgehendes Handeln in dieser Richtung wichtiger. Es gilt daher eine langfristige Technologieplanung der Unternehmen zu unterstützen und damit einen nachhaltigen Beitrag zur Sicherung ihrer Innovationspotenziale – auch in Krisenzeiten – zu leisten. Wird diese an der akuten Krise gespiegelt, so kann eine solche Betrachtung helfen, die Zusammenhänge zwischen langfristiger Technologieplanung und operativem Krisenmanagement zu verstehen und zu nutzen.

1.2 Ziele, Aufbau und methodisches Vorgehen der Studie

Angesichts der skizzierten Problematik ist es das *Ziel* der Studie, produzierenden und insbesondere auch mittelständischen Betrieben innerhalb hoch vernetzter Wirtschaftsräume Ansätze einer nachhaltigen Technologieentwicklung im Rahmen ihrer spezifischen Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Vor dem Hintergrund der Dringlichkeit dieses Thema soll diese Frage im Rahmen der Studie *exemplarisch* am Beispiel eines ausgewählten, industriell konzentrierten Wirtschaftsraums beantwortet werden. Im besonderen technologischen Fokus wird dabei die *Umformtechnik* aufgrund ihrer hohen Bedeutung für das produzierende Gewerbe in Deutschland stehen, da sie in fast allen Bereichen der Halbzeuge- und Einzelfertigung von unterschiedlichsten Fließ- und Stückgütern ihre Anwendung findet. Als gut geeignetes Anschauungsbeispiel wird die Region Rastatt/Gaggenau dienen, da hier mit dem Fahrzeugbau nicht nur Betriebe aus einer der wichtigsten Anwenderbranche vertreten sind, sondern mit der Medizintechnik auch solche, die als besonders relevant für die Zukunftsfähigkeit der deutschen Industrie erachtet werden (Hornschild et al. 2006, Stern 2005), und die sich zunehmend die Potenziale der Umformtechnik erschließen.

Innerhalb dieses Rahmens wird die Studie zur Beantwortung der in der Darstellung der Problemlage aufgeworfenen Fragen folgende Arbeitsschritte durchführen (vgl. Abb. 1):

- Identifikation der *relevanten* Technologietrends in der Umformtechnik durch Expertisen, Roadmapping sowie Patentanalysen, um Ansatzpunkte zur Einschätzung nachhaltiger Innovationsstrategie in diesem Bereich zu liefern (Kapitel 2).
- Berücksichtigung der *spezifischen* Situation von fünf ausgewählten Betrieben aus der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau und Spiegelung ihrer technologiespezifischen Innovations- und Personalentwicklungsstrategien an den ermittelten Technologietrends (Kapitel 3). Dabei ist explizit der durch die realwirtschaftlichen Auswirkungen der aktuellen Finanzmarktkrise aufgespannte Handlungsrahmen zu berücksichtigen.
- Zusammenfassende Ableitung erster *Handlungsansätze* für die zentralen betrieblichen und regionalen Akteure, um mittel- bis langfristig orientierte Innovations-

strategien im Bereich Umformtechnik unter den gegebenen Rahmenbedingungen kohärent vorantreiben zu können (Kapitel 4).

Die Studie soll sich insbesondere durch einen hohen praktischen Bezug zu den Problemen im Rahmen der Technologie- und Fertigungsplanung der in den Fallstudien betrachteten Unternehmen auszeichnen. Kern des Forschungsvorhabens ist es daher, in einer qualitativ ausgerichteten Studie zu untersuchen, inwiefern sich aktuelle und zukünftige Trends in der Umformtechnik in der Technologie- und Fertigungsplanung der Mittelständler der Region Rastatt/Gaggenau abbilden, ob ihnen die daraus resultierenden Herausforderungen bekannt sind und welche Optionen sie in diesem Zusammenhang haben. Ein besonderes Augenmerk soll dabei auf Befunde zum Stellenwert dieser Planungen vor dem Hintergrund der akuten, wirtschaftlichen Krisensituation gelegt werden. Es sind zusammen mit den Unternehmen und den zentralen betrieblichen und regionalen Akteuren Handlungsoptionen zu diskutieren und konkrete Lösungsansätze aufzuzeigen.

Abb. 1: Aufbau und methodisches Vorgehen der Studie

An dieser Stelle soll nochmals betont werden, dass die Studie einen exemplarischen Charakter hat. Es ist damit explizit nicht Ziel, allgemeingültige Erklärungsansätze und Handlungsempfehlungen für die angesprochene Problematik zu liefern. Dennoch soll die Übertragbarkeit der Methodik und ggf. auch der Handlungsansätze auf andere Technologie- und Innovationsbereiche kurz diskutiert werden. Dabei sollen die Implikationen der aktuellen Finanzmarktkrise zwar als wichtige Entwicklung berücksichtigt werden, sie bilden aber nicht den Fokus dieser Studie.

2 Tendenzen und Potenziale der Umformtechnik als Fertigungstechnologie

Fraunhofer ISI

Die Ableitung spezifischer Handlungsempfehlungen im Rahmen der Technologieentwicklung umformtechnischer Betriebe der Region Rastatt/Gaggenau bedingt zunächst eine allgemeine Auseinandersetzung mit den Zukunftspotenzialen der „Umformtechnik“ als solcher.

Dazu ist sie zunächst als Begriff in geeigneter Form abzugrenzen. Da ein rein terminologische Abgrenzung vor dem Hintergrund dieser Studie nicht ausreichend ist, erweitert Abschnitt 2.1 diese um eine prozessorientierte, an die technologische Wertkette angelehnte Sichtweise.

Anschließend erfolgt durch die Experten des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) eine qualitative Bestandsaufnahme aktueller und wichtiger Trends hinsichtlich des Untersuchungsbereichs (Abschnitt 2.2). Dem Gedanken eines klassischen Technologie-Radars entsprechend reicht eine alleine auf den Untersuchungsgegenstand ausgerichtete Betrachtung nicht aus, sondern ist in einem zweiten Schritt auch um die relevanten Trends in wichtigen Befähiger-, Querschnitts- und substitutiven Technologiebereichen sowie Markttrends zu ergänzen (bspw. Schuh et al. 2009a). Bei Letzteren sind vor allem solche zu nennen, die sich auf die Absatzmärkte (Kunden) sowie die Wertschöpfungsstrukturen der betrachteten Unternehmen beziehen.

Abschnitt 2.3 liefert eine erste, quantitative Abstützung der Ergebnisse auf Basis von Patentdaten des europäischen Patentamtes und ergänzt somit die obigen Experteneinschätzungen.

Abschließend werden die Ergebnisse noch einmal knapp zusammengefasst und in einer für die unternehmerische Praxis geeigneten Form („Technologie-Roadmap“) in Abschnitt 2.4 aufbereitet.

2.1 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands „Umformtechnik“

Fraunhofer ISI

Umformtechnische Prozesse stehen als unmittelbar formgebende Fertigungsverfahren meist schon am Anfang der industriellen Prozesskette. Als zumeist auf das Urformen folgende Prozesse finden sie in vielen Bereichen der nachfolgenden Halbzeuge- und Einzelfertigung von unterschiedlichsten Fließ- und Stückgütern, insbesondere im Fahr-

zeug-, im Maschinen-, Apparate- und Gerätebau sowie in der Medizintechnik ihre Anwendung. Dabei ist „Umformen“ nur der Oberbegriff aller Fertigungsverfahren nach der DIN 8580/8582,[2] in denen Werkstoffe (zumeist Metalle aber auch zunehmend thermoplastische Kunststoffe wie PTFE) gezielt und *plastisch (*d.h. irreversibel) in eine andere Form gebracht werden. Dabei ändert sich weder der Zusammenhalt noch die Masse des Werkstoffs. Im Vergleich zu spanenden Verfahren zeichnet sie sich daher insbesondere durch eine bessere Werkstoffausnutzung, höhere Fertigungsgeschwindigkeiten sowie höhere erreichbare Werkstoff-Festigkeitsgrade aus. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist trotz dieser Effizienzpotenziale aufgrund der hohen Investitionsaufwendungen sowie Werkzeugkosten in der Regel erst durch entsprechend hohe Stückzahlen in möglichst hoher Güte möglich.

Auf Grundlage der DIN 8583-8587 werden folgende umformtechnische Verfahren anhand der während der Umformung wirkenden Kräfte unterschieden:[3]

- Druckumformen, z. B. Eindrücken, Durchdrücken, Freiformen, Walzen.
- Zugdruckumformen, z. B. Durchziehen, Tiefziehen, Drücken, Kragenziehen, Knickbauchen, Innenhochdruck-Umformen.
- Zugumformen, z. B. Längen, Weiten.
- Biegeumformen, z. B. mit geradliniger oder drehender Werkzeugbewegung
- Schubumformen, z. B. Verschieben, Verdrehen, Durchsetzen

Vor dem Hintergrund dieser Studie wird unter „Umformtechnik“ jedoch nicht nur ein die obenstehenden Fertigungsverfahren umfassender Begriff verstanden. Diese Definition kann zunächst lediglich dazu dienen, Umformen als Teil der industriellen Prozesskette von anderen Fertigungsverfahren abzugrenzen. Da erwartet wird, dass die wesentlichen, für die industriell eingesetzte Umformtechnik relevanten Treiber zukünftiger Veränderung eher von anderen Innovationsbereichen ausgehen werden bzw. durch zahlreiche Interdependenzen gekennzeichnet sind, ist eine Erweiterung des Untersuchungsgegenstands angezeigt. Um eine für die langfristige, strategische Innovationsplanung verwendbare Technologie-Roadmap zu erzeugen, sollte diese sich dabei an den für Innovationsprozesse in der Umformtechnik relevanten Bereichen orientieren. Konkret wurde daher der Untersuchungsgegenstand wie folgt abgegrenzt (vgl. Abb. 2):

---

[2] Weitere Hauptgruppen nach der DIN 8580: Urformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaften ändern.

[3] Vgl. auch http://www.wikipedia.de.

Abb. 2: Zur prozessorientierten Abgrenzung der Blechumformung

Zwar werden heute umformtechnische Verfahren in den verschiedensten Bereichen der Halbzeug- und Werkstückfertigung eingesetzt, die Blechumformung ist aber immer noch eines der wichtigsten Anwendungsgebiete innerhalb der deutschen Industrie. Um eine zu enge und damit nicht praxisrelevante Abgrenzung der Umformtechnik zu vermeiden sind daher - angelehnt an einen für diesen Bereich typischen Prozessablauf - nicht nur die Trends und Entwicklungspotenziale des Verfahrens selbst relevant (6), sondern insbesondere auch solche, die dem Bereich der Bauteil- und Werkstoffauslegung (1 bzw. 2), der Methodenplanung (3), dem Werkzeug- und schließlich auch dem Anlagenkonzept (4 und 5) entspringen. Da dieses Verständnis in seinen Grundzügen auch für die anderen Anwendungsbereiche der Umformtechnik seine Gültigkeit hat, soll dieses Verständnis auch im weiteren Verlauf der Studie als gültiges Analyseraster und Strukturierungsinstrument angewendet werden.

2.2 Bestandsaufnahme Umformtechnik: Allgemeine Trends und Entwicklungspotenziale

Fraunhofer IWU

Grundlage der folgenden Ausführungen ist eine durch die Technologie-Experten des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) durchgeführte qualitative Bestandsaufnahme aktueller, wichtiger Trends im Umfeld der der oben abgegrenzten Umformtechnik. Ziel ist eine qualitative und systematische Erfassung möglichst sämtlicher Technologieentwicklungen, welche für die Einschätzung einer zukünftig nachhaltigen Innovationsstrategie relevant sind. Die Struktur der Analyse ist in Abb. 3 skizziert.

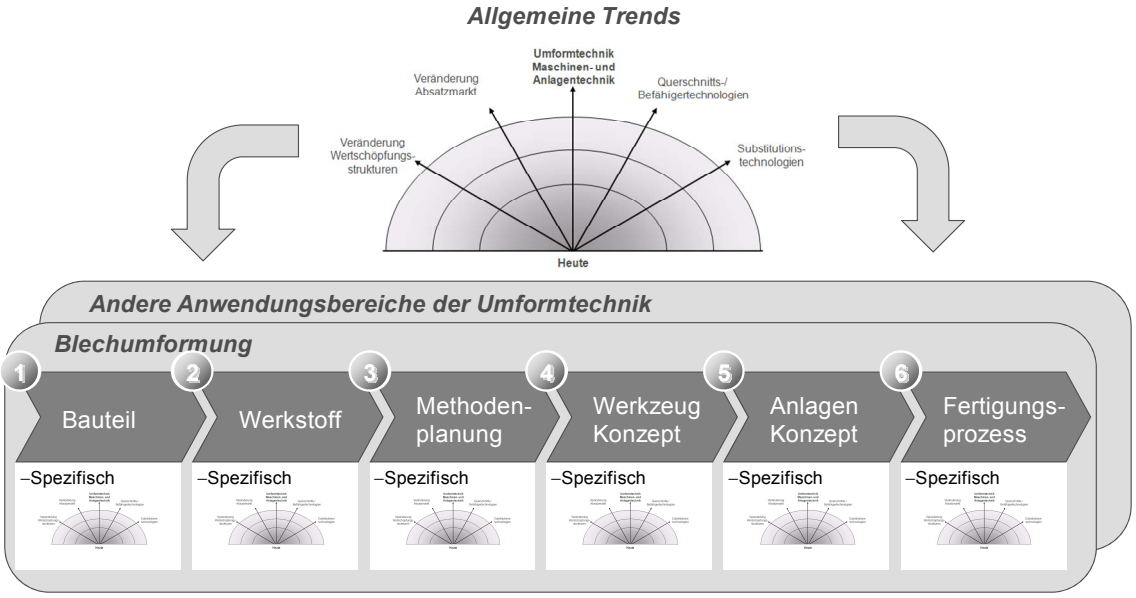


Abb. 3: Analyseraster der Bestandsaufnahme Zukunftspotenziale Umformtechnik

Grundlage der folgenden Analyse ist das oben erläuterte Verständnis der Umformtechnik. Ausgehend vom Stand der Technik werden dabei die für die Umformtechnik relevanten technologischen Entwicklungen identifiziert. Angefangen mit einer Darstellung der allgemeinen und übergeordneten Entwicklungen im Bereich des Marktumfeldes und der vorhandenen Wertschöpfungsstrukturen (Abschnitt 2.2.1) werden diese und Weitere entsprechend auf die einzelnen Teilbereiche der Umformtechnik heruntergebrochen und detailliert beschrieben (Abschnitte 2.2.2 - 2.2.7).

Die starke Fokussierung der folgenden Ausführungen auf den Fahrzeugbau schließt eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Branchen wie beispielsweise die Medizintechnik keinesfalls aus, sondern ist lediglich der Tatsache geschuldet, dass er als eine der treibenden Anwenderbranchen anzusehen ist. Die Prozesse und Verfahren sind grundsätzliche die Gleichen; das Anwendungspotenzial der Umformtechnik als Fertigungsverfahren wird in erster Linie gleich am Anfang durch die zu fertigenden Bauteile bestimmt (vgl. Abb. 2): Neben der grundsätzlichen, technischen Machbarkeit determinieren sie insbesondere auch die Wirtschaftliche.

2.2.1 Allgemeine und branchenspezifische Trends

Als genereller Trend ist der Notwendigkeit zu einer durchgängigen Energie- und Ressourceneffizienz in den Prozessen und Anlagen zu sehen. Zunächst mehr oder weniger noch Schlagwort, wird diese Tendenz in den nächsten Jahren überall Priorität erlangen. Die Förderprogramme des BMWi und BMBF, gestützt durch eine durch die Fraunhofer Gesellschaft (FhG) realisierte Studie (Fraunhofer 2008), werden sowohl Defizite als

auch Handlungsfelder definieren und durch entsprechende Projekte auch in die betriebliche Praxis transferieren.

Die nachfolgenden Ausführungen verdeutlichen die Relevanz des Themas „Energie- und Ressourceneffizienz“ am Beispiel des Fahrzeugbaus. So nimmt etwa die Produktion eines Fahrzeuges auf den Lebenszyklus gerechnet zwar weniger als 20 % des gesamten Energieverbrauches ein (Nottbohm 2009). Bedenkt man jedoch, dass bis zu 60 % der in der Automobilindustrie eingesetzten Bleche Abfall sind, und jedem eingesparten Kilogramm Stahl ein Äquivalent von 21 MJ Energie gegenübersteht (Neugebauer 2009), so ergibt sich hier jedoch weiterhin ein sehr großes Einsparpotenzial durch eine konsequent ressourcen- und energieeffiziente Fertigung. Eigene Analysen zum erforderlichen Handlungspotenzial sind daher jedem Unternehmen dringend angeraten - insbesondere, da sich mit Hilfe derartiger Maßnahmen Kosten sparen lassen, die eigene Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden kann und mit ihnen zudem die entsprechenden CO_2 Emissionen erheblich gesenkt werden können.

In Bezug zu anderen Fertigungsverfahren ist zwar eine Tendenz von der Zerspanung und vom Guss zur Umformtechnik festzustellen. Dieser Wettbewerb hängt jedoch nicht nur von den Verfahrenseigenschaften selber ab, sondern wird maßgeblich auch vom jeweiligen Anwendungsbereich bzw. den Bauteilgeometrien geprägt. In der praktischen Anwendung sollte daher statt von einem „Verfahrenswettbewerb“ eher von einer „Verfahrensintegration“ gesprochen werden. So wird u. a. versucht, Fügeprozesse zu reduzieren bzw. das Fügen in den Umformprozess zu integrieren. Dies wird zu Verfahrensmodifikationen und schließlich auch zu neuen Verfahren und Technologien führen. Die Bauteil- und Funktionsintegration wird kompliziertere und komplexere Prozesse zur Folge haben; daraus lässt sich die dringende Notwendigkeit zur Realisierung von (möglichst automatisierten) Überwachungs- und Regelstrategien ableiten. Prozessoptimierungen sind generell über die gesamte Prozesskette durchzuführen. Alle Einzelprozesse sind zu visualisieren bzw. simulativ zu planen. Generell ist mit einer steigenden Anforderung hinsichtlich Präzision der Bauteile und somit auch der Werkzeuge auszugehen.

Zum Fahrzeugbau

Neue Herausforderungen aufgrund des Klimawandels, der Ressourcenverknappung und der fluktuierenden Stromerzeugung durch den verstärkten Ausbau erneuerbarer Energien, der u. a. zu einem höheren Bedarf an Energiespeichern und Regelenergien führt, könnten die Nutzung alternativer Antriebskonzepte auf Elektrizitätsbasis in Zukunft interessant werden lassen. Neue Entwicklungen bei Batterien, die in der Vergangenheit die wesentliche Barriere für einen Markterfolg waren, lassen heute diese Konzepte in einem neuen Licht erscheinen.

Mögliche siginifikante Veränderungen technologischer Konzepte sollen daher beispielhaft an der aktuellen Situation der zukunftsträchtigen Elektromobilität erläutert werden. Sollte sich eine derartige Antriebskonzeption tatsächlich signifikant durchsetzen, so hätte dies extreme Auswirkungen auf Technologie, Werkzeuge und Anlagen für die

Herstellung von Bauteilen völlig neuer Konfiguration. Durch den Wegfall fast aller Komponenten, die sich zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Rad befinden, würde eine komplette typische Teilegruppe entfallen, was signifikante Auswirkungen auf Werkzeuge/Werkzeugbau und die Art der Anlagentechnik hätte. Nicht nur am Antriebsstrang, auch die Zellstrukturen der Fahrzeuge unterlägen dann Änderungen, die an Werkzeugbau und Presswerk völlig neue Anforderungen stellen würden.

Trotz des Umstandes, dass die höheren Anschaffungskosten nicht immer durch die Kraftstoffeinsparung kompensiert werden können, scheinen sich Hybridfahrzeuge mittelfristig flächendeckend durchzusetzen. Dies führt u. a. zum Absenken der Batteriekosten, so dass auch andere Konzepte der Elektromobilität zunehmend interessant erscheinen.

Der auf die Hybridfahrzeuge folgende Schritt könnten Fahrzeuge mit Netzanschluss sein. Für Hybridtechnologien wird eine schnelle und umfassende Marktpenetration vorausgesagt. Der Marktanteil von Plug-In-Hybriden an Neufahrzeugen 2020 soll dabei bereits bei 25 % liegen. Es ist zu bilanzieren, dass einige Markteinschätzungen bezüglich des kurzfristigen Erfolges der Elektromobilitätskonzepte mit Netzanschluss zu optimistisch erscheinen, dass aber bei Erreichung der Entwicklungsziele und einem entsprechenden Umfeld diese Konzepte zumindest in einigen Fahrzeugmärkten sehr vielversprechend sind, allerdings nicht in den nächsten 5-10 Jahren. Die reinen Elektrofahrzeuge bilden daher mittelfristig eher noch die Ausnahme.

Ein Markterfolg in gewissen Marktfeldern wie z. B. Elektroroller, städtischen Zweitwagen, Lieferverkehr in Städten, Pendler in Umweltzonen und bei Kunden mit hohem Umweltbewusstsein erscheint jedoch wahrscheinlich zu sein. Inwieweit sich Plug-In-Hybride umfassend und später einmal reine Batteriefahrzeuge als vollkommene Substitute heutiger Fahrzeuge durchsetzen, bleibt abzuwarten (Wietschel, Dallinger 2008).

Kurzfristig lässt sich für OEM und Zulieferer durch neue Konzepte der Elektromobilität keine signifikante Änderung der Planungs- und Fertigungsprinzipien ableiten.

Für den für die Umformtechnik wichtigen Bereich der Karosserieherstellung lässt sich festestellen, dass dieser immer komplexer wird. Zum einen steigen die Recycling- und Steifigkeitsanforderungen, zum anderen gibt es einen Trend zu mehr Nischenmodellen mit eigenen Rohbauvarianten. Hochfeste Stähle erhöhen die Steifigkeit der Karosserie und reduzieren das Gewicht des Fahrzeugs. Dazu sind flexible Fertigungsverfahren notwendig. Mittels Vormontagemodulen, zum Beispiel dem Front- und dem Dachmodul, oder der Space-Frame-Technologie lässt sich die Komplexität wieder reduzieren. Aber auch der Einsatz alternativer Werkstoffe wie Aluminium, Magnesium oder Kunststoff wird für einzelne Anbauteile zunehmend diskutiert und punktuell bereits eingesetzt.

Für die Zulieferindustrie bedeutet dies, dass die klassischen Rohbaukompetenzen des OEM zunehmend für Nischenfahrzeuge aufgebrochen werden können. Für neue Kunststoffanbauteile wie Motorhaube oder Dachmodul werden sich daher Fertigungs- und

Materialspezialisten herausbilden. LED-Scheinwerfer, die den klassischen Scheinwerfer ersetzen, werden die Wertschöpfungskette des Front- und Heckmoduls verändern. Betroffen wären hier insbesondere die Lieferanten herkömmlicher Scheinwerfer. Allerdings wird sich diese neue Technologie nicht vor dem Jahr 2010 durchsetzen. Auf Grund der vorläufig noch sehr hohen Kosten und geringen Marktreife besitzt sie vorerst nur geringe Marktakzeptanz. Im Bereich der LED-Heckleuchten hat man diese Entwicklung in den vergangenen Jahren bereits beobachten können.

Bei den Prozesstechnologien gewinnen Klebeverfahren, Hydroforming sowie das Laserschweißen dank neuer Materialien und Materialkombinationen erheblich an Bedeutung. Sie helfen, Durchlaufzeiten zu verkürzen und Kosten zu senken. In der Folge werden sich in diesem Segment verstärkt Werkstoffspezialisten herausbilden. Die Technologie des Color Matching ermöglicht die Lackierung von Tür und Karosserie an verschiedenen Orten, so dass die Türmodule komplett von den Zulieferern an das Montageband geliefert werden können (Verband der Automobilindustrie e.V. 2003).

Die Werkstoffe für die Fahrzeuge, insbesondere die Karosserie, unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung, Modifikation, auch Verbesserung bezüglich ihrer funktionalen Eigenschaften. Es ist auch stets mit veränderlichen Umformeigenschaften zu rechnen. Die in der Massenproduktion eingesetzten Werkstoffe befinden sich teilweise an der Grenze bestimmter Eigenschaftsprofile, was u. a. zu sensiblem Verhalten bei der Umformung, teilweise zu eingeschränkter Reproduzierbarkeit führen kann (siehe auch Abschnitt 2.2.3

Zur Medizintechnik

Die Hersteller von medizinischen Produkten spüren die weltweite Wirtschaftskrise kaum im Vergleich zu den Maschinen- und Fahrzeugherstellern. Laut Umfrage des Bundesverbandes Medizintechnik (BVMed) unter seinen Mitgliedern geht hervor, dass der Aufwärtstrend weiter anhalten wird. Die Hersteller von Verbrauchsmaterialien wie z. B. Kanülen, Spritzen, orthopädische Hilfsmittel aber auch Gelenkimplantaten werden kaum die großen Auswirkungen der Wirtschaftskrise spüren. Dagegen rechnen vor allem die Großgerätehersteller wie beispielsweise Siemens mit stärkerer Zurückhaltung bei dieser preisintensiven Medizintechnik.

Nicht zuletzt wird die Medizintechnik auch in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen. Gerade die Präzisions- und Mikrofertigung medizinischer Artikel ist für die Herstellung von Miniaturprothesen gut gerüstet. Exemplarisch sei hier das neuartige Prothesenkonzept für die Mittelohrchirurgie erwähnt (vgl. Abb. 4). Die Einzelkomponenten (Hammer, Amboss) werden durch spanende und umformtechnische Verfahren hergestellt und den jeweiligen biomechanischen Erfordernissen in Geometrie und Oberfläche angepasst.

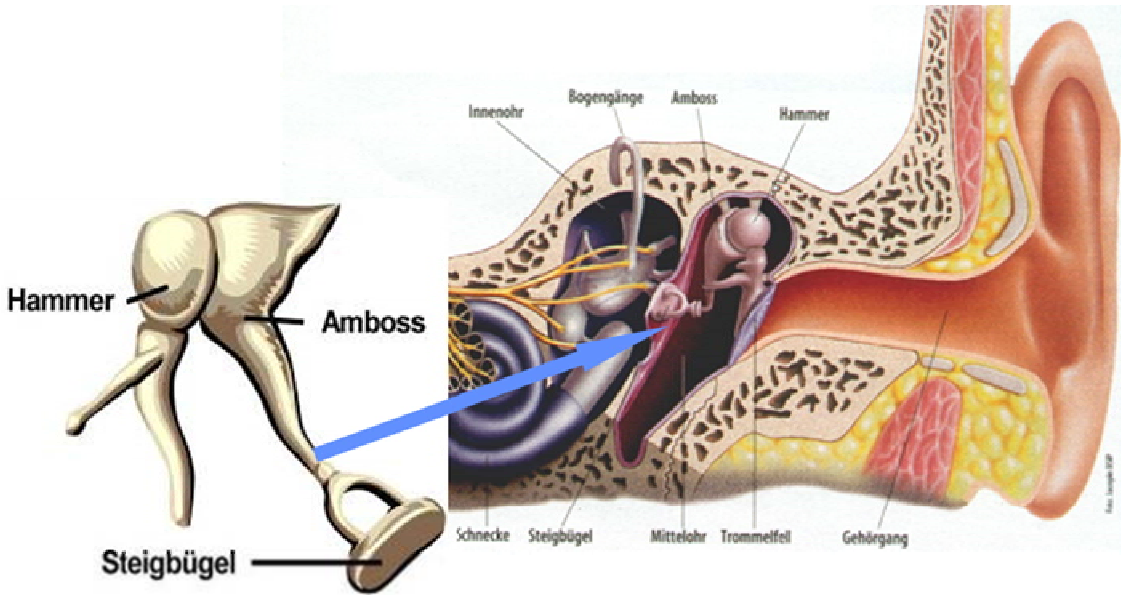


Abb. 4: Prothesenkonzept (Prof.Schubert 2009)

2.2.2 Bauteil

Trends im Bereich einzelner Bauteile

Generell werden die Bauteile komplexer und komplizierter, denn mehr Funktionen im Bauteil bedeuten eine geringere Anzahl von Teilen. Die Komplexität wirkt sich auch auf Technologie und Werkzeug aus, denn eine größere Anzahl von Operationen und damit auch Werkzeugen kann aus Kostengründen nicht akzeptiert werden. Folgende Tendenzen sind dabei erkennbar und zu beachten:

Einen großen Anteil „maßgeschneiderter“ Platinen werden Tailored Blanks einnehmen, wobei sowohl zwei- als auch mehrteilige Platinen zum Einsatz kommen, die sich in Dicke und Festigkeit unterscheiden und an die Bauteileigenschaft angepasst sind. Dies ist gleichzeitig neben der Funktionsoptimierung eine Maßnahme zum Leichtbau, denn meist lässt sich auch die Masse des kompletten Teils reduzieren.

Einen geringeren Anteil und auch geringere Zuwächse werden Tailored Rolled Blanks besitzen. Die in Breitenrichtung des Bandes variable Blechdicke hat maßliche Grenzen und die Übergänge sind nicht optimal zu gestalten. Auch der Anteil der Tailored Tubes wird sich nicht signifikant erhöhen.

Prinzipiell ist feststellbar, dass neben einer höheren Funktionalität des Bauteils immer (zumindest derzeit noch; bei einem fiktiven Elektromobil ist z. B. darauf zu achten, dass das Fahrzeug nicht zu leicht wird) eine Massereduzierung angestrebt wird. Gleichzeitig sind die Kosten für das Bauteil bzw. in der Summe des Fahrzeuges zu senken. Da sich die Masse relativ günstig durch geringere Blechdicken reduzieren lässt, wird weiter versucht, durch konstruktive Maßnahmen, vor allem aber durch Festigkeitssteigerungen am

Bauteilwerkstoff zum Ziel zu kommen (siehe auch Punkt. 4.2 – Werkstoffe). Diese Maßnahmen finden i. a. moderat (im1/100 mm-Bereich) und nicht revolutionär statt. Dennoch sind mit geringeren Blechdicken auch häufiger Versagensfälle wie Einschnürungen, Risse oder Oberflächenfehler verbunden.

Als Beispiel für eine kontinuierliche Bauteilweiterentwicklung sollen die Varianten der Nockenwelle in den letzten Jahren dienen (Abbildung 11). Die Maßnahmen beschränken sich dabei jedoch nicht nur auf eine Wanddickenreduzierung der Bauteile zur Verringerung des Bauteilgewichtes.

Abb. 5 zeigt am Beispiel einer Leichtbaunockenwelle die Verkürzung der Prozesskette und den Gewichtsvorteil gegenüber der konventionellen Fertigung sowie weiterer Entwicklungen.

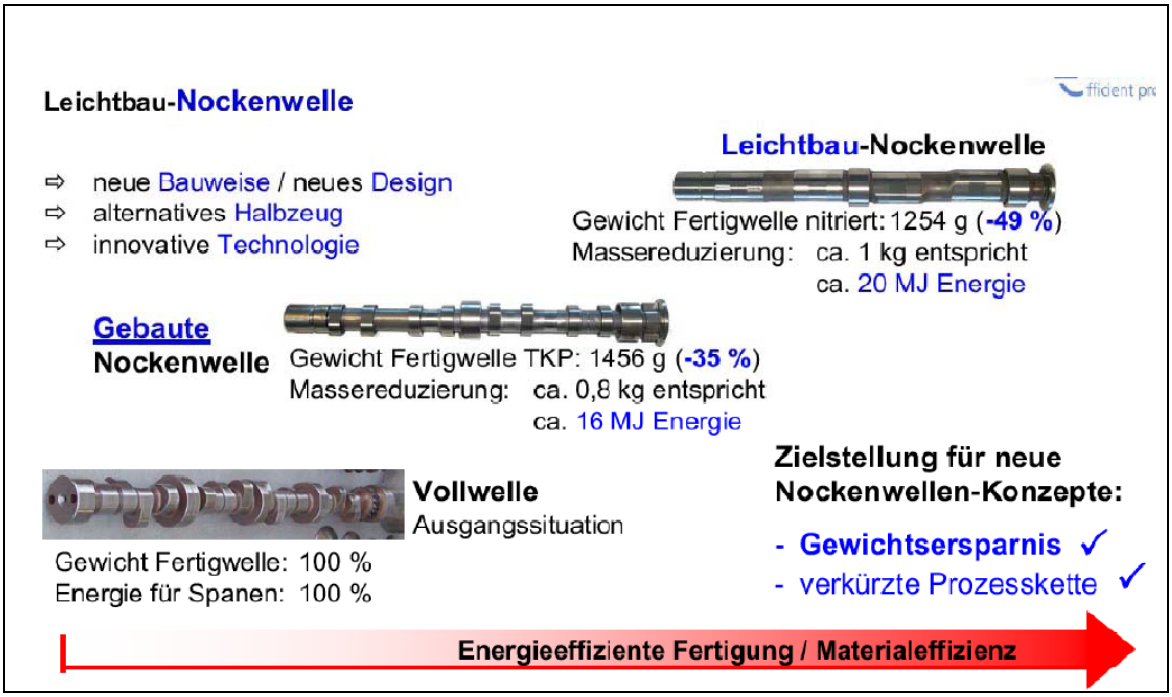


Abb. 5: Beispiel Leichtbaunockenwelle (Baur 2007)

Angestrebt und erforderlich sind Innovationen beim Entwickeln hochkomplexer Bauteilgeometrien mit hohem Umformgrad, oftmals gekennzeichnet durch eine Integration von mehreren Funktionen in einem Bauteil. Als konkrete Beispiele sei außerdem neben der Thematik „Leichtbaunockenwelle“ auf die Bauteilentwicklungen „stegfreies Pleuel“ und „Hohlwellen für Getriebeanwendungen“ verwiesen.

Trends im Bereich komplexer Baugruppen (Karosseriebau – Fahrzeug)

Insgesamt betrachtet wird auch die Karosserieherstellung immer komplexer. Zum einen steigen die Recycling- und Steifigkeitsanforderungen, zum anderen gibt es einen Trend zu mehr Nischenmodellen mit eigenen Rohbauvarianten. Hochfeste Stähle erhöhen die Festigkeit bestimmter Komponenten der Karosserie und reduzieren das Gewicht des

Fahrzeugs. Dazu sind flexible Fertigungsverfahren notwendig. Mittels Vormontagemodulen, zum Beispiel dem Front- und dem Dachmodul oder der Space-Frame-Technologie lässt sich die Komplexität wieder reduzieren. Auch der Einsatz alternativer Materialien wie Aluminium, Magnesium oder Kunststoff wird für einzelne Anbauteile zunehmend diskutiert. Für die Zulieferindustrie bedeutet dies, dass die klassischen Rohbaukompetenzen des OEM zunehmend für Nischenfahrzeuge aufgebrochen werden können. Für neue Kunststoffanbauteile wie Motorhaube oder Dachmodul werden sich daher Fertigungs- und Materialspezialisten herausbilden.

Im Karosseriebau wird Modularität die Zukunft bestimmen. Durch die durchschnittlich sinkenden Stückzahlen der einzelnen Varianten bei gleichzeitiger Erhöhung der Modellvielfalt wird nicht mehr für jedes Modell eine neue Karosseriebaulinie erstellt werden können. Geostationen und flexible Füge- und Montageeinrichtungen werden die Fertigungsmethode kennzeichnen.

Laserschweißen wird zwar eine herausragende Bedeutung erhalten, aber der vorausgesagte Boom mit kolportierten Werten von 80-90 % wird unserer Einschätzung nach nicht eintreten.

Im Sinne der Ressourcen- und Energieeffizienz wird derzeit versucht, auch mechanische Fügeverfahren verstärkt einzusetzen. Beim mechanischen Fügen lässt sich gegenüber dem Punktschweißen mehr als die Hälfte an Energie einsparen.

Eine weitere Tendenz ist es, durch Integration diverser Fügeoperationen in den Umformprozess (d. h. integriert in den Takt einer Pressenlinie), Operationen im Karosseriebau zu eliminieren und außerdem logistische Vorteile bei Lagerung und Transport zu erzielen.

Als weitere Trends im Bereich komplexer Baugruppen sind zu nennen:

- Zukünftige Systemanforderungen an Otto- und Dieselmotoren führen zu steigenden thermisch-mechanischen Belastungen der Bauteilwerkstoffe; daraus resultieren einerseits neue, anspruchsvollere, aber auch, vor allem in der Zerspanung, schwieriger bearbeitbare Werkstoffe.
- Dennoch sind Leichtbauwerkstoffe ebenso unerlässlich wie konstruktive Leichtbauweisen, da Gewichtsreduktion bei Verbrennungsmotoren nach wie vor hochaktuell ist.
- Bei vielen Antriebskomponenten wird in den nächsten Jahren die Reibleistungsminimierung eine große Aufgabe sein, um den Wirkungsgrad zu steigern. Dies wird nicht nur durch immer glattere Oberflächen erreichbar sein. Vielmehr kommt es darauf an, funktionale Oberflächen zu erzeugen. Wie eine derartige Oberflächenstruktur auszusehen hat und wie diese Struktur ins Bauteil einzubringen ist, wird eine Aufgabe sein, deren Lösung innerhalb der nächsten 3-5 Jahre erfolgen wird.
- In letzter Zeit sind Bestrebungen im Gange, Gieß- mit Umformoperationen zu verbinden. So werden z. B. Gußverstärkungen in Blechteile eingelegt und um-

formtechnisch miteinander verbunden. Diese Hybridtechnologie könnte für Versteifungen in Knotenbereichen und Strukturbauteilen zum Einsatz kommen.

2.2.3 Werkstoff

Grundsätzliche Trends

Die grundsätzlichen Trends der Werkstoffe im Automobilbau sind in Abb. 6 dargestellt.

Abb. 6: Werkstoffe im Karosseriebau (o.V. 2009b)

Es muss durchaus davon ausgegangen werden, dass zukünftig im Automobilbau verstärkt Multi-Material-Design betrieben wird. Metallische Werkstoffe (Stahl, Aluminium, Magnesium, teilweise Titan) werden mit Kunststoffen und zum Teil mit Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen im Wettbewerb stehen.

Alle diese Werkstoffe werden zum Einsatz kommen. Wo welcher Werkstoff eingesetzt wird, bestimmt primär die Funktion, aber auch das Leichtbaupotenzial und schließlich die Kosten. Stahl wird seine Vormachtstellung auf Jahre hinaus behalten. Die derzeitigen Presshärtstähle sind in ihrem Festigkeitspotenzial momentan alternativlos im Strukturbereich. Sie werden nach der Beherrschung der Verarbeitbarkeit auch andere Bereiche erobern. Seit vielen Jahren wird versucht, Stähle mit hoher Festigkeit und großen Dehnungen zu entwickeln. Dies ist zwar im gewünschten Umfang noch nicht gelungen (i. A. besitzen derartige Werkstoffe noch keine Serieneignung) doch ein, auch gegen-

über den Presshärtstählen, hohes Energieeinsparpotenzial wird zu weiterer Entwicklungsaktivität ermutigen.

Kurzfristige Trends

In den nächsten fünf Jahren werden die Presshärtstähle noch an Bedeutung gewinnen. Mit der Beherrschung der Verarbeitung, der Verkürzung der Taktzeit und der Beherrschung des Beschneideprozesses wird ein wirtschaftlicher Einsatz wahrscheinlich. Die erforderlichen Anlagen sind noch kosten- und energieintensiv – hier gilt es, die neuesten Erkenntnisse zu berücksichtigen (siehe auch Abschnitt 2.2.6).

Konventionelle, nur leicht höherfeste Stahlsorten sowie Aluminiumlegierungen werden ungefähr auf dem heutigen Stand bleiben. Kunststoffe werden kurzfristig nicht signifikant zunehmen. Nachwachsende Rohstoffe werden wegen der Ressourcenschonung und des extremen Leichtbaus leicht zunehmen – allerdings werden diese Teile meist von Spezialisten zugeliefert und wegen der spezifischen Herstellmethode kaum in den Presswerken Einzug halten. Derzeit besteht ein Trend, Magnesiumknetlegierungen auf ihre Einsetzbarkeit zu prüfen. Im Nachfolgenden einige spezifische Ausführungen dazu.

Magnesium

Der Magnesium-Markt ist in zwei Bereiche zu segmentieren. Zum einen sind dies Druckgussanwendungen, d. h. es besteht reiner Substitutionswettbewerb zwischen Aluminium und Magnesium. Zum anderen sind dies Magnesium-Knetlegierungen, die als Blechausführung zur Anwendung kommen.

Der Markt für Anwendungen von Leichtbauwerkstoffen, wie zum Beispiel Magnesium wird im Fahrzeugbau weiter wachsen. Aktuell geht man von einer jährlichen Wachstumsrate von 5-7 % aus. Angesichts der CO_2-Diskussion wird der Bedarf an Leichtbau weiter zunehmen und Magnesium dabei eine wichtige Rolle einnehmen. Das Gewichtsreduktionspotenzial ist in vielen Anwendungsbereichen nicht zu schlagen. Die Erfahrungslücke im Umgang mit Magnesium beträgt im Vergleich zu Aluminium ca. 15 Jahre; es wird jedoch keine 15 Jahre dauern, bis die Serienreife erreicht ist, falls sich die OEM entschließen würden, Magnesium serienreif zu entwickeln. Eine klare Tendenz wird sich in Verlaufe der nächsten 1-2 Jahre abzeichnen.

Langfristig ist es das Ziel, mit Magnesiumteilen in Bereiche des Fahrzeugs vorzustoßen, die den größten Gewichtsreduktionsbedarf aufweisen. Dies betrifft vor allem Komponenten des Fahrwerks und Karosseriebereiches (z. B. Dach, Klappen, Sitzschale, Rückwände). Der Einsatz von Magnesium wird zwar derzeit durch den relativ hohen Materialpreis noch immer gedämpft, durch ein neues Gießwalzverfahren kann der preisliche Durchbruch durchaus geschafft werden.

Da sich derzeit alle OEMs und auch die Halbzeughersteller der großen deutschen Stahllieferanten mit der Thematik intensiv beschäftigen, muss in den nächsten 5-7 Jahren mit verschiedenen Serienanwendungen gerechnet werden. Zu beachten ist, dass die Umfor-

mung von Magnesiumblechen noch ein Warmumformprozess im Bereich von 200-250°C ist (o.V. 2009d).

Spezielle Werkstoffe

Speziell für Pkw-Elektromotoren hat ThyssenKrupp Steel AG einen neuen Werkstoff entwickelt (330-30AP). Die Eigenschaften dieses speziellen Materials sind auf den begrenzten Bauraum, die hohen Drehzahlen und Temperaturen schnell drehender elektrischer Antriebe abgestimmt. Diese sind sowohl für Hybridantriebe (Elektromotor + Verbrennungsmotor) als auch für reine vollelektrische Aggregate geeignet. Der Bedarf an nichtkornorientiertem Elektroband ist hoch: 2,8-5,6 kg pro 10 W Antriebsleistung und wird in den nächsten Jahren auch noch steigen.

Dieser Werkstoff ist nicht leicht zu verarbeiten und stellt an die Umformung, aber auch an das Schneiden, relativ hohe Anforderungen, so dass zunächst ein gewisses Know-how aufgebaut werden muss (o.V. 2008d).

Materialmix / Hybrid

Hybrid-Werkstoffe mit innovativen Lösungen sind auf dem Vormarsch. Neben sicheren Systemen steht bei Hybridbauteilen oft auch die Entwicklung völlig neuer Gestaltungs- und Designmöglichkeiten – etwa für komplexe oder besonders ästhetische Bauteile – im Fokus. Mit dem In-Mould-Verfahren (IMD) ist dies z. B. möglich. Das IMD-Prinzip beruht auf dem Einbringen eines flächigen Dekors oder einer Funktionsschicht in ein Werkzeug. Hierbei kann es sich um Duroplast- oder Metallfolien handeln, genauso wie um Stoffe, Holzfurniere, Glas oder Leder. Auch schwierigste Kunststoffkomponenten mit Radien und Wölbungen sind dadurch einfach zu realisieren (o.V. 2008c).

Ein weiteres Beispiel ist die Kombination aus metallischen Teilen und Kunststoffen, um z. B. komplexe Türmodule für die Fahrzeugindustrie herzustellen (siehe auch Abbildung 10). Neben dem Primärziel der Gewichtsreduktion ist es möglich, in die Strukturen oder Einzelkomponenten mehrere Funktionseigenschaften zu integrieren. Bei ausgereiften Lösungen kann dies zu kostengünstigeren Fertigungskonzepten führen (Fraunhofer 2004).

Auch das Umspritzen, Einspritzen, Anspritzen von Kunststoff an bzw. in ein Metallteil ist fast schon Stand der Technik und wird sicherlich noch an Bedeutung gewinnen. Dieses Spritzgießen direkt in den Umformprozess zu integrieren, möglichst in den bestehenden Pressen und Pressenlinien ist eine Entwicklungsaufgabe der nächsten Jahre.

Ein weiteres Konzept einer Leichtbautür aus Materialmix (o.V. 2008e) wurde durch eine Gemeinschaftsarbeit mehrerer Fraunhofer Institute entwickelt. Die Außenhaut kann aus Stahl, Aluminium, Magnesium sein, das Innenblech aus Aluminium, Magnesium oder Gradienten-SMC bestehen, während beim Rahmen mit Aluminium, Magnesium oder Edelstahl als Werkstoff zu rechnen ist (eine Tür ist dabei mit oder ohne Rahmen möglich). Auch für den Seitenaufprallschutz gibt es mehrere Varianten.

Insgesamt muss zukünftig also durch den zunehmenden Einsatz von Materialmix bzw. Hybridwerkstoffen mit durchaus sehr unterschiedlichen Varianten gerechnet werden.

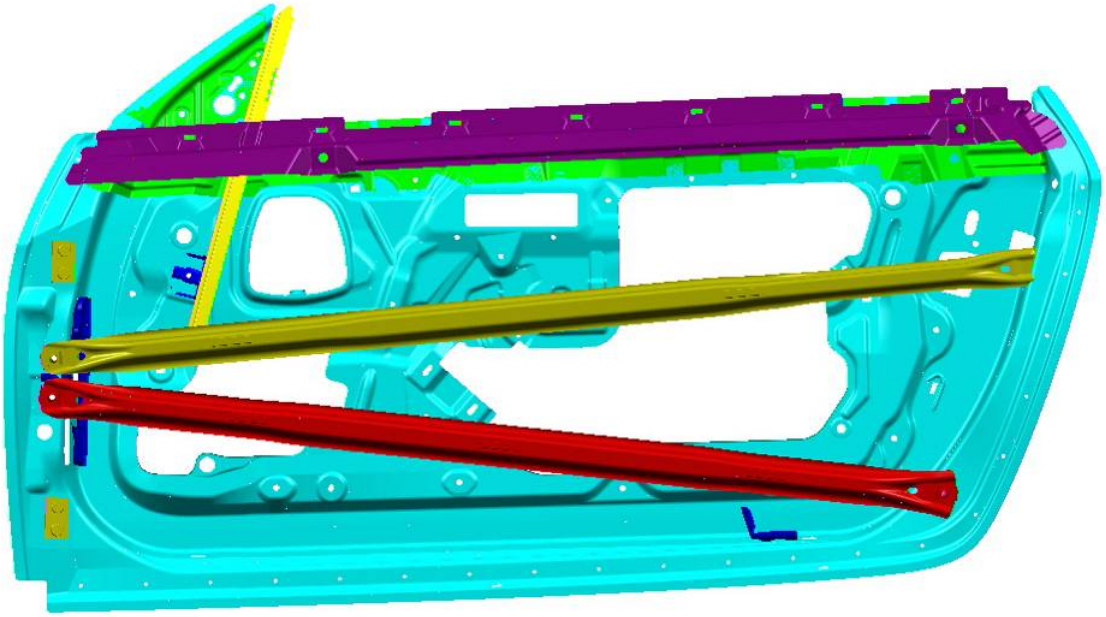


Abb. 7: Beispiel einer Leichtbautür (o.V. 2008e)

Tailored Blanks

Damit die Pkw-Insassen einen Unfall möglichst unversehrt überstehen, sind heutige Fahrgastzellen besonders steif ausgelegt. Damit treten allerdings hohe Beschleunigungen auf, die der menschliche Körper nicht überstehen würde. Mit Tailored Blanks wird die Energie so abgebaut, dass Überlastungen vermieden werden. So konnte das Crashverhalten eines Längsträgers durch die Wahl der unterschiedlichen Blechdicken in Verbindung mit den veränderten Verformungseigenschaften positiv beeinflusst werden. Neben der angepassten Energieaufnahme nutzen die Automobilhersteller mit Tailored Blanks weitere Vorteile. Überall dort, wo bei konventionellen Karosserien Verstärkungen an Kraftangriffspunkten zusätzlich eingeschweißt werden müssen, werden diese bei der Gestaltung der Bauteile mit Tailored Blanks bereits integriert. Neben der höheren Festigkeit der Zusammenbauten werden außerdem Bauteiltoleranzen verbessert und der Schutz gegen Korrosion gesteigert.

Moderne Lasertechnik, bei der deutsche Unternehmen führend sind, hat quasi eine „sanfte Revolution“ der Automobilproduktion ausgelöst. Diese Technik ist vielfach einsetzbar: von der Fertigung von Katalysatoren, über die Herstellung von Auspuffanlagen bis hin zum Schweißen von Getriebe- und Motorteilen. Mittels Laser ist die Fertigung maßgeschneiderter Blechkonstruktionen (Tailored Blanks) – auch aus Aluminium – möglich, die den Autoproduzenten bei gleicher Stabilität der Bleche signifikante Gewichts- und damit Kosteneinsparungen bringen. Schließlich sinkt dank Leichtbauweise

der Energieverbrauch der Fahrzeuge. Das Potenzial zum Gewichteinsparen ist nicht zuletzt auch eine wichtige Stellschraube für den weiteren Markterfolg von Hybrid und den Markteintritt von Elektroautomobilen. Bei Automobilen mit Hybridantrieb vereinfacht ein geringeres Gewicht den technisch anspruchsvollen Spagat zwischen Energie rückführendem Konzept im Stadtverkehr und Dynamik auf Landstraße bzw. Autobahn. Insbesondere für Elektroautos ist Gewicht ein Hauptthema, denn nach wie vor birgt das Thema Stromspeicher bzw. Batterie noch sehr große Herausforderungen.

2.2.4 Methodenplanung

Die Zukunft der Produktionsvorbereitung wird generell durch fast 100%igen Anteil virtueller Planungstools gekennzeichnet sein. Jeder Schritt wird durch numerische Methoden vor der Fertigung bzw. dem Musterbau überprüft und ausgelegt. Dies betrifft sowohl die Produktionssteuerung, Logistik, Reparaturstrategie, aber insbesondere auch die konkrete Auslegung des Umformprozesses und des Werkzeugkonzeptes.

Infolge durchgängiger Prozesssimulation ist die Gesamtprozesskette vom gelieferten Stahlblech bis zum gefügten Bauteil separat und in ihrer Gesamtheit abbildbar und somit auch einschätz- und optimierbar.

Die Firmen sollten generell die Prozesse mittels FEM-Simulation planen und absichern. Es lassen sich dabei Kostensenkungen beim Try-out von 20-50 % erzielen.

Basis der simulationsgestützten Methodenplanung sind geeignete und exakte Kennwerte. Konsequenterweise sind diese aus sicherer Quelle zu verwenden; die Anbieter sind zu überprüfen, ebenso nach welcher Werkstoffprüfmethode die Kennwerte ermittelt wurden. Neue und exakte Kennwerte bieten derzeit nur einige Institute an.

Es ist jedoch unbedingt anzuraten, z. B. die Fließkurve für höhere Vergleichsumformgrade zu berechnen (heute: $\varphi_V = 0{,}1\ldots0{,}2$; neu: Maxi-Bulge-Test: $\varphi_V = 0{,}4\ldots0{,}6$). Damit können fast alle Blechumformoperationen sicher abgedeckt werden.

Auch die Methode der zyklischen Zug-/Druckversuche und der Biaxial-Zugversuch sind gut geeignet, die Fließortkurve, insbesondere die Anfangsfließortkurve, exakter zu bestimmen. Die Softwarehäuser sind bemüht, die Simulationssysteme ständig zu verbessern. Große Anstrengungen werden derzeit bei den Themenkomplexen „Rückfederungsberechnungen“, dem „Beschnitt“ und dem „Erkennen von Oberflächenfehlern sowie Aufschlagkanten unternommen. Als für die konventionelle Blechumformung zukunftsträchtige Softwarelösungen werden dabei insbesondere „Autoform“ (Überschlagsrechnung) sowie „LS-Dyna“ und „Pam Stamp“ (jeweils für Rechnungen mit höheren Genauigkeitsanforderungen) angesehen. Für die Umformung mit erhöhten Temperaturen bzw. mit erhöhten Geschwindigkeiten sollten Simulationssysteme verwendet werden, deren Materialmodelle temperatur- und dehnratenabhängige Kennwerte erfordern. Hier sind „Abaqus“ bzw. „Ansys“ oder „Deform“ zu empfehlen.

2.2.5 Werkzeugkonzepte

Grundsätzliche Trends

Die konsequente Anwendung innovativer und „intelligenter“ Werkzeugkonzepte wird zunehmend zu einer entscheidenden Voraussetzung im Wettbewerb – insbesondere für umformtechnische Prozesse. Nicht nur, weil sich dadurch erhebliche Kostenersparnisse realisieren lassen, sondern zusätzlich weil ihr Einsatz in der Umformtechnik durch folgende, grundsätzliche Trends im Werkzeugbau bedingt wird:

- Werkzeuge werden komplexer, damit auch komplizierter
- Der simulativen Prozessvorbereitung kommt bei der Werkzeuggestaltung die entscheidende Bedeutung zu. Erst mit dem positiven Ergebnis „Gutteil“ durch die FEM-Simulation wird mit dem Werkzeugbau begonnen. Die gekoppelte Berechnung mittels Simulation ist heute ein wesentliches Hilfsmittel auch für die Entwicklung und Konstruktion des Werkzeuges.
- Der Try-Out-Prozess wird dadurch stark verkürzt.
- Das Werkzeug wird durch integrierte Sensor- und Aktorsysteme „intelligenter“.
- Werkzeugwerkstoffe und Beschichtungen werden weiter optimiert und neu entwickelt.
- Für Warmumformwerkzeuge gilt es, die Kühlstrategie weiter zu verbessern.
- Baukastensysteme („Tool-in-tool“) werden an Bedeutung gewinnen.
- Hohes Entwicklungspotenzial, aber auch Erfordernisse, bestehen bei der Bearbeitung höchstfester Bleche.

Tool-in-Tool Konzepte

Das sogenannte Tool-in-Tool ist die Antwort auf die immer weiter steigende Modellvielfalt und die Individualisierungstendenzen vor allem im Fahrzeugbau – aber nicht nur dort. Möglich sind vielseitige Variantenfertigungen durch den Einsatz modularer Systeme als Innovation im Großwerkzeugbau. Durch Tool-in-Tool werden (Investitions-) Kosten reduziert, Zeitaufwand minimiert und eine variantenreiche Teileproduktion erleichtert. Dieses wird in letzter Zeit nicht nur aufgrund des gestiegenen Kostendrucks – vor allem durch Wettbewerber aus Asien (Meichsner 2008) - immer wichtiger, sondern insbesondere auch wegen einer ausufernden Modellvielfalt und sich verkürzender Produktionslebenszyklen.

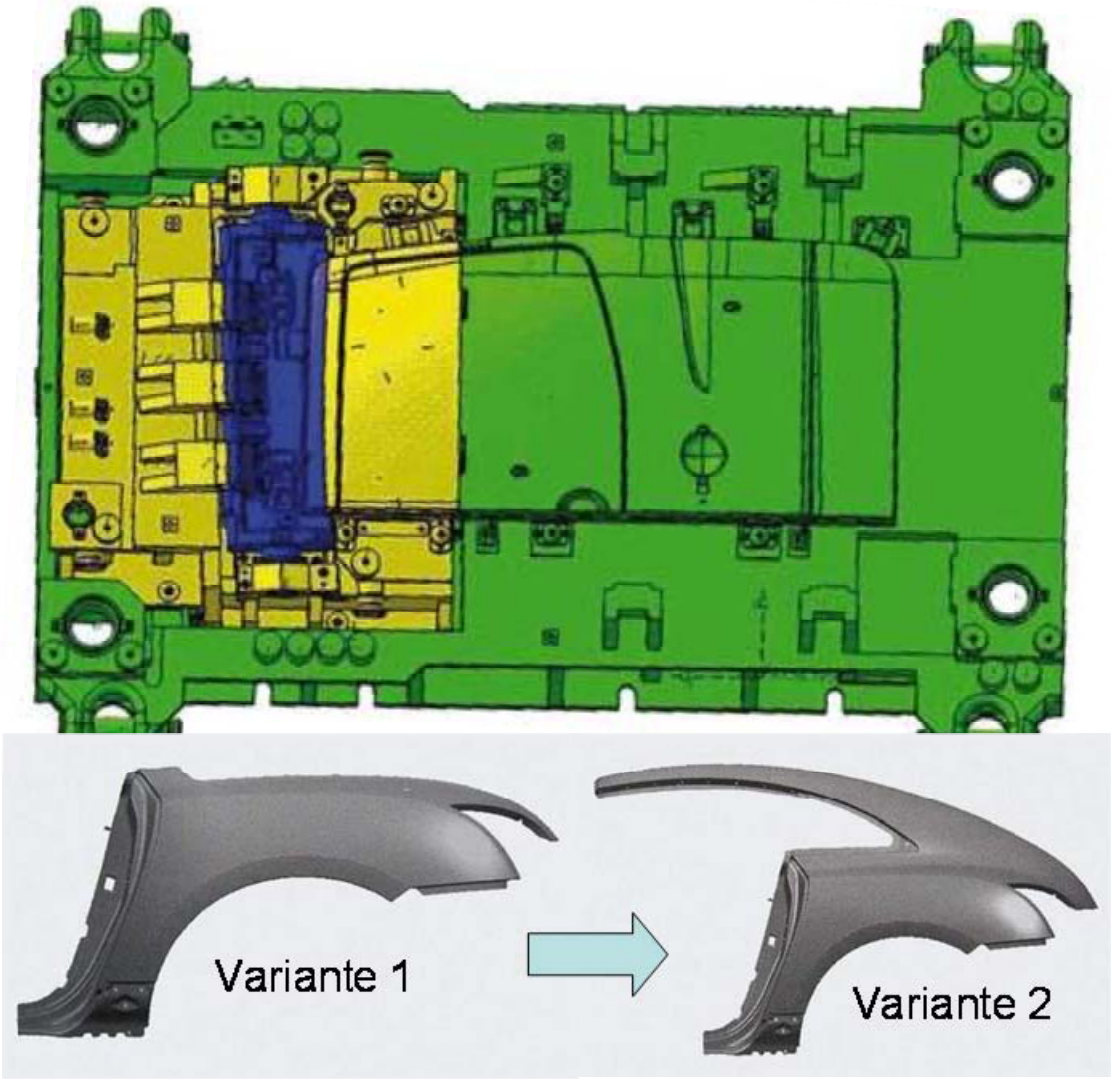


Abb. 8: Prinzip-Darstellung eines Tool-in-Tool-Werkzeuges (Drossel, Blau 2009)

Geometrieflexible Ansätze

Einen ähnlichen Ansatz findet man in geometrieflexiblen Werkzeugsystemen wieder. Wie aus Abb. 9 ersichtlich, können durchaus die Basiskomponenten des Werkzeuges bis zu 80 % wiederverwendet werden. Der Vorteil besteht zum einen in der variablen Anordnung der Aktivelemente und zum anderen in der Flexibilität der Aktivelemente, so dass vorwiegend Bauteilfamilien bzw. Bauteilvarianten mit geringem Geometrieunterschied gefertigt werden können (Stelzer 2007).

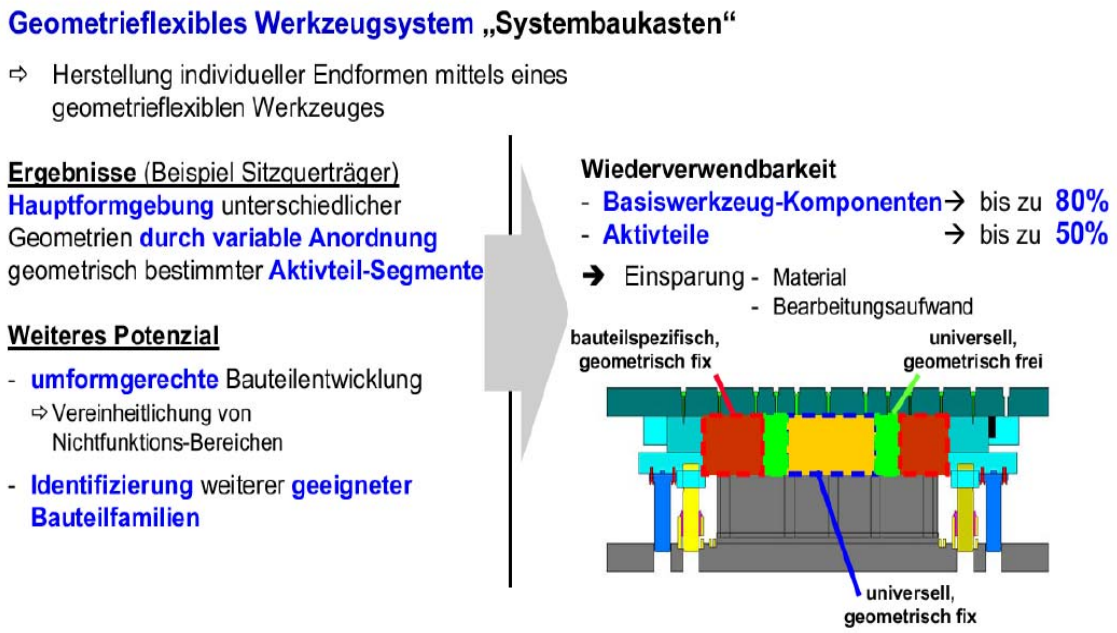


Abb. 9: Beispiel eines geometrieflexibles Werkzeugsystems (Fraunhofer IWU)

Modulwerkzeuge

Durch die steigenden Anforderungen an die Bauteile wird es auch in Zukunft ständig zu Verbesserungen und Neuerungen in der Werkzeugtechnik kommen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Werkzeugauslegung, vor allem die Ziehanlage, um auch bei höherem Umformgrad keine Faltenbildung oder Rissbildung zuzulassen sowie eine minimale Materialausdünnung zu erreichen. Verbesserungen sind auch bei Werkzeugen zum Lochen oder Beschneiden warm umgeformter Bauteile absehbar. Ein besonders wirtschaftliches Verfahren wird das Lochen und Beschneiden warm umgeformter Bauteile während des Warmumformprozesses sein, was derzeit an verschiedenen Stellen entwickelt wird. Selbst Anforderungen mit unterschiedlichen Festigkeiten und Härten in einem Bauteil lassen sich mit einem 2- oder 3-Zonen-Härten erfüllen. Auch partiell duktile Bereiche sind durchaus im Bereich des Möglichen. Gerade für Warmumformwerkzeuge ist wegen der unterschiedlichen Kühl- und Warmbereiche ein modularer Aufbau vorteilhaft.

2.2.6 Anlagenkonzepte

Grundsätzliche Trends im Bereich der Maschinen und Anlagen

Auf Agreggateseite wird der Maschinenbedarf weiter einem strukturellen Wandel unterworfen sein, wie Abb. 10 exemplarisch dargestellt.

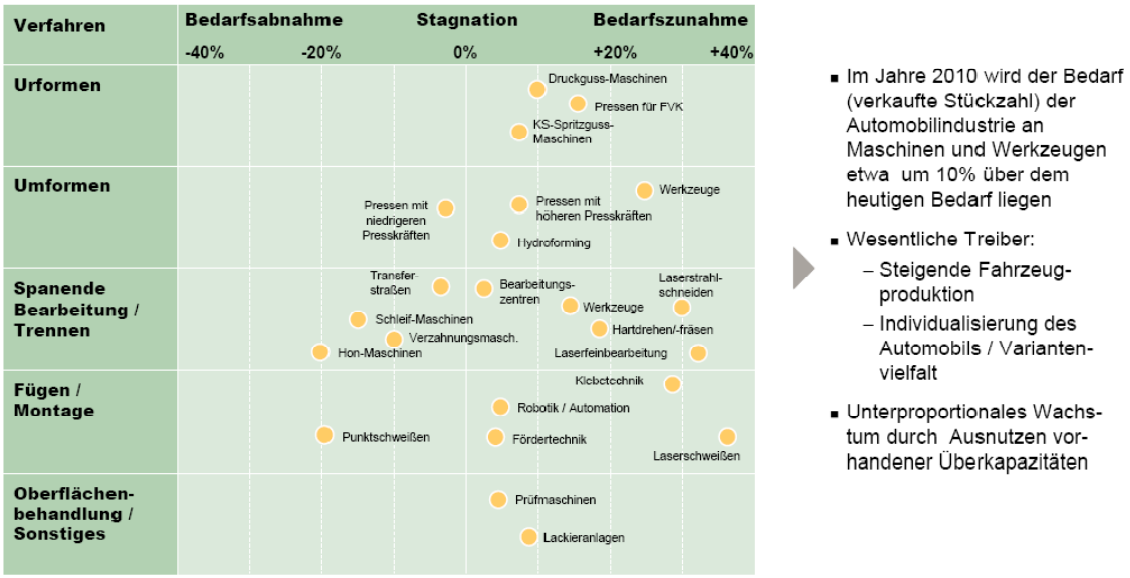


Abb. 10: Bedarfsübersicht Fertigungstechnologien

Der schon angesprochene Trend zur Verfahrensintegration (Stichwort „Umformende Werkzeugmaschine“) wird durch drei technische Trends geprägt sein:

- neue, verkürzte Prozessketten
- integrierte Umform-, Füge- und Prüfverfahren
- neue Werkstoffe und Werkstoffkombinationen

Ein langfristiges Forschungsziel in diesem Zusammenhang ist auch die „universellen Einarbeitungspresse“, die sämtliche wichtigen Einflussgrößen einer beliebigen Produktionspresse auf das Tiefziehergebnis nachbildet, so dass der Anwender eine zweite Einarbeitung des Werkzeugs auf der Produktionspresse auf ein Minimum reduzieren kann.

Energieeffizienz als besonderer Trend

In naher Zukunft werden nicht alle Energiesparprojekte in den Kauf neuer Maschinen und Anlagen münden. Davon geht zum Beispiel SEW Eurodrive aus. Das Unternehmen bietet deshalb einen umfassenden Service an. Wie es heißt, werde künftig bei Investitionsmaßnahmen der Fokus auf der Optimierung des bestehenden Equipments liegen.

Darin lägen aber auch Chancen. Zum einen für den Service als Anbieter von Leistungen wie Modernisierungen und Retrofit, zum andern aber auch für neue Serviceleistungen, wie zum Beispiel Energieverbrauchsanalysen und Optimierungskonzepte für komplexe Anlagen. Retrofit oder Modernisierungsprojekte zeichnen sich dabei vor allem durch das Zusammenspiel von innovativen Produkten, Qualifikation der Mitarbeiter – bei Letzteren vor allem durch Applikationswissen und Beratungs-Know-how – sowie dem umfassenden Serviceangebot zur Realisierung derartiger Projekte aus. Ob Modernisierung oder Neubau von Maschinen und Anlagen wird kein Weg an der Energiebilanzfra-

ge vorbeigehen. Hauptziel ist es aufgrund der globalen Situation, den Energiehaushalt der Maschine hinsichtlich Wirkungsgrad weiter zu verbessern (o.V. 2004).

Einen wertvollen Beitrag zur energieeffizienten Produktion können Werkzeugmaschinen leisten. Wie entsprechende Untersuchungen ergaben, betragen dort die Grundlasten bis zu drei Viertel der Gesamtleistungsaufnahme und nur ein Viertel wird vom Prozess selbst verbraucht. Experten gehen davon aus, dass Werkzeugmaschinen in Kleinserien teilweise nur zu 15 % und in der Großserie möglicherweise nur zu 40 % der Betriebszeit tatsächlich arbeiten. Die restliche Zeit verbringt die Maschine in Warte- oder Rüstzuständen, in denen sie dennoch volle Grundlast fährt. Hier könnten etwa 10 bis 25 % Energie eingespart werden (o.V. 2009c).

Einen Hinweis auf mögliche Substitutionstechnologien gibt Abb. 11; dort ist die Gesamtenergiebilanz des Umformens mit dem Zerspanen verglichen. Es ist ersichtlich, dass energiepolitisch das Umformen generelle Vorteile aufweist.

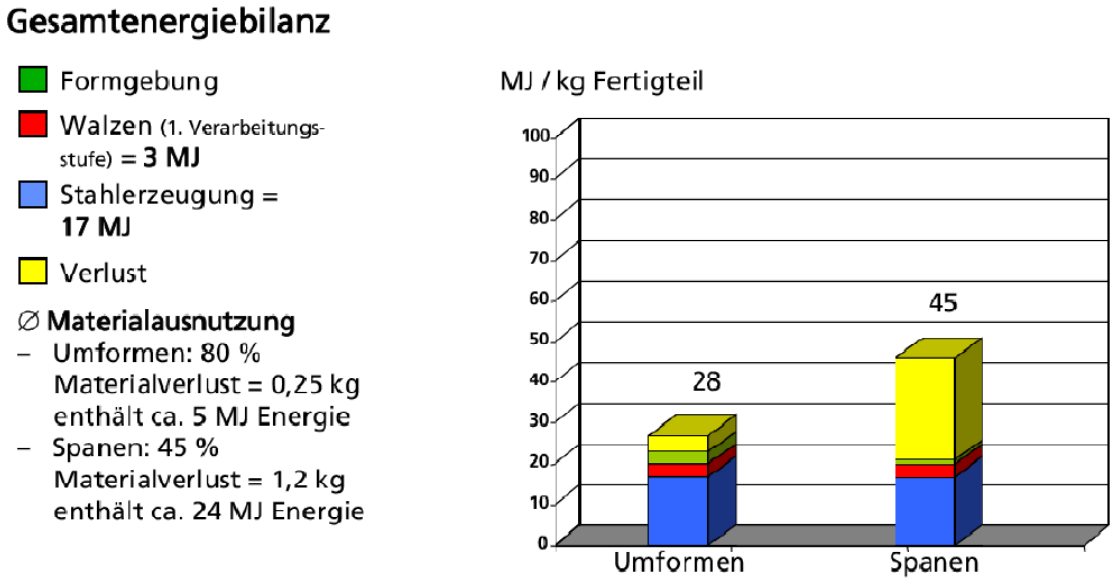


Abb. 11: Gesamtenergiebilanz (Vergleich Umformen – Spanen) (o.V. 2008a)

Wichtige Trends im Bereich der Pressentechnik

Auf Grund seiner Bedeutung als besonders hervorstechender Bereich im Rahmen der Anlagenkonzepte ist die Pressentechnik zu nennen. Hier ist der erforderliche Energiebedarf signifikant zu reduzieren. Dies wird in den nächsten 5-10 Jahren bei den neuen zur Verfügung stehenden Maschinen weitgehend realisiert sein. Darüber hinaus besteht auch bei derzeit im Einsatz befindlichen Maschinen (insbesondere bei mechanischen und hydraulischen Pressen) die Möglichkeit, kurzfristig den Wirkungsgrad zu erhöhen. So besteht z. B. bei hydraulischen Ziehkissen die Chance, durch Energierückgewinnungskonzepte die Verlustenergie von bis zu 65 % nahezu vollständig zu eliminieren. Beispielhaft ist ein solches Konzept schematisch aus Abb. 12 ersichtlich (o.V. 2008b).

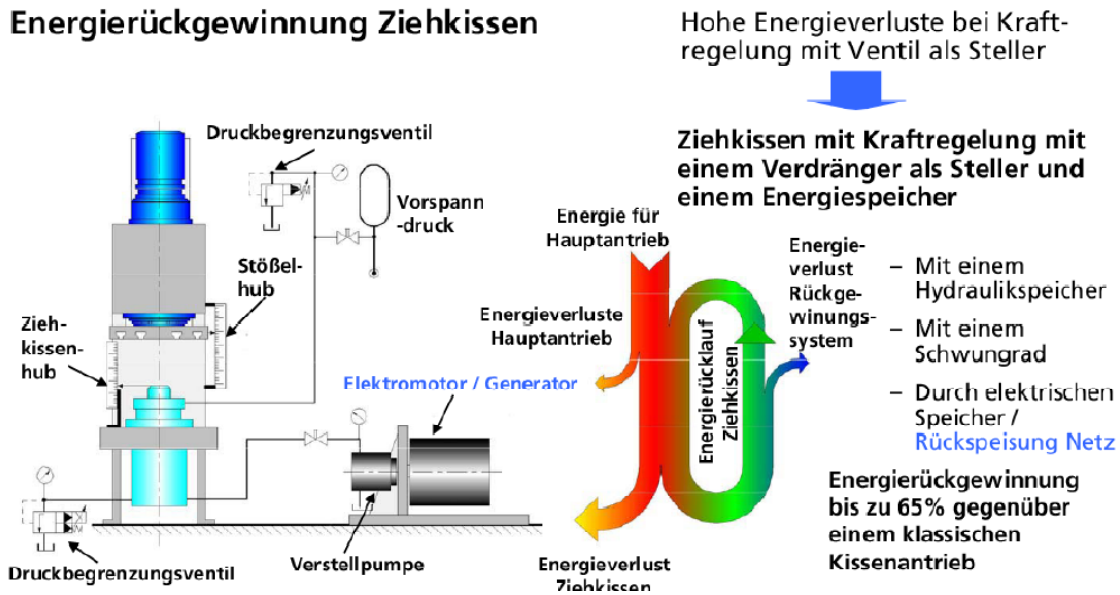


Abb. 12: Energierückgewinnung beim Ziehkissen während eines Tiefziehprozesses (o.V. 2008b)

Auch bei konventionellen mechanischen Pressen besteht eine erhebliche energetische Verlustleistung, wie aus Abb. 13 hervorgeht.

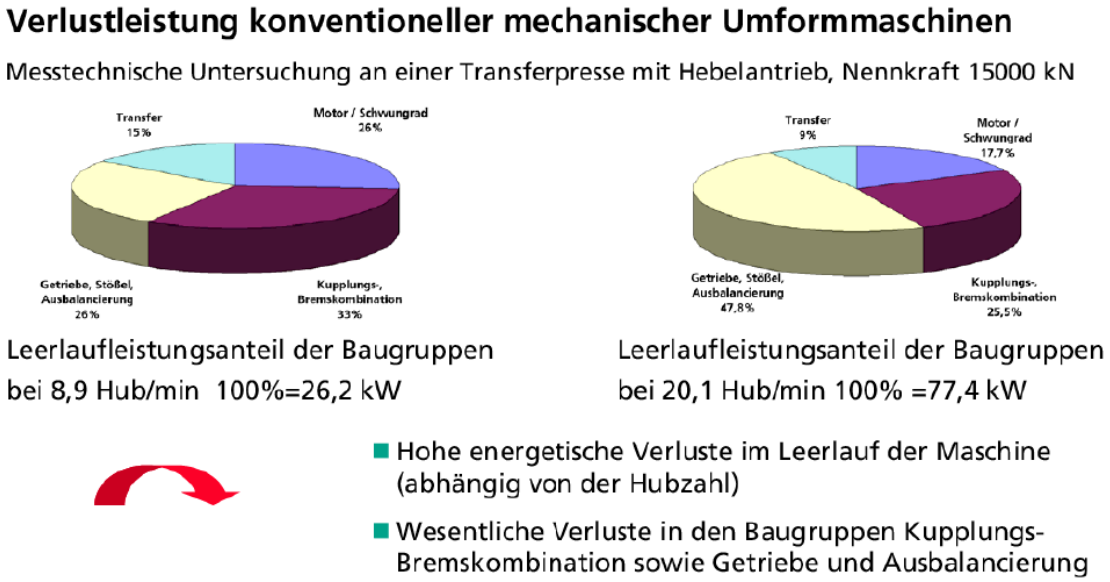


Abb. 13: Übersicht Verlustleistung (o.V. 2008a)

Die Anlagen werden ebenfalls komplexer werden, um die gestiegenen Anforderungen aus Bauteil und Prozess kompensieren zu können.

Eine herausragende Entwicklung besteht darin, dass verstärkt **Servopressen** zur Verfügung stehen, die neben einer Taktzeiterhöhung vor allem ein prozessspezifisches Weg-/

Zeitverhalten ermöglichen. Damit wird es möglich, die Anzahl der Operationsstufen zu reduzieren oder Bauteile einer größeren Komplexität herzustellen.

Eine weitere Tendenz ist in den erweiterten Angeboten zum Retrofitting der Anlagen zu sehen, da hiermit Modernisierungen mit relativ geringem Kostenaufwand möglich werden.

Maßnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Anlagen sind auch zukünftig noch ein wichtiges Thema. Heute geht es weniger um den reinen Werkzeugwechselprozess, vielmehr darum, den Wiederanlauf der Produktion nach Unterbrechungen sofort ohne Einschränkungen zu gewährleisten. Diesem Ziel dient auch die prognostische Prozessüberwachung bzw. die Prozessregelung. Dies wird eine der Hauptaufgaben der nächsten 5-10 Jahre sein.

Der Übergang von den heute üblichen Pressenlinien zur Nestfertigung wird erst mittelfristig für kleine bis mittlere Stückzahlen realisiert werden.

Wichtig ist, die Maschinenparameter der Produktionspressen zu kennen, um sie flexibel auf die Try-Out-Presse übertragen zu können. Hier besteht ein großes Zeit-Einsparpotenzial.

Die Optimierung der Mechanisierungseinrichtungen, insbesondere der Weitergabemechanismen (Transfer) ist dringend erforderlich, um die auf der Presse theoretisch möglichen Hubzahlen auch in der Praxis einstellen zu können (Geschwindigkeit der Transfersysteme; Verhindern von „Teile-Flattern“ bei der Weitergabe,....)

Elektromagnetische Systeme oder auch Elektrospindelantriebe werden, zumindest bei kleinen und mittleren Teilen, zunehmen.

2.2.7 Fertigungsprozesse

Allgemeine Trends

Der Charakter der Fertigungsprozesse wird in den nächsten Jahren weitgehend erhalten bleiben, auch wenn durch neue Methoden wirtschaftliche Effekte erzielbar sind, können die vorhandenen Anlagen aus Kostengründen nicht einfach ausgetauscht werden. Dennoch sind bei neuen Konzeptionen alternative Systeme zu beachten. Beispielweise kann es nicht wirtschaftlich sein, Großserien von mehr als 1 Million Stück/Jahr mit gleichen Werkzeugen und nach den gleichen Fertigungsmethoden herzustellen wie Stückzahlen im Bereich 20-50 T Stück /Jahr.

Punktuell wird es also erforderlich sein, sukzessive neue Methoden einzusetzen. Dies betrifft insbesondere das Warmumformen, um höchstfeste Bauteile herzustellen, das Walzprofilieren (muss einhergehen mit entwicklungsseitiger Anpassung der Bauteile an die Technologie) und Verfahrenskombinationen (z. B. Umformen und Fügen in einer Operation) bzw. Verfahrensintegration (z. B. im Umformprozess Spritzgießoperationen realisieren).

Energieeffizienz als besonderer Trend

Ähnlichwie bei den Werkzeugen und Anlagen wird das Streben, aber auch die Erfordernis nach ressourcen- und energieeffizienten Umformprozessen eine der Hauptzielrichtungen bei Rationalisierungs- und Planungsaufgaben, insbesondere aber bei der Neuplanung von Prozessen und Fertigungsprinzipien sein.

Die konsequente Orientierung an dieser Zielrichtung wird in relativ kurzer Zeit (vermutlich < 5 Jahre) zu einem Kosten- und damit Wettbewerbsvorteil führen. Die Herausforderung bei der Herstellung beispielsweise von Karosserieteilen ist, wie auch anderswo, so wenig Ausschuss wie möglich zu produzieren (o.V. 2009c). Abb. 14 zeigt exemplarisch in diesem Zusammenhang das aktuell ermittelte wesentliche Potenzial in den Presswerken.

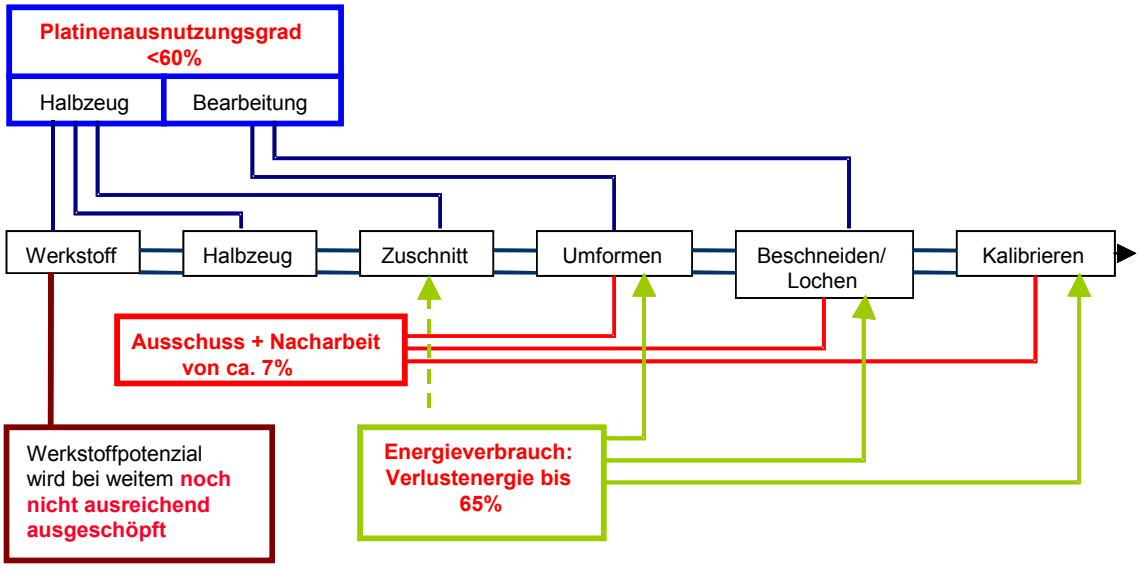


Abb. 14: Defizite im Presswerk

Um dieses Einsparpotenzial jedoch auszuschöpfen, besteht ein weiterer dringender Forschungs- und Handlungsbedarf in folgenden Bereichen: Energie- und Materialeffizienz durch Steigerung der Prozessstabilität, Energie- und Materialeffizienz in mechanischen, thermischen und chemischen Fertigungsprozessen und -systemen, geschlossene Ressourcenkreisläufe beziehungsweise Ressourcenvernetzung in Prozessketten und Systemen, verlustfreier Infrastrukturbetrieb von Produktionsanlagen und Fabriken sowie Methodenentwicklung für eine nachhaltige Energie- und Materialwirtschaft.

Wie aus der Studie weiter hervorgeht, sind energieeffiziente Umformverfahren und sogenannte Net-Shape-Techniken anderen Fertigungsverfahren einen Schritt voraus. Zwar sind in vielen Bereichen der Fertigungstechnik spanende Verfahren aufgrund ihrer Flexibilität erste Wahl, dagegen erlauben Umformverfahren eine hohe Materialeffizienz, so dass deren breitere Anwendung anzustreben ist. Dies ist schon heute durch flexiblere Verfahren und Werkzeuge auch bei geringen Stückzahlen möglich. Der jedoch höhere

Energieeinsatz beispielsweise in der Warmumformung ist nur dann gerechtfertigt, wenn sich das Bauteil endkonturnah (Net-Shape) und ohne wesentliche Nacharbeit herstellen lässt (Meschut 2009).

Wer die Energiediskussion heute noch als Grundsatzdebatte führen will, dürfte auf allgemeines Unverständnis stoßen, angesichts der bekannten, unerfreulichen Wahrheiten über Umweltprobleme, knapper werdende Ressourcen und damit einhergehende soziale Katastrophen. Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung haben in den Leitmotiven von Unternehmen inzwischen einen hohen Stellenwert, und obwohl der Begriff der nachhaltigen Entwicklung in jeder energiepolitischen und -wirtschaftlichen Diskussion breite Zustimmung erfährt, sind die Vorstellungen, Interpretationen und Handlungsziele einer großen Bandbreite unterworfen.

Die Steigerung der Effizienz, das heißt die Verbesserung des Wirkungsgrades einer Maschine, Anlage oder eines Systems ist seit Urgedenken eine der Hauptaufgaben von Ingenieuren. Die dem System zugeführte Energie soll wirksam in nutzbare Leistung umgewandelt werden. Verluste, verursacht vom System, gilt es zu minimieren. Kleiner, schneller, leistungsdichter, so lauten die Forderungen im Konstruktionsalltag, und dies in ganz besonderer Weise bei linearen Antrieben, die bei fortschreitender Automatisierung der Fertigungsprozesse in allen Branchen zunehmend zum Einsatz kommen.

Gefragt sind Systemlösungen mit hoher Funktionsintegration in kompakter Ausführung. Durch Einbindung neuer Technologien und Fertigungsverfahren, beispielsweise der Oberflächentechnik sowie der Verwendung von Werkstoffen mit verbesserten Eigenschaftsprofilen, erschließen sich den linearen Antrieben glänzende Perspektiven.

Intelligente Regel- und Steuerungskonzepte aus dem Bereich der Mechatronik einerseits und Hybridlösungen (unterschiedlicher Fertigungsverfahren) andererseits sowie deren Kombination versprechen hinsichtlich der Forderung nach energieeffizienten Systemlösungen Produkte, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch in neue Grenzbereiche vorstoßen. Gerade die Mechatronik bietet hier noch hohe Potenziale bei der Kosten- und vor allem Energiebetrachtung.

Nachfolgend werden verschiedene wesentliche Fertigungsverfahren vorgestellt und die Potenziale bewertet.

Warmumformung

Bei der Anwendung der Warmumformung ist stets die Kosten- und Energiebilanz der gesamten Prozesskette zu betrachten. Ein simpler Energievergleich ist nicht sinnvoll. Eine umfassende Gegenüberstellung der Prozessführung ist notwendig. Daher sollten neben der eigentlichen Energiebetrachtung auch der Anspruch an die Bauteileigenschaften und die Prozessfolge im Nachgang der Umformung analysiert werden.

In der Warmumformung kann dies nur erfolgreich sein, wenn ein fachübergreifender Ansatz gewählt wird. So sollten Spezialisten aus der Materialkunde, der Thermodynamik, der Simulationstechnik, dem Werkzeugbau, aus Automatisierung/Handling und

Anlagenbau zusammenkamen, die gemeinsam das komplexe Thema bearbeiten (IKB Deutsche Industriebank AG 2008). Warmumformprozesse werden bei Stahl (Presshärten), Aluminium, Magnesium, aber auch Titan angewendet. Ein Sonderverfahren, das derzeit leicht an Bedeutung gewinnt, ist das superplastische Umformen, wo unter Temperatureinfluss bei langen Umformzeiten hohe Formänderungen erreicht werden.

Halbwarmumformprozesse wurden untersucht, jedoch werden sie in der Blechbearbeitung kaum an Bedeutung gewinnen.

Der momentan wichtigste Warmumformprozess ist das **Presshärten.** Es gewinnt derzeit und in den nächsten 3-5 Jahren in der Automobilindustrie noch an Bedeutung. Moderne Fahrzeugkonstruktionen werden häufig mit pressgehärteten Bauteilen ausgelegt, um ein Optimum aus den resultierenden Crash-Anforderungen an die Karosseriestruktur und dem Leichtbaupotenzial von Stahl zu erreichen. Durch die temperierte Umformung, gerade im Hinblick auf die direkte Warmumformung, werden bei der Bauteilgestaltung viele neue Perspektiven ermöglicht. Komplexe Bauteilgeometrien in Kombination mit einer hervorragenden Maßhaltigkeit und höchsten Festigkeiten ermöglichen neue Anwendungsgebiete von Stahlstrukturbauteilen in der Fahrzeugkarosserie.

Ein entscheidender Kostenfaktor ist die Abkühlzeit des Bauteiles, also die Haltezeit am unteren Todpunkt der Presse. Das heißt die Frage, wie schnell bekomme ich die Wärme aus dem Bauteil und dem Werkzeug heraus. Hier wird es neben einer Verbesserung der Kühlung durch eine optimierte Werkzeugtechnik auch eine schnellere Kühlung durch wärmeleitfähigeren Werkzeugstahl geben. Eine gleichbleibend hohe Qualität der Bauteile wird dabei durch steuerbare Kühlungen gewährleistet, die eine gleichmäßige Abkühlung des Bauteiles ermöglichen. Dies alles ermöglicht zusammen mit der Abstimmung des Werkzeuges, mit dem Transport vom Rollenherdofen in das Werkzeug eine Optimierung der Prozessparameter und eine Reduzierung der Taktzeiten und ist damit die Voraussetzung für das Herstellen eines guten Bauteiles, beziehungsweise einer guten Baugruppe.

Von warmumformbaren Tailored Blanks darf man sich ebenfalls einiges erwarten. Durch die Anwendung von Tailored Blanks sind nicht nur unterschiedliche Materialdicken und die damit verbundenen Gewichtseinsparungen möglich, sondern auch Werkstoffpaarungen mit verschiedenen Materialgüten. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn unterschiedliche Anforderungen an ein Bauteil gestellt werden; zum Beispiel, wenn in einem Bereich eines Bauteiles größere Festigkeit und Härte und im anderen Bereich eine größere Dehnung erforderlich ist. Eine Überlegung sind auch warm umgeformte Bauteile aus Tailored Rolled Blanks wert. Obwohl man bei Patchwork Blanks durch Erwärmen eine größere Duktilität in der Schweißnaht des partiell angeschweißten Zusatzteiles erhält, wird dieses Verfahren jedoch keinen großen Anteil an warm umgeformten Bauteilen erhalten.

Die positive technische und wirtschaftliche Entwicklung der Warmumformung wird dazu beitragen, dass die Warmumformung vorerst hauptsächlich in der Automobilindustrie einen immer größeren Anteil einnehmen wird – und zwar vorwiegend in dem

Bereich mit dem größten Gewichtsanteil der Fahrzeuge, der Karosserie. Es wird aber nicht bei Karosserieteilen bleiben, denn durch die zunehmenden Kenntnisse über die sich bietenden Möglichkeiten und Vorteile der Warmumformung werden künftig auch andere Bauteile und Komponenten durch Warmumformung hergestellt werden. Die Warmumformung wird aber in Zukunft nicht nur auf die Automobilindustrie beschränkt sein, sondern ebenso in anderen Bereichen eingesetzt werden.

Letztendlich wird zukünftig auch die Entwicklung und Optimierung des Beschneidprozesses bei der Warmumformung eine wichtige Rolle spielen, da dieser ganz wesentlich zur Wirtschaftlichkeit der gesamten Prozesskette beiträgt. Die Ankonstruktionen beziehungsweise Platinenzuschnitte müssen so gestaltet werden, dass ein der Umformung nachgelagerter Beschnittprozess weitestgehend entfällt.

Der derzeitige Warmumformprozess besitzt (auch im Zusammenhang mit einer geeigneten Beschichtung) noch relativ großes Optimierungspotenzial. Ständig werden neue Erkenntnisse gewonnen, die den Prozess reproduzierbarer und vor allem kostengünstiger gestalten.

Die Übernahme derartiger Aktivitäten erfordert allerdings neben einem umfangreichen Equipment vor allem viel Know-how, um tatsächlich wirtschaftlich arbeiten zu können

Als Fazit lässt sich festhalten**:** Mit der Entwicklung neuer Materialien, verbunden mit dem erforderlichen Oberflächenschutz, einer Optimierung bei der Erwärmung einer verbesserten Werkzeugtechnik und dem Einsatz vorhandener wirtschaftlicher Verfahren, wird die Warmumformung in Zukunft einen ständig ansteigenden Marktanteil erreichen (o.V. 2009a).

Thixoforming

Die Warmumformung als eine der wichtigen Technologien am Standort Deutschland ist traditionell das Gebiet der Masssivumformung (z. B. Schmieden). Da gerade sicherheitsrelevante Teile im Automobilbau häufig warm umgeformt werden, liegt das Augenmerk dieser Industrien darauf, sich hier durch zukunftsträchtige Entwicklungen auf dem globalen Markt eine Vorreiterposition zu sichern.

Eines dieser zukunftsträchtigen Technologiethemen und Gegenstand aktueller Forschungsbemühungen heißt Thixoforming, wo Umformung von Bauteilen im Temperaturbereich zwischen fest und flüssig stattfindet. Das Thixoforming vereint dabei die Vorzüge des Gießens mit denen des Schmiedens und vermeidet die jeweiligen Verfahrensnachteile. Bei dieser Umformtechnik wird das Material, das ein geeignetes Gefüge aufweisen muss, in einen Temperaturbereich gebracht, in dem selbst Stahl sich wie Teig kraftarm kneten lässt.

Das bedeutet, dass diese Fertigungstechnologie zukünftig auch für sicherheitsrelevante oder stark belastete Bauteile eingesetzt werden kann. Solche Komponenten können derzeit nur konventionell geschmiedet werden, wobei häufig mehrere kostenintensive Prozessschritte erforderlich sind. Beim Thixoforming hingegen ist — ähnlich wie beim

Gießen — nur ein einziger Formgebungsschritt notwendig. Da die Werkstoffe bei dieser Umformtechnik deutlich fließfähiger sind als beim Schmieden, müssen die Pressen auch nicht so viel Kraft aufbringen, wodurch Energie eingespart werden kann. Wenn die Bauteile aus der Presse entnommen werden, haben sie bereits die gewünschte Endkontur. Sie müssen nicht separat entgratet werden. Die Nacharbeit beschränkt sich dabei auf ein Minimum pro Funktionsfläche. Für die Fertigung von Leichtmetallbauteilen setzen die Zulieferer der Automobilindustrie das Thixoforming bereits industriell ein.

Das Thixoforming von Stahl könnte auf längere Sicht eine technisch und wirtschaftlich hochinteressante Alternative zum Gießen und Schmieden, speziell zur Herstellung von hochbelastbaren dünnwandigen Bauteilen, werden. Das industrielle Potenzial ist enorm.

Walzprofilieren (z. T. auch als Rollformen bezeichnet)

Das inkrementelle Walzprofilierverfahren, bei dem sich in 20-50 Stufen komplizierte Hohlprofile herstellen lassen, wird mit Sicherheit an Bedeutung gewinnen. Die Automobilbranche profitiert von der Kombination des Walzprofilierens mit den Stärken der ultrahochfesten Stähle und wird vermutlich auch das Design bestimmter Bauteile an das Verfahren anpassen.

Bei überschaubaren Produktionskosten lässt sich eine hohe Produktivität erreichen. Außerdem sind die Möglichkeiten des Rollumformens noch nicht ausgeschöpft. Nach und nach stellen viele Profilhersteller ihre Fertigung auf diese neuen Verfahren um. Auch in der Baubranche, Elektro- oder Möbelindustrie geht der Trend zu immer dünneren Profilen, die starken Belastungen standhalten müssen. Beim Walzprofilieren können nahezu alle Werkstoffe eingesetzt werden, von Aluminium bis zum hochfesten Stahl (z. B. SSAB-Docol Roll).

Ein Beispiel sowohl für Verfahrenskombinationen als auch für eine Substitutionstechnologie aus dem Bereich Powertrain ist in Abb. 15 dargestellt. Einerseits ist die Umstellung bei der Herstellung von Zahnrädern, speziell von Laufverzahnungen/Hochverzahnungen, vom Zerspanen auf das Massivumformverfahren Oberflächenprofilwalzen ein großer Schritt in Richtung Zeit- und Kosteneinsparung sowie Verbesserung der funktionalen Eigenschaften – andererseits bestehen weitere Möglichkeiten, im gleichen Arbeitsgang auch Fügevorgänge zu realisieren und Verfahrenskombinationen der verschiedensten Art wirtschaftlich durchzuführen. Mit derartigen Tendenzen ist zukünftig unbedingt zu rechnen.

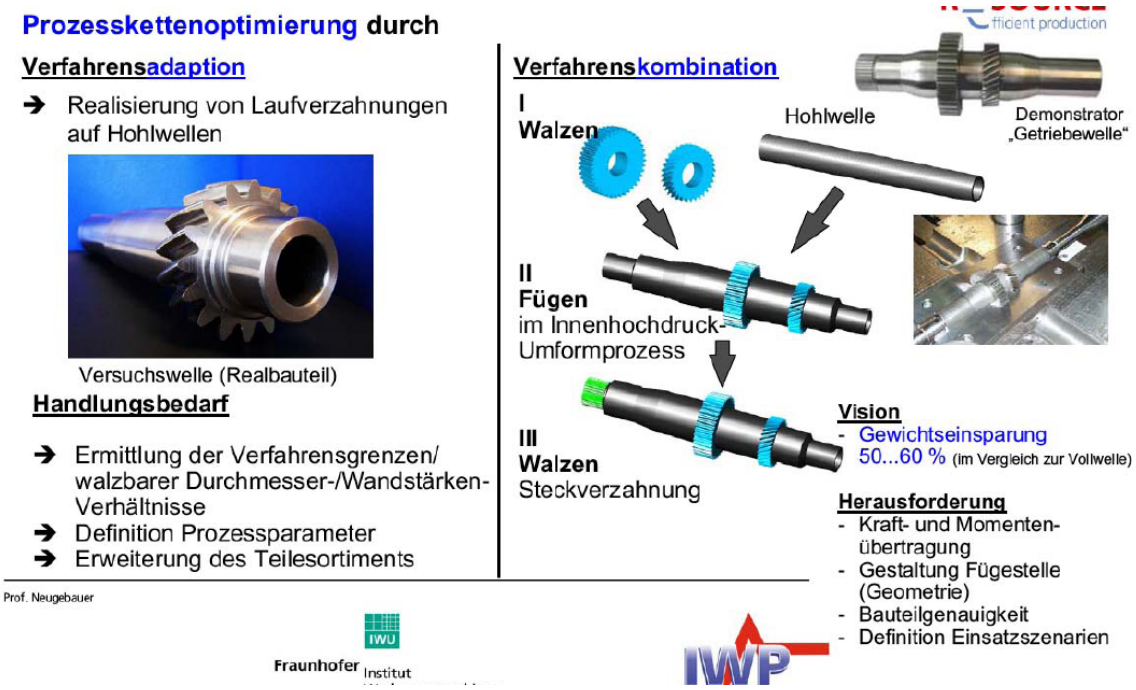


Abb. 15: Prozesskettenoptimierung (Fraunhofer IWU)

Beschichtete und „endlackierte Teile" als Herausforderung

Wegen der großen Relevanz des Presshärtens bekommen die Schichtsysteme auf Presshärtstählen eine zunehmende Bedeutung. Neben AlSi- sowie Zn-Beschichtungen besitzt das sogenannte X-tec eine große Bedeutung.

X-tec ist ein multifunktionelles Lacksystem auf Basis moderner Nanotechnologie, das als Kurzzeitkorrosionsschutz wirkt und so Verzunderung verhindert. Ein weiteres Merkmal besteht in hervorragenden Gleiteigenschaften für das Umformen selbst sowie die damit verbesserte Lebensdauer der Werkzeuge. Eine Weiterentwicklung in Richtung Schweißeignung und thermische Belastbarkeit erfolgt momentan.

Ein weiteres wichtiges Entwicklungsziel des Beschichtungskonzeptes wird im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit ein bleibender Korrosionsschutz nach der Warmumformung sein (Lenze et al. 2008).

Eine Vision ist derzeit noch immer das endlackierte Blech, das nur noch umgeformt und gefügt, jedoch nicht mehr lackiert wird. Trotz umfangreicher Entwicklungsarbeiten werden in den nächsten Jahren sicherlich vorbeschichtete Bleche an Bedeutung gewinnen und auch verstärkt hergestellt werden. Die endlackierten Bleche werden bei den deutschen Autobauern trotz wesentlicher wirtschaftlicher Effekte noch lange Zeit auf sich warten lassen.

2.2.8 Abschließende Bemerkungen

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass der Nutzen langfristiger Technologie Prognosen weniger in der korrekten (zeitlichen) Prognose ihres Eintreffens als vielmehr in der „Gesamtübersicht“ zu einem bestimmten Themenfeld liegt, die sie dem jeweiligen Anwender verschaffen. Dies sei mit Abb. 16 wiederum am Beispiel der Automobilindustrie illustriert, welche eine Einschätzung zu technologisch relevanten Entwicklungen in diesem Bereich aus dem Jahr 2002 darstellt.

Es ist offensichtlich, dass die Trefferquote in einigen Punkte sehr exakt zutraf; andere Punkte wurden jedoch falsch eingeschätzt. Derartige Irrungen betrafen vor allem Antriebskonzepte. Da die anderen Themen aber weiterhin als relevant eingeschätzt werden, soll Abb. 16 als Ergänzung zu den Ausführungen der vorangegangen Abschnitte verstanden werden.

3. Veränderungen

Die wesentlichen technologischen und strukturellen Veränderungen und deren Auswirkungen auf die Automobilindustrie sind:

Technologische Veränderungen

- Umfangreiche modulspezifische Innovationen
- Zunahme Elektrik / Elektronik
- Vernetzung von Komponenten und Funktionalitätserweiterung durch Software
- Modularisierung des Karosserie- / Fahrzeugbaus
- Erste alternative Antriebskonzepte
- Steigender Einsatz innovativer Werkstoffe
- Veränderungen bei Fertigungstechnologien

Strukturelle Veränderungen / Auswirklungen Automobilindustrie

- Marktwachstum und regionale Marktverschiebungen
- Globalisierung
- Konzentrationsprozess
- Verlagerungen entlang der Wertschöpfungskette
- E-Business
- Time-to-Market / Order to Delivery
- Mikrosegmentierung und Variantenvielfalt
- Bedarfsverschiebungen
- Value Migration und Geschäftsmodelle

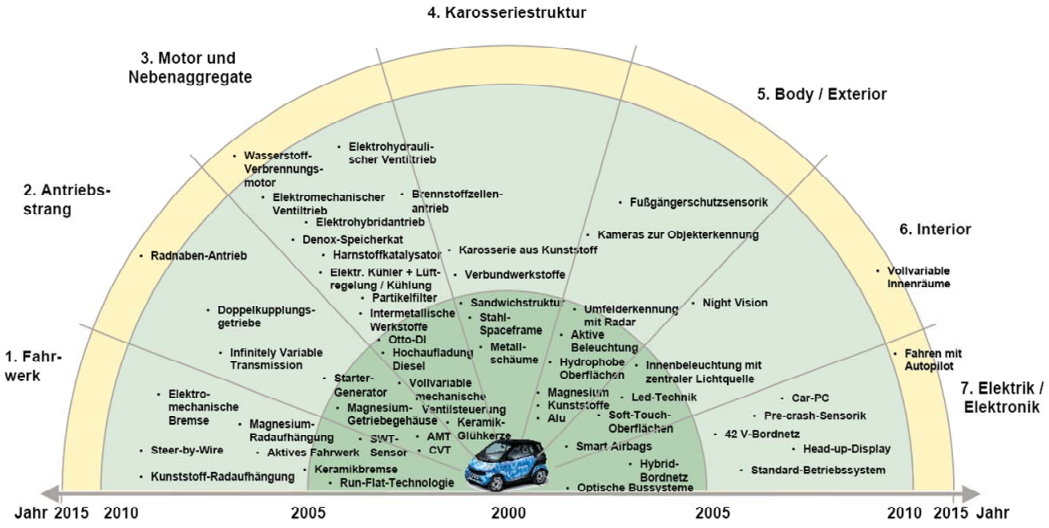


Abb. 16: Technologische und strukturelle Veränderungen (o.V. 2002)

2.3 Quantitative Befunde aus einer Patentanalyse zum Thema „Umformtechnik“

Fraunhofer ISI

Die Ergebnisse des vorherigen Abschnitts basieren im Wesentlichen auf einer qualitativen Experteneinschätzung relevanter Umfeldentwicklungen im Bereich der Umformtechnik. Im Folgenden soll das mit Abschnitt 2.1 begründete Vorgehen bzw. die oben erstellte Expertise daher eine erste quantitative Abstützung mittels einer geeignet konzipierten Patentanalyse erfahren.

2.3.1 Patente als Technologie- und Innovationsindikator

Neben ihrer eigentlichen ökonomischen Schutzfunktion von Eigentumsrechten stellen Patentanmeldungen einerseits eine wichtige Informationsquelle des volkswirtschaftlichen, kodifizierten Wissensbestandes sowie andererseits auch einen wichtigen Innovationsindikator für die Messung und Erklärung technologischen Wandels dar. Dem Indikator „Patentanmeldung“ als vorlaufenden Indikator wird allgemein entscheidende Bedeutung bei der Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit und damit auch Innovationsfähigkeit von Unternehmen, Branchen und Volkswirtschaften zugesprochen: „Kein anderer Innovationsindikator lässt sich über vergleichbar lange Zeiträume zurückverfolgen und ist dabei auf gleichzeitig sehr niedrigem Niveau disaggregierbar, den einzelnen Wirtschaftseinheiten zuzuordnen und bezüglich der Bestimmung des Zeitpunktes im Innovationsgeschehen genau und präzise.“ (Grupp 1997) Der Patentindikator markiert die Schnittstelle zwischen den Ergebnissen der FuE-Anstrengungen und der weiteren Überführung in am Markt verwertbare Innovationen. Da sowohl Entwicklungsbemühungen als auch ökonomische Schwerpunktbildungen wichtige Voraussetzungen für einen späteren Markterfolg darstellen, sind Patente insofern ein auch möglicher Indikator für die Abschätzung eines zukünftigen Marktgeschehens (Schmoch 1990). Die festgeschriebenen, administrativen Prozesse der Patentierung (Patentämter, Anmeldeverfahren, objektive und neutrale Klassifizierung, Offenlegung, Erteilung,…) sorgen zudem für eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit der Daten (ebd.).

2.3.2 Gang der Untersuchung

Als Datenquelle für die statistische Erhebung der Patentindikatoren steht grundsätzlich eine Vielzahl von Datenbanken zur Verfügung. Um ein möglichst objektives Bild der Position einer Technologie im Innovationszyklus zu erhalten, ist es sinnvoll eine möglichst internationale Datenbasis heranzuziehen. Auf diese Weise lassen sich mögliche nationale Verzerrungen durch den "Heimvorteil" der dort ansässigen Firmen reduzieren. Auf der anderen Seite sollte die Nähe der Analyse zum deutschen Innovationssystem gewährleistet bleiben. Daher wurde für die vorliegenden Analysen mittels der Daten-

bank „PATSTAT“ auf die Patentdaten des Europäischen Patentamtes (EPA) zurückgegriffen. Da internationale Anmeldungen (z. B. über das „Patent Cooperation Treaty-Verfahren“) mit einem Zeitverzug bis zu 36 Monaten an das EPA übergeleitet werden, standen zum Zeitpunkt der Recherche am aktuellen Rand Patentdaten bis zum Jahre 2005 vollständig zur Verfügung.

Um die verschiedenen technischen Implikationen der Patentanmeldungen unterscheiden zu können, wurde im Jahr 1968 die "International Patent Classification" (IPC) eingeführt, die alle fünf Jahre einer regelmäßigen Revision und Anpassung unterzogen wird. Sie erlaubt mit rund 65.000 Symbolen in der tiefsten Gliederungsebene eine sehr differenzierte Klassifizierung der Patente, die dann unter anderem für statistische Auswertungen herangezogen werden kann. Die Einordnung der angemeldeten Patente in die IPC, die durch einen jeweiligen Fachprüfer erfolgt, orientiert sich an übergeordneten Funktionsprinzipien und nicht an konkreten Produktgruppen. Die IPC-Klassifikation erscheint somit aus Sicht eines Ingenieurs oft suboptimal (Schmoch 1990) und deckt ein Technologiefeld inhaltlich meist nur teilweise ab.

Die Suchstrategie der durchgeführten Patentanalyse basiert somit auf den, durch einen Technikexperten ausgewählten, relevanten IPC-Klassen. Um die Zuverlässigkeit der Messung weiter zu erhöhen, kann die Suche nach den IPC-Klassen zusätzlich mit Suchbegriffen verknüpft werden, die im Kurztext (Abstract) der Patentschrift gesucht werden. Allerdings bleibt die Formulierung dieser schriftlichen Zusammenfassung dem Anmelder überlassen und wirkt sich in ihrer Ausgestaltung nicht auf die Patenterteilung aus, so dass hierbei von einer eingeschränkten Aussagefähigkeit dieser Zusammenfassung ausgegangen werden muss. Stichwörterverknüpfungen bieten daher lediglich eine Möglichkeit der Präzisierung (Schmoch 1990). Die zentrale Bedeutung bei der Analyse kommt also weiterhin der IPC-Klassifikation zu.

Insgesamt ist zwar eine vollständige Abbildung eines Technologiefelds durch IPC-Klassen bzw. verbundene Stichwörter anzustreben, jedoch in der Praxis vor dem Hintergrund der genannten Probleme, der weiter zunehmenden Komplexität und dem vermehrten Aufkommen sogn. Querschnittstechnologien aber in der Regel kaum möglich (vgl. Abb. 17).

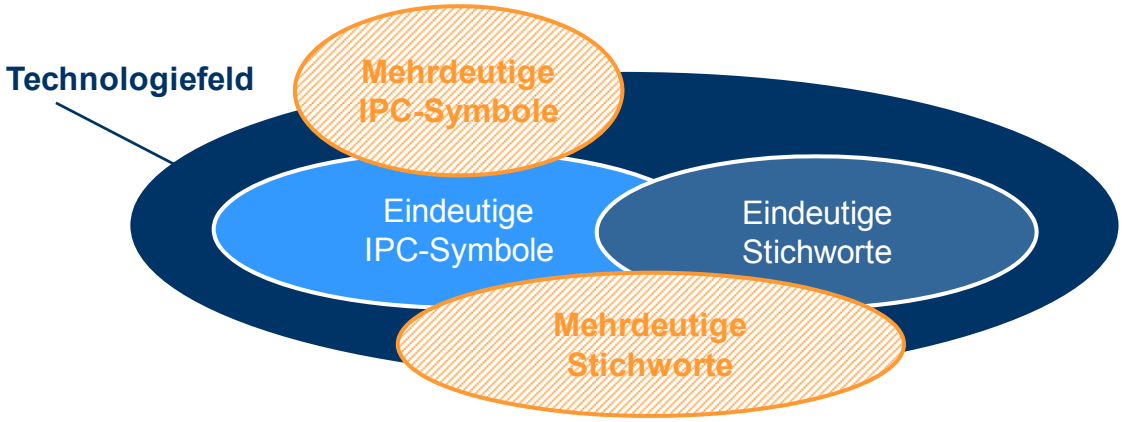


Abb. 17: Definitionsproblematik von Technologiefeldern für eine Patentanalyse (eigene Darstellung)

Zudem ist bei der Auswahl eines zur Analyse geeigneten Zeitraumes der Zeitverzug zwischen der Patentanmeldung und ihrer Offenlegung unbedingt zu beachten. Patente können immer erst nach ihrer Veröffentlichung in die Datenbank aufgenommen werden. Zwischen der Veröffentlichung und der endgültigen Erteilung eines Patents können je nach Patentverfahren jedoch nochmals bis zu vier Jahre vergehen. Um das Innovationsverhalten der Akteure also möglichst zeitnah abzubilden empfiehlt es sich Patentanmeldungen und nicht Patenterteilungen zu erheben. Grundannahme ist hierbei, dass aufgrund der formalen Hürden, sowie des bürokratischen und finanziellen Aufwands jeder Patentanmeldung in der Regel eine signifikante Innovationsaktivität seitens des Anmelders vorausgeht. „Dem Vorgang der Erteilung wird also – anders als es patentrechtlich verstanden wird – aus innovationswissenschaftlicher Sicht *keine* zusätzliche Qualität beigemessen“ (Grupp 1997; Herv. im Original).

Die Verwendung der in Abschnitt 2.1 entwickelten, „weiten“ Abgrenzung der Umformtechnik über den eigentlichen Umformprozess hinaus erwies sich in diesem Zusammenhang vor dem Hintergrund dieser Studie aus folgenden Gründen als nicht praktikabel:

- Die hier verwendete Logik zur Abgrenzung der Umformtechnik, insbesondere die der dem eigentlichen Fertigungsprozess vorgelagerten Stufen wurde mit dem Erkenntnisziel dieser Studie begründet. Diese Produkt- bzw. produktionsorientierte technologische Perspektive lässt sich aufgrund der erläuterten Klassifizierungsproblematiken nicht übereinstimmend mit den IPC Patentklassen abbilden.
- Eine (semantische) Überführung der hier angewendeten Abgrenzung, beispielsweise durch eine ein- oder mehrdeutige Stichwortsuche in technologiefremden IPCs lässt sich in dieser Studie nicht mit vertretbarem Aufwand realisieren, da dies eine detaillierte, über mehrere Rückkopplungsschleifen mit Technikexperten erfolgende, inhaltliche Kontrolle der Validität der identifizierten Patente notwendig machen würde.

Deshalb wird der Untersuchungsgegenstand auf den eigentlichen „Kern“ des umformenden Fertigungsprozesses eingeschränkt: Für die Patentanalyse wurde in enger Zu-

sammenarbeit mit den Technikexperten des Fraunhofer IWU eine geeignete Identifizierung und Auswahl von IPC-Klassen erarbeitet. Diese wird im Folgenden als Grundlage der Analyse dienen. Die für die Analyse ausgewählten IPCs sind im Detail dem Anhang zu entnehmen. Eine feinere Analyse erscheint aufgrund des oben genannten methodischen Mehraufwands und der damit verbundenen Probleme im Rahmen dieser Studie nicht sinnvoll. Daher sei darauf hingewiesen, dass die Patentanalyse selbst in dem betrachteten und schon eingeschränkten Problembereich nicht die gleiche Granularität wie die in Abschnitt 2.2 aufgeführten Trends aufweisen kann.

2.3.3 Ergebnisdarstellung und Beurteilung

Die folgenden Ergebnisse basieren auf der deskriptiven Analyse der quantitativen Entwicklung der Patentanmeldungen in den fünf definierten Hauptgruppen umformtechnisch relevanter IPC-Klassen. Tabelle 1 stellt deren Entwicklung für den Zeitraum 1980 bis 2006 dar;

Abb. 18 illustriert diesen Verlauf entsprechend grafisch. Um die Entwicklungen besser einschätzen zu können, werden die Befunde jeweils mit den insgesamt am EPA angemeldeten Patentzahlen verglichen.

	Erstanmeldungen am Europäischen Patentamt					
Jahr	Walzen von Metall	Herstellen von Blechen etc. auf andere Weise als durch Walzen (z.B. Ziehen, Strangpressen)	Be- oder Verarbeiten von Blechen etc. ohne wesentliches Abtragen des Werkstoffs	Massivumformung durch Schmieden, Hämmern, Pressen etc.	Pressen allgemein	Patente EP total (Sek-Achse)
1980	87	71	143	29	43	24329
1981	87	73	177	24	54	28482
1982	101	79	198	32	45	31644
1983	117	84	227	37	63	36281
1984	153	83	228	38	70	39636
1985	138	73	195	44	92	42930
1986	145	79	258	39	86	45531
1987	175	89	266	48	106	52015
1988	206	72	301	50	107	57629
1989	153	117	331	57	140	61754
1990	184	99	295	67	140	61.286
1991	195	93	295	58	139	60.147
1992	195	106	359	59	122	60.177
1993	211	121	340	50	139	61.945
1994	205	104	311	56	103	64.773
1995	268	98	378	52	106	70.407
1996	255	138	401	54	128	79.150
1997	331	150	431	67	115	89.032
1998	290	153	488	108	142	97.399
1999	297	140	474	79	109	107.157
2000	296	191	590	88	133	114.312
2001	261	183	483	84	145	111.769
2002	186	140	435	83	124	113.950
2003	188	117	423	71	93	118.454
2004	154	107	424	65	117	124.982
2005	162	95	353	73	111	128.436
Gesamt	5040	2784	8804	1512	2772	1.883.607

Tabelle 1: Entwicklung der Patente im Bereich der Umformtechnik von 1980 bis 2005

Mit Ausnahme der Gruppe „Be- oder Verarbeiten von Blechen etc. ohne wesentliches Abtragen des Werkstoffs“ weist der Bereich der Umformtechnik eine weitaus weniger dynamische, weitgehend sogar von der allgemeinen Patententwicklung losgelöste Entwicklung auf. Selbst für erstere scheint dies ab dem Jahr 2000 zuzutreffen, wobei insgesamt die stark abfallende Entwicklung auffällt. Ähnliches, aber in geringerem Maße gilt auch für den Bereich „Walzen von Metall“.

Auf diesem Granularitätsgrad können die Gründe für diese Entwicklung jedoch nicht überprüft werden. Damit konfrontiert zeigten sich die beteiligten Experten jedoch nicht besonders verwundert, da diese Entwicklung im Rahmen ihrer Erwartungen lag. Als Gründe hierfür wurden angeführt:

– Umformtechnische Fertigungsverfahren werden heute üblicherweise als „reife“ Prozesse betrachtet. Zwar werden auch für die Zukunft noch weitere Innovationen erwartet, der überwiegende Anteil relevanter und patentierbarer Innovationen wird

jedoch in anderen Bereichen erwartet (vgl. u. a. Abb. 19). Die Entwicklung wird also auch in Zukunft vergleichsweise wenig dynamisch verlaufen.

- Dementsprechend wird der etwas dynamischere Verlauf in den Gruppen „Be- oder Verarbeiten von Blechen etc. ohne wesentliches Abtragen des Werkstoffs“ und „Walzen von Metall“ bis zum Jahr 2000 mit wesentlichen Fortschritten im Bereich der Maschinen und Anlagen begründet. Als Beispiele werden u. a. sämtliche mit der Servo-Pressentechnik verbunden Entwicklungen sowie Fortschritten bei der Walzprofilierung und Warmumformung genannt.

Daraus jedoch zu schließen, dass sämtliche Innovationspotenziale im Bereich Umformtechnik damit schon erschöpft seien, wäre kurzsichtig: Aus methodischer Sicht ist einzuräumen, dass die „Einordnung“ bzw. „Zuordnung“ umformtechnisch relevanter Patente durch eine Vielzahl von Überschneidungen sowie durch die Patentanmeldestrategien der Unternehmen geprägt ist (vgl. Abschnitt 2.3.1). So werden/können nicht alle diese Patente mit den hier abgebildeten IPC Klassen erfasst werden bzw. werden teilweise in vollkommen anderen, nicht direkt im Bezug zur Umformtechnik stehenden IPC Klassen zugeordnet bzw. angemeldet (z. B. Steuer- und Regelungstechnik, Mikrosystemtechnik). Zudem wurde schon oben angemerkt und immer wieder von den Experten betont, dass die „Umformtechnik“ aufgrund der vielseitigen Anforderungen als ein höchst interdisziplinäres Feld aufzufassen ist. Die Innovationstreiber werden in anderen Gebieten erwartet – u. a. in genau den durch die Technologie Roadmap abgedeckten Feldern (vgl. Abschnitte 2.2 und 2.4).

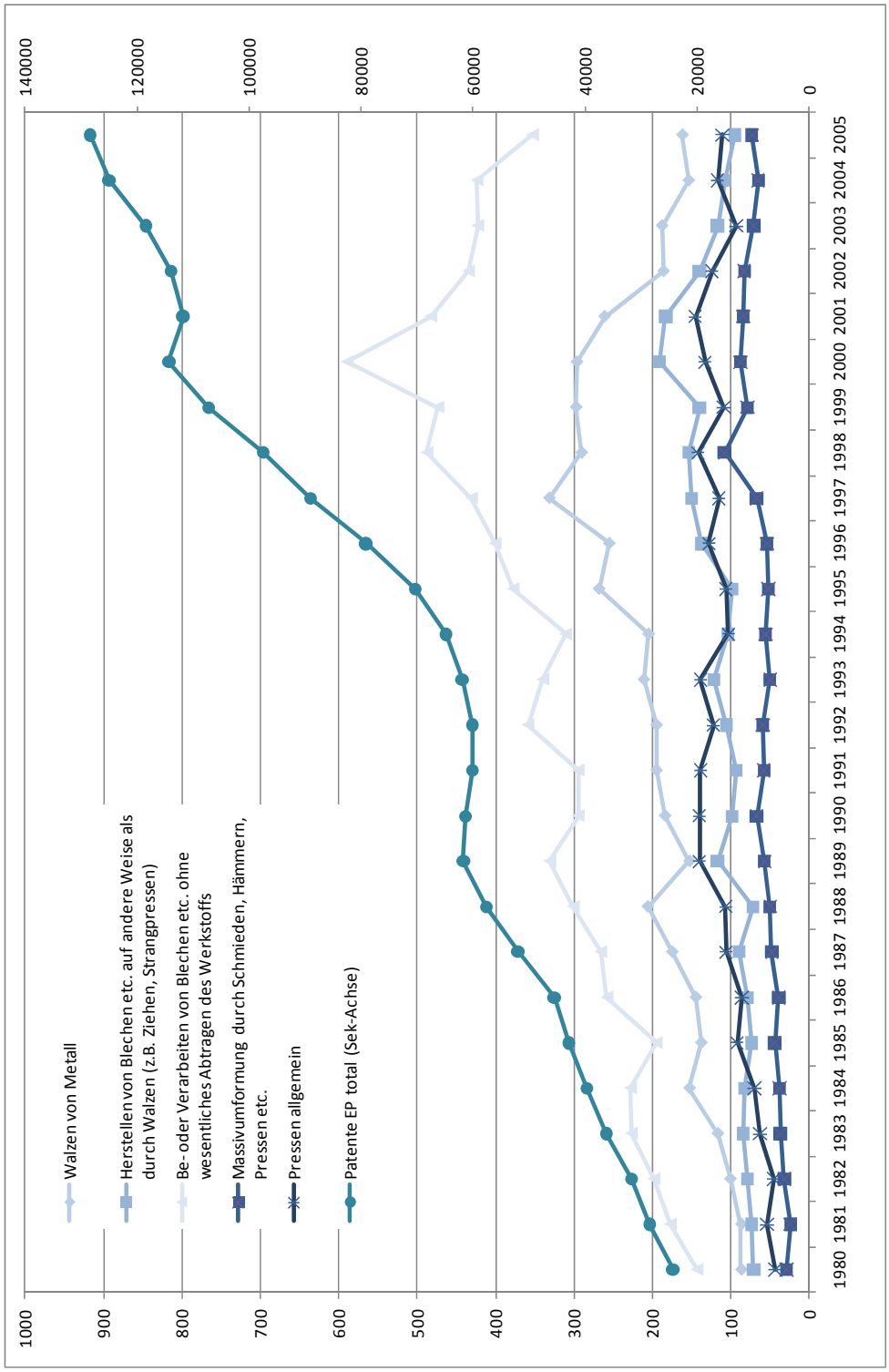


Abb. 18: Entwicklung der Patente im Bereich der Umformtechnik von 1980 bis 2005

2.4 Zusammenfassung: Technologie-Roadmap „Umformtechnik“

Fraunhofer ISI

Ziel dieser Studie ist es, relevanten Entscheidungsträger der Region Rastatt/Gaggenau praxisnahe Ansätze für eine nachhaltige Technologieentwicklung im Bereich der Umformtechnik aufzuzeigen. Daher ist eine dafür zweckmäßige Aufbereitung der obigen Studienergebnisse notwendig. Ein in diesem Zusammenhang vielfach bewährtes Instrument des Innovationsmangements ist das sog. „Roadmapping“ (Müller, Müller-Stewens 2009, Schuh et al. 2009b). Dieses soll deshalb auch hier seine Anwendung finden.

Ziel dieses Instruments ist dabei die Unterstützung strategischer Steuerung von Innovationsaktivitäten im Rahmen einer technologischen Frühaufklärung. Sie ist dabei in erster Linie eine Methode zur systematischen, strukturierten und transparenten Bestandsaufnahme aktueller und emergenter Trends, die aufgrund ihrer Zusammenhänge mit Kernbereichen der eigenen Wertschöpfung eine hohe Relevanz für das Unternehmen aufweisen. Kern dieses Instruments und Grund für seine hohe Akzeptanz ist die abschließende Visualisierung der identifizierten Entwicklungstendenzen in „Roadmaps“.

Die folgende Roadmap fasst daher in diesem Sinne noch einmal die aus Sicht der Experten besonders relevanten Ergebnisse der Abschnitte 2.2 und 2.3 zusammen. Sie werden anschließend noch kurz erläutert.

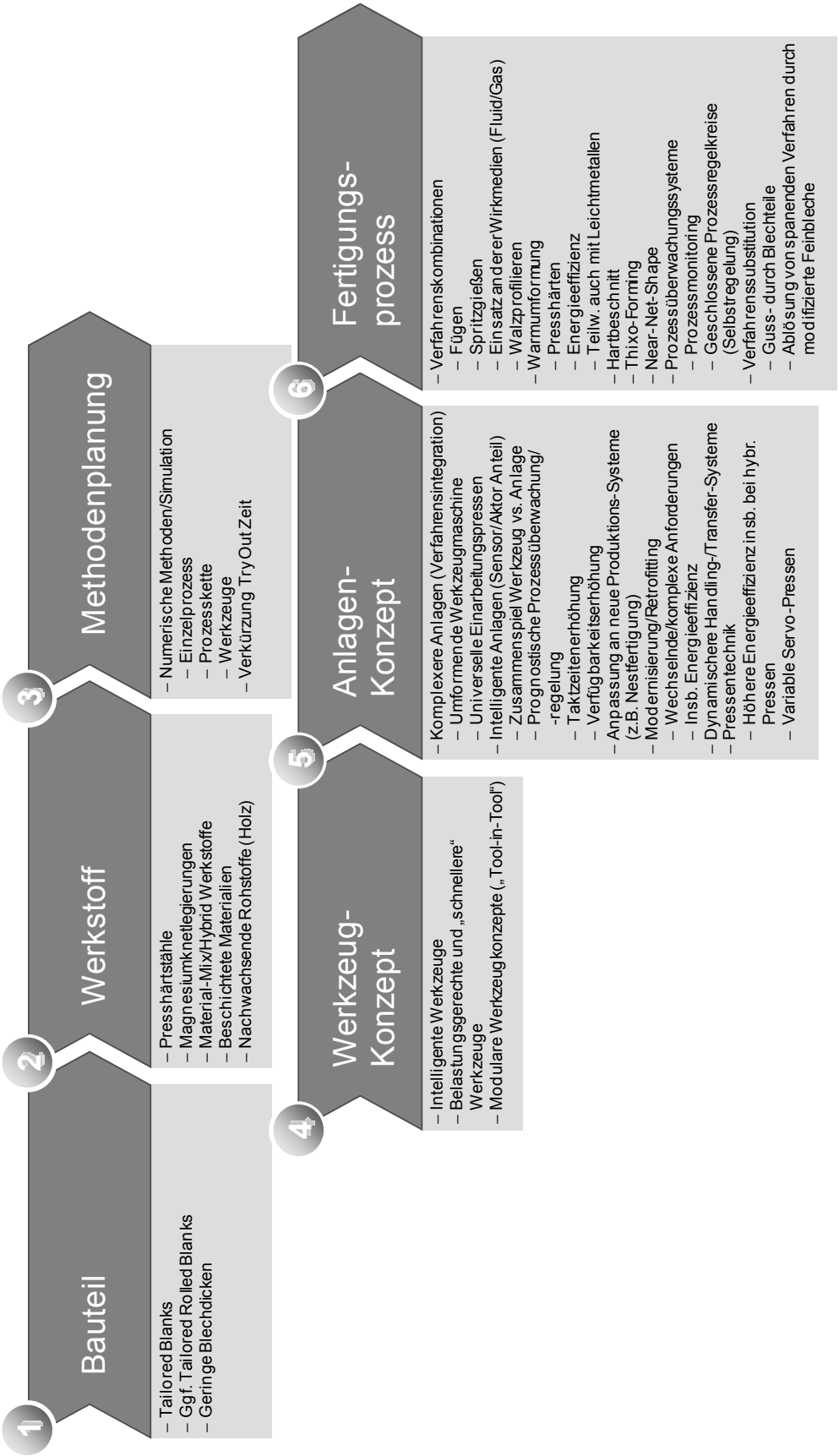


Abb. 19: Technologie-Roadmap Umformtechnik

0. Grundsätzliche Entwicklungstendenzen

Wesentliche Hinweise für zukünftige Konzeptionen und Investitionen sind

- einerseits die Berücksichtigung der gesamten Prozesskette bei der Herstellung eines Produktes vom Halbzeugeinsatz bis zur Montage, ggf. auch unter Berücksichtigung der Lackierung und des Recyclings,
- andererseits die konsequente Orientierung an der Ressourcen- und Energieeffizienz einer Fertigung. Dies gilt insbesondere deshalb, da sich mit Hilfe derartiger Maßnahmen zukünftig sehr wahrscheinlich signifikant Kosten sparen lassen. Die Entwicklung zur konsequenten Ausnutzung und sparsamen Nutzung aller erforderlichen Ressourcen ist nicht nur politisch gewollt, sondern kann den Unternehmen auch deutliche wirtschaftliche Potenziale bieten.
- Die weitere Entwicklung von Konzepten der Elektromobilität (und damit auch der Hybrid-Antriebsvarianten) ist unbedingt zu verfolgen. Umwälzende Veränderungen werden zwar erst mittel- bis langfristig erwartet; da jedoch prognostisch kein Weg daran vorbei führt, ist dann mit gravierenden Änderungen des Antriebsstranges und somit auch der herzustellenden Bauteile zu rechnen

1. Bauteil / Halbzeug

- Generelle Zunahme der Komplexität und Kompliziertheit
- Komplexität wird schon im Halbzeug erzeugt (Tailored Blanks und Tubes; Tailored Rolled Blanks); diese Tendenz wird aber moderat erfolgen
- Reduzierung der Blechdicken, auch im Hundertstel-Millimeter-Bereich

2. Werkstoff

- Generell geht der Trend zu höheren Festigkeiten; dadurch kann über die Reduzierung der Blechdicke Gewicht gespart werden
- Stähle mit Mn-Anteil (Presshärtstähle) und Stähle mit reduzierter Dichte gewinnen zunehmend an Bedeutung; Stähle mit sehr hohen Festigkeiten und sehr hohen Dehnungen können bestenfalls mittelfristig seriell bedeutend werden
- Materialmix (Hybridwerkstoffe) wird noch leicht zunehmen (auch beschichtete/lackierte Werkstoffe)
- Mg-Blech steht am Scheidewege; wenn durch neue (z. B. Gießwalz-)Verfahren ein entsprechendes Preislimit erreicht werden kann, wird es eine signifikante Zunahme geben
- Aluminium bleibt in etwa bei seiner bisherigen Bedeutung
- Zuwachs wird es mittelfristig bei nachwachsenden Rohstoffen geben; Holz- und andere Naturfasern werden verstärkt im Interieur zum Einsatz kommen

3. Fertigungsvorbereitung / Methodenplanung

- durchgängige Simulation der Einzelprozesse (und zunehmend auch der gesamten Prozesskette, auch unter Berücksichtigung des Verhaltens von Werkzeug und Maschine) wird zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit in vielen Fällen realisiert werden müssen
- Try out Prozesse sind (unter Einbeziehung von Simulationen, aber auch durch neue Einarbeitungsmethoden) generell zu verkürzen

4. Werkzeug/Werkzeugkonzept

- Deutlich sichtbar ist der Trend zu „intelligenten“ Werkzeugen, wobei unter Integration von Sensorik und Aktorik sowohl im Try out als auch im Serienprozess gute Bedingungen zur Gestaltung und Überwachung des Prozesses gegeben sind
- Ansätze bestehen in der belastungsgerechten Auslegung des Werkzeugs sowie bei Maßnahmen, mit den Werkzeugen „schnellere“ Prozesse (z. B. Alternativen zu Keilschieberfunktionen) zu realisieren (Taktzeitverkürzung)
- Durch generell sinkende Stückzahlen pro Fahrzeugvariante gewinnen auch modulare Baukastensysteme (wie z. B. „Tool in Tool“) leicht an Bedeutung

5. Anlagen/Anlagenkonzept

- Anlagen müssen (z.T. auch durch Um- und Anbauten) energieeffizienter werden Insbesondere bei hydraulischen Pressen bestehen gute Möglichkeiten der Energierückgewinnung aus den Ziehkissensystemen
- Deutlicher Trend zum Einsatz von Servopressen, da Weg-/Zeit-Verläufe gut an die jeweilige Arbeitsaufgabe angepasst werden können und neben Taktzeit- auch Qualitätsvorteile zu erwarten sind. Ein langfristiges Forschungsziel in diesem Zusammenhang bleibt die „universellen Einarbeitungspresse“.
- Im Zusammenspiel mit Werkzeug und Prozess wird sich der Anteil von Sensorik/Aktorik erhöhen
- Durchgreifend wird sich die Mehrpunktziehtechnik zwar noch nicht durchsetzen, aber 4-6 (ggf. 8) separat gesteuerte Ziehkissenpinolen werden Stand der Technik sein
- Handlingsysteme werden noch etwas schneller und dynamisch weniger anfällig werden
- Retrofitting/Modernisierung wird durch die neuen Anforderungen an den Prozess an Bedeutung gewinnen
- Erhöhung Verfügbarkeit ist ein wichtiges Thema, das durch zielgerichtete Maßnahmen firmen- und aufgabenspezifisch voranzutreiben ist

- Mittel- bis langfristig werden auch neue Fertigungssysteme, wie z. B. die Nestfertigung an Bedeutung gewinnen
- Anlage wird generell komplexer werden, um auch Verfahrenskombinationen (Umformen-Fügen; Umformen-Plastspritzen) realisieren zu können

6. Fertigungsprozess/Technologien

Folgende Verfahren werden zukünftig an Bedeutung gewinnen:

- Warmumformung: vorwiegend Presshärten, wobei derzeit viele technologische Verbesserungen vorgenommen werden, um die Prozesse wirtschaftlicher und energieeffizienter zu gestalten, aber auch in geringerem Umfang Warmumformen von Leichtmetallen zur Reduzierung der erforderlichen Stufen- und Werkzeuganzahl
- Ein erheblicher Wettbewerbsfaktor ist die wirtschaftliche Realisierung des Hartbeschnitts (hier gibt es Ansätze zum Einsatz von Hochgeschwindigkeit)
- Walzprofilieren, wobei neben der eigentlichen Profilherstellung auch weitere Operationen, wie Durchsetzen, Fügen, Lochen, Abkanten integriert werden

Ein weiterer Trend sind Verfahrenskombinationen, wie z. B.

- Umformen in Verbindung mit Fügeoperationen (Clinchen, Nieten; später auch thermisches Fügen)
- Umformen in Verbindung mit Spritzgießen (Umspritzen, Anspritzen in der Pressenlinie)
- Punktuell wird bei kleineren Stückzahlen neben den konventionellen Verfahren auch der Wirkmedieneinsatz (Fluid/Gas) eine Rolle spielen

Signifikant erhöhen wird sich die Realisierung von Prozessüberwachungssystemen. Unter Einsatz moderner Sensorik/Aktorik können die Unternehmen zwischen zwei Wegen wählen:

- Prozessmonitoring: Prozess wird komplett überwacht, bei Abweichungen von definierten Grenzen wird ein Signal gegeben oder die Anlage abgeschaltet
- Geschlossener Prozessregelkreis: Nach definierten Masterkurven wird der Prozess selbsttätig über die Einbindung der Anlage geregelt, so dass selbst während des Presshubes der Gutteilbereich nicht verlassen wird. Dies wird entweder auf Basis der auftretenden Kräfte oder des Blecheinlaufes bei Ziehoperationen realisiert.

Weiterhin sind Verfahrenssubstitutionen in Richtung umformender Verfahren zu erwarten:

– Moderat werden sich weitere Umstellungen von Guss auf Blech vollziehen.

- Durch verbesserte Eigenschaften von Feinblechen wird die Ablösung von spanenden durch umformende Verfahren weiter zunehmen. Signifikantes Beispiel ist hier die Fertigung von Zahnrädern und Schnecke, wofür geeignete Walzverfahren zur Verfügung stehen.

3 Zur spezifischen Situation und Entwicklung ausgewählter Betriebe der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau

Fraunhofer ISI

Dem Ziel dieser Studie folgend sind die in Kapitel 2 identifizierten, allgemeinen Zukunftspotenziale der Umformtechnik nun mit der spezifischen Situation der Betriebe in der Region Rastatt/Gaggenau in Beziehung zu setzen – mit Hilfe von im Rahmen dieser Studie durchgeführten Fallstudien auf Basis strukturierter Interviews. Das grundsätzliche Vorgehen wird dabei in Abschnitt 3.1 vorgestellt, während die Abschnitte 3.2 bis 3.6 jeweils Details zu den Fallstudien erläutern sowie die Befunde in einer Übersicht zusammenfassen.

3.1 Vorgehen

Um die Ergebnisse von Kapitel 2, insbesondere die des Technologie Roadmappings mit der spezifischen Situation der Unternehmen in der Region Rastatt/Gaggenau abgleichen zu können, ist es notwendig diese zunächst systematisch zu erfassen. Dazu wurden insgesamt fünf namhafte und regionale Betriebe aus dem Fahrzeugbau sowie der Medizintechnik als Fallstudien ausgewählt. In diesen wurden im Laufe der Studie jeweils zwei zweistündige Interviews mit Verantwortlichen und Technologie-Experten aus der Geschäftsführung, der Produktion und Entwicklung sowie der Arbeitnehmervertretung geführt.

Ziel war es, aus Basis eines strukturierten Interviews das aktuelle Technologieportfolio und die zukünftige Entwicklungspipeline der Unternehmen eingehend zu beschreiben und vor dem Hintergrund ihrer Handlungsmöglichkeiten zu analysieren. Folgende Aspekte bildeten dabei besondere Schwerpunkte:

- Organisation der Fertigungstechnik- und Anlagenentwicklung.
- Status des Technologie-Portfolios im Bereich Umformtechnik, insbesondere eingesetzte sowie einsetzbare Technologien im Produktionssystem.
- Darstellung der aktuellen Planung des Technologie-Portfolios im Bereich Umformtechnik sowie Beurteilung der Passfähigkeit dieser mit der Personalentwicklungsstrategie.
- Diskussion relevanter mittel- und langfristiger Zukunftstrends – sowohl aus einer technischen wie auch wirtschaftlichen Perspektive. Dies wird auch eine spezifische Diskussion der aus der aktuellen Finanzmarktkrise resultierenden Auswirkungen auf die Planungen des Technologie-Portfolios beinhalten.

Zusätzlich wurden mit den Beteiligten auch die Ergebnisse aus Kapitel 2, also insbesondere die Technologie-Roadmap sowie die Patentanalyse, diskutiert und ggf. ergänzt.

Tabelle 2 charakterisiert zur Übersicht die wesentlichen Merkmale der fünf beteiligten Betriebe. Zusätzlich zu dieser Kerngruppe konnte als weiterer Partner die Firma *Fritz Automation GmbH* gewonnen werden. Sie ist zwar kein verarbeitender Betrieb und steht daher nicht im Fokus dieser Studie - als Engineering Dienstleister und Spezialist im Bereich umformtechnischer Prozess- und Anlagenentwicklung hat *Fritz Automation* jedoch einen sehr guten Überblick über die technologischen Entwicklungen sowie die technischen Probleme mit denen sich andere Unternehmen der Region auseinandersetzen müssen. Sie eignet sich daher sehr gut als Ergänzung der Ergebnisse aus Kapitel 2 – in ihrer Struktur weicht sie daher aber auch von den anderen Fallstudien ab.

		Fallstudien Unternehmen – Umformtechnik				
		Maquet/ Medikomp	KWH	König-Metall	Daimler Gaggenau	Fritz Automation
Merkmale	Branche	Medizintechnik: OEM/Zulieferer	Fahrzeugbau: Zulieferer	Fahrzeugbau: Zulieferer	Fahrzeugbau: Zulieferer	Engineering Dienstleister
	Mitarbeiter	~ 550/310	~ 375	~ 400	~6.500	~ 20
	Interview-Partner	Geschäftsführung, Leiter Entwicklung, Betriebsrat	Geschäftsführung, Techn. Leiter, Betriebsrat	Geschäftsführung, Betriebsrat	Leiter Umformtechnik, Betriebsrat, Aufsichtsrat	Geschäftsführung
	Bemerkungen	Medikomp 100% Tochter von Maquet	Standort Gaggenau	-	Standort Gaggenau	Kein verarbeitender Betrieb

Tabelle 2: Übersicht zu den Fallstudien

3.2 Maquet und Medikomp

3.2.1 Details

Die Unternehmen

Die Firma Maquet GmbH & Co. KG (Maquet) ist eine 100%-Tochter der weltweit in der Medizintechnik tätigen schwedischen Getinge Group (vgl. Abb. 20). Als Geschäftsfeld (Business Area) von Getinge umfasst Maquet als Marke die drei Produktbereiche „Surgical Workplaces“, „Critical Care“, „Cardio Vascular“, verteilt auf die deutschen Produktions-Standorte in Rastatt und Hirrlingen sowie weitere in Frankreich, den USA, Schweden und China.

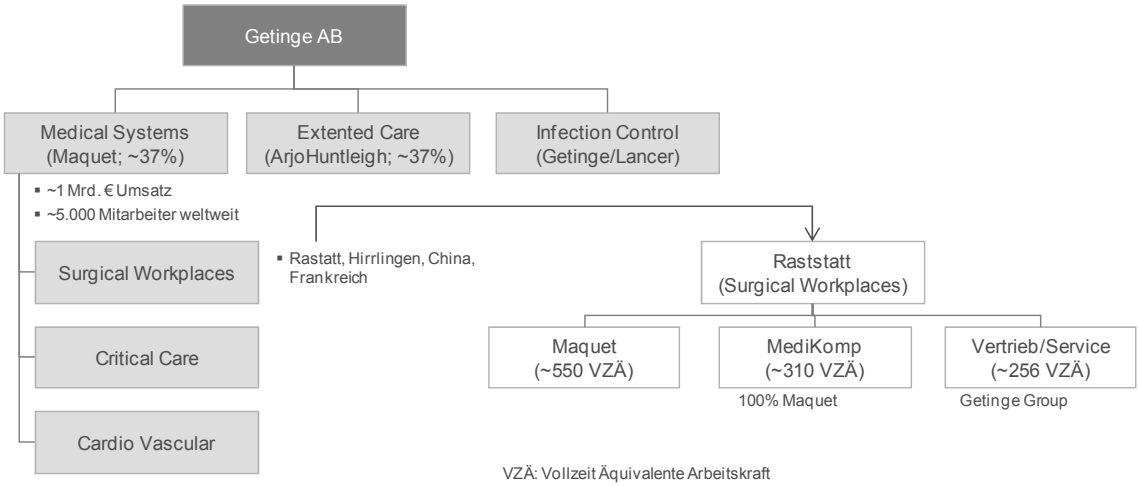


Abb. 20: Organisation von Maquet / Medikomp

Die Firma MediKomp GmbH (MediKomp) ist eine 100%-Tochter von Maquet – hervorgegangen durch eine Ausgliederung der Fertigung von Maquet Surgical Workplaces am Standort Rastatt als eigenständiges Unternehmen. Zwar beliefert MediKomp auch andere Unternehmen; Hauptkunde mit ca. 90 % ist jedoch der Bereich Surgical Workplaces von Maquet (alle Standorte). Am Standort Rastatt sind zwar die Montagebereiche von den vorfertigenden Teilen der Produktion von MediKomp organisatorisch getrennt – auf shop floor-Ebene sind die Übergänge jedoch fließend.

Als eigenständige Gesellschaft hat MediKomp selbst für einen wirtschaftlich tragfähigen Betrieb zu sorgen und ist im Rahmen strategischer Scouring-Entscheidungen durch Maquet keinesfalls als Lieferant „gesetzt“, sondern muss sich einem Wettbewerb und einer entsprechenden Lieferantenbewertung durch Maquet stellen. Jedoch hat MediKomp (jetzt) eine im Vergleich zu anderen Lieferanten herausragende Technologische Kompetenz (aus Sicht von Maquet).

Im Vergleich zu anderen Industriezweigen stellt sich die Geschäftslage in der Medizintechnik grundsätzlich positiv dar. Daher kommt es in beiden Betrieben nicht zu Kurzarbeit. MediKomp verzeichnet jedoch im Geschäft mit Kunden aus anderen Branchen signifikante Rückgänge, die sich aber aufgrund der noch niedrigen Umsatz-Bedeutung nicht auf die Situation der regelmäßig Beschäftigen auswirken.

Technologieportfolio und -position in der Fertigung

MediKomp versteht sich klar als Verfahrensspezialist im Bereich der Blechbearbeitung mit Anschlusskompetenzen in der spanenden Fertigung sowie Oberflächentechnik. Deshalb wird grundsätzlich auf eine hohe Fertigungstiefe sowie hochautomatisierte und flexible Verkettung der Prozesse Wert gelegt. Kernkompetenz im Bereich Blechbearbeitung ist das Laser-Schweißen – ergänzt um (roboter-)automatisierte Schweiß- und Kantanlagen. Hier sieht sich MediKomp sowohl als Technologie-, Qualitäts- sowie

Flexiblitätsführer und sieht sich daher auch für einen zunehmenden Kostenwettbewerb gut gerüstet.

Maquet verzichtet weitestgehend auf die Halbzeug-Fertigung und bildet auch keine umformtechnischen Fertigungsprozesse ab. Da sie sich aber ebenfalls als Technologie- und Qualitätsführer in ihrem Produktbereich verstehen, legt Maquet einen hohen Wert auf eine systematische Lieferantenentwicklung – verantwortet durch einen Strategischen Einkauf. Durch die intensive Zusammenarbeit von Produktenwicklung und dem strategischen Einkauf im Rahmen neuer Scouring-Entscheidungen wird sichergestellt, dass Maquet auch im Bereich der Vorfertigung eine hohe „Anschlußkompetenz" behält. Zwar werden in der Regel die Fertigungsverfahren durch die Lieferanten entwickelt/angepasst – unter Berücksichtigung der Produktvorgaben – in seltenen Fällen kann jedoch auch ein Fertigungsverfahren von Maquet gefordert werden.

Bedeutung der Umformtechnik und Potenziale

Edelstahl-Blech Teile sind integraler Bestandteil der Produkte von Maquet. Soweit es umformtechnische Fertigungsverfahren betrifft haben insbesondere Kant- und Biegeprozesse eine herausragende Bedeutung. Geht es um die Darstellung komplexer, dreidimensionaler Bauteil-Geometrien, so haben die entsprechenden Druck-/Zugumformenden Verfahren keine Bedeutung. Der wesentliche Grund hierfür ist die fehlende Wirtschaftlichkeit entsprechender Anlagen vor dem Hintergrund der hohen Variantenvielfalt bei gleichzeitig kleinen Stückzahlen (Ø-Losgröße ~40) und mangelnder Flexibilität der entsprechenden Umform-Anlagen/Maschinen. In diesen Fällen erweist sich die Kombination von hoch automatisierten und modernen Laserschneid- und Schweißanlagen häufig als das flexiblere und wirtschaftlichere Verfahren.

Insgesamt ist es jedoch schwierig, die Zukunftspotenziale umformtechnischer Verfahren zu bewerten. Speziell für Maquet und MediKomp wird aufgrund ihres Produktspektrums kein Potenzial für umformende Verfahren, die über Biegen und Kanten hinausgehen, gesehen. Ein früher mal existierende Tiefzieh-Presse wird heute nicht mehr genutzt.

Entsprechend den Aussagen aus der IWU Expertise (vgl. Abschnitt 2.2) liegt der Schlüssel zu einer höheren Verbreitung insbesondere in ihrem Potenzial zur Verfahrenskombination und Verkettung unterschiedlicher Fertigungsverfahren. Ein Beispiel hierfür ist die gerade erfolgte Investition in eine automatisierte Kant- und Schneidanlage. Sie wurde speziell zur Herstellung großflächiger Blechteile in großen Stückzahlen angeschafft. Dennoch zeigt sich, dass auch andere Teile (bei kleineren Stückzahlen) aufgrund der großen Flexibilität der Anlage wirtschaftlich gefertigt werden können.

Betont wurde insgesamt, dass es nicht so bedeutend ist, ein spezielles umformtechnisches Verfahren zu beherrschen, sondern vielmehr verfahrensübergreifende, fertigungstechnologische Kompetenz zu besitzen, um unter den jeweiligen Rahmenbedingungen (gegeben durch den Kunden und Standort) das jeweils wirtschaftlichste Verfahren bei hohen Qualitäten zu beherrschen.

Zur Technologiestrategie, -planung und Personalentwicklung

Die Lage im Bereich der Technologiestrategie, -planung und Personalentwicklung ist in beiden Unternehmen als durchweg positiv zu beurteilen.

Soweit es die Verfahrens- und Anlagenentwicklung betrifft, so ist der Prozess branchenüblich strukturiert. Treiber ist grundsätzlich die Produktentwicklung – die nachfolgenden Bereiche der Prozessentwicklung, Musterbau etc. haben zunächst keinen Einfluss. Speziell bei Maquet wird jedoch auf eine frühzeitige Integration der strategischen Lieferanten in den Produktentwicklungsprozess – möglichst noch vor der Musterphase – geachtet und entsprechendes Feedback explizit berücksichtigt.

Auf Seite von MediKomp wird diese Integration heute durch eine zentrale Engineering-Abteilung gewährleistet. Sie ist Teil einer langfristigen (5-Jahres)-Technologie Strategie und im Zuge dieser aus der „Arbeitsvorbereitung“ hervorgegangen und erweiterte damit ihre Aufgaben aus dem operativen Betrieb (Stichwort „KVP“).

Hervorzuheben ist die langfristig orientierte Technologie-Planung von MediKomp. Ausgehend von einer problematischen Geschäfts- wie auch Technologieposition wurden im Rahmen eines 5-Jahresplans in den letzten Jahren rund 9 Mio EUR in die Modernisierung der Produktionsanlagen gesteckt – vornehmlich in Laser- und Automatisierungstechnologie. Da als klares Ziel die Technologieführerschaft formuliert ist, zielte die Modernisierung nicht alleine auf Rationalisierung, sondern explizit auch auf eine Erweiterung der Fertigungstechnologischen Kompetenz. Auch im Bereich der Blechbearbeitung wurde in eine vollautomatisierte Schneide-/Biege-/Stanzanlage investiert, welche jedoch insbesondere als Erweiterungsinvestition für einen spezifischen Produktbereich diente (und weniger dem gezielten Aufbau neuer umformtechnischer Kompetenzen). Der Strategieplan wird jährlich (rollierend) überprüft und angepasst. Da sich MediKomp langfristig zu einem Contract-Manufacturer entwickeln will, wird die (schon hohe) Fertigungstiefe weiter erhöht.

Die Personalentwicklung ist in beiden Unternehmen seit etwa 2 Jahren institutionalisiert. Der Prozess wird operativ durch HR begleitet und koordiniert; die Prozesse – z. B. zur Bestimmung von Qualifikationsbedarfen – werden systematisch durch entsprechende Instrumente unterstützt. Die Entscheidungen liegen bei den jeweiligen Fachbereichen bzw. verantwortlichen Leitern.

Hinsichtlich der systematischen Qualifizierung der Mitarbeiter wird festgestellt, dass diese einen hohen Stellenwert für beide Unternehmen besitzt, ihre „Synchronisation“ mit der Technologie-Planung jedoch als verbesserungswürdig eingestuft wird: D.h. die Qualifizierung der Mitarbeiter wird erst spät im Prozess (kurz vor der Realisierung) gestartet. Dies ist den Unternehmen aber als „echtes“ Problem bekannt.

Beide Unternehmen bestätigen, dass die aktuelle wirtschaftliche Krise keine relevanten Auswirkungen auf ihre Planungen und Aktivitäten hat.

Zur Diskussion der Fraunhofer IWU Expertise

Folgende Themen wurden ergänzt bzw. als besonders interessant eingeschätzt

- Bauteil: Geringere Blechdicken (→Laser-Schweißen!)
- Werkstoff: Insbesondere die Themen Leichtbau sowie Material-Mixe aus Eisen und beschichteten Metallen
- Methodenplanung: Simulationen auf Verfahrens-/Maschinenebene
- Anlagen: Verfahrensintegration/Verkettung in einer Anlage/Werkzeug, Energieeffizienz

3.2.2 Übersicht

Maquet/ MediKomp		Bemerkungen		
		Status quo	Entwicklungsrichtung	Besonderheiten/ Probleme
Untersuchungsgegenstand	Organisation Prozessinnovationen	– Getriggert durch Kunden – „Prozess Engineering“	– N.a	– Gute unternehmensübergreifende Zusammenarbeit
	Portfolio Fertigungs-technologien	– Verfahrensspezialist Blech-bearbeitung; Kernkompetenz: Laser Schweißen/Schneiden – Strategische Langfristplanung	– Erhöhung der Fertigungstiefe (→Montage) – Automatisierung/Verkettung/ Flexibilisierung	– Strategisches Technologie-Management installiert (5-Jahres Plan); Groß-Investitionen abgeschlossen
	Potenziale Umformtechnik	– Kant und Biegeprozesse – Vollautomatisierte Kant/Biege/Stanz-Anlagen	– Ersatzinvestitionen – Projekt-/Auftragsbezogene Weiter-entwicklung	– Produktvorgaben/-mengen Hindernis für U-Technik; teilweise Substitution durch Laser-Schneiden/Schweißen
	Passfähigkeit mit Personalentwicklung	– Institutionalisiert (neu)	– Stabilisierung der PE Prozesse	– PE integraler Bestandteil der Strategie – Synchronisation verbesserungsfähig
	Sonstiges	– Medikomp/Maquet wurden gemeinsam betrachtet , da Maquet „nur“ noch Montage anteile hat – Blechteile integraler Bestandteil des Produktportfolios – Guter Überblick über relevante Entwicklungen in der Umformtechnik – Keine signifikanten Auswirkungen der Finanzkrise		

Abb. 21: Übersicht zur Fallstudie Maquet Maquet GmbH & Co. KG/Medikomp GmbH

3.3 KWH Automobiltechnik

3.3.1 Details

Die Unternehmen

Die KWH Automobiltechnik GmbH (KWH) erwirtschaftete im Jahr 2007 EUR 68 Mio Umsatz mit 470 Mitarbeitern – verteilt auf die Standorte Gaggenau (EUR 58 Mio; 375 VZÄ) und Sömmerda (EUR 10 Mio; 1095 VZÄ[4]). KWH hat vier Geschäftsfelder:

[4] VZÄ - Vollzeit Äquivalente Arbeitskraft

- Entwicklung, Prototypenbau,
- Werkzeugbau,
- PKW-Komponenten,
- LKW-Komponenten (Verhältnis PKW/LKW ~40/60 %).

KWH beliefert zu 80 % als Tier 1 Lieferant und zu 20 % als Tier <1 Lieferant Kunden aus der Automobilindustrie.

KWH ging als Gesellschaft in mehreren Schritten aus der insolventen Roth-Technik hervor. Dabei wurde die Belegschaft erheblich reduziert (von ehemals ~ 1.200 VZÄ). Während früher der Produkt-/Leistungs-Schwerpunkt im Bereich automobiler Abgaslagen lag, so liegt der Produkt-Schwerpunkt heute in der hochpräzisen Blechfertigung von Strukturteilen für PKW-Chassis sowie Dickblechformteilen für Nutzfahrzeuge – ergänzt um Leistungen rund um die Entwicklung, den Prototypen- sowie Werkzeugbau. Vom ehemaligen Geschäft sind Ersatzteilumfänge übrig.

Entsprechend dem Fokus auf den Automobilsektor ist KWH voll von der aktuellen Wirtschaftskrise erfasst. Die Auftragseingänge sind in der Größenordnung von 50 % zurückgegangen – entsprechende Maßnahmen im Personalbereich fanden statt (Kurzarbeit in allen Bereichen; lohnsensitive Maßnahmen). Dabei sind die LKW-Teilefertigenden Bereiche wesentlich stärker betroffen.

Technologieportfolio und -position in der Fertigung

KWH versteht sich klar als Verfahrensspezialist im Bereich der Pressteilfertigung mit Anschlusskompetenzen in der Verbindungs- und Oberflächentechnik (Laser-Schweißen; KTL). Zusätzlich werden die Bereiche Produkt & Prozessentwicklung (insbesondere Umform- & Prozesssimulationen) als spezielle Kernkompetenzbereiche gesehen.

Durch die speziellen Kompetenzen im Bereich der Produkt- und Prozessentwicklung ist KWH in der Lage – ausgehend von einer gegebenen Produktspezifikation – wesentliche Schritte in der Verfahrensentwicklung den Kunden „aus einer Hand“ und selbstständig zu liefern (vgl. Abb. 22). Dieser Prozess ist durch Rückkopplungen geprägt.

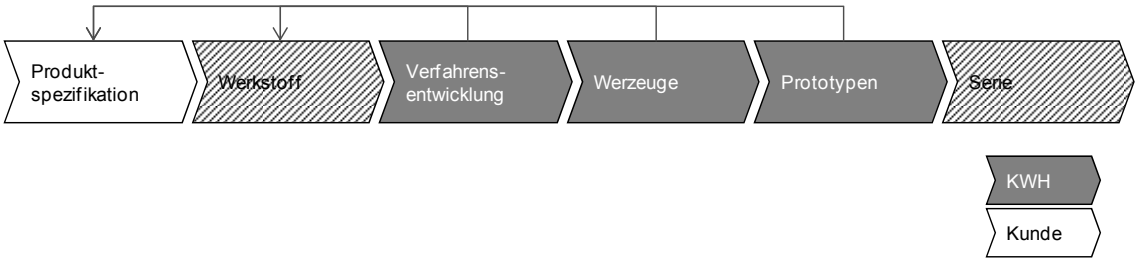


Abb. 22: Skizze des Verfahrensentwicklungsprozesses bei KWH

Bedeutung der Umformtechnik und Potenziale

Dem Fokus auf die Pressteilfertigung folgend hat insbesondere die Pressentechnik eine hohe Bedeutung für KWH. Im Portfolio von KWH befinden sich daher sowohl hydrau-

lische wie auch mechanische Pressen – letztere auch in Form Transfer-automatisierter und integrierter Anlagen – sowie vor- und nachgelagerte Abkant-, Stanz- und Schneidanlagen. Als Werkstoffe kommen dabei sowohl beschichtete wie unbeschichtete Stähle, Edelstähle und Aluminium zum Einsatz.

In diesem Zusammenhang betont KWH die langjährige Kompetenz in der Bauteil- und Prozesssimulation (im Werkzeug und der Produktionsanlage); diese wird als vergleichsweise hoch eingeschätzt und als ausgewiesener Wettbewerbsvorteil gesehen. Im Prototypenbau wird das Frei-Form-Biegen als besondere Stärke betrachtet.

Die fertigungstechnischen Bereiche waren in den vergangenen Jahren Gegenstand umfangreicher Investitionsaktivitäten, die sowohl Kapazitätserweiterungs-, Modernisierungs- und Rationalisierungsziele hatten – wobei Letztere nun im Fokus der Aktivitäten stehen (als Folge der Krisensituation). Hervorzuheben sind dabei:

- 2002: Erweiterungsinvestition in Transferpresse (1.800t); ca. EUR 5,3 Mio
- 2008: Ersatz-/Rationalisierungsinvestitionen mit Schwerpunkt in den Bereichen Prototypenfertigung, Serienfertigung (Abkantpresse, Laser- Schneidanlage, KTL-Lackieranlage, Roboterschweißanlagen)

Auf Seiten der Pressentechnik wird in Zukunft klar auf mechanische Pressen gesetzt, die vor allem in Verbindung mit intelligenten Werkzeugen erhebliche Vorteile gegenüber hydraulischen Pressen bieten (Geschwindigkeit, Genauigkeit, Energieeffizienz)

Nach Aussage der Geschäftsführung wird die langfristige Investitionsplanung im Bereich der Fertigung nicht durch die aktuelle Krise beeinflusst – es werden lediglich einige der Projekte aufgrund von Finanzierungsmaßnahmen verschoben (z. B. technisch notwendige Ersatzinvestition in 1000t Hydraulik Presse).

Nach Aussage des Betriebsrats wird der Pressenpark als eher „veraltet“ und störanfällig betrachtet - mit Ausnahme der Transferpresse. So ergaben Zeitaufnahmen aus dem Jahr 2002 Ausfallzeiten von ca. 20 %. Diese waren allerdings nur zum Teil technisch bedingt, sondern haben auch organisatorische Gründe (Zuständigkeiten, Reaktionsgeschwindigkeit)

Zur Technologiestrategie, -planung und Personalentwicklung

Seit 2008 ist der Prozessinnovationsprozess wieder in Form einer „Prozess-Engineering-„ Abteilung institutionalisiert. Ihre Aufgaben umfassen nicht nur die Arbeitsvorbereitung und KVP, sondern sie soll in Zukunft auch wieder eine systematische Weiterentwicklung der Fertigungsprozesse – sowohl projektbezogen als auch eigenständig – verantworten. Sie soll kunden- und zukunftsorientiert arbeiten. In diesem Sinne geht ihr Spektrum über das klassische „KVP“ hinaus. KWH meldet regelmäßig Patente im Bereich der Prozessinnovationen an.

Allerdings ist anzumerken, dass diese Struktur für KWH nichts „Neues“ ist, sondern an den Erfolgspotenzialen der vergangenen Roth-Technik anknüpft. Auch dort existierte eine institutionalisierte Prozess-Engineering-Abteilung, welche jedoch in den nachfol-

genden, schwierigen Geschäftsjahren abgebaut wurde. Ihre Aufgaben wurden durch einzelne Personen aus anderen Abteilungen (z. B. Qualität, Arbeitsvorbereitung) wahrgenommen – aber nicht im Sinne einer dedizierten und institutionalisierten Einheit.

Nach Aussage des Betriebsrats werden folgende Bereiche als verbesserungswürdig bezeichnet: (1) die Synchronisation der Personalentwicklungsmaßnahmen mit den Technologieentwicklungs-/Investitionsmaßnahmen sowie (2) die Integration des betrieblichen Vorschlagswesen:

Zu (1) „Personalentwicklung“: Im Rahmen der Zertifizierung von 2004 ist die Personalentwicklung institutionalisiert worden und wird operativ durch eine zentrale Personalabteilung koordiniert. Die Entscheidungen liegen bei den Fachabteilungen bzw. den Vorgesetzten (z. B. Feststellung der notwendigen Qualifizierungsbedarfe; Genehmigung notwendiger Qualifizierungsmaßnahmen). Es ist nicht festzustellen, dass kein Wert auf die Qualifizierung der Mitarbeiter gelegt wird; allerdings treten Probleme bei der Synchronisation der Qualifizierungsbedarfe mit den investiven Maßnahmen im Bereich der Fertigung auf. Es scheint, als dass diese in der Regel eher nachgelagert denn proaktiv gestartet werden – mit der Folge, dass manche erwartete Erfolgspotenziale erst verspätet realisiert werden können (da das Personal zum Zeitpunkt der Einführung nicht über alle dazu notwendigen Kompetenzen und Fähigkeiten verfügt).

Zu (2) „Integration des betrieblichen Vorschlagswesen“: Das betriebliche Vorschlagswesen ist ein Kernelement erfolgreicher KVP. Ohne die genauen Gründe dafür beurteilen zu können, scheinen die zugrundeliegenden Prozesse nicht optimal abzulaufen. Hier wird vom Betriebsrat noch grundsätzliches Verbesserungspotenzial gesehen

Hervorzuheben ist, dass KWH besonderen Wert auf das Technologie-Scouting setzt. Als Mittel hierfür wird nicht nur die regelmäßige Teilnahme an einschlägigen Industriemessen gesehen, sondern insbesondere auch der Besuch entsprechende Seminare und Veranstaltungen relevanter Institutionen (Industrieverband Blechumformung IBU; universitäre Institute). Die Finanzkrise würde solche Aktivitäten nicht berühren.

Zur Diskussion der Fraunhofer IWU Expertise

Folgende Themen sind auf Basis der Diskussion hervorzuheben (Ergänzungen, Kritik):

- Werkstoff: Umformen von Folienbeschichteten Materialien
- Methodenplanung: Simulationen auf Verfahrens-/Maschinenebene
- Anlagenkonzept: Die Potenziale universeller Einarbeitungsmaschinen wurden kritisch beurteilt: Zum einen sei das Variantenspektrum zu breit als vollständig durch eine Anlage abgedeckt zu werden, zum anderen wird die Existenz wirtschaftlich sinnvoller Lösungen für ein solches Konzept skeptisch gesehen.
- Anlagen: Verfahrensintegration/Verkettung in einer Anlage/Werkzeug, Energieeffizienz.
- Zudem wurde angemerkt, dass der „Mensch“ als wichtiger Enabler „irgendwie“ fehlen würde.

Forderungen an die Politik

Im Bereich energieeffizienzfördernder Maßnahmen wünscht man sich mehr Unterstützung für KMU. Die allgemeine Innovationsförderung wird im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten als ausreichend bezeichnet.

Im Bereich der Qualifizierung herrscht der Eindruck vor, dass auch im Rahmen bildungspolitischer Maßnahmen im Bereich der Umformtechnik zu wenig „vorausschauend“ agiert würde.

3.3.2 Übersicht

KWH		Bemerkungen		
		Status quo	Entwicklungsrichtung	Besonderheiten/ Probleme
Untersuchungsgegenstand	Organisation Prozessinnovationen	– Getriggert durch Kunden – „Prozess Engineering PEng“ (2009) – Starker KVP Fokus	– Stabilisierung der PEng-Gruppe und Prozesse – Stärkung der Kunden- und Zukunftsorientierung	– Schnittstellen-Probleme (→ Vorschlagswesen) – PEng gab es schon einmal – Große Bedeutung Technologie-Scouting
	Portfolio Fertigungs-technologien	– Verfahrensspezialist Pressteil-fertigung, Verbindungs- und Oberflächentechnik, Werkzeugbau	– Ersatzinvestitionen: Modernisierung u. Rationalisierung	– Produkt-/Prozessentwicklung; hier regelmäßige Patentaktivitäten – In der Vergangenheit Gegenstand umfangreicher Invest-Aktivitäten
	Potenziale Umformtechnik	– Kernkompetenz Pressentechnik – Prototypen auch Freiform-Biegen	– Fokus Mechanische Pressen – Ersatzinvestitionen	– Kernkompetenz Wkzg. Simulation – Prozesse in Fertigung nicht optimal; Qualifizierungsbedarfe
	Passfähigkeit mit Personalentwicklung	– Institutionalisiert	– Stabilisierung der PE-Prozesse.	– Synchronisation verbesserungsfähig – Vorschl. stark verbesserungsfähig
	Sonstiges	– Erhebliche Auswirkungen der Wirtschaftskrise in operativen Bereichen – (Noch) keine signifikanten Auswirkungen der Finanzkrise im investiven Bereich (nur Verzögerung) – Sehr guter Überblick über relevante Entwicklungen in der Umformtechnik		

Abb. 23: Übersicht zur Fallstudie KWH Automobiltechnik GmbH

3.4 KönigMetall

3.4.1 Details

Das Unternehmen

Die KÖNIG METALL GmbH & Co.KG (KM) ist ein Metallblech- und Rohr-Verarbeiter für die Metall- und Elektroindustrie, insbesondere für den Fahrzeug- und Maschinenbau. Als heute noch immer inhabergeführtes Unternehmen wurde es 1901 gegründet. Am Stammsitz Gaggenau beschäftigt KM zurzeit ca. 400 Mitarbeiter – daneben gibt es noch drei kleinere Standorte in Italien, Polen sowie Kanada mit jeweils ca. 30 Beschäftigten. In 2008 wurde ein Umsatz von EUR 100 Mio erwirtschaftet.

Als Zulieferer hat die Kundenorientierung zwar eine zentrale Stellung für KM, sie formuliert aber auch die Themen „rationelle Fertigung“, „Qualität der Produkte“, „Men-

schengerechte Arbeitsplätze“, „Umweltgerechte Produktion“ sowie „Transparenz gegenüber Nachbarn und Öffentlichkeit“ als Teil ihrer Unternehmensphilosophie.

Produktbeispiele aus dem Bereich Blechbearbeitung sind:

- Zum großen Teil innenliegende Blechteile für LKWs wie Halter, Konsolen, Abdeckbleche, usw. Auch für den PKW-Bereich werden Außenhautteile, Tankklappen und ähnliches gefertigt.
- Abdeckungen und Komponenten für den Maschinenbau bilden ebenfalls einen Schwerpunkt.

Produktbeispiele aus dem Bereich Rohrfertigung:

- Sowohl die Fertigung von Teilen für die Schalldämpferindustrie als auch Teile für die Airbagindustrie bilden in diesem Bereich den Schwerpunkt.

Neben der Fertigung zählen aber auch die ihr vorgelagerten Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben zu den Kernkompetenzen von KM (vgl. Abb. 24). Dabei kommt den beratenden Leistungen eine besondere Bedeutung bei der Akquise von Neugeschäft zu („Wir leben von der Technologieberatung“).

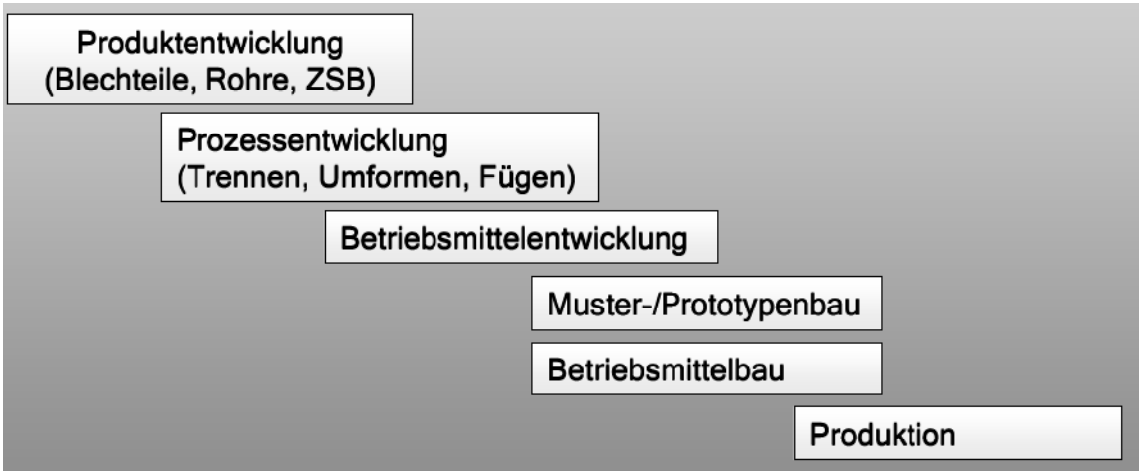


Abb. 24: Leistungsspektrum von König Metall

KM ist von der gegenwärtigen Krise im Automotivbereich mit Auftragsrückgängen von > 40% „voll“ getroffen. Die operativen Bereiche arbeiten momentan größtenteils in Zwei- Schicht-Modellen (von >3-Schicht kommend). Eine Entspannung der Situation ist gegenwärtig schwerlich zu erkennen – in der Rohrfertigung zeichnet sich eine leichte Besserung ab. Besonders kritisch ist die Situation in den für die Nutzfahrzeugindustrie fertigenden Bereichen (→Blechfertigung). Zu den operativen Auslastungsproblemen der eigenen Fertigung schlagen zunehmend die Schwierigkeiten der Lieferanten und Kunden durch. Bei Ersteren wird momentan eine schlechtere Servicequote registriert („Schwierigkeiten bei der Materialversorgung durch abverkaufte Läger“); bei Letzteren führt das zunehmende Insourcing zu Problemen.

Dementsprechend werden derzeit alle arbeitsrechtlichen und tarifvertraglichen Möglichkeiten ausgeschöpft: Neben der Kurzarbeit (~ 30 %) werden auch Arbeitszeitkürzungen nach dem Tarifvertrag zur Beschäftigungssicherung angewendet. Die Belegschaft wurde im Rahmen der natürlichen Fluktuation sowie dem vollständigen Abbau von Zeitarbeitnehmern (~ 70) auf derzeit ~ 400 Beschäftigte reduziert (von ~ 540 im Jahr 2008 kommend). Betriebsbedingte Kündigungen wurden aber bisher nicht ausgesprochen. Diese Maßnahmen betreffen im Wesentlichen die direkten und indirekten Bereiche – solche die für die Kundenauftragsakquise zuständig sind (Arbeitsvorbereitung, Entwicklung, Vertrieb) sind nicht betroffen.

Insgesamt wird konstatiert, dass „Alles und Jeder“ momentan auf dem „Prüfstand“ steht. Das operative Krisenmanagement bestimmt derzeit das Handeln und überlagert insbesondere strategische Themen (siehe unten).

Technologieportfolio und -position in der Fertigung

KM versteht sich klar als Verfahrensspezialist im Bereich der Blech- und Rohrbearbeitung (jeweils etwa 50 %) mit Anschlusskompetenzen in der spanenden Fertigung sowie Oberflächentechnik.

Der Fertigung stehen hydraulische Pressen von 250 bis 6.300 kN, Exzenterpressen von 100 bis 6.300 kN, Stanz-Nibbel-Maschinen, NC-Rohr-Perforiermaschinen, Laser-Rohrbearbeitungszellen, Blechscheren, Blechrundmaschinen, Abkantpressen, Punkt-, Press-, Impuls- und Rollnahtschweißmaschinen, Elektro-, Autogen- und Schutzgasschweißanlagen, ein Schweißroboter, ein Laserbearbeitungszentrum zum Schneiden und Schweißen sowie eine ganzheitliche Oberflächenbehandlung (KTL-Beschichtung, Decklackierung) zur Verfügung. Die Produkte sind Einzelteile, Zusammenbauten, Komponenten, Module und Systeme.

Als Werkstoffe werden Bleche, Spaltbänder, Bandstähle, Flachstähle und Rohre aus Stahl, Edelstahl, Aluminium und beschichten Werkstoffen verwendet.

Bedeutung der Umformtechnik und Potenziale

Aufgrund der Produktausrichtung bilden umformtechnische Verfahren den Kern der Prozesse. Sie sind daher immer wieder Gegenstand umfangreicher Ersatz-, Modernisierungs- und Erweiterungsinvestitionen. Jüngste Investition in diesem Bereich bildeten zwei Exzenterpressen für Folgeverbundwerkzeuge bzw. Transferwerkzeuge (Invest ca. EUR 3 Mio.) – Letztere werden auch als „Zukunfts-Trend“ in diesen Bereichen bezeichnet. Hinsichtlich nur der „Umformtechnik“ wurde betont, dass es nicht bedeutend ist, ein spezielles umformtechnisches Verfahren zu beherrschen, sondern vielmehr verfahrensübergreifende, fertigungstechnologische Kompetenz zu besitzen, um unter den jeweiligen Rahmenbedingungen (gegeben durch den Kunden und Standort) das jeweils wirtschaftlichste Verfahren bei hohen Qualitäten zu beherrschen und dem Kunden anbieten zu können. Dies begründet auch die hohe Bedeutung der Bereiche Werkzeug- und Betriebsmittelbau für KM, da ohne eigene Kompetenzen in diesen Bereichen nicht das volle verfahrenstechnische Potenzial der Umformtechnik gehoben werden kann.

In diesem Zusammenhang gilt als eines der größten Probleme der Umformtechnik die Gewährleistung einer wirtschaftlichen Fertigung. Dies wird für die inländischen Standorte zunehmend schwierig: Insbesondere weil nicht mit einer Abnahme der Variantenvielfalt auf Abnehmerseite zu rechnen ist – bei gleichzeitiger Verkürzung der Produkt- bzw. Entwicklungszyklen sowie Seriengröße. Daher haben die Themen Wandlungsfähigkeit, Automatisierung, Prozess-Verkettung, Steuer- und Regeltechnik sowie Werkzeug-Optimierung eine hohe Bedeutung. Es wird beobachtet, dass vereinzelnd das (europäische) Ausland zunehmend in der Lage ist, umformtechnische Prozesse bei gleicher Qualität abzubilden – bei niedrigeren Lohnkosten. Als Beispiel wurde die Türkei genannt. Hinzu kommt eine in der Branche vorhandene Überkapazität in der Größenordnung von ~20-30 %, was die angesprochene Problematik verschärft.

Dementsprechend sind die Innovationsziele wie folgt: Ausbau des Technologievorsprungs sowie Steigerung von Flexibilität der umformtechnischen „Prozessketten“ – und damit wettbewerbsfähig zu bleiben:

- (1) Technologieeinsatz an Maschinen/Anlagen (z. B. durch Automatisierung, Steuerung-/Regelungstechnik) und/oder Werkzeugen (z. B. Folgeverbundwerkzeug, Transfer Werkzeug, intelligente Werkzeugkonstruktion).
- (2) durch Planung und Organisation (z. B. Optimierung der Rüstzeiten durch andere Prozessreihenfolgen).

Hinzu kommen Risiken die von den Veränderungen auf der Produkt- bzw. Werkstoffseite getrieben werden und KM bzw. alle Zulieferer der Branche hinsichtlich ihrer Technologie-Planung von Wahrscheinlichkeiten ausgehen müssen:

- Elektromobilität: Dieses Thema bedroht insbesondere die Blechrohr-Fertigung als Ganzes (unabhängig vom Fertigungsverfahren), denn Elektroautos werden keine „Schalldämpfer/Auspuffanlagen“ mehr benötigen. Wann dieses Thema jedoch volle Relevanz hinsichtlich Marktreife entfaltet, ist extrem schwer zu beurteilen – eine entsprechende Vorbereitung wird entsprechend schwierig.
- Leichtbau und neue Werkstoffe: Es herrscht Unsicherheit darüber, inwiefern sich einige Leichtbaukonstruktionen noch „wirtschaftlich“ durch umformtechnische Verfahren abbilden lassen. Völlig unklar ist die Entwicklung bei neuen Werkstoffen, die ggf. völlig neue Produktionsprozesse erfordern.

Insgesamt ist es also schwierig, die Zukunftspotenziale umformtechnischer Verfahren zu bewerten – die „Umformtechnik“ sei aber noch nicht am Ende. Entsprechend den Aussagen aus der IWU Studie liegt daher der Schlüssel zu einer höheren Verbreitung insbesondere in ihrem Potenzial zur Verfahrenskombination und Verkettung unterschiedlicher Fertigungsverfahren.

Zur Technologiestrategie, -planung und Personalentwicklung

Die Unternehmenskultur von KM ist durch langfristiges, strategisches Denken geprägt und wird von allen wesentlichen Entscheidungsträgern und den Mitarbeitern ebenso

getragen wie „gelebt“ (übereinstimmende Aussagen von Geschäftsführung und Betriebsrat). In ihrem Zentrum steht zwar eine hohe Kundenorientierung – aber auch eine Orientierung an „Umwelt-Trends“ sowie dem Wettbewerb sind dabei von Bedeutung. Sie ist das Ergebnis eines fundamentalen, kulturellen Wandels und gilt heute als stabil.

Dementsprechend ist der Innovationsprozess geprägt. Prozessinnovationen sind größtenteils ein Ergebnis der Neugeschäft-Akquise, können aber auch durch KVP, das Verbesserungsvorschlagswesen sowie „strategische“ Technologieentwicklungsprojekte ohne konkreten Projektbezug angestoßen werden („Visionen“).

Verantwortet werden sämtliche Entwicklungsprojekte durch ein institutionalisiertes „Experten-Team“ (etwa 3 ständige Mitglieder; Verantwortlicher hat Prokura). Ihr Aufgabengebiet umfasst die langfristige Technologieplanung sowie die Koordination der operativen Innovationsaktivitäten (KVP, Verbesserungsvorschläge). Es finden regelmäßig (monatlich) „erweiterte“ Experten-Sitzungen statt, in die Entscheidungsträger sämtlicher Bereiche involviert sind (auch HR). Ziel ist in erster Linie das Zusammentragen und die Diskussion aktueller Themen (→Sicherstellung der „bottom up“-Kommunikation) sowie die Koordination daraus resultierende Aktivitäten (z. B. durch Festlegung von Verantwortlichen bzw. Projektteams → „top-down“ Koordination). Neben der Zukunftsorientierung hat auch die Nachhaltigkeit der Aktivitäten einen hohen Stellenwert. Darüber hinaus koordiniert das „Experten-Team“ die Zusammenarbeit mit externen (Entwicklungs-)Partnern.

Das Technologie-Scouting wird operativ durch die jeweiligen Fachabteilungen übernommen und ebenfalls durch das „Experten-Team“ koordiniert. Als Quellen externer Anstöße werden Messen und andere Fachveranstaltungen gesehen.

Die Synchronisation der Personalentwicklungsaktivitäten mit der Technologieentwicklung wird als gut bezeichnet. Insbesondere die Einbindung von HR in die „Experten-Sitzungen“ gewährleistet in der Regel eine frühzeitige Berücksichtigung etwaiger Qualifizierungsbedarfe. Grundsätzlich wird die Qualifizierung des Personals als „defizitgetrieben“ bezeichnet, wobei sich „Defizit“ sowohl auf akut festgestellte Qualifizierungslücken als auch auf „strategische“, d.h. sich für die Zukunft abzeichnende Lücken bezieht. Neben der Qualifizierung des bestehenden Personals wird die Bedeutung der externen Know-how-Akquise durch gezielte Auswahl neuer Mitarbeiter betont.

Aufgrund der Wirtschaftskrise stellt sich zunehmend die Frage nach der Finanzierung der Investitionen in Innovationsaktivitäten bzw. der dafür notwendigen Betriebsmittel und Technologien. Aktuell werden „notwendige“ Investitionen weiterhin getätigt; die „Notwendigkeit“ ergibt sich dabei entweder aus konkreten Wirtschaftlichkeitsüberlegungen oder aus „strategischen“ Gründen (d.h. Kunde fordert eine bestimmte Technologie bzw. sie ist für weitere Kundenaufträge „erforderlich“). Strategische Investitionen in neue Technologien <u>ohne</u> konkreten Kundenbezug („Visionen“; siehe oben) werden in der momentanen Lage nicht <u>mehr</u> getätigt. Hinsichtlich der Personalentwicklungsmaßnahmen sind diese <u>momentan</u> auf das „Notwendigste“ zurückgefahren – allerdings wird

die „Nutzung“ von Kurzarbeitszeiten für Qualifizierungsmaßnahmen angestrebt und daher gerade vorbereitet.

Zusammenfassend ist die Lage im Bereich der Technologiestrategie, -planung und Personalentwicklung bei KM hinsichtlich ihrer Ausrichtung und Prozessabläufe durchweg als positiv zu beurteilen. Der Innovationsprozess wird als gut bezeichnet. Auf Grund des kulturellen Wandels sind Änderungen an diesem heute weitgehend „optimierender“ Natur.

Die größte Gefahr geht von den durch die Wirtschaftskrise ausgelösten Schwierigkeiten aus: Nicht nur aufgrund der finanziellen Risiken, sondern insbesondere auch, weil die – für KM typische strategische und langfristige Ausrichtung der Technologie-Planung – durch das operative Krisenmanagement in den Hintergrund gedrängt wird.

Gleichzeitig wird die Krise jedoch auch als Chance gewertet, da „große Kunden“ KM zunehmend als alternativen Fertiger von Teilen anfragen, die sonst von Wettbewerbern gefertigt werden. Das erklärt auch die „hohe“ Auslastung der in die Kundenakquise bzw. Projektierung involvierten Unternehmensteile (Arbeitsvorbereitung, Werkzeugbau, Entwicklung/Konstruktion).

Zur Diskussion der Fraunhofer IWU Expertise

Die Einschätzungen der Experten des Fraunhofer IWU wurden von den Unternehmen geteilt; die meisten der aufgeführten „Trends“ waren den Teilnehmern ein „Begriff“, was als positiv zu bewerten ist und zeigt, dass KM einen guten Überblick über relevante Umfeldentwicklung im Bereich Umformen besitzt.

Die Erweiterung der Analyse über das eigentliche Verfahren (Umformen) auf vorgelagerte Bereiche wurde als sinnvoll und insgesamt als sehr wichtig erachtet. Auch in der Praxis wird damit der Eindruck geteilt, dass sich die für die Umformtechnik relevanten Entwicklungen hier abspielen werden.

Folgende Themen wurden ergänzt bzw. als besonders interessant eingeschätzt

- Geringere Blechdicken
- Von neuen (Verbund-)Werkstoffen könnte eine substantielle Gefahr für die Umformtechnik ausgehen, z. B. andere Materialqualitäten

Forderungen an die Politik

Hinsichtlich der Qualifizierungsbedarfe werden in der Region keine unmittelbaren Defizite offensichtlich. Man ist in der Lage, hochqualifizierten Bedarf zu decken, wenn man dies auch „wirklich wolle“.

3.4.2 Übersicht

König-Metall		Bemerkungen		
		Status quo	Entwicklungsrichtung	Besonderheiten/ Probleme
Untersuchungsgegenstand	Organisation Prozessinnovationen	– Institutionalisiert, langfristiger Fokus – Interdisziplinär und projektorientiert – Getriggert durch Kunden, KVP und Strategie	– N.a.	– Momentan starker KVP Fokus wegen Krise – Ausgeprägte Firmenkultur
	Portfolio Fertigungs-technologien	– Verfahrensspezialist Blech- und Rohrbearbeitung,spanende Fertigung sowie Oberflächentechnik	– Automatisierung und Verkettung	– Produkt & Prozess Entwicklung (→Technologieberater) – Nur noch „strategisch notwendige" Investitionen
	Potenziale Umformtechnik	– Kernkompetenz Pressentechnik und Rohrfertigung, Betriebsmittel- und Werkzeugbau	– Automatisierung und Verkettung – Werkzeugoptimierung (Folgeverbund-/Transferwerkzeuge)	– Ggf Wirtschaftlichkeitsprobleme für inländische Produktion in Zukunft – Rohrfertigung durch E-Auto bedroht
	Passfähigkeit mit Personalentwicklung	– Institutionalisiert – Synchronisiert mit Technologie-entwicklung	– Nutzung der Kurzarbeitszeiten wird vorbereitet	– Qualifizierung momentan auf das Notwendigste zurückgefahren
	Sonstiges	– Erhebliche Auswirkungen der Wirtschaftskrise in operativen und investiven Bereichen; jedoch explizite Verstärkung akquiserelevanter Aktivitäten; Insgesamt: Operatives Krisenmanagement gerade bestimmendes Element der Planung – Relevante Entwicklungen in der Umformtechnik sind bekannt		

Abb. 25: Übersicht zur Fallstudie KÖNIG METALL GmbH & Co.KG

3.5 Daimler – Werk Gaggenau, Bereich „Umformtechnik"

3.5.1 Details

Der Produktbereich „Umformtechnik" des Daimler Werks Gaggenau

Der Produktionsstandort Gaggenau gehört zum Daimler Produktionsverbund Operations Axles Transmissions Trucks and Vans (Produkte/Dienstleistungen: Getriebe, Achsen, Wandler, Betriebsmittel & Werkzeugbau, Zerspanungstechnik, Umformtechnik, Logistik international). Dieser hat in Deutschland drei Hauptstandorte (Gaggenau, Rastatt, Kassel) mit in Summe 9.500 Mitarbeitern (weltweit ~ 12.000 Mitarbeiter); das Werk Gaggenau stellt mit ca. 6.500 Mitarbeitern den größten Standort dar. Dieser ist organisatorisch und räumlich in unterschiedliche Organisationseinheiten unterteilt – u. a. in den Produktbereich „Umformtechnik" (vgl. Abb. 26)

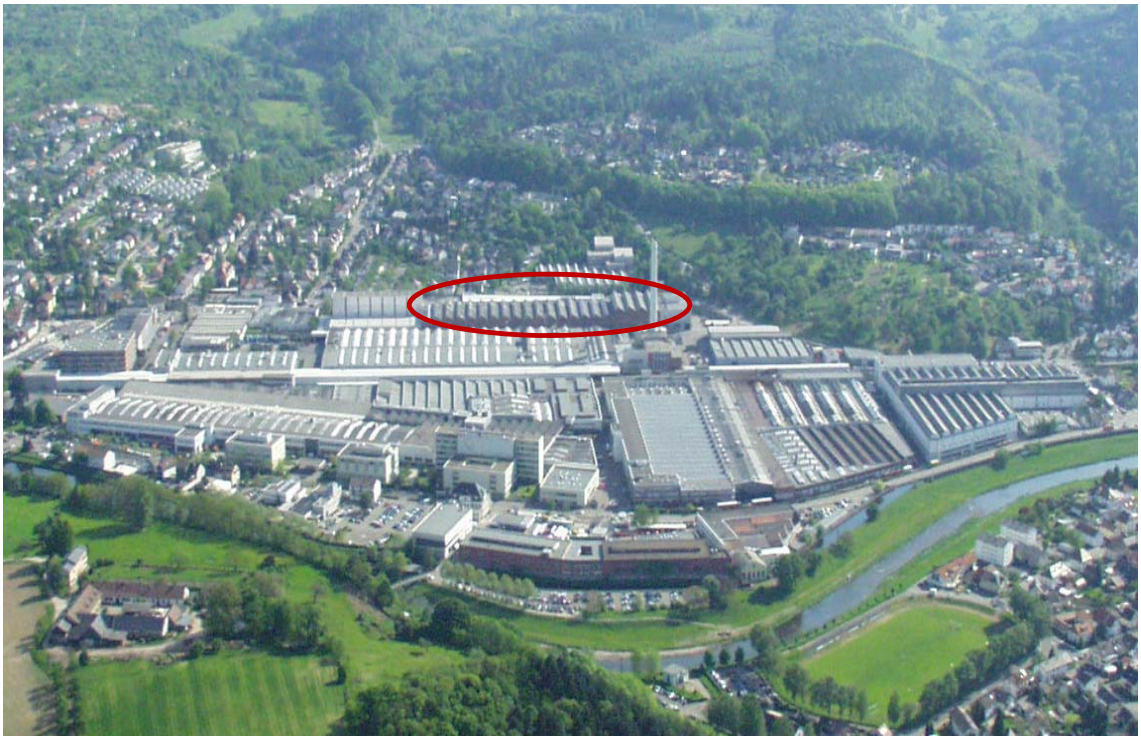


Abb. 26: Das Daimler Werk Gaggenau mit dem Produktbereich Umformtechnik

Der Produktbereich „Umformtechnik“ (PBU) versteht sich als Serienfertiger von Karosserieblechteilen sowie Blechkomponenten für Fahrzeuge und Aggregate. Ergänzend werden Dienstleistungen wie Entwicklungsberatung und Prototypenbau angeboten. Die Produktionsfläche beträgt heute 12.500 m² - unterliegt aber momentan erheblichen organisatorischen und technischen Veränderungen (siehe unten) – 300 Mitarbeiter sind für die Umformtechnik tätig. Hauptkunden sind die Daimler AG (PKW + LKW), Intier Automotive, Isringhausen und Grammer.

Als direkter Zulieferer von Blechteilen im Daimler Produktionsverbund ist der PBU direkt von der aktuellen Absatzkrise im Automobilsektor betroffen – wobei die Situation jedoch nach den betroffenen Sektoren zu unterscheiden ist: Der Auftragseinbruch im Bereich LKW ist weiterhin erheblich - mit einem unsicheren, mittelfristigen Ausblick. Daher wird derzeit in den Fertigungsbereichen für die LKW-Komponenten kurzgearbeitet. Da der für PKW fertigende Bereich hauptsächlich das momentan gut laufende Geschäft im Mittelklasse-Segment (A/B/C Klasse) bedient, hat sich die Situation hier mittlerweile stabilisiert. Hier werden sogar vereinzelt bereits wieder Sonderschichten gefahren. Noch günstiger ist die momentane Lage im Bereich der Serienersatzteile sowie der KTL-Lackierung zu beurteilen. Dennoch wird betont, dass dies nicht als Anzeichen einer nachhaltigen Erholung gewertet wird.

Technologieportfolio und -position in der Fertigung

Der PBU versteht sich klar als Verfahrensspezialist im Bereich der Pressteilefertigung mit entsprechenden Anschlusskompetenzen in der Verbindungs- und Oberflächentech-

nik (vgl. Abb. 27). Ergänzt werden diese Produktionsbereiche um einen Werkzeugbau mit Werkzeuginstandhaltung.

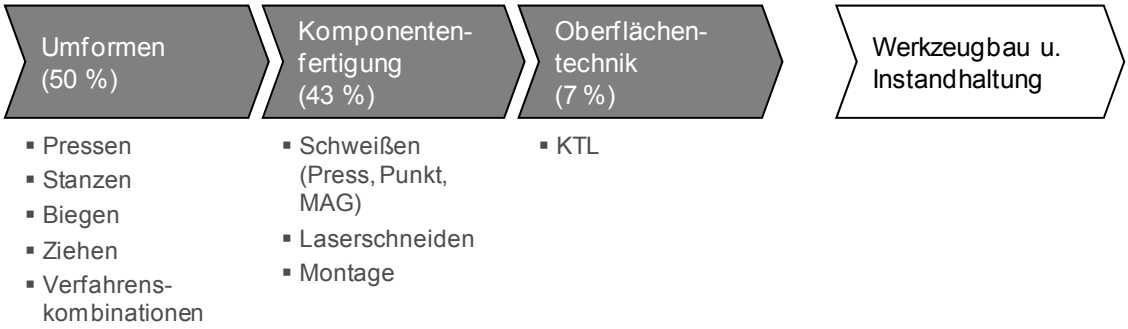


Abb. 27: Technologie-Portfolio in der Produktion Produktbereich Umformtechnik, Daimler Gaggenau

Hinsichtlich des Technologieportfolios wird betont, dass nicht ein einzelner Prozess den Schwerpunkt bildet, sondern dass insbesondere das Beherrschen einer möglichst in sich geschlossenen Prozesskette Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit im Bereich Umformtechnik ist. Aufgrund der insgesamt guten Position im Wettbewerbsvergleich wird deshalb sogar ein Trend zur „Inhouse"-Fertigung von Blechteilen gesehen.

Produkt- und/oder Prozessinnovationen finden in der Regel nur im Rahmen von Produktneuentwicklungen statt: Ausgehend von den zentralen Vorgaben der Produktentwicklung ist eine dedizierte „Prozess-Engineering"-Einheit des PBU mit der Verfahrensentwicklung, dem Musterbau/Prototypenbau und ggf. dem Werkzeugbau beauftragt. Rückkopplungen mit der zentralen Produktentwicklung werden aktiv betrieben. Was den Werkzeugbau angeht, so existiert die Strategie – unter ähnlichen Wirtschaftlichkeitsvoraussetzungen – zunächst die internen Kapazitäten auszulasten (Prio 1), dann erst solche im Daimler Verbund (Prio 2) oder Externe (Prio 3).

Daneben ist in der Produktion das „Truck Operating System" TOS installiert. Ein Element dieses TOS ist auch der klassische KVP-Prozess. Ein „funktionierendes" Vorschlagswesen existiert ebenfalls.

Bedeutung der Umformtechnik und Potenziale

Die Bedeutung der Umformtechnik der Daimler AG wird weiterhin als sehr hoch eingeschätzt. Daher wird der Ausbau der Kompetenzen in diesem Bereich als Teil einer ganzheitlichen und langfristigen Strategie systematisch vorangetrieben.

Beleg dafür ist der Aufbau eines neuen Presswerks in Kuppenheim (nahe bei Gaggenau; Baubeginn 2009; Abschluss Anfang 2011), in welches derzeit ca. EUR 70 Mio investiert werden. Ziel ist die nachhaltige Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit im Bereich Umformtechnik sowie die bessere Nutzung der Standortnähe zu den Montagewerken in Rastatt und Wörth bei der Belieferung mit Blechteilen. Diese Vorteile sollen nicht nur durch die optimale Gestaltung der Fabrik erreicht werden (→ „Greenfield"), sondern

auch durch Investitionen in moderne Pressen und Schweißanlagen. Dabei handelt es sich nicht nur um Ersatz,- sondern auch um Erweiterungsinvestitionen. Im Rahmen dieser Investitionen wird explizit auf moderne Technik gesetzt (z. B. Transferpressentechnologie). Insgesamt vervielfacht sich die zur Verfügung stehende Produktionsfläche (das neue Werk wird über eine Produktionsfläche von ca. 30.000 m² verfügen).

Auch heute schon wird das technologische Kompetenzniveau des PBU als hoch eingeschätzt (was sich unter anderem in einer geringen Fehlerhäufigkeit von 15 ppm ausdrückt).

Als besonders bedeutsam für die Wettbewerbsfähigkeit werden folgende Aspekte angesehen:

- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bestehender Anlagen durch Rüstzeit- und Pressenhubzahl-Optimierung
- Günstigere/Wirtschaftlichere Werkzeuge durch den Einsatz von neuen Werkstoffen sowie von Beschichtungen und flexiblen Werkzeugkonzepten (Tool-in-Tool)

Zur Technologiestrategie, -planung und Personalentwicklung

Das „Technologie-Scouting“ ist in Form einer zentralen „Verfahrensentwicklungsgruppe“ institutionalisiert – ergänzt um lokale Einheiten. Die lokalen Einheiten – so auch die des PBU – sind durch regelmäßige Austauschprozesse involviert. Daneben findet ein gut funktionierender, informeller Austausch auf Mitarbeiterebene statt.

Substantielle Gefahren für die Umformtechnik werden momentan nicht gesehen, dennoch wird auf folgende Trends hingewiesen:

- Für einige hochbelastete Teile könnten in Zukunft auch Guss und spanende Verfahren zum Einsatz kommen.
- Daimler wird sich auch weiterhin bei der hausinternen Fertigung auf kaltumformende Verfahren konzentrieren, während andere OEMs (z. B. VW) auch Warmumformung im eigenen Haus einsetzen. Letzteres Verfahren könnte seinen Marktanteil langfristig auf 30 % ausbauen (insbesondere für höchstfeste Bauteile im Rahmen des Leichtbaus).
- Ebenso könnte Walz-Profilierung an Bedeutung gewinnen.
- Inwieweit eine teilweise Substitution von Blechteilen gegen Verbundwerkstoffe erfolgen kann, wird derzeit im Konzern noch untersucht.

Die Finanzkrise hat die langfristige Technologieplanung bis jetzt noch nicht in Frage gestellt, sondern höchstens zu „Verzögerungen“ geführt.

Die Personalentwicklung ist bei Daimler institutionalisiert. Der Prozess wird operativ durch HR begleitet und koordiniert; die Prozesse – z. B. zur Bestimmung von Qualifikationsbedarfen – werden systematisch durch entsprechende Instrumente unterstützt. Die

Entscheidungen liegen bei den jeweiligen Fachbereichen bzw. verantwortlichen Führungskräften. Das Vorschlagswesen ist der HR unterstellt und kommuniziert mit den lokalen TOS-Büros.

Insgesamt wird aber festgestellt, dass die Personalentwicklung gut funktioniert und insbesondere mit der zukünftigen Technologieplanung synchronisiert ist (Beispiel Presswerk Kuppenheim). Bereichsleiter, Betriebsrat und HR arbeiten hier eng zusammen. Der fachliche Austausch zwischen den Mitarbeitern (auch werksübergreifend) funktioniert gut und beruht neben dem Gedanken der informellen Kommunikation und internen Vernetzung auf fachspezifischen, konzernübergreifenden Arbeitskreisen. Dies ist (als Vorteil) bekannt und wird im Rahmen der Personalentwicklung explizit gefördert: So beruht das Konzept zum Kompetenzaufbau in etwa gleichgewichtig auf den drei Säulen (1) werksinterne Schulungen, (2) konzerninterne und (3) externe Qualifikationen und dies sowohl bzgl. fachlicher als auch methodischer und sozialer Kompetenzen.

Die Krisensituation führt momentan nicht zu einer substantiellen Einschränkung – die Aufwendungen hierfür werden nur „optimiert“ („Interne Schulungen statt extern mit Hotelaufenthalt“ etc.). Soweit es „projektbezogene“ Qualifikationen betrifft, sind keine Einschränkungen zu erkennen (wenn auch diese genauer „geprüft“ werden).

Zur Diskussion der Fraunhofer IWU Expertise

Folgende Themen sind auf Basis der Diskussion besonders hervorzuheben (Ergänzungen, Kritik):

- Bauteile: Geringe Blechdicken (→Leichtbau) und Near-Net-Shape Techniken (→Material-Effizienz) sind von großer Bedeutung
- Werkstoff: Aluminium ist weiterhin ein wichtiges Thema und nicht zu vernachlässigen
- Methodenplanung: Simulationen sind „state of the art“ und zwingend erforderlich für die Wettbewerbsfähigkeit
- Anlagenkonzept: Die Potenziale universeller Einarbeitungsmaschinen wurden positiv beurteilt. Verfahrensintegration im Werkzeug bzw. der Anlage sind der „Megatrend“ (→Stichwort „Umformende Werkzeugmaschine“)

Zur Patentanalyse: Hier wurde hinsichtlich der auffälligen Muster um 2000 angemerkt, dass Gründe ggf. erhöhte und dann wieder abfallende Patentaktivitäten im Bereich der Warmumformung oder der Mechanischen Pressentechnik gewesen sein könnten.

Forderungen an die Politik

Auf der einen Seite wird der Mangel an umformtechnisch ausgebildeten Ingenieuren, Technikern und Facharbeitern in der Region Mittlerer Oberrhein kritisiert – trotz der Nähe zu Technologiezentren wie Karlsruhe. Auf der anderen Seite ist man sich auch bewusst, dass das „Anziehen“ qualifizierter Mitarbeiter nicht nur eine Bringschuld ist,

sondern auch die Unternehmen mehr in ein entsprechendes „Personal-Marketing“ investieren müssen.

3.5.2 Übersicht

Daimler Gaggenau		Bemerkungen		
		Status quo	Entwicklungsrichtung	Besonderheiten/ Probleme
Untersuchungsgegenstand	Organisation Prozessinnovationen	– Getriggert durch Kunden sowie zentraler Prozess Engineering Einheit	– N.a.	– Technologie Scouting zentral; lokal insbesondere über „informelle Netzwerke“ (→ „funktioniert gut“)
	Portfolio Fertigungs-technologien	– Verfahrensspezialist Pressteil-fertigung, Verbindungs- und Oberflächentechnik (Schweißen; Laserschneiden; KTL), Montage	– Strategische Stärkung der UT durch neues Werk (→ Greenfield) – Trend zur Inhouse-Fertigung	– N.a.
	Potenziale Umformtechnik	– Kant und Biegeprozesse – Vollautomatisierte Kant/Biege/Stanz-Anlagen	– Modernisierung der Pressentechnik (Transferpressen)	– Noch nicht abschätzbare Risiken durch den Einsatz von Verbundwerkstoffen
	Passfähigkeit mit Personalentwicklung	– Institutionalisiert – Weitgehend synchronisiert – „Funktionierendes“ Vorschlagswesen	– N.a.	– Integraler Bestandteil der Strategie – Gute Integration von HR u. Anderen – Systematischer Aufbau der Kompetenzen des Personals
	Sonstiges	– Weiterhin mit erhebliche Auswirkungen der Wirtschaftskrise in operativen Bereichen mit momentaner „Entspannung“; allerdings „Nutzung“ der Krise für „interne“ Schulungen – (Noch) keine signifikanten Auswirkungen der Finanzkrise im investiven Bereich – Sehr guter Überblick über relevante Entwicklungen in der Umformtechnik; Risiken „bekannt“ und werden beobachtet		

Abb. 28: Übersicht zur Fallstudie Daimler Werk Gaggenau, Produktbereich „Umformtechnik“

3.6 Fritz Automation

Das Unternehmen

Die Firma Fritz-Automation GmbH (FA) ist ein Engineering-Dienstleister im Bereich der Blechbearbeitung mit einem Schwerpunkt in der Pressentechnik, zählt aber auch die Zuführ- und Richttechnik, Abschneidetechnik nach dem Prinzip der „Fliegenden Säge“, Beschriftungs- und Etikettierstationen, Profilfertigungs- und Palettieranlagen zu seinen Geschäftsfeldern. Die Engineering-Dienstleistungen umfassen u.a die kundenindividuelle Anlagenkonzeption, die Projektierung der Steuerungs-, Antriebs- und Sicherheitstechnik, die Entwicklung der Bedienkonzepte, die Programmierung von Steuerungen (PC, SPS) sowie die Technische Dokumentation von Maschinen und Anlagen.

Als Engineering-Dienstleister ist FA schon seit mehr als 18 Jahren erfolgreich in der Region Gaggenau und dem Großraum Stuttgart tätig. FA hat ca. 20 Mitarbeiter, die zum überwiegenden Teil eine Ingenieurs- oder Techniker Ausbildung haben (>80 %).

Zu den Prozess-Innovationsprozessen in regionalen Betrieben der Umformtechnik und ihren Potenzialen

Prozessinnovationen sind in der Regel die Konsequenz von Produktneuentwicklung seitens der OEM (→ Treiber der Prozessinnovationen): Sie bestimmen die konstruktiven Vorgaben und setzen damit auch den „fertigenden" Zulieferern enge Grenzen für Prozessoptimierungen – insbesondere dann, wenn es sich um zertifizierungsrelevante Vorgänge handelt. Die Interaktion und Kommunikation zwischen produktentwickelnden OEMs und verfahrensentwickelnden Zuliefern ist eher auf ein Mindestmaß beschränkt. Vorausschauende (strategische) Prozessinnovationen ist eher Ausnahme denn die Regel. Letzteres war allerdings auch ein Resultat der vergangenen „Boom" Jahre, in denen die Zulieferer teilweise schlicht keine Zeit für „strategische" Projekte im Fertigungsbereich hatten bzw. ihre Kompetenzen in diese Richtung erweitern hätten können. In der heutigen Situation lässt sich positiv feststellen, dass sich dieser Prozess wieder umkehrt.

In diese Lücke stoßen zunehmend auch beratende „Verfahrensspezialisten", welche die Zulieferer insbesondere dann einbinden, wenn ihre Kompetenz zur Darstellung der geforderten Produkteigenschaften oder für eine wirtschaftliche Fertigung nicht mehr ausreicht. Hier werden die Potenziale unternehmensübergreifender Zusammenarbeit positiv beurteilt – allerdings unter den folgenden Voraussetzungen:

- *Frühe und integrative Einbindung:* Im Moment besteht noch die Tendenz, die externe Kompetenz zu gering und zu spät in die entsprechenden Prozesse einzubinden („meistens dann, wenn es schon zu spät ist"). Die Integration sollte früher erfolgen.
- *Intensivere Kommunikation:* Insgesamt wird die Art und die Häufigkeit der Kommunikation bemängelt und ist daher verbesserungswürdig.
- *Dedizierte Engineering-Abteilung bei Zulieferern*: Die rechtzeitige Einbindung der externen Kompetenz sowie eine ausreichende Kommunikation bilden nur einen Teil des Problems ab. Entscheidend ist auch die Art der organisatorischen Einbindung des Partners. Hier zeigt sich, dass die Projektabwicklung und auch die Erfolgsaussicht erheblich verbessert werden, wenn dem externen Partner kompetenter und institutionalisierter Sachverstand zur Seite gestellt wird – sie muss Schnittstelle zum externen Partner sein. Dies unterstreicht die Bedeutung von dedizierten Verfahrensentwicklungsabteilungen (z. B. Stichwort „Prozess-Engineering").

Beim letzten Punkt wird explizit darauf hingewiesen, dass eine „eigene" Engineering-Abteilung und die Beteiligung externer Technologieexperten kein Widerspruch sind, sondern eine Voraussetzung effizienter Zusammenarbeit bilden. Die sonst „übliche" Lösung im Sinne einer Übernahme der Koordinationsaufgaben durch verwandte Abteilungen wie dem Werkzeugbau oder der Arbeitsvorbereitung ist nicht ausreichend. Dieser Kritikpunkt gilt nicht nur im Zusammenhang mit Kooperationen zwischen Zuliefe-

rern und Engineering-Dienstleistern, sondern vermutlich auch für die Zusammenarbeit von OEMs und Zulieferern im Allgemeinen.

Bedeutung der Umformtechnik und Potenziale

Die Bedeutung der Umformtechnik wird – zumindest im Bereich der Blechumformung – als weiterhin hoch eingeschätzt. Spezielle Chancen (und dementsprechend auch Risiken, wenn sie nicht ergriffen werden) werden insbesondere in folgenden Bereichen gesehen:

- Verfahrensintegration in Anlage, Werkzeugmaschine und Werkzeug
- Erhöhung der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit durch Nutzung der Automatisierungspotenziale (→ „wirtschaftliche Fertigung von Losgröße 1“). Besonders folgende Entwicklungen könnten hier relevant werden: „Synchropress“ (Elektrische Servo-Spindelpresse), „Vario-Transfer“ (flexible Werkstück- und Werkzeug-Handhabung in Maschine/Anlage), „Flexible Roll-Umformtechnik“
- Intelligente Werkzeuge, insbesondere wenn sie in Verbindung mit der Regel- und Steuerungstechnik durch aktive Nachregelung der Umformprozesse eine 100% - „i.O.“ Produktion erlauben

Das technologische Niveau der Betriebe in der Region Rastatt/Gaggenau wird als sehr hoch bezeichnet – wenn nicht sogar als technologieführend im Vergleich zu anderen Ballungsräumen in Baden-Württemberg.

Betont wurde, dass nicht alleine die technologische Kompetenz im Bereich „Umformen“ ausschlaggebend ist, sondern für die weitere Wettbewerbsfähigkeit die Interdisziplinarität von entscheidender Bedeutung ist: Man muss auch „Anschlusskompetenzen“ zu vor- und nachgelagerten, zu begleitenden und substitutiven Fertigungsprozessen besitzen, um von der jeweiligen Problemstellung des Kunden ausgehend die jeweils beste, ganzheitliche Lösung finden zu können.

Die Nachwuchsförderung wird nicht als generelles Problem in dem Sinne bezeichnet als dass dieser nicht verfügbar wäre. Allerdings wird betont, dass gerade die Region Rastatt/Gaggenau nicht auf dem „Radarschirm“ des potenziellen Nachwuchses steht. Nicht nur die Politik sondern auch die Unternehmen tragen hier die Verantwortung (→ Bringschuld), denn die Erfahrung zeigt, dass einmal angeworbenes Personal in der Region einen vergleichsweisen geringen „Hang“ zur Fluktuation hat.

Zur Diskussion der Fraunhofer IWU Expertise

Folgende Themen sind auf Basis der Diskussion besonders hervorzuheben (Ergänzungen, Kritik):

- Methodenplanung: Die Prozess-Simulation auf Maschinen- und Anlagenebene wird besonders hervorgehoben. Zudem wird ergänzt, dass auch die Bedienkonzepte als solche Gegenstand zukünftiger Entwicklungen und Quelle leistungssteigernder Effekte sein werden.

- Werkzeugkonzept: Im Zusammenhang mit intelligenten Werkzeugen ist sicherlich auch die nachregelnde Prozesssteuerung ein wichtiges Thema.
- Anlagenkonzept: Die Potenziale universeller Einarbeitungsmaschinen wurden positiv beurteilt. Als Beispiel wird die „Synchropress“-Entwicklung genannt. Mit dieser lassen sich eine Vielzahl charakteristischer Merkmale verschiedener Pressenarten „nachbilden/simulieren“. Dieses innovative Pressenkonzept ermöglicht im Produktionsbetrieb flexible, hochdynamische und präzise Bewegungsabläufe und Werkzeugfunktionen, die mit anderen Pressenkonzepten nicht möglich sind. Ergänzt wurde das Thema „hochverfügbare Anlagen“ (z. B. durch Redundanzen, intelligente Steuerung und Handhabung in der Maschine/Werkzeug).

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Fraunhofer ISI

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Beurteilung der oben erläuterten Studienergebnisse vor dem Hintergrund des Erkenntnisinteresses dieser Studie. Während sich Abschnitt 4.1 zunächst mit den allgemeinen Zukunftspotenzialen der Umformtechnik auf Grundlage des durchgeführten Technologie-Roadmapping beschäftigen wird, versucht Abschnitt 4.2 den Bezug zu den spezifischen Potenzialen für die Region, die sich in diesem Zusammenhang durch die Erkenntnisse der Fallstudien ergeben, herzustellen.

Abschnitt 4.3identifiziert die wesentlichen Erfolgspotenziale bzw. Risiken, Abschnitt 4.4 versucht entsprechende Handlungsempfehlungen zu geben.

Abschnitt 4.5 wird diesen Bericht mit Ausführungen zu den wesentlichen Einschränkungen sowie dem sich aus dieser Studie ergebenden, weiteren Forschungsbedarf abschließen.

4.1 Zu den technologischen Zukunftspotenzialen der Umformtechnik im Allgemeinen

1. - Umformtechnik ist trotz hohem „Reifegrad“ weiterhin zukunftsfähig und nicht „wegzudenken“
2. - Größte Herausforderung ist der Erhalt der Wirtschaftlichkeit umformtechnischer Verfahren trotz zunehmender Variantenvielfalt und sinkender Seriengrößen
3. - Statt Substitution ist von sich integrativ ergänzenden Fertigungsverfahren zu sprechen (Verfahrensintegration und Automatisierung)
4. - Die Potenziale stecken vor allem in den vor- und nachgelagerten Prozessen (Methodenplanung, Werkzeuge, Anlagen) – eine ganzheitliche Prozesssicht in der Technologieplanung wird daher notwendig

Abb. 29: Kernaussagen zur den technologischen Zukunftspotenziale der Umformtechnik

Die wesentliche Erkenntnis aus der Expertenstudie ist, dass die „Umformtechnik“ als zentrales Fertigungsverfahren in der Halbzeugfertigung heute und auch in Zukunft nicht wegzudenken ist. Ihre wesentlichen Vorteile im Vergleich zu anderen Verfahren wie z. B. spanenden oder urformenden Verfahren sind zum einen die hohen Fertigungsgeschwindigkeiten und die damit erreichbare, gute Stückkostenrelation in der Massenfertigung. Sie hat damit auch in Zukunft das Potenzial, einen entscheidenden Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie zu leisten. Die wichtigste Voraussetzung hierfür bzw. damit auch das größte Risiko stellen in diesem Zusammenhang die marktseitig immer größer werdenden Anforderungen an die Flexibilität und

Individualität industrieller Produkte dar. Die dadurch bedingt steigende Variantenvielfalt wird tendenziell zu einer weiteren Verkleinerung der Seriengröße führen. In Anbetracht der in der Regel erheblichen Investitionskosten in umformtechnische Anlagen und Werkzeuge ist diesem Umstand durch entsprechende Innovationen und Investitionen im Bereich der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit Rechnung zu tragen. Modulare und intelligente Werkzeuge sowie Werkzeug- und Anlagenkonzepte, die selbstregelnde Prozesse ermöglichen, zeigen hier einen gangbaren Weg auf, die Flexibilität umformtechnischer Prozessketten bei gleichbleibender oder steigender Anlagenverfügbarkeit weiter zu erhöhen. Essentielle Beiträge hierzu können insbesondere Fortschritte auf Anlagenebene wie beispielsweise solche im Bereich der „Nestfertigung“ oder der „universellen Einarbeitungspresse“ liefern. Auf Grund der zu erwartenden, strukturellen Umbrüche auf Bauteilebene aber auch die organisatorische Wandlungsfähigkeit der Anlagen an Bedeutung gewinnen.

Es wird nicht davon ausgegangen, dass das sich andeutende Wirtschaftlichkeitsproblem zu einer Verfahrenssubstitution führen wird. Stattdessen heißen die aktuellen Trends Verfahrensintegration und Automatisierung bzw. Verkettung sich ergänzender Fertigungsprozesse. Werden auf diese Weise Anlagen entwickelt, die auch bei kleinen Stückzahlen noch wirtschaftlich arbeiten, so könnten sich sogar neue Anwendungsbereiche und -branchen für die Umformtechnik eröffnen (z. B. Pressteile in der Medizintechnik).

Als Fazit der Patentanalyse bleibt festzuhalten, dass die Umformtechnik *als Verfahren* zwar in ihrer Anzahl wenig Innovationen (die aber durchaus radikal ausfallen können) hervorbringt, sie aber aus einer *ganzheitlichen Prozesssicht* auch in Zukunft ein innovatives und für die Wettbewerbsfähigkeit wichtiges Feld sein kann. Dementsprechend hängen auch die Zukunftspotenziale der Umformtechnik von den Entwicklungen in vor- und nachgelagerten Prozessen ab. Für die strategische Technologie- und Innovationsplanung bedeutet dies, dass diese ebenfalls ganzheitlich und interdisziplinär auszurichten ist. Einen Ansatz dazu liefert die entwickelte Technologie-Roadmap.

4.2 Zu den spezifischen Zukunftspotenzialen der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau im Speziellen

1. - Sämtliche Betriebe haben das Potenzial eines institutionalisierten Verfahrensentwicklungs-Prozesses erkannt – und teilweise schon implementiert
2. - Die Betriebe haben in der Regel einen guten Überblick über relevante Trends durch ein regelmäßiges Technologie-Scouting
3. - Das technologische Niveau der Region im Bereich Umformtechnik wird als vergleichsweise hoch eingeschätzt
4. - Teilweise sind Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Synchronisation von Personalentwicklung und Technologieplanung, klarer Schnittstellen nach außen sowie dem betrieblichen Verbesserungsvorschlagswesen erkennbar
5. - Die Finanzkrise hat (noch) nicht zu substantiellen Beeinträchtigungen der langfristigen Technologieplanung geführt – die meisten Großinvestitionen wurden jedoch noch vor „Krise“ durchgeführt

Abb. 30: Kernaussagen zu den spezifischen Zukunftspotenziale der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau

Die Fallstudien dieser Studie sollten nicht nur die durch die Experten identifizierten technologischen Zukunftspotenziale der Umformtechnik ergänzen, sondern diese insbesondere vor dem Hintergrund ihrer spezifischen Situation relativieren. Deshalb hatten diese neben einer Diskussion der entwickelten Technologie-Roadmap insbesondere auch die Schwerpunkte „Organisation der Fertigungs- und Anlagenentwicklung“, „Status Quo des Technologie-Portfolios“, „Technologieplanung und -Entwicklung im Bereich Umformtechnik“ sowie den Auswirkungen der Finanzkrise auf Letztere. Folgendes ist dabei hervorzuheben (vgl. Abb. 30):

Sämtliche Fallstudien-Betriebe sehen sich in ihren spezifischen, umformtechnischen Kompetenzbereichen als Verfahrensspezialisten und heben diese auch als ausgewiesene Kernkompetenz ihrer Unternehmen hervor. Dementsprechend erfreulich ist, dass die beteiligten Betriebe die Potenziale eines institutionalisierten Verfahrensentwicklungsprozesses erkannt zu haben scheinen, dessen Spektrum über reine unterstützende Aufgaben im Rahmen der Produktion (KVP) oder Produktentwicklung (Arbeitsvorbereitung) hinausgeht. Auch die Erkenntnis, dass diese Aufgaben durch eine dedizierte organisatorische Einheit zu koordinieren sind, wird von den Unternehmen geteilt. Dies wird dadurch deutlich, dass sämtliche Unternehmen eine solche eingeführt haben oder dies planen. Zudem bestätigen sie durchweg positive Erfahrungen mit einer solchen Organisation bzw. betonen die schlechten Erfahrungen vor ihrer Einführung.

Aber nicht nur der sich in der organisatorischen Verantwortung widerspiegelnden Verfahrenstechnische Schwerpunkt unterstreicht die momentan gute technologische Aufstellung der Betriebe, sondern auch die Tatsache, dass sie explizit einen hohen Wert auf

das Technologie-Scouting legen. Dies äußert sich zum einen in dem hohen „Bekanntheitsgrad" der in der von den Experten entwickelten Technologie-Roadmap genannten Trends. Zum anderen äußert sich dies auch in dem durch die befragten Experten als sehr hoch eingeschätzten technologischen Niveau der Betriebe in der Region. Obwohl Letzteres auf Basis dieser Studie sicherlich nur sehr schwer abschließend und mit fundiertem überregionalen Bezug beurteilt werden kann, so spricht auch die Tatsache, dass sich hier einige der in ihrer Branche technologisch weltweit führenden Unternehmen mit produzierenden Betriebsteilen niedergelassen haben, für diese Einschätzung. Davon waren mit Daimler und Maquet mindestens zwei in dieser Studie vertreten.

Ein Wermutstropfen in diesem Zusammenhang ist die teilweise noch als verbesserungswürdig einzuschätzende Synchronisation der technologischen Entwicklung mit der für ihren nachhaltigen Erfolg gleichermaßen wichtigen Personalentwicklung. Hier ist zum Teil festzustellen, dass Letztere nicht im vollen Umfang auf die geplanten technologischen Maßnahmen abgestimmt sind oder nicht rechtzeitig gestartet werden.

Obwohl sich die aktuelle wirtschaftliche Krisensituation für alle Unternehmen – mit Ausnahme dener aus der Medizintechnik – erheblich auf die operative Geschäftstätigkeit auswirkt, plant niemand signifikante Einschnitte im Rahmen notwendiger und strategischer Investitionen im Bereich der Fertigung. Es ist allerdings in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass sämtliche geplanten Groß-Investitionen noch vor der Krise angestoßen worden sind. Hier besteht also für die Zukunft durchaus die Gefahr geringerer Aktivitäten. Gerade „strategische“ Investitionen, die nicht nur auf die effiziente (=wettbewerbsfähige) Abarbeitung vorhandener oder anstehender Kundenaufträge zielen, sondern auch der gezielten, technologischen Weiterentwicklung ohne direkten Auftragsbezug dienen, sind oftmals überhaupt erst die (langfristige) Grundlage zukünftiger Akquiseerfolge. Diese sollten nicht der Krise „zum Opfer fallen“. Aus diesem Grund ist die weitere Entwicklung der „strategischen“ Investitionen in den Betrieben genau zu beobachten – gerade wenn sich der Betrieb als Verfahrensspezialist versteht.

Spezifische Einschätzung der Situation in den Fallstudien Unternehmen

Abb. 31 ordnet die obigen Aussagen aus Sicht der Verfasser in Bezug auf die an der Studie beteiligten Unternehmen in einer Übersicht ein (vgl. auch Abschnitte 3.2 - 3.5).

✓ gut/neutral
? ausbaufähig/Verbesserungspotenzial

Untersuchungsgegenstand	Fallstudien Unternehmen – Umformtechnik			
	Maquet/ Medikomp	KWH	König Metall	Daimler Gaggenau
Organisation Prozessinnovationen	✓ zentrale Einheit	? gerade neuer Prozess	✓ zentrale Einheit	✓ zentrale Einheit
Portfolio Fertigungs-technologien	✓ wird ausgebaut	✓ hohe Tiefe	✓ hohe Tiefe	✓ hohe Tiefe
Potenziale Umformtechnik	✓ ausgereizt	? teilweise veraltet	? „nur“ strategische Investitionen	✓ wird ausgebaut
Passfähigkeit mit Personalentwicklung	? neuer Prozess	? Verbesserungs-Potenziale	✓ synchron	✓ synchron
Finanzkrise	✓ stabil	? angespannt	? angespannt	? momentane Entspannung

Abb. 31: Zusammenfassende Darstellung und Beurteilung der Situation in den Betrieben der Fallstudie

Hinsichtlich der „Organisation von Prozessinnovationen“ sowie dem den Unternehmen zur Verfügung stehenden Fertigungstechnologie-Portfolio ist die Situation durchgehend positiv einzuschätzen. Mit Ausnahme von KWH haben alle eine etablierte und zentrale Organisationseinheit, welche mit der strategischen Weiterentwicklung des Fertigungsportfolios betraut ist. Aber auch bei KWH ist die Bedeutung einer solchen Einheit erkannt – dass die entsprechenden Prozesse noch nicht reibungslos ablaufen, könnte auf ihre erst „junge“ Einführung zurückzuführen sein. Alle Betriebe verstehen sich als „Verfahrensspezialisten“: Sie zeichnen sich durch eine hohe, integrative Verfahrenskompetenz aus und beherrschen alle wichtigen Prozessschritte in der Blechverarbeitung – wie z. B. der vor- bzw. nachgelagerten Laser-Schweißen/-Fügen und der Oberflächentechnik, aber auch dem Werkzeugbau, der Prozesssimulation sowie dem Prototypenbau.

In Bezug auf die spezifischen Potenziale der Umformtechnik sind insbesondere die beiden medizintechnischen Unternehmen Maquet/Medikomp – auch wenn sie vergleichsweise wenig umformtechnische Verfahren abbilden (vornehmlich Biegeprozesse) – auf Grund ihrer Bestrebung hervorzuheben diesen Bereich zukünftig weiter auszubauen (soweit die Bauteilgeometrien und Wirtschaftlichkeitsrelationen es zulassen). Zu den Betrieben aus dem Fahrzeugbau ist festzustellen, dass, während Daimler auch in der Krise in der Lage ist Großinvestitionen zu stemmen, weitere Investitionen in den beiden mittleren Betrieben König Metall und KWH insbesondere durch die angespannte finanzielle Lage bedroht sind. Weiterhin wurde der technologische Stand von KWHs Pressentechnik ambivalent durch die Interviewpartner beurteilt.

Die Synchronisation von Personalentwicklungsmaßnahmen mit denen aus dem Bereich der Fertigung ist insbesondere bei Daimler und König Metall als gut einzuschätzen. Bei KWH scheint es offenbar unterschiedliche Einschätzungen über die Verbesserungspo-

tenziale seitens des Betriebsrats und der Geschäftsführung zu geben. Alleine das kann ein Indiz auf mögliche Verbesserungspotenziale in dieser Richtung sein. Auch bei Maquet/Medikomp haben die entsprechenden Prozessabläufe „Verbesserungspotenzial“ nach Einschätzung von allen Beteiligten. Als Ursache kommt hier jedoch insbesondere ihre erst junge Einführung in Frage.

Erwartungsgemäß sind die Betriebe aus dem Automobilbau stark, teilweise sogar erheblich, durch den wirtschaftlichen Einbruch in ihrer Geschäftstätigkeit bedroht. Aktuelle Konjunkturprogramme wie die „Abwrackprämie“ führen allenfalls für Daimler zu einer temporären Entspannung der Situation. Maquet/Medikomp beurteilen die aktuelle Geschäftslage weiterhin als gut, erwarten jedoch mittelfristig ebenfalls eine Abschwächung, sobald die Effekte aus dem Automobilbau auf andere Wirtschaftsbereiche durchschlagen.

Technologie Roadmap „Umformtechnik“: Ergänzungen und Blind Spots

Die Diskussion der Technologie Roadmap „Umformtechnik“ (vgl. Abschnitt 2.4) zeigte, dass die meisten oder sogar alle der identifizierten „Trends“ den verantwortlichen Technologie Experten aus den beteiligten Unternehmen ein „Begriff“ sind. Dies ist im Hinblick auf die zukünftige, technologische Aufstellung der Region in diesem Bereich als sehr positiv zu bewerten und unterstreicht, dass die Unternehmen einen sehr guten Überblick über relevante Umfeldentwicklung im Bereich Umformen besitzen. Die Erweiterung der Analyse über das eigentliche Verfahren (Umformen) auf vorgelagerte Bereiche wurde als sinnvoll und insgesamt sehr wichtig beurteilt. Auch in der Praxis wird damit der Eindruck geteilt, dass sich die für die Umformtechnik relevanten Entwicklungen hier abspielen werden und auf diese Weise sinnvoll erfassen lassen.

Dennoch soll im Folgenden noch einmal auf in den Fallstudien besonders hervorgehobene bzw. ergänzte Themenbereiche sowie sich aus Sicht der Verfasser ergebende Blind Spots hingewiesen werden (vgl. Abb. 32).

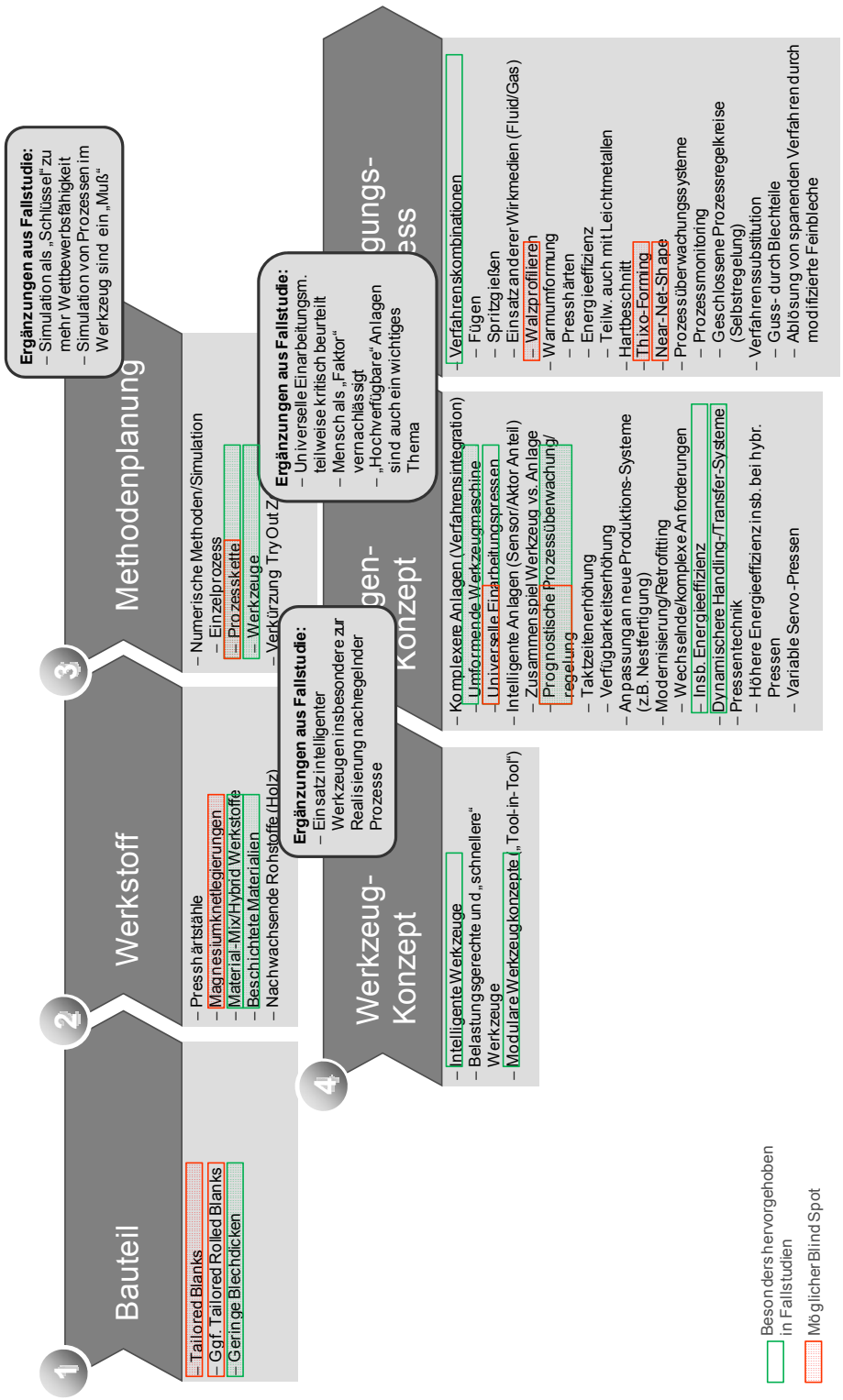


Abb. 32: Technologie-Roadmap: Ergänzungen und mögliche Blind Spots basierend auf den Einschätzungen im Rahmen der Fallstudien

Auf Bauteilebene wurde in fast allen Unternehmen auf die besondere Bedeutung bzw. die Herausforderungen hingewiesen, welche sich aus dem vermehrten Einsatz besonders dünnwandiger Bleche für die Umformtechnik ergeben. „Tailored Blanks“ war so als Trend nur den Experten von Daimler bekannt (als ein Thema, „mit dem sich die zentrale Technologieentwicklung des Konzerns beschäftigt“).

Im Bereich der Werkstoffe wurden immer wieder die Themen „Material-Mix/Hybrid Werkstoffe“ sowie „Beschichtete Materialen“ betont. Als ein Sonderthema stellt sich für KWH das „Umformen folienbeschichteter Werkstoffe“ dar. Während die Relevanz von Magnesium Legierung nicht genau eingeschätzt werden konnte, wurde jedoch immer wieder die weiterhin hohe Bedeutung von Aluminium als Werkstoff betont.

Der Einsatz simulationsgestützter Methoden zur Werkzeug-, Prozess- und Maschinenauslegung wurde von allen Beteiligten als „Wettbewerbsvoraussetzung“ bezeichnet. Es scheint jedoch, als wenn sich die Aktivitäten der Beteiligten diesbezüglich vornehmlich auf den Bereich Werkzeuge beziehen. Die Verfahrenssimulation bzw. die ganzer Prozessketten findet noch nicht die gleiche Aufmerksamkeit – obwohl auch hier erhebliche Hebel für eine weitere Reduzierung der Kosten zu finden sind (z. B. durch die simultative Prozesserprobung).

Wie schon angedeutet, sind die Betriebe im Rahmen der Werkzeugentwicklung sehr gut aufgestellt – insbesondere in den Bereichen „intelligenter“ und „modularer“ Werkzeugkonzepte. Der Engineering Dienstleister Fritz Automation hob in diesem Zusammenhang die Potenziale intelligenter Werkzeuge im Rahmen „selbst(nach)regelnder Prozesse“ hervor (Stichwort „100 % i. O. Produktion“).

Letzteres ist auch ein Thema im Bereich der Maschinen- und Anlagen, jedoch lässt sich die Position der Betriebe in der Region diesbezüglich auf Basis der Interviews nicht abschließend beurteilen. „Energieeffizienz“ ist erfreulicherweise für alle Beteiligten ein wichtiges Thema; Gleiches gilt auch für den Trend zur Verfahrensintegration durch dynamische Automatisierungs- und Handhabungssysteme (Stichwort „Pressen-Transferautomatisierung“). In wie fern sich diese Tendenz zur Verfahrensintegration auch in den Maschinen widerspiegelt, wird jedoch ambivalent beurteilt: So wird klar betont, dass die „umformende Werkzeugmaschine“ ein wichtiger Trend für den weiteren und vor allem wirtschaftlichen Einsatz der Umformtechnik ist. Gleichzeitig werden Konzepte, wie die „universelle Einarbeitungspresse“, die in die gleiche Richtung gehen, teilweise skeptisch beurteilt. Zudem wurde angemerkt, dass das Thema „Verfügbarkeit“ der Anlagen keinen Niederschlag in der Roadmap findet. Sie ist zwar kein exklusives sondern eher generelles Thema für die industrielle Fertigung, ist aber gerade für die umformtechnischen Betriebe auf Grund der hohen Anlagenkosten von wirtschaftlicher Bedeutung.

Zum Verfahren selber lässt sich abschließend feststellen, dass bis auf das jetzt schon vielfach angesprochene Thema „Verfahrensintegration“ kein weiteres besonders hervorgehoben wurde – und zwar nicht aus Unkenntnis, sondern weil diese „allgemein bekannt seien“. Lediglich das noch neue „Thixo-Forming“ war den Teilnehmern kein

Begriff. In wie fern sich dieses Verfahren als relevant für die Betriebe der Region herausstellen wird, lässt sich hier noch nicht abschließend beurteilen. Stattdessen wird empfohlen, die Entwicklung in diesem Bereich weiter aktiv zu beobachten.

4.3 Erfolgspotenziale und Risiken

Unter dem Eindruck der oben geschilderten allgemeinen und spezifischen Zukunftspotenziale lassen sich verschiedene Erfolgspotenziale ableiten, welche in Abb. 33 unter Berücksichtigung ihrer Beziehungen zusammenfassend dargestellt sind:

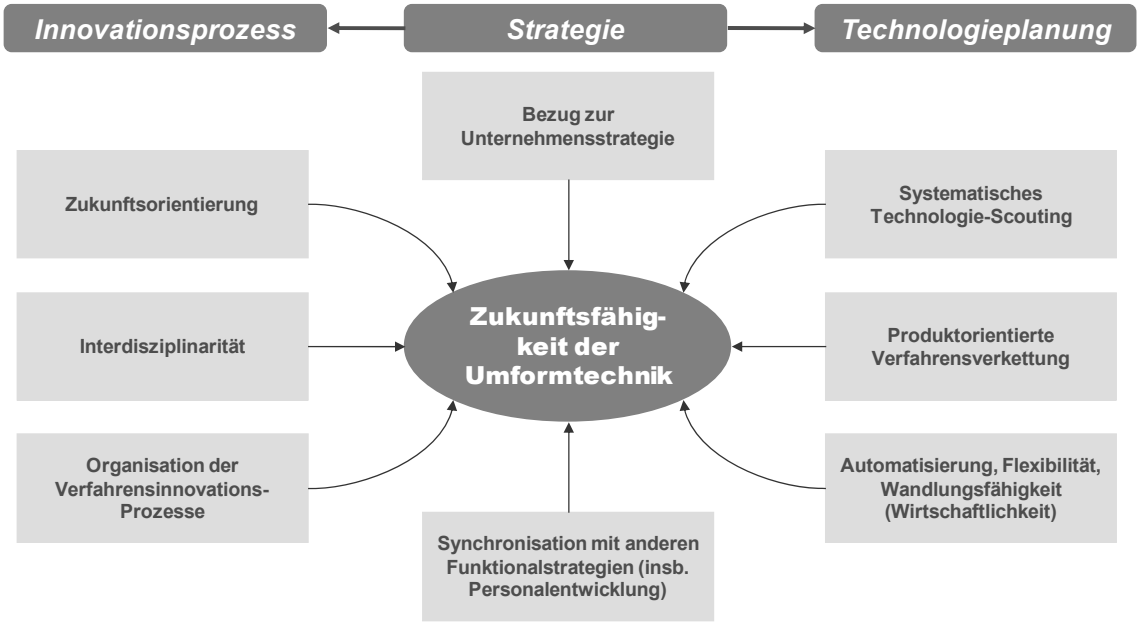


Abb. 33: Identifizierte Erfolgspotenziale

Als erfolgskritisches Element einer tragfähigen Technologieplanung im Bereich der Umformtechnik (aber nicht nur hier) ist zuallererst eine „klare“ strategische Zielsetzung zu nennen. Wie die Fallstudien belegen, ist ohne ein klares strategisches Bekenntnis zur Verfahrensführerschaft im Bereich Umformtechnik keine effektive und effiziente Umsetzung relevanter Innovationsprozesse bzw. konsequente Ausrichtung der Technologie-Planung möglich. Wichtige Determinanten sind der Bezug zur Unternehmensstrategie sowie die Synchronisation mit den anderen Funktionalstrategien des Unternehmens. Während hier die Integration in die bzw. Beteiligung an den Produktentwicklungsaktivitäten weitgehend als selbstverständlich erscheint, so ist hier insbesondere auf eine solche mit der Personalentwicklung hinzuweisen.

Ausgehend von einer klaren Strategie gilt es, die Technologie-Planung zu konkretisieren. Allgemeine Voraussetzung hierfür ist insbesondere ein systematisches Technologie Scouting. Speziell im Bereich der Umformtechnik ist allerdings darauf zu achten, dass man dabei eine ganzheitliche Sicht, ausgehend vom Produkt einnimmt. Es ist also wich-

tig über den „Tellerrand“ zu schauen. Einen spezifischen Ansatz hierfür lieferte die entwickelte Technologie-Roadmap. Besonderes Thema, von denen das zukünftige Potenzial der Umformtechnik abhängen wird, ist dabei insbesondere der Dreiklang „Automatisierung-Flexibilisierung-Wandlungsfähigkeit“ als wesentliche Voraussetzung einer auch weiterhin wirtschaftlichen Fertigung in Deutschland.

Hinsichtlich der Innovationsprozesse im Allgemeinen stellen sich immer wieder die beiden Themen „Zukunftsorientierung“ und „Interdisziplinarität“ heraus. Auch wenn diese zunächst trivial erscheinen, so stellt ihre praktische Umsetzung die Betriebe regelmäßig vor Probleme. Erst wenn diese beiden Faktoren weitgehend in der Praxis „gelebt“ werden, kann die als weiteres Erfolgspotenzial zu nennende Integration der Verfahrensentwicklung in die Produkt-Innovationsprozesse effektiv umgesetzt werden.

In Ergänzung zu den Erfolgspotenzialen wurden folgende, wesentliche Gefahren im Rahmen dieser Studie identifiziert (vgl. Abb. 34):

1. - Die reine „Kenntnis“ technologischer Trends ist noch kein Garant für eine nachhaltige Technologieplanung – notwendig ist auch ein Reflektionsprozess
2. - Es bestehen sowohl eine technische wie auch wirtschaftliche „Substitutionsgefahr“ (→Bauteilgestaltung/Werkstoffe bzw. Variantenvielfalt, Stückzahlen)
3. - Langfristig wird diese Entwicklung vor allem marktbedingt bestimmt (Stichwort Elektromobilität, Leichtbau). Hier besteht eine hohe Verunsicherung der Zulieferer
4. - Kurzfristig geht zu dem eine weitere Gefahr von den Bestrebungen der OEM, die eigene Fertigungs- und Wertschöpfungstiefe zu erhöhen, aus
5. - Der scheinbare Fokus der Forschung auf den Fahrzeugbau könnte langfristig zu „Lasten“ anderer, wichtiger Branchen wie der Medizintechnik gehen

Abb. 34: Gefahren und Risiken

Zwar scheinen fast alle technologischen Trends bekannt zu sein, inwiefern diese aber Eingang in einen „kritischen“ Dialog mit der eigenen Technologie-Planung finden ist unklar. Die unternehmensspezifische Technologie-Strategie sollte auch immer das Ergebnis eines Reflektionsprozesses sein, um erkannte und relevante Trends frühzeitig in der eigenen Planung berücksichtigen zu können (Müller 2008; Müller, Müller-Stewens 2009).

Weiterhin ist festzustellen, dass die Umformtechnik trotz der genannten Potenziale der konkreten Gefahr ausgesetzt ist, durch andere Technologien substituiert zu werden – und zwar sowohl aus technischen wie auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit. Zum einen könnten umformtechnische Verfahren in Zukunft für einige Anwendungsbereiche werkstoffbedingt nicht mehr in Frage kommen (z. B. Verbundmaterialien). Zum anderen wird der Trend zu immer komplexeren Bauteilen, steigenden Genauigkeitsanforderungen sowie dem Anspruch möglichst viele Fertigungsschritte an einer Anlage durchzuführen zu einer Substitution der Umformtechnik führen – falls sie diese Anforderungen nicht mehr erfüllen kann. Aber nicht nur die technische Machbarkeit, sondern auch

die Wirtschaftlichkeit umformtechnischer Prozesse wird zukünftig über ihr Einsatzpotenzial entscheiden.

Eine Verunsicherung der Unternehmen existiert hinsichtlich der Konsequenzen markseitiger Trends. So werden langfristig insbesondere die Themen „Elektromobilität“ und im Zusammenhang mit Bestrebungen im Bereich der Ressourceneffizienz der „Leichtbau“ einen entscheidenden Einfluss auf die einsetzbaren Fertigungstechnologien haben. Selbst bei den langen Produktzyklen im Automobilbau (~6 Jahre) ist heute noch nicht klar, wohin die Reise geht. Die mangelnde Kommunikation von OEMs und ihren Zulieferern in dieser Richtung könnte sich dabei als Risiko herausstellen. Denn wenn in diesem Zusammenhang relevante Informationen zu spät an die Zulieferer kommuniziert werden bleibt ihnen ggf. nicht mehr genügend Zeit effizient auf die neue Situation reagieren zu können – gerade im Bereich der Pressentechnik, bei dem der Investitionshorizont regelmäßig 20 und mehr Jahre umfasst.

Kurzfristig geht eine substantielle Gefahr für die zuliefernden Betriebe der Region durch die zunehmenden Insourcing-Tendenzen ihrer Kunden aus. Gerade im Bereich des Automobilbaus sind die OEMs in der Krise bestrebt, die Entwicklung der vergangenen Boom-Jahre wieder umzudrehen und erhöhen ihre eigene Fertigungs- und Wertschöpfungstiefe zwecks besserer Auslastung ihrer umformtechnischen Anlagen.

Die Ergebnisse der technologischen Expertise des Fraunhofer IWU sowie ihr Aufbau selbst (vgl. Abschnitt 2.2) verdeutlichen die starke Prägung der Umformtechnik durch ihre „starken“ Anwenderbranchen - insbesondere dem Fahrzeug- sowie Maschinenbau. Die Fallstudien der beiden medizintechnischen Unternehmen deuten zumindest an, dass sie auch für andere Branchen Potenziale bieten kann. Wenn nicht über alle umformtechnische Prozesse hinweg, so können durch eine entsprechende Beachtung der Belange dieser Branchen weitere Anwendungs- und damit auch Wirtschaftlichkeitspotenziale für und durch die Umformtechnik erschlossen werden. Dies sind beispielsweise für die Medizintechnik auf Grund der hier häufig eingesetzten kleinen und komplexen Bauteilgeometrien sowie der hohen Variantenvielfalt bei gleichzeitig kleinen Stückzahlen insbesondere Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit, Wandlungsfähigkeit und Genauigkeit der Prozesse und Anlagen.

4.4 Handlungsempfehlungen

Auf Grundlage der vorangegangen Ausführungen sollen im Folgenden konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden (Abb. 35). Zuvor sei nochmals ausdrücklich auf den explorativen und exemplarischen Charakter der Studie hingewiesen, daher haben die folgenden Ausführungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Allgemeingültigkeit.

1 Technologie-Planung	- Die aktuelle Situation ist insbesondere einem stark ausgeprägten Technologie Scouting zu verdanken. → Betriebe: Nicht vernachlässigen, „strategischer“ Fokus → Politik: Überbetrieblichen Austausch stärken (z.B. Arbeitskreise)
2 Prozess-Engineering I	- Eine zentrale und organisatorische Verfahrensentwicklung scheint die Voraussetzung für effektive Innovationsprozesse zu sein. → Betriebe: Wo möglich – ausbauen!
3 Prozess-Engineering II	- Prozess Engineering ist mehr als KVP und Arbeitsvorbereitung. Eine Integration in die Produktentwicklungstätigkeiten ist unabdingbar → Betriebe: Auf Zukunftsorientierung achten
4 Personal-entwicklung I	- Für eine reibungslose und schnelle Nutzung der Modernisierungs-potenziale müssen Qualifizierungsmaßnahmen rechtzeitig starten. → Betriebe: Mit Technologieplanung synchronisieren → Politik: Zukunftsfähige Qualifizierungsschwerpunkte identifizieren

Abb. 35: Handlungsempfehlungen

Auf dieser Grundlage wird Handlungsbedarf insbesondere in drei Bereichen gesehen: (1) in der Technologie-Planung, (2) im Bereich des Prozess Engineerings und (3) in der Personalentwicklung.

1. Technologie-Planung

Die momentan gute technologische Ausgangslage der Betriebe der Umformtechnik in der Region Rastatt/Gaggenau ist vornehmlich ihrem guten Überblick über relevante Trends in diesem Technologiefeld zu verdanken. Sie erwecken insbesondere den Eindruck, dass dies auf ein ausgeprägtes und aktives Technologie-Scouting zurückzuführen ist. Da aber nicht klar ist, inwiefern dieses das Ergebnis einer systematischen Planung ist, und inwiefern die tatsächliche Strategie dadurch beeinflusst wird, sollte dieser Bereich aktiv weiter beobachtet werden. Für die Betriebe gilt es, gerade in der Krise, diesen für die Zukunftsfähigkeit wichtigen Bereich nicht zu vernachlässigen. Gleiches gilt für die schon oben angesprochene Entwicklung der „strategischen“ Investitionen – also insbesondere solcher, die dem Ausbau der technologischen Kompetenz auch ohne konkreten Kundenauftrag dienen. Auf Grund ihrer hohen Bedeutung im Rahmen langfristiger Akquiseerfolge sind sie in der Krise sogar eher auszubauen – eine entsprechende Finanzierbarkeit vorausgesetzt – und dürfen nicht „Opfer“ kurzfristiger Sparanstrengungen werden.

Wenn auch die Ergebnisse aus den Fallstudien nur wenig konkrete Hinweise auf die Potenziale überbetrieblicher Zusammenarbeit liefern konnten, so wurde von den Betrieben vereinzelt auf die Vorteile hingewiesen, die ein regional organisierter, überbetrieblicher Austausch im Bereich des Technologie Scoutings haben könnte. Schon heute nehmen sie deutschlandweit aktiv an einem von Forschungsinstitutionen und Verbänden organisierten Austausch teil. Die Organisation bzw. das Angebot vergleichbarer Veranstaltungen in der Region Rastatt/Gaggenau könnte die Betriebe hier gezielt und nachhaltig stärken. Da die Resonanz auf ein solches „Angebot“ auch einer entsprechenden

Wertschätzung der Unternehmen bedarf, könnte sich als erster Schritt die Förderung der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit mit speziellen aber konkreten Themen empfehlen. Gute Ansatzpunkte – weil besonders relevant für Unternehmen aus der Umformtechnik – würden beispielsweise die Schaffung regionaler Arbeitskreise zu den Themen „Energie-“ und „Materialeffizienz“ oder die Bildung von „Einkaufs-“ und „Produktionsgemeinschaften“ liefern. Geeignete Träger der Angebote könnten aus dem Kreis der regionalen Kammern, Verbände und Intermediäre gewonnen werden.

2. Prozess-Engineering

Wie oben schon angedeutet, ist ein systematischer und organisatorisch klar geregelter Prozess innerhalb der Verfahrensentwicklung ein entscheidendes Element für die erfolgreiche Umsetzung der verfolgten Technologiestrategien. Dies zeigen die Fallstudien, in denen die Implementierung der entsprechenden Prozesse abgeschlossen wurde. Da die Verfahrensinnovationen im überwiegenden Teil durch Produktinnovationstätigkeiten, teilweise aber auch durch strategischen Akquisen angestoßen werden, sind verantwortliche Verfahrensentwicklungs-Einheiten frühzeitig in die entsprechenden Prozesse einzubinden. Zudem ist gerade die klare Regelung von Verantwortlichkeiten und Schnittstellen eine unabdingbare Voraussetzung für eine effiziente unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in so sensitiven Bereichen wie der gerade angesprochenen Produktentwicklung.

Dies bedeutet aber auch, dass der Aufgabenbereich solcher Prozess-Engineering-Einheiten klar über reine KVP-getriebene Maßnahmen hinausgehen muss. Tatsächlich sind sie als (gleichberechtigter) Partner und nicht als „Zuarbeiter“ zu betrachten. Dies bedingt eine kontinuierliche Weiterentwicklung der technologischen Kompetenzen und insbesondere eine hohe Zukunftsorientierung (siehe auch oben). In diesem Zusammenhang ist noch einmal auf die Potenziale hinzuweisen, die ein funktionierendes Vorschlagswesen haben kann – gerade in Krisenzeiten. Oft sind viele der Probleme in der umformtechnischen Fertigung den Mitarbeitern bekannt. Um dieses Potenzial zu heben, reicht die bloße Einrichtung eines Vorschlagswesens nicht aus. Sie bedarf zusätzlich einer richtigen Integration in die entsprechenden Verfahrensentwicklungsprozesse und muss durch eine entsprechende „Kultur“ unterstützt werden. Verbesserungsvorschläge dürfen nicht als „Einmischung“ in die Verantwortlichkeiten Anderer verstanden werden, sondern sind stattdessen als „Beteiligung“ aufzufassen („wir sitzen alle in einem Boot“).

3. Personalentwicklung

So wie Produkt- und Prozessentwicklungsaktivitäten Hand in Hand koordiniert werden müssen, so gilt dies auch für andere wichtige Funktionen im Unternehmen. Wie die Fallstudien gezeigt haben, so sind selbst im obigen Verständnis funktionierende Verfahrensentwicklungsprozesse kein Garant für eine zweckmäßige Koordination ihrer Aktivitäten und Pläne mit denen der Personalentwicklung. Nicht rechtzeitig oder nicht in der richtigen Qualität zur Verfügung stehende Kompetenzen (des Personals) verhindern ggf. das Ausschöpfen sämtlicher mit der Einführung neuer Technologien und Verfahren be-

absichtigter Potenziale. Eine „Synchronisation“ der Personalentwicklungsaktivitäten mit denen der Technologie-Planung ist daher angezeigt.

Allerdings kann diese Aufgabe nicht nur alleine in der Verantwortung der Betriebe liegen, sondern muss von den regionalen und überbetrieblichen Akteuren durch die Bereitstellung entsprechender und regionaler Qualifizierungsmöglichkeiten sowie -potenziale (an Fachkräften) unterstützt werden. Idealerweise wird regionale, zukunftsorientierte Technikfolgenabschätzung in relevanten Technik- oder Anwendungsfeldern wie beispielsweise der Umformtechnik oder den Herausforderungen der Elektromobilität auf zukünftige Qualifikationsbedarfe heruntergebrochen. Darauf basierend könnten die regionalen Träger der Aus- und Weiterbildung gezielt Strategien entwickeln, wie diese Bedarfe durch geeignete Bildungs- und Qualifizierungsangebote gedeckt werden könnten. Ein solches Vorgehen erfordert ein frühzeitiges Einbinden der regionalen Unternehmen - z. B. im Rahmen der bereits angesprochenen, unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit.

4.5 Einschränkungen und weiterer Forschungsbedarf

Auf der einen Seite war es das Ziel dieser Studie, exemplarisch Handlungsalternativen aufzuzeigen, mit denen die möglichen Zukunftspotenziale der Umformtechnik als wichtige Fertigungstechnologie für die deutsche Industrie genutzt werden können – am Beispiel eines so hoch auf dieses Verfahren spezialisierten Wirtschaftsraums wie der Region Rastatt/Gaggenau. Dieses Ziel konnte durch den Aufbau der Studie und den vorliegenden Bericht erreicht werden.

Auf der anderen Seite kann eine regional orientierte und in ihrem Untersuchungsumfang limitierte Studie allenfalls explorativen Charakter für die Ableitung erster Handlungsbedarfe sowie weiterer Forschungsanstrengungen in diesem Bereich liefern. Deshalb soll auf Letztere hier noch einmal knapp eingegangen werden.

Ein offener Punkt dieser Studie ist die Frage nach der tatsächlichen, prozessualen Struktur der Verfahrensentwicklung in den an der Studie beteiligten Betrieben. Ein (langfristiger) Foresight-Prozess in den Unternehmen bedingt, wie angesprochen, neben einem (reflektiven) Planungsprozess auf strategischer Ebene insbesondere auch einen koordinierten Methoden- bzw. Instrumenteneinsatz. Dieser Sachverhalt konnte leider nicht im Rahmen dieser Studie geklärt werden – weder für das angesprochene Technologie-Scouting im Besonderen noch für die Technologie-Planung der Unternehmen im Allgemeinen. Da ein solch systematisches Foresighting jedoch als Erfolgsfaktor für die Technologieplanung angesehen wird, wäre dies in einer anderen Studie zu untersuchen.

Abschließend sei noch auf eine spezifische Gefahr der aktuellen wirtschaftlichen Situation hingewiesen, die sich als ein substantielles Risiko für die Zukunft erweisen könnte: Während in den Boomzeiten teilweise aus Kapazitätsgründen strategische Technologie-Themen vernachlässigt worden sind, so besteht heute die Gefahr, dass diese aus „Kri-

sen“-Gründen vernachlässigt werden. Operatives Krisenmanagement wird für Betriebe der Region - gerade für die aus dem Fahrzeugbau - zur existentiellen Maxime des Handelns. Dies könnte, falls wichtige relevante Trends „verschlafen“ werden, dazu führen, den Anschluss im folgenden Aufschwung zu verpassen. Daher ist es angeraten, die Betriebe in der aktuellen Situation bei der wichtigen Scouting-Aufgabe zu unterstützen. Ein erster Schritt dazu ist die in dieser Studie erstellte Technologie Roadmap (vgl. Abschnitt 2.4) bzw. die in Abb. 32 auf Basis der durchgeführten Fallstudien zusammengefassten, potenziellen Blind Spots der regionalen Betriebe in dieser Hinsicht. Sie könnten zum Ausgangspunkt weiterer Forschungsanstrengungen werden.

5 Anhang

5.1 Patentklassifikation

5.1.1 Walzen

IPC	Beschreibung
B21B	Walzen von Metall
	Verfahren oder Vorrichtungen allgemein
B21B 1/*	Metallwalzverfahren oder -werke zum Herstellen von Halbzeug oder Profilen
B21B 11/*	Unterstützen des Walzvorganges durch Einleiten von Schwingungen in Walzen oder Walzgut
B21B 15/*	Einrichtungen zum Ausführen zusätzlicher Metallbearbeitungsvorgänge für oder vereinigt mit Metallwalzwerken oder besonders ausgebildet für die Verwendung in Verbindung mit Metallwalzwerken
	Steuerung, Regelung oder Bedienung
B21B 35/*	Antriebe für Metallwalzwerke
B21B 37/*	Steuer-/Regeleinrichtungen oder -/verfahren, speziell ausgebildet für Metallwalzwerke oder für das damit hergestellte Walzgut
B21B 38/*	Messverfahren oder -vorrichtungen, speziell für Metallwalzwerke ausgebildet, z.B. Lageerkennung, Prüfung des Fertigproduktes
B21B 39/*	Einrichtungen zum Bewegen, Halten oder Ausrichten von Walzgut oder zum Steuern oder Regeln seiner Bewegungen für oder vereinigt mit Metallwalzwerken oder in diesen angeordnet
B21B 41/*	Führen, Fördern oder Speichern leicht schmiegsamen Walzgutes, z.B. Draht, Blechstreifen in Schleifen oder Bögen; Schlingenwerfer
	Sicherheitseinrichtungen, Kühlung, Wartung
B21B 28/*	Erhalten der Walzen oder anderer Walzwerkseinrichtungen in einsatzfähigem Zustand
B21B 33/*	Sicherheitseinrichtungen, soweit nicht anderweitig vorgesehen; Brechtöpfe; Einrichtungen zum Lösen festgefahrener Walzen
B21B 43/*	Kühlbetten, feststehend oder beweglich; mit Kühlbetten verbundene Mittel, z.B. zum Abbremsen des Walzgutes oder zu seinem Überführen auf das oder Abführen von dem Kühlbett
	Einzelheiten von Walzwerksanlagen
B21B 27/*	Walzenkörper; Schmieren, Kühlen oder Heizen von Walzen während des Betriebes
B21B 28/*	Erhalten der Walzen oder anderer Walzwerkseinrichtungen in einsatzfähigem Zustand
B21B 29/*	Gegendruckvorrichtungen für Walzen zum Vermeiden des Durchbiegens bei Belastung, z.B. Stützwalzen
B21B 31/*	Aufbau von Walzgerüsten; Einbauen, Einstellen oder Auswechseln der Walzen, Walzenhalterungen oder Gerüstrahmen
B21B 9/*	WALZEN VON METALL UNTER BESONDEREN BINDUNGEN
B21B 3/*	WALZEN VON SONDERLEGIERUNGEN
	WALZEN VON BESONDEREN FORMATEN: Rohre
	Walzverfahren
B21B 17/*	Walzen von Rohren durch Walzen, deren Achsen hauptsächlich senkrecht zur Walzgutachse liegen, z.B. Längswalzen von Rohren
B21B 19/*	Walzen von Rohren durch Walzen, deren Achsen nicht senkrecht zur Walzgutachse und außerhalb des Walzgutes liegen
B21B 21/*	Pilgerschrittrohrwalzen
B21B 23/*	Walzverfahren für Rohre, z.B. kombinierte Walzverfahren
B21B 25/*	Ziehwerkzeuge, Hilfseinrichtungen
B21B 5/*	Ziehen von geschlossenen Profilen

5.1.2 Herstellen von Blechen, Metalldraht, -stangen, -rohren Metallprofilen oder Halbzeugen auf andere Weise als durch Walzen

IPC	Beschreibung
	ZIEHEN VON METALL
B21C 1/*	Allgemeine Verfahren
	Hilfsmaßnahmen
B21C 5/*	Anspitzen oder Einstoßen des Ziehgutes
B21C 9/*	Kühlen, Heizen oder Schmieren des Ziehgutes
	Einrichtungen
B21C 3/*	Profilgebende Ziehwerkzeuge; Vereinigungen von Ziehmatrizen und Dornen
B21C 19/*	Einrichtungen zum Geraderichten von Draht oder ähnlichem Gut an oder vereinigt mit Zieh- oder Wickelmaschinen oder -geräten
	STRANGPRESSEN VON METALL
B21C 23/*	Strangpressen von Metall; Schlagfließpressen
B21C 29/*	Hilfsmaßnahmen - Kühlen oder Beheizen von gepressten Werkstücken oder von Teilen der Strangpresse
B21C 33/*	Hilfsmaßnahmen - Beschicken von Strangpressen mit Metall
B21C 35/*	Hilfsmaßnahmen - Abnehmen von Erzeugnissen oder Entfernen von Pressresten aus Strangpressen; Abziehen des stranggepressten Gutes; Reinigen von Matrizen, Kanälen, Aufnahmebehältern oder Dornen für das Pressen von Metall
	Einrichtungen
B21C 25/*	Profilgebende Strangpresswerkzeuge
B21C 26/*	Pressstempel oder Pressscheiben für das Strangpressen von Metall
B21C 27/*	Aufnahmebehälter für das zum Strangpressen bestimmte Metall
B21C 31/*	Steuerung, Regelung
B21C 43/*	EINZELHEITEN ALLGEMEIN, GEBRÄUCHLICH BEIM PRESSEN ODER ZIEHEN VON METALL
B21C 37/*	HERSTELLUNG, SOWEIT NICHT ANDERWEITIG VORGESEHEN
	Andere Hilfsmaßnahmen
B21C 45/*	Trennen der Dorne von gezogenen Werkstücken oder umgekehrt
B21C 47/*	Aufwickeln, Aufspulen oder Abwickeln von Metalldraht, -band oder anderem biegsamen metallischen Stranggut nach Merkmalen, die sich ausschließlich auf die Metallbearbeitung beziehen
B21C 49/*	Einrichtungen zur zeitweiligen Gutansammlung
B21C 51/*	Mess-, Überwachungs-, Anzeige-, Zähl- oder Markiereinrichtungen, die zur Verwendung beim Herstellvorgang oder zum damit verbundenen Handhaben des Gutes besonders ausgebildet sind

5.1.3 Bearbeiten oder Verarbeiten von Blechen, Metallrohren, -stangen oder -profilen ohne wesentliches Abtragen des Werkstoffs; Stanzen

IPC	Beschreibung
	BEARBEITUNG, GEKENNZEICHNET DURCH DIE FUNKTION
	Richten
B21D 1/*	Richten, Wiederherstellen der Form oder Beseitigen örtlicher Verformungen von Metallblech oder bestimmten Blechgegenständen; Strecken von Metallblech verbunden mit dem Walzen
B21D 3/*	Richten oder Wiederherstellen der Form von Metallstangen, Metallrohren, Metallprofilen oder bestimmten daraus hergestellten Gegenständen, unabhängig davon, ob diese in Verbindung mit Blechteilen stehen oder nicht
B21D 25/*	Verarbeiten von Metallblech begrenzter Länge mittels Strecken, z.B. zum Richten
	Biegen
B21D 11/*	Biegen von Halbzeugsorten; Verwinden
	...von Blechen
B21D 5/*	Biegen von Blechen, z.B. zum Bilden einfacher Krümmungen
B21D 13/*	Wellen von Blech, Stangen oder Profilen; Biegen von Blech, Stangen oder Profilen in Wellenform
	...von Stangen
B21D 7/*	Biegen von Stangen, Profilen oder Rohren
B21D 13/*	Wellen von Blech, Stangen oder Profilen; Biegen von Blech, Stangen oder Profilen in Wellenform
	...von Rohren
B21D 9/*	Biegen von Rohren, z.B. unter Verwendung von Dornen oder dgl.
B21D 15/*	Wellen von Rohren
	Wellen, Riffeln oder Biegen in Wellenform [Sicken]
B21D 13/*	Wellen von Blech, Stangen oder Profilen; Biegen von Blech, Stangen oder Profilen in Wellenform
B21D 15/*	Wellen von Rohren
B21D 17/*	Formen einzelner Rillen [Sicken] in Blech, rohrförmige oder hohle Gegenstände
	Lochen, Stanzen, Tiefziehen, Drücken, Formgebung unter Anwendung hoher Energie
B21D 22/*	Formen ohne Schneiden, durch Stanzen, Drücken oder Tiefziehen
B21D 24/*	Besondere Tiefzieheinrichtungen in oder verbunden mit Pressen
B21D 25/*	Verarbeiten von Metallblech begrenzter Länge mittels Strecken, z.B. zum Richten
B21D 26/*	Formen ohne Schneiden in anderer Weise als unter Verwendung von starren Vorrichtungen bzw. Werkzeugen oder nachgiebigen bzw. elastischen Kissen, d.h. durch unmittelbares Einwirken von Fluiddruck oder magnetischen Kräften
B21D 28/*	Stanzschneiden; Lochen

IPC	Beschreibung
	KANTENBEARBEITUNG; VERBINDEN VON GEGENSTÄNDEN
B21D 19/*	Bördeln oder andere Kantenbearbeitung, z.B. von Rohren
B21D 39/*	Verbinden von Gegenständen oder Teilen, z.B. Überziehen mit Blech auf andere Weise als durch Plattieren; Rohraufweiter
B21D 41/*	Verändern des Durchmessers von Rohrenden
	KOMBINIERTE BEARBEITUNGSVORGÄNGE
B21D 21/*	Kombinierte Bearbeitungsvorgänge, entsprechend den Gruppen B21D 1/00-B21D 19/00
B21D 35/*	Kombinierte Arbeitsvorgänge entsprechend den Gruppen B21D 1/00-B21D 31/00
	BETRIEBSABWICKLUNG
B21D 43/*	Vorrichtungen zum Zuführen, Ausrichten oder Lagern, speziell für oder verbunden mit, bzw. angeordnet an Be- oder Verarbeitungsvorrichtungen für Bleche, Metallrohre oder Metallprofile; Verbindungen solcher Vorrichtungen mit Schneideinrichtungen
B21D 45/*	Auswerf- oder Abstreifvorrichtungen in Maschinen oder Werkzeugen
B21D 33/*	ANDERE ZUSÄTZLICHE ARBEITSVORGÄNGE (Besondere Maßnahmen in Bezug auf das Bearbeiten von Metallfolien, z.B. Goldfolien)
B21D 37/*	WERKZEUGE (z.B. Formstanzwerkzeug, Blech, Metallbearbeitung, spanlos, Werkzeug, Stanzwerkzeug, Gesenke,...)
B21D 55/*	SICHERHEITSEINRICHTUNGEN
	BESONDERE ARBEITSVORGÄNGE ZUR HERSTELLUNG BESONDERER ERZEUGNISSE
B21D 47/*	Herstellen von versteiften Konstruktionsteilen oder -einheiten, z.B. von Wabenstrukturen
B21D 49/*	Umkleiden oder Versteifen von Gegenständen
B21D 51/*	Herstellen hohler Gegenstände
B21D 53/*	Herstellen anderer besonders gestalteter Gegenstände

5.1.4 Herstellen besonderer Gegenstände aus Metall durch Walzen, z. B. Schrauben, Räder, Ringe, Büchsen, Kugeln

IPC	Beschreibung
B21H	Diese Unterklasse umfasst nur Walzvorgänge zum Herstellen bestimmter Gegenstände, die im wesentlichen nicht mit irgendwelchen anderen Metallbearbeitungsvorgängen kombiniert sind, sofern letztere nicht nur mit der gleichen Maschine ausgeführte ergänzende Bearbeitungsvorgänge sind.
B21H 1/*	Walzen drehsymmetrischer Gegenstände
B21H 3/*	Walzen schraubenförmiger Werkstücke oder von Werkstücken mit schraubenförmigen Teilen
B21H 5/*	Walzen von Zahnrädern
B21H 8/*	Walzen von Metallteilen unbestimmter Länge mit Abschnitten sich wiederholender Form zum Herstellen bestimmter Gegenstände
B21H 9/*	Zuführeinrichtungen für Walzmaschinen oder -vorrichtungen zum Herstellen von Gegenständen, die in dieser Unterklasse behandelt sind

5.1.5 Massivumformung durch Schmieden, Hämmern, Pressen etc.

IPC	Beschreibung
B21J 1/*	VORBEREITEN METALLISCHER HALTBARER ERZEUGNISSE (z.B. Schmieren...)
	SCHMIEDEN; HÄMMERN; PRESSEN
B21J 5/*	Allgemeine Verfahren, Ausrüstungen dafür
B21J 7/*	Hämmer; Schmiedemaschinen mit Hämmern oder mit unter Schlagwirkung arbeitenden Formgesenken
B21J 9/*	Schmiedepressen
B21J 11/*	Schmiedehämmer, vereinigt mit Schmiedepressen; Schmiedemaschinen mit Einrichtungen zum Hämmern und Pressen
B21J 13/*	Einzelteile von Maschinen zum Schmieden, Pressen oder Hämmern
B21J 3/*	Schmieren während des Schmiedens oder Pressens
B21J 17/*	Öfen
B21J 15/*	NIETEN

5.1.6 Pressen allgemein

IPC	Beschreibung
	PRESSEN, GEKENNZEICHNET DURCH DIE WIRKUNGSWEISE DER PRESSEINRICHTUNGEN
B30B 1/*	Pressen mit Stößel, gekennzeichnet durch die Antriebsart, mit unmittelbarer Presskraftübertragung oder solcher durch einfache Druck- oder Zugelemente auf den Stößel oder die Pressenplatte
B30B 3/*	Pressen mit umlaufenden Presskörpern, z.B. Walzen, Ringen, Scheiben
B30B 5/*	Pressen mit anderen Mitteln als in den Gruppen B30B 1/00 und B30B 3/00 angegeben
B30B 7/*	Pressen, gekennzeichnet durch eine besondere Anordnung der Pressglieder
	SONSTIGE PRESSEN
B30B 12/00	Pressen, soweit nicht in den Gruppen B30B 1/00-B30B 11/00 vorgesehen
B30B 13/00	Pressverfahren, soweit sie nicht an Pressen nach einer der vorhergehenden Hauptgruppen B30B 1/00-B30B 12/00 speziell gebunden sind
	EINZELHEITEN, ZUBEHÖR, REGEL- ODER STEUEREINRICHTUNGEN
B30B 15/00	Einzelheiten von oder Zubehör für Pressen; Hilfsmaßnahmen in Verbindung mit Pressen

6 Literatur

Baur, H. (2007): Daimler Chrysler AG: Cost-effective Lightweight Materials for Powertrain.

Drossel, W.-G.; Blau, P. (2009): Energieeffiziente Produktionsanlagen - Fraunhofer IWU Chemnitz.

Erber, G.; Hagemann, H. (2007): Deutsche Innovationspolitik: Herausforderungen im Zuge der Globalisierung. In: DIW Wochenbericht (16), S. 231-234.

Fraunhofer (2004): Interne Fraunhofer-Studie "Leichtbautür".

Fraunhofer (2008): Studie - BMBF Rahmenkonzept: Forschung für Produkte von morgen.

Gerlach, F.; Ziegler, A. (2002): Mit Innovation und Kooperation zu mehr Beschäftigung? Zur Diskussion neuerer Beschäftigungsförderungsansätze in Regionen am Beispiel der Territorialen Beschäftigungspakte und des InnoRegio-Programms. In: Mitteilungen zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (3), S. 429-439.

Grupp, H. (1997): Messung und Erklärung des Technischen Wandels – Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik.

Hornschild, K.; Raab, S.; Weiss, J.P. (2006): Die Medizintechnik am Standort Deutschland: Chancen und Risiken durch technologische Innovationen, Auswirkungen auf und durch das nationale Gesundheitssystem sowie potentielle Wachstumsmärkte im Ausland, 2., neu bearb. U. erw. Aufl.

IKB Deutsche Industriebank AG (2008): IKB Branchenbericht - Automobilzulieferer.

Kalmbach, P.; Franke, R.; Knotenbauer, K.; Krämer, H.; Schaefer, H. (2003): Die Bedeutung einer wettbewerbsfähigen Industrie für die Entwicklung des Dienstleistungssektors. Eine Analyse der Bestimmungsgründe der Expansion industrienaher Dienstleistungen in modernen Industriestaaten.

Köhn, R.; Ruhkamp, C. (2009): Freude am Investieren. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung (204), S. 20.

Lenze; Sikora; Banik (2008): Einsatz warmgeformter Stähle im Karosseriebau - Stand und Trends der Entwicklung der Warmumformung.

Meichsner, Th. (2008): Innovative und wandlungsfähige Großwerkzeuge für den Karosseriebau.

Meschut, Gerson (2009): Licht ins Dunkel bringen. In: BLECH InForm.

Müller, A.W. (2008): Strategic Foresight - Prozesse strategischer Trend- und Zukunftsforschung in Unternehmen.

Müller, A.W.; Müller-Stewens, G. (2009): Strategic Foresight - Trend und Zukunftsforschung in Unternehmen - Instrumente, Prozesse, Fallstudien.

Neugebauer, R. (2009): Potentiale ressourceneffizienter Produktion - Fraunhofer IWU Chemnitz.

Nottbohm, H. (2009): Energieeffiziente Fabrikplanung und Fabrikbetrieb - Volkswagen Sachsen GmbH.

o.V. (2002): Automobiltechnologie 2010.

o.V. (2004): Presseforum METAV 2004, Umformtechnik, Ottobrun - Experteninterview.

o.V. (18-11-2008a): Energieeffiziente Produktion wird Realität. In: Maschinenmarkt.

o.V. (24-11-2008b): Energiespareffekte liegen auch in Service und Instandhaltung. In: Maschinenmarkt.

o.V. (2008c): Studie Leichtbautür - Automobilcluster Südwestsachsen.

o.V. (2008d): Verbundbauteile erlauben neue Designs. In: Automotive Materials.

o.V. (2008e): Wandlungsfähige Karosserie-Werkzeuge unterstützen die Variantenvielfalt. In: Maschinenmarkt - Das Industriemagazin (41).

o.V. (2009a): Energieeffiziente Produktion wird Realität. In: Produktion MM - Deutschland innovativ, 26-28.

o.V. (2009b): Magnesium im Fahrzeugbau - Interview mit Christian Frantz: Geschäftsführer der Meridian Deutschland GmbH. In: Konstruktion (01/02).

o.V. (2009c): Onlineartikel: Bei der Warmumformung die Energiebilanz im Blick. In: www.blechnet.com.

o.V. (2009d): Von der Prozessoptimierung zum Hochleistungsstahl - Aktuelle Entwicklungen bei ThyssenKrupp Steel. In: Konstruktion (01/02).

PROD*EU (2004): Der Manufacturing Technology Action Plan und die Deutsche Produktionsforschung im Europäischen Forschungsraum.

Prof.Schubert (2009): Workshop: "Präzisionsfertigung für die Medizintechnik".

Roth, S. (2004): Zukunftsperpektiven für Automobilzulieferer.

Schmoch, U. (1990): Wettbewerbsvorsprung durch Patentinformation. Handbuch für die Recherchepraxis.

Schrooten, M.; König, P. (2006): Exportnation Deutschland - Zukunftsfähigkeit sichern. In: DIW Wochenbericht (41), S. 545-551.

Schuh, G.; Klappert, S.; Saxler, J.; Schubert, J. (2009a): Zehn Erfolgsfaktoren bestimmen das Technologiemanagement. In: IO New Management (1-2), S. 53-56.

Schuh, G.; Schubert, J.; Michels, J.S. (2009b): Technologieführerschaft durch langfristiges Roadmapping. In: IO New Management (4), S. 54-57.

Stelzer, W. (2007): Alcan Automotive: Aluminium - DER Leichtbauwerkstoff für die Automobilindustrie.

Stern, E. (2005): Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich.

Stracke, S. (2006): Betriebsräte und Innovation. Empirische Befunde, Beschäftigungsorientierung und mögliche Aufgabenfelder.

Tidd, J.; Bessant, J.; Pavitt, K. (2005): Managing Innovation: Integrating technological, market and organizational change, 3.

Verband der Automobilindustrie e.V. (2003): HAWK 2015 - Herausforderungen Automobile Wertschöpfungskette.

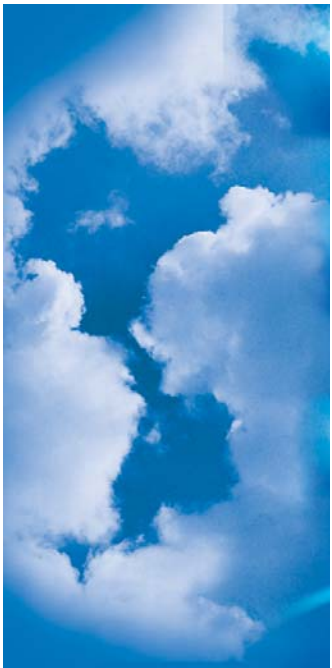
Wietschel, Martin and Dallinger, D. (2008): Quo Vadis Elektromobilität? In: Veröffentlichung in Energiewirtschaftlichen Tagesfragen.

Wildemann, H. (2007): Wertschoepfung hat Wert. Industrielle Erneuerung als Wirtschaftmotor.

Vor dem Hintergrund der aktuellen weltwirtschaftlichen Lage besteht die Gefahr, dass die langfristige, strategische Technologieplanung produzierender Unternehmen in Deutschland dem operativen Krisenmanagement geopfert wird. Ziel der Studie ist es, dies durch das Aufzeigen von Ansätzen einer nachhaltigen Technologieentwicklung zu vermeiden.

Als industriell bedeutendes Technologiefeld stand die Umformtechnik im Fokus dieser exemplarischen Studie – den regionalen Schwerpunkt bildete die hoch spezialisierte Industrieregion Gaggenau. Auf Basis eines innovativen, prozessorientierten Roadmapping-Ansatzes wurden zunächst die relevanten Technologietrends in der Umformtechnik identifiziert und an der Situation von fünf namhaften Industriebetrieben aus der Region gespiegelt. Neben ihren technologiespezifischen Innovations- und Personalentwicklungsstrategien sollte dabei auch explizit der durch die aktuelle Wirtschaftskrise aufgespannte Handlungsrahmen berücksichtigt werden. Den Abschluss bilden konkrete Handlungsansätze für die zentralen betrieblichen und regionalen Akteure, um eine auch weiterhin kohärente sowie langfristig orientierte Förderung der Innovationsaktivitäten zu ermöglichen.

Fraunhofer
ISI

FRAUNHOFER VERLAG

ISBN 978-3-8396-0096-2
9 783839 600962