

Jost, Norbert (Ed.)

Proceedings

Prozessinnovationen bei der Herstellung kaltgewalzter Drähte: Tagungsband zum Technik-Forum 2000 der Max- und Erni-Bühler-Stiftung

Beiträge der Fachhochschule Pforzheim, No. 99

Provided in Cooperation with:

Hochschule Pforzheim

Suggested Citation: Jost, Norbert (Ed.) (2001) : Prozessinnovationen bei der Herstellung kaltgewalzter Drähte: Tagungsband zum Technik-Forum 2000 der Max- und Erni-Bühler-Stiftung, Beiträge der Fachhochschule Pforzheim, No. 99, Fachhochschule Pforzheim, Pforzheim, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:951-opus-874>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/97579>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Fachhochschule
Pforzheim

**Hochschule
für Gestaltung
Technik und
Wirtschaft**



*Pforzheim University
of Applied Sciences*

**BEITRÄGE DER
HOCHSCHULE PFORZHEIM**

Norbert Jost (Hrsg.)

**Technik-Forum 2000:
Prozessinnovationen bei der Herstellung
kaltgewalzter Drähte**

Nr. 99

Herausgeber: Ansgar Häfner, Norbert Jost, Karl-Heinz Rau,
Roland Scherr, Christa Wehner, Helmut Wienert
(geschäftsführend; wienert@fh-pforzheim.de)

Sekretariat: Alice Dobrinski
Hochschule Pforzheim,
Tiefenbronner Str. 65
75175 Pforzheim
dobrinski@vw.fh-pforzheim.de
Telefon: 07231/28-6201
Telefax: 07231/28-6666

Ausgabe: Juli 2001

Norbert Jost (Hrsg.)

**Technik-Forum 2000:
Prozessinnovationen bei der Herstellung
kaltgewalzter Drähte**

Tagungsband zum
Technik-Forum 2000
der Max- und Erni-Bühler-Stiftung.
Das Forum fand am 21.11.2000
an der Hochschule Pforzheim statt.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort des Herausgebers	Seite	2
2	Grußwort des Rektors.....	Seite	5
3	Grußwort der Max- und Erni-Bühler-Stiftung.....	Seite	6
4	Fotoimpressionen zum Technik Forum 2000	Seite	8
5	Kurzinformationen zu den Autoren.....	Seite	9
6	Peter Kern, Wilhelm Bauer und Rolf Ilg: Leben und Arbeiten in einer vernetzten Welt	Seite	10
7	Heiko Dreyer: Grundlagenuntersuchungen zur Herstellung dünner Drähte durch Kaltwalzen.....	Seite	21
8	Johannes Wößner: Rechnergestützte Auslegung von Drahtwalzwerken.....	Seite	30
9	Rainer Menge: Prozessverknüpfung in der Drahtindustrie	Seite	39
10	Die Max- und Erni-Bühler-Stiftung	Seite	57
11	Das Institut für Angewandte Forschung (IAF)	Seite	59
12	Verzeichnis der Tagungsteilnehmer.....	Seite	61

1 Vorwort des Herausgebers

Die Technologieregion Nordschwarzwald mit Pforzheim als Zentrum zeichnet sich traditionell durch ihr breites Spektrum an Metall verarbeitender Industrie aus. Im Zuge eines mittlerweile sehr weit gediehenen Strukturwandels haben sich die Unternehmen der Metallver- und -bearbeitung, und hier insbesondere die aus dem Bereich der Kaltverformung von Metallen, eine ganz hervorragende Marktposition erarbeiten können. Die Anwendung neuester, innovativer Techniken in der Produktion und bei der Produktgestaltung führten in spezifischen Segmenten nicht selten sogar zu internationaler Marktführerschaft.

Ein ganz wesentlicher Eckpfeiler dieser Erfolge ist die kontinuierliche Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten – in den Unternehmen, aber auch in Zusammenarbeit von Industrie und Hochschulen sowie im Bereich der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Auftragsforschung. Insbesondere bei letzterer kommt Stiftungen als Förderer von Untersuchungsprojekten angesichts der sinkenden staatlichen Finanzierungsbeiträge eine erhebliche, künftig wohl noch weiter wachsende Bedeutung zu.

Auf dem Gebiet der Erforschung und Optimierung der Vorgänge bei der Kaltverformung von Metallen hat sich die Max- und Erni-Bühler-Stiftung schon seit langer Zeit als Anreger und Unterstützer von zukunftsweisenden Projekten engagiert. Mehrere Untersuchungen von renomierten Forschungsinstituten wurden in den letzten Jahren finanziell gefördert; so auch das Projekt „Grundlagenuntersuchungen zur Herstellung dünner Drähte durch Kaltwalzen“ des Stuttgarter Fraunhofer Instituts für Produktion und Automatisierung (IPA), dessen Ergebnisse im Mittelpunkt der Fachtagung „Technik-Forum 2000“ standen, die am 21. November an der Hochschule Pforzheim stattfand.

An dem von der Max- und Erni-Bühler-Stiftung geförderten Forum nahmen rund 100 ausgewiesene Fachleute aus ganz Deutschland teil. Sie tauschten Forschungsergebnisse auf dem Vortrags-Workshop aus, informierten sich in einer Präsentation über innovative Maschinen der Bühler-Walzmaschinen GmbH,

Pforzheim, konnten die technischen Labore des Studiengangs Maschinenbau der Hochschule Pforzheim besichtigen und zusammen mit weiteren Gästen den abschließenden Festvortrag zum Thema „Leben und Arbeiten in einer vernetzten Welt“ genießen.

Aufgrund der großen, positiven Resonanz bei Fachleuten aus Wirtschaft und Technik soll das „Technik-Forum“ künftig regelmäßig, voraussichtlich in jährlichem Abstand, an der Hochschule Pforzheim stattfinden, bei dem über die Fortschritte auf dem Gebiet der Kaltverformung von Metallen berichtet und diskutiert werden soll. Die Veranstaltung ist eingebettet in eine weiter gehende Kooperation der Max- und Erni-Bühler-Stiftung mit dem Institut für Angewandte Forschung der Hochschule Pforzheim (IAF) und dem Studiengang Maschinenbau mit dem Ziel, Forschungsarbeiten in den Bereichen Werkstoffentwicklung und -optimierung sowie Fertigungstechnik durchzuführen.

Das vorliegende Heft der „Beiträge der Hochschule Pforzheim“ dokumentiert die Vortragsthemen des Technik-Forums 2000 in Form von Fachaufsätzen. An den Anfang wurde ganz bewusst die schriftliche Fassung des Vortrags von Prof. Dr.-Ing. Peter Kern „Leben und Arbeiten in einer vernetzten Welt“ gestellt. **Peter Kern, Wilhelm Bauer und Rolf Ilg** befassen sich im Stuttgarter Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) bzw. im Fraunhofer Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) professionell mit dem Thema „Zukunft der Arbeit“ und zeichnen in beeindruckend souveräner Weise ein facettenreiches und dennoch klares Bild der heutigen, von schnellen Wandlungen insbesondere im Bereich der so genannten „dot.community“ geprägten Arbeitswelt. Sie heben den alle Bereiche umgestaltenden Wandel von der Industrie- hin zur Informations- und Wissensgesellschaft und dessen Auswirkungen auf die Unternehmen hervor. Weitere Schwerpunkte sind die Internationalisierung und Globalisierung der Wirtschafts-, Arbeits- und Sozialbeziehungen und die Konsequenzen für die zukünftige Entwicklung der Arbeitswelt. Von grundlegender Bedeutung in den davon beeinflussten Geschäftsprozessen sind für Kern et al. flexible Unternehmensstrukturen, die ein individuelles Wissensmanagement unterstützen, ganz nach dem Grundsatz „Das Kapital und die Zukunft unseres Landes liegt in den Köpfen der Menschen“.

Im ersten technischen Fachbeitrag berichtet Dipl. Ing. (FH) **Heiko Dreyer** vom Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) über „Grundlagenuntersuchungen zur Herstellung dünner Drähte durch Kaltwalzen“. Er präsentiert die experimentellen Ergebnisse zur Reduzierung der zur Herstellung von Drähten notwendigen Umformschritte. Dreyer beschreibt ein innovatives, technisch und wirtschaftlich sehr zukunftsträchtiges Verfahren, mit dem die Anzahl der Fertigungsschritte bei gleicher oder besserer Qualität der Drähte deutlich, teilweise bis auf die Hälfte, herabgesetzt werden kann. Die sich damit eröffnenden Potenziale im Hinblick auf eine Reduktion der Produktionskosten sind überaus vielversprechend.

Dr.-Ing. **Johannes Wößner**, ebenfalls vom IPA, behandelt in seiner Arbeit die rechnergestützte Auslegung von kompletten Drahtwalzwerken. Um die hohen kundenspezifischen Qualitätsanforderungen zu erfüllen, müssen viele verschiedene Maschinen- und Werkstoffparameter wie z.B. Werkstoffart, Antriebsleistung der Maschine, Verformungen in der Maschine usw. berücksichtigt werden. Wößner stellt verschiedene Softwareprogramme vor, die in Zusammenarbeit mit der Bühler Walzmaschinen GmbH entwickelt wurden. Sie ermöglichen eine optimale Maschinenauslegung durch gezielte Einstellmöglichkeiten. Mit diesem rechnergestützten Verfahren können nunmehr die Walz- und Maschinenparameter optimal aufeinander abgestimmt werden.

Abschließend stellt Dr.-Ing. **Rainer Menge** vom Herborner Drahtbüro-Anlagenbau seine Ergebnisse zum Thema Prozessverknüpfung bei der kontinuierlichen Drahtfertigung vor. Besonderes Gewicht legt er dabei auf eine spezielle Art der Wärmebehandlung von Drähten mit Hilfe des so genannten „Inlineneglühens“. Menge erläutert insbesondere das äußerst komplexe Zusammenspiel der physikalischen Größen, die bei den thermo-mechanischen Behandlungen dieser neuen Art der Drahtfertigung von Bedeutung sind. Beispielfhaft werden der spezifische elektrische Widerstand, die spezifische Wärme, die Wärmeleitfähigkeit, die Dichte sowie die Permeabilität genannt.

2 Grußwort des Rektors

In der modernen Wissensgesellschaft haben die Hochschulen die immer wichtiger werdende Aufgabe, durch Lehre und Forschung innovative Impulse für die Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft zu geben. Dazu ist eine Partnerschaft mit der Industrie in der Forschung genauso wichtig wie die stete Rückkopplung der Lehrinhalte mit den Erfordernissen der Praxis, um so die Berufsfähigkeit der von den Hochschulen ausgebildeten zukünftigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sicherzustellen. Angesichts der immer geringeren „Halbwertszeit“ von Faktenwissen kommt dabei dem Methodenwissen eine steigende Bedeutung zu, weil die Studierenden nur so in der Lage sind, sich das jeweils erforderliche Wissen ein Leben lang selbständig aneignen zu können.

Zur Wahrnehmung dieser für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft zentralen Aufgaben weisen Bund und Länder den Hochschulen aus Steuermitteln Ressourcen zu. Wenngleich anzuerkennen ist, dass Baden-Württemberg deutlich mehr als im Bundesdurchschnitt zur Verfügung stellt, so reichen diese Mittel zur Sicherung einer qualitativ hochwertigen Lehre und Forschung doch zunehmend weniger aus. Deshalb sind die Hochschulen – also auch die Hochschule Pforzheim – darauf angewiesen, sich in wachsendem Umfang aus Drittmitteln zu finanzieren.

Die längerfristig ausgerichtete Partnerschaft der Bühler-Stiftung mit dem Institut für Angewandte Forschung (IAF) ist vor diesem Hintergrund ein wichtiger Schritt, der Lehre und Forschung in der Hochschule, aber auch der regionalen Wirtschaft kräftige Impulse zu verleihen: Die Stiftung stellt der Hochschule einen namhaften Betrag zur Verfügung, bearbeitet mit dem Institut partnerschaftlich interessante Fragestellungen und bindet so Studierende, Lehrende und Forschende in eine wissenschaftlich interessante und zugleich zukunftssträchtige Arbeit ein. Ich freue mich über diese beispielgebende Partnerschaft und wünsche der Zusammenarbeit weiterhin eine gedeihliche Zukunft!

Norbert Höptner

3 Grußwort der Max- und Erni-Bühler-Stiftung

Die Tätigkeit einer Forschungsstiftung vollzieht sich in der Regel nicht im Lichte der Öffentlichkeit, sondern in der Abgeschlossenheit der Laboratorien, Institute und Bibliotheken. Dies gilt auch für die Max- und Erni-Bühler-Stiftung. Bei ihr kommt hinzu, dass der Gegenstand ihrer Forschungstätigkeit – Kaltverformung von Metallen – eher nüchtern-spröde als populär ist. Auch ist die Max- und Erni-Bühler-Stiftung, da sie ihre Tätigkeit aus den Erträgen ihres Vermögens finanziert, nicht darauf angewiesen, sich mit der Bitte um Spenden an die Öffentlichkeit zu wenden.

Dessen ungeachtet dient die Tätigkeit der Stiftung der Allgemeinheit; sonst wäre sie keine „gemeinnützige Stiftung“. Es ist daher nur folgerichtig, dass auch die Max- und Erni-Bühler-Stiftung den Weg an die Öffentlichkeit findet, damit die Allgemeinheit zur Kenntnis nimmt oder zumindest zur Kenntnis nehmen kann, was da zu ihrem, der Allgemeinheit Nutzen geschieht.

Dies war der Grund, weshalb im Sommer 2000 während der Gespräche zwischen der Stiftung und der Fachhochschule Pforzheim, die später zum Abschluss eines Forschungs- und Entwicklungsvertrages führten, die Idee eines gemeinsamen "Technik-Forums" bei der Stiftung ebenso spontane Zustimmung fand wie bei der Fachhochschule. Für die Stiftung bot sich die Möglichkeit, die Ergebnisse ihrer jahrelangen Zusammenarbeit mit dem Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) im Forschungsprogramm "Grundlagenuntersuchungen zur Herstellung dünner Drähte durch Kaltwalzen" in einem Workshop der Fach-Öffentlichkeit vorzustellen. Darüber hinaus sollte die Bedeutung des technologischen Fortschritts für die gesamte Gesellschaft einer breiteren Öffentlichkeit aus wissenschaftlicher Sicht dargestellt werden. Schließlich sollte sich dies vor der besonderen Öffentlichkeit einer Hochschule unter Teilnahme ihrer Studenten und Dozenten vollziehen.

Der Erfolg der Pilot-Veranstaltung im November 2000 hat bei beiden Partnern den Willen bekräftigt, das gemeinsame "Technik-Forum" künftig jährlich durch-

zuführen. Kuratorium und Vorstand der Max- und Erni-Bühler-Stiftung freuen sich über die Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Pforzheim und hoffen, dass auch in Zukunft auf diesem Hochschulforum einerseits der Fachöffentlichkeit interessante Forschungsergebnisse und andererseits der breiteren Öffentlichkeit gesamtgesellschaftliche Aspekte aktueller technischer und wirtschaftlicher Entwicklungen vorgestellt werden können.

Für die Max- und Erni-Bühler-Stiftung
Werner Hansis

4 Fotoimpressionen zum Technik Forum 2000



Große Resonanz und
aufmerksame Zuhörer
bei den Vorträgen

Großes Interesse bei der Prä-
sentation der Labore des Stu-
diengangs Maschinenbau



Intensive Fachgespräche
auch in den Pausen

Kompetentes Publikum bei
der Vorführung der neuesten
Walzmaschinengeneration
der Bühler GmbH, Pforzheim



5 Kurzinformationen zu den Autoren

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Norbert Jost
Fachhochschule Pforzheim, Fachbereich 2 – Maschinenbau
Fachgebiete Werkstoffkunde / Festigkeitslehre / Qualitätsmanagement
Wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)
jost@fh-pforzheim.de

Prof. Dr.-Ing. Norbert Höptner
Rektor der Hochschule Pforzheim
hoeptner@fh-pforzheim.de

Dr. Werner Hansis
Geschäftsführer der
Max- und Erni-Bühler-Stiftung
whansis@zht.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Kern
Direktor am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IOA),
Stuttgart, und stellv. Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart
peter.kern@iao.fhg.de

Dr.-Ing. Wilhelm Bauer
Leiter des Competence Centers Human Engineering des IAO/IAT
wilhelm.bauer@iao.fhg.de

Dr.-Ing. Rolf Ilg
Leiter des Competence Centers Wissenschaftstransfer des IAO/IAT
rolf.ilg@iao.fhg.de

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Dreyer
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
h.dreyer@ipa.fhg.de

Dr.-Ing. Johannes Wößner
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
jfw@ipa.fhg.de

Dr.-Ing. Rainer Menge
Herborner Drahtbüro-Anlagenbau
herborn-draht-dr.menge@t-online.de

6 Peter Kern, Wilhelm Bauer und Rolf Ilg

Leben und Arbeiten in einer vernetzten Welt

Inhaltsverzeichnis

1 Von der Industrie- zur Informations- und Wissensgesellschaft.....	12
2 Electronic Business verändert die Welt.....	13
3 Netzwerke bilden.....	14
4 Wissen als Wettbewerbsfaktor	16
5 Arbeit flexibel gestalten	17
6 Anforderungen an Unternehmen und Beschäftigte	19

Zusammenfassung

Die rasanten Entwicklungen im Bereich der Mikroelektronik sowie der Informations- und Kommunikationstechnologien treiben entscheidend den Wandel von der Industrie- zur Informations- und Wissensgesellschaft an. Damit einher geht eine grundlegende Wandlung der Lebens- und Arbeitsstrukturen, der Geschäftsprozesse, kurz, der Welt wie wir sie kennen. Electronic Business hält Einzug in alle Geschäftsfelder, vor allem in den „Business to Business“- Bereich; Kooperations- und Kompetenznetzwerke bilden sich; die Arbeit wird flexibel gestaltet. Wissen wird immer mehr zum wesentlichen Kapital von Volkswirtschaften, zum entscheidenden Faktor für Wachstums- und Beschäftigungssicherung. Vereinfacht formuliert kann die Quintessenz lauten: Das Kapital und die Zukunft unseres Landes liegt in den Köpfen der Menschen.

Summary

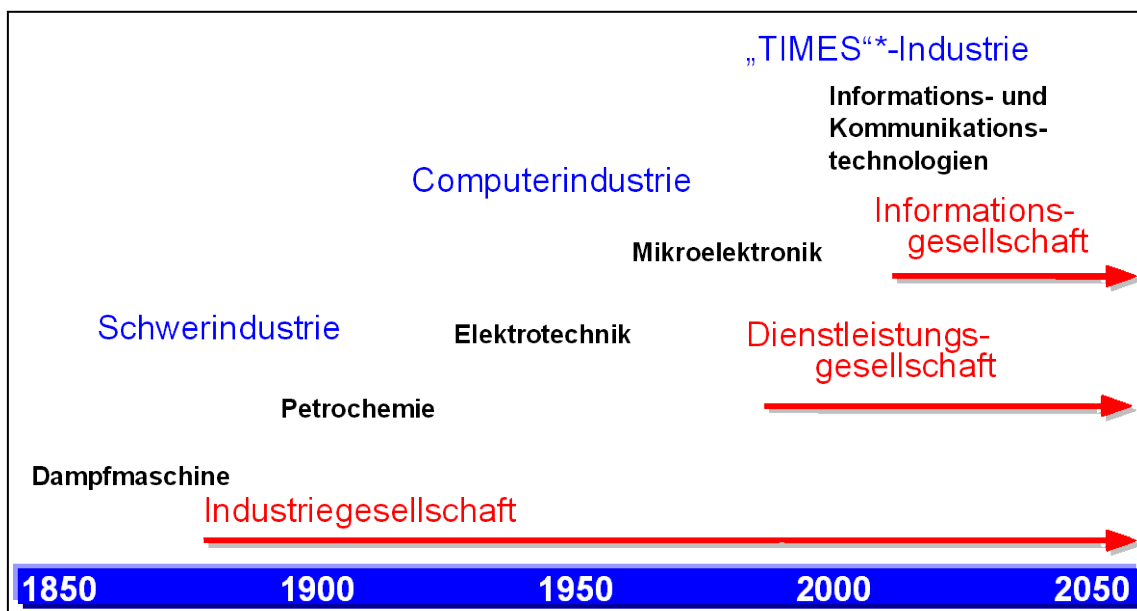
The quick developments in the fields of microelectronics as well as in computer and communication technology are the driving force in the change from an industrial to an information and knowledge-based society. In parallel, a fundamental change is taking place in the living and work structures, of business procedures – in short: of the world as we used to know it. Electronic Business is advancing into all fields of business, especially in the business-to-business fields. Cooperation and competence networks are created and work is becoming increasingly flexible. Knowledge is becoming the fundamental capital for economies and the decisive factor for growth and job retention. Simply put, the capital and the future of our country lies within the minds of the people.

Von der Industrie- zur Informations- und Wissensgesellschaft

Der Wandel von der Industriegesellschaft zur Informations- und Wissensgesellschaft und dessen Auswirkung auf die Unternehmen beschäftigt derzeit das Management vieler Firmen (Abbildung 1). Dabei sind die Internationalisierung und Globalisierung der Wirtschafts-, Arbeits- und Sozialbeziehungen die wesentlichen Auslöser und treibenden Kräfte für die zukünftigen Entwicklungen der Arbeit. Als Folge werden bislang eher abgeschottete oder ko-existierende nationale Absatz- und Arbeitsmärkte in einen immer intensiveren globalen Wettbewerb eingebunden, der nationale Schwächen und Defizite schonungslos aufdeckt und zu globalen Wanderungen von Arbeitsplätzen in die jeweils wettbewerbsfähigeren Länder führen kann. Gleichzeitig entstehen ungeahnte Chancen für neue Kooperationen und länderübergreifende Geschäftsmodelle.

Abbildung 1

Technologieentwicklung und Wachstumsphasen von Industrien



* TIMES = **T**elekommunikation, **I**nformationstechnik, **M**edien, **E**ntertainment, **S**ervices

Entscheidend getrieben wird dieser globale Trend durch die rasanten Entwicklungen im Bereich der Mikroelektronik und der Informations- und Telekommunikationstechnik. Die weltweite Vernetzung, das Internet, die Online-Dienste so-

wie die Integration verschiedenster Endgeräte wie Computer, Fernsehgeräte, Spielkonsolen und mobile Telefone sind Ergebnisse einer atemberaubenden technischen Revolution. Die enormen wirtschaftlichen Potenziale dieser Vernetzung zeigen sich z. B. in Form der boomenden Aktienmärkte der Internetunternehmen und des sich gerade entwickelnden E-Commerce-Marktes, wo Dienstleistungen und Produkte online ausgewählt, geordert und bezahlt werden können. Darüber hinaus ist die Entwicklung in Richtung einer zukünftigen „dot.com“-Gesellschaft an Symptomen wie z. B. Internet-Auktionen und Virtual Communities bereits heute deutlich erkennbar.

Das veränderte Anspruchsdenken der Kunden und die globale Verfügbarkeit der Produkte, die sich in Qualität, Leistungsvermögen und Technologie angeglichen haben, zwingen die Unternehmen zu einem fundamentalen Überdenken ihrer Marktaktivitäten. Die Gestaltung von effizienten Dienstleistungsprozessen, das Management der Kundenbeziehungen sowie der Aufbau von neuen Dienstleistungen sind dabei eine wesentliche Voraussetzung, um sich zukünftig nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Der Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechniken hat dabei vor allem zwei Ziele:

- Ermöglichung neuer Dienstleistungen
- Weltweite, schnelle und qualitativ hochwertige Verfügbarkeit von Informationen.

Electronic Business verändert die Welt

Business to Business (B2B) stellt einen Bereich im Geschäftsleben dar, welcher den Bereich Business to Consumer (B2C) bei weitem in den Schatten stellen wird. So wird nach einer Schätzung der International Data Corporation (IDC) im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) der gesamte elektronische Handel (E-Commerce) in Deutschland im Jahre 2002 auf ein Volumen von ca. 94 Mrd. Mark anwachsen (zum Vergleich USA 404 Mrd. DM, Großbritannien 72 Mrd. DM, Frankreich 43 Mrd. DM, Japan 39 Mrd. DM, Italien 27 Mrd. DM).

Der B2B-Bereich wird dabei einen Anteil von rund 75 % des gesamten E-Commerce-Marktes erreichen.

Der B2B-Bereich wird jedoch von den meisten Unternehmen im Vergleich zum Endkundengeschäft bisher vernachlässigt. Die Potenziale des Internet werden weder im Einkauf noch im Vertrieb voll ausgeschöpft. Was neue Geschäftsmodelle anbetrifft, so prognostiziert die Forit-Studie (www.wuv.de) vor allem virtuellen Marktplätzen hohe Zuwachsraten. Die Marktforscher räumen dem Vertrieb über die eigene Homepage nur in bestimmten Sparten Zukunftschancen ein. Bis 2004 sollen bis zu 40% aller elektronischen B2B-Transaktionen über virtuelle Marktplätze abgewickelt werden. Die Vorreiterrolle übernehmen hier vor allem die IT-Branche, der Finanzdienstleistungssektor, die Automobilbranche sowie die Bau-, Chemie- und Energiewirtschaft. Als Branchenbeispiele können die im Internet angebotenen Produkte der Bauindustrie (www.baunetz.de), der Verpackungsindustrie (www.packagingexchange.com) oder der Metallindustrie (www.metalsite.com) genannt werden. Durch die Unterstützung von bilateralen B2B-Beziehungen entlang der Wertschöpfungskette können zusätzliche Dienste, z.B. Kooperationsplattformen oder Communities, generiert werden.

Netzwerke bilden

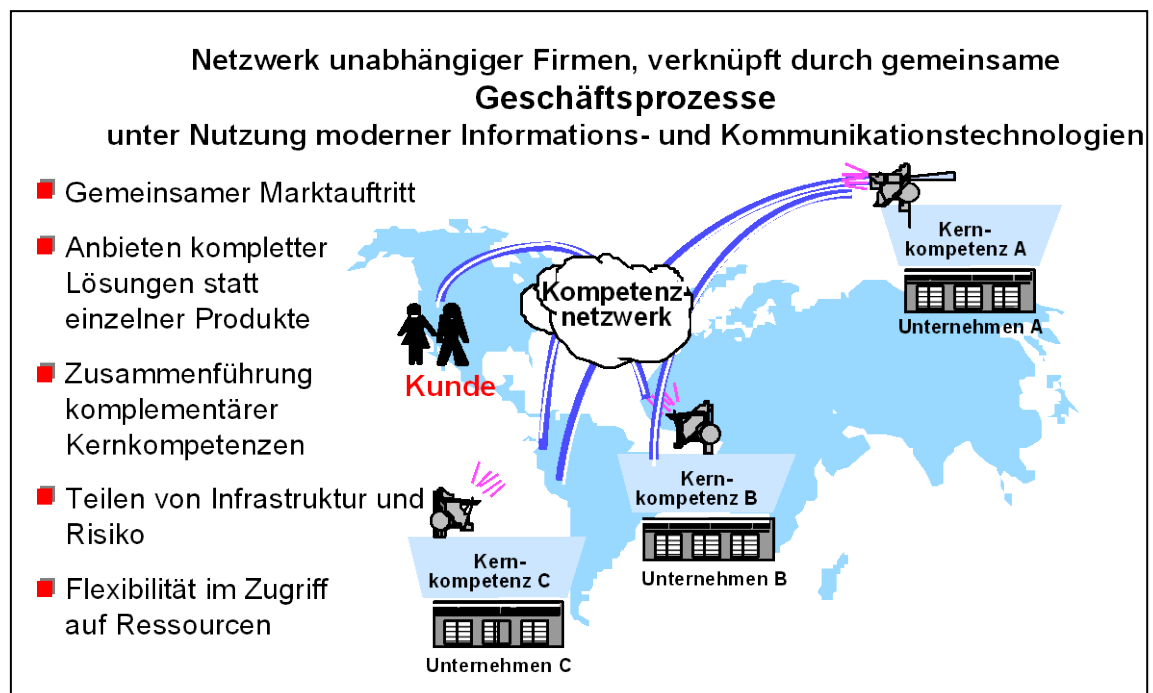
Kooperationsnetzwerke, wie sie heute bereits in der Automobilindustrie mit ihren Zulieferern existieren, können auch in anderen Branchen zu einem Wettbewerbsvorteil führen. In den Unternehmen muss hierfür eine Netzwerkqualifikation aufgebaut werden. Der wesentliche Baustein ist dabei die Bereitstellung einer zeitgemäßen Informations- und Kommunikationsinfrastruktur mit der entsprechenden Qualifizierung der Mitarbeiter, insbesondere auch der Führungskräfte, hinsichtlich der unternehmensübergreifenden Kooperation und Prozesskoordination.

Je nach Zielsetzung gilt es, die "richtigen" Partner zu einem Kompetenznetzwerk zusammenzubinden. Die Kompetenzen der Partner müssen sich im Netzwerk ergänzen und das Netzwerk muss als Ganzes ein vollständiges Kompe-

tenzportfolio ausweisen. Oft werden in Kompetenznetzwerke auch wirtschaftsnahe Forschungseinrichtungen (z.B. Fraunhofer-Institute) eingebunden, die innovative Technologie- und/oder Methodenkompetenz einbringen. Die Pflege eines Kompetenznetzwerkes birgt z. B. Möglichkeiten für neue Dienstleistungen (Abbildung 2).

Abbildung 2

Bildung von Kompetenznetzwerken



In der Produktentwicklung sind Kompetenznetzwerke der Schlüssel zum Erfolg – in der Produktionsphase des Produkts müssen Wertschöpfungsnetzwerke gebildet werden. In einem Wertschöpfungsnetzwerk werden die Prozesse firmenübergreifend koordiniert. Eine spezielle Ausprägung eines Wertschöpfungsnetzwerkes sind Zulieferer-Parks, in denen Zulieferer und Logistik-Dienstleister auf dem Gelände des OEMs (Original Equipment Manufacturer) oder in unmittelbarer Nähe angesiedelt sind. In solchen Wertschöpfungsnetzwerken kommt z. B. den industrienahen Dienstleistungen eine tragende Rolle zu.

Wissen als Wettbewerbsfaktor

Der beobachtete kurzfristige Erfolg so manches „dot.com“-Unternehmens, das von Geschäften im Internet lebt, muss sich erst noch durch die Beständigkeit der Geschäftsprozesse beweisen. Doch dürfen heutige „Brick&Mortar“-Unternehmen nicht den Anschluss an das E-Business verlieren. Eine aktuelle Aufgabe wird es sein, diese Unternehmen zu „Brick&Click“-Unternehmen zu entwickeln und die Globalisierung und Vernetzung der Märkte zu nutzen, um neben materiellen Gütern auch immaterielle Güter – wie z. B. Dienstleistungen, Software oder Ideen bzw. Wissen – zu erzeugen, zu handeln oder weiterzuverarbeiten. Die Vernetzungsmöglichkeit zeigt sich beispielsweise in Global Engineering Teams, die rund um die Welt 24 Stunden Forschungs- und Entwicklungsarbeit leisten können. Demnach erfordert und forciert die Globalisierung den Trend zu einer Dienstleistungsgesellschaft, in der Wissen zum wesentlichen Kapital einer Volkswirtschaft werden wird. Informationsverarbeitende Tätigkeiten werden dadurch in Zukunft die zentrale Rolle spielen.

Wissen wird für die Unternehmen zu einem entscheidenden Faktor für Wachstum und Beschäftigungssicherung. Ableiten lässt sich das auch davon, dass neben den weniger qualifizierten Bevölkerungsgruppen auch die hoch- aber offensichtlich fehlqualifizierten Fachkräfte in den Arbeitslosenstatistiken erscheinen. Es ist also nicht ausreichend, Fach- und Expertenqualifikation aufzubauen, sondern es gilt vielmehr, die vom Markt geforderten Kompetenzen schnell und zielorientiert bereitstellen zu können. Damit wird die Fähigkeit zum flexiblen, schnellen und marktorientierten Wissensaufbau zur Schlüsselkompetenz in der Wissensgesellschaft.

Was verstehen wir unter dem Begriff der Wissensgesellschaft? Es kann vereinfachend dann von einer Wissensgesellschaft bzw. wissensbasierten Gesellschaft gesprochen werden, wenn insbesondere die wertschöpfenden Prozesse so vom Wissen einzelner Personen bzw. Unternehmen abhängen, dass die Bewirtschaftung dieses Wissens gegenüber anderen Faktoren vorrangig wird. Den Mittelpunkt gesellschaftlicher und unternehmerischer Anstrengungen bildet

damit die kontinuierliche Weiterentwicklung des Wissens und dessen Anwendung.

Arbeit flexibel gestalten

Um kurzfristig und langfristig Erfolg zu haben, muss die Arbeit in Zukunft flexibler organisiert werden als bisher. Es ist offenkundig, dass hier die Informations- und Kommunikationstechnologien und ihre Wirkungen entscheidende Triebkräfte des Wandels sind. Wir fassen die am stärksten betroffenen Branchen mit dem Terminus TIMES-Industrien zusammen. TIMES steht für Telekommunikation, Informationstechnik, Medien, Entertainment und Services. Diese Industrien stellen den Kernbereich des Informationssektors dar. Geschätzt wird, dass die Erwerbstätigkeit in den Informationsberufen in den nächsten 10 Jahren auf über 50 Prozent anwachsen wird.

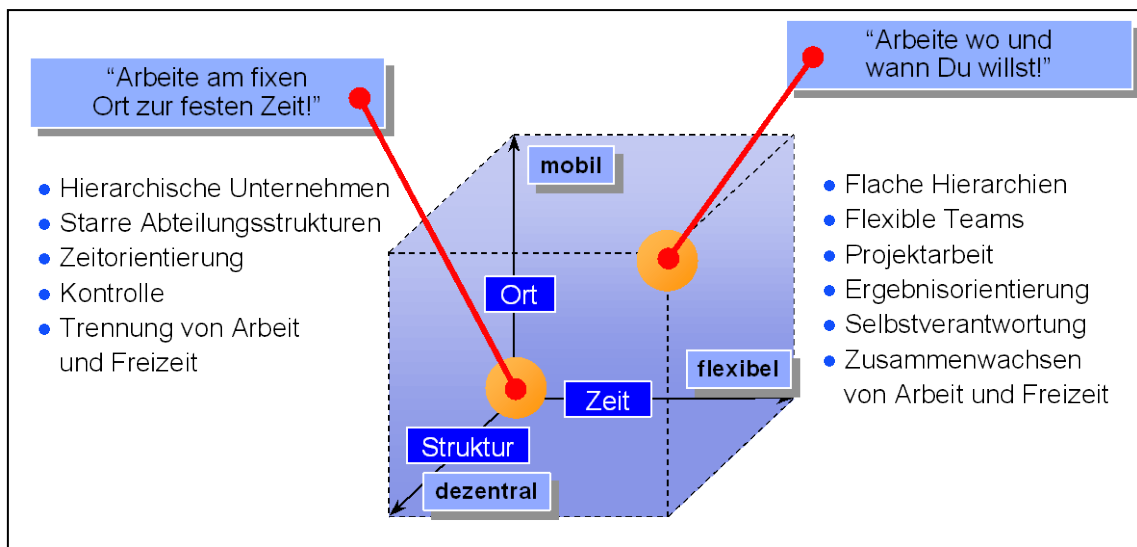
Die Maxime „Arbeite in einer zentralen Struktur, am fixen Ort und zur festen Zeit“ wird abgelöst von einer zeitlichen, räumlichen und strukturellen Mobilität (Abbildung 3). Vorreiter dieser Entwicklung war die Flexibilisierung der Arbeitszeit, die mit der Einführung der Gleitzeit begann. Hinzu kam Anfang der neunziger Jahre die räumliche Mobilität. Das Arbeiten zu Hause, beim Kunden oder unterwegs gehört für viele schon jetzt zum Alltag. Kennzeichnend für die neueste Entwicklung ist die Auflösung starrer Unternehmensstrukturen hin zum virtuellen Unternehmen, einem temporären Netzwerk unabhängiger Firmen, die mittels moderner Informations- und Kommunikationstechniken eine Aufgabenstellung gemeinsam bearbeiten.

Die Wettbewerbsstrukturen verändern sich rapide. Langjährige Monopole, wie etwa im Energie- oder Telekommunikationsbereich, lösen sich auf und werden dem freien Wettbewerb überlassen. Dabei ist der Wettbewerb nicht national begrenzt, sondern offen für internationale Konkurrenz. Sowohl Hersteller als auch Kunden fühlen sich nicht mehr an Länder- und Kulturgrenzen gebunden. Produkte werden weltweit dort hergestellt und eingekauft, wo die Preise günstig sind. Produzenten aus Südamerika, Südostasien und Osteuropa treten als neue

Wettbewerber auf, so dass die Unternehmen zunehmend internationalem Wettbewerbsdruck ausgesetzt sind. Verändert haben sich nicht zuletzt auch Kundenvorstellungen; anstelle von standardisierten Massenprodukten werden jetzt individuelle Produkte in bester Qualität und mit umfassender Serviceunterstützung gefragt. Von den Unternehmen wird verlangt, Einzelprodukte zu Bedingungen und Preisen der Massenproduktion herzustellen: Mass-Customization bezeichnet die Verbindung der Vorteile beider Produktionskonzepte bei Ausschaltung der jeweiligen Nachteile.

Abbildung 3

Die zunehmende Auflösung von Raum, Zeit und Struktur in der Arbeitswelt



Es wird für die zukünftige Art des Wirtschaftens deutlich, dass Wettbewerbspotenziale und damit nachhaltiger Unternehmenserfolg verstärkt in den Bereichen der Dienstleistungen und dem Einsatz neuer Technologien zu finden sind. Dies bedeutet jedoch selbstverständlich nicht, dass materielle Güterproduktion an Bedeutung verliert, sondern dass es zunehmend zu Verkoppelungen mit Dienstleistungen und dem intelligenten Einsatz dieser Technologien kommt, um Zusatznutzen für den Kunden zu stiften.

Anforderungen an Unternehmen und Beschäftigte

Als Konsequenz dieser Entwicklungen stellt sich die Frage, welche Fähigkeiten die Gesellschaft und die Unternehmen zukünftig entwickeln müssen. Die hohen Fortschrittsgeschwindigkeiten in der Wissenschaft und der Industrie fordern die Menschen in zunehmenden Maße. Die individuelle, kundenorientierte Lösungsentwicklung erfordert neben einer ausgeprägten Problemlösungskompetenz das Verständnis von Arbeitsabläufen, -strukturen und Problemstellungen des Kunden. Die Fähigkeit zur schnellen Erschließung neuer Wissensgebiete und die Fähigkeit zur multidisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen eines gezielten Innovationsmanagements werden damit zu den Schlüsselkompetenzen eines Mitarbeiters (Abbildung 4).

Abbildung 4

Kompetenzen für die Zukunft



Die logische Folge ist eine Gesellschaft, welche das lebenslange und vor allem das bedarfsgerechte Lernen in den Mittelpunkt stellen muss. In diesem Zusammenhang müssen auch bestehende Bildungssysteme überdacht werden. So sind beispielsweise neue Formen der Arbeitsteilung zwischen öffentlicher Grundausbildung und firmenspezifischer Qualifikation denkbar. In den Vorder-

grund rückt hierbei die Bildung von Kompetenzen zur schnellen Wissensakquisition und problemorientierten Wissensverarbeitung. Der Bedarf an effizienten Lern- und Problemlösungsangeboten ist klar zu erkennen und erste Lösungsansätze, wie z. B. Firmenuniversitäten werden bereits in der Praxis erprobt.

Für die Unternehmen in der Wissensgesellschaft stellt sich die Frage, wie zukünftig die vorhandene Ressource Wissen effizient genutzt, weiterentwickelt und dem Kunden bzw. dem Kooperationspartner bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden kann. Wissen wird zur strategischen Ressource im Produktionsprozess, im Produkt und es wird selbst zum Produkt. Ein erfolgreiches Management dieses Wissens als Baustein des Innovationsmanagements erfordert aber einen gewissen technologischen, organisatorischen und unternehmenskulturellen Reifegrad des Unternehmens, der die Voraussetzung ist für die Möglichkeit der Wissensvernetzung im Unternehmen und für die Umsetzung des Wissens in Produkte. Die Fähigkeit zur effizienten Nutzung und Weiterentwicklung des eigenen Wissens ist aber auch eine Voraussetzung, um erfolgreich in wissensintensiven Kooperationen agieren zu können.

Die Unternehmen, die es schaffen ihr Wissen nach Bedarf zu bündeln und sowohl inner- als auch zwischenbetrieblich optimal zu nutzen und bereitzustellen, werden den Markt der wissensintensiven Güter und Dienstleistungen beherrschen. Damit wird Wissensmanagement im Unternehmen und in der Kooperation ein Erfolgsfaktor für langfristiges nachhaltiges Wachstum. Gezielt kann Wissens- und Innovationsmanagement für neue Produkte und Dienstleistungen, neue Geschäftsprozesse, veränderte Unternehmensstrukturen und letztendlich für eine sich wandelnde Unternehmenskultur eingesetzt werden. Vereinfacht kann es auch so formuliert werden: Das Kapital und die Zukunft unseres Landes liegt in den Köpfen der Menschen.

7 Heiko Dreyer

Grundlagenuntersuchungen zur Herstellung dünner Drähte durch Kaltwalzen

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	23
2	Untersuchte Legierungen.....	23
3	Weitere Prozessuntersuchungen	25
4	Ergebnisse.....	26
5	Zusammenfassende Bewertung	28

Zusammenfassung

Durch den Einsatz einer neu entwickelten Walzmaschine der Firma Bühler & Co. GmbH können erhebliche Verbesserungen im Fertigungsprozess von dünnen Drähten des Durchmesserbereichs 1 mm erreicht werden. Die günstigeren Umformkräfte beim Walzen erlauben bei den untersuchten Legierungen erheblich größere Querschnittsreduktionen zwischen den Wärmebehandlungen als beim Ziehen, so dass die Anzahl der Wärmebehandlungen von vier auf zwei reduziert werden kann. Die werkstofftechnischen Untersuchungen der erzeugten Drähte zeigen, dass die Anforderungen der Norm erfüllt und sogar zum Teil übererfüllt werden. Das Verfahren stellt somit eine kostengünstige Alternative zum bisher eingesetzten Ziehen in den Durchmesserbereichen größer 1 mm dar.

Summary

The use of a newly developed rolling mill from the company Bühler & Co. GmbH allows substantial improvements in the manufacturing process of fine wire of 1 mm in diameter. The improved reforming abilities of the rolling mills allow considerably larger cross section reductions in the tested alloys between the heat treatments as well as in drawing so that the number of heat treatments was able to be reduced from four to two. The material technical investigations of the wires created in this way show that the required specifications were fulfilled and even partially over fulfilled. The method therefore represents an economical alternative to the up till now method used of drawing in the range of diameters larger than 1 mm.

Aufgabenstellung

Aufgabenstellung war eine Querschnittreduzierung von stranggegossenen Knüppeln mit einem Ausgangsdurchmesser von 19 mm auf einen Enddurchmesser von 1,3 mm durch den Kaltwalzprozess. Zielsetzung bei der Untersuchung verschiedener Materialien war eine Einsparung der beim Walzen und Ziehen bisher notwendigen Prozessschritte sowie die Erfüllung der an das Endmaterial gestellten Qualitätsanforderungen. Die betrachteten Materialien werden nachfolgend beschrieben.

Untersuchte Legierungen

Kupfer-Zinn-Legierungen gehören zu den ältesten technisch verwendeten Kupfer-Legierungen, die auch heute noch infolge ihrer guten Festigkeitswerte, ihrer guten Korrosionsbeständigkeit und ihrer guten Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität von großer Bedeutung sind. Die gebräuchlichen Kupfer-Zinn-Legierungen enthalten neben Kupfer bis zu 8,5 % Zinn als Hauptlegierungselement. Man kann also bei den handelsüblichen Kupfer-Zinn-Legierungen von einem einphasigen Gefüge aus kfz α -MK ausgehen.

Bei der Erstarrung der Legierungen führt das breite Erstarrungsintervall zu Kristallseigerungen, durch die Konzentrationsunterschiede zwischen Kern und Randzone von ca. 10 % entstehen. Dies wird durch einen Homogenisierungs-glühprozess bei ca. 700°C kompensiert, bei dem die δ -Phase und die Kristallseigerung beseitigt werden. Das Kaltwalzen der Zinnbronzen ist bei einem Sn-Anteil von ≤ 9 % ebenso wie alle anderen Kaltumformverfahren gut möglich, da sie ein einheitliches Gefüge bzw. einen sehr hohen Anteil aus kfz α -Kristallen aufweisen. Diese sind für interkristalline Gleitvorgänge äußerst flexibel, denn sie besitzen pro Kristallit bis zu 12 Gleitsysteme und sind darüber hinaus unter ungünstigen Bedingungen in der Lage, sich durch Zwillingsbildung in einem günstigeren Winkel zur jeweils maximalen Schubspannung umzuordnen.

Die durch Kaltverformung verursachten Gitterverschiebungen bewirken eine Kaltverfestigung und somit eine Versprödung des Werkstoffes. Falls noch höhere Umformgrade angestrebt werden, muss eine Rekristallisationsglühung erfolgen. Neben den Messing- und Bronzelegierungen wurden zusätzlich noch zwei Neusilberlegierungen untersucht, die aufgrund ihrer Eigenschaften für einen Kaltumformvorgang mit hohen Umformgraden besonders geeignet sind. Die technischen Neusilberlegierungen von 0 bis ca. 38 % Zn weisen ein einphasiges Gefüge aus kubisch-flächenzentrierten α -Kristallen auf. Dieses Gefüge besitzt die meisten Gleitebenen und ist deshalb gut verformbar. Die Abbildung 1 zeigt die zur Untersuchung herangezogenen Materialien.

Abbildung 1

Untersuchte Materialien

	Untersuchtes Material	ERREICHT MIT KALTWALZEN			NORM DIN 17677		
		Rm [N/mm ²]	Korngröße [μ m]	Kernhärte [HV0,5]	Rm [N/mm ²]	Korngröße [μ m]	Kernhärte [HV0,5]
Messing	CuZn15	452	11	81	410-510	-	-
	CuZn30	400	22	82	370-440	-	-
	CuZn36	386	31	70	380-440	-	-
Bronze	CuSn6,5	383	22	310,7	380-460	-	-
	CuSn8	402	22	141,2	420-510	-	-
Neusilber	CuNi12Zn24	448	16	159,4	390-480	-	-
	CuNi18Zn20	537	22	246,3	520-610	-	-

Durch den Nickelzusatz zum bestehenden Messinggefüge ändern sich die Eigenschaften des entstandenen Neusilbers im Vergleich zum reinen Messing zum Teil erheblich. Die Hauptursache stellen dabei die Nickelatome selbst dar, die mit unausgefüllter d-Schale an die Stelle der Zinkatome mit aufgefüllter d-Schale treten. Neusilberlegierungen verfügen über eine im Vergleich zu anderen Kupferwerkstoffen auffällig niedrige Leitfähigkeit für elektrische und thermi-

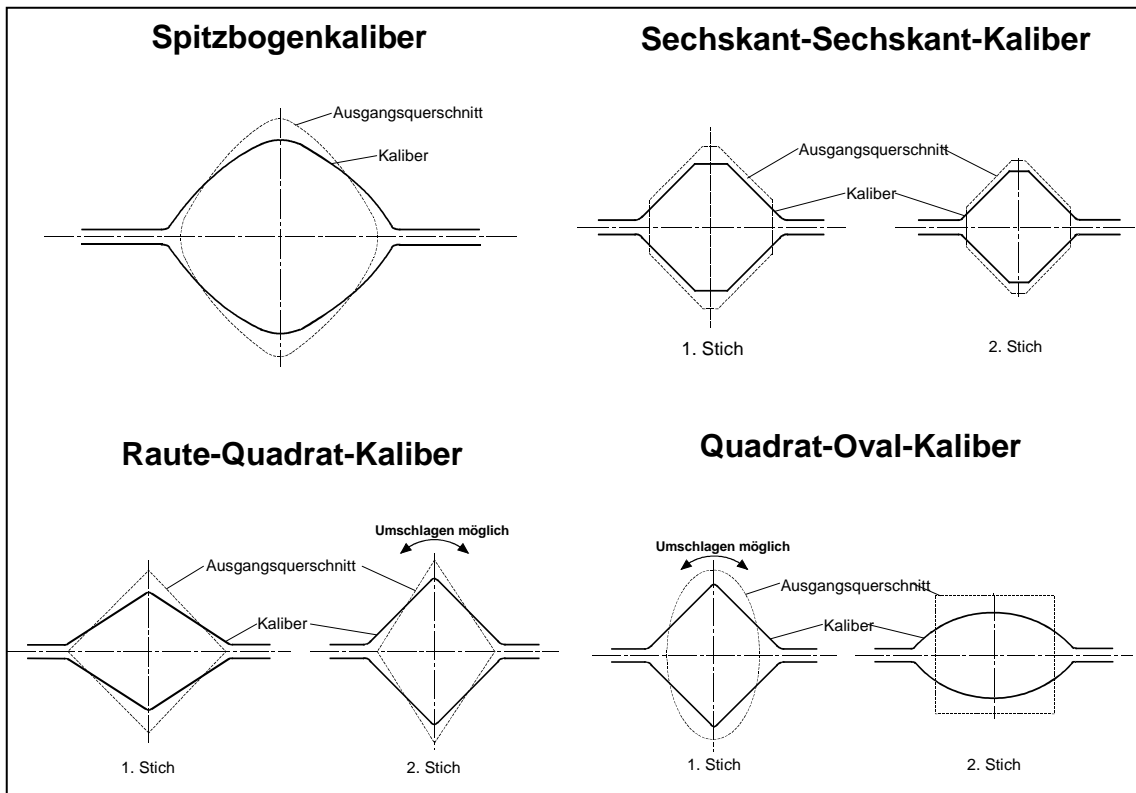
sche Energie und sind nicht ferromagnetisch. Auffällige Anomalien des elektrischen und thermischen Widerstandes werden durch Platzwechselforgänge der Atomanordnung bei tiefen Temperaturen mittels thermischer und mechanischer Behandlung des Materials verursacht.

Weitere Prozessuntersuchungen

Im Verlauf der Untersuchungen wurden nicht nur die verschiedenen Legierungen auf ihre Prozesstauglichkeit bezüglich des Kaltwalzens hin überprüft, sondern ebenfalls die Parameter des Prozesses bei den ausgewählten Legierungen beleuchtet. Hierbei stellt sich die Auswahl der Kalibergeometrie als ein wesentlicher Bestandteil der Kaltwalzversuche dar. Durch eine Versuchsreihe mit verschiedenen Kalibergeometrien, wie sie in Abbildung 2 dargestellt sind, musste bezüglich der eingesetzten Materialien und Verarbeitungsparameter die optimale Geometrie für die weiteren Untersuchungen gefunden werden.

Abbildung 2

Verschiedene Kalibergeometrien



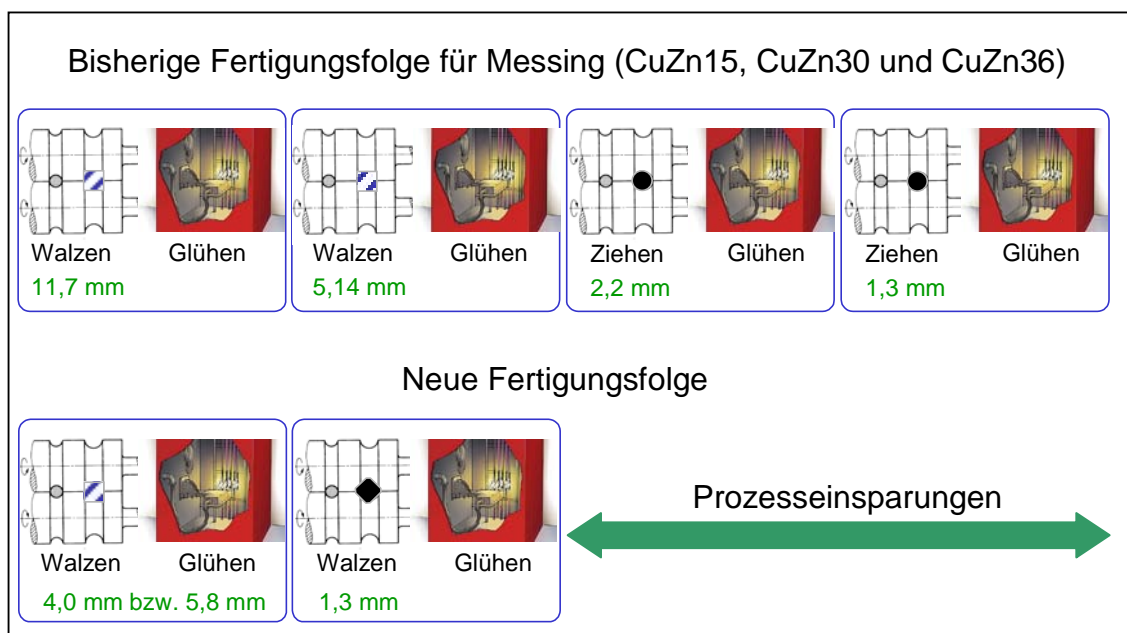
Die besten Resultate wurden mit der Verwendung von Sechskant-Sechskant-Kalibern erreicht. Diese Geometrie zeichnet sich dadurch aus, dass kein Umschlagen des geformten Drahtes möglich ist und dieser sich nicht verdrehen kann.

Ergebnisse

Die heute üblichen Fertigungsprozesse zur Querschnittsreduzierung von 19 mm auf 1,3 mm konnten durch die Untersuchungen stark reduziert werden. In Abbildung 3 wird die deutliche Einsparung sichtbar. Dabei konnten teilweise sogar bessere Kennwerte bezüglich der Materialqualität des Ausgangsquerschnittes realisiert werden.

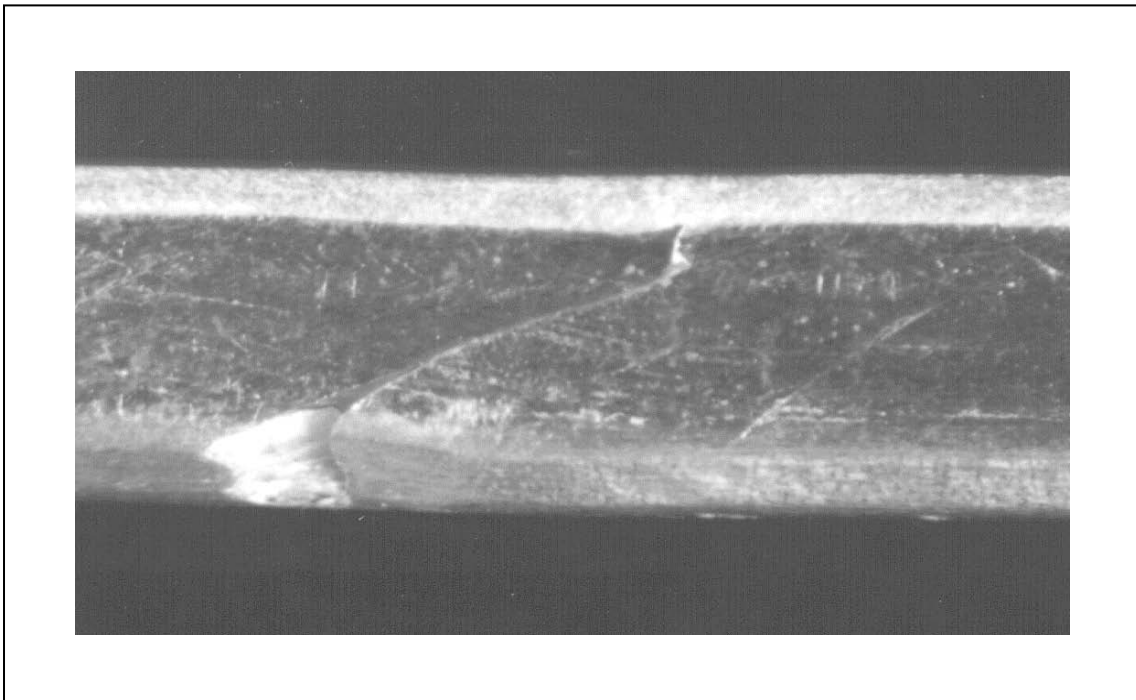
Abbildung 3

Einsparung der Prozesse beim Kaltwalzen



Bei den Untersuchungen konnten ebenfalls klar die Grenzen des Verfahrens anhand der verschiedenen Materialien durch den erreichbaren Umformgrad aufgezeigt werden. Beispielsweise lassen sich bei einer CuZn36 Legierung bei einem Umformgrad von $\varphi = 2,02$ vor dem Glühen deutliche Risse auf der Strangoberfläche nachweisen (vgl. Abbildung 4).

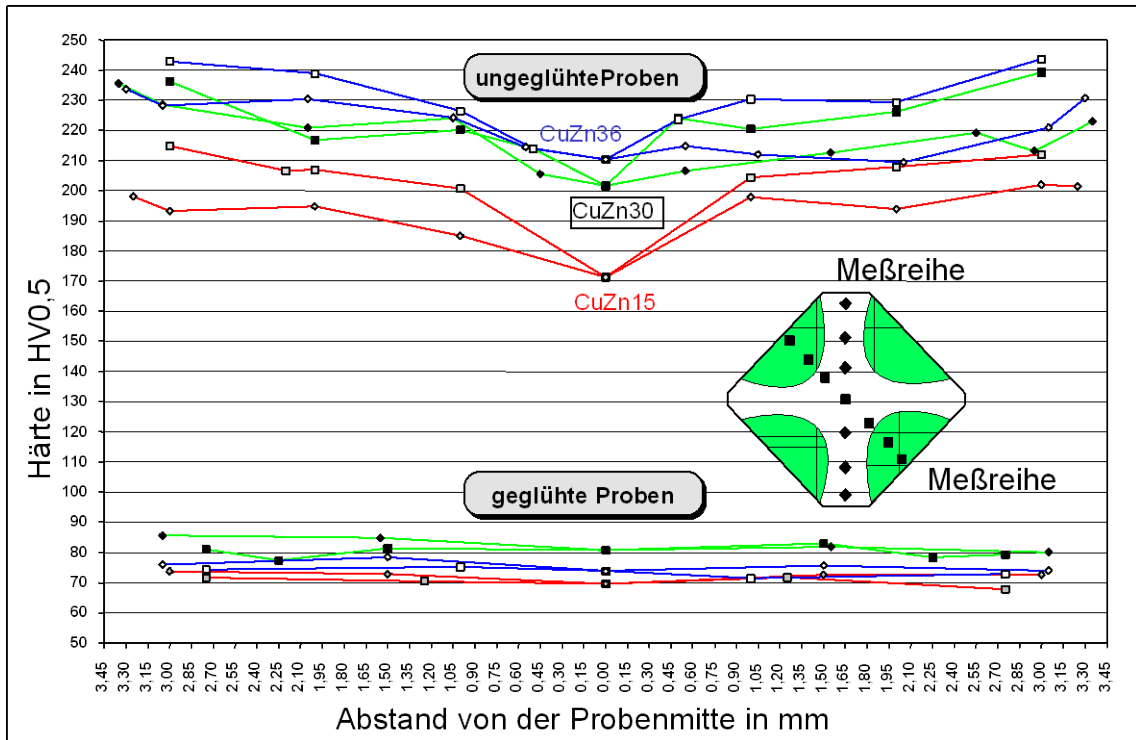
Abbildung 4

Gewalzter Strang mit Rissen (10:1)

Die Untersuchungen bezüglich der Materialqualität bezogen sich im Wesentlichen auf Sichtprüfungen, metallurgische Untersuchungen, Härteprüfungen nach Vickers, Korngrößenbestimmung nach DIN 50601 und Zugversuche nach DIN EN 10002. Mittels der Härteprüfung nach Vickers konnte ein Härteverlauf über dem Querschnitt des Strangmaterials ermittelt werden, der in Abbildung 5 dargestellt ist.

Die ungeglühten Proben weisen im Kern eine geringere Härte als am Rand auf, welches im Kaltverfestigungsprozess begründet ist. Durch den anschließenden Glühvorgang wird eine homogene Härteverteilung realisiert. Die notwendige Haltezeit beträgt bei diesen Legierungen ca. 3 Stunden bei etwa 420 °C.

Abbildung 5

Härteverlauf verschiedener Legierungen über den Querschnitt**Zusammenfassende Bewertung**

Durch den Einsatz einer neu entwickelten Walzmaschine der Firma Bühler & Co. GmbH (Abbildung 6) können erhebliche Verbesserungen im Fertigungsprozess von dünnen Drähten des Durchmesserbereichs 1 mm erreicht werden. Die günstigeren Umformkräfte beim Walzen erlauben bei den untersuchten Legierungen erheblich größere Querschnittsreduktionen zwischen den Wärmebehandlungen als beim Ziehen. Dadurch kann die Anzahl der Wärmebehandlungen von vier auf nur noch zwei reduziert und somit die Fertigungszeit deutlich verkürzt werden.

Alle Legierungen können mit der gleichen Kaliberreihe vom Ausgangsmaterial mit dem Durchmesser 19 mm mit nur einer Zwischenglühung bis zur Endabmessung 1,3 mm gewalzt werden. Die werkstofftechnischen Untersuchungen der so erzeugten Drähte ergaben außerdem sehr gute mechanische Eigen-

schaften, die die Anforderungen der Norm erfüllen und sogar zum Teil übertreffen. Bedingt durch die kurzen Rüstzeiten und den reduzierten Fertigungsaufwand stellt das Verfahren somit eine kostengünstige Alternative zum bisher eingesetzten Ziehen in den Durchmesserbereichen größer 1 mm dar.

Abbildung 6

Walzwerk der Fa. Bühler & Co.



8 Johannes Wößner

Rechnergestützte Auslegung von Drahtwalzwerken

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation.....	32
2	Berechnungsprogramme.....	33
2.1	Berechnung von Ständerdehnungen.....	33
	Darstellung der auftretenden Ständerdehnungen.....	34
2.2	Festigkeitsnachweis bei Wellen.....	34
2.3	Berechnung von Wellendurchbiegungen.....	35
2.4	Ermittlung von Passungstoleranzen	37
3	Zusammenfassung	38
	Literatur.....	38

Zusammenfassung

Durch die Auslegung von Drahtwalzwerken wird sowohl Leistungsfähigkeit der Maschine als auch die Qualität des Drahtproduktes festgelegt. Aufgrund der vielfältigen kundenspezifischen Anforderungen muss die jeweils optimale Auslegung durch Variation mehrerer Parameter erfolgen. Daher ist es von grundlegender Bedeutung die Zusammenhänge der Walzparameter und der daraus abgeleiteten Maschinenparameter zu kennen. Durch die rechnergestützte Auslegung ist der Konstrukteur in der Lage innerhalb kürzester Zeit die erforderlichen Berechnungen mit variierenden Eingangsparametern durchzuführen.

Summary

When designing a wire-rolling mill line, both the productive capabilities of the machine as well as the quality of the wire produced are decided. Due to the diverse customer-specific requests, the optimal design must follow a variation of several parameters. Therefore, it is fundamentally necessary to know the relationship of the milling parameters to the derived machine parameters. Through computer supported design the constructor is in a position to calculate within a minimal amount of time the necessary calculations with the varying initial parameters.

Ausgangssituation

Kosten und Produktqualität werden bereits in der Konstruktionsphase festgelegt. Dies gilt insbesondere für die Unternehmen des Sondermaschinenbaus. Ausgehend von einem Maschinengrundkonzept müssen hier Kundenwünsche in vielfältiger Art und Weise berücksichtigt werden.

In vielen Unternehmen werden solche Anpassungen durch „erfahrene Mitarbeiter“ durchgeführt. Aufgrund von Krankheit, Urlaub oder Fluktuation kommt es jedoch oft zu Engpässen in der Auftragsabwicklung. In vielen Unternehmen des Sondermaschinenbaus sind ist folgende Punkte charakteristisch:

- Jeder Konstrukteur hat „seine“ Formelsammlung
- „Expertenwissen“ ist nicht für alle gleichermaßen verfügbar
- Bei jeder Berechnung müssen die Zusammenhänge wieder neu durchdacht werden
- Bei der Berechnung werden Korrekturfaktoren, basierend auf individuelle Erfahrungen angenommen
- Die Formeln werden mit dem Taschenrechner jedes mal neu eingegeben
- Keine einheitliche Dokumentation der Berechnungsergebnisse

Durch die rechnergestützte Maschinenauslegung wird folgender Nutzen erreicht:

- Schnelle, fehlerfreie Berechnung
- Nachvollziehbare Berechnungsergebnisse
- Dokumentation für Konstruktionsunterlagen
- Berechnungen können von allen Mitarbeitern durchgeführt werden

Auf Basis der Standardsoftware MS-Excel wurden in Zusammenarbeit mit Konstrukteuren der Fa. Bühler & Co Berechnungsprogramme für die Walzwerks- und Riefenauslegung erstellt.

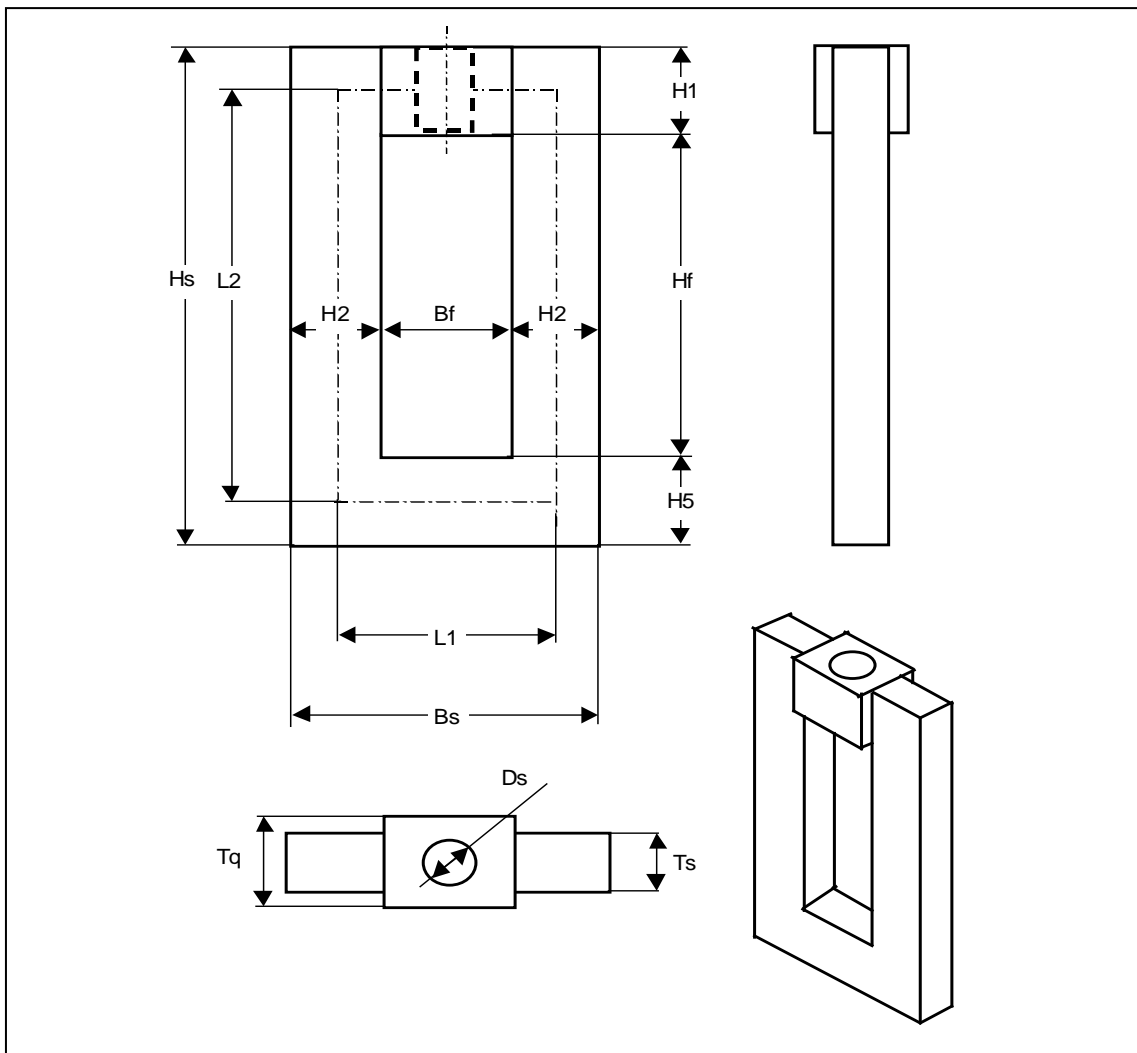
Berechnungsprogramme

Berechnung von Ständerdehnungen

Ausgehend von den vom Bediener vorzugebenden Einflussgrößen auf die Ständerdehnung wie max. Walzkraft, Ständergeometrie und Werkstoffkennwerte (vgl. Abbildung 1) werden zunächst die auftretenden Belastungen und die resultierenden Materialspannungen berechnet.

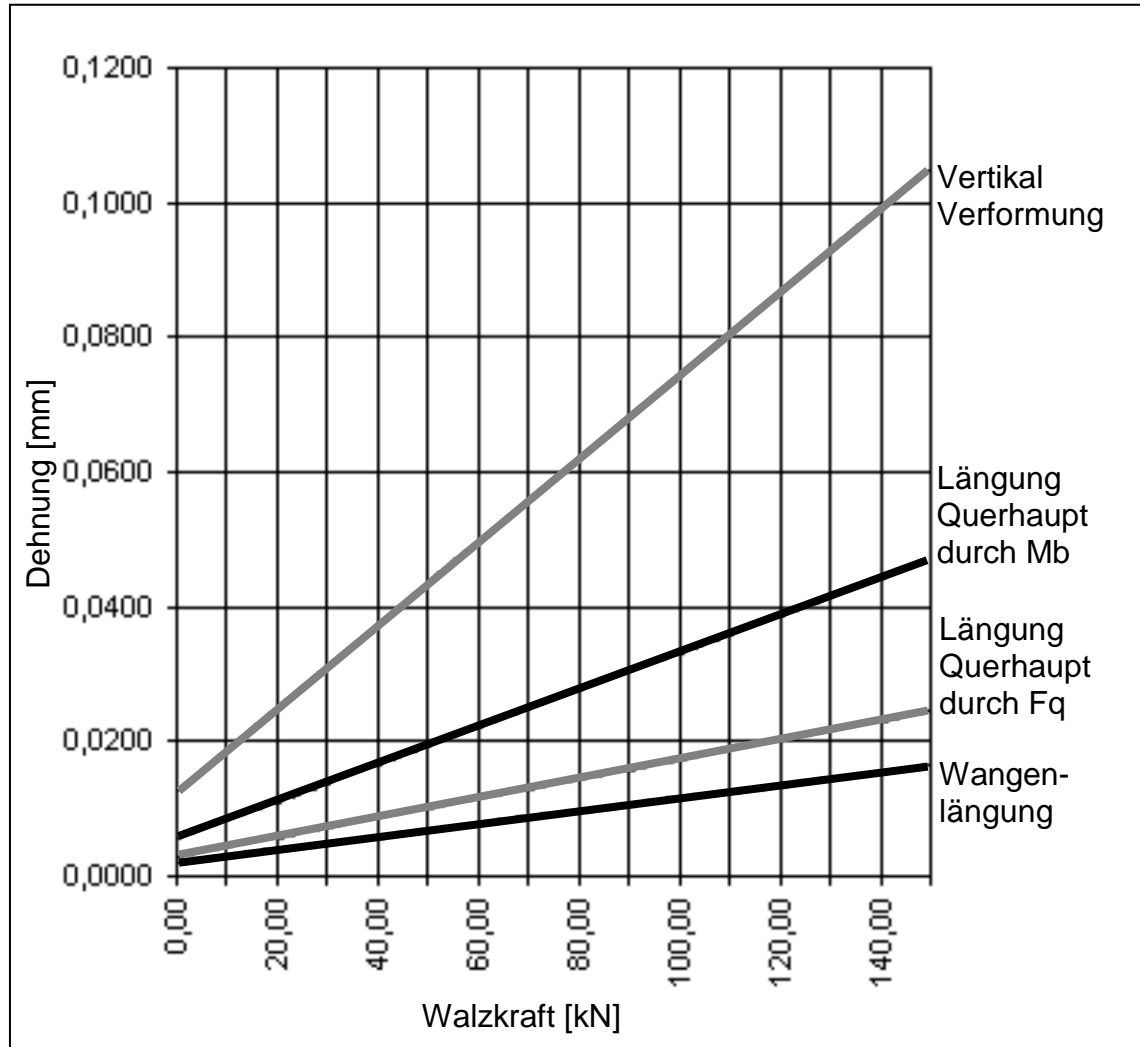
Abbildung 1

Eingabeparameter zur Definition der Ständergeometrie



Unter Berücksichtigung der geometrieabhängigen, in Tabellen hinterlegten Formzahlen für Bohrungen und Fensterecken werden die aus der Belastung resultierenden Ständerdehnungen berechnet und in Abhängigkeit der Belastung grafisch dargestellt (Abbildung 2).

Abbildung 2

Darstellung der auftretenden Ständerdehnungen**Festigkeitsnachweis bei Wellen**

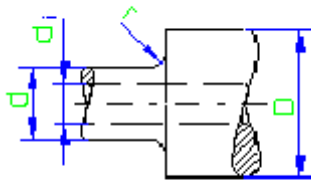
Die Software für den Festigkeitsnachweis bei Wellen eignet sich besonders für die bei der Auslegung von Walzwerken wichtigen Dimensionierung von Antriebswellen. Ausgehend von den vorgegebenen Geometrieparameter, der Oberflächengüte und des Wellenwerkstoffs wird in Verbindung mit der vorgesehenen Belastung die resultierende Vergleichsspannung berechnet. Zug-/Druck-Belastung, Biegung und Torsion können jeweils als statisch, wechselnd oder schwellend wirkend vorgegeben werden. Die davon bei der Berechnung zu be-

rücksichtigenden Betriebsfaktoren und das Anstrengungsverhältnis wird automatisch aus hinterlegten Tabellen entnommen.

Der Vergleich von Werkstoffkennwert und Vergleichsspannung liefert die zu erwartende Sicherheit gegen Dauerbruch. Die Geometrieparameter können nun so lange variiert werden, bis die erforderlichen Festigkeitswerte erreicht werden. Die dafür entwickelte Bedienerschnittstelle zeigt Abbildung 3:

Abbildung 3

Dimensionierung von Antriebswellen für Walzwerke

*** Eingabe ***		
Abmessungen:		
	D =	250,00 mm
	d =	150,00 mm
	r =	10,00 mm
	d _j =	0,00 mm
	R _z =	4,00 μm
Oberflächengüte		Infos
Werkstoff:		
	42CrMo4	Werte
Belastungen:		
Zug/Druck	F _{z/d} = 30000,00 N	wechselnd
Biegung	M _{bges} = 300,00 Nm	statisch
Torsion	M _t = 300,00 Nm	wechselnd
*** Ergebnis ***		
Werkstoffgrenzwert	σ =	97,66 N/mm ²
vorhandene Spannung	σ _v =	2,72 N/mm ²
Sicherheit:	S _B =	35,92

Berechnung von Wellendurchbiegungen

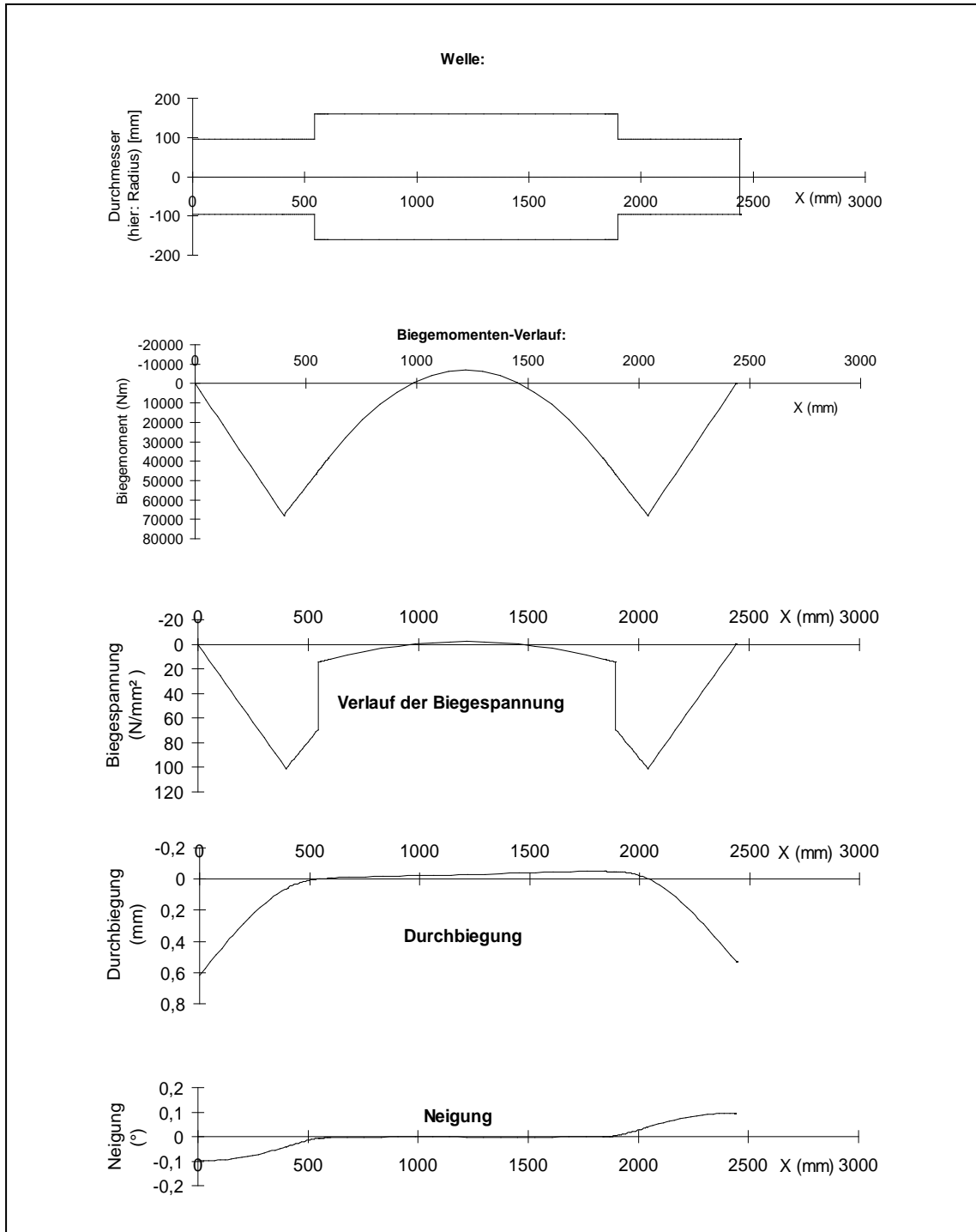
Beim Drahtwalzen hat die Durchbiegung der Walzenwellen direkte Auswirkungen auf die Maßhaltigkeit des Walzdrahtes. Daher stellt die Software für den Berechnung der Wellendurchbiegung eine weitere wichtige Berechnungshilfe für den Konstrukteur dar.

Die Software ist so aufgebaut, dass zunächst die Geometrischen Abmessungen der Welle eingegeben werden. Der Konstrukteur hat dann die Möglichkeit in

den einzelnen Wellenabschnitten Belastungen in Form von Flächenlasten, Querkräften und Biegemomenten vorzugeben.

Abbildung 4

Berechnung von Durchbiegungen bei Walzwerkswellen



In Abhängigkeit der Art der Wellenlagerung einseitig, beidseitig und der Lage der Stützstellen werden dann die resultierende Wellenverformung berechnet

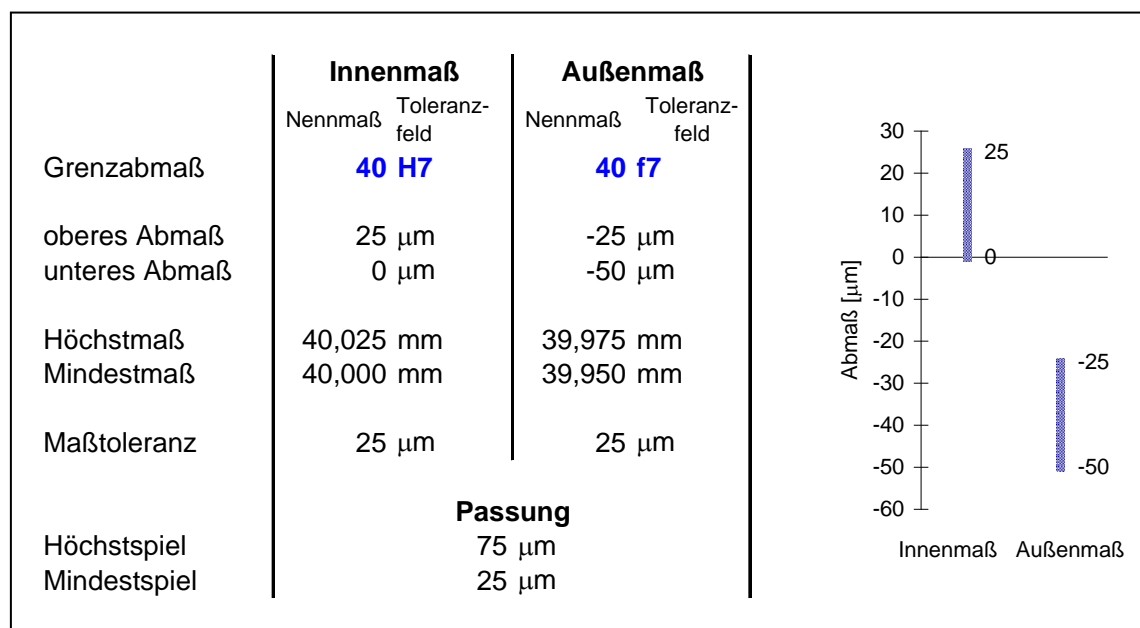
und grafisch dargestellt. Die grafisch dargestellten Berechnungsergebnisse für Wellengeometrie, Biegemomentenverlauf, Biegespannungsverlauf, Krümmung und Neigung (Durchbiegung) zeigt Abbildung 4.

Ermittlung von Passungstoleranzen

Zur schnellen Ermittlung von Passungstoleranzen wurde eine Software entwickelt. In Abhängigkeit der vorzugebenden Nennmaßes für die zu paarenden Durchmesser und des jeweiligen Toleranzfeldes werden Mindest- und Höchstspiel ermittelt und grafisch dargestellt (Abbildung 5):

Abbildung 5

Darstellung der Passungstoleranzen



Darüber hinaus stehen zahlreiche weitere Berechnungsprogramme zur Unterstützung der Konstrukteure zur Verfügung. Damit kann innerhalb kürzester Zeit eine nachvollziehbare, mitarbeitertunabhängige Auslegung von Walzwerken durchgeführt und dokumentiert werden.

Zusammenfassung

Durch die Auslegung von Drahtwalzwerken wird sowohl Leistungsfähigkeit der Maschine als auch die Qualität des Drahtproduktes festgelegt. Aufgrund der vielfältigen kundenspezifischen Anforderungen muss die jeweils optimale Auslegung durch Variation mehrerer Parameter erfolgen. Daher ist es von grundlegender Bedeutung die Zusammenhänge der Walzparameter und der daraus abgeleiteten Maschinenparameter zu kennen. Durch die rechnergestützte Auslegung ist der Konstrukteur in der Lage, innerhalb kürzester Zeit die erforderlichen Berechnungen mit variierenden Eingangsparametern durchzuführen.

Literaturverzeichnis

- Matek, W.;u.a., Roloff/Matek Maschinenelemente - Lehrbuch (13., überarb. Aufl. 1994, korr. Nachdruck 1995), Braunschweig: Vieweg, 1995.
- Gieck, K., Technische Formelsammlung, Germering: Gieck Verlag, 1995.
- Hoischen, H., Technisches Zeichnen, Essen: Girardet, 1988.
- Becker; H., Walzwerke: Maschinen u. Anlagen, Leipzig: Dt. Verl. f. Grundstoffindustrie; 1979.

9 Rainer Menge

Prozessverknüpfung in der Drahtindustrie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	41
2	Technische Möglichkeiten zur kontinuierlichen Wärmebehandlung.....	42
2.1	Material.....	42
2.2	Technik (Anlage)	44
2.3	Technologie (Verfahren).....	44
2.4	Prozesszusammenhänge	44
3	Kontinuierliche Wärmebehandlung in Verbindung mit dem Umformprozess	45
4	Metallkundliche Aspekte	53
5	Entwicklungstrends	54

Zusammenfassung

Ausgehend von Erfahrungen mit Prozessverknüpfungen in kontinuierlichen Fertigungen werden Möglichkeiten aufgezeigt, dieses Konzept auch auf den Bereich Walzen und Ziehen von Legierungen und Sonderwerkstoffen im Rund-, Flach- und Profildrahtbereich für kontinuierliche Wärmebehandlungen in Verbindung mit dem Umformprozess zu übertragen. Für die Anlagentechnik bietet sich hier eine Glühe nach dem Trafo-Prinzip an (konduktive Drahterwärmung bei berührungslosem, induktivem Energieeintrag). Das Anlagenkonzept und die Vorteile dieses Systems gegenüber dem Widerstandsglühen mit direkter Kontaktierung werden vorgestellt. Versuchsergebnisse mit diesem Konzept können in nächster Zeit vorgestellt werden.

Summary

Based on experiences with combined procedures in continuous manufacturing possibilities will be presented to transfer this concept to the fields of rolling and drawing of alloys and specialty materials in the manufacture of round, flat and round wires for continuous heat treatment in combination with reshaping procedures. The technology of the device offered here is an annealing device based on the transformer principle (conductive heating of wires through non-contact energy induction). The concept of the device and the advantages of this system as opposed to resistance annealing with direct contact will be presented. Test results from this method will be presented in the near future.

Einleitung

In der Drahtfertigung haben sich kontinuierlich gestaltete Prozessabläufe immer mehr durchgesetzt. Nur über diesen Weg sind weitere Produktivitätssteigerungen, Qualitätsverbesserungen und Kostensenkungen möglich. Speziell in der Kupferdrahtfertigung wurde mit der Einführung der kontinuierlichen Gieß-Walz-Verfahren (Properzi, Southwire, Contirod und Dip-Forming) sowie des „Inlinelühens“ in Verbindung mit dem Ziehprozess und dem Mehrdrahtziehen eine erhebliche Produktivitätserhöhung und Kostensenkung erzielt.

Im Gießwalzdrahtbereich arbeiten Contirod-Anlagen mit Durchsätzen von über 50 t/h [60 t/h] und Kapazitäten von über 330 kt/a. Mit der Einführung dieser modernen Verfahren war nicht nur eine erhebliche Kostensenkung verbunden, sondern auch die Oberflächenqualität und die Feinziehbarkeit wurden entscheidend verbessert. Deshalb konnte parallel zu diesen Verfahren das Mehrdrahtziehen eingeführt werden, wobei die Drahtzahlen pro Anlage heute bei max. 40 Drähten liegen (40 x 0,20 mm \varnothing bei $v = 25$ m/s entspricht 1,0 t/h; 4 x 8,0 mm \varnothing bei $v = 25$ m/s entspricht 8,2 t/h).

Bei der kontinuierlichen Wärmebehandlung von Kupferdraht hat sich das Widerstandsglühn mit Drehstromglühn für große Leistungen und Abmessungen sowie mit Gleichstromglühn für dünne Abmessungen und Mehrdraht durchgesetzt. Beide Entwicklungen (Gießwalzen mit der entsprechenden Kathodenqualität und Mehrdrahtziehen und -glühn) haben sich gegenseitig vorangetrieben.

Anliegen dieses Artikels ist es, die vorhandenen Möglichkeiten zur Prozessverknüpfung aufzuzeigen und Applikationen für weitere Halbzeugfertigungen und Materialien, insbesondere für das „Inlinelühn“ auch in Verbindung mit der Entwicklung neuer Anlagentechnik darzustellen.

Technische Möglichkeiten zur kontinuierlichen Wärmebehandlung

Ausgehend von den Randbedingungen, die durch Material und Fertigung bestimmt werden, muss die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit geprüft werden. Dazu werden beim Material die entsprechenden Werkstoffdaten (spezifischer elektrischer Widerstand, wahre spezifische Wärme, Dichte, Wärmeleitfähigkeit und Permeabilität) in ihrer Temperaturabhängigkeit, aber auch charakteristische metallkundliche Parameter wie Rekristallisationstemperaturintervall, Legierungstyp, Phasenumwandlungen, Verdampfungstemperatur usw. benötigt, um daraus Anlagendimensionierungen und Randbedingungen abzuleiten.

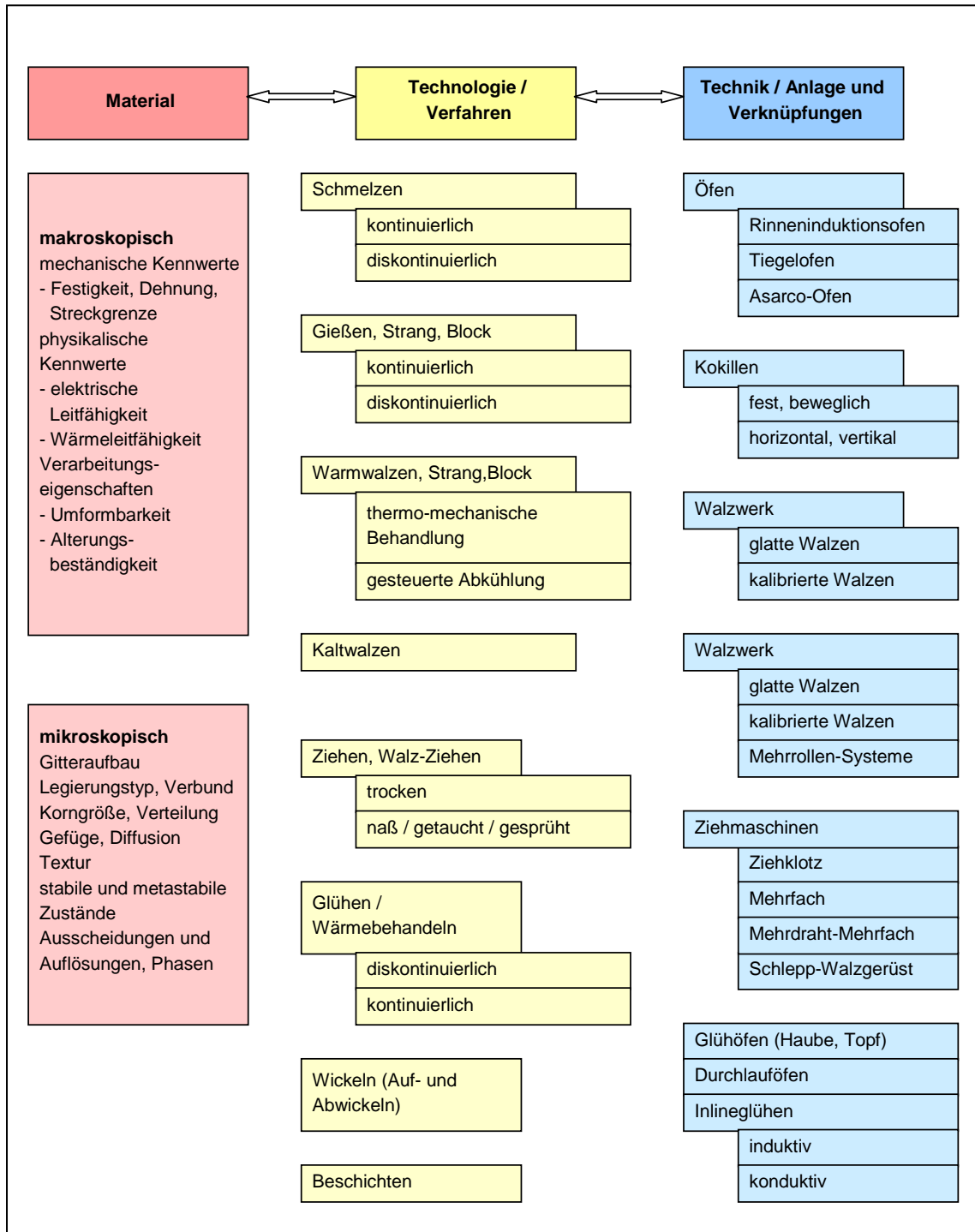
Neben der eigentlichen Wärmebehandlung ist auch der Schutz vor unerwünschten Oberflächenveränderungen zu beachten. Mit der Schnellwärmebehandlung sind zwangsläufig hohe Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten verbunden, die charakteristische Auswirkungen auf Struktur und Gefüge und damit auf die makroskopischen Eigenschaften haben. Je nach Material müssen diese Eigenschaften (Festigkeit, Dehnung, Streckgrenze, Umformbarkeit, Alterungsbeständigkeit usw.) mit denen der traditionellen Fertigung verglichen und geprüft werden, ob sie in der Weiterverarbeitung Anpassungen erforderlich machen oder nicht. Wie in Abbildung 1 dargestellt, müssen bei der Planung und Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren eine Reihe von Aspekten Berücksichtigung finden. Dies sind im Einzelnen: Material, Technik und Technologie.

Material

Neben den makroskopischen Materialkennwerten in ihrer Temperaturabhängigkeit müssen auch Angaben über mikroskopische Eigenschaften und die Vorgeschichte des Materials vorliegen. Ausgehend von diesen Daten erfolgt die Auswahl einer geeigneten Technik, die dann entsprechend der speziellen Bedürfnisse des konkreten Materials und Halbzeugs modifiziert werden muss.

Abbildung1

Zusammenhänge zwischen den Fertigungsschritten hinsichtlich Material, Technik und Technologie



Technik (Anlage)

Hier werden wesentliche Parameter wie Anlagengröße, Streckenlängen, Aufheiz- und Abkühlvorrichtung, Kontaktierungen usw. vorgegeben, die mit geometrischen Daten des Produktes wie Durchmesser, Höhe, Breite (Querschnitt), aber auch Materialdaten wie Festigkeit, Dehnung, Warmbrüchigkeit usw. verknüpft sind.

Technologie (Verfahren)

Mit dem Verfahren werden die konkreten Randbedingungen eingestellt, wie z.B. Durchlaufgeschwindigkeit, Durchsätze an Kühlmedium, Spannung, Strom, Frequenz. Auch hier findet eine Verbindung mit Material- und Anlagendaten statt, die z.B. die Eindringtiefe vom Strom so einstellen, dass eine ausreichende Durchwärmung mit minimalem Temperaturgradienten über den Querschnitt entsteht (Skin-Effekt¹). Für andere Anwendungen kann gerade die Ausprägung eines großen Gradienten von Interesse sein (z.B. induktives Härten, selektive Wärmebehandlung von Randschichten usw.)

Prozesszusammenhänge

Wie in Abbildung 1 dargestellt, erfordert die Verknüpfung von Prozessschritten Kompromisse bzw. höhere Aufwendungen gegenüber traditionellen Einzelaggregaten in den verschiedenen Anlagenteilen, um das Gesamtverfahren produktiv und kostengünstig zu realisieren. Dazu gehören

- Anpassung der Schmelz- und Gießtemperaturen an die höheren Durchflüsse (Probleme liegen z.B. in der Entgasung und der Ausfilterung von Einschlüssen)
- Einstellung engtolerierter Legierungszusammensetzungen (minimale Schwankungen der Zusammensetzung über große Längen)

¹ Der Effekt ist abhängig von Frequenz, elektrischer Leitfähigkeit ρ und magnetischer Permeabilität μ unter Berücksichtigung der Temperaturverteilung über den Querschnitt (Wärmeleitfähigkeit λ).

- Standzeiten der Walzen bei höheren Walzgeschwindigkeiten und Laufzeiten
- Beherrschung bzw. Vermeidung von Phasenumwandlungen (z.B. $\alpha \leftrightarrow \beta$ -Umwandlung bei Cu-Zn oder $\alpha \leftrightarrow \gamma$ -Umwandlung bei Fe-C)

In den folgenden Ausführungen wird speziell auf die Einbindung von kontinuierlichen Wärmebehandlungsverfahren in die Prozesse Ablaufen – Umformen – Wickeln eingegangen (Abbildung 2).

Kontinuierliche Wärmebehandlung in Verbindung mit dem Umformprozess

Die effektivste Art, ein Halbzeug schnell zu erwärmen, ist die Erzeugung der Wärme über innere Quellen, die sich am besten über die Widerstandserwärmung durch elektrischen Strom realisieren lassen. Damit entfallen bzw. reduzieren sich Begrenzungen des Energieeintrages durch die Wärmeleitfähigkeit und durch kleine Wärmeübergangszahlen, wie z.B. beim Energieeintrag durch die Oberfläche.

Wie in Abbildung 3 dargestellt, erfolgt die Abschätzung der erforderlichen Ströme und Spannungen über eine Energiebilanz von Stromwärme, Joule'scher Wärme und Verlusten durch Emission und Konvektion. Mit Einführung eines Wirkungsgrades η lassen sich die Abhängigkeiten in einfachen Differenzialgleichungen darstellen, deren Lösung in Verbindung mit den konkreten Materialdaten in ihrer Temperaturabhängigkeit und den entsprechenden Glühstrecken und Endtemperaturen eine ausreichend genaue Dimensionierung von Strom und Spannung gestatten.

Für kleine Querschnitte und metallkundlich einfach zu beherrschende Materialien wie z.B. Kupfer, die über große Längen mit engtolerierten Eigenschaften sicher hergestellt werden können, hat sich die Erwärmung mit **Widerstandsglühen mit direkter Kontaktierung** über Kohlebürsten, Schleifringe und Kontaktrollen durchgesetzt.

Abbildung 2

Prozessverknüpfung Fertigungslinien

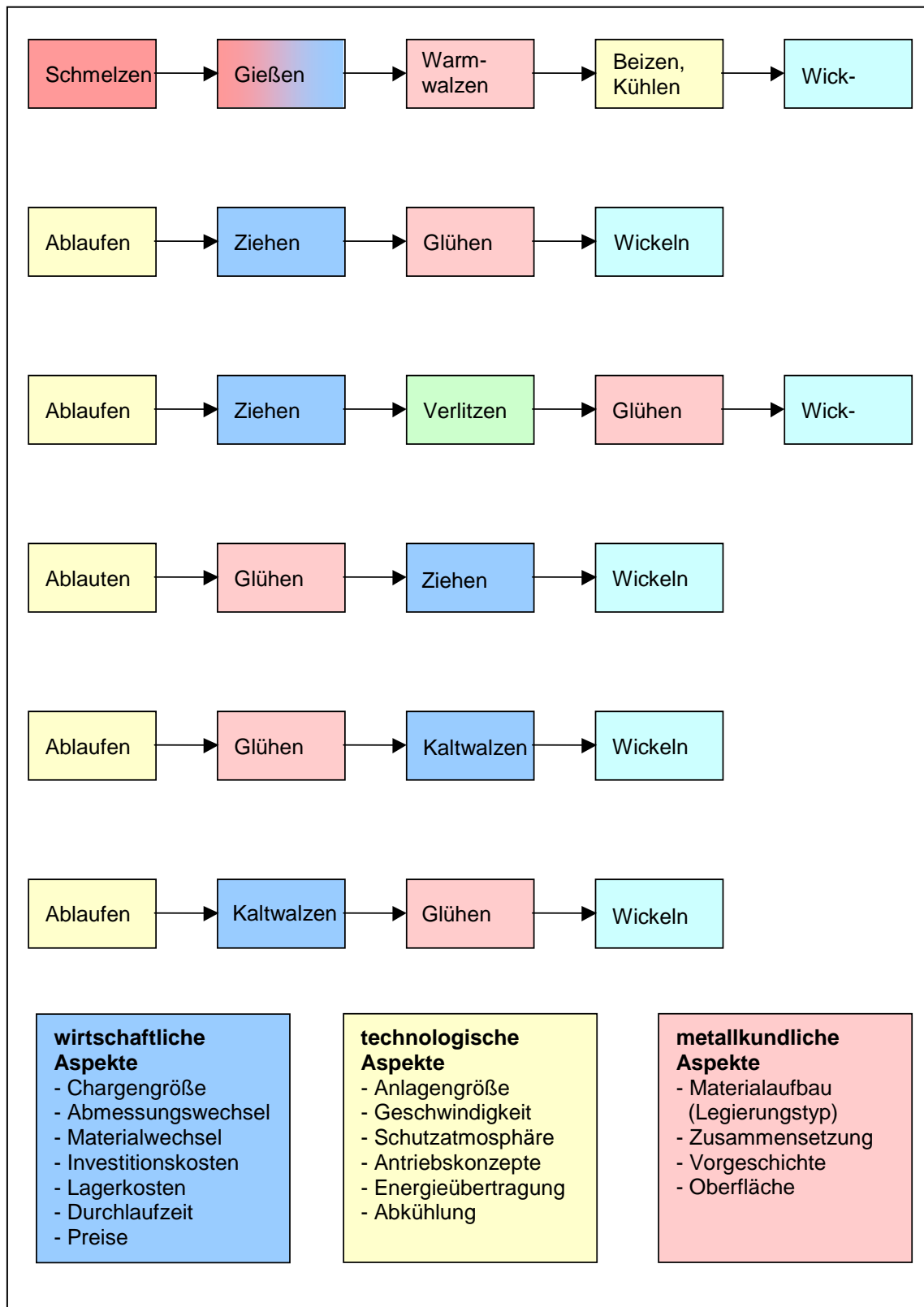
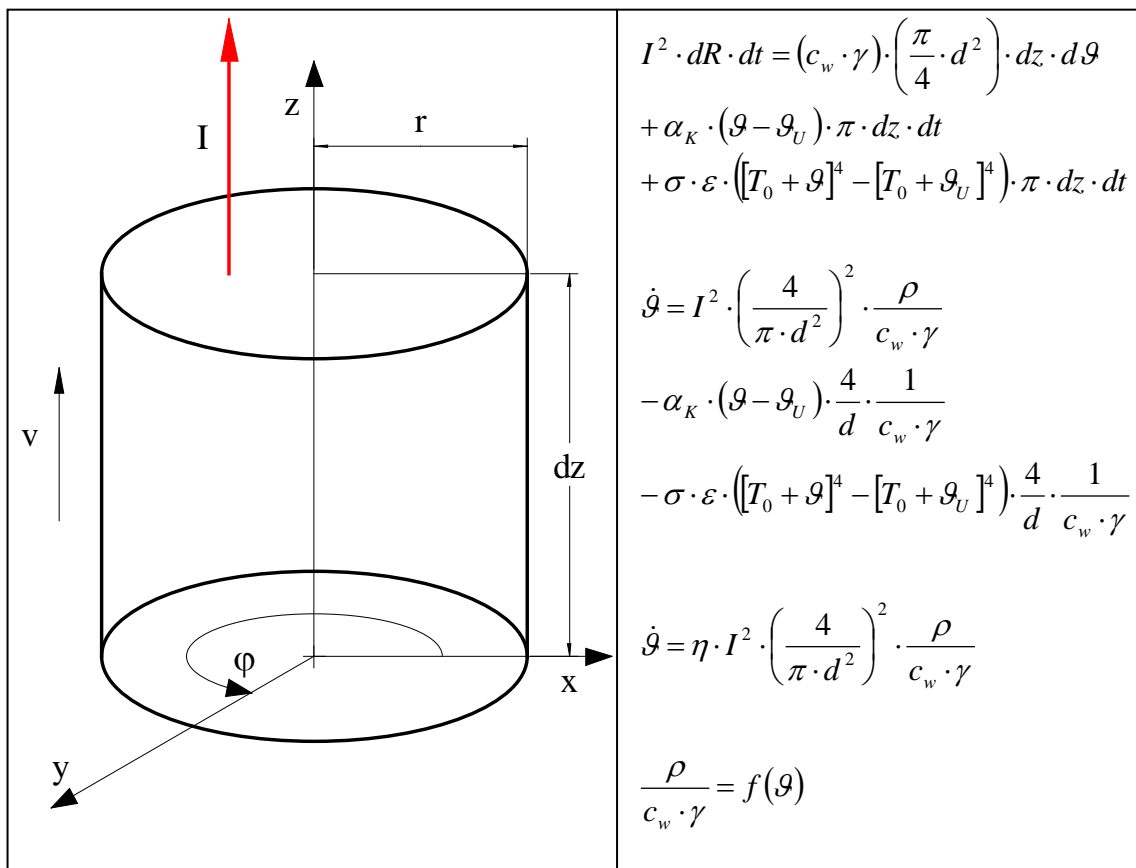


Abbildung 3

Schnellerwärmer



Die Erwärmung über den eigenen Widerstand hat einen sehr hohen Wirkungsgrad, es sind Aufheizgeschwindigkeiten von einigen 10^4 K/s möglich. Emission und Konvektion können nahezu vernachlässigt werden. Der Strom kann über eine Potenzialdifferenz über **Kontaktrollen** oder **berührungslos** über einen Induktor eingebracht werden. Bei Übertragung über Kontaktrollen kann Gleich- oder Wechselspannung verwendet werden, je nach Spannungsart und Frequenz sind auch Stromverteilungen über den Querschnitt zu berücksichtigen (Skin-Effekt). Schnellerwärmungsprozesse sind mit hohen Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten verbunden. Das Verhalten des jeweiligen Materials auf diese speziellen Bedingungen muss geprüft werden! Auch das Vormaterial sollte aus kontinuierlichen Fertigungen stammen, um Eigenschaftsschwankungen über der Länge zu vermeiden bzw. zu minimieren. Beim Abkühlprozess müssen extrem hohe Wärmeübergangszahlen realisiert werden. Die entsprechenden Werkstoffparameter und ihre Temperaturabhängigkeit sollten bekannt sein!

Diese Anlagen können mit technisch vertretbarem Aufwand gebaut werden, weiterhin liegen die für Kupfer erforderlichen Spannungen unter dem vorgegebenen Grenzwert von 50 V Berührungsspannung. Je nach Leistungseintrag und Querschnitt werden für große Querschnitte Dreh- und Gleichstromglühen und für kleinere Querschnitte und mehrere parallele Drähte Gleichstromglühen eingesetzt (siehe Abbildungen 4 und 5). Problematisch ist die Einstellung definierter Festigkeits- und Dehnungswerte am Beginn und am Ende des Steilabfalls der Glühkurve (z.B. $\frac{3}{4}$ -hart und $\frac{1}{4}$ -hart), da die Übergangswiderstände über Kohlebürsten, Schleifringe und Kontaktrollen nicht so definiert eingestellt werden können. Diese Anforderungen bestehen bei Kupfer aber auch nicht; für die technischen Ansprüche beim Weichglühen von Kupfer ist diese Technik ausreichend.

Eine weitere Möglichkeit besteht im **berührungslosen, induktiven Energieeintrag** in eine Drahtschleife nach dem Trafo-Prinzip (Abbildungen 6 und 7). Die Primärwicklung wird auf einen Ringkern aufgebracht, durch den auch die Drahtschleife als Sekundärwicklung geführt wird. Die Drahtschleife muss nur noch in sich über eine Kurzschlussrolle elektrisch kurzgeschlossen werden. Dieses System wird mit einer mittelfrequenten Spannungsversorgung betrieben (500 bis 10000 Hz). In Abhängigkeit von Schleifengröße, Schleifenwiderstand und Frequenz ergibt sich die übertragbare Schein- und Wirkleistung.

Die Vorteile dieses Systems liegen im einfachen Aufbau, im berührungslosen Energieeintrag und in der Reduzierung der Kontakte auf die Berührung mit der Kurzschlussrolle. Ein weiterer, wesentlicher Vorteil ist die Möglichkeit, durch Addition der Einzelspannungen, die über die Trafopakete in die Schleife induziert werden, deutlich höhere Glühspannungen zu realisieren, ohne dass eine Gefährdung für den Bediener durch Berührungsspannungen entsteht. Weiterhin lässt sich der Energieeintrag sehr fein regeln, so dass auch Glühungen im Bereich des beginnenden und endenden Steilabfalls der Glühkurve definiert möglich sind (z.B. $\frac{3}{4}$ -hart und $\frac{1}{4}$ -hart).

Abbildung 4

Konduktive Drahtglühen: Anlagevarianten

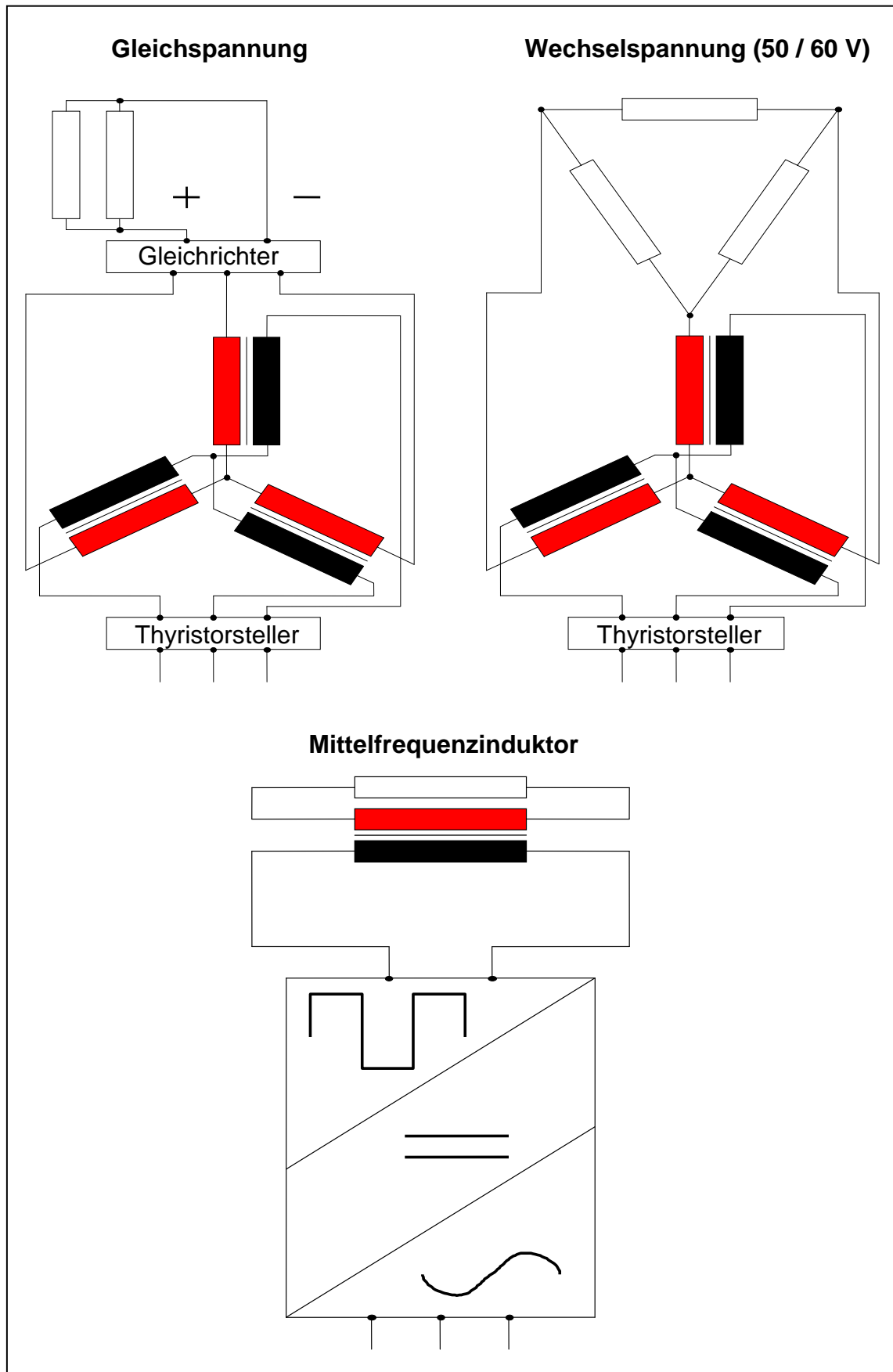


Abbildung 5

Konduktive Drahtglühen: Drahtverläufe

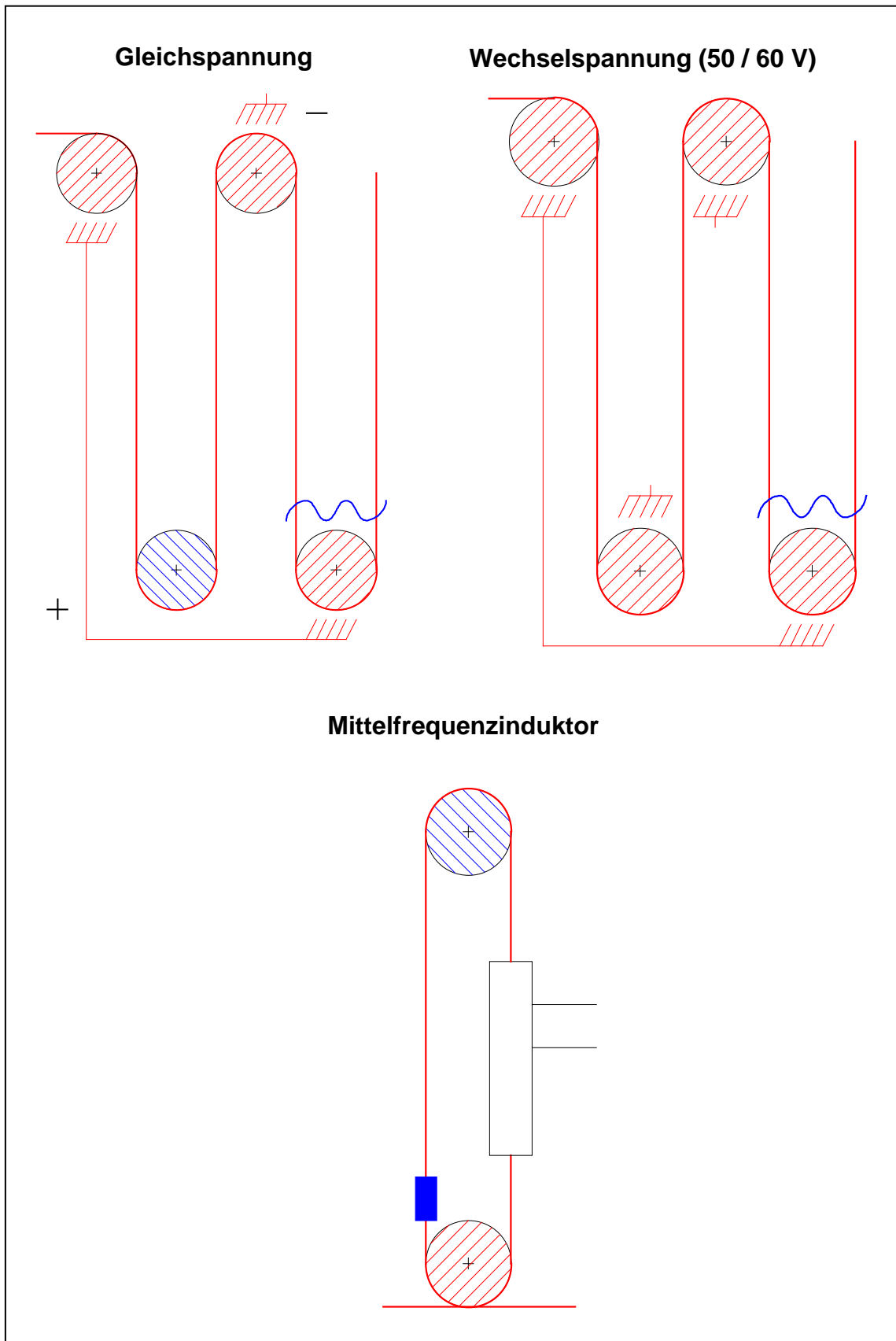
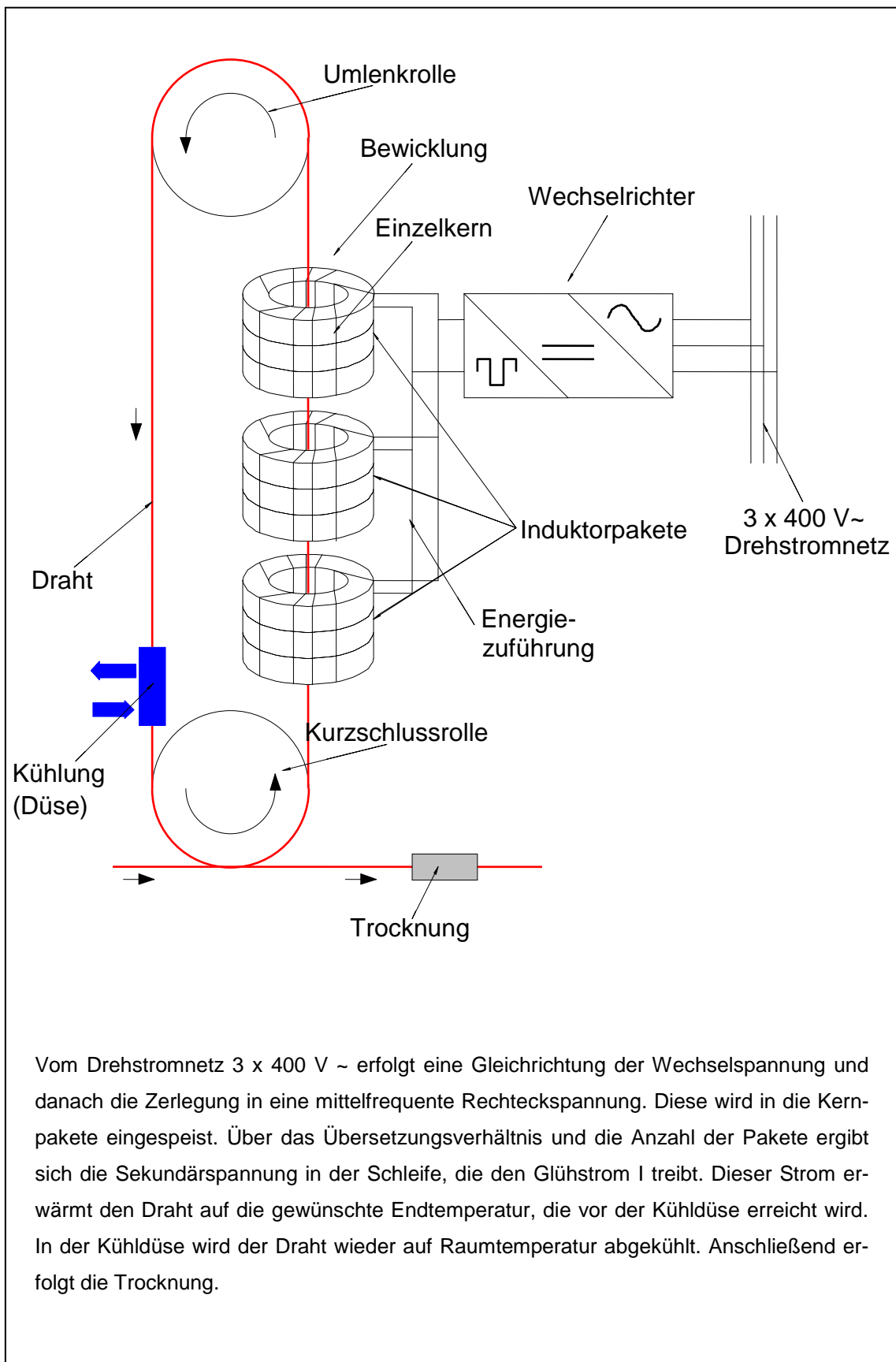


Abbildung 6

Prinzipskizze Induktionsglühe



Vom Drehstromnetz 3 x 400 V ~ erfolgt eine Gleichrichtung der Wechselspannung und danach die Zerlegung in eine mittelfrequente Rechteckspannung. Diese wird in die Kernpakete eingespeist. Über das Übersetzungsverhältnis und die Anzahl der Pakete ergibt sich die Sekundärspannung in der Schleife, die den Glühstrom I treibt. Dieser Strom erwärmt den Draht auf die gewünschte Endtemperatur, die vor der Kühldüse erreicht wird. In der Kühldüse wird der Draht wieder auf Raumtemperatur abgekühlt. Anschließend erfolgt die Trocknung.

Abbildung 7

Prototyp einer Induktionsglühe



Der Einsatz dieses Prinzips bietet sich insbesondere für Materialien mit höherem Widerstand im kleinen und mittleren Abmessungsbereich an. Ebenfalls möglich ist die Glühung von Flach- und Profildrähten, da die Kontaktierung immer nur auf einer Bandseite erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil ist der einfache Anlagenaufbau bei deutlicher Reduzierung der Verschleißmöglichkeiten und Verschleißteile.

Eine andere Möglichkeit besteht im direkten Energieeintrag über eine **Zylinder-spule**, wobei im zu glühenden Material Wirbelströme erzeugt werden. Hier wird mit wesentlich höheren Frequenzen gearbeitet; der Wirkungsgrad des Systems wird entscheidend vom Füllgrad der Induktionsspule bestimmt. Dieses Prinzip ist größeren Querschnitten bei kleineren Durchlaufgeschwindigkeiten vorbehalten, z.B. für induktives Härten, Bolzen- und Stangen- sowie Banderwärmung.

Metallkundliche Aspekte

Aus theoretischen Überlegungen hinsichtlich des Materials lassen sich folgende Zusammenhänge erkennen (siehe auch Abbildung 8):

- **Glühtemperatur:** Das Material wird sich einfacher handhaben lassen, wenn die erforderliche Glühtemperatur nicht zu hoch ist. Neben der ausreichenden Kühlung der Kontakt- und Umlenkrollen muss auch die Oberfläche vor unerwünschten Veränderungen (Oxydation, Nitrierung) geschützt werden.
- **Kontaktierung:** Die Kontaktierung darf nicht durch elektrisch nicht leitende Schichten behindert werden. Bei den zu glühenden Materialien ist deshalb hinsichtlich der Zusammensetzung auf Legierungsanteile zu achten, die eine isolierende Oxidhaut bilden könnten wie z.B. Aluminium. Durch inerte oder reduzierende Schutzgase kann diese Erscheinung vermieden oder zumindest vermindert werden. Weiterhin sollte ein geeigneter Kontaktwerkstoff (gut leitend, warmfest und ohne Bildung von Abrissfunken) ausgewählt werden.
- **Ausscheidungen / Phasenumwandlungen / Alterung:** Je komplexer das Legierungssystem ist, desto mehr Probleme sind hinsichtlich Auflösungen

und Ausscheidungen sowie Phasenumwandlungen zu erwarten. Deshalb sollten zunächst Erfahrungen mit reinen α -Legierungen gesammelt werden. Parallel dazu besteht die Möglichkeit, die Legierungen so zu modifizieren, dass sie für die Schnellwärmebehandlung geeignet sind; ein Beispiel hierfür wäre die Abbindung von Kohlenstoff und Stickstoff in interstitiell freien Stählen.

Entwicklungstrends

In weiteren Untersuchungen soll die Eignung des Trafo-Prinzips (konduktive Drahterwärmung mit berührungslosem, induktivem Energieeintrag) für eine Reihe von Anwendungen im Rund- und Profildrahtbereich mit kleinen und mittleren Querschnitten untersucht werden. Hinsichtlich der Werkstoffpalette stehen dabei die klassischen Kupferlegierungen (Messing, Bronze, Neusilber), aber auch Kupfer-Nickel- und Nickel-Chrom-Legierungen sowie Sonderwerkstoffe auf dem Programm.

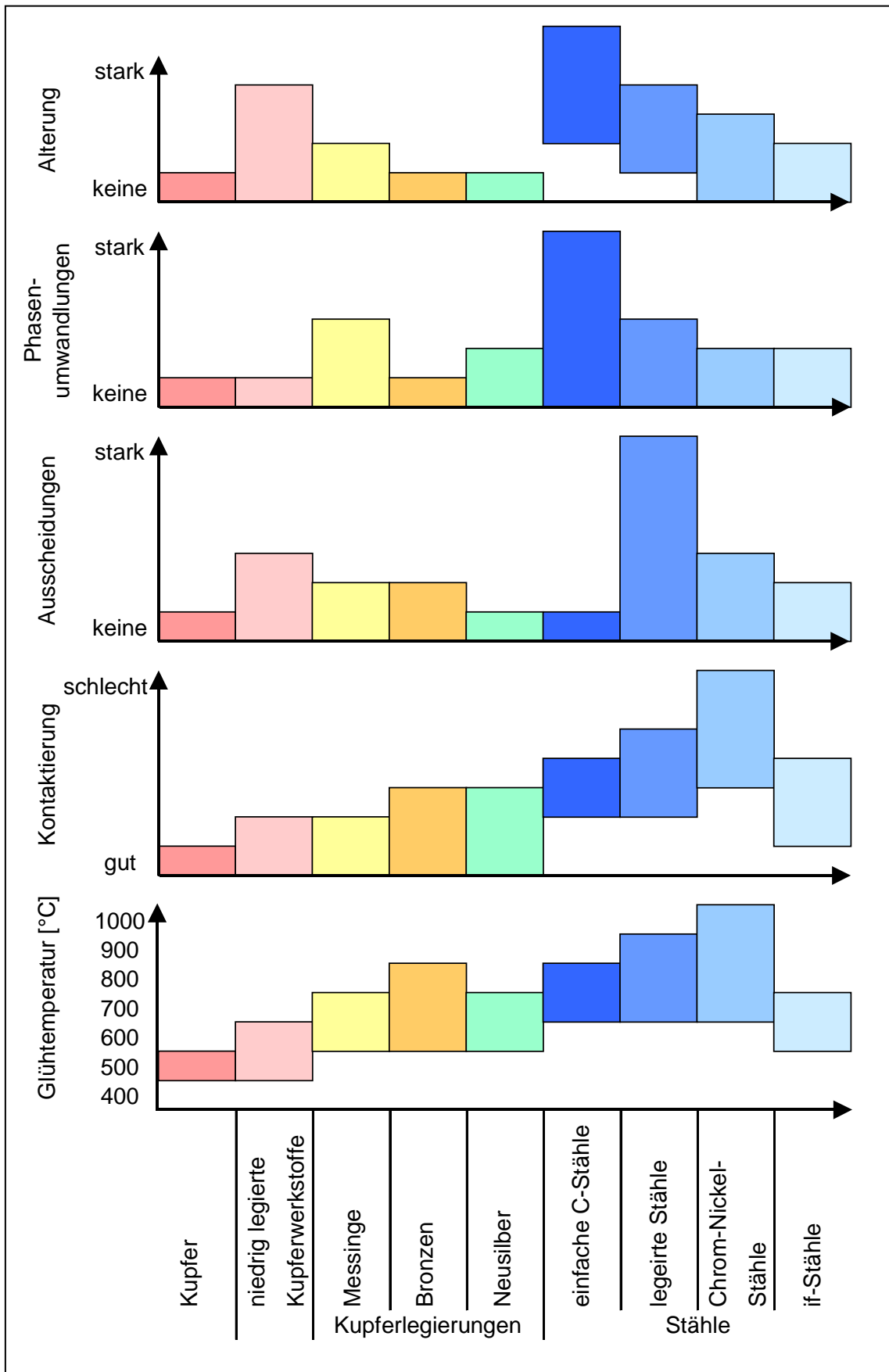
Einen positiver Ausgang der Versuche vorausgesetzt – in Verbindung mit bereits vorliegenden Erfahrungen mit dieser Glühtechnik – würden dann Einsatzmöglichkeiten als „Inlineanlage“ unter anderem in folgenden Bereichen möglich sein:

- Ablaufen – Walzen – Glühen – Wickeln
- Ablaufen – Glühen – Walzen – Wickeln
- Ablaufen – Ziehen – Glühen – Wickeln
- Ablaufen – Glühen – Ziehen – Wickeln

Neben der rekristallisierenden Glühung wäre auch die Vorerwärmung zur Warm- bzw. Halbwarmumformung möglich.

Abbildung 8

Portfolio Schnellwärmebehandlung



10 Die Max- und Erni-Bühler-Stiftung

Die Max- und Erni-Bühler-Stiftung wurde im Jahre 1993 durch die Pforzheimer Unternehmerin Erni Bühler als gemeinnützige Stiftung bürgerlichen Rechts errichtet. Die Stifterin hat ihr durch die Satzung den Auftrag gegeben, aus den Erträgen ihres Stiftungsvermögens Wissenschaft und Forschung, insbesondere auf dem Gebiet der Kaltverformung von Metallen, zu fördern.

In Erfüllung dieser Aufgabe hat die Stiftung seit dem Jahre 1994 im Rahmen eines umfassenden Forschungsprogramms "Grundlagenuntersuchungen zum Herstellen dünner Drähte durch Kaltwalzen" mit dem IPA Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart, zahlreiche Untersuchungen durchgeführt. Im Rahmen einer weiteren Forschungs Kooperation mit dem Institut für Bildsame Formgebung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (IBF) werden Verformungsvorgänge beim Walzen von Drähten aus Stahl untersucht. Ein neues gemeinschaftliches Projekt mit dem IBF wird Grundlagenuntersuchungen im Bereich der Mikroverformung zum Gegenstand haben.

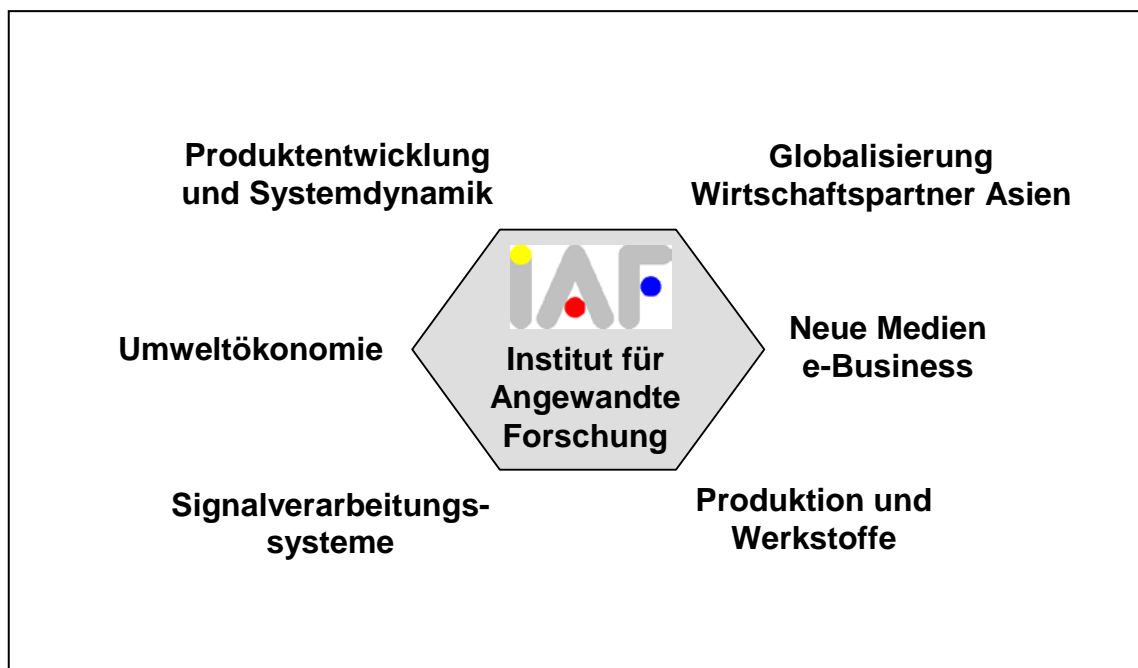
Mit der Fachhochschule Pforzheim konnte im April 2001 ein auf 4 Jahre angelegter Forschungs- und Entwicklungsvertrag abgeschlossen werden. Gegenstand des Vertrages ist die Durchführung von Untersuchungen durch das Institut für angewandte Forschung der Fachhochschule Pforzheim (IAF) im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens der Stiftung zu dem Thema "Grundlagenuntersuchungen zur Technologie von Werkzeugen der Kaltverformung". Daneben werden im IAF Untersuchungen für ein Forschungsvorhaben der Stiftung zu dem Thema der Wärmebehandlung von Drähten während des Walzvorganges mit Hilfe des „Durchlaufglühens“ bzw. „Inlineglühens“ durchgeführt. Für die Max- und Erni-Bühler-Stiftung hat die Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Pforzheim deshalb einen besonders hohen Stellenwert, weil sie sich gemeinsam mit der Fachhochschule einer zukunftsorientierten, innovativen Entwicklung der Technologieregion Pforzheim/ Nordschwarzwald verpflichtet fühlt.

Schließlich hat die Stiftung zur Förderung des Facharbeiternachwuchses in den Metall verarbeitenden Berufen den „Bühler-Preis“, einen Geldpreis, ausgelobt. Er wird jährlich an die/den Auszubildende(n) verliehen, welche(r) die nach Notendurchschnitt beste Facharbeiterprüfung/Gesellenprüfung im Bereich der Industrie- und Handelskammer Pforzheim ablegt. Auch mit diesem Preis bekennt sich die Max- und Erni-Bühler-Stiftung zu ihrer Verbundenheit mit der Region Pforzheim/Nordschwarzwald.

11 Das Institut für Angewandte Forschung (IAF) – die Pforzheimer Plattform für Forschung und Entwicklung

Das Institut für Angewandte Forschung ist die zentrale Plattform für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben an der Hochschule Pforzheim. Es gliedert sich in sechs Schwerpunkte, in denen Professoren aus den drei Hochschulbereichen Gestaltung, Technik und Wirtschaft Forschungsprojekte durchführen.

Die Schwerpunkte des IAF



Ein besonderes Kennzeichen des Pforzheimer IAF ist, dass Forschungsaufgaben häufig interdisziplinär durchgeführt werden, also die Professoren aus verschiedenen Fachbereichen mit unterschiedlichem Erfahrungshintergrund gemeinsam an Lösungsstrategien für eine Aufgabe arbeiten.

Kooperationspartner sind in einigen Fällen andere Forschungseinrichtungen an Hochschulen oder die Fraunhofer Gesellschaft; häufiger arbeiten die Professoren aber mit Unternehmen aus der freien Wirtschaft zusammen. Für viele Un-

ternehmen ist das IAF im Laufe der Jahre zu einem wichtigen Ansprechpartner bei Aufgaben im Bereich der Entwicklung und Verbesserung von Produkten, Produktionsverfahren und Dienstleistungen geworden. Von den vorhandenen soliden Grundlagen ausgehend ist es das Ziel des Instituts, seine Position als innovatives Zentrum für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben in der Region und auch darüber hinaus zu festigen und auszubauen.

Engagierte Professoren und Mitarbeiter sowie eine gut Ausstattung in den Schwerpunktbereichen ermöglichen innovative individuelle Lösungen. Durch die Forschungstätigkeit arbeiten die Professoren an der Grenze des Wissens und der Technik, was zugleich eine qualifizierte und praxisnahe Lehre begünstigt. Den Studierenden eröffnet sich durch die Mitarbeit an den Projekten schon frühzeitig die Möglichkeit, ihr theoretisches Wissen praktisch anzuwenden, Forscherfreude zu entwickeln und Kontakte zu Unternehmen zu knüpfen.

12 Verzeichnis der Tagungsteilnehmer

Adam, Wilhelm; VK-HZ Carl Schaefer GmbH + Co., Pforzheim

Augenstein, Sven; Friedrich ZETTL GmbH, Birkenfeld

Barthold, Rolf, Dipl.-Ing. (FH); Geschäftsführer IHK-Bildungszentrum GmbH,
Karlsruhe

Bauer, Dr. Petra; Mitarbeiterin Schmucktechnologisches Institut der Hochschule
für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim

Becker, Christoph; Betreuung Unternehmen Dresdner Bank, Pforzheim

Becker, Dr. Joachim; Oberbürgermeister Stadt Pforzheim, Pforzheim

Betz, Rainer; Inhaber und Geschäftsführer Eugen Betz GmbH + Co. K.G.,
Pforzheim

Bickel; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Birchoff; Ausbilder BfW Pforzheim, Pforzheim

Blaga, Mircea, Dipl.-Ing. (TU); Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Bocon, Ruth; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Böhm, Prof. Dr. Wolfgang; Leiter Schmucktechnologisches Institut der Hoch-
schule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim

Böhm, Dr. Uwe; Leitung Technik C. Hafner GmbH + Co. Gold- und Silber-
scheideanstalt, Pforzheim

Böhmer, Carsten, Dipl.-Ing.; Institut für Bildsame Formgebung (IBF), RWTH
Aachen

Braun, Jörg; Friedrich ZETTL GmbH, Birkenfeld

Brückmann, Dr. Gerhard; Werksleiter Berkenhoff GmbH, Heuchelheim

Bülling, Edeltraud; Direktorin E. Buelling picto-schmuck, Pforzheim

Bülling, Marc; Vertriebsleiter E. Buelling picto-schmuck, Pforzheim

Bürkle, Rolf; Mitarbeiter Schmucktechnologisches Institut der Hochschule für
Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim

Bürkle, Ralph; Maschinenbau-Mechanikermeister, QM Bühler & Co. GmbH,
Pforzheim

Bürkle, Horst; Geschäftsführer Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Dann, Thomas; Leiter Entwicklung Schneeberger GmbH, Höfen/Enz, Gräfenau
Dittmann, Walter; Prokurist, Betreuung Unternehmen Dresdner Bank, Pforz-
heim

Dreyer, Heiko, Dipl.-Ing. (FH); Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und
Automatisierung (IPA), Stuttgart

Eckhardt, Dietmar, Dipl.-Ing. (FH); Hochschule für Gestaltung, Technik und
Wirtschaft, Pforzheim

Elflein, Sigried; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim
Engeln, Prof. Dr. Werner; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirt-
schaft, Pforzheim

Fox, Lothar, Dipl.-Ing.; Geschäftsführer Arnold Rump J.H. Sohn, Altena
Freymark; Rechtsanwälte Birk und Kollegen, Pforzheim

Friedel, Dieter; Techniker Verfahrenstechnik AMI DODUCO, Pforzheim

Gerold; Fa. Sundwiger Messingwerk, Hemer

Glauner, Thomas; Sparkasse Pforzheim, Pforzheim

Graudejus, Manfred, Dipl.-Ing.; Hochschule für Gestaltung, Technik und
Wirtschaft, Pforzheim

Haager, Jörg, Dipl.-Betriebswirt; Geschäftsleiter Haager Gold-Fournituren,
Pforzheim

Haarer, Friedrich, Dipl.-Ing. (FH); Bereichsleiter Hollingsworth GmbH, Neubu-
lach

Haller, Marion; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Hansis, Dr. Werner; Vorstand Max- und Erni- Bühler Stiftung, Stuttgart

Hering, Alexander; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft,
Pforzheim

Heinzel, Helmut, Dipl.-Ing.; Verfahrenstechnik AMI DODUCO, Pforzheim

Hicke, Roland; Friedrich ZETTL GmbH, Birkenfeld

Hill, Reinhold; Ausbilder BfW Pforzheim, Pforzheim

Himpel, Arndt; Friedrich ZETTL GmbH, Birkenfeld

Höptner, Prof. Dr. Norbert; Rektor der Hochschule für Gestaltung, Technik und
Wirtschaft, Pforzheim

Janelt, Andreas; Teamleiter Stahlwerk Ergste-Westig GmbH, Schwerte

Jehle, Kerstin, Dipl.-Ing. (FH); Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirt-
schaft, Pforzheim

de Jong, Ansgar; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim

Jost, Prof. Dr.-Ing. Norbert; Leiter Institut für Angewandte Forschung (IAF), Stu-
diengang Maschinenbau, Werkstoffentwicklungs- und Prüflabor, Hochschu-
le für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim

Kagerhuber, Manfred; Techniker Verfahrenstechnik AMI DODUCO, Pforzheim

Kern, Theo; Betriebsleiter Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Kern, Prof. Dr. Peter; Institutsdirektor Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation (IAO), Stuttgart

Klein, Renate; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Kleiner, Georg; Geschäftsführer Arthur Bossert GmbH & Co. Goldkettenfabrika-
tion, Pforzheim

Knappe, Hans-Peter; Betriebsleiter Moser + Pfeil GmbH, Pforzheim

Konstantelias-Prein, Aspasia, Dipl.-Ing.; Hochschule für Gestaltung, Technik
und Wirtschaft, Pforzheim

Krug, Dr. Hans; AMI DODUCO, Pforzheim

Kugel, Gerhard; Konstruktion Bühler & Co. GmbH, Pforzheim

Kunkel, Marco, Dipl.-Ing.; Geschäftsführer Hahn & Co., Pforzheim

Kunkel, Oliver, Dipl.-Ing. (FH); Konstrukteur Hahn & Co., Pforzheim

Lepin, Eberhardt, Dipl.-Ing.; Entwicklung Umformtechnik Wieland-Werke AG,
Vöhringen

Liebsch, Rudolf, Dipl.-Ing. (BA); Abteilungsleiter Drahtfertigung Wieland-Werke
AG, Vöhringen

- Mappus, Stefan; Staatssekretär Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart
- Menge, Dr.-Ing. Rainer; Herborner-Drahtbüro, Herborn
- Mischung, Günther; Drahtfertigung AMI DODUCO, Pforzheim
- Müller, Roland; Leiter PBC Deutsche Bank, Pforzheim
- Nuß, Viktoria; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim
- Pflieger, Lothar; Teamleiter Stahlwerk Ergste-Westig GmbH, Schwerte
- Puhl, Jürgen; Leiter Fertigungssteuerung Berkenhoff GmbH, Heuchelheim
- Rahlmeyer, Hans-Hermann; Geschäftsführer Schneeberger GmbH, Höfen/Enz, Gräfenau
- Rettig, Stefan, Dipl.-Ing. (FH); Vertrieb Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
- Röber, Dr. Gerhard; Geschäftsbereichsleiter Schneeberger GmbH, Höfen/Enz, Gräfenau
- Rodig, Joachim; Betriebsleitung Andreas Daub GmbH + Co. KG, Pforzheim
- Rozsndeï, Dr. Laszlo; Fertigungsleiter Stahlwerk Ergste-Westig GmbH, Schwerte
- Ruck, Klaus, Dipl.-Ing. (FH); Geschäftsleitung Controlling Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
- Samtleben, Tobias, Dipl.-Ing.; Fertigungsleiter AMI DODUCO, Pforzheim
- Sauheidl, Udo, Dipl.-Ing.; ppa-Betriebsleiter Friedrich Binder G.m.b.H. & Co., Mönshheim
- Schaefer-Krack, Fred; Beiratsvorsitzender Carl Schaefer GmbH + Co., Pforzheim
- Schätter, Prof. Alfred; Prorektor der Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim
- Scherr, Prof. Dr. Roland; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim
- Schick, Carolin; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim
- Schmidt, Eckhardt; RTS Schmidt, Leinfelden-Echterdingen
- Schreiner; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
- Schulze, Thomas; Fertigungsleiter Partzsch, Spezialdrähte, Döbeln
- Sperling, Viktor; Deutsche Bank, Pforzheim
- Spreu, Hubert; Geschäftsführer Carl Schaefer GmbH + Co., Pforzheim
- Steiner, Martin; CDU-Stadtrat, Pforzheim

Steudle, Erich; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
Stierle, Werner; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
Teurer; Fa. Henkel und Grosse, Pforzheim
Tilp, Horst; Werkzeugmachermeister Fa. Dentaurum, J.P. Winkelstoeter KG
Dental-Fabrik, Ispringen
Trojan, Burkhard, Dipl.-Ing.; Abteilungsleiter Friedrich Binder G.m.b.H. & Co.,
Mönsheim
Tscheu, Manfred; Lehrer Heinrich-Wieland-Schule, Pforzheim
Vajen, Dieter; Teamleiter Stahlwerk Ergste-Westig GmbH, Schwerte
Venker, Konrad, Ing. grad.; Verkaufsleitung Friedrich Vollmer Feinmessgeräte-
bau GmbH, Hagen
Vollmer, Friedrich, Ing. grad.; Geschäftsführer Friedrich Vollmer Feinmessgerä-
tebau GmbH, Hagen
de Vries, Gisela, Dipl.-Verw.-Wiss.; Hochschule für Gestaltung, Technik und
Wirtschaft, Pforzheim
Wachter, Reinhard; Geschäftsführer Friedr. Roediger & Co., Hanau
Wagner, Dr.-Ing. Gerd; Geschäftsbereichs-Leitung C.Hafner GmbH + Co. Gold-
und Silberscheideanstalt, Pforzheim
Wagner, Friedrich; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
Wegscheider, Toni; Sparkasse Pforzheim, Pforzheim
Weiß, Günter; Konstruktion Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
Wiedmann; Bühler & Co. GmbH, Pforzheim
Wiest, Florian; Hochschule für Gestaltung, Technik und Wirtschaft, Pforzheim
Wößner, Dr.-Ing. Johannes; Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Au-
tomatisierung (IPA), Stuttgart
Zimmer, Dieter; Partzsch Spezialdrähte, Döbeln
Zindl, Alfred; Fertigungsleiter Martin Walter Ultraschalltechnik, Straubenhardt
Zorn, Bernd; Geschäftsführer SAAZOR- WÄLZTECHNIK, Pforzheim