Abschlussbericht

zum
Forschungsprojekt

Simulation des Kühlschmierstoffkreislaufs im Sinne einer umwelt- und ressourcenschonenden Produktionstechnik

Fördergeber

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
FZ 13581

Prof. Dr. Gerhard Petuelli
Universität-GH Paderborn, Abt. Soest
Werkzeugmaschinen und Vorrichtungen
Lübecker Ring 2
59494 Soest

Dezember 2001

Berichte des Wrangell-Instituts für Umweltgerechte Produktionsautomatisierung

Band 8

Gerhard Petuelli
(Hrsg.)

Forschungsbericht

Simulation des Kühlschmierstoffkreislaufs zur Optimierung einer umwelt- und ressourcenschonenden Produktionstechnik

Deutsche Bundesstifung Umwelt
FZ 13581

Shaker Verlag
Aachen 2002

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Petuelli, Gerhard (Hrsg.):
Simulation des Kühlschmierstoffkreislaufs zur Optimierung einer umwelt- und ressourcenschonenden Produktionstechnik / Gerhard Petuelli (Hrsg.). Aachen : Shaker, 2002
(Berichte des Wrangell-Instituts für Umweltgerechte Produktionsautomatisierung ; Bd. 8)

ISBN 3-8322-0120-3

Copyright Shaker Verlag 2002
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-0120-3
ISSN 1615-2557

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

VORWORT

Dem *Produktionsintegrierten Umweltschutz* in der metallverarbeitenden und metallbearbeitenden Industrie kommt, nicht zuletzt aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen, ein zunehmend höherer Stellenwert zu. Diesen Anforderungen können insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) aufgrund ihrer häufig unzureichenden Ressourcen nur mit erheblichen Anstrengungen gerecht werden. Zudem erfordern Maßnahmen zum Einhalten der Rahmenbedingungen im Hinblick auf die Minderung der Umweltbelastungen detaillierte Betriebs- und Ablaufanalysen sowie Kenntnisse über die komplexen Wirkzusammenhänge, alternative Technologien und Verfahren. Die daraus abzuleitenden Investitionen können teilweise erheblich sein, sollten deshalb im Vorfeld auf ihre Wirksamkeit hin überprüfbar sein.

Um die mit den Minderungsmaßnahmen verbundenen Investitionsentscheidungen abzusichern, wurde ein Simulationssystem entwickelt, mit dem die Stoffströme, insbesondere die Kühlschmiermittelkreisläufe, in Unternehmen modelliert und im Hinblick auf die ökologische und ökonomische Wirksamkeit alternativer Systemkonfigurationen analysiert werden können. Damit steht ein Hilfsmittel zur Verfügung, mit dem insbesondere KMU in ihren Arbeiten zum Produktionsintegrierten Umweltschutz unterstützt werden.

Der erfolgreiche Abschluss des Projekts war nur möglich durch den engagierten und unermüdlichen Einsatz der Mitarbeiter des Fachgebietes Werkzeugmaschinen, den Herren Dipl.-Ing. Robert Heinemann (MSc), Andreas Hülsbeck, Dipl.-Ing. Ulf Müller, Dipl.-Ing. Jörg Puschmann und Dipl.-Ing. Rudolf Rötering, denen hiermit gedankt sei.

Die Durchführung dieses Entwicklungsprojektes wäre ohne die Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, nicht möglich gewesen. Deshalb gilt der besondere Dank des Herausgebers dem Betreuer des Projektes bei der DBU Herrn Dr.-Ing. J. Lefèvre für die wohlwollende Begleitung der Entwicklungsarbeiten. Die Zielsetzung einer praxisnahen Systementwicklung konnte durch die Kooperation mit den Firmen ZICO Zimmermann GmbH, Wilhelm Becker oHG Hahnreiter Präzision und Imhäuser Metallziehtechnik GmbH sichergestellt werden. Den Verantwortlichen der Unternehmen und ihren Mitarbeitern gilt der besondere Dank des Herausgebers und seiner Mitarbeiter für die Unterstützung und die erfolgreiche Zusammenarbeit.

Soest im Dezember 2001

Dr. Gerhard Petuelli

1 Zusammenfassung 1

2 Einleitung 3

3 Stand der Erkenntnisse 5

3.1 Problematik des Kühlmitteleinsatzes 5

3.2 Hilfsmittel zum Bewerten umweltrelevanter Prozesse 7

3.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung 12

4 Datenerfassung zum Modellieren der Systemkomponenten 14

4.1 Laboruntersuchungen 14

4.1.1 KSS-Absaugverluste bei Einsatz der Vlies-Luftfilteranlage 18

4.1.2 KSS-Verluste beim Einsatz des elektrostatischen Abscheiders 20

4.1.3 Ausschleppverluste des Papierbandfilters 23

4.1.4 Abtropfversuche an Werkstücken der Mittel- und Großserienfertigung 26

4.1.4.1 Einfluss der Viskosität auf die Ausschleppverluste 27

4.1.4.2 Einfluss der Werkstückorientierung auf die Ausschleppverluste 32

4.1.5 Untersuchungen zum HSC-Tieflochbohren mit Minimalmengenschmierung 41

4.2 Untersuchungen in Industrieunternehmen 49

4.2.1 Datenaufnahme bei einem Zulieferer der Lebensmittelindustrie 49

4.2.1.1 Kühlschmierstoff-Verluste an der Bandsägemaschine 52

4.2.1.2 Kühlschmierstoff-Verluste an den Drehmaschinen 53

4.2.1.3 Kühlschmierstoff-Verluste an der 3-Spindelbohrmaschine Wölfel 55

4.2.1.4 Kühlschmierstoff-Verluste an der 3-Spindel-Bohrmaschine SSB3 56

4.2.1.5 Kühlschmierstoff-Verluste an der 12-Spindel-Bohrmaschine SSB12 57

4.2.1.6 Kühlschmierstoff-Verluste an der 12-Spindel-Bohrmaschine Webo 59

4.2.1.7 Gesamtbilanz der Kühlschmierstoff-Ausschleppung 60

4.2.2 Datenaufnahme in einem Unternehmen der Werkzeugindustrie 62

4.2.2.1 Kühlschmierstoff-Verluste an der Drehmaschine *STAR-SR32* 63

4.2.2.2 Kühlschmierstoff-Verluste an den Schleifmaschinen 65

4.2.3 Datenaufnahme in einer Fertigungshalle für Messingrohre 68

5 Aufbau des Simulationssystems SimKSS 75

5.1 Verallgemeinerter Kern des Simulationssystems *SimKSS* 75

5.2 Anwendungsspezifische Erweiterungen des Simulationskerns 78

5.2.1 Verallgemeinerung der Komponenten 79

5.2.1.1 Maschinen 79

5.2.1.2 Absauganlagen 80

5.2.1.3 Transporteinrichtungen 81

5.2.1.4 Anlagen zur Kühlschmiermittel-Versorgung und -Aufbereitung 82

5.2.1.5 Behälter 84

5.2.1.6 Lager und Quellen 84

5.2.1.7 Werkzeuge 85

5.2.2 Aufbau der Systemdatenbank 86

5.2.3 Entwicklung von Simulationsmodellen 88

5.2.4 Definition der Regelbasis und der Lösungswege 92

5.2.5 Hilfsmittel zum Auswerten der Simulationsergebnisse 95

6 Exemplarisches Anwendungen des Simulationssystems 99

6.1 Ergebnisse und Maßnahmen an der Bandsägemaschine 101

6.2 Ergebnisse und Maßnahmenentwicklung für die Drehmaschine 105

6.3 Ergebnisse und Maßnahmenentwicklung für die 3-Spindel-Bohrmaschine SSB3 106
6.4 Ergebnisse und Maßnahmenentwicklung für die 12-Spindel-Bohrmaschine *SSB12* 109
6.5 Ergebnisse und Maßnahmenentwicklung für die 12-Spindel-Bohrmaschine *Webo* 111
7 Verallgemeinerung der Lösungen und Lösungskatalog 113
7.1 Einführung der Minimalmengenkühlschmierung 113
7.2 Kühlschmiermittel-Reinigungsanlagen 114
7.3 Kühlmitteldunst- und -nebelabsaugung 115
7.4 Werkstückhandhabung 116
7.5 Werkstücktransport und Werkstücklagerung 116
8 Zusammenfassung und Ausblick 118
9 Schrifttum 120