

# Umwelt- und Entsorgungsprobleme in der spanenden Fertigung

Johann Georg HINTNER, Dipl.-Ing.Dr.techn., Jahrgang 1961; Studium Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau an der TU Graz; 1986–1991 Assistent am Institut für Fertigungstechnik der Technischen Universität Graz mit Forschungsschwerpunkt „Entsorgung in der spanenden Fertigung“, 1990 Promotion; Seit 1. Juli 1991 Betriebsassistent in der Maschinenfabrik Andritz AG.

Neben den stets aktuellen Themen wie Produktivität, Flexibilität, Qualität und Automatisierung werden auch in der spanenden Fertigung Umwelt- und Entsorgungsprobleme immer häufiger zum Gegenstand der Diskussionen und des Tagesgeschäftes.

Als Ergebnis einer systematischen Betrachtung kann festgestellt werden, daß spanende Werkzeugmaschinen zu fast allen Formen der Umwelt- und Arbeitsplatzbelastung beitragen. Sie lärmen, stinken, rauchen, dampfen, nässen, sabbern und produzieren große Mengen Abfall.

Nach der Darstellung der grundlegenden Probleme sollen im folgenden Artikel einige beispielhafte Lösungsansätze aufgezeigt werden.

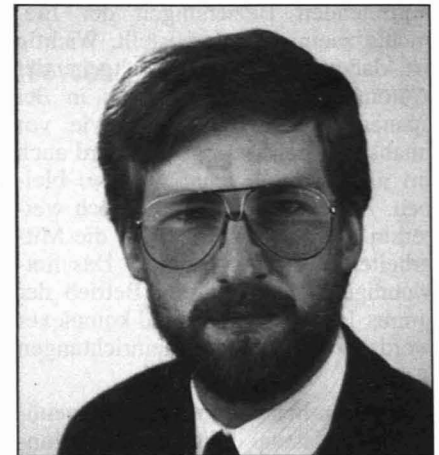
## 1. Einleitung

Im Vergleich mit den ganz großen Umweltproblemen wie etwa Verkehr, Gewässerverschmutzung, Waldsterben, Treibhauseffekt und Tschernobyl erscheinen die Belastungen im Zusammenhang mit der spanenden Fertigung auf den ersten Blick gering und unbedeutend. Bei einer genaueren Betrachtung stellt sich jedoch heraus, daß die spanende Fertigung mit den vor- und nachgeschalteten Anlagen und Einrichtungen sehr wohl in der Lage ist, zu fast allen bekannten Formen der

Umweltbelastung einen mehr oder weniger großen Beitrag zu leisten. Noch deutlicher und greifbarer treten die Probleme hervor, wenn die Grenzen enger gezogen werden und der einzelne Arbeitsplatz untersucht wird. Die Menschen an den Werkzeugmaschinen sind hohen Belastungen und erheblichen Gefahren ausgesetzt.

## 2. Systemeingrenzung und -beschreibung

Für die weiteren Ausführungen ist zunächst eine Abgrenzung des Sy-



stems »spanende Fertigung« erforderlich. Eine anschauliche Systemgrenze bildet der Werkszaun einer Unternehmung bzw. die Außenhaut einer Werkshalle, in der eine Anzahl von Maschinenarbeitern mit Hilfe von spanenden Werkzeugmaschinen aus Werkstoffen bzw. Rohteilen Fertigteile produziert. Damit ist auch schon der Hauptzweck des Systems genannt: die spanende Bearbeitung von Werkstücken. Nur in den Hauptzeiten, also in den Zeitabschnitten, in denen tatsächlich Späne fallen, wird Geld verdient.

In Abbildung 1 ist das System mit seinen Systemelementen sowie mit den

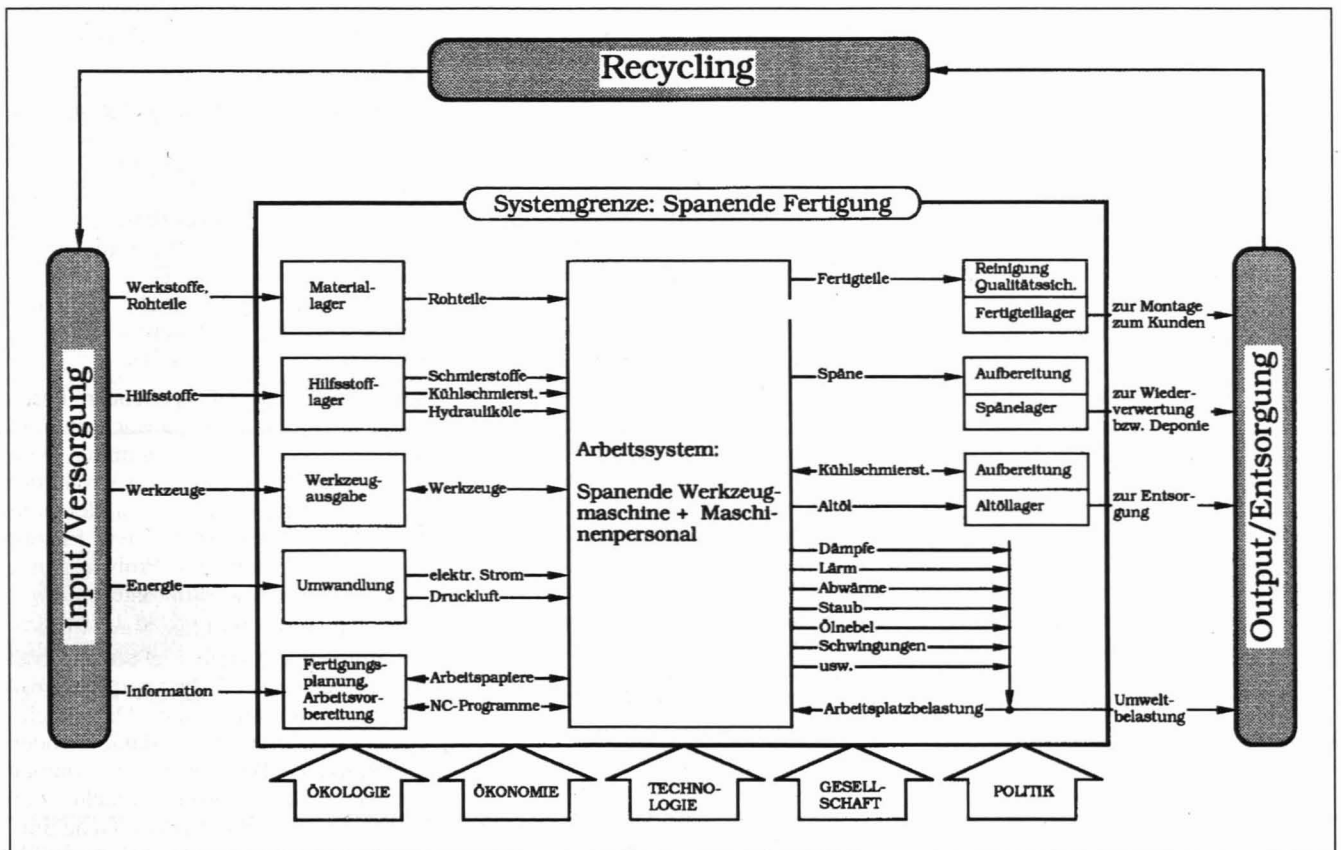


Abb. 1: Versorgung und Entsorgung der spanenden Fertigung



auf tretenden Beziehungen der Elemente zueinander dargestellt. Wichtig ist, daß trotz CIM und weitgehender Automatisierung der Mensch in der spanenden Fertigung nach wie vor unabkömmlich ist. Und das wird auch im nächsten Jahrzehnt noch so bleiben. Ändern werden sich jedoch weiterhin die Anforderungen an die Mitarbeiter in diesem Bereich. Das notwendige Wissen für den Betrieb der immer leistungsfähiger und komplexer werdenden Fertigungseinrichtungen steigt.

Der wesentliche neue Aspekt gegenüber den bislang üblichen Darstellungen der spanenden Fertigung liegt in der Vollständigkeit. Neben der Versorgungsseite wird auch die Entsorgungsseite dargestellt, die bisher gemeinhin unterschlagen wurde.

Das betrachtete System steht zunächst einmal mit seinem Umfeld in Wechselbeziehung, dessen Einflüsse üblicherweise in die folgenden fünf Kategorien strukturiert werden können [1]:

- Ökologie
- Ökonomie
- Technologie
- Gesellschaft
- Politik

In einer Black-Box-Betrachtung werden jene Ströme betrachtet, die als Input in das System einfließen. Das sind:

- Werkstoffe bzw. Rohteile
- eine Anzahl von Hilfsstoffen
- Werkzeuge
- Energie
- Informationen

Der Output des betrachteten Systems sieht folgendermaßen aus:

- Die eingesetzten Werkstoffe verlassen als Fertigteile oder als Späne das System. Späne, die mit geometrisch bestimmten Schneiden erzeugt wurden (Drehen, Bohren, Fräsen, ...), werden fast ausschließlich über Recyclingprozesse der spanenden Fertigung wieder als Werkstoffe zugeführt. Späne aus der Zerspanung mit geometrisch unbestimmten Schneiden (zum Beispiel Schleifschlämme) werden üblicherweise als Sonderabfall entsorgt und deponiert.
- Hilfsstoffe (Hydrauliköle, Schmieröle, Getriebeöle, Kühlschmierstoffe, usw.) werden nach dem Ablauf ihrer Lebensdauer meist der Entsorgung durch Vernichtung (Verbrennung), seltener einem Recycling-

prozeß zugeführt. [2]

- Die unerwünschten Begleiterscheinungen der spanenden Fertigung, wie etwa Lärm, Abwärme, Staub, Rauch, Lösungsmitteldämpfe, Ölnebel und Schwingungen wirken sich einerseits negativ als Arbeitsplatzbelastung auf das einzelne Arbeitssystem innerhalb der spanenden Fertigung aus und verlassen andererseits als Belastungen für die Umwelt das betrachtete System.

### 3. Umwelt- und Entsorgungsprobleme

Die offensichtlichsten Umweltprobleme im Zusammenhang mit der spanenden Fertigung werden nun dargestellt und fallweise durch Beispiele aus der betrieblichen Praxis erweitert.

- Probleme mit flüssigen Stoffen: Gefährdung von Grundwasser und Boden durch den Einsatz von Schmier- und Hilfsstoffen:

Um die Größenordnung zu verdeutlichen, halte man sich vor Augen, daß mengenmäßig fast die Hälfte der überhaupt eingesetzten Schmierstoffe in der spanenden Fertigung im Umlauf sind. Den weitaus größten Anteil machen dabei die Kühlschmierstoffe aus. [3]

Die Lage ist heute allgemein so, daß für die ordnungsgemäße Entsorgung eines Kilogramms Kühlschmierstoff höhere Kosten aufgewendet werden müssen als für die Beschaffung.

- Probleme mit Werkstücken:

Nach der Zerspanung müssen Werkstücke einen Reinigungsprozeß durchlaufen. Sind absolut fettfreie Werkstücke erforderlich, so ist der Einsatz von Chlorkohlenwasserstoffen derzeit noch unverzichtbar; diese Stoffe sind schwere Leber- und Nervengifte und stellen eine enorme Gefahr für das Grundwasser dar.

In diesem Zusammenhang sei auf die mögliche Bildung von Altlasten verwiesen, wenn mit Reinigungsmikalien sorglos umgegangen wird. Chlorierte Kohlenwasserstoffe durchdringen selbst ölbeständige Fußböden, sammeln sich im Boden und bleiben dort über Jahrzehnte erhalten (und nachweisbar). Die allenfalls notwendige Sanierung derartiger Verunreinigungen kann einer Unternehmung das Genick brechen. Als ein in Österreich auch in der breiten Öffentlichkeit bekannt gewordenes Beispiel kann die Mitterndorfer Senke genannt werden.

- Probleme mit Spänen:

Ein Großteil der Späne kommt bei seiner Entstehung mit Kühlschmierstoffen (»Schneidöle«) in Berührung. Die verbleibenden Kühlschmierstoffreste auf den Spänen machen diese - interpretiert man die allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen streng - zu überwachungsbedürftigem Sonderabfall. Jedoch wird fast nirgendwo ein ölbefahter Span auch dementsprechend behandelt. Wenn - wie vielerorts üblich - die Späne im Freien gelagert und durch Niederschläge ausgewaschen werden, ergibt sich zwangsläufig eine Verschmutzung von Grundwasser und Boden.

Zur Verdeutlichung sollen einige Zahlenwerte dienen. Für die Erzeugung von 10 kg Stahlspänen wird bei einer Zerspanungsleistung von 1 kW in etwa eine Stunde benötigt. Ein kg Stahlspäne weist eine Oberfläche von durchschnittlich einem Quadratmeter auf. Das Volumen umfaßt bei gebrochenen Spänen ca. das Zehnfache und bei wolligen Spänen ca. das Hundertfache des Grundwerkstoffes. Mit 10 kg Spänen verläßt auch ungefähr 1 kg Kühlschmierstoff die Werkzeugmaschine.

- Probleme mit Luftverschmutzung:

Hierunter fallen vor allen Dingen die Gefährdungen durch Ölnebel, Öldampf, Rauch und die bereits oben erwähnten Lösungsmitteldämpfe (CKW's) aus Reinigungsanlagen.

- Lärmprobleme:

Lärm stellt die vordergründig unangenehmste und augenscheinlichste Form der Arbeitsplatzbelastung in der spanenden Fertigung dar. Lärmquellen sind Getriebe, Stangenführungen, die Spanbildung an sich, überlaut aufgedrehte Radioapparate, Druckluftpistolen und vieles andere mehr. Üblicherweise wird vom Arbeitsinspektorat ein Gehörschutz vorgeschrieben.

Viele Betriebe mit spanender Fertigung sind historisch gewachsen und befinden sich oftmals inmitten von Wohngebieten. Besonders während der »Geisterschicht«, die auch in kleineren Betrieben immer öfter ihren Einzug hält, können sich nun Probleme mit Anrainern und Nachbarn ergeben.

Ein weiteres Problem in diesem Zusammenhang stellt die Standortfrage bei Neubauten bzw. bei Betriebsstättenweiterungen dar. Die möglichen Standorte für »laute« oder »schmutzige« Betriebe werden immer knapper. Das Mitspracherecht der Nachbarn im behördlichen Genehmigungsverfahren zwingt zu geringen Emissionen.



● Probleme mit Abwärme:

Der allergrößte Teil der bei der Zerspanung eingesetzten Energie wird direkt oder indirekt in Wärme umgewandelt. Unterstützt die anfallende Abwärme in der kalten Jahreszeit wenigstens die Beheizung der Werkshallen, so wird sie in den Sommermonaten bisher meistens ungenutzt abgeführt.

● Probleme mit gesundheitsgefährdenden Stoffen:

Krebserregende Kühlschmierstoffbestandteile (z.B. Nitrosamine), Schwermetalle, lösungsmittelhaltige Anreiblacke, toxische Eingießharze und vieles andere mehr stellen weitere Probleme im Zusammenhang mit der Zerspanung dar. [4]

● Abfallproblematik:

Die spanende Fertigung kann als sehr abfallintensiv bezeichnet werden. Offensichtlich wird diese Problematik dann, wenn die nach Abfallwirtschaftsgesetz [5] geforderte Meldung an den Landeshauptmann abgegeben wird. In einem Betrieb mit spanender Fertigung befinden sich üblicherweise ca. 50 Arten von Sonderabfällen nach

Späne, Schrott	160.000 bis 300.000 kg/a
Wassergemischte Kühlschmierstoffe	über 8.000 kg/a
Nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe	über 200 kg/a
Altöle (Getriebeöle, Hydrauliköle, ...)	über 1.000 kg/a
Ölbindemittel	über 1.000 kg/a
Schleifschlamm, Filterkuchen	über 1.000 kg/a
Filter, Filtervliese, Reinigungspapier, Putzklappen	über 200 kg/a
Leergebinde	über 1.000 kg/a
Reinigungs- und Entfettungsmittel	über 500 kg/a
Hausmüll	über 10.000 kg/a
<b>Zusätzlich: Altpapier Batterien alte Farben Verpackungsmaterial ...</b>	
<b>Insgesamt ergeben sich ca.</b>	<b>300.000 kg/a</b>

Abb. 2: Abfall-Mengengerüst eines Kleinbetriebes mit spanender Fertigung

ÖNORM S 2100. [6] Ungefähr die Hälfte davon zählt zu den überwachungsbedürftigen Sonderabfällen nach ÖNORM S 2101. [7] In Abbildung 2 wird ein typisches Abfall-Mengengerüst eines Kleinbetriebes mit etwa 10 Mitarbeitern gezeigt. An jedem Arbeitstag fällt also rund eine Tonne Abfall an.

#### 4. Lösungsansätze

Die angeführten Probleme spielen sich vor dem Hintergrund einer sich ständig verschärfenden Gesetzeslage bei gleichzeitig immer engmaschiger werdenden Kontrollen ab. Damit einher geht eine stetige und erhebliche Steigerung der Entsorgungskosten. Eine



### FLEXIBLE INDUSTRIEBAUTEN

DER STAHLBAU KOMMT  
VON BINDER + CO





rechtzeitige Berücksichtigung der zukünftigen Randbedingungen der spanenden Fertigung ist notwendig, um nicht irgendwann unvorbereitet vor einem Abgrund zu stehen. Für eine erfolgreiche Problembewältigung ist die verstärkte Zusammenarbeit von Werkzeugmaschinenbetreibern, Werkzeugmaschinenherstellern, Hilfsstofflieferanten und Herstellern von Entsorgungsanlagen notwendig.

Einige beispielhafte Ansätze für zu ergreifende Maßnahmen werden in der Folge aufgelistet: [8]

**Kurzfristige Maßnahmen, Sofortmaßnahmen:**

- Schaffung von Problembewußtsein durch Information und Schulung der Betroffenen.
- Erfassung der im Betrieb vorhandenen Problemstoffe.
- Ersatz von problematischen Stoffen, z.B. Verwendung von chlorfreien Kühlschmierstoffen anstatt chlorierter Produkte; Einsatz von nebelarmen Schneid- und Schleifölen.
- Einführung bzw. Verbesserung der regelmäßigen Überwachung und Pflege von Kühlschmierstoffen - durch längere Standzeiten fallen geringere Abfallmengen an.
- Sortenreine Sammlung und Lagerung der verschiedenen Abfälle und Altstoffe (Späne, Kühlschmierstoffe, ...).
- Vermeidung von unnötigem Lärm (keine Teile- und Maschinenreinigung mit Druckluftpistolen, ...).
- Steigerung der Betriebshygiene.
- Vermeidung von Spritzverlusten.
- Sichere Lagerung von Problemstoffen und Abfällen (dichte Behälter für die Spänelagerung, ...).
- usw.

**Mittelfristige Maßnahmen:**

- Verbesserung der derzeitigen Werkzeugmaschinen (z.B. durch Lärminderungsmaßnahmen, Optimierung des Kühlschmierstoff-Umlaufsystems, Verbesserung der Spänebehandlung, usw.).
- Entwicklung von geregelten betrieblichen Entsorgungskonzepten (Entsorgungsstelle).
- Verbesserte Ausbildung hinsichtlich Entsorgung.
- Einsatz von vollgekapselten Werkzeugmaschinen mit Absaugmöglichkeit für den Arbeitsraum.
- Nutzung der Abwärme aus der Zerspanung (beispielsweise für Kühlschmierstoff- Aufbereitungsprozesse).

**Langfristige Maßnahmen:**

- Berücksichtigung des Umweltverhaltens bei der Konzeption von neuen Werkzeugmaschinen. Das Umweltentsprechen einer Werkzeugmaschine wird in Zukunft zu einem entscheidenden Verkaufsargument werden.
- Entwicklung von Entsorgungseinrichtungen für jede Betriebsgröße. Während für Großbetriebe entsprechende Einrichtungen bereits verfügbar sind, fehlen Entsorgungsanlagen für die für die österreichische Industrielandschaft typischen Klein- und Mittelbetriebe.
- Bevorzugter Einsatz von umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Fertigungsverfahren.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Gerhart Bruckmann behauptet: »Ökologie ist Ökonomie auf längere Sicht! Wir stehen an der Wende von der Versorgungswirtschaft zur Entsorgungs-

wirtschaft.« [9]

Im Bereich der spanenden Fertigung werden heute noch zahlreiche mittlere und auch große Umweltsünden begangen. Die Motive dafür sind nicht immer Gewinnstreben und Bequemlichkeit, sondern oft und oft Unwissenheit. Dabei können Beispiele genannt werden, die schon gegenwärtig eine Verbesserung der Umweltsituation bei gleichzeitiger Steigerung der Wirtschaftlichkeit bringen. [10] Verbesserungen und Optimierungen dürfen nicht nur mehr den Versorgungsbereich oder die klassischen Haupt- und Nebenzeiten betreffen, sondern müssen den gesamten Ablauf einschließlich der Entsorgung und möglicher Recyclingprozesse berücksichtigen.

### Literaturverzeichnis:

- [1] WOHINZ, Josef W.: Zukunftsorientiertes Produktionsmanagement, in: der Wirtschaftsingenieur, 21 (1989) 1, S. 3
- [2] BARTZ, Wilfried J.; u. a.: Schmierstoffe und ihre Wirkung auf Gesundheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit, Ehningen bei Böblingen 1988
- [3] HÖRNER, Dietrich; IHRIG, Heinrich: Moderne Kühlschmierstoffe zur spanenden Bearbeitung: Zerspanung ohne Kühlung undenkbar, in: Schweizer Maschinenmarkt, (1987) 18
- [4] SIMON, Harald: Ersatz umweltbelastender Stoffe im Maschinenbau, in: Werkstatt und Betrieb, 118 (1985) 10, S. 697ff.
- [5] N. N.: Abfallwirtschaftsgesetz, Bundesgesetzblatt Nr. 325, Wien 1990
- [6] N. N.: ÖNORM S 2100, Wien 1983
- [7] N. N.: ÖNORM S 2101, Wien 1983
- [8] HINTNER, Johann: Beitrag zur Lösung der Umwelt- und Entsorgungsprobleme von Klein- und Mittelbetrieben mit vorwiegend spanender Fertigung, Diss., Graz 1990, S. 116ff.
- [9] BRUCKMANN, Gerhart: Megatrends für Österreich, Wien 1988, S. 47
- [10] FRANCIS, Tom: Recovering coolants - systematically, in: Machine and Tool Blue Book, 78 (1983) 4, S. 58ff.

**LEGEN SIE AB,  
und machen Sie sich frei vom  
» PRE - PRESS - STRESS «**

**Fotosatz. Computergrafik. DTP-Service.  
Vierfarb-Reproduktion. Andruck.**

**Typo  
Graphic**

8010 Graz, Moserhofgasse 49  
Tel. 0316 / 47 14 19-0, Fax 0316 / 46 45 33  
9020 Klagenfurt, Sponheimerstraße 7  
Tel. 0463 / 50 5 88, Fax 0463 / 57 4 51