



**Branchenspezifische Checkliste  
für die Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter  
zur Fortführung des Beratungsprogramms  
zur Abfallvermeidung und -verwertung  
in Baden-Württemberg**

**Spanende Metallbearbeitung**

im Auftrag des  
Ministeriums für Umwelt und Verkehr  
Baden-Württemberg

ABAG-itm GmbH  
Stauferstr. 15  
70736 Fellbach

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 ANGABEN ZUM UNTERNEHMEN (TABELLE 1)</b>	<b>3</b>
<b>2 RELEVANTE PRODUKTIONSVERFAHREN UND ABFALLARTEN</b>	<b>4</b>
<b>3 BERATUNGS-LEITFADEN</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Bereich wassergemischte Kühlschmierstoffe</b>	<b>6</b>
3.1.1 Verlängerung der Badstandzeiten	7
3.1.1.1 Fremdöle	8
3.1.1.2 Feste Fremdstoffe	9
3.1.1.3 Unzureichende KSS-Belüftung	13
3.1.1.4 Zu hohe Badtemperatur	13
3.1.1.5 Überwachung von KSS	14
3.1.1.6 Ungeeignetes Ansetzwasser	15
3.1.2 Reduzierung der Einsatzmengen	16
3.1.2.1 Spritzverluste	16
3.1.2.2 Austragsverluste	17
3.1.3 Reduzierung der Produktvielfalt	18
3.1.4 Weitgehender Verzicht auf KSS	19
3.1.5 Innerbetriebliche Aufarbeitung	21
<b>3.2 Bereich nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe</b>	<b>23</b>
3.2.1 Reduzierung der Einsatzmengen	23
3.2.1.1 Spritzverluste	24
3.2.1.2 Austragsverluste	24
3.2.2 Reduzierung der Produktvielfalt	26
3.2.3 Verlängerung der Badstandzeiten	27
3.2.4 Weitgehender Verzicht auf KSS	27
<b>3.3 Bereich ölhaltige Schleifschlämme</b>	<b>29</b>
3.3.1 Reduzierung der Entsorgungsmenge	30
3.3.2 Abtrennung und Rückführung von ausgetragenen KSS	31
3.3.3 Zuführung zur metallurgischen Verwertung	33
<b>3.4 Bereich KSS-behaftete Späne</b>	<b>35</b>
<b>4 ERGEBNISDOKUMENTATION DER BERATUNG (TABELLE 4)</b>	<b>36</b>
<b>5 ERGEBNISDOKUMENTATION DER BETRIEBLICHEN UMSETZUNG (TABELLE 5)</b>	<b>37</b>
<b>ANHANG: ÜBERSICHT ÜBER ANFALLENDE ABFALLARTEN</b>	<b>38</b>
<b>GLOSSAR</b>	<b>39</b>

**1 Angaben zum Unternehmen (Tabelle 1)**

Firma:	
Standort:	
Adresse:	
relevanter Produktionsbereich:	
betrieblicher Ansprechpartner:	Herr/Frau
Stellung/Verantwortungsbereich:	
Telefon:	
Telefax:	
E-Mail:	

## 2 Relevante Produktionsverfahren und Abfallarten

Anhand der zur spanenden Metallbearbeitung im jeweiligen Betrieb eingesetzten Produktions- bzw. Bearbeitungsverfahren (vgl. BG\*, Kap. 2.1) kann auf verfahrenstypische Abfallarten (vgl. BG\*, Kap. 4.1) geschlossen werden. Sie sollten daher möglichst bereits im Vorfeld bekannt sein.

Die Reihenfolge der den Bearbeitungsverfahren in Tabelle 2 zugeordneten Abfallarten entspricht deren Bedeutung im Hinblick auf mögliche Abfallverminderungs- und -verwertungspotentiale.

Der Einstieg in den nachfolgenden Beratungs-Leitfaden erfolgt dann anhand der verfahrenstypischen Abfallarten über die ihnen in Tabelle 2 zugeordneten Kapitel.

Im ersten Schritt sollte die Gruppe der im betrachteten Betrieb am häufigsten eingesetzten Bearbeitungsverfahren bzw. die bedeutsamste daraus entstehende Abfallart auf mögliche Abfallvermeidungspotentiale betrachtet werden. Nach Abklärung der nach dem in Tabelle 2 zugewiesenen Kapitel des Beratungs-Leitfadens für diese Abfallart ökologisch und ökonomisch vorteilhaften Maßnahmen sind in Folgeschritten weitere eingesetzte Bearbeitungsverfahren bzw. Abfallarten der Reihenfolge ihrer Bedeutung nach zu betrachten.

---

\* Branchengutachten "Untersuchung von Betrieben der spanenden Metallbearbeitung" im Rahmen des Beratungsprogramms zur Reststoff- bzw. Abfallvermeidung und -verwertung in Baden-Württemberg, November 1996

**Tabelle 2: Bearbeitungsverfahren und daraus resultierende typische Abfallarten**

Welche Bearbeitungsverfahren werden vorwiegend eingesetzt?	Welche Abfallarten fallen an?
Drehen, Bohren, Fräsen, Sägen u.ä. <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	KSS-Alt emulsionen (wassergem. KSS) <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.1 KSS-Alt öle (nichtwassermischbare KSS) <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.2 ölhaltige Metallschlämme <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3 KSS-behaftete Metallspäne <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.4
Hobeln, Räumen u.ä. <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	KSS-Alt öle <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.2 KSS-Alt emulsionen <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.1 ölhaltige Metallschlämme <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3 KSS-behaftete Metallspäne <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.4
Schleifen <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	KSS-Alt emulsionen / KSS-Alt lösungen <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.1 KSS-Alt öle <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.2 ölhaltige Schleifschlämme <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3
Honen, Läppen u.ä. <input type="checkbox"/> Ja ⇒ nebenstehende Abfallarten prüfen <input type="checkbox"/> Nein	ölhaltige Metallschlämme <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.3 KSS-Alt öle <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ⇒ Kap. 3.2

### 3 Beratungs-Leitfaden

Der Beratungs-Leitfaden untergliedert sich in die betrachteten Abfallarten und führt über verschiedene Ansatzpunkte in die betreffenden Unterkapitel.

Ergeben die dort in erster Priorität aufgeführten Hinweise und Kriterien unter den vorgegebenen betrieblichen Bedingungen keine Ansatzpunkte zu abfall-reduzierenden Maßnahmen, so ist im nächsten Schritt der Ansatzpunkt mit der geringeren Priorität zu betrachten.

Die zur Prüfung bzw. Umsetzung vorgeschlagenen Maßnahmen können in der Tabelle 4 "Ergebnisdokumentation der Beratung" summarisch eingetragen werden.

#### 3.1 Bereich wassergemischte Kühlschmierstoffe

Unter wassergemischten Kühlschmierstoffen (wmb KSS) sind

- KSS-Emulsionen (milchig weißes Aussehen) und
- KSS- Lösungen ( transparent, teilweise eingefärbt)

einzuordnen. In vielen Betrieben werden beide Typen parallel eingesetzt.

Bei wassergemischten KSS liegt das größte, meist kurzfristig und oft bereits mit geringem Aufwand realisierbare Verminderungspotential in der Optimierung der Badstandzeiten, gefolgt von Ansätzen zur Reduzierung der Einsatzmengen. Eine gute Dokumentationslage, idealerweise im Rahmen eines bereits aufgebauten Umweltmanagementsystems, verbessert die Möglichkeiten, Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung zu erkennen, und ist daher grundsätzlich zu empfehlen.

Die wesentlichen Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung lassen sich mit abfallender Priorität wie folgt zusammenfassen:

Priorität	Ansatzpunkt zur Abfallreduzierung	⇒ Kapitel
1	Verlängerung der Badstandzeiten	3.1.1
2	Reduzierung der Einsatzmengen (Austragsverluste, Bedarfsoptimierung)	3.1.2
3	Reduzierung der Produktvielfalt	3.1.3
4	weitgehender Verzicht auf KSS (Trockenbearbeitung, MMKS)	3.1.4
5	innerbetriebliche Aufarbeitung	3.1.5

### 3.1.1 Verlängerung der Badstandzeiten

In den seltensten Fällen müssen KSS ausgetauscht werden, weil sie durch den eigentlichen Bearbeitungsprozess unbrauchbar geworden sind. Vielmehr werden wassergemischte KSS häufig durch eingetragene Verunreinigungen instabil oder durch Keimbefall zersetzt.

Folgende Phänomene geben Hinweise auf Verbesserungspotentiale:

- Ja      Nein     Starker KSS-Geruch ist in der Halle und insbesondere im näheren Maschinenbereich wahrnehmbar.
- Ja      Nein     Das optische Bild der KSS wirkt verschmutzt, d.h.
  - Emulsion normalerweise weiß ist gräulich
  - Lösung normal transparent wirkt trübe/milchig.
- Ja      Nein     Die Bearbeitungsmaschinen wirken verschmutzt.
- Ja      Nein     Auf dem KSS im Vorratsbehälter/Vorlagetank schwimmt Öl, Schaum, Schmutz, Zigaretten, Papier usw..
- Ja      Nein     An den (einzelversorgten) Maschinen sind keine Pflegeeinrichtungen (Entfernung von Fremddölen und Spänen /Feststoffen) zu sehen.
- Ja      Nein     Es besteht keine Zentralversorgung.

Insbesondere wenn mindestens einer der o.g. Hinweise zutrifft, sollten die Badstandzeiten ermittelt werden:

Standzeiten bei einzelversorgten Maschinen: .....Wochen.  
 Standzeiten bei Zentralanlagen: .....Monate.  
 Anmerkungen: .....

Nachfolgend werden Orientierungswerte für Badstandzeiten genannt:

Anlagenart	Orientierungswert	Bemerkungen
Einzelanlage Badvolumen >50 l	20 - 26 Wochen	Bei kleineren Anlagen sind die Maßnahmen meist unwirtschaftlich.
Zentralanlagen Badvolumen <5m <sup>3</sup>	1 - 2 Jahre	
Zentralanlagen Badvolumen >5m <sup>3</sup>	2- 3 Jahre	

Weisen die ermittelten Badstandzeiten gegenüber diesen Orientierungswerten ein deutliches Verbesserungspotential auf, so sollten die Ursachen ermittelt werden.

**Hauptursachen** für Standzeitprobleme sind:

- eingetragene Fremdöle, ⇒ Kap. 3.1.1.1,
- eingetragene Fremdstoffe (Feststoffe), ⇒ Kap. 3.1.1.2,
- unzureichende KSS-Belüftung, ⇒ Kap. 3.1.1.3,
- zu hohe Badtemperatur, ⇒ Kap. 3.1.1.4,
- unzureichende Überwachung von KSS, ⇒ Kap. 3.1.1.5,
- ungeeignetes Ansetzwasser, ⇒ Kap. 3.1.1.6.

**3.1.1.1 Fremdöle**

*Sind bei ruhiger Badoberfläche eingetragene Fremdöle erkennbar?*

Ja      Nein      Als Ölschicht (braun bis schwarz) auf dem KSS z.B. im Versorgungsbehälter, die schlechtestenfalls sogar die ganze Oberfläche bedeckt.

Bei erkennbarem Eintrag von Fremdölen in das KSS-Bad ist die Eintragsquelle zu ermitteln:

Ja      Nein      Hydraulikleckagen,  
Ja      Nein      abgewaschene Bettbahnöle,  
Ja      Nein      zu bearbeitende Werkstücke (z.B. Korrosionsschutzöle oder von vorausgegangener Bearbeitungsstufe).

Anmerkungen: .....

Ggf. sollten die unten genannten Maßnahmen unter Berücksichtigung der oben genannten Eintragsquellen geprüft werden.

**Maßnahmen**

- ◆ **Möglichkeiten zur Reduzierung des Fremdöleintrags:**
  - ◆ Reduzierung der Hydraulikleckagen: bessere Abdichtung, Trennung der Systeme. ....
  - ◆ Abdeckung der Bettbahnen zur Reduzierung der durch den KSS abgewaschenen Bettbahnöle. ....
  - ◆ Verarbeitung weniger verölter Werkstücke: z.B. weniger Korrosionsschutzöle, Abtropfen lassen, Vorentölen. ....
- ◆ **Wenn Fremdöleinträge nicht vermeidbar sind, dann sollte ein geeignetes Verfahren zur Entfernung der Fremdöle gemäß Tabelle 3.1 ausgewählt und vorgeschlagen werden.** ....



Falls die Verunreinigung durch Fremdöle und Feststoffe relevant ist, kann der Einsatz von (meist teureren) **kombinierten Reinigungssystemen** (⇒ Tabelle 3.1) durchaus lohnend sein. ....  
 .....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

**3.1.1.2 Feste Fremdstoffe**

Der Eintrag erfolgt

- Ja      Nein      über verschmutzte Vormaterialien,
- Ja      Nein      durch Mitarbeiter (z.B. Zigarettenkippen, Reinigungsmittel, Lebensmittel usw.),
- Ja      Nein      über offene KSS-Rinnen und -Behälter,
- Ja      Nein      durch Auswaschungen aus der Luft (z.B. Staub, Ruß von Dieselstaplern),
- Ja      Nein      durch den Bearbeitungsprozess (feine Späne, Schleifscheibenabrieb), was sich i.a. nicht verhindern lässt.

Anmerkungen: .....

Wenn mindestens eine der o.g. Eintragsquellen oder z.B auf dem KSS schwimmender Schmutz zu erkennen ist, sollten folgende Maßnahmen zur Vermeidung oder Entfernung geprüft werden:

**Maßnahmen**

- ◆ **Möglichkeiten zur Reduzierung des Eintrags:**
  - ◆ Verarbeitung sauberer Vormaterialien. ....
  - ◆ Information/Schulung der Mitarbeiter (z.B. durch KSS-Beauftragten) .....
  - ◆ Abdeckung von KSS-Behältern/Ablaufrinnen. ....
  - ◆ Für saubere Hallenluft sorgen. Ist dies nicht möglich, so ist ggf. eine Maschinenraumkapselung in Betracht zu ziehen. ....
- ◆ **Wenn der Eintrag unvermeidbar ist, dann sollte ein geeignetes Verfahren zur Entfernung der festen Fremdstoffe** gemäß Tabelle 3.1 ausgewählt und vorgeschlagen werden. ....

Falls die Verunreinigung durch Fremdöle und Feststoffe relevant ist, kann der Einsatz von (meist teureren) **kombinierten Reinigungssystemen** (⇒ Tabelle 3.1) durchaus lohnend sein. ....

.....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

**Tabelle 3.1: Die häufigsten Pflegeverfahren für Kühlschmierstoffe mit Auswahlkriterien**

Verfahren	geeignet für		Abschei- degrad	Invest.- kosten [TDM]	vgl.BG, Kap.	Randbedingungen Bemerkungen
	Fest- Fremd- stoffe  Öle	KSS-Typ				
<b>Skimmer: Scheiben-, Band-, Schlauch- skimmer</b>		X	wmb	gering/ mittel	0,5 - 2	5.8.1.1.1 - einfache, preiswerte Geräte - primär für einzelvers. Maschinen geeignet - ruhige Badzone erforder- lich
<b>Ölabsaug- geräte</b>		X	wmb	mittel	3 - 10	5.8.1.1.2 - primär als Ergänzung in Zentralanlagen - benötigt große, ruhige Badoberfläche - teilweise hoher KSS- Verlust
<b>Koales- zenzab- scheider</b>		X	wmb	hoch	5 - 20	5.8.1.1.3 - preiswertes System primär f. Einzelanlagen - auch als mobile Einheit verfügbar
<b>Zwei- Phasen- Separator</b>		X	wmb	hoch	20 -40	5.8.1.1.5 - primär im Bypass für Zentralanlagen - auch als mobile Einheit verfügbar - hoher Energiebedarf, hohe Wartung
<b>Flotation</b>	(X)	X	wmb	mittel	8 - 25	5.8.1.1.7 - gute Unterstützung bei leichter Verschmutzung - gleichzeitige Belüftung des KSS - hoher Emulsionsaustrag
<b>Sedimenta- tion</b>	X		wmb/ nwmb	gering/ mittel	1 - 15	5.7.1.1.1 - großer Platzbedarf - ruhiges Bad und gute Sedimentation der Par- tikel erforderlich
<b>Magnet- abscheider</b>	X		wmb/ nwmb	gering	3 - 20	5.7.1.1.3 - nur für magnetische Partikel geeignet, daher teilweise weiterer Filter erforderlich - geringer Energiebedarf - keine Filterhilfsmittel erforderlich - reiner Schleifschlamm (Verwertung)

<b>Schwerkraftbandfilter</b>	X		wmb	mittel/ hoch	4 - 100	5.7.1.1.4	- preiswerte, einfache Anlagen - viele Baugrößen verfügbar - hoher Filtermittelverbrauch (Filtervlies) - auch mit Umlaufband verfügbar
<b>Druck-, Vakuumbandfilter</b>	X		wmb/ nwmb	hoch	100 - 300	5.7.1.1.4/ 5.7.1.1.5	- primär für Zentralanlagen - hohe Durchsatzleistung - relativ trockener Filterkuchen - auch mit Umlaufband
<b>Hydrozyklon</b>	X		wmb/ nwmb	mittel/ hoch	8 - 30	5.7.1.1.2	- kein Filterhilfsmittel, aber Dünnschlamm und daher Nachbehand. erf. - hoher Verschleiß
<b>Kerzen-druckfilter</b>	X		wmb/ nwmb	mittel	5 - 50	5.7.1.1.6	- nur eingeschränkter Anwendungsbereich - kritisch bezüglich Verblockung
<b>Spalt- und Kantenfilter</b>	X		wmb/ nwmb	mittel	3 - 30	5.7.1.1.7	- nicht für feine Verunreinigungen - ohne Filterhilfsmittel - auch für Einzelanlagen bei geringem Verunreinigungsgrad
<b>Anschwemmfilter</b>	X		nwmb	hoch	30 -250	5.7.1.1.6	- gute Trennleistung bei feinen/feinsten Verunreinigungen - hoher Filterhilfsmittelbedarf (i.a. Kieselgur), doppelte Abfallmenge - hoher Energiebedarf
<b>Sedimentation mit Skimmer/ Ölabsaugung</b>	X	X	wmb	gering/ mittel	5 - 50	5.7.1.1.1/ 5.8.1.1.1/ 5.8.1.1.2	- einfache Kombination, auch für Einzelanlagen - kein Filterhilfsmittel, keine Energie erforderlich
<b>Lamellenabscheider, -separator</b>	X	X	wmb	mittel	12 -200	5.7.1.1.1/ 5.8.1.1.4	- gute Kombinationsanlage - auch für Einzelanlagen geeignet - höherer Platzbedarf
<b>Drei-Phasen-Separator</b>	(X)	X	wmb	hoch	50 -150	5.7.1.1.2/ 5.8.1.1.4	- für Bypass-Betrieb in Zentralanlagen oder als mobile Einheit - sehr gute Feinabtrennung, aber nur für geringe Feststofffrachten - hoher Wartungsaufwand, hohe Energiekosten - Gefahr der Ausmagerung

### 3.1.1.3 Unzureichende KSS-Belüftung

Wenn insbesondere nach Maschinenstillstand (z.B nach Wochenende, bei Werkstattbetrieb, bei sporadischem Einsatz)

Ja  Nein verstärkter Geruch feststellbar ist oder der KSS sogar umgekippt ist,

ist meist eine mangelhafte Belüftung (zur Vermeidung anaeroben Keimwachstums) die Ursache (vgl. BG, Kap. 5.6.1.1.2). Ggf. sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

Anmerkungen: .....

#### Maßnahmen

Abhilfe schaffen (preiswert, insbes. bei Einzelanlagen):

- ◆ **Periodische KSS-Umwälzung** auch bei Maschinenstillstand (Wochenendschaltung). .....
- ◆ **Zuführung von (sauberer!) Luft** z.B. in den Vorratstank. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.1.1.4 Zu hohe Badtemperatur

Badtemperaturen von  $>25^{\circ}\text{C}$  , max.  $30^{\circ}\text{C}$  (ideal sind ca.  $20^{\circ}\text{C}$ ), führen bei wassergemischten KSS zu schnellem Keimwachstum und damit zum vorzeitigen Umkippen (vgl. BG, Kap. 5.6.1.1.1).

Ja  Nein Badtemperatur  $> 25^{\circ}\text{C}$  (Wert: ..... $^{\circ}\text{C}$ )?

Ggf. sollten die unten genannten Maßnahmen unter Berücksichtigung der nachfolgenden Ursachen geprüft werden.

Ursachen können sein

- Ja  Nein ein zu kleines Badvolumen,
- Ja  Nein zusätzlicher Wärmeeintrag (z.B. durch Pumpen, Motoren usw.),
- Ja  Nein schlechte Kühlmöglichkeiten.

Anmerkungen: .....

#### Maßnahmen

- ◆ **Reduzierung des Wärmeeintrags** z.B. durch Isolierung von Wärmequellen (z.B. Motoren).

- ◆ **Verbesserung der Kühlung:** Je nach Badgröße und Anlagenstandort von einfachen Kühlrippen (Luft) bis zu (relativ teuren: zusätzliche Energie und Wartung) Wärmetauschern (Luft, Wasser). .....
- .....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.1.1.5 Überwachung von KSS

Sind durch Wahrnehmungen oder aus den bisherigen Ermittlungen keine der o.g. Anhaltspunkte für die Standzeitprobleme zu erkennen, so kann eine Überwachung der KSS mit teilweise einfach durchzuführenden **Messungen** die richtigen Anhaltspunkte liefern (vgl. BG, Kap. 5.5.1.1.5).

Ziel der Überwachung ist, bereits frühzeitig Veränderungen im KSS-Bad, d.h. Abweichungen von den jeweiligen Sollwerten zu erkennen und mit präventiven Korrekturmaßnahmen einem vorzeitigen Badwechsel gegenzusteuern.

Die wichtigsten Parameter sind:

Parameter	Normalbereich (Grenzwert)	Bemerkungen
<b>Konzentration</b>	2 - 10 %	wichtig für KSS-Stabilität und gutes Bearbeitungsergebnis
<b>pH-Wert</b>	ca. 8,5 (min. 8 und max. 9)	wichtiger Indikator für Verunreinigungen, Keimaktivitäten, Korrosionsschutz, Arbeitshygiene
<b>Nitritgehalt</b>	0 - 10 mg/l (max. 20 mg/l)	Leitsubstanz für mögl. Nitrosaminbildung (TRGS 611), Indikator f. Keimaktivitäten, Eintrag über Wasser, Luft (Ruß von Dieselstaplern)
<b>Leitfähigkeit</b>	10 – 100 µS (max. 2.000 µS)	guter Indikator für Aufkonzentrationen von gelösten Verunreinigungen, z.B. Salzen
<b>Keimbelastung</b>	< 10 <sup>4</sup> Keime/ml (max. 10 <sup>6</sup> Keime/ml)	schädlich für Stabilität des KSS und Arbeitshygiene

Die Sollwerte sind meist von den eingesetzten KSS-Produkten abhängig und sind daher den Produktspezifikationen des jeweiligen KSS-Herstellers zu entnehmen.

Anmerkungen: .....

Bei Standzeitproblemen und unzureichender Überwachung sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

**Maßnahmen**

- ◆ Die o.g. wesentlichen Parameter sollten überwacht und dokumentiert werden. (Messmöglichkeiten, Prüfintervalle, -methoden und Kosten sind im BG, Tabelle A 5.4, zusammengefasst). .....
- ◆ Bei Abweichungen von den Sollwerten ist mit entsprechenden Maßnahmen (vgl. BG, Tabelle A 5.6) gegenzusteuern. ....

Bei der Umsetzung der genannten Maßnahmen ist die Einführung eines KSS-Managementsystems (vgl. BG, Kap. 5.5 und Anhang 4) sehr hilfreich.

Anmerkungen: .....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

**3.1.1.6 Ungeeignetes Ansetzwasser**

Insbesondere bei KSS-Emulsionen ist das richtige Ansetzen und geeignetes Ansetzwasser für die Stabilität und damit für die erreichbare Standzeit von erheblicher Bedeutung.

Ja      Nein      Werden Anmischgeräte verwendet?

Geeignetes Ansetzwasser sollte

- Ja      Nein      im Härtebereich zwischen 5 - 15°dH liegen,
- Ja      Nein      sauber (Partikel, Keime) sein ! (Brunnenwasser kann kritisch sein, Regenwasser ist diesbezüglich sehr kritisch),
- Ja      Nein      geringe Nitrit-, Nitrat-, Chlorid-Werte aufweisen.

Verwendete Wasserqualität: .....

Anmerkungen: .....

Bei Negation oben genannter Punkte sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

**Maßnahmen**

- ◆ **Verwendung von Anmischgeräten** (vgl. BG, Kap. 5.5.2) und Beachtung der Hersteller-Vorgaben (Schulung der Mitarbeiter) sind einfache Maßnahmen, um Fehler beim Anmischen und Auffrischen zu vermeiden. ....
- ◆ **Verwendung von VE-Wasser:** Bei langen Standzeiten insbesondere in Zentralanlagen ist, um Aufkonzentrationen von gelösten Schadstoffen vor-

zubeugen, zum Auffrischen die Verwendung von entionisiertem (VE) Wasser zu empfehlen. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.1.2 Reduzierung der Einsatzmengen

Noch vor den Entsorgungskosten sind die Beschaffungskosten ein erheblicher Kostenblock beim Einsatz von KSS. Generell gilt, dass auch beim Einsatz von KSS der Grundsatz **„nur so viel wie nötig“** einzusetzen oft erhebliche Reduzierungspotentiale bietet. Dies reicht von reduziertem Badvolumen, geringerem Aufwand bei der Lagerhaltung (⇒ Kap. 3.1.3) bis hin zum Einsatz der Minimalmengen-Kühlschmierung (⇒ Kap. 3.1.4).

Die über **Spritz- und Austragsverluste** (vgl. BG, Kap.5.4) ausgetragenen Anteile übersteigen häufig die zur Entsorgung gelangenden Mengen und beinhalten damit auch ein erhebliches Kosteneinsparungspotential. Zusätzlich müssen die ausgetragenen Anteile auch in irgendeiner Form wieder entfernt (z.B. Reinigung von Werkstücken) oder entsorgt (z.B. Ölbindemittel) werden und verursachen damit weitere Abfälle und Kosten.

#### 3.1.2.1 Spritzverluste

Anhaltspunkte für Verbesserungspotentiale sind

- |                             |                               |   |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | über den Maschinenbereich hinausgehende Spritzer, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | nasser Boden um die Maschinen,                    |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | tropfende Materialzu- und -abführungssysteme.     |

Anmerkungen: .....

Ggf. sind nachfolgende Maßnahmen zu prüfen.

#### Maßnahmen

- ◆ **Einfache Spritzschutzwände** und Leitbleche zur Rückführung des KSS (Einzelbearbeitungen, Werkstattbereich) bis hin zur **Kapselung des Bearbeitungsraums** sind wirkungsvolle und wirtschaftliche (geringerer Reinigungsaufwand) Abhilfemaßnahmen. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4



### 3.1.2.2 Austragsverluste

Die Austragsverluste durch Werkstücke, Späne und Schlämme können bis zu einem Mehrfachen des Badvolumens pro Monat ausmachen (vgl. BG, Kap. 5.4.1.1).

Je nach Filtrations- und Austragssystem weisen insbesondere Schleifschlämme noch Feuchtigkeitsgehalte von bis zu 60% auf. Zusätzliche KSS-Anteile werden durch Filtermittel (z.B. Filtervliese, Anschwemmfilter) ausgetragen.

Anhaltspunkte für Verbesserungspotentiale sind tropfnass die Maschine verlassende

- Ja      Nein      Werkstücke,
- Ja      Nein      Späne,
- Ja      Nein      Schleifschlämme

sowie KSS-Lachen

- Ja      Nein      unter Werkstückpaletten,
- Ja      Nein      in Späne- und Schleifschlammcontainern.

Anmerkungen: .....

Ggf. sollten Verbesserungsmaßnahmen mit dem Ziel der Rückführung der ausgetragenen KSS in die Werkzeugmaschine geprüft werden.

**Maßnahmen**

**Werkstücke:** Je nach Geometrie und Oberfläche der Teile können durch

- ◆ Abtropfzonen (billig, evtl. Platzproblem).....
- .....
- ◆ Schleudern (insbesondere bei unempfindlichen und kleinen Teilen).....
- .....
- ◆ Saugblasverfahren (aufwendig, nur bei Großserien).....
- .....

bis zu 90% der ausgetragenen KSS zurückgewonnen werden.

**Späne:**

- ◆ Ausreichende Abtropfzonen bei den Späneförderern sollten grundsätzlich vorhanden sein. ....
- ◆ Bei sehr großem Späneanfall können Späneschleudern rentabel sein (vgl. BG, Kap. 5.4.2). Sie verbessern zusätzlich die Verwertbarkeit der Späne. ....

**Metall- und Schleifschlämme:**

- ◆ Verbesserte Austragssysteme führen zu trockeneren Schlämmen. ....
- .....

- ◆ Hilfsmittelfreie Filtrationssysteme (⇒ Tabelle 3.1 sowie Kap. 3.3.1) reduzieren die Austragsverluste und gleichzeitig die zu entsorgende Schleifschlammmenge.
- .....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.1.3 Reduzierung der Produktvielfalt

Insbesondere in Betrieben mit vielen einzelversorgten Maschinen werden häufig (unnötig) viele verschiedene KSS-Produkte eingesetzt. Die Reduzierung auf möglichst wenige Produkte beinhaltet folgende Vorteile:

- Geringere Logistikkosten: Beschaffung, Lagerung, Entsorgung, Dokumentation,
- einfachere Pflege und Überwachung und damit längere Standzeiten, geringere Verluste,
- Möglichkeit der Versorgung über Zentralanlagen: Bessere Pflege und Überwachung mit erheblich längeren Standzeiten bei reduziertem Aufwand.

Eine homogene Fertigung ist gekennzeichnet durch

- Ja      Nein      Bearbeitung nur einer Werkstoffgruppe,  
Ja      Nein      ähnliche Bearbeitungsverfahren.

Im Idealfall kommt man mit einem Produkt aus.

Je heterogener das Fertigungsspektrum ist, insbesondere durch

- Ja      Nein      große Werkstoffpalette,  
Ja      Nein      verschiedene Bearbeitungsverfahren,  
desto schwieriger wird die Beschränkung auf wenige Produkte.

Typischerweise werden insgesamt zwei verschiedene Produkte für die folgenden Bearbeitungsverfahren eingesetzt (vgl. BG, Beispiel Abb. 3.1):

- Ja      Nein      KSS-Emulsion: Drehen, Bohren, Fräsen, Sägen (Einzel-,  
CNC-Maschinen, Bearbeitungszentren),  
Ja      Nein      KSS-Lösung oder KSS-Emulsion: Schleifen.

Anmerkungen: .....

Wenn mehr als ein Produkt für eines dieser Bearbeitungsverfahren eingesetzt wird, sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

**Maßnahmen**

- ◆ Bei der Produktauswahl (vgl. BG, Kap. 2.2) sollten KSS-Hersteller, Maschinenhersteller, alle intern betroffenen Abteilungen und ggf. auch der Entsorger hinzugezogen werden, um alle Aspekte des KSS-Einsatzes in die Entscheidung mit einzubeziehen. ....
- ◆ Durch Einführung eines KSS-Managements (vgl. BG, Kap.5.5 und Anhang 4) ist es möglich, die Anzahl der eingesetzten wassergemischten KSS auf das notwendige Maß, meist kommt man mit 1 bis 2 Produkten aus, zu beschränken. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

**3.1.4 Weitgehender Verzicht auf KSS**

Der **Trockenbearbeitung**, d.h. dem vollständigen Verzicht auf KSS (vgl. BG, Kap. 5.2), wird unter Einbeziehung der **Minimalmengen-Kühlschmierung (MMKS)** (vgl. BG, Kap. 5.3) ein erhebliches Kosteneinsparungspotential, verbunden mit Produktivitätssteigerungen zugesprochen.

Bei der Nachrüstung von MMKS-Einrichtungen liegen die Amortisationszeiten i.d.R. bei 1 bis 2 Jahren. Das wirtschaftliche Potential ergibt sich aus den KSS-bedingten Kosten im Vergleich zu konventioneller Fertigung von 8 - 16% und erzielbaren Produktivitätssteigerungen bis zu 200%. Das mittelfristige (5 Jahre) Umsetzungspotential wird auf bis zu 20% geschätzt.

Ausgehend von der Graugussbearbeitung, bei der schon lange trocken zerspannt wird, ist insbesondere durch die Weiterentwicklung der Werkzeugtechnik (neue und beschichtete Schneidwerkstoffe, neue Geometrien) die Trockenbearbeitung unter Einbeziehung der MMKS inzwischen grundsätzlich bei vielen Werkstoffen und Bearbeitungsverfahren möglich, allerdings meist verbunden mit einer Maschinenumrüstung oder Neuanschaffungen.

Für die Trockenbearbeitung und MMKS sind in erster Linie Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide und unterbrochenem Schnitt geeignet, bei denen die Hauptaufgabe des KSS nicht die Kühlung der Bearbeitungsstelle ist.

**Tabelle 3.2: MMKS / Trockenbearbeitung; Rangigkeit von Bearbeitungsverfahren und Werkstoffen mit abnehmender Eignung**

Bearbeitungsverfahren	Werkstoffe
– Sägen (Bügel-, Band-, Kreissägen) – Fräsen – Bohren, Gewindebohren	– Grauguss (uneingeschränkt wegen Graphit-Schmierung) – Aluminium (nur mit MMKS wegen Schmierneigung)

Bearbeitungsverfahren	Werkstoffe
(nur Kurzlochbohren) – Drehen (insbesondere bei kurzem Werkzeugeingriff) – Hobeln, Räumen (nur eingeschränkt möglich) – Schleifen, Honen, Läppen (derzeit kaum möglich)	– Messing, Kupfer, sonstige Buntmetalle – einfache Stähle (Baustahl, Automatenstahl) – VA-Stähle – Titan

Werden Trockenbearbeitung/MMKS bereits eingesetzt?

Ja  Nein

Wenn Ja, in welchen Bereichen? .....

Wenn ein weitergehender Einsatz der Trockenbearbeitung in Betracht kommt, sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

<b>Maßnahmen</b>
------------------

- ◆ **Umrüstung auf MMKS/Trockenbearbeitung bei der Einzelfertigung:**  
 Hierzu eignen sich in erster Linie einzelversorgte Maschinen mit gleichbleibendem Bearbeitungsspektrum sowie Maschinen im Werkstattbetrieb, da hier die Sicherung der Spanabfuhr, die sonst vom KSS übernommen wird, meist keine größeren Probleme bereitet (Handbesen, Pressluft, Staubsauger). .....
  
- ◆ **Einführung der Trockenbearbeitung/MMKS bei der Serienfertigung**  
 Hierzu bedarf es für Trockenbearbeitung/MMKS geeigneter Maschinen (am Markt erst sporadisch verfügbar) und der Erarbeitung eines betriebsspezifischen Know-hows in Ergänzung zu den allgemeingültigen Vorgaben. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.1.5 Innerbetriebliche Aufarbeitung

Eine innerbetriebliche Aufarbeitung verworfener KSS (vgl. BG, Kap. 5.9) kommt prinzipiell nur bei wassergemischten KSS als Alternative zur Entsorgung in zentralen CPB-Anlagen in Frage. Bei den derzeitigen Entsorgungskosten für KSS-Emulsionen (120,- bis ca. 500,- DM/m<sup>3</sup>, Stand 1/99) ist aus rein wirtschaftlichen Gründen eine betriebsinterne Aufarbeitung erst bei einem **Aufkommen ab 200 m<sup>3</sup>/a** in Betracht zu ziehen.

Betriebliches Aufkommen: ..... m<sup>3</sup>/a.

Als zusätzliche Alternative bietet sich bei kleineren Anfallmengen (ab ca. 5 m<sup>3</sup>/a) die Nutzung von **mobilen Aufarbeitungsanlagen** an (vgl. ABAG-Projektbericht "mobile Spaltanlagen für KSS"). Bisher bestehen betriebliche Erfahrungen mit einer Eindampfungsanlage sowie einer UF/UO-Kombination. Wenn kein regionaler Dienstleistungsanbieter verfügbar ist, kann eine mobile Anlage auch von mehreren Betrieben gemeinsam genutzt werden.

Vor Investitionen in eine Aufarbeitungsanlage sollten Möglichkeiten der Abfallreduzierung durch organisatorische Maßnahmen und Techniken, insbesondere zur Standzeitverlängerung (⇒ Kap. 3.1.1 bis 3.1.4) ausgeschöpft werden.

Ziel einer innerbetrieblichen Aufarbeitung ist die **Auftrennung der KSS** in eine Wasser- und eine Ölphase. Die Phasen sollten folgende Anforderungen erfüllen:

- Die **Ölphase** (vgl. BG, Kap. 5.9.2.2.1) sollte in einer für eine stoffliche Verwertung (z.B. Zweitölraffinerie, vgl. BG, Kap. 5.16) geeigneten Form anfallen.
- Die **Wasserphase** (vgl. BG, Kap. 5.9.2.2.2) sollte möglichst in den Produktionsprozess zurückgeführt werden (z.B. Reinigung, Spülen, Auffrischen von Emulsionen). Bei Ableitung in die Kanalisation muss sie den Mindestanforderungen gemäß AbwasserVO, Anhang 40, genügen.

**Tabelle 3.3: Für den innerbetrieblichen Einsatz geeignete Verfahren zur Aufarbeitung wassergemischter KSS**

Verfahren	Vorteile	Nachteile
<b>Membran-Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– breites Erfahrungspotential verfügbar</li> <li>– keine zusätzlichen Chemikalien, bis auf Spülmedien</li> <li>– Spaltöl und Spaltwasser prinzipiell verwertbar</li> <li>– moderate Betriebskosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– abfallspezifische Vorversuche erforderlich</li> <li>– nicht für KSS-Lösungen geeignet</li> <li>– Membranstandzeit begrenzt Wasseranteil im Retentat auf 40 – 60%</li> <li>– Spaltwasser muß evtl. nachbehandelt werden</li> </ul>

Verfahren	Vorteile	Nachteile
<b>Eindampf-Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– universell für breites Abfall-/Abwasserspektrum einsetzbar (auch für KSS-Lösungen)</li> <li>– kein Einsatz von Chemikalien</li> <li>– Spaltöl und Spaltwasser prinzipiell verwertbar</li> <li>– moderate Betriebskosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– höhere Investitionskosten</li> <li>– höherer Energieaufwand</li> <li>– Verschleppung wasserdampf-flüchtiger Bestandteile (Wasserphase ohne Nachbehandlung meist nicht einleitfähig)</li> </ul>
<b>Spaltung mit organ. Chemikalien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gut zur Vorspaltung (z.B. vor UF einsetzbar)</li> <li>– organ. Spalter mit Ölphase verwertbar</li> <li>– einfache Anlagentechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verfahren nicht universell einsetzbar</li> <li>– geschultes Personal erf.</li> <li>– zusätzliches Spaltmittel erforderlich</li> <li>– Spaltwasser muss in der Regel nachbehandelt werden</li> </ul>

Die in der Vergangenheit häufig anzutreffende Spaltung ausschließlich mittels organischer Spaltmittel entspricht wegen des erheblichen Anfalls organisch belasteter Fällungsschlämme nicht mehr dem Stand der Technik.

Werden die Kühlschmierstoffe innerbetrieblich aufgearbeitet?

Ja    Nein

Wenn Ja, mit welchem Verfahren? .....

Wenn eine weitergehende innerbetriebliche Aufarbeitung in Betracht kommt, sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

**Maßnahmen**

Unter o.a. Vorgaben entsprechen nur zwei Aufarbeitsverfahren und ein ergänzendes Verfahren den Anforderungen an dezentrale Anlagen und sind mit vielen Verfahrensvarianten in die betriebliche Praxis umgesetzt:

- ◆ **Aufarbeitung durch Membranfiltration** (Ultrafiltration (UF), teilweise in Kombination mit der Umkehrosiose (UO), vgl. BG, Kap. 5.10). .....
- ◆ **Aufarbeitung durch Eindampfverfahren** (Vakuumverdampfer mit Brüdenverdichtung, vgl. BG, Kap. 5.11). .....

- ◆ **Einsatz der organischen Spaltung** als vorgeschaltetes Verfahren z.B. zur Entlastung einer UF-Anlage (vgl. BG, Kap. 5.13). .....
- .....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.2 Bereich nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe

Nichtwassermischbare Kühlschmierstoffe (nwmb KSS) sind reine KSS-Öle auf Basis von Mineralölen, synthetischer Öle sowie pflanzlicher Öle mit den verschiedensten Additiven zur Eigenschaftsverbesserung.

Eine gute Dokumentationslage, idealerweise im Rahmen eines bereits aufgebauten Umweltmanagementsystems, verbessert die Möglichkeiten, Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung zu erkennen, und ist daher grundsätzlich zu empfehlen.

Die wesentlichen Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung lassen sich mit abfallender Priorität wie folgt zusammenfassen:

Priorität	Ansatzpunkt zur Abfallreduzierung	Kapitel
1	Reduzierung der Einsatzmengen (Austragsverluste, Bedarfsoptimierung)	3.2.1
2	Reduzierung der Produktvielfalt	3.2.2
3	Verlängerung der Badstandzeiten	3.2.3
4	weitgehender Verzicht auf KSS (Trockenbearbeitung, MMKS)	3.2.4

Bei KSS-Ölen liegt auf Grund des im Vergleich zu den wassergemischten KSS wesentlich höheren Materialpreises und des grundsätzlich geringeren Pflegebedarfs das primäre Augenmerk auf der Reduzierung der Austragsverluste.

#### 3.2.1 Reduzierung der Einsatzmengen

Noch vor den Entsorgungskosten sind die Beschaffungskosten ein erheblicher Kostenblock beim Einsatz von KSS. Generell gilt, dass auch beim Einsatz von KSS der Grundsatz **„nur so viel wie nötig“** einzusetzen oft erhebliche Reduzierungspotentiale bietet. Dies reicht von reduziertem Badvolumen, geringerer Lagerhaltung (⇒ Kap. 3.2.2) bis hin zum Einsatz der Minimalmengen-Kühlschmierung (⇒ Kap. 3.2.4).

Die über **Spritz- und Austragsverluste** (vgl. BG, Kap.5.4) ausgetragenen Anteile übersteigen häufig die zur Entsorgung gelangenden Mengen und beinhalten damit auch ein erhebliches **Kosteneinsparungspotential**. Zusätzlich müssen die ausgetragenen Anteile auch in irgendeiner Form wieder entfernt (z.B. Reinigung von Werkstücken) oder entsorgt (z.B. Ölbindemittel) werden und verursachen damit weitere Abfälle und Kosten.

Wegen des erheblich höheren Produktpreises und der höheren Viskosität haben KSS-Verluste bei KSS-Ölen (ca. 2 DM - 5 DM/l) eine erheblich höhere Bedeutung als bei wassergemischten KSS.

### 3.2.1.1 Spritzverluste

Anhaltspunkte für Verbesserungspotentiale sind

- |                             |                               |   |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | über den Maschinenbereich hinausgehende Spritzer, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | nasser Boden um die Maschinen,                    |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | tropfende Materialzu- und -abführungssysteme.     |

Anmerkungen: .....

Ggf. sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

#### Maßnahmen

- ◆ **Einfache Spritzschutzwände** und Leitbleche zur Rückführung des KSS (Einzelbearbeitungen, Werkstattbereich) bis hin zur **Kapselung des Bearbeitungsraums** (Pflicht bei neuen, mit KSS-Ölen arbeitenden Maschinen) sind wirkungsvolle und wirtschaftliche (geringerer Reinigungsaufwand) Abhilfemaßnahmen.....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.2.1.2 Austragsverluste

Die Austragsverluste durch Werkstücke, Späne und Schlämme können bis zu einem Mehrfachen des Badvolumens pro Monat ausmachen (vgl. BG, Kap. 5.4.1.1).

Je nach Filtrations- und Austragssystem weisen insbesondere Schleifschlämme noch Feuchtigkeitsgehalte von bis zu 60% auf. Zusätzliche KSS-Anteile werden durch Filtermittel (z.B. Filtervliese, Anschwemmfilter) ausgetragen.



Anhaltspunkte für Verbesserungspotentiale sind tropfnass die Maschine verlassende

- Ja      Nein      Werkstücke,
- Ja      Nein      Späne,
- Ja      Nein      Schleifschlämme

sowie KSS-Lachen

- Ja      Nein      unter Werkstückpaletten,
- Ja      Nein      in Späne- und Schleifschlammcontainern.

Anmerkungen: .....

Ggf. sollten Verbesserungsmaßnahmen mit dem Ziel der Rückführung der ausgetragenen KSS in die Werkzeugmaschine geprüft werden.

**Maßnahmen**

**Werkstücke:** Je nach Geometrie und Oberfläche der Teile können durch

- ◆ Abtropfzonen (billig, evtl. Platzproblem).....
  - ◆ Schleudern (insbesondere bei unempfindlichen und kleinen Teilen).....
  - ◆ Saugblasverfahren (aufwendig, nur bei Großserien).....
- bis zu 90% der ausgetragenen KSS zurückgewonnen werden.

**Späne:**

- ◆ Ausreichende Abtropfzonen bei den Späneförderern sollten grundsätzlich vorhanden sein. ....
- ◆ Bei sehr großem Späneanfall können Späneschleudern rentabel sein (vgl. BG, Kap. 5.4.2). Sie verbessern zusätzlich die Verwertbarkeit der Späne. ....

**Metall- und Schleifschlämme:**

- ◆ Verbesserte Austragssysteme führen zu ölrärmeren Schlämmen. ....
- ◆ Hilfsmittelfreie Filtrationssysteme (⇒ Tabelle 3.1 sowie Kap. 3.3.1) reduzieren die Austragsverluste und gleichzeitig die zu entsorgende Schleifschlammmenge. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.2.2 Reduzierung der Produktvielfalt

Insbesondere in Betrieben mit vielen einzelversorgten Maschinen werden häufig (unnötig) viele verschiedene KSS-Produkte eingesetzt.

Die Reduzierung auf möglichst wenige Produkte beinhaltet insbesondere folgende Vorteile:

- Geringere Logistikkosten: Beschaffung, Lagerung, Entsorgung, Dokumentation,
- einfachere Pflege und Überwachung und damit längere Standzeiten, geringere Verluste,
- Möglichkeit der Versorgung über Zentralanlagen: Bessere Pflege und Überwachung mit erheblich längeren Standzeiten bei reduziertem Aufwand.

Eine homogene Fertigung ist gekennzeichnet durch

- Ja      Nein      Bearbeitung nur einer Werkstoffgruppe,  
Ja      Nein      ähnliche Bearbeitungsverfahren.

Im Idealfall kommt man mit einem Produkt aus.

Je heterogener das Fertigungsspektrum ist, insbesondere durch

- Ja      Nein      große Werkstoffpalette,  
Ja      Nein      verschiedene Bearbeitungsverfahren,  
desto schwieriger wird die Beschränkung auf wenige Produkte.

Anmerkungen: .....

Bei günstigen Voraussetzungen für eine Reduzierung der Produktvielfalt sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

#### Maßnahmen

- ◆ Bei der Produktauswahl (vgl. BG, Kap. 2.2) sollten KSS-Hersteller, Maschinenhersteller, alle intern betroffenen Abteilungen und ggf. auch der Entsorger hinzugezogen werden, um alle Aspekte des KSS-Einsatzes in die Entscheidung mit einzubeziehen. ....
- ◆ Durch Einführung eines KSS-Managements (vgl. BG, Kap. 5.5 und Anhang 4) ist es möglich, die Anzahl der eingesetzten nichtwassermischbaren KSS auf das notwendige Maß, meist kommt man mit 1 bis 2 Produkten aus, zu beschränken. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.2.3 Verlängerung der Badstandzeiten

In den seltensten Fällen müssen KSS ausgetauscht werden, weil sie durch den eigentlichen Bearbeitungsprozess unbrauchbar geworden sind. Vielmehr werden auch KSS-Öle durch eingetragene Verunreinigungen wie

Ja      Nein      andere Öle (Hydrauliköle, Bettbahnöle),

Ja      Nein      Wasser oder

Ja      Nein      feste Fremdstoffe

instabil oder können durch Oxidationsprozesse angegriffen werden.

Ggf. sollten die Badstandzeiten ermittelt werden.

Standzeiten: .....

KSS-Öle sind gegen o.a. Verunreinigungen jedoch wesentlich unempfindlicher als wassergemischte KSS. Badstandzeiten von 5 - 10 Jahren sind die Regel. Durch die Ergänzung der Austragsverluste erfolgt oft gar kein Austausch (Lebensdauerfüllung).

Bei kürzeren Badstandzeiten sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

#### Maßnahmen

- ◆ **Als Pflegemaßnahme** müssen meist nur die feinen Späne durch Filtration wieder entfernt werden (geeignete Verfahren: ⇒ Tabelle 3.1), was zu ölhaltigen Schleifschlämmen führt. ....
- ◆ Bestehen Standzeitprobleme ohne erkennbare Ursachen, so können teilweise einfach durchzuführende Messungen die richtigen Anhaltspunkte liefern (vgl. BG, Kap. 5.5.1.1.6). Messmöglichkeiten, Prüfintervalle, übliche Bereiche, Ursachen für Abweichungen und mögliche Gegenmaßnahmen sind für nichtwassermischbare KSS im BG, Tabelle A 5.5, zusammengefasst. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.2.4 Weitgehender Verzicht auf KSS

Der **Trockenbearbeitung**, d.h. dem vollständigen Verzicht auf KSS (vgl. BG, Kap. 5.2), wird unter Einbeziehung der **Minimalmengen-Kühlschmierung (MMKS)** (vgl. BG, Kap. 5.3) ein erhebliches Kosteneinsparungspotential, verbunden mit Produktivitätssteigerungen zugesprochen.

Die möglichen Einsatzbereiche sind bis auf die Bearbeitungsverfahren mit geometrisch unbestimmter Schneide wie Schleifen, Honen, Läppen weitgehend unabhängig vom Typ der eingesetzten KSS, so dass die im Kapitel 3.1.4 aufgeführten Ansatzpunkte auch für Bearbeitungsverfahren mit KSS-Ölen gelten.

Werden Trockenbearbeitung/MMKS bereits eingesetzt?

ja; nein

Wenn ja, in welchen Bereichen? .....

Wenn ein weitergehender Einsatz der Trockenbearbeitung in Betracht kommt, sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

### Maßnahmen

- ◆ **Umrüstung auf MMKS/Trockenbearbeitung bei der Einzelfertigung:**  
Hierzu eignen sich in erster Linie einzelversorgte Maschinen mit gleichbleibendem Bearbeitungsspektrum sowie Maschinen im Werkstattbetrieb, da hier die Sicherung der Spanabfuhr, die sonst vom KSS übernommen wird, meist keine größeren Probleme bereitet (Handbesen, Pressluft, Staubsauger). .....
- ◆ **Einführung der Trockenbearbeitung/MMKS bei der Serienfertigung**  
Hierzu bedarf es für Trockenbearbeitung/MMKS geeigneter Maschinen (am Markt erst sporadisch verfügbar) und der Erarbeitung eines betriebsspezifischen Know-hows in Ergänzung zu den allgemeingültigen Vorgaben. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.3 Bereich ölhaltige Schleifschlämme

**Ölhaltige Schleifschlämme und metallhaltige Bearbeitungsschlämme** fallen bei der spanenden Metallbearbeitung ausschließlich als **Resultat der Badpflege von KSS**, d.h. bei der Abtrennung der durch den Bearbeitungsprozess in den KSS eingetragenen feinen Metall- und gegebenenfalls Schleifmittelpartikeln an (vgl. BG, Kap.4.2.6).

Da aus einer Pflegemaßnahme resultierend, ist **das Vermeidungspotential sehr gering** (z.B. alternative Formgebungsprozesse wie Pulvermetallurgie oder Strangpressen (Aluminium) und Trockenbearbeitung/MMKS, vgl. Kap. 3.1.4/3.2.4).

Wegen der vergleichbaren Abfallqualität und der parallelen Maßnahmen zur Abfallreduzierung werden nachfolgend ölhaltige Hon-, Läpp- und Schleifschlämme sowie metallhaltige Schlämme aus anderen spanenden Bearbeitungsprozessen unter dem **Oberbegriff "ölhaltige Schleifschlämme"** zusammengefasst".

Zur Abgrenzung von Schlämmen gegenüber Spänen einerseits und Metallstäuben andererseits kann folgende **Definition** herangezogen werden:

*Feine Metallteilchen aus der Metallbearbeitung, vermischt mit Kühlschmierstoff sowie gegebenenfalls mit Schleifmittelabrieb und eventuell sonstigen Verunreinigungen.*

Bei ölhaltigen Schleifschlämmen lassen sich die wesentlichen Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung mit abfallender Priorität wie folgt zusammenfassen:

Priorität	Ansatzpunkte zur Abfallreduzierung	Kapitel
1	Reduzierung der Entsorgungsmenge	3.3.1
2	Abtrennung und Rückführung von ausgetragenen KSS	3.3.2
3	Zuführung zur metallurgischen Verwertung	3.3.3

Die anfallenden Schleifschlammqualitäten schwanken bezüglich Zusammensetzung und Konsistenz in einem sehr breiten Spektrum. Maßgeblich beeinflussen dies

- das Bearbeitungsverfahren,
- der verwendete KSS,
- der verarbeitete Werkstoff und
- das eingesetzte Austrags- bzw. Filtrationsverfahren.

### 3.3.1 Reduzierung der Entsorgungsmenge

Ölhaltige Schleifschlämme bestehen im wesentlichen aus drei Fraktionen:

- Feinen Metallteilchen und Schleifmittelabrieb,
- ausgetragenen Kühlschmierstoff und
- eventuell Filterhilfsmitteln (z.B. Filtervliese).

Während bei ersterem nur geringe Einflussmöglichkeiten bestehen (z.B. Reduzierung des Aufmaßes), so deuten folgende Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten hin:

- |                             |                               |  |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Tropfnasse Schleifschlämme,  |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | KSS-Lachenbildung in Behältern/Kontainern,                                 |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | erhebliche Anteile von Filterhilfsmitteln (Filtervliese, Anschwemmmittel), |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | dünner Filterkuchen (sollte > 5mm sein).                                   |

Ggf. sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

Generell sollte über das Filtrationsverfahren möglichst wenig KSS aus dem Umlaufsystem ausgetragen werden.

Erhebliche Ausschleppungen von KSS (bis zu 50%) erfolgen über die verbrauchten Filterhilfsmittel. Umstellungen der Filtrationssysteme auf hilfsmittelfreie Systeme sind meistens nur wirtschaftlich bei Zentralanlagen oder Neuinvestitionen realisierbar.

Anmerkungen: .....

<b>Maßnahmen</b>
------------------

- ◆ **Einrichtung ausreichender Abtropfstrecken.** .....
- ◆ **Einsatz von Filtrationsverfahren, die einen möglichst trockenen Schleifschlamm ergeben,** wie z.B. Druck- oder Vakuumbandfilter (⇒ Tabelle 3.1). .....
- ◆ **Einsatz von hilfsmittelfreien Filtrationsverfahren** wie z.B. Umlaufbandfilter, Magnetabscheider, Sedimentationsverfahren (⇒ Tabelle 3.1). (So konnten z.B. bei Anschwemmfiltren in Einzelfällen auch ohne zusätzliche Anschwemmmittel gute Ergebnisse erzielt werden.).....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.3.2 Abtrennung und Rückführung von ausgetragenen KSS

Insbesondere bei einzelversorgten Schleifmaschinen oder bei mehreren kleinen Anlagen lässt sich der KSS-Austrag über ölhaltige Schleifschlämme nicht durch verbesserte Filtrationstechniken (⇒ Kap. 3.3.1) wirtschaftlich reduzieren. Durch **nachträgliche Behandlung, d.h. betriebsinterne Entwässerung/Entölung** können in der Regel ca. 50% der ausgetragenen KSS abgetrennt werden.

*Welche KSS-Typen werden verwendet?*

- Ja       Nein      KSS-Öle,  
 Ja       Nein      KSS-Emulsionen/Lösungen.

Umgehend, d.h. möglichst vor einer Zwischenlagerung aus den Schlämmen abgetrennte **KSS-Öle** können in der Regel direkt in den KSS-Kreislauf zurückgeführt werden.

Bei **KSS-Emulsionen und -Lösungen** sollte die Wiedereinsatzbarkeit in Rücksprache mit dem KSS-Hersteller geprüft werden.

Die Rentabilität der Rückführmaßnahmen hängt in erster Linie vom Schleifschlammaufkommen und dem Feuchte- bzw. Ölgehalt ab.

- Ja       Nein      *Liegt das Schleifschlammaufkommen über 5t/a?*  
 Schleifschlammaufkommen: .....t/a.  
 Ja       Nein      *Liegt der Feuchte- bzw. Ölgehalt über 20%?*  
 Feuchte- bzw. Ölgehalt des Schleifschlamms: .....%.

Weitere Anmerkungen: .....

Bei entsprechenden Aufkommen und Feuchte- bzw. Ölgehalten sollten nachfolgende Maßnahmen geprüft werden.

#### Maßnahmen

Für die **betriebsinterne Entwässerung/Entölung** stehen in der Praxis drei Verfahren zur Verfügung:

##### ◆ Entwässerung im Sammelkontainer:

Durch

- eingelegte Siebböden und
- Absaug- oder Ablasserichtungen

kann zumindest der sich während der Standzeit ansammelnde KSS abgetrennt und ggf. zurückgeführt werden (einfache Realisierung, mäßige Effektivität). .....

**◆ Abpressen:**

Durch einfache Pressen (pneumatisch, hydraulisch, elektromechanisch) kann mit geringem Energieaufwand ca. 50% des Ausgangsölgehalts zurückgewonnen werden. Das Verfahren eignet sich primär für "wollige" und weniger für pasteuse Schleifschlämme. ....

**◆ Zentrifugieren:**

Im Durchschnitt etwas bessere, aber mit höherem Energie-, Investitions- und Wartungsaufwand verbundene Entölungsergebnisse lassen sich mit Zentrifugen erzielen. Solche Anlagen sind primär bei großen Schleifschlammaufkommen (ab ca. 50 t/a) oder bei gleichzeitiger Verwendung als Spänezentrifuge zu empfehlen. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4



### 3.3.3 Zuführung zur metallurgischen Verwertung

Für eine mögliche metallurgische Verwertung sind die verarbeiteten Werkstoffe und der Feuchte- bzw. Ölgehalt des Schleifschlammes von grundlegender Bedeutung. Während zur metallurgischen Verwertung von NE-Metallschlämmen auf Grund der höheren Metallpreise schon lange auf eine funktionierende Logistik der Schrottwirtschaft zurückgegriffen werden kann, so wurde diese für Fe-Metallschlämme erst in jüngster Zeit aufgebaut.

Bei den meisten Verwertungsanlagen besteht im Ölgehalt ein begrenzendes Input-Kriterium (vgl. BG, Kap. 5.19).

Emulsionshaltige Schleifschlämme sind daher einfacher, d.h. preiswerter einer Verwertung zuzuführen als ölhaltige, die gegebenenfalls einer vorherigen Entölung unterzogen werden müssen.

Eine erste zentrale Entölungsanlage (vgl. ABAG-Projektbericht "Vakuumentölung im Scheibentrockner") steht inzwischen auch für kleinere Anfallstellen zur Verfügung (ab ca. 5t/Charge). Das abgetrennte KSS-Öl sollte auf Wiedereinsatz getestet werden.

Der Einsatz im **Stahlherstellungsprozess oder in Gießereien bedeutet ein Recycling** auf höchster Ebene ohne die energieaufwendige Zwischenstufe der Oxidation mit anschließender Reduktion wie im Hüttenprozess. Voraussetzung hierzu sind eine werkstofforientierte Sammellogistik und mit dem Brikkettieren eine geeignete Konditionierungstechnik, die als zentrale Anlage und damit auch für kleinere Anfallstellen inzwischen in Baden-Württemberg verfügbar ist (vgl. ABAG-Projektbericht "Sammellogistik und Konditionierung zur Verwertung von ölhaltigen Schleifschlämmen").

*Werden die im Betrieb anfallenden ölhaltigen Schleifschlämme*

- Ja       Nein      *beseitigt oder*  
 Ja       Nein      *zusammen mit den Spänen ohne Vorbehandlung der Schrottwirtschaft überlassen ?*

Weitere Anmerkungen: .....

Wird mindestens eine der Fragen mit "Ja" beantwortet, so sollten die nachfolgend aufgeführten Verwertungsmöglichkeiten geprüft werden.

#### **Maßnahmen**

Zur **Verwertung der Metallkomponente** aus ölhaltigen Schleifschlämmen können derzeit im wesentlichen folgende Wege besritten werden (vgl. BG, Kap. 5.19.1):

- ◆ **Einsatz in Stahlwerken/Gießereien** über eine vorbehandelnde Konditionierung (Brikettieren) (vorwiegend für emulsionshaltige Schleifschlämme geeignet). .....
- ◆ **Verhüttung** (Einschmelzen im Hochofen) über eine vorbehandelnde Konditionierung/Sinterung. ....
- ◆ **Rückgewinnung hochwertiger Legierungselemente:** Insbesondere Hartmetalle und hochlegierte Stähle enthalten Legierungselemente von erheblichem Wert und werden von der Schrottwirtschaft gegen Vergütung zurückgenommen. ....
- ◆ **Eisen-Zuschlag bei der Zementherstellung:** Unter Einhaltung der Eingangsgrenzwerte insbesondere für Chrom (anlagenspezifisch < 0,8%) können Fe-Schleifschlämme auch als Ersatz für Eisenerze eingesetzt werden. ....
- ◆ **Zuführung zu einer zentralen Entölungsanlage** (s. o.g. ABAG-Projektbericht). Die einer metallurgischen Verwertung vorgeschaltete Entölung ist vorwiegend bei hochölhaltigen Schleifschlämmen aus der Bearbeitung mit KSS-Ölen rentabel. ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

### 3.4 Bereich KSS-behaftete Späne

Die an den **Spänen haftenden KSS** bewirken durch die Öle, aber auch durch die in den KSS enthaltenen Additive (besonders kritisch sind chlorhaltige Additive) bei der metallurgischen Verwertung zusätzliche Emissionen (vgl. BG, Kap. 5.18). Durch eine Reduzierung der an den Spänen anhaftenden KSS wird daher eine Verwertung wesentlich erleichtert.

Folgende Hinweise deuten auf einen relevanten KSS-Austrag durch Späne hin:

- |                             |                               |   |
|-----------------------------|-------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Verwendung von KSS-Ölen, die auf Grund ihrer höheren Viskosität in erheblichen Mengen aus dem KSS-Kreislauf ausgeschleppt werden, |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | Späne, die die Maschine tropfnass verlassen,  |
| <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nein | KSS-Lachen in den Spänebehältern.   |

Wenn mindestens einer der o.g. Hinweise zutrifft, sollten die nachfolgend genannten Maßnahmen geprüft werden.

#### Maßnahmen

- ◆ Installation von ausreichenden Abtropfstrecken. ....
- ◆ Einsatz von Späne-Schleudern bzw. Späne-Zentrifugen vor allem beim Einsatz von KSS-Ölen (⇒ auch Kap. 3.1.2/3.2.2). ....
- ◆ Rückführung abgetrennter KSS-Öle in den Maschinenkreislauf (bei zeitnaher Abtrennung in jedem Fall möglich). ....
- ◆ Ggf. Rückführung von KSS-Emulsionen und -Lösungen (nur eingeschränkt möglich, Absprache mit dem KSS-Hersteller wird empfohlen). ....
- ◆ Vermeidung von kritischen, insbesondere chlorhaltigen KSS. ....
- ◆ Einführung einer werkstofforientierten Sammellogistik. ....
- ◆ Verwertung in Stahlwerken/Gießereien evtl. nach vorbehandelnder Konditionierung (Brikettieren und ggf. Entölen). ....

Dokumentation der Maßnahmen ⇒ Tabelle 4

#### 4 Ergebnisdokumentation der Beratung (Tabelle 4)

Pos.	Betriebsbereich	mögliche Maßnahme	erwartetes Potential ( % ) <sup>1)</sup>		erwartete Amortisation (Jahre) <sup>2)</sup>	möglicher Umsetzungszeitraum
			Vermeidung <sup>2)</sup>	Verwertung <sup>2)</sup>		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

1) Bezogen auf die insgesamt angefallene Menge bei Vermeidung bzw. auf die beseitigte Menge bei Verwertung, jeweils vor Durchführung der Maßnahme.

2) Sofern diese bereits überschlägig abgeschätzt werden können.

## 5 Ergebnisdokumentation der betrieblichen Umsetzung (Tabelle 5)

Pos.	Betriebsbereich	Art der Maßnahme	Stand der Maßnahmenumsetzung	erreichte Abfallvermeidung ( % ) 1)	erreichte Afallverwertung (%) 1)	Datum
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

1) Bezogen auf die insgesamt angefallene Menge bei Vermeidung bzw. auf die beseitigte Menge bei Verwertung, jeweils vor Durchführung der Maßnahme.

**Anhang: Übersicht über anfallende Abfallarten**

Erfassungszeitraum (z.B. Kalenderjahr): .....

Pos.	Betriebsbereich	Abfallart	EAK	Menge (t/a)	Entsorgungsweg	Entsorgungskosten (DM/a)	Bemerkungen
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

## Glossar

### Verwendete Abkürzungen:

**BG:** Im Rahmen des Beratungsprogramms zur Reststoff- bzw. Abfallvermeidung und -verwertung in Baden-Württemberg erstelltes Branchengutachten, veröffentlicht in der Reihe Handbuch Abfall 1 der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

**KSS:** Kühlschmierstoff

**MMKS:** Minimalmengen-Kühlschmierung

**wmb:** wassermischbar

**nwmb:** nichtwassermischbar