

Kühlschmierstoffe: Guter Schutz und Kostensenkung.

So gelingt beides optimal.





Kühlschmierstoffe: Guter Schutz und Kostensenkung – so gelingt beides optimal.

Um Zerspanungsprozesse qualitativ und quantitativ optimal zu realisieren, sind industrielle Fertiger häufig auf den Einsatz von Kühlschmierstoffen (KSS) angewiesen. Die Preise von KSS-Konzentrat variieren je nach Qualität und Zusammensetzung (mineralisch, additiv, synthetisch) und nehmen Einfluss auf das Budget der produzierenden Unternehmen. So werden etwa für eine 8%ige Emulsion durchaus 0,72 € pro Liter fällig. Mangelndes Kostenbewusstsein kann sich also negativ aufs Budget auswirken.

Ob Zentralversorgung oder nicht – wer zerspannt, muss alle flankierenden Maßnahmen wie etwa das Entleeren der Behälter, das Nachfüllen von KSS, die Anlagenreinigung oder die Optimierung der KSS-Nutzung zudem im Kontext steigender Lohnkosten betrachten. Da Kühlschmierstoffe im Einsatz

dauerhaften Beeinflussungen unterliegen, sind ihre Überwachung, die Pflege und der Austausch unverzichtbar. Nur so behalten Zerspaner den kritischen Überblick auf möglicherweise einflussnehmende Mikroorganismen wie etwa Bakterien oder Pilze und damit die Kontrolle – sowohl über die Qualität in ihrer Produktion als auch über die Gesundheit der Werker. Dieses Whitepaper widmet sich der Frage, wie sich ein KSS-Einsatz unter wirtschaftlicher Betrachtung optimieren lässt. Es startet mit grundlegenden Zahlen und Fakten zu Kühlschmierstoffen und möglichen Alternativen. Außerdem werden die Risiken beim KSS-Einsatz betrachtet und aufgezeigt, wie sich diese reduzieren lassen. Zusätzlich liefert der Text Tipps und Tricks, wie Sie die Verbrauchsmenge an Kühlschmierstoffen im Zerspanungsalltag verringern können.

In vielen Prozessen ein Muss: Kostenintensive Kühlschmierstoffe

Unterschieden werden wassermischbare und nicht-wassermischbare Kühlschmierstoffe. Die DIN 51 385 differenziert zusätzlich in emulgierbare, wasserlösliche und wassergemischte KSS und in Kühlschmierstoffemulsionen sowie Kühlschmierstofflösungen. Ihre unterschiedlichen Namen sind charakteristisch für Mischungen aus Stoffen, die eigentlich nicht mischbar sind (z. B. Wasser und Öl) und die normalerweise ohne die Zuhilfenahme von z. B. sogenannten Emulgatoren wieder in ihre Phasen (Bestandteile) zerfallen.

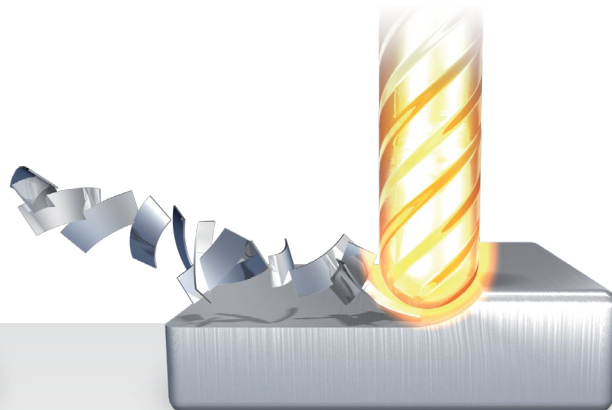
Zur Gruppe der nichtwasserlöslichen KSS zählen neben reinen Mineralölen auch Verschleißschutzöle und Öle mit Hochdruckadditiven. Wassermischbare KSS sind u. a. lösliche Öle, Emulsionen, Microemulsionen und synthetische Flüssigkeiten.

Kuschmierstoffe dienen dazu, Werkzeug und Werkstück zu kühlen und die Reibung im Zerspanungsprozess zu senken, wodurch der Verschleiß deutlich verringert werden kann. Zudem transportieren sie Späne ab und steigern somit die Prozesssicherheit. Ein KSS-Einsatz kann sich außerdem positiv auf das Zeitspanvolumen auswirken. Des Weiteren ermöglichen KSS auch die wirtschaftliche Bearbeitung hochwarmfester Legierungen und anderer Materialien, bei denen der Abtransport der Zerspanungswärme mit den Spänen unzureichend ist.



Aluminium:

Wärmeleitfähigkeit hoch:
235 W/m*K



Titan:

Wärmeleitfähigkeit gering:
22 W/m*K

Ohne Wenn und Aber – die Kosten

Neben der Frage nach dem richtigen Kühlschmierstoff für seinen Prozesse spielen für Unternehmen in der Zerspanung heute Umwelt- und Gesundheitsschutzfragen eine zentrale Rolle. Ebenfalls im Fokus: wirtschaftliche Aspekte, die sich aus dem Preis für die KSS, deren Lagerfähigkeit oder Entsorgung zusammensetzen. Und auch die Sicherheit der Werker

fällt als Posten ins Gewicht: Da in Zerspanungsprozessen Gesundheitsgefahren durch technische und organisatorische Maßnahmen nie zu 100 % ausgeschlossen werden können, müssen Unternehmen deshalb auch mit Kosten für die [persönliche Schutzausrüstung](#) ihrer Werker rechnen, die speziell für den Umgang mit Kühlschmierstoffen ausgelegt ist.

Tipp #1: Tankvolumen beachten

Neben diesen Kosten müssen Unternehmen bei der reinen Anschaffung von KSS mit stark variierenden Kosten bei Konzentraten rechnen, was sich unterschiedlich auf den Literpreis fertiger Lösung auswirkt. Die Größe der Tanks für Kühlschmiermittel variiert hierbei von Maschine zu Maschine und kann durchaus mehrere Hundert bis hin zu über 1.000 Liter betragen.

Tipp #2: Entsorgungsaufwand nicht unterschätzen

Während die Lagerkosten für neue KSS durch die Lieferung als Konzentrat überschaubar sind, belasten verbrauchte Kühlschmierstoffe das Budget: Sie gelten als Sonderabfall, weshalb externe Fachleute für das Entleeren der Tanks beauftragt werden müssen. Ein Grund für die Behandlung als Problemabfall ist die Aufnahme von Metallionen der bearbeiteten Werkstoffe während des Gebrauchs.

Gesetzlich geregelt wird die Entsorgung von Kühlschmierstoffen in der EU bzw. in Deutschland u. a. im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) und in der VDI-Richtlinie VDI 3397, Blatt 3 „Entsorgung von Kühlschmierstoffen“.

Tipp #3: Immer auch an den Werker denken

Aussagen zu den anfallenden Kosten lassen sich nicht verallgemeinern, da die regionalen und produktspezifischen Unterschiede zu groß sind und die Angebote pro entsorgtem Liter KSS variieren können. Auch Mengenauspauschalen sind eine Option.

Weitere Kosten entstehen in jedem Fall auch durch die Schulung von Mitarbeitern. Themen wie „Der sichere Umgang mit KSS“ oder „Die fachgerechte Abfallbeseitigung“ müssen den Werkern ebenso bekannt sein, wie die Eigenschaften von Inhaltsstoffen des genutzten KSS. All das kostet Zeit und Geld.

Tipp #4: Auch Pflege kostet Zeit

Ähnlich sieht es bei der Pflege von KSS aus: Gute KSS-Pflege beginnt stets mit der Reinigung vor der Neubefüllung. Vor dem Abpumpen des alten Kühlschmierstoffs wird dem Kreislauf ein Systemreiniger zugeführt. Danach lässt man das KSS zirkulieren. Anschließend wird der Tank restlos entleert und gereinigt.

Tipp #5: Neubefüllung leicht gemacht

Nur ein System, das bis in den kleinsten Winkel optimal gesäubert und desinfiziert wurde, schafft die Voraussetzung, um neu eingefülltes KSS lange nutzen zu können. Da die Reinigung und Neubefüllung des KSS-Systems mehrere Stunden in Anspruch nimmt, kommen auch hohe Personal- und Ausfallkosten für den Maschinenstillstand auf den Betrieb zu.

Des Weiteren bedarf es für einen längerfristigen Betrieb u. U. auch der Anschaffung von Konservierungsmitteln: Wassermischbare Kühlschmierstoffe können stickstoffhaltige Verbindungen beinhalten, in denen sich Mikroorganismen ansiedeln. Diese Stickstoffverbindungen begünstigen das Bakterienwachstum. Aus den Stickstoffverbindungen selbst können dabei krebserregende Nitrosamine entstehen.

Um die Lebensdauer des Kühlschmierstoffes zu verlängern, fügt man Konservierungsmittel bei. Je nach Prozess und Maschine kann die Anschaffung weiterer Zusätze sinnvoll sein.

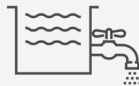
Hinweis: Diese Zusätze wirken antibiotisch – ihr Umgang erfordert deshalb neben Sensibilität auch Fachkenntnis.

1



Systemreiniger einfüllen
(18 – 24h vor dem Wechsel)
und Werker informieren

2



Ablassen der gebrauchten
Emulsion

3



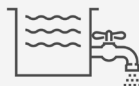
Mechanisches Entfernen
der Rückstände

4



Neubefüllung zu 50 %
mit 2%iger Emulsion

5



Erneutes Ablassen

6



Neubefüllung des Systems
mit gewünschter
Konzentration

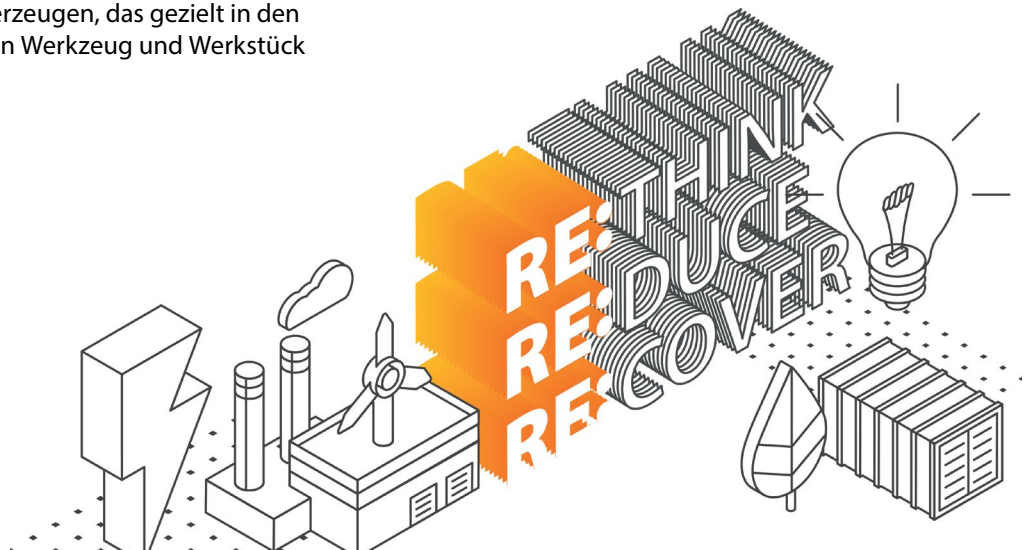
Diese Alternativen zu KSS-pflichtigen Prozessen sollten Sie kennen

Bereits vor einigen Jahren war der Trend erkennbar, gewisse Zerspanungsaufgaben mittels Trockenbearbeitungsverfahren zu realisieren. Ausgewählte Fachmedien berichteten aus dem Bereich der Zahnradfertigung von einer verstärkten Nutzung der Trockenbearbeitung, mit der sich bis zu fünfmal höhere Schnittgeschwindigkeiten verglichen zur Nassbearbeitung realisieren lassen. Weitere Vorteile: der Wegfall der KSS-Kosten, geringere Energiekosten beim Maschinenbetrieb und ein verbesserter Gesundheitsschutz der Werker.

Eine andere Alternative und Weiterentwicklung der klassischen Nassbearbeitung ist die Minimalmengen-Schmierung (MMS), bei der per Definition nicht mehr als 50 ml KSS pro Stunde eingesetzt werden. Details zur MMS finden Sie in diesem [Fachartikel](#). MMS verwendet eine Kombination aus Schmiermedien (z. B. Ester-Öle oder Fett-Alkohole) und Druckluft, um ein Aerosol zu erzeugen, das gezielt in den Kontaktbereich zwischen Werkzeug und Werkstück geleitet wird.

In diesem Verfahren muss die Menge des benötigten Kühlschmierstoffs exakt unter Einsatz von Dosier-technik und unter Zuhilfenahme von Druckluft an der Eingriffsstelle der Werkzeugschneide platziert werden. Dort reduziert das Gemisch die Reibungswärme. Die Prozesssicherheit ist dabei nur gegeben, wenn ein sicherer Spanabtransport aus der Bearbeitungszone garantiert werden kann. Ein Großteil des Öls verdampft während der Bearbeitung – der sich bildende Rauch wird über Abluft- und Filteranlagen ausgeschleust. Mit der MMS sparen sich industrielle Fertiger die Kosten für Beschaffung, Lagerung, Pflege und Entsorgung von Kühlschmierstoffen, wie sie bei der Nassbearbeitung anfallen. Zudem entfallen Energiekosten für den Betrieb von Hochdruckpumpen und der Wasserverbrauch sinkt, was sich ebenfalls positiv auf die Gesamtbilanz auswirkt.

Mehr Informationen finden Sie [hier](#).



Hinweis für die Praxis:

Auch eine Kombination aus Minimalmengen-schmierung, Trocken- und Nassbearbeitung kann in der Zerspanung eine wirtschaftliche Option sein. Je nach Bearbeitungsart gibt es dabei eindeutige Präferenzen. Beim Bohren ins Volle profitiert man ganz erheblich von der KSS-Zufuhr, durch die Erhöhung von Standzeit und Prozesssicherheit. Beim Fräsen von allgemeinen Stahlwerkstoffen hingegen kann der Anwender häufig auf Trockenbearbeitung oder MMS zurückgreifen.



KSS und seine Mechanismen: Das müssen Maschinenbediener wissen

Die Menge an Kühlschmierstoffen in einer Zerspansmaschine nimmt vor allem durch Ausschleppung ab: Zwar werden KSS am Späneförderer aufgefangen und fließen in den Sammelbehälter zurück, dennoch verbleiben nicht selten Reste zwischen den Spänen oder werden durch das Anhaften an der Bauteiloberfläche sukzessive ausgetragen. Das Verdunsten der Wasserbestandteile im Betrieb spielt ebenso eine nicht unerhebliche Rolle.

Auch muss bedacht werden, dass Kühlschmierstoffe mit der Zeit verunreinigen. Eine Ursache ist beispielsweise die Kontamination mit Gleitbahnölen. Die Öle schwimmen auf und zeigen sich als dünner Film auf der KSS-Oberfläche, sobald der Kühlmittelschmierstoff nicht mehr zirkuliert. Hier ist nun kein Kontakt zum Luftsauerstoff mehr gegeben, was anaeroben Bakterien ideale Bedingungen für unkontrolliertes Wachstum bietet.

Deshalb sollte das KSS auch in produktionsfreien Zeiten nach Möglichkeit immer in Bewegung sein. Am einfachsten lässt sich dies mit Belüftungspumpen bewerkstelligen, die aktiv für die Zufuhr von Luft in den Kühlschmierstoff sorgen und den Ölfilm gleichzeitig daran hindern sich zu schließen.

Nichtsdestotrotz sollten die aufschwimmenden Fremdöle entfernt werden. Dies kann z. B. mit Hilfe von Scheiben- oder Bandskimmern kostengünstig realisiert werden. Der Einsatz von speziellen Separatoren hat denselben Effekt, ist aber kostenintensiver.



Messen, messen, messen: Kühlschmierstoffe honorieren gute Pflege

Wassermischbare Kühlschmierstoffe bedürfen mit Blick auf mehrere chemische Parameter besonderer Beachtung, um die Bauteilqualität zu sichern und die Gesundheit der Werker zu schützen.

Unterschieden werden hier nach TRGS611 erforderliche Messungen und solchen, die zusätzlich empfehlenswert sind.



Vorgeschriebene Messungen:

- pH-Wert
- Konzentration des KSS .
- Nitrit-Gehalt
- Prüfung auf optische und geruchsmäßige Veränderungen.

Empfohlene Messungen:

- Nitrat
- Härte
- Chlorid
- Keimzahl
- KSS-Temperatur

Für einen Teil dieser Messungen können z. B. [Teststäbchen](#) herangezogen werden. Die Werte sind regelmäßig zwischen (2 – 3 Mal pro Woche) zu messen.



Weitere Messwerte: So wichtig ist jeder einzelne

Wasserhärte

Von häufig unterschätzter Bedeutung ist die Wasserhärte. Zu weiches Wasser mit einer Härte von 10° dH oder weniger kann dazu führen, dass das KSS, unter Hochdruck appliziert zum Schäumen neigt. Bei einer zu großen Härte können sich weiße Rückstände auf Maschine und Werkstück niederschlagen. Hierbei handelt es sich um Kalkseifen, schwerlösliche Calcium- und Magnesiumverbindungen. Extrem hohe Härtewerte können sogar zur Entmischung der Emulsion führen. Besonderes Augenmerk gilt hier auch dem Nachfüllen. Bei der Verwendung von hartem Leitungswasser kann es über die Zeit zur Aufhärtung kommen, da im Verlauf zwar das Wasser verdunstet, aber stets mit kalkhaltigem Anmischwasser nachgefüllt wird.

Auch über den pH-Wert des Ansetzwassers lässt sich Einfluss auf KSS nehmen: Der ideale pH-Wert liegt zwischen 8,5 und 9,3. Das KSS soll also leicht alkalisch sein. So wird ein guter Korrosionsschutz gewährleistet und gleichzeitig das Bakterienwachstum gehemmt. Abweichungen hin zu geringeren pH-Werten gefährden die Stabilität der Emulsion, ermöglichen das Wachstum von Keimen und setzen den Korrosionsschutz von Bauteilen und Werkzeugmaschine herab.

Keimzahlen

Niedrige Keimzahlen verbessern die Standzeiten, da die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass sich Mikroorganismen, Bakterien und Pilze, darunter auch Hefen, exponentiell vermehren. Zusätzlich sind Anwender beim Vorliegen niedriger Keimzahlen besser geschützt. Die Keimzahl des Anmischwassers sollte Trinkwasserqualität haben und darf nach Trinkwasserverordnung 10^2 (100) KBE/ml (KBE = Koloniebildende Einheiten) nicht überschreiten.

Um den Nitrit-Gehalt im Griff zu behalten, hilft es, den Nitrat-Wert kontinuierlich zu checken, da Nitrit ein Abbauprodukt von Nitrat ist. Bei Nitrat gibt die Technische Regel für Gefahrenstoffe (TRGS 611) einen Grenzwert von 50 ppm im Anmischwasser vor. Regelmäßiges Monitoring beugt der möglichen Bildung von Nitrosaminen vor, die krebserregend sein können.

Chloridgehalt

Beim Chloridgehalt des Anmischwassers wird ein Grenzwert von 250 ppm empfohlen, der für optimalen Korrosionsschutz nicht überschritten werden

darf. Ursächlich für einen steigenden Chloridgehalt ist meist die Wasserverdunstung, so dass ein Auffüllen mit vollentsalztem Wasser hilfreich ist.

Anmischen und Kontrollieren leicht gemacht: Hilfreiche Technik

Um ein fachgerechtes Anmischen und Emulgieren zu garantieren, werden automatische Anmischgeräte empfohlen. Sämtliche chemischen Parameter lassen sich wie erwähnt z. B. durch [Teststäbchen](#) messen. Die Konzentration des KSS lässt sich mittels (digitalem) Handrefraktometer kontrollieren. Jedes KSS besitzt einen sogenannten Refraktometer-Faktor, der in der Produktinformation nachzulesen ist. Basierend darauf dient das Handrefraktometer als Messgerät der Konzentrationsbestimmung. Der angezeigte Wert wird dann mit dem Refraktometer-Faktor multipliziert. Das Ergebnis entspricht der KSS-Konzentration.

Die beste Prävention, um ein Umkippen des KSS zu vermeiden, sind regelmäßige (dokumentierte) Tests der wichtigsten chemischen Parameter und ein eventuelles rechtzeitiges Gegensteuern bei Veränderung dieser Parameter. Ebenfalls hilfreich sind die gleichmäßige Zirkulation bzw. regelmäßige Belüftung, z. B. über eine entsprechende kleine Pumpe. Wird das versäumt, kippt ein Kühlschmiermittel um und wird unbrauchbar, können Tank und Leitungen einer KSS-Anlage dauerhaft Schaden nehmen und im schlimmsten Fall eine Neuanschaffung der kostenintensiven Anlagen erforderlich machen; mindestens aber eine aufwendige Reinigung nach sich ziehen und die Gesundheit der Mitarbeiter gefährden.



Verschwendung muss nicht sein: diese Optionen gibt es

Um Ausschleppungen des KSS mit den Spänen zu verringern, empfiehlt sich ein Intervallbetrieb des Späneförderers, um das KSS schon während des Spanabtransports zurücklaufen zu lassen.

Sollte das nicht möglich sein, kann der Anlagenbediener die gesammelten Späne abtropfen lassen und das aufgefangene KSS wieder dem Kreislauf zuführen.

Das rechnet sich: Modell für den Einsatz von KSS

Niedrige Keimzahlen verbessern die Standzeiten, da die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass sich Mikroorganismen, Bakterien, Pilze oder Hefen exponentiell vermehren. Zusätzlich sind Anwender beim Vorliegen niedriger Keimzahlen besser geschützt. Die Keimzahl des Anmischwassers sollte Trinkwasserqualität haben und darf nach Trinkwasserverordnung 10^2 (100) KBE/ml (KBE = Koloniebildende Einheiten) nicht überschreiten.

Um den Nitrit-Gehalt im Griff zu behalten, hilft es, den Nitrat-Wert kontinuierlich zu checken, da Nitrit ein Abbauprodukt von Nitrat ist. Bei Nitrat gibt die Technische Regel für Gefahrenstoffe (TRGS 611) einen Grenzwert von 50 ppm im Anmischwasser vor. Regelmäßiges Monitoring beugt der möglichen Bildung von Nitrosaminen vor, die krebserregend sein können.

Beispielrechnung Einsatz von KSS

Vorgestellt wird hier eine beispielhafte Rechnung für die übliche Befüllung von 10 Maschinen mit 8000 Litern Gesamtfüllmenge. Gegenübergestellt sehen wir zwei Szenarien:

Fassinhalt KSS Konzentrat	200 l	Wechselintervall in Monaten	12	16
Preis pro Fass	1.800 €	Erstbefüllung	5.760 €	5.760 €
Konzentration	8 %	Wartung und Pflege	6.000 €	12.800 €
Preis pro angemischtem Liter	0,72 €	Nachfüllen	8640 €	11.520 €
Entsorgungskosten pro Liter	0,35 €	Entsorgung	3.800 €	3.800 €
Monatliche Wartungs- und Pflegekosten pro Maschine und Monat	50 €	Wechselkosten	25.000 €	25.000 €
Monatliche nachgefüllte Emulsion pro Maschine	100 l	Mittl. monatliche Kosten	4.100 €	3.680 €
Entsorgungsfixkosten	1.000 €			
Wechselkosten pro Maschine	2.500 €			
Anzahl Maschinen	10	Ersparnis		10 %
Gesamtfüllmenge	8000 l			

Beispielrechnung Kosten für das KSS (4 – 10 Maschinen) / Prüfung nach TRGS / Optimierte Prüfung (Digital unterstützt) (Quelle: Hoffmann SE)

1. Ein **Wechsel des KSS nach 12 Monaten**, was gemittelte Kosten von 4.100 € pro Monat ergibt.
2. Ein auf **16 Monate verlängerten Wechselintervall** mit steigenden Wartungskosten. Der gemittelte monatliche Aufwand liegt bei 3.680 €, was dennoch **eine Reduzierung von 10 %** ausmacht.

Fazit

Kühlschmierstoffe sind wertvolle Ressourcen: Bedienen sich Unternehmen hier über eine gute Pflege und regelmäßige Kontrollen hinaus einer durchdachten – und ggf. technisch gestützten – Aufbereitungsstrategie, entstehen im Zerspanprozess mögliche Hebel, um die durch KSS anfallenden Kosten zu

senken. Die Experten der Hoffmann Group stehen Ihnen bei der Beschaffung von Testutensilien, Belüftungspumpen und Ölabscheidern gern zur Seite. Auf eine [individuelle Beratung](#) Ihres Lieferanten zur optimalen Auswahl und Einstellung der Systemparameter kann dennoch nicht verzichtet werden.