

Reinigen und Vorbehandeln - Stand und Perspektiven

Von Reiner Grün, Trebur

1 Einleitung

Gereinigt werden heute die verschiedensten Teile aus den unterschiedlichsten Werkstoffen. Die Teile kommen aus Branchen wie Maschinen-, Anlagen-, Fahrzeug- und Gerätebau der Luft und Raumfahrt, Medizintechnik, optische Industrie, Möbelherstellung, Elektronik, Haushaltswaren usw. Gereinigt wird während des gesamten Fertigungsprozesses vom Rohmaterial über Halbzeuge bis hin zu fertigmontierten Endprodukten. Die kleinsten Elektronikteile bis hin zu Fahrzeugkarossen oder Flugzeugteilen müssen *sauber* werden. Wie sauber ist meist eine Erfahrungssache des einzelnen Anwenders für seinen spezifischen Prozeß. Allgemeingültige Qualitätsangaben gibt es nicht. Nachfolgend wird die industrielle Teilereinigung genauer betrachtet.

Im Bereich der industriellen Teilereinigung finden drei Reinigungsmedien hauptsächlich Verwendung.

Dies sind zum einen die nichthalogenierten Kohlenwasserstoffe (nHKW) der Klasse VbF A III¹, die chlorierten Kohlenwasserstoffe (CKW) nach BImSchV² (TRI, PER, Methylenchlorid) und die wäßrigen Reinigersysteme. Andere Reinigungsverfahren haben nur einen geringen Marktanteil (Abb. 1). Die CKW und die nHKW sind in der Regel für alle Werkstoffe geeignet außer für Kunststoffe. Bei Kunststoffen sollte grundsätzlich eine Prüfung erfolgen.

¹ VbF: Verordnung über brennbare Flüssigkeiten BRD

² BImSchV: Bundesimmissionsschutzverordnung

Die Parameter für den Verfahrensablauf (z.B. Anzahl Bäder, Volumen, Temperaturen, Art der Applikation, Behandlungszeiten, Reiniger etc.) werden in der Regel durch Versuche mit Originalteilen beim Anlagenlieferanten in Technikumsanlagen ermittelt.

Standardisierte Verfahrensabläufe für die verschiedenen Reinheitsanforderungen (nachfolgender Arbeitsschritt) gibt es normalerweise nicht, da eine Vielzahl von Ausgangsparametern (Geometrie der Teile, Bearbeitungshilfsmittel, Werkstoff, Chargengröße, Packung, Durchsatz etc.) vorliegt, die eine Vereinheitlichung unmöglich machen.

Der Bereich Reinigung unterteilt sich in die Sparte Zwischenreinigung, z.B. in der spanenden Fertigung, und Endreinigung, beispielsweise vor der Montage oder Beschichtung (Abb. 2).

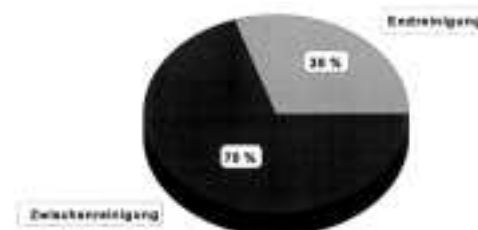


Abb. 2: Anteile der Reinigungsklassen nach Schätzungen des DGO-FA Reinigen

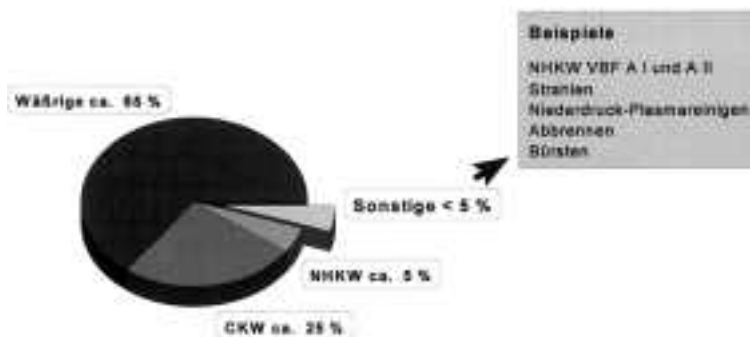


Abb. 1: Marktanteile der Verfahren nach Schätzungen des DGO-FA Reinigen

2 Stand der Technik

2.1 Anlagentechnik

2.1.1 Wäßrige Reinigung

Die Reinigungsanlagen werden heute in Modulbauweise erstellt und können somit problemlos der Reinigungsaufgabe angepaßt werden.

Bei den Anlagen werden Spritz- und Tauchanlagen bzw. Kombinationen daraus unterschieden. Die Spritzanlagen verfügen über Körbe oder Hängefördereinrichtungen, um die Teile durch die Anlage zu transportieren. Das Haupteinsatzgebiet ist die Zwischenreinigung. Großteile (Autokarossern, Möbelteile etc.) werden auch endgereinigt (z. B. vor der Montage oder der Lackierung).

Bei den Tauchanlagen werden entweder die Teile in Körben bewegt (Mehrkammertauchanlagen) oder die Reinigungslösungen werden bewegt (Kompakt- oder Einkammeranlagen). In den Mehrkammertauchanlagen steht für jeden Verfahrensschritt ein Medium zur Verfügung. Die Warenkörbe werden mittels absetzbarer Drehgestelle oder eines Fahrwagens zu den einzelnen Behältern transportiert und im Reiniger bewegt (Abb. 3).

Bei den Einkammer- oder Kompaktanlagen werden die Warenkörbe in die Arbeitskammer eingebracht und die Reinigerlösungen aus den Vorratstanks in die Kammer gepumpt (Abb. 4).

Die Arbeitstemperaturen liegen in der Regel zwischen 60 und 80 °C. Eine frei programmierbare Steuerung (SPS) übernimmt alle Abläufe in der Anlage. Es können je nach Reinigungsaufgabe verschiedene Programme in der Steuerung hinterlegt werden.

Die Reinigervolumina bewegen sich normalerweise zwischen 300 und 1000 Liter. Zur Verminderung der Abfallmenge und zur Vermeidung von Abwasser werden die Anlagen mit verschiedenen Aufbereitungssystemen ausgestattet.

Die Reinigungslösungen werden über einen Ölabscheider geführt. In Verbindung mit demulgierenden Reinigersystemen wird die Standzeit der Medien durch diese Maßnahme erheblich verlängert (Reduzierung von Abfall, Abwasser und Reinigerverbrauch). Die erzielbaren Restölgehalte liegen unter 1 %.

Die jeweiligen Spülwässer werden über einen integrierten Verdampfer aufgearbeitet. Der Mehrverbrauch an Energie für den Verdampfer beträgt nur ca. 25 % (im Vergleich zu einer Anlage ohne Verdampfer), da die Kondensationswärme wieder zur Erwärmung der Bäder genutzt wird. Über diesen Verdampfer können auch die Reinigungsmedien nach dem Wechsel aufgearbeitet werden. Durch verschiedene Filtersysteme werden unterschiedliche Partikelverschmutzungen (Späne, Abrieb etc.) aus den Reinigungslösungen entfernt. Automatische Dosieranlagen über-

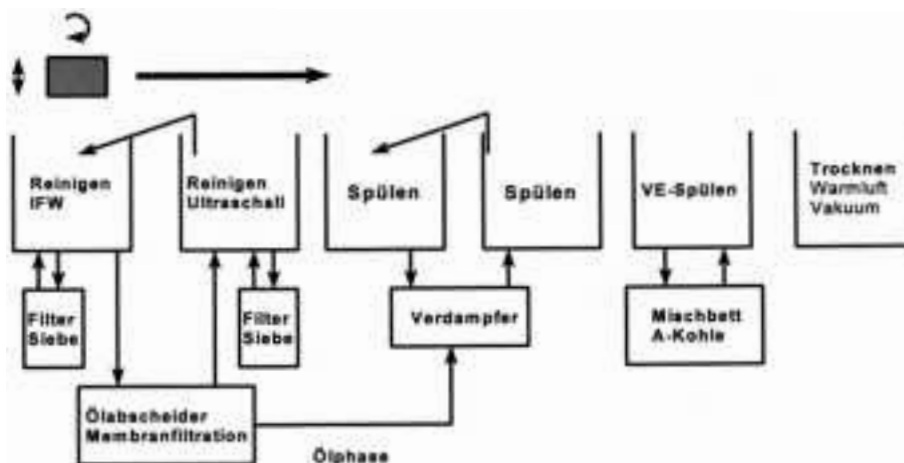


Abb. 3: Reihenanlage (schematisch)

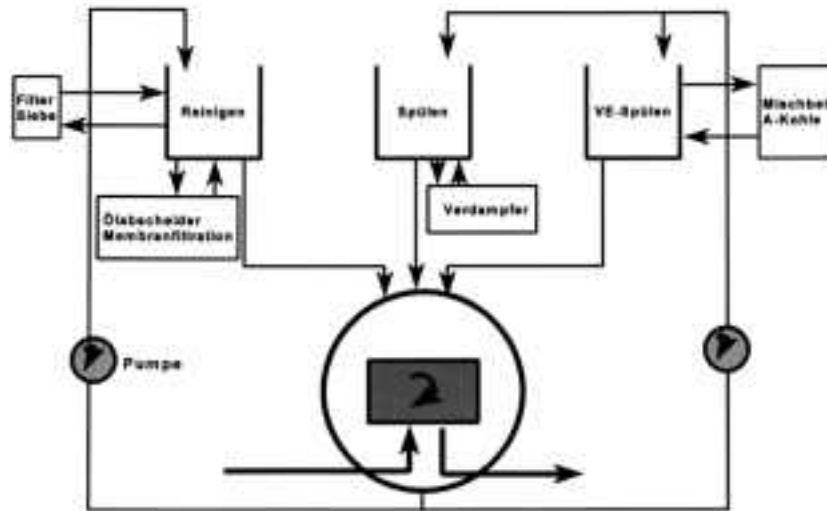


Abb. 4: Kompaktanlage (schematisch)

nehmen die permanente Zugabe von Reinigerkonzentrat und sichern somit eine gleichbleibende Konzentration in den Arbeitsstufen.

Durch die verschiedenen Applikationsmöglichkeiten (Spritzen, Ultraschall, Druckfluten etc.) ist es möglich, mit der Lösung unabhängig von der Geometrie der Werkstücke die Substratoberfläche immer gleichmäßig zu beaufschlagen.

Die Abluft wird über Schwadenkondensatoren geleitet, das Kondensat wird dem Wasserkreislauf der Anlage zugeführt.

Durch die Kombination von Warmluft- und Vakuumtrocknung ist es möglich auch komplizierte Geometrien in vernünftigen Zeiten zu trocknen.

Durch weitere Optionen wie Membranfiltration, Ionenaustauscher etc. kann die Standzeit der Reinigungsmittel und somit die Abfall-, Abwassermenge und der Reinigerverbrauch minimiert werden.

2.1.2 CKW-Anlagen

Nach Inkrafttreten der 2. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (2. BImSchV) am 1. Juli 1986 und der Verschärfung vom 1. März 1991 wurden in der BRD erstmals allgemeine Grenzwerte für chlorierte Lösemittellemissionen in der Abluft festgelegt. Die Positivliste weist nur noch drei Lösemittel für die industrielle Teile-

reinigung aus: das sind Tri, Per und Methylenchlorid. Als Konsequenz daraus entstanden vollkommen neue Anlagenkonzepte für CKW-Reinigungsanlagen.

Die Anlagen sind gekapselt und mit einer Luftreinigung (Filter mit Aktivkohle oder Adsorbentharzen) versehen bzw. vollkommen geschlossen. Die beladenen Filter werden durch Heißluft desorbiert. Die Anlagen arbeiten somit abluftfrei. Die Be- und Endladeschleuse wird mit einer Lösemittelkonzentrationsmessung überwacht und nur bei Werten unter 1 g/m^3 freigegeben.

In der integrierten Destillation wird das Lösemittel aufgearbeitet. Der entstehende Dampf wird gleichzeitig als letzte Reinigungsstufe (Dampfreinigung, Kondensationsreinigung) genutzt.

Die Spänefilteranlagen sind ebenfalls an Adsorptionsmodule angeschlossen, um vor dem Filterwechsel den Inhalt zu trocknen. Der Destillensumpf wird regelmäßig entsorgt (Gehalt unter 1 % CKW) bzw. mit dem verbrauchten Lösemittel zur Destillation nach außen gegeben. Das so gewonnene Recyclat kann wieder eingesetzt werden.

Zur Trocknung wird Vakuum verwendet, um unproblematisch auch bei komplizierten Geometrien den Lösemittelgehalt auf den Werkstücken zu minimieren bzw. das Öffnen der Schleuse zu beschleunigen, wobei die Freiga-

bei Konzentrationen unter 1g/m^3 erfolgt (Abb. 5).

Neu ist das 1998 vorgestellte Verfahren der Prozeßluft-Volumenverschiebung. Es garantiert einen abluftfreien Betrieb ohne Filteranlagen. Die Vorteile des Verfahrens sind erheblich:

- kein Energieverbrauch durch Adsorption/Desorption,
- auch uneingeschränkt für Tri einsetzbar,
- Lösemittelwechsel Tri/Per möglich,
- keine Entsorgung verbrauchter Filter.

Zur mechanischen Unterstützung der Reinigung kann Ultraschall bzw. Injektionsflutwaschen (Druckfluten) eingesetzt werden.

Der Transport der CKW erfolgt in geschlossenen und unfallstabilen Containern (Safetainer). Das Befüllen der Container und der Anlage wird im Gaspindelverfahren vorgenommen, um Lösemittellemissionen zu minimieren.

2.1.3 nHKW-Reinigungsanlagen

Für die Reinigung mit nHKW sind Kompaktanlagen in ähnlicher Ausführung wie die CKW-

Anlagen im Einsatz. Für die Abluftreinigung reicht die Kondensation des Lösemittels aufgrund der geringen Verdunstung und der gesetzlichen Auflagen (TA-Luft) aus. Es werden keine Filter benötigt. Sehr positiv ist, daß die Emissionswerte bei einem Minimum der geforderten Werte nach TA-Luft liegen.

Aufgrund der Brand- und Explosionsgefahr von nHKW-Lösemitteln werden die Arbeitstemperaturen entweder $15\text{ }^\circ\text{C}$ unter dem Flammpunkt gehalten oder die Anlage wird beim Arbeiten über dem Flammpunkt auf unter 100 mbar evakuiert. Der Druck wird meßtechnisch überwacht und bei einem Anstieg die Anlage stromlos geschaltet. Die Anlagen müssen deshalb nicht EX-geschützt ausgeführt werden.

Die Aufbereitung der Lösemittel erfolgt über eine Vakuumdestille. Das entstehende Kondensat wird wie bei den CKW-Anlagen für die abschließende Dampfreinigung genutzt. Der Sumpf wird regelmäßig entsorgt (thermisches Recycling). Danach wird mit Vakuum getrocknet.

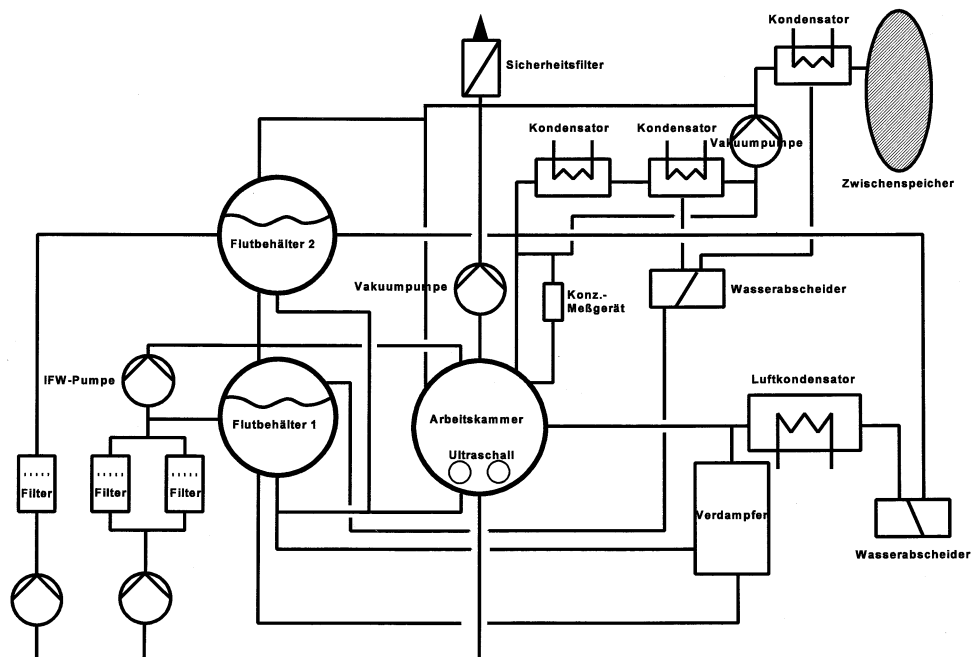


Abb. 5: Lösemittelanlage (CKW); Prinzipschema der Dürr Universal 81S

Um die Bildung explosionsfähiger Gemische beim Belüften der Kammer zu vermeiden, wird das Trocknungsergebnis meßtechnisch überwacht.

Zur mechanischen Unterstützung der Reinigung kann Ultraschall bzw. Injektionsflutwaschen (Druckfluten) eingesetzt werden.

2.2 Reiniger

2.2.1 Wäßrige Reinigersysteme

Die am Markt befindlichen demulgierenden 1-Komponenten- (hauptsächlich Spritzapplikation) und 2-Komponenten-Reinigersysteme (Tensid, Builder; überwiegend Tauchapplikation) wurden seit ca. 10 Jahren kontinuierlich weiterentwickelt und stellen heute den Stand der Technik dar. Sie werden in flüssiger Form geliefert und können automatisch über Leitfähigkeit oder chargenabhängig dosiert werden.

Die Produkte sind optimiert im Hinblick auf die Anzahl der Einzelrohstoffe, die Qualität der Rohstoffe, die Reinigungswirkung und die Materialverträglichkeit. Die Materialverträglichkeit der Reinigersysteme wird immer wichtiger bei der Entwicklung, da immer öfter Teile aus unterschiedlichen Werkstoffen oder aus Verbundwerkstoffen gemeinsam gereinigt werden sollen.

Die 2-Komponentensysteme wurden für die Standzeitverlängerung mit membranfiltrationsanlagen (Mikro- (MF) oder Ultrafiltration (UF)) entwickelt. D.h. sie verursachen keine Membranverblockung oder Reduzierung der Permeatleistung. Die Builderkomponente permeiert generell fast vollständig und die Tensidkomponente im Bereich von ca. 10 % (Spritzensid) und bis zu ca. 80 % bei Tauchensiden. Die erzielbaren Restölgehalte liegen bei weniger als 100 mg/l bei der Mikrofiltration bzw. bei weniger als 10 mg/l bei der Ultrafiltration.

Viele unterschiedliche Reinigungsaufgaben innerhalb eines Betriebes können durch wenige Reinigerkomponenten, in Verbindung mit der entsprechenden Anlagentechnik, gelöst werden. Meist reichen zwei verschiedene Tensidsysteme (Spritz, Tauchenside) und ein Builder aus. Dies spart Lagerkosten und schonet Ressourcen.

2.2.2 CKW-Lösemittel

Die Positivliste der BImSchV gibt nur noch drei Lösemittel für die industrielle Teilereinigung frei. Dies sind Tri, Per und Methylenchlorid. Bei der Reinigung kommt Methylenchlorid nur eine untergeordnete Rolle zu. Es wird hauptsächlich zur Entlackung von Werkstücken eingesetzt. Fluorierte Lösemittel sind gänzlich verboten.

Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der HKW-Lösemittel (bromierte, reine fluorierte) bedürfen der Genehmigung für den Wirkungskreis der BImSchV.

Die derzeit auf dem Markt angebotenen *Neuen Produkte die nicht unter die BImSchV* fallen (bromierte-, fluorierte Produkte) stellen sicherlich im Bezug auf die angebotene Anlagentechnik (offene Anlagen wie vor der Einführung der BImSchV) einen Rückschritt dar. Umweltbewußte Anwender sollten solche Verfahren nicht einsetzen.

Bei der Verwendung der CKW-Recyclate von externen Destillationsbetrieben (z.B. Firma *Geiß*) sperren sich die Anlagenbauer noch aus Angst vor Korrosion der Anlagen. Die Angst ist allerdings unbegründet, da die Qualität der von Neuware weitgehend entspricht. Recyclate werden derzeit in das europäische Ausland (vorwiegend Frankreich) verkauft (Tab. 1).

Tab. 1: Technische Daten von CKW

	Per	Tri	MeCl
Siedepunkt (°C)	121	87	40
Flammpunkt (°C)	-	-	-
Verdunstungszahl	9,5	3	1,8
Oberflächenspannung (dyn/cm)	32,3	26,4	28,1
Lebensdauer in der Atmosphäre (d)	150 - 180	7 - 8	150 - 180
Anaerober Abbau im Boden / Wasser	nein	nein	ja

2.2.3 nHKW-Lösemittel

Für die industrielle Teilereinigung in nicht EX-geschützten Anlagen kommen nur VbF AIII-Produkte zum Einsatz. Lösemittel mit niedrigerem Flammpunkt sind nur für EX-geschützten Anlagen verwendbar, und sie haben nur einige Spezialanwendungen. Verwendet werden (Tab. 2):

- Isoparaffine (synthetisch erzeugt),
- Kohlenwasserstoffe (destilliert aus Rohöl),
- modifizierte Alkohole (Alkoxy-Propanol),
- Abmischungen dieser Lösemittel.

Tab. 2: Technische Daten von nHKW

	Iso- paraffin	Kohlen- wasser- stoff	Alkoxy- Propanol
Siedepunkt (°C)	158 - 192	180 - 215	170 - 175
Flammpunkt (°C)	41 - 58	61	63
Verdunstungs- zahl	40 - 75	120	156
Aromaten- gehalt (%)	0,001	0,005	keine

3 Zu Gesetzlichen Auflagen und Vereinbarungen

3.1 Abfall

Den Abfall betreffend sind ein ganze Reihe von Gesetzen und Verordnungen zu berücksichtigen:

- Bundes-Abfallgesetz
- Landes-Abfallgesetz
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
- Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung
- Abfallbestimmungsverordnung
- Reststoffbestimmungsverordnung
- Verwaltungsverordnung zur Durchführung der Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung
- EG-Abfallverbringungsverordnung
- Abfallverbringungs-gesetz

- Abfallverbringungsverordnung
- Abfallbeauftragtenverordnung
- Verwaltungsvorschrift zu den Aufgaben des Abfallbeauftragten
- Abfall-Andienungsverordnung
- Altölverordnung
- Verordnung über die Entsorgung gebrauchter HKW
- Verordnung über die Verwertung von Verpackungsabfällen
- 2. TA-Abfall, Teil 1 (Lagerung und Behandlung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle)
- Verwaltungsvorschrift zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Reststoffen nach BImSchG § 5

3.2 Gewässerschutz

Auch für den Schutz der Gewässer sind zahlreiche Auflagen zu berücksichtigen:

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Verwaltungsvorschrift zur Durchführung des § 7 WHG und des AbwAG
- Verordnung über Herkunftsbereiche von Abwasser
- Allgemeine Rahmen-Verwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Rahmen-Abwasser VwV) mit Anhang 40
- Hinweise und Erläuterungen zu Anhang 40 der Rahmen-Abwasser VwV
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die nähere Bestimmung wassergefährdender Stoffe und ihre Einstufung
- Abwasserabgabengesetz (AbwAG)
- Landes-Wassergesetz
- Indirekteileiterverordnung (lev)
- Verwaltungsvorschrift zum Vollzug der lev
- Indirekteinleiterrichtlinien
- Eigenkontrollverordnung
- Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Eigenkontrolle von Abwasseranlagen
- Verordnung über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten (VlWF)
- Landesabwasserabgabengesetz

3.3 Immissionsschutz

Die Immission wird geregelt in folgenden Gesetzen und Verordnungen (Auszug):

- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

- Verordnung zur Emissionsbegrenzung von LHKW (2. BImSchV)
- Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)
- Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte (5. BImSchV)
- Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV)
- TA-Luft

3.4 Reinigerherstellung und Vertrieb (Transport/Lagerung)

Auflagen über die Herstellung und den passiven Umgang mit Reinigungsmedien finden sich in:

- Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (WRMG)
- Tensidverordnung
- Freiwillige Verzichtserklärung auf Alkylphenoethoxylate
- NTA-Höchstmengenvereinbarung
- Chemikaliengesetz (ChemG)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)
- Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TrbF)
- Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter

- Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter (GGVS)
- EG-Sida-Verordnung

Einige der Gesetze, Verordnungen und Vereinbarungen werden bei der Entwicklung von Reinigern und der Konstruktion von Anlagen schon berücksichtigt.

4 Vor- und Nachteile

Die Verfahren sind nicht zu 100 % kompatibel (auch nicht CKW-nHKW) d.h. ein Austausch ist nicht immer möglich oder sinnvoll. Die Kompatibilität bei den Lösemitteln liegt bei 80 bis 90 % und bei wäßrigen Reinigern bei 60 bis 70 % (ohne die Spritzreinigung z.B. Lackier- vorbehandlung). Je nach Verfahrensauswahl sind alle drei (CKW, nHKW, wäßrig) in der Lage die an sie gestellten Aufgaben zu lösen, jedoch sollte vorher geprüft werden, ob der betriebene Aufwand³ gerechtfertigt ist. Anhaltspunkte hierfür geben die Ergebnisse aus dem BMBF-Projekt *Ganzheitliche Bilanzierung / Bewertung von Reinigungs- / Vorbehandlungstechnologien in der Oberflächenbehandlung*.

In den Tabellen 3 bis 6 sind einige Unterschiede der Reinigungsmedien in Bezug auf das *Ablösen* von verschiedenen Verunreinigungen (Tab. 3), auf die Wirkung der mechanischen Unterstützung (Tab. 4) und die Möglichkeiten der Trocknung und Aufbereitung sowie der möglichen Emissionsminderung (Tab. 5 und 6) dargestellt.

³ Aufwand ist z.B. Energieverbrauch, Aufstellfläche, Investitionssumme, Abfallmenge, Behandlungszeit, Durchsatz etc.

Tab. 3: Die Effizienz der Reinigung kann durch mechanische Unterstützung (Energie) wie z.B. Ultraschall, Druckfluten, Warenbewegung etc. erheblich gesteigert und so der spezifischen Reinigungsaufgabe angepaßt werden;

Quelle: H. Dalber, FSU-Jena 1998

Verschmutzung	Beispiel	Wäßrig	nHKW-Lösemittel	CKW-Lösemittel
organisch, unpolar	Öle, Fette	mäßig ¹	gut-sehr gut	sehr gut
organisch, polar	Kolophonium	mäßig	mäßig-gut ²	mäßig-gut
anorganisch, polar	Salze	sehr gut	mäßig-gut ²	wenig
anorganisch, unpolar	Späne, Pigmente	gut	mäßig-gut	mäßig

¹ Für die Einteilung standen die Bewertungen *sehr gut - gut - mäßig - wenig* zur Verfügung

² Abhängig von der Lösemittelformulierung

Tab. 4: Wirkung der mechanischen Unterstützung; Bewertung: ++ sehr gute, + gute, - mäßige, -- schlechte Wirkung;

Quelle: H. Daiber, FSU-Jena 1998

	Ultra-schall	Druck-fluten	Spritzen
Wäßrig	++	++	++/+
nHKW	-	+	+ ¹
CKW	+	+	+

¹ Nur mit Ex-Schutz möglich (sehr hoher Aufwand)

Tab. 5: Trocknungsaufwand und Möglichkeiten der Emissionsminderung bei den unterschiedlichen Reinigertypen; Quelle: H. Daiber, FSU-Jena 1998

	Trocknungsaufwand	Emissionsminderung
Wäßrig	mittel: Warmluft Zwangskonvektion Vakuum	nicht notwendig
nHKW	aufwendig: Warmluft Zwangskonvektion Vakuum	Kondensation Adsorption ¹ Absorption ¹
CKW	sehr einfach: Warmluft freie Konvektion Vakuum	Kondensation Adsorption Absorption

¹ Derzeit nicht notwendig

5 Perspektiven

Derzeit sind schon alternative Reinigungsverfahren (bzw. Medien) im praktischen Einsatz bzw. stehen für die Erprobung zur Verfügung. Auch das Verfahren der Hochdruckentgratung ist schon seit mehreren Jahren im Einsatz und bietet die Möglichkeit, vereinzelt geführte Teile direkt in der Fertigungslinie zu entgraten und zu reinigen.

Das Problem beginnt jedoch schon weit vorher. Dies wird exemplarisch an einem Drehteil aus Stahl (Größe ca. 50 x 10 mm) mit einer Sacklochbohrung (D = 3 mm, L = 20 mm), das ein Problem aus der betrieblichen Praxis widerspiegelt, erläutert. Verwendet wird als Bearbeitungshilfsmittel das Öl nwmKSS⁴. In der Bohrung bleibt ein Span an einem Öltropfen hängen. Chargiert wird in einer Lochkiste (z.B. Schäfer 1) mit einem Füllzustand von 50 bis 75 %. Das derzeitige Verfahren besteht aus einer wäßrigen Reinigung in einer zentralen Kompaktanlage:

- Teile abspritzen (20 sec),
- Druckfluten (180 sec),
- Ultraschall (120 sec),
- Spülen (120 sec),
- VE-Spülen mit Konservierung (60 sec),
- Trocknen mit Heißluft und Vakuum (300 sec).

⁴ nwmKSS: nichtwassermischbarer Kühlschmierstoff

Tab. 6: Aufbereitungsmöglichkeiten verschiedener Rückstände für die unterschiedlichen Reinigertypen; Quelle: H. Daiber, FSU-Jena 1998

	Feststoffe unlöslich	flüssig unlöslich	anorganisch/organisch löslich
Wäßrig	Dead end-Filtration Separatoren Hydrozyklone	Schwerkraftabscheider Koalisierplattenabscheider Separatoren Membranfiltration (MF/UF)	Destillation Ionenaustauscher Membranfiltration (RO)
nHKW	Dead end-Filtration Separatoren Hydrozyklone	Schwerkraftabscheider Koalisierplattenabscheider Separatoren	Destillation
CKW	Dead end-Filtration Separatoren Hydrozyklone	Schwerkraftabscheider Koalisierplattenabscheider Separatoren	Destillation

Durch die Anlagenkonstruktion ergibt sich ein Durchsatz von ca. 8 bis 10 Chargen/h bei 2 Körben/Charge. Es wird mit einer Vollstromfiltration (25 µm Beutelfilter) filtriert. Die Reinerpflege erfolgt über einen Ölabscheider (Reinigung), einen Verdampfer (Spülen) und einen Ionenaustauscher (VE-Wasser). Die Qualitätsanforderung legt fest, daß maximal 5 von 1000 Teilen schlecht (Span oder Öl in der Bohrung) sein dürfen.

Erste Versuche, die Bohrung noch in der Zerspanungsmaschine (zusätzlicher Platz am Werkzeug) mit Öl bzw. Preßluft auszuspülen, brachten überraschende Ergebnisse. Die Reinigungszeiten konnten erheblich verkürzt und somit der Durchsatz um ca. 50 bis 60 % erhöht werden, ohne daß die Qualität vermindert wird. Auf das Druckfluten konnte gänzlich verzichtet werden. Die Neuanschaffung einer zweiten Anlage (Investkosten ca. 700 bis 900 TDM) für die erhöhte Produktionszahlen konnte vorerst gestoppt werden.

Die kalkulierte Kosteneinsparung war so groß, daß man nun den kompletten Fertigungsprozeß analysiert, um weitere Möglichkeiten zu

finden, den Reinigungsaufwand zu minimieren. Auch über die Reinheitsanforderungen zwischen den einzelnen Bearbeitungsgängen wird nachgedacht:

- Müssen alle Teile in der Zentralanlage gereinigt werden?
- Reicht ein Spülen mit Öl oder Abblasen mit Preßluft im Zerspanungsautomaten evtl. aus?
- Welche Vorteile bringt die Minimalschmierung oder Trockenbearbeitung mit geänderten Werkzeugen (auf diesem Gebiet laufen eine Vielzahl von BMBF-Projekten)?

Das Ziel *keine Reinigung in der Fertigung*, kann sicher nicht erreicht werden. Umgesetzt werden kann jedoch das Ziel *nur noch soviel reinigen wie nötig, nicht so viel wie möglich*.

Reinigen (mit spezifizierten Reinheitsanforderungen) muß in die Konstruktionsvorgaben mit einfließen, um jedem bewußt zu machen, daß es kein *notwendiges Übel* ist, sondern erheblich zur Teilequalität beiträgt und zu beachtlichen Kosteneinsparungen ohne Qualitätsverlust führt.

Beitragssatz sinkt, Beitragsaufkommen steigt

Zum 1. April 1999 wurde der Beitragssatz zur gesetzlichen Rentenversicherung in Deutschland von 20,3 auf 19,5 Prozent gesenkt, was dazu führte, daß sich auch der Gesamtbeitragssatz zur Sozialversicherung um 0,8 Punkte ermäßigte. Dennoch wird das Volumen der von Arbeitgebern und Arbeitneh-

mern zu zahlenden Beiträge um ca. elf Milliarden DM zunehmen. Grund sind die aktuellen Tarifabschlüsse, welche die Bruttolohn- und Gehaltssumme nach oben treiben. -hk/dir-

Grafik / Text: imu-Infografik
Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft (IW)

