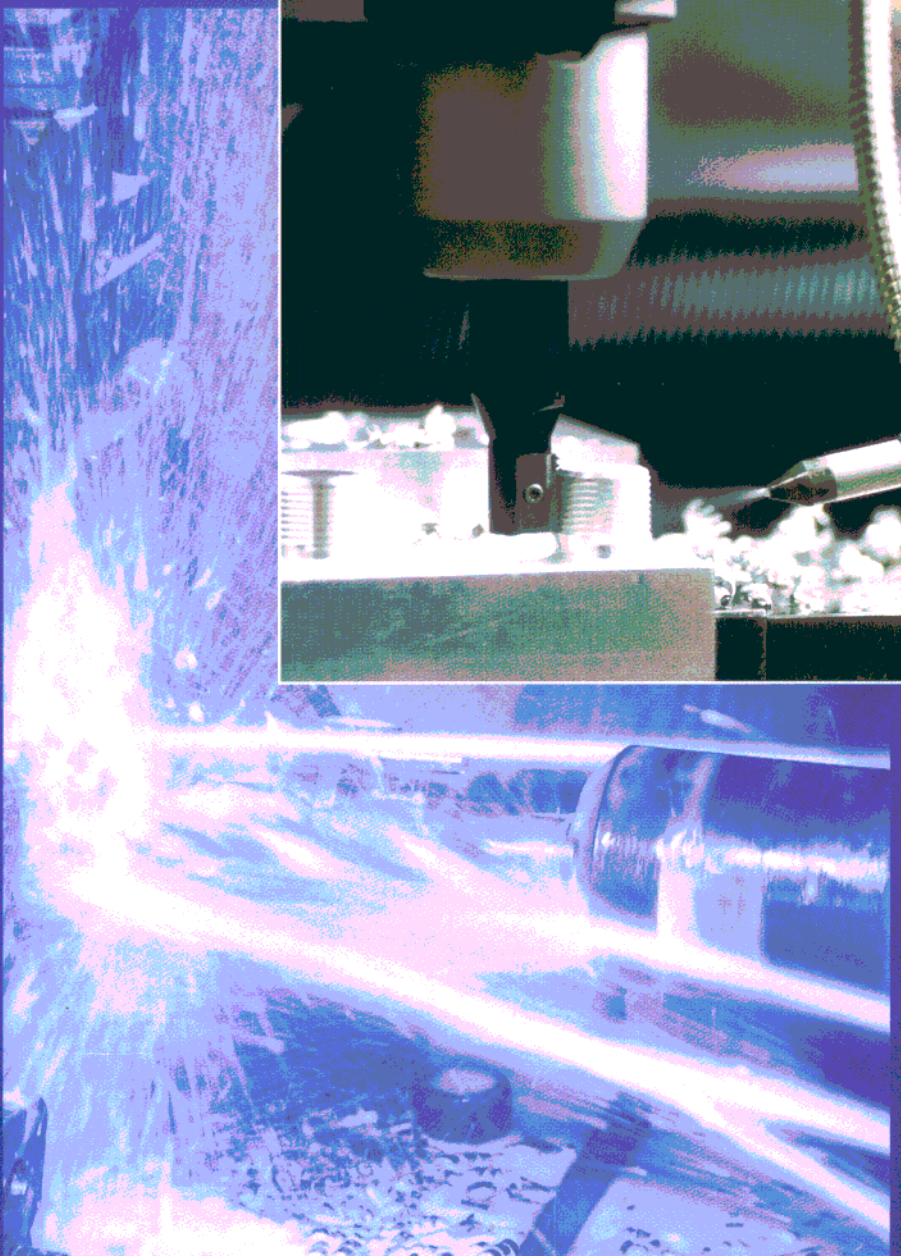
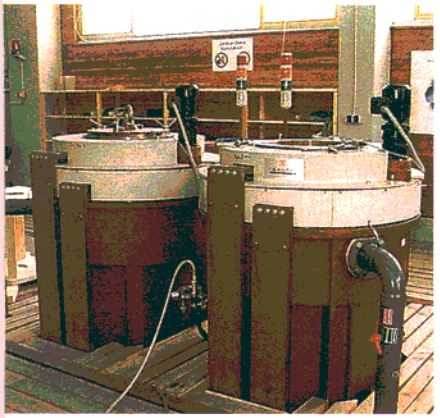
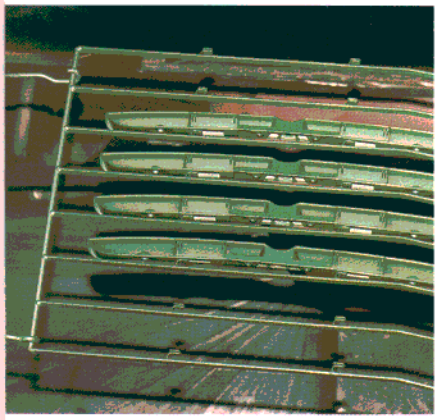
Nachhaltige Wirtschaft Baden-Württemberg

Ressourcenschonend produzieren



Ein Wort vorab





Moderne Unternehmensstrategien orientieren sich heute neben den wirtschaftlichen zunehmend an ökologischen und sozialen Zielen, um die Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern. Gut ausgebildete und motivierte Mitarbeiter sind eine wesentliche Voraussetzung für die Wirtschaftskraft und Innovationsfähigkeit eines Unternehmens. Eine umweltgerechte Produktion und umweltfreundliche Produkte erhöhen nicht nur die Akzeptanz beim Kunden, sondern tragen vielfach zur Senkung der Kosten bei: Energien und Rohstoffe werden effizienter genutzt und teure Nachsorgemaßnahmen entfallen.
Kreislaufwirtschaft, Nachhaltige Entwicklung und Öko-Effizienz sind heute keine leeren oder visionären Schlagworte, sondern in vielen Unternehmen alltägliche und bewährte Praxis. Der Weg dorthin ist nicht immer ganz einfach: Klare Vorgaben der Unternehmensleitung und Transparenz über die Stoff- und Energieströme sind eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg.
Die in dieser Broschüre vorgestellten Modellprojekte aus der industriellen Praxis zeigen, wie es gelingt, ökologische und ökonomische Anforderungen in Einklang zu bringen.
Die Beispiele verdeutlichen, dass produktionsintegrierte Maßnahmen eine höhere Wertschöpfung bei gleichzeitig vermindertem Ressourcenverbrauch erzielen – und Umweltschutz keineswegs nur Kosten verursacht. Die ABAG-itm konnte in den Jahren 1991 bis 2001 über 40 solcher "Öko-Effizienz-Projekte" im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft durchführen. Primäres Ziel dieser Projekte war, den Stand der Technik hinsichtlich Vermeidung und Verwertung von Sonderabfällen durch innovative Technologien und Verfahren weiterzuentwickeln.

Das Ergebnis ist beeindruckend: In allen Fällen zeigte sich, dass innovative, produktionsintegrierte Maßnahmen die Abfallsituation verbessern, Ressourcen schonen, Abluft- und Abwasserbereich

entlasten und zugleich Kosten reduzieren. Die Modellprojekte sind transparent und nachvollziehbar in ausführlichen Projektberichten dokumentiert, die bei der ABAG-itm bezogen werden können. In dieser Informationsschrift werden vorrangig Modellprojekte vorgestellt, die sich im Hinblick auf

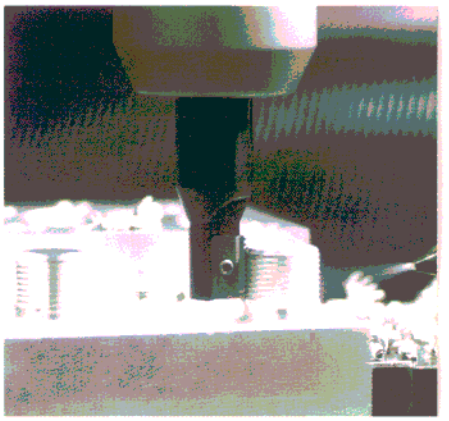
- **technische Einsatzfähigkeit und Übertragbarkeit,**
- **Abfallminimierung und Ressourcenschonung,**
- **ökonomische Attraktivität und**
- **Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit**

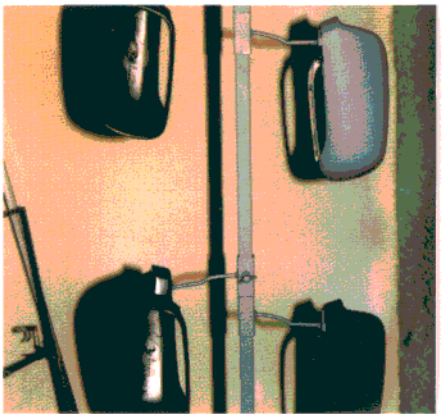
in der Praxis bewährt und für den Anwender als besonders vorteilhaft erwiesen haben. Im Teil 1 bilden produktionsintegrierte Maßnahmen den Schwerpunkt, während in Teil 2 ausgewählte Projekte zur externen Abfallverwertung im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft dargestellt sind. Öko-Effizienz bedeutet Innovation und bietet eine unternehmerische Chance. Die Broschüre zeigt praxiserprobte Möglichkeiten und Wege, die richtigen Schritte zu tun und sich die damit verbundenen Potenziale zu erschließen.

Ich würde mich freuen, wenn die Praxisbeispiele Ihnen Anreiz und Grundlage bieten, in Ihrem Unternehmen "Entwicklungen so zu gestalten, dass sie heutige Bedürfnisse befriedigen ohne den zukünftigen Generationen die Möglichkeit zu nehmen, ihre Bedürfnisse ebenfalls befriedigen zu können" (Brundtland Report, 1987) und dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit Ihres Unternehmens langfristig zu sichern.

Lutz Mertins

Geschäftsführender Gesellschafter
der ABAG-itm GmbH





Inhalt

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

Lackieren
Weniger Verlust mit weniger Druck (Manuelle Spritzlackierung) 6
Treffsicher durch Elektrostatik (Elektrostatische Beschichtung) 8
Kondensfilm hält Wasserlack fit (Wasserlack-Recycling) 10

Metallbearbeitung
Zukunftstechnologie Trockenbearbeitung 12
Auf die richtige Pflege kommt es an (Kühlschmierstoff-Filtration 14
Kühlschmierstoff zum Auspressen (Schleifschlammpresse) 16

Entfetten, Phosphatieren
Schwierige Aufgabe gelöst (Standzeitverlängerung) 18

Galvanisieren
Geschlossene Reaktion (Hartverchromen) 20
Trommeln für die Umwelt (Verschleppungsminimierung) 21
Der richtige Dreh (effiziente Abwasserbehandlung) 22

Gießen
Spitzenqualität kernlos in Form gebracht (Lost-Foam-Verfahren) 26

Feuerverzinken
Kleine Helfer ganz groß (Biologische Entfettung) 28

Drucken
Buntes Farbenrecycling (Druckfarben-Recycling) 30

Experimentieren
In der Schule lernt man für's Leben (Laborabfälle) 32

Projekte zum Materialrecycling

Altölaufbereitung
Altöl optimal recycelt (Rohrreaktorverfahren) 36

Schleifschlammverwertung
Schleifschlamm als Brikett verwerten 38

Altfluxaufbereitung
Aus Alt mach Neu (Stoffkreislauf) 40

Aluminium-Recycling
Einzigartiges Aluminiumrecycling 42

Regenerierung von Ionenaustauschern
Die Logistik bringts (Patronen-Tauschsystem) 44

Die ABAG-itm GmbH 47

Impressum 50

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

Lakieren

Metallbearbeitung

Entfetten, Phosphatieren

Galvanisieren

Gießen

Feuerverzinken

Drucken

Experimentieren

Weniger Verlust mit weniger Druck

Decklackieren eines Kotflügels
Quelle: Der Fahrzeug- und Metallackierer FML

Mit Niederdruck-Spritzpistolen lassen sich Lackverbrauch und Emissionen deutlich reduzieren

Autoreparaturlackierereien konnten lange Zeit nur mit Hochdruckspritzgeräten die hohen Qualitätsansprüche ihrer Kunden erfüllen. Bei dieser Spritztechnik werden große Lackmengen am Werkstück vorbeigespritzt, was einerseits kostenintensiv ist, andererseits zu Lasten der Umwelt geht. Mit dem Niederdruckspritzen (HVLP = High Volume Low Pressure) steht inzwischen ein Lackierverfahren zur Verfügung, das bei gleicher Qualität mit höherem Auftragwirkungsgrad arbeitet. Eine deutliche Reduzierung der Lösemittelemissionen und Abfallmengen ist die Folge.

Autoreparaturlackierbetriebe müssen, um den Anforderungen ihrer Kunden gerecht zu werden, unterschiedliche applikationstechnische Bedingungen erfüllen wie z.B.

- Anpassung der Lackierung an Farbton, Verlauf, Glanz und Effekt der vorgegebenen Serienlackierung
- Beispritzen auf größeren Fahrzeugoberflächen
- Lackierung verschiedener Untergrundwerkstoffe (Stahl, Aluminium, Kunststoffe, gespachtelte Stellen etc.)
- Verarbeitung geringer Lackmengen mit häufigem Farbwechsel

Dies konnte früher nur mit feinzerstäubenden Hochdruck-Druckluftpistolen erreicht werden. Diese konventionellen Druckluftpistolen bringen teilweise erhebliche Umweltprobleme mit sich wie:

- Hohe Emissionen von Lösemitteln und Lackpartikeln
- Anfall von Lackierereiabfällen (z.B. beladene Filtermatten aus der Partikelabscheidung)

Alternativ zur Hochdruck-Spritztechnik werden bei der Autoreparaturlackierung inzwischen auch Niederdruck-Spritzpistolen erfolgreich eingesetzt. Praxisuntersuchungen am Fraunhofer Institut IPA zur HVLP-Methode ergaben folgende Ergebnisse:

- Gleicher Qualitätsstandard
- Eine merkliche Erhöhung des Auftragwirkungsgrades und eine daraus resultierende Verminderung von Emissionen
- Deutliche Verringerung des Lackverbrauchs und damit eine erhebliche Kostenreduzierung
- Kostenersparnis durch weniger Lackabfälle
- Das Verfahren ist sowohl für die Grundierung als auch für die Decklackierung geeignet

Alle namhaften Autoreparaturlackhersteller bieten auch Wasserlacke (Füller- und Basislacke) an, die sich mit der HVLP-Spritztechnik applizieren lassen. Damit wird insgesamt ein wesentlicher Beitrag zur Verringerung von Lösemittelemissionen und Lackabfällen erreicht.

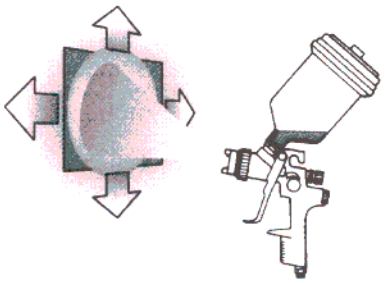
Der Einsatz der HVLP-Spritztechnik sollte überall dort geprüft werden, wo bisher konventionelle Hochdruck-Druckluft-Zerstäuber zum Einsatz kommen. Die Investitionskosten für die Beschaffung einer HVLP-Spritzpistole amortisieren sich in der Regel durch die erzielten Einsparungen (weniger Frischlack und Entsorgungskosten) innerhalb kürzester Zeit. Beispielhaft sind nebenstehend die ökologischen und ökonomischen Erfolge dargestellt, die in einer Autoreparaturlackiererei mit 15 Angestellten durch die Umstellung von Hoch- auf Niederdruck-Spritzpistolen erreicht wurden. Neben der Anwendung bei der qualitativ anspruchsvollen Autoreparaturlackierung wird die HVLP-Lackiermethode inzwischen auch bei zahlreichen anderen Lackieraufgaben erfolgreich eingesetzt.

	Reduktion um
Lackverbrauch	30 %
Beladene Filtermatten	46 %
Partikelemission	46 %
Lösemittelemission	46 %

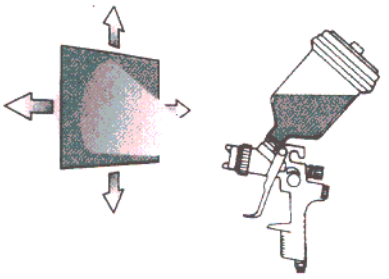
Investitionskosten
für insgesamt
12 HVLP-Spritzpistolen
€ 3.750,-

jährliche Einsparung
€ 18.213,-

Amortisationszeit
ca. ein viertel Jahr



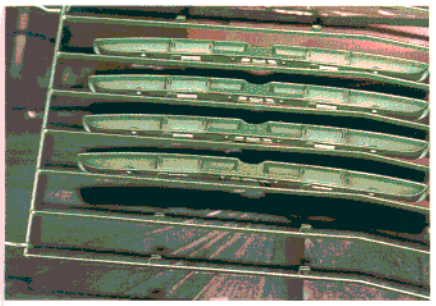
Konventionelle Spritzpistole. Hoher Farbnebelrückprall, hohes Abströmen von Farbpartikeln.



HVLP Spritzpistole bis zu 30 % Materialersparnis, nebelreduziert.

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

Treffsicher durch Elektrostatik



Griffleisten
Quelle: Reitter & Schefenacker GmbH & Co. KG

Elektrostatische Beschichtung führt zu beträchtlichen Kosteneinsparungen

Durch Einsatz elektrostatischer Beschichtungstechniken für Primer, Basis- und Klarlack verringerte eine Lackiererei für PKW-Anbauteile ihren spezifischen Lackverbrauch, die Lackabfälle und die Lösemittelemissionen in erheblichem Maße. Nach nur fünf Monaten amortisierten sich die Investitionen für den Umbau der Lackieranlage. Bei den Diskussionen um die VOC-Richtlinie sollte man nicht außer Acht lassen, dass in Maßnahmen zur Reduzierung von Lösemittelemissionen auch Chancen liegen.

Mit Blick auf die Minimierung von Emissionen und Abfällen baute die Reitter & Schefenacker GmbH & Co. KG im Werk Schwaikheim ihre Lackieranlage für PKW-Anbauteile aus Kunststoffen und Alu-Zink-Druckguss um und führte die elektrostatische Beschichtung der Werkstücke ein. Die Machbarkeit der Anlagenkonzeption untersuchten im Vorfeld die ABAG-itm GmbH, Fellbach, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut IPA, Stuttgart, in Technikumsversuchen unter produktionstechnischen Bedingungen.

Als wesentliche Maßnahmen wurden in der Produktion eingeführt:

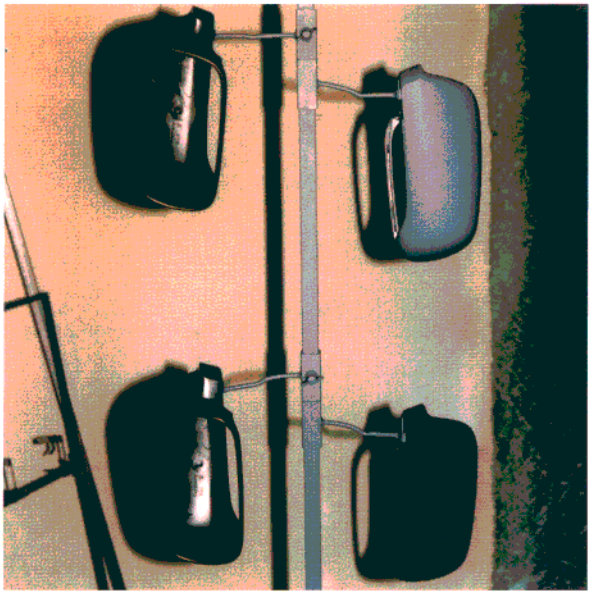
- Umstellung von Hochdruckzerstäubern auf die elektrostatische Beschichtung (Oversprayreduktion)
- Umstellung der Farbversorgung (Ringleitung und Farbwechselblöcke)
- Koagulierung mit kontinuierlichem Koagulataustrag
- Änderungen im Werkstückspektrum und Optimierung der Warenträgerbelegung

Die Umrüstung in Kombination mit Änderungen im Werkstückspektrum bewirkten gegenüber dem Ausgangszustand:

- Steigerung der flächenbezogenen Beschichtungskapazität um ca. 40 - 50%
- Reduktion des Gesamtverbrauchs an Lack um ca. 46%
- Reduktion der Lösemittelemissionen um ca. 45%
- Reduktion des Lackschlamms um ca. 50%

Die Umweltentlastungen sowie die Einsparungen an Einsatzmaterialien sind in erster Linie auf eine deutliche Verbesserung des Auftragswirkungsgrades infolge der Einführung der elektrostatisch unterstützten Applikationsmethode zurückzuführen. Die elektrostatikunterstützte Applikationstechnik wurde durch den PKW-Anbauteilelieferant erstmalig in der Branche der industriellen Kunststoffteilelackierung für alle drei Lackschichten (d.h. Primer-, Basis- und Klarlackauftrag) eingesetzt. Die in Serienfertigung im Wagenfarbton lackierten Anbauteile erfüllen hinsichtlich Optik und Beanspruchung alle Qualitätsanforderungen. Die Investitions-, Wartungs- und Finanzierungskosten für den Umbau der Lackieranlage amortisieren sich durch die effektive Betriebskosteneinsparung bereits innerhalb von fünf Monaten.

Reduktion um bei normierter Durchsatzleistung	
Primer	**53 %**
Basislack	**37 %**
Klarlack	**41 %**
Verdünner	**59 %**
Härter	**49 %**
Reinigungsverdünnung	**35 %**
Lackschlamm	**50 %**
Lösemittelemission	**45 %**



PKW-Außenspiegel eletrostatisch beschichtet
Quelle: Reitter & Schefenacker GmbH & Co. KG

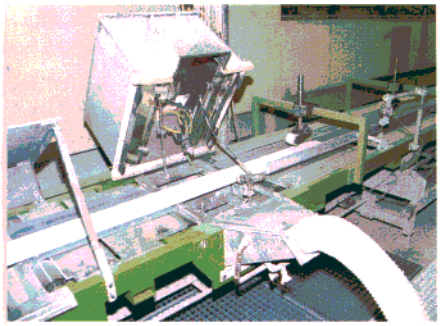
Gesamtkosten
für Umbau und Voruntersuchungen
€ 700.000,-

Jährliche Einsparung
€ 1.769.500,-

Amortisationszeit
ca. fünf Monate

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

„Kondensfilm hält Lack fit"



Ansicht der aufgeklappten Leistenspritzkammer mit Wannenzone
Quelle: Werzalit AG

Gießen + Wasserlackrecycling mit gekühlten Auffangflächen halbiert Lackverbrauch

Die Werzalit AG + Co. stellt im Werk Oberstenfeld Fassadenprofile und Balkonelemente her. Bei der bisherigen Spritzlackierung dieser Teile fielen relativ große Mengen an Lackschlämmen an, die hauptsächlich durch die Oversprayverluste entstanden. Durch eine teilweise Umstellung des Spritzverfahrens auf das lackverlustarme Gießverfahren sowie durch die Einführung eines neuartigen Verfahrens zur Rückgewinnung des Oversprays aus der nach wie vor erforderlichen Vorspritzzone konnte das Unternehmen den Frischlackverbrauch und den Lackschlammanfall deutlich reduzieren.

Ursprünglich wurden alle zu lackierenden Fassadenprofile bei Werzalit in einer Flachteile-Lackierstraße durch luftunterstützte Airlesszerstäubung mit wässriger Acrylatdispersion spritzlackiert. Die Vorteile dieses flexiblen Verfahrens werden jedoch durch die relativ hohen Overspray-Verluste geschmälert. Zur Reduzierung der Lackverluste wurde das Spritzlackierverfahren in zwei Stufen optimiert.

In der ersten Stufe wurde zur Steigerung des Lackauftragwirkungsgrads teilweise vom Spritzverfahren auf das verlustärmere Gießverfahren umgestellt. Das Spritzverfahren ist jedoch nicht vollständig zu ersetzen, da bei profilierten Fassadenelementen sonst keine vollständige Kantenbeschichtung möglich ist. Deshalb wurde in der ersten Optimierungsstufe der Lackierprozess auf eine Kombination aus Vorspritzen plus Gießen umgestellt. Nicht gießfähige Werkstücke (hauptsächlich Balkonelemente) werden weiterhin separat spritzlackiert. Die Integration der Gießanlage in die Lackierstraße für Fassadenelemente erbrachte in der ersten Optimierungsstufe

- eine Verminderung des Gesamtlackverbrauch von 115 t/a auf 55 t/a.

Ziel der zweiten Optimierungsstufe war, die Oversprayverluste (ca. 4,3 t/a) und den damit verbundenen Lackschlammanfall aus dem Vorspritzen der profilierten Fassadenelemente weiter zu reduzieren. Dazu wurde eine Pilotanlage zur direkten Rückgewinnung des Lackoversprays mit gekühlten Auffangflächen entwickelt und in Betrieb genommen.

Optimierungsstufen	Frischlack verbrauch	Auftragswirkungsgrad
Ausganslage: Spritzen	115 t/a	39 %
1. Stufe Spritzen + Gießen	55 t/a	46 %
2. Stufe Spritzen + Gießen + Lackrecycling beim Vorspritzen	51 t/a	90 %

Die Grundidee dieses innovativen Konzeptes besteht darin, die Luftfeuchtigkeit aus der Spritzzone auf einer gekühlten Auffangfläche zu kondensieren, so dass sich ein geschlossener Wasserfilm bildet. Das auftreffende Wasserlack-Overspray trocknet dort nicht an, sondern läuft durch die Schwerkraft als flüssiger Lackfilm in einen Sammelbehälter ab. Es zeigte sich, dass im untersuchten Spritzbereich ca. 95 % des Wasserlack-Oversprays farbtonrein zurückgewonnen werden können. Dieser Recyclinglack kann ohne Minderung der Beschichtungsqualität direkt wieder dem Spritzlackierprozess zugeführt werden. Durch das Recycling konnten im untersuchten Spritzbereich folgende Resultate erzielt werden:

- Verminderung der Frischlackmenge um ca. 57 %
- Reduktion der Lackschlammmenge um ca. 95 %

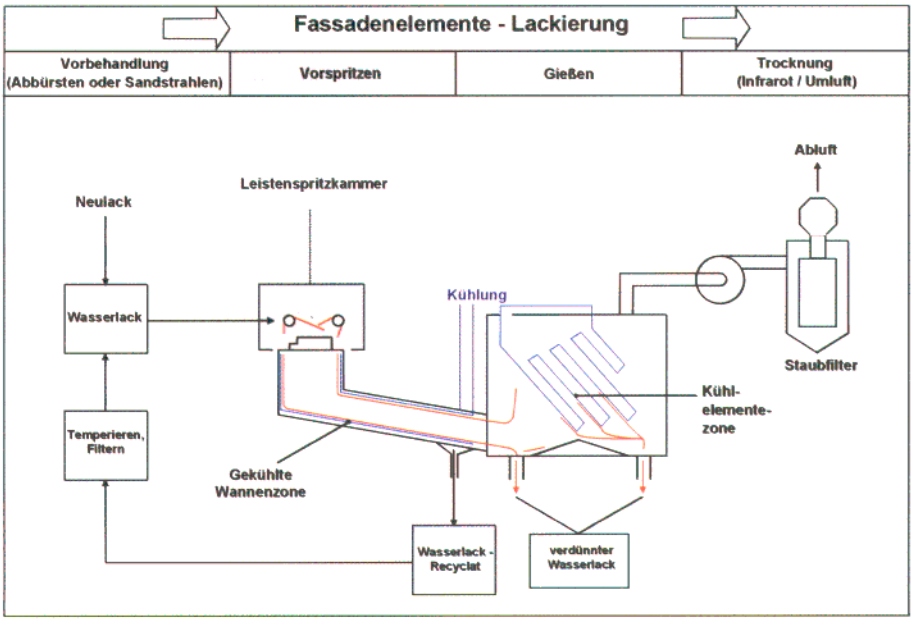
Die Einsparungen an Frischlack und Entsorgungskosten reduzieren die Ausgaben derart, dass trotz erhöhter Energie- und Reinigungskosten, die durch den Betrieb der Recyclinganlage entstehen, eine Amortisationszeit von weniger als zwei Jahren erreicht wird.

Die Realisierung beider Optimierungsstufen führte insgesamt zu einer Steigerung des Auftragwirkungsgrads von ca. 40 auf 90 % sowie einer Verringerung des jährlichen Frischlackverbrauchs von etwa 115 t/a auf 51 t/a.

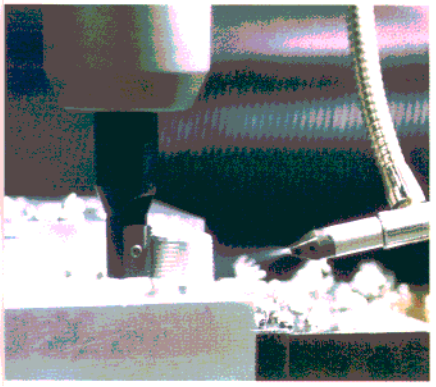
Investitionskosten
für Recyclinganlage
€ 25.000,-

Jährliche Einsparung
€ 15.350,-

Amortisationszeit
ca. 2 Jahre



Zukunftstechnologie Trockenbearbeitung



Minimalmengenkühlschmierung beim Gewindefräsen
Quelle: Link GmbH

Schrittweise Umstellung eines Fertigungsbereiches auf Trockenbearbeitung liefert wertvolle Erkenntnisse

Bei der spanabhebenden Metallbearbeitung stellen der Einsatz und die Entsorgung von Kühlschmierstoffen (KSS) das zentrale Umweltproblem dar. Zusätzlich entstehen KSS-bedingte Abfälle aus Folgeprozessen, z.B. aus notwendigen Reinigungsschritten. Der Verzicht auf Kühlschmierstoffe, d.h. die Trockenbearbeitung, stellt eine generelle Lösung dieser Probleme dar. Die Technologien hierzu sind jedoch erst in Teilbereichen kommerziell verfügbar. In Anbetracht der Chancen der Trockenbearbeitung hat ein messingverarbeitendes Unternehmen damit begonnen, einen Teil der Fertigung auf diese innovative Technologie umzustellen.

Die Carl Leipold Metallwarenfabrik in Wolfach hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, einen kompletten Fertigungsbereich auf Trockenbearbeitung umzurüsten. Das Vorhaben wurde in zwei Phasen unterteilt. Phase I beinhaltet die Trockenbearbeitung zweier charakteristischer Bauteile auf zwei umgerüsteten Nassbearbeitungsmaschinen eines Werkzeugmaschinenherstellers. Ziel von Phase I ist in erster Linie ein prozesssicherer Dauerbetrieb der Maschinen sowie die Dokumentation der fertigungstechnischen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen im Vergleich zur bisher praktizierten Nassbearbeitung. In Phase II sollen die gewonnenen Erkenntnisse in die Konstruktion von eigenen Werkzeugmaschinen einfließen, mit denen dann ein kompletter Fertigungsbereich auf Trockenbearbeitung umgestellt und bilanziert wird.

Ergebnisse Phase I

Trockenbearbeitung auf zwei umgerüsteten Nassbearbeitungsmaschinen

- Effizienzsteigerung im Vergleich zur Nassbearbeitung um 100 % bis zu 200 %
- Beim Bohren, Fräsen, Drehen kann ganz auf KSS verzichtet werden
- Beim Gewindeschneiden verbessert der Einsatz eines Minimalmengenschmiersystems die Ergebnisse
- Die anfallenden Späne sind ölfrei und damit problemlos metallurgisch verwertbar

	Reduktion um
Ölhaltige Abfälle	ca. 95%
Energiebedarf	bis zu 40% (je nach Bauteil)

Erwartete Ergebnisse in Phase II

Umstellung des gesamten Fertigungsbereichs auf Trockenbearbeitung

- Erhebliche Vereinfachung des gesamten Fertigungsablaufs
- Wegfall bisher erforderlicher Verfahrensschritte, wie
  - Teilezentrifuge
  - Rüttelanlage
  - Strahlen
  - Entfetten

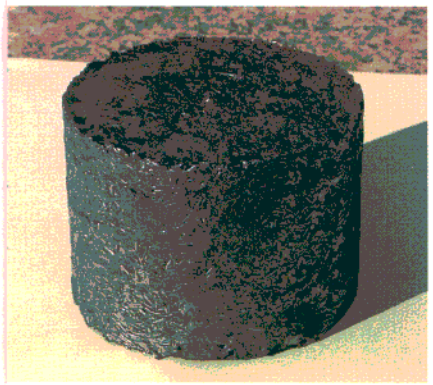
Die Ergebnisse und Erfahrungen der mittlerweile abgeschlossenen Phase I lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Trockenbearbeitung der beiden untersuchten Bauteile ist technisch möglich
- Die Zuverlässigkeit der Trockenbearbeitungsmaschinen ist mit der der Nassfertigung vergleichbar
- Die Taktzeiten lassen sich mit dem neuen Maschinenkonzept deutich reduzieren (Faktor 2 bis 3)
- Die Trockenbearbeitung beider Bauteile benötigt weniger Energie als deren Nassbearbeitung
- Bei den meisten der untersuchten Fertigungsverfahren (Bohren, Fräsen, Drehen, etc.) kann auf den Einsatz von KSS vollständig verzichtet werden
- Bearbeitungsoperationen mit einem hohen Reibanteil (z.B. Gewindeschneiden) können durch Einsatz eines Minimalmengenschmiersystems optimiert werden

Mit zunehmendem Umstellungsgrad von Nass- auf Trockenbearbeitung in der anstehenden Phase II des Projekts wird sich der gesamte Fertigungsablauf zunehmend vereinfachen. Bei einer Vollumstellung des gesamten Fertigungsbereiches können die bisherigen Verfahrensschritte Spänezentrifuge, Teilezentrifuge, Rüttelanlage und möglicherweise auch das Strahlen und Entfetten mit den damit verbundenen Betriebskosten ersatzlos entfallen.

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

Auf die richtige Pflege kommt es an



Schleifschlammpressling für die Verwertung

Hilfsmittelfreie Filtrationsanlage bringt Kühlschmierstoffpflege einen gewaltigen Schritt nach vorne

Die Pflege von Kühlschmierstoffen (KSS) ist bei hohen Qualitätsanforderungen eine Grundvoraussetzung zur Erzielung guter Bearbeitungsergebnisse. Bei Schleifprozessen werden zur KSS-Pflege üblicherweise Filtrationssysteme mit Einwegfiltermitteln (Filtervliese, Kieselgur) eingesetzt. Filterhilfsmittel haben den Nachteil, dass sie zu einer Erhöhung der Abfallmenge und der ausgetragenen KSS führen und somit einen wesentlichen Kostenfaktor darstellen. Ein mittelständischer Betrieb konnte durch den Einsatz einer hilfsmittelfreien Filteranlage die Prozesssicherheit, die Qualität und die Kostensituation beim Schleifen rundum verbessern.

Die Firma Wahl Verzahntechnik in Balingen ist ein Familienbetrieb mit 25 Mitarbeitern, der sich auf die Fertigung hochwertiger Verzahnungen in kleinen Stückzahlen spezialisiert hat. Bei der Schleifbearbeitung kommen drei Zahnflankenschleifmaschinen zum Einsatz. Die bisher praktizierte Reinigung der eingesetzten KSS-Öle (Entfernung grober Metallspäne mittels Sedimentation, Zentrifugieren der KSS in regelmäßigen Zeitabständen) war aus folgenden Gründen nicht befriedigend:

- Unzureichendes Reinigungsergebnis
- Dadurch kurze Standzeit der KSS
- Zu hoher Ölaustrag durch den Schlamm
- Hoher Zeit- und Personalaufwand
- Unbefriedigende Wirtschaftlichkeit

Zur Verbesserung dieser Ausgangssituation wurde zur KSS-Pflege eine Filtrationsanlage als zentrale Versorgungsanlage für alle drei Schleifmaschinen eingeführt, die ohne Filterhilfsmittel arbeitet und insbesondere für Hochleistungskühlschmierstoffe bei Durchsätzen von bis zu 300 l/min ausgelegt ist. Das Filtermedium besteht aus mehreren Edelstahlgewebelagen, die auf eine senkrechte Filtertrommel aufgespannt sind. Die Durchströmung erfolgt von außen nach innen. Wenn der aufgebaute Filterkuchen zu stark wird, erfolgt eine Abreinigung durch Absaugen.

	Reduktion um
Schleifschlamm-menge	31 %
Ölgehalt des Schleifschlamms	68 %
KSS-Austrag	78 %

Durch redundante Anordnung von zwei Filtertrommeln ist die KSS-Versorgung der Maschinen auch während des Abreinigungsvorgangs gewährleistet. Der abgesaugte Schleifschlamm wird anschließend einer integrierten Presseinrichtung zugeführt. Der Hauptanteil des mit dem Schleifschlamm ausgetragenen KSS wird dabei abgetrennt und wieder in den KSS-Kreislauf zurückgeführt. Der Schleifschlamm liegt anschließend in Form von Presslingen vor, aus denen kein Restöl mehr austritt. Handling und Lagerung vereinfachen sich dadurch erheblich. Weitere Vorteile sind:

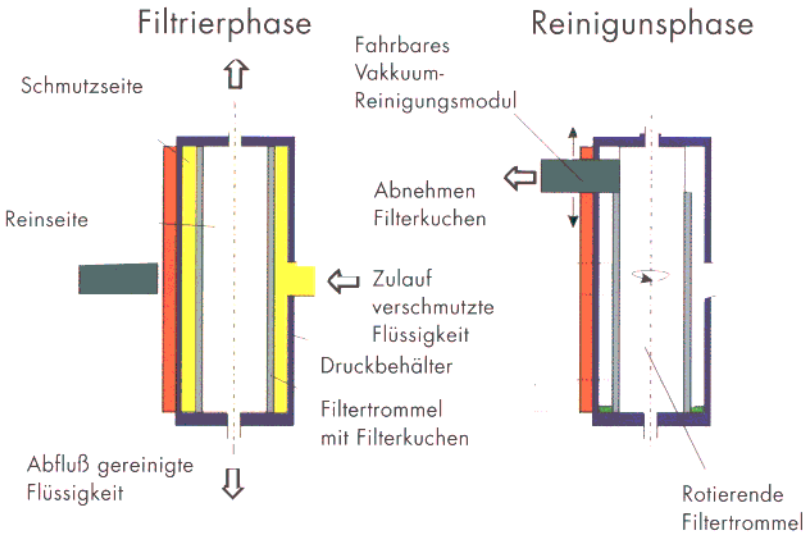
- Bessere Prozesssicherheit und Qualität
- Weniger KSS-Verbrauch (längere Standzeit, geringerer Austrag)
- Geringere Entsorgungsmengen und -kosten
- Geringerer Personalaufwand für Maschinenreinigung und KSS-Pflege
- gestiegene Arbeitsplatzqualität (z.B. Sauberkeit)

Die Standzeit der KSS-Öle konnte von einem halben Jahr auf drei Jahre erhöht (Faktor sechs), der Ölgehalt des Schleifschlamms von 40 % auf 13 % reduziert werden. Die Amortisationszeit der hilfsmittelfreien Filteranlage liegt bei ca. zwei Jahren.

Investitionskosten
Hilfsmittelfreie Filteranlage
€ 75.000,-

jährliche Einsparung
€ 37.600,-

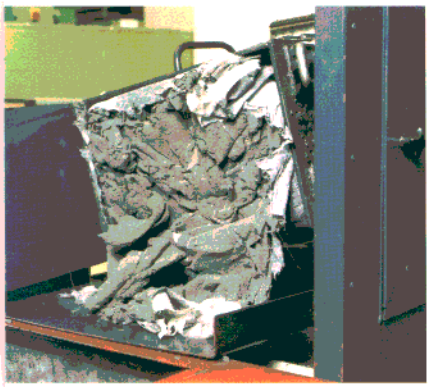
Amortisationszeit
ca. 2 Jahre



Schema des Filtersystems mit Filtrierphase und Reinigungsphase

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

Kühlschmierstoffrückgewinnung durch Auspressen



Pneumatische Schleifschlammpresse
Quelle: Wahler

Presse ermöglicht kostengünstige Ölrückgewinnung aus Schleifschlämmen

Schleifschlämme aus der Bearbeitung mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen (KSS-Ölen) weisen im Allgemeinen einen hohen Ölgehalt auf. Untersuchungen zur innerbetrieblichen Behandlung ölbehafteter Schleifschlämme mit einer pneumatischen Presse haben gezeigt , dass sich durch einfaches Abpressen erhebliche Anteile des Öls als KSS zurückgewinnen lassen. Als zusätzliche Effekte werden dabei die zu entsorgende Menge reduziert und die Möglichkeiten einer metallurgischen Verwertung verbessert.

Beim Schleifen sowie auch bei anderen spanenden Bearbeitungsverfahren fallen feinste Metallspäne, vermischt mit Kühlschmierstoffen, Schleifmittelabrieb sowie ggf. Filterhilfsmitteln an. Vorrangiges Ziel einer innerbetrieblichen Behandlung ist die Rückgewinnung der in den Schleifschlämmen enthaltenen KSS-Öle. Die mit über 1,– €/l teilweise recht teuren Produkte werden ansonsten mit dem Schleifschlamm als Sonderabfall entsorgt oder allenfalls einer energetischen Verwertung zugeführt.

Beispiel: 10 t/a Schleifschlamm aus Bearbeitung mit nichtwassermischbaren KSS (KSS-Ölen); Ölgehalt ca. 50 %

A) Entsorgung ohne Auspressen

Kosten: ca. **350 €/t** (inkl. Container, Transport)

10 t/a x **350 €/t** → **Gesamtkosten: 3.500 €/a**

B) Auspressen und Wiedereinsatz des Öls; Entsorgung des Restschlamms

Erzielbarer Restölgehalt durch Auspressen:
ca. 50 % des Ausgangsölgehalts

→ Ausgepresste Ölmenge: **ca. 250 l/t** Schleifschlamm

→ Wert des ausgepressten Öls: **ca. 1 €/l**

10 t/a x **250 l/t** x **1 €/l** → **Erlös: 2.500 €/a**

zu entsorgende Restschlammmenge: **7,5 t/a**

7,5 t/a x 350 €/t → **Kosten: 2.625 €/a**

verbleibende Kosten: 125 €/a

→ Einsparung 3.375 €/a

Eine von der Firma Wahler in Kernen, einem mittelständischen Maschinenbauunternehmen, entwickelte pneumatische Presse wurde im industriellen Einsatz erprobt. Die kompakte und mobile Anlage mit einem Fassungsvermögen von 80 l, was einer Jahreskapazität von bis zu 100 t entspricht, erlaubt einen flexiblen Einsatz. Die Versuche erfolgten mit verschiedenen Schleifschlamm-Qualitäten bei mehreren Betrieben in Baden-Württemberg. Im Vergleich zu anderen Entölungsverfahren (z.B. Waschverfahren, Vakuumverdampfung, Extraktion usw.) werden die Kühlschmierstoffe beim rein mechanischen Auspressen weder thermisch beansprucht noch mit anderen Medien vermischt. Die abgetrennten KSS-Öle können dann - ggf. über eine zwischengeschaltete Feinfiltrierung - direkt dem Maschinenkreislauf wieder zugeführt werden.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass ca. 50% der im Schlamm enthaltenen Öle/Feuchtigkeit abgetrennt werden können. Der Anwendungsschwerpunkt dieses Verfahrens liegt eindeutig bei Schleifschlämmen, die aus der Bearbeitung mit nicht wassermischbaren KSS resultieren. Der Wiedereinsatz bereitet hier im allgemeinen keine Probleme, dagegen können wassergemischte KSS (Emulsionen, Lösungen) meist nicht wiederverwendet werden.

Für eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Abtrennung und Rückführung des KSS in den Maschinenkreislauf
- Reduzierung der abzugebenden Abfallmenge
- Reduzierung des Ölgehalts im Schleifschlamm als wichtige Voraussetzung für eine mögliche Verwertung der Metallkomponente
- Abtrennung der freien Öl- bzw. Feuchtigkeitsanteile zur Erhöhung der Transportsicherheit

In Abhängigkeit der spezifischen Randbedingungen, wie z.B. aktuelle Entsorgungskosten, Ölrückgewinnungsgrad, Preis des eingesetzten Kühlschmierstoffs, amortisieren sich die Investitionskosten für die Presse innerhalb von 1 bis 2 Jahren.

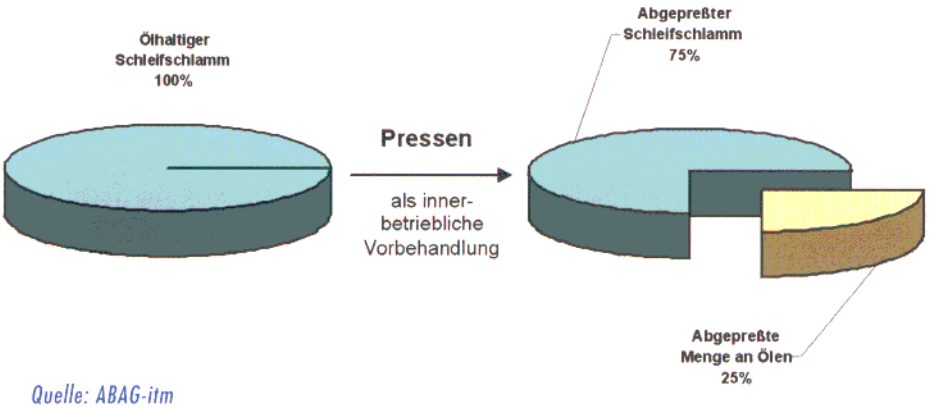
	Reduktion um
Schleifschlamm zur Entsorgung	25%
KSS-Austrag	25%

Investitionskosten*
für Presse
€ 6.000,-

Jährliche Einsparung*
€ 3.375,-

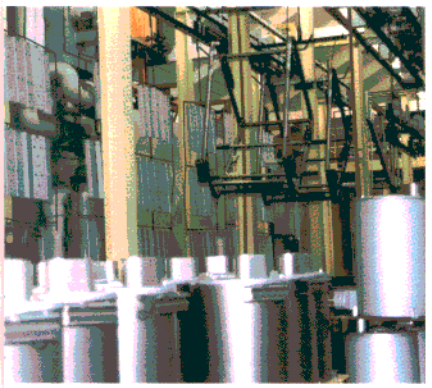
Amortisationszeit*
ca. 1,8 Jahre

*Bezogen auf 10 t/a ölhaltiger Schleifschlamm



Quelle: ABAG-itm

Schwierige Aufgabe gelöst



Vorbehandlung durch kombinierte Entfettung/Phosphatierung
Quelle: Alfred Kärcher GmbH & Co.

Membranfilter verlängern Badstandzeit bei der kombinierten Entfettung/Phosphatierung um das 40-fache

Im Gegensatz zur reinen Entfettung ist die Kombination Entfetten/Phosphatieren mit einem Schichtbildungsprozess verbunden, der zwangsläufig zu einem Schlammanfall führt und eine interne Aufbereitung der Entfettungs-/Phosphatierlösung erheblich erschwert. Einem Hersteller von Reinigungssystemen gelang durch die Einführung einer Mikrofiltrationsanlage eine Verlängerung der Standzeit seines kombinierten Entfettungs- und Phosphatierbades um das 40-fache! Das Ergebnis ist umso erstaunlicher, da die Aufbereitung von kombinierten Entfettungs-/Phosphatierbädern mittels Membranverfahren bis dahin als nicht praktikabel galt.

Die Alfred Kärcher GmbH & Co ist ein Hersteller von Reinigungssystemen. Im Werk Obersontheim werden Bauteile, die zur Pulverlackierung vorgesehen sind, in einer kombinierten Entfettungs- und Phosphatieranlage im Tunnelspritzverfahren behandelt. Die Entfettungs-/Phosphatierlösung wurde bislang nicht aufbereitet, sondern im wöchentlichen Turnus ausgetauscht. Damit waren insbesondere folgende Probleme verbunden:

- Kurze Standzeiten der Behandlungslösungen
- Große Mengen an Fällungsschlamm, der bei der Behandlung der verworfenen Entfettungs-/Phosphatier- und Spülbäder in der nachgeschalteten Abwasseranlage anfällt
- Verschleppung von organischen Belastungen aus der Entfettung/Phosphatierung in die Abwasserbehandlung. Die Deponierung des Mischschlamms wird dadurch erschwert

Ziel von Kärcher war es, die bestehende Vorbehandlungsanlage weitgehend und die nachfolgende Lackbeschichtung unverändert beizubehalten, andererseits aber die Menge als auch die organische Belastung des Phosphatier- und Hydroxidschlammes aus der Vorbehandlungs- und Abwasseranlage zu verringern. Versuche zur Standzeitverlängerung des Entfettungs-/Phosphatierbades durch Einsatz eines Separators lieferten keine positiven Ergebnisse. Erst die Einführung einer Mikrofiltrationsanlage brachte den durchschlagenden Erfolg. Dabei werden die sich in der Entfettungs- und Phosphatierlösung anreichernden Öle sowie sonstigen Verunreinigungen über einen Keramikmembranfilter chargenweise abgeschieden.

Während das ölreiche Konzentrat der Verwertung zugeführt wird, kann die Permeatlösung mit den darin verbliebenen waschaktiven Substanzen wieder im Prozessbad eingesetzt werden. Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Betrieb der Membrananlage war, alle der Vorbehandlungsanlage vorgeschalteten mechanischen Bearbeitungsschritte auf ein einziges Mineralölprodukt (auch bei den Zulieferfirmen) umzustellen und die Einsatzchemikalien in der Vorbehandlungsstufe, insbesondere das Phosphatiermittel, auf das Filtrationsverfahren abzustimmen.

	Reduktion um
Phosphatiermittel	69 %
Entschäumer	97 %
Natronlauge	97 %
Schwefelsäure	91 %
Eisenchloridsulfat	100 %
Fällungsschlamm	96 %
Wasserverbrauch	68 %

Die Mühe hat sich gelohnt:

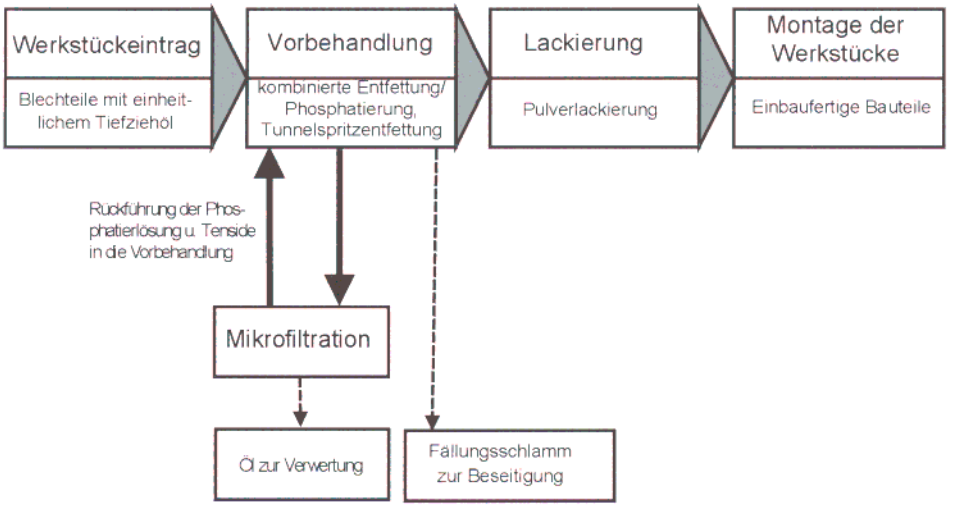
- Standzeitverlängerung um das 40-fache
- Reduzierung der Sonderabfallmenge um 96 %
- Verringerung der organischen Belastung des Sonderabfalls
- Verwertung des ölreichen Konzentrats aus den Bädern
- Abnahme des Wasserverbrauchs um 68 %
- Erhebliche Reduzierung des Chemikalieneinsatzes bei der Vor- und Abwasserbehandlung

Ebenso erfreulich stellt sich die ökonomische Seite dar. Die Amortisationszeit der Mikrofiltrationsanlage liegt unter zwei Jahren.

Investitionskosten
für Mikrofiltrationsanlage
€ 55.000,-

Jährliche Einsparung
Einsatzchemikalien, Entsorgunskosten Wasserverbrauch, Personalaufwand
€ 29.600,-

Amortisationszeit
ca. 1,9 Jahre



Pflege eines kombinierten Entfettungs-/Phophatierbades durch Mikrofiltration

Geschlossene Reaktion

Geschlossene Beschichtungsreaktoren
Quelle: Stockacher Metallveredelung GmbH

Neue Technologie beim Hartverchromen verbessert Qualität, Prozessstabilität und Umwelt

Galvanisch erzeugte Hartchromschichten werden heute an vielen Stellen für technische Zwecke eingesetzt. Die hohen Anforderungen an die Maßgenauigkeit der Beschichtung können oft nur durch eine nachträgliche mechanische Bearbeitung erfüllt werden. Neben den üblichen glatten Schichten gewinnen zunehmend auch solche mit einer speziellen Oberflächenstruktur an Bedeutung. Die Erzeugung dieser Oberflächenstruktur erfolgte bislang meist mit energieintensiven und umweltbelastenden Strahl- oder Ätzverfahren. Der erstmalige Praxiseinsatz einer völlig neuartigen Anlagen- und Verfahrenstechnik hat bei der Stockacher Metallveredelung GmbH zu einer deutlichen Reduzierung von Sonderabfall und Energieverbrauch geführt.

Ziel der in Stockach umgesetzten Neuerungen war einerseits eine Verbesserung der Maßverchromung und andererseits die Herstellung von strukturierten Chromschichten für unterschiedliche Anwendungen ohne aufwendige Vorbehandlung mit den damit verbundenen Umweltbelastungen. Zu diesem Zweck wurde der Hartchromprozess zu einer Kombination aus simultaner Chromabscheidung und Erzeugung kleiner Halbkugeln weiterentwickelt, deren Größe und Abstand unabhängig voneinander einstellbar sind. Anlagentechnisch wurde der Beschichtungsraum (Reaktor) räumlich von der Infrastruktur wie Heizung, Kühlung sowie Filtration getrennt und weitgehend gekapselt. Des Weiteren wurde in einer der beiden neuen Produktionsanlagen das Konzept "Chemie zum Bauteil" realisiert. Hier werden alle für den Beschichtungsprozess notwendigen Prozessmedien zum Bauteil geleitet, das während des gesamten Prozesses im gleichen Reaktor verbleibt. Damit können auch bei großen Bauteilen komplexe Chrom-Mehrschichtsysteme ohne aufwendigen Bauteiltransport aufgebracht werden.

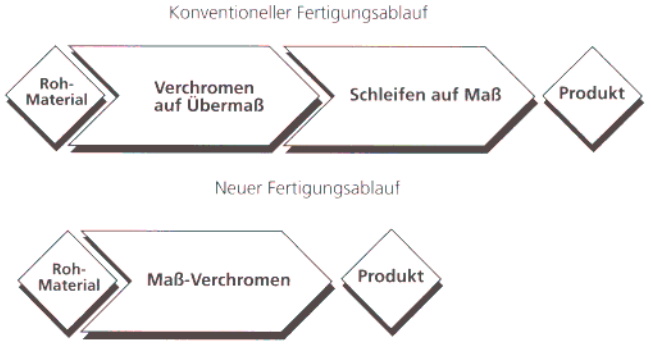
	Reduktion um
Eingesetzte Chrommenge	60 %
Stromverbrauch	59 %
Kältebedarf	59 %
Schlammmenge	42 %

Durch die Integration von Strukturerzeugung und Hartverchromung in Kombination mit guter Maßgenauigkeit sowie durch die Kapselung der Reaktoren ließen sich im Vergleich zu konventionellen Hartverchromungsprozessen folgende Verbesserungen erzielen:

- Verschiedene Fertigungsschritte wie Schleifen oder Strukturieren können entfallen
- Die Qualität und die Standzeit der neuartig produzierten Bauteile ist teilweise deutlich besser
- Der Fertigungsprozess ist einfacher und damit beherrschbarer
- Glatte und strukturierte Hartchromschichten können mit deutlich geringerem Energie- und Chromsäureeinsatz erzeugt werden
- Die insgesamt entstehende Sonderabfallmenge ist merklich geringer Gegenüber dem herkömmlichen Prozess fällt jedoch bei der neuen Technik eine höhere Abwassermenge an.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der neuen Anlagen lässt sich feststellen, dass durch Wegfall von Fertigungsschritten und den dafür notwendigen Anlagen sowie einen geringeren Energie- und Chemikalienverbrauch beträchtliche Einsparungen vorhanden sind. Weitere Einsparungen ergeben sich durch Vermeidung von Sonderabfällen sowie durch Verbesserungen der Bauteilqualität.

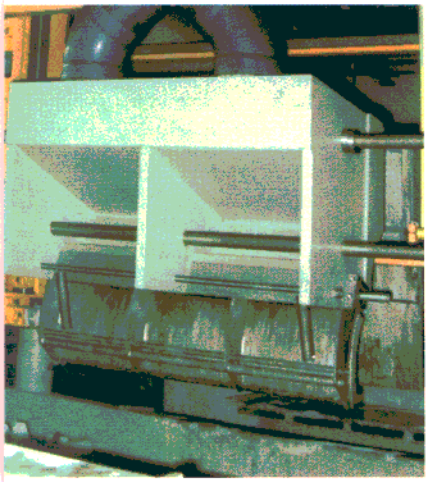
Fertigung von Gußzylindern



Vergleich der Fertigungsabläufe am Beispiel Stahlgusszylinder

Projekte zum produktionsintegrierten Umweltschutz

Trommeln für die Umwelt



Ausblas-Einrichtung: geöffnet in Wartestellung
Quelle: Fa. INUTEC, Ulm

Ausblassystem vermindert Verschleppungen und Kosten bei Trommelanlagen

Bei der Oberflächenbehandlung von metallischen Kleinteilen in Trommelanlagen wird die entstehende Abwasser- und Abfallmenge im wesentlichen durch die von der Trommel in die Spülbäder verschleppte Menge an Prozesslösung bestimmt. Die Verringerung dieser Verschleppungen ist seit vielen Jahren Gegenstand der Entwicklung. In der Praxis haben sich entsprechende Verfahren bislang jedoch nicht entscheidend durchgesetzt. In einer Lohnhärterei wurde nun erstmalig eine Neuentwicklung auf diesem Gebiet erfolgreich in die betriebliche Praxis umgesetzt. Das eingeführte System zeichnet sich durch einen einfachen konstruktiven Aufbau, geringen Platzbedarf und hohe Zuverlässigkeit aus.

Hauptbestandteil des neuartigen Systems sind Abblashauben, in welche die sich drehenden Trommeln nach dem Ausheben aus den Prozess- und Spülbädern eingefahren werden. Kurz vor dem oberen Endpunkt der Aushebbewegung werden die Trommeln mittels eines Gebläses ca. 5 bis 10 Sekunden lang von oben mit Luft beaufschlagt. Dadurch fließt ein Großteil der noch in den Trommeln enthaltenen Prozess- bzw. Spüllösung direkt in das darunter befindliche Bad zurück und wird nicht in die nachfolgenden Stufen verschleppt.

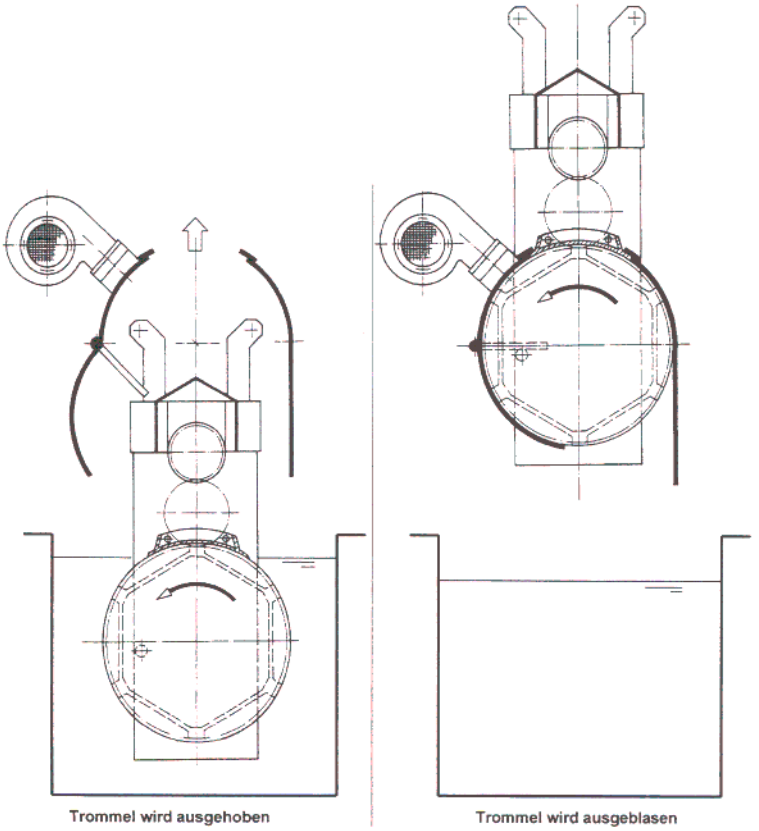
Bei der Firma SHU Schwäbische Härtetechnik Ulm GmbH & Co. wurde diese Technik nun erstmalig an einer Trommelanlage zum Phosphatieren und Brünieren im Produktionsmaßstab eingesetzt. Aufgrund der warm arbeitenden Prozessbäder ist das Ausblasen bei diesen Prozessen als besonders kritisch einzustufen (Gefahr des Antrocknens von Prozesslösung, Fleckenbildung).

Die Auswertung mehrerer Versuchsreihen an dem nachgerüsteten Brünier-Phosphatierautomaten ergab folgende Ergebnisse:

- Reduktion der Verschleppungen aus den Prozess- und Spülbädern um etwa 40 %
- Verringerung der Einsatzchemikalien für die Prozessbäder
- Verringerung des Frischwasserbedarfs für die Oberflächenbehandlung
- Reduktion des Chemikalienbedarfs für die Abwasserbehandlung
- Verringerung des Abfallanfalls aus der Abwasserbehandlung

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergibt infolge dieser Einsparungen eine erfreulich niedrige Amortisationszeit für das installierte Ausblassystem von ca. einem Jahr. Die gewonnenen Erkenntnisse sind direkt auf eine Vielzahl weiterer nasschemischer Oberflächenbehandlungsverfahren übertragbar.

	Reduktion um
Einsatzstoffe Automat	
Entfettung	69 %
Schwefelsäure	40 %
Phosphorsäure	40 %
Inhibitor	41 %
Zinkphosphatierung	56 %
Frischwasserbedarf	
Frischwasser	52 %
Einsatzstoffe Abwasserbehandlung	
Salzsäure	50 %
Natronlauge	33 %
Chlorbleichlauge	63 %
Calciumhydroxid	100 %
Abfallentsorgung	
Filterkuchen	57 %



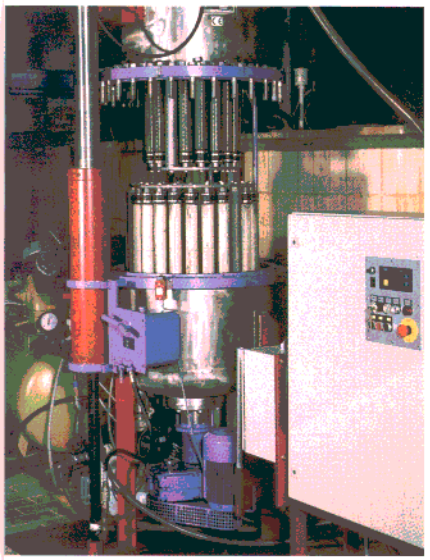
Trommelausblassystem

Investitionskosten
für vier Trommelausblassysteme
€ 110.000,-

jährliche Einsparung
€ 101.0500,-

Amortisationszeit
ca. 1,1 Jahre

Der richtige Dreh



TRF-Anlage mit geöffnetem Druckbehälter
Quelle: WMF AG

Rotierende Membranfilter reinigen Abwasser ohne Flockungsmittel

Bei der Behandlung organisch belasteter Abwässer aus der Oberflächenbehandlung werden oft größere Mengen Flockungsmittel zugesetzt, um die ausgefällten Schadstoffe anschließend mittels Kammerfilterpressen abtrennen zu können. Eine neuartige Querstromfiltrationsanlage mit rotierenden Membranen erzielt dieselbe Filtratqualität ohne derartige Zusätze. Dies führt zu Einsparungen sowohl bei den Betriebs- als auch bei den Entsorgungskosten.

Die bei der Oberflächenbehandlung von Metallen anfallenden Abwässer (z.B. vom Waschen, Beizen, Galvanisieren, Härten) werden meist in betriebsinternen Abwasseranlagen gereinigt. Die Behandlung besteht in der Regel aus Entgiftungsprozessen, einer Fällung der Schwermetalle und einem anschließenden Filtrationsprozess. Enthält das Abwasser größere Mengen organischer Bestandteile (z.B. Öle, Fette, Tenside) kommt es bei den allgemein üblichen Kammerfilterpressen oft zum Verstopfen der Filtertuch-Poren durch die organischen Komponenten und damit zu einem vorzeitigen Abbruch des Filtrationsvorgangs. Um dennoch ein befriedigendes Filtrationsergebnis zu erzielen, müssen in solchen Fällen teilweise erhebliche Mengen sogenannter Flockungsmittel (z.B. Eisensulfat, Kalk) zugegeben werden, die jedoch gleichzeitig auch die entstehende Schlammmenge deutlich erhöhen.

Bei der WMF AG in Geislingen gelang es durch den Einsatz einer neuartigen Querstromfiltrationsanlage mit rotierenden Membranen, die bei der Abwasserbehandlung entstehenden Fällungsprodukte auch ohne Zugabe schlammerzeugender Flockungsmittel abzutrennen. Kernstück dieser sogenannten TRF (Tubular-Rotorfilter)-Anlage ist ein mit dem zu filtrierenden Medium beaufschlagter Druckbehälter, in dem zwei mit Membranfilterkerzen bestückte, konzentrische Drehkränze in entgegengesetzter Richtung rotieren. Dies führt zu einer hohen Überströmungsgeschwindigkeit und einer turbulenten Strömung an der Membranoberfläche und damit zu einer geringeren Verblockungsanfälligkeit der Membranen.

	Reduktion um
Flockungsmittel	100 %
Schlammenge	91 %

Das Medium durchströmt die Filterkerzen von außen nach innen und wird - jeweils oben und unten - axial abgeführt. Die Anlage wird zweimal wöchentlich entleert und die Membranen zur Vermeidung von Verblockungen mit Säure gespült. Dabei fällt ein Schlamm mit ca. 8 % Trockensubstanzgehalt an, der über die Kammerfilterpresse entwässert wird. In einer anschließenden Trocknungsstufe (Warmluft) erfolgt eine weitere Entwässerung auf ca. 75 % Trockensubstanz. Die Ergebnisse haben die Erwartungen voll erfüllt:

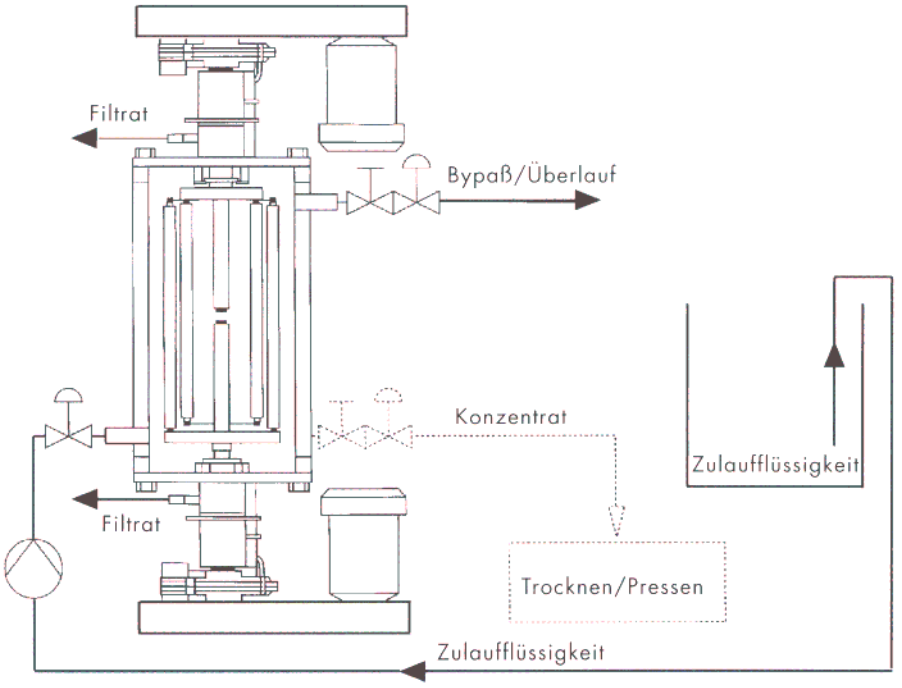
- Gute Filtrationsergebnisse auch ohne Zugabe von Eisensalzen und Kalkmilch.
- Drastische Reduzierung der Schlammmenge
- Deutliche Verringerung des Chemikalienverbrauchs

Die Investitionskosten für die TRF-Anlage amortisieren sich durch die Einsparungen bei den Flockungsmitteln und den Entsorgungskosten in etwas mehr als zwei Jahren.

Investitionskosten
für zwei TRF-Anlagen
€ 412.000,-

Jährliche Einsparung
€ 197.000,-

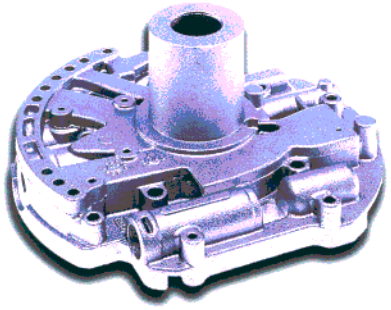
Amortisationszeit
ca. 2,1 Jahre



Verfahrensprinzip der Tubular-Rotorfiltration

Spitzenqualität kernlos in Form gebracht

Das Lost-Foam-Verfahren erweist sich als moderne, abfallarme Technologie zur Herstellung anspruchsvoller Gussteile



Im Lost-Foam-Verfahren hergestellt Ölpumpengehäuse
Quelle: Handtmann

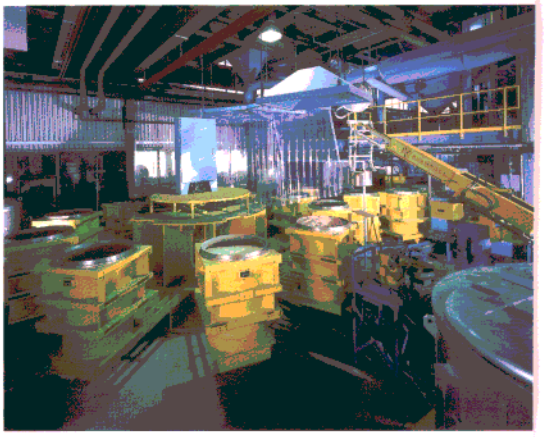
Um komplexe Geometrien mit zahlreichen Hinterschneidungen zu verwirklichen, werden im Sandgussverfahren Gussformen mit zahlreichen Kernen benötigt. Hierfür werden große Mengen an Quarzsanden mit Ton- und Harzbindemitteln eingesetzt. Nach dem Einsatz müssen diese als Gießereialtsande entsorgt oder mit erheblichem Aufwand regeneriert werden. Mit dem Bau einer Gießanlage nach dem Lost-Foam-Verfahren beschritt eine Aluminiumgießerei einen völlig neuen Weg und konnte damit den Anfall von Gießereialtsanden weitestgehend vermeiden.

Das Gießen in Formen aus Sand ist im Leichtmetallguss ein weit verbreitetes Verfahren. Dazu trägt vor allem seine Vielseitigkeit bei, die die Herstellung unterschiedlichster Gussteile vom Einzelstück bis zur Großserie ermöglicht. Im Serienguss dominiert dabei der Einsatz von harzgebundenen Kernen und tongebundenen Formen. Der Formsand kann nach dem Abguss problemlos unter Zugabe von Betonit und Wasser wieder aufbereitet und im Kreislauf gefahren werden. Die konventionellen Sandgussverfahren weisen allerdings auch einige Nachteile auf:

- Verbrauchte, organisch gebundene Kerne lassen sich nur mit erheblichem technischen Aufwand für einen Wiedereinsatz aufbereiten
- Aufgrund von wirtschaftlichen Grenzen der internen Sandregenerierung werden Kernsande meist als Abfall entsorgt
- Bei der Herstellung der Kerne im Coldbox-Verfahren entsteht aminhaltige Abluft, die durch Wäscher behandelt werden muss und zu aminhaltigen Abfällen führt
- Beim Abgießen entstehen Emissionen durch Abbrand der Harzbindemittel, die zur Arbeitsplatzbelastung beitragen

	Coldbox [t/t Guter Guss]	Lost-Foam [t/t Guter Guss]	Reduktion um
Altstand	2,95	1,04	65%
Filterstaub	0,22	0,034...0,085	85...61%

Mit der in Deutschland erstmaligen großtechnischen Anwendung des Lost-Foam-Verfahrens für den Leichtmetallserienguss realisierte die Albert Handtmann Metallgußwerk GmbH in Biberach einen neuen Ansatz. Beim Lost-Foam-Verfahren werden Schaumstoffmodelle in reinem Quarzsand ohne Zugabe von Bindemitteln eingeformt. Die Schaumstoffmodelle bilden das Gussstück mit allen Hohlräumen und Hinterschneidungen ab und vergasen im Zuge des Abgussvorgangs. Es werden keine Kerne benötigt, der Formsand kann ohne aufwendige Regenerierung durch bloßes Sichten und Sieben im Kreislauf gefahren werden. Die bei der Vergasung des Schaumstoffs entstehenden Gase und Dämpfe werden in einer Abluftreinigungsanlage behandelt, die nach dem Prinzip der thermisch regenerativen Oxidation arbeitet.



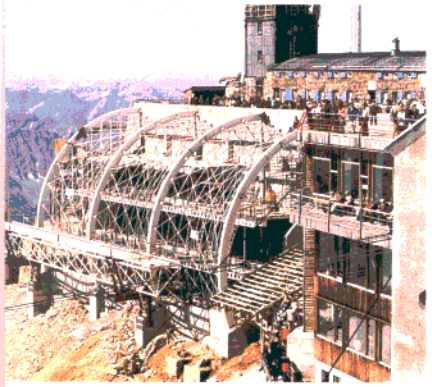
Lost-Foam-Anlage Quelle: Lehnen GmbH

Das Lost-Foam-Verfahren weist gegenüber herkömmlichen Sandgussverfahren eine Reihe von Vorteilen auf:

- Vollständige Vermeidung von Kernsanden, da keine Sandkerne erforderlich sind
- Kein Anfall aminhaltiger Abfälle angesichts des kernlosen Verfahrens
- Der Abfallanfall durch Kornverschleiß (Altsand) und Abluftreinigung (Filterstaub) ist deutlich geringer
- Der Energieverbrauch liegt merklich unter dem konventioneller Sandgussverfahren
- Bessere Arbeitsplatzbedingungen durch Wegfall harzbindemittelbedingter Emissionen
- Erschließung neuer konstruktiver Gestaltungsmöglichkeiten

Das Lost-Foam-Verfahren wurde hinsichtlich des Altsand- und Staubaufkommens exemplarisch einem Vergleich mit dem Coldbox-Verfahren unterzogen. Neben den positiven Effekten auf der Abfallseite haben Untersuchungen gezeigt, dass das Lost-Foam-Verfahren trotz Verwendung von Schaumstoffmodellen nicht mit höheren Emissionen verbunden ist.

Kleine Helfer ganz groß



Feuerverzinkte Stahlkonstruktion, Schneeferner Haus/Zugspitze
Quelle: Oberpostdirektion München

Mikroorganismen halten Behandlungsbäder in einer Feuerverzinkerei auf elegante Weise sauber

In der Feuerverzinkungsbranche wird heute überwiegend sauer, teilweise auch alkalisch entfettet. Im Anschluss an das Entfettungsbad erfolgen im allgemeinen weitere Behandlungsschritte wie Spülen, Beizen und Fluxen. Durch Schmutzeintrag in das Entfettungsbad sowie durch Verschleppungen der öl- und fetthaltigen Waschflotte in die nachfolgenden Stufen haben die Bäder nur eine begrenzte Standzeit und fallen danach als Sonderabfall an. Ein Verzinkungsbetrieb konnte durch Zugabe von Mikroorganismen im Entfettungsspülbad die Standzeit der Entfettungs-, Beiz- und Fluxbäder in erheblichem Umfang verlängern.

Die Feuerverzinkerei Henssler GmbH in Beilstein hat im Anschluss an ihre alkalische Entfettungsstufe erstmalig ein biologisches Entfettungsspülbad eingeführt. Dabei handelt es sich um einen Bioreaktor, in dem die Spülwasserqualität durch die Aktivität von Mikroorganismen erhalten wird, so dass weder ein Entfettungsspülbad noch ein ölhaltiger Entfettungsbadschlamm zu entsorgen ist. Die in das biologische Entfettungsspülbad eingetragenen organischen Verunreinigungen (Fette, Öle, Tenside) werden von Mikroorganismen weitgehend verstoffwechselt. Feststoffe (Eisenoxide, Kieselsäure, Biomasse) werden aus dem Bad über eine kontinuierliche, parallel geschaltete Abscheideanlage (Lamellenklärer) ausgetragen und von Zeit zu Zeit in einer Kammerfilterpresse aufkonzentriert.

	Reduktion um
Beizsäure	**25 %**
Zinkverbrauch	**7 %**
Sonderabfall aus Entfettungsstufe	**98 %**

Voraussetzung für den Betrieb des biologischen Entfettungsspülbades sind konstante Badparameter, wie Temperatur, pH-Wert, ausreichende Sauerstoffversorgung und ein ausreichendes Nährstoffangebot. Die Temperatur wird durch Beheizung des Bades über einen Warmwasserkreislauf geregelt. Die Einstellung des pH-Werts erfolgt mittels saurer und alkalischer "BIO-Lösung", die auch die für die Mikroorganismen notwendigen Nährstoffe enthält. Die Versorgung mit Sauerstoff wird durch Eindüsen von Luft mittels eines Seitenkanalverdichters realisiert.

Die Vorteile des neuen Verfahrens sind bemerkenswert:

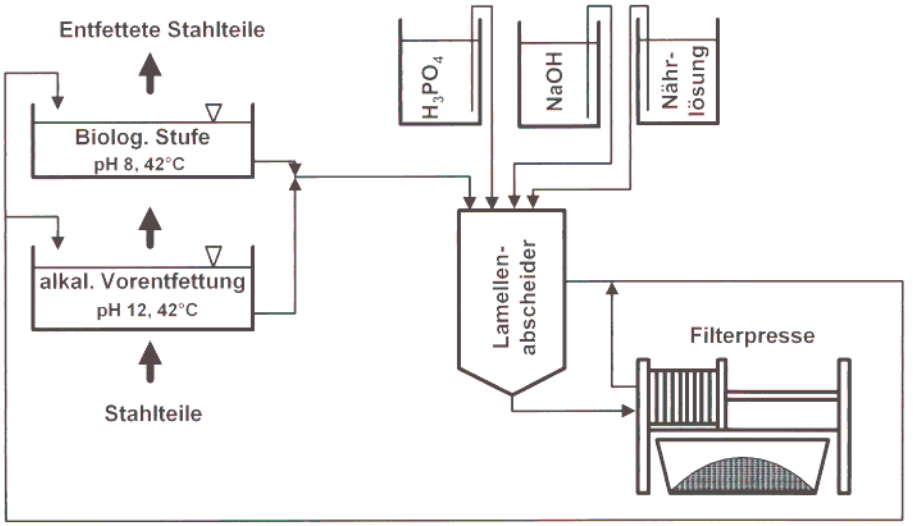
- Verminderter Einsatz von Zink und Beizsäure
- Reduzierung des Sonderabfalls
- Verbesserung der Entfettungsergebnisse
- Verlängerung der Standzeit der Entfettungs-, Beiz- und Fluxbäder
- Verkürzung der Beizzeiten und Verbesserung der Beizqualität
- Halbierung der Verzinkungsfehler

Äußerst erfreulich stellt sich auch die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens dar. Nach nur 0,8 Jahren sind die Investitionen durch die erzielten Einsparungen refinanziert.

Investitionskosten
Anlagekosten, Lizenzgebühr
€ 90.500,-

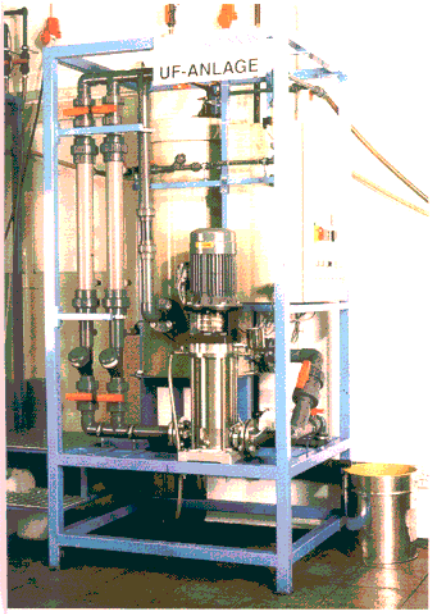
Jährliche Einsparung
€ 120.000,-

Amortisationszeit
ca. 0,8 Jahre



Alkalische Vorentfettung mit biologischem Entfettungsspülbad

Buntes Farbrecycling



Ultrafiltrationsanlage
Quelle: Korsnäs Wilhelmstal GmbH

Farbtonreines Sammeln und Aufarbeiten ermöglicht Rückgewinnung von Druckfarben aus Waschwässern

Beim Flexodruck mit wasserlöslichen Druckfarben fallen bei Reinigungsarbeiten von Druckwalzen und sonstigen Maschinenteilen farbhaltige Waschwässer an, die in der Regel als Sonderabfall entsorgt oder einer betriebsinternen Abwasserbehandlung unterzogen werden müssen. Einem Papiersackhersteller gelang es, durch die Einführung eines internen Trenn- und Aufarbeitungssystems die farbhaltigen Waschwässer so aufzubereiten, dass die rückgewonnenen Farben und das abgetrennte Wasser nahezu vollständig wieder in den Produktionsprozess zurückgeführt werden können.

Die Korsnäs Wilhelmstal GmbH stellt im Werk Achern Papiersäcke her. Vor der Sackfertigung werden die Papierbahnen im Flexodruckverfahren auf vier Rollenrotationsmaschinen mit wasserlöslichen Farben bedruckt. Bei jedem Auftragswechsel fällt farbhaltiges Maschinenwaschwasser an. Hinzu kommen Waschwässer aus der Teilereinigung. Alle Abwässer aus der Druckerei wurden bisher zusammen mit dem leimhaltigen Abwasser aus der Sackproduktion gemeinsam in einer konventionellen Abwasserbehandlungsanlage durch Flockung und Fällung behandelt. Dabei gingen nicht nur beträchtliche Mengen an Druckfarben verloren, sondern es entstanden auch erhöhte Mengen eines als Sonderabfall zu entsorgenden Pressschlamms.

Ziel des Projektes war es daher, einen Teilstrom der farbhaltigen Waschwässer betriebsintern so zu behandeln, dass die enthaltenen Farben und das abgetrennte Wasser betriebsintern wieder eingesetzt werden können. Gleichzeitig sollte dadurch die vorhandene Abwasseranlage entlastet und der Fällungsschlamm in seiner Menge reduziert werden. Zu diesem Zweck wurde eine zweistufige Membranfiltrationsanlage, bestehend aus zwei Ultrafiltrationseinheiten und einer Nanofiltrationsstufe, aufgebaut und betrieben. In den Ultrafiltrationseinheiten wird das Farbwasser solange aufkonzentriert, bis der abgeschiedene Festkörpergehalt die für den Druckprozess erforderliche Viskosität erreicht hat. Die Nanofiltrationsstufe dient zur Entfernung von Reststoffen aus dem Filtrat der Ultrafiltration, um eine wiederverwendungsfähige (Wasch-) Wasserphase zu erhalten.

	Reduktion um
Neufarben-Zukauf	12 t/a
Sonderabfall	21 t/a
Abwasser	200 m³/a

Um verschiedene Farbfraktionen zu erhalten, ist es zwingend notwendig, die anfallenden Farbwässer nach Farbtönen (rot, grün und blau) getrennt zu sammeln und chargenweise separat aufzuarbeiten. Farben mit hohem Schwarzanteil werden getrennt und in einer separaten Ultrafiltrationseinheit zu einem Schwarztongemisch aufkonzentriert.

Das Ergebnis kann sich sehen lassen. Pro Jahr arbeitet die zweistufige Anlage ca. 230 m³ Waschwässer auf und liefert daraus

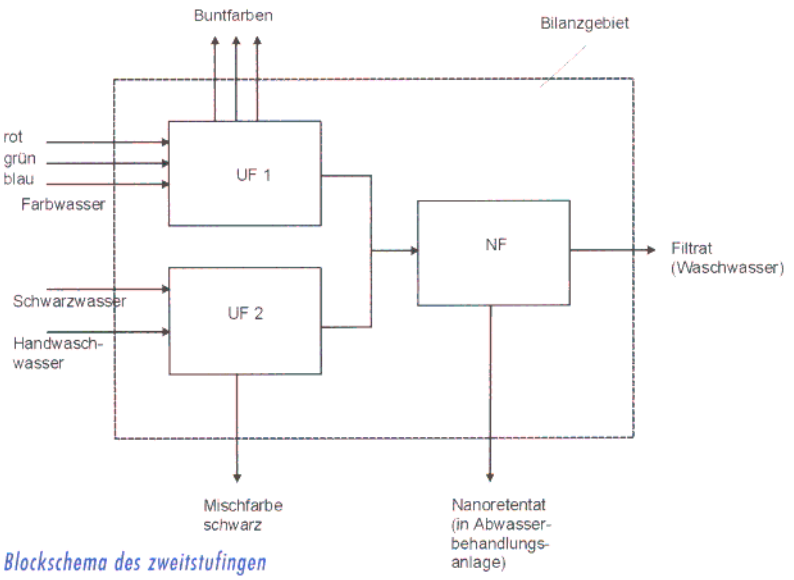
- 8 t Buntfarben
- 4 t Schwarzfarbe
- 200 m³ Nanofiltrat, das wieder als Waschwasser in den Produktionsprozess zurückfließt
- 25 m³ Nanoretentat, das der betriebsinternen Abwasserbehandlungsanlage zugeführt wird.

Die Buntfarben sind ohne weitere Zusätze direkt verwendbar, der Schwarzfarbe wird vor dem Wiedereinsatz 50% Frischfarbe hinzugemischt. Die innerbetriebliche Abwasserbehandlung wird um ca. 200 m³ jährlich entlastet, wodurch der Abwasserschlamm um ca. 21 t/a reduziert wird. Die Investitionen für die zweistufige Recyclinganlage amortisieren sich durch die erzielten Kosteneinsparungen innerhalb von etwas mehr als zwei Jahren.

Investitionskosten
für zweistufige Membrananlage
€ 70.000,-

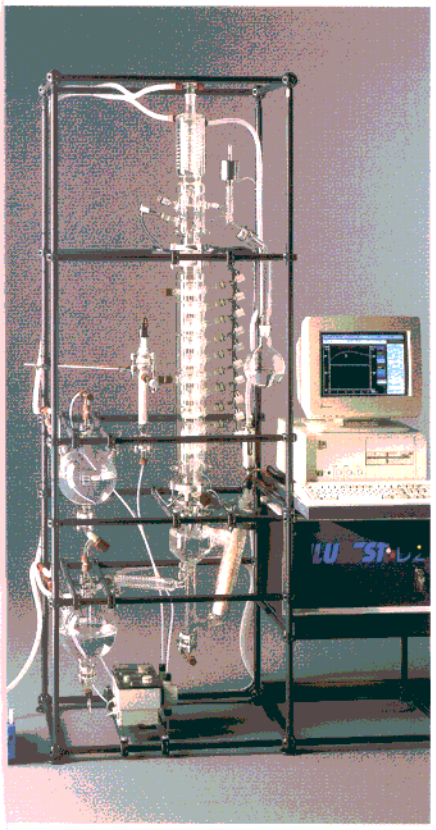
Jährliche Einsparung
€ 31.000,-

Amortisationszeit
ca. 2,2 Jahre



Blockschema des zweitstufingen Druckfarben-Recycling

In der Schule lernt man für's Leben



Automatisch arbeitende Rektifikationskolonne
Quelle: Iludest GmbH

Hochschullaboratorium führt Lösemittelrecycling und Wertstoffbörse auf breiter Front ein

An Hochschulen stellen insbesondere die Praktika und Forschungslabors der chemischen Fakultäten sehr abfallintensive Bereiche dar. So steuerte 1990 das chemische Laboratorium der Universität Freiburg, ein Zusammenschluss des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie sowie des Instituts für Organische- und Biochemie, allein einen Anteil von 30% am Gesamtaufkommen an flüssigen Sonderabfällen der Universität Freiburg bei. Mitte 1991 hat das chemische Laboratorium als erstes deutsches Hochschullaboratorium Möglichkeiten einer flächendeckenden Wiederaufbereitung von Lösemittelabfällen und Wiederverwertung von Feinchemikalien erprobt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse wurden im Rahmen des Projekts zu einer praxisgerechten Lösung weiterentwickelt.

Die Ausgangssituation in den über 100 Laborräumen des chemischen Laboratoriums stellte sich 1990 wie folgt dar:

- Gebrauchte Lösemittel wurden in den Labors in 30-Liter-Kanistern gesammelt, zwischengelagert und einmal wöchentlich an den Abfallbeauftragten zur Entsorgung übergeben.
- Feinchemikalien, die nicht mehr gebraucht wurden, konnten ebenfalls dem Abfallbeauftragten übergeben werden, der nach einer Eingangskontrolle entschied, ob der Reststoff in die zentrale Wertstoffbörse der Universität aufgenommen oder extern entsorgt wird.

Ziel war es, sowohl die lösemittelhaltigen Rückstände als auch alle Feinchemikalienreste direkt in den Instituten des chemischen Laboratoriums durch interne Verwertungsmaßnahmen merklich zu reduzieren.

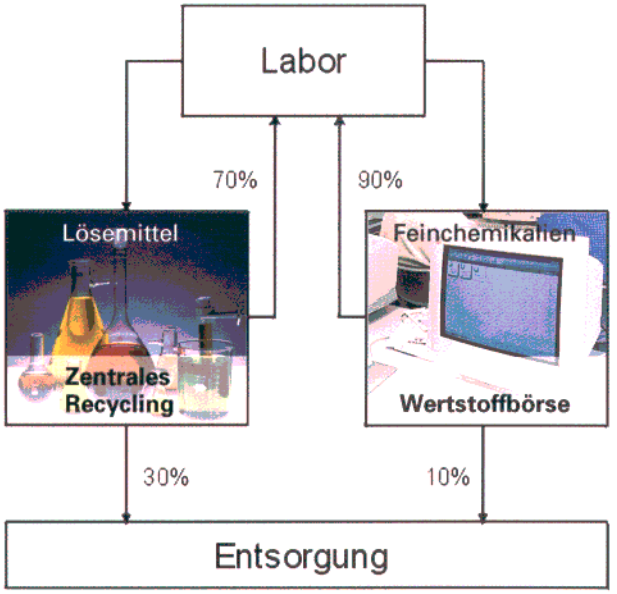
Fazit

- **Recycling und Chemikalienverwertung in Hochschul-Laboratorien ist**
  -machbar
  -zumutbar
  -und sollte auf Institutsebene betrieben werden
- **Eine Abfallminimierung ist umweltpolitisch und didaktisch geboten**
- **Die wesentliche Aufgabe ist,**
  -die Bereitstellung von Räumen und Apparaturen,
  -die Organisation des Ablaufs
  -und eine unablässige Kontrolle des Systems

	Reduktion um
Lösemittelabfälle	70 %
Feinchemikalienreste	90 %
Lösemittelverluste bei der Vakuumerzeugung	28 %

1993 wurde der Routinebetrieb wie folgt aufgenommen:
Gebrauchte Lösemittel werden in den Labors in 4-Liter-Kanistern sortenrein gesammelt und am Institut zentral über einen Großrotationsverdampfer vorgereinigt und anschließend in einer automatisierten Rektifikationskolonne destilliert. Die Rezyklate werden über die Chemikalienausgabe wieder der Anwendung zugeführt. Um Lösemittelverluste zu reduzieren, wurden sämtliche Wasserstrahlpumpen, die an den einzelnen Laborarbeitsplätzen zur Vakuumerzeugung benutzt werden, durch Membranpumpen ersetzt.
Feinchemikalienreste werden über eine EDV-gestützte, institutsinterne Wertstoffbörse an andere Verbraucher weitervermittelt und wiederverwendet. Die eingeführten Maßnahmen haben zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt:

- Die Recyclingquote für Lösemittel liegt bei 70 %. Damit reduziert sich die Menge an zu entsorgenden Lösemitteln um 70 % von 20 t auf 6 t.
- Durch Weitervermittlung von Chemikalienresten über die institutsinterne Börse hat sich die Menge an zu entsorgenden Chemikalien um 90 % vermindert (von 1,5 t auf 0,15 t).
- Der Lösemittelverlust von Membranpumpen liegt in der Regel unter 2 %. Bei den früher verwendeten Wasserstrahlpumpen gingen durchschnittlich 30 % der eingesetzten Lösemittel über das Abwasser "verloren".



Mehrkosten
Personal- und Betriebskosten
€ 37.500,-/a

Einsparung
Geringerer Bezug beim Händler
€ 21.500,-/a
Geringerer Entsorgungskosten
€ 30.000,-/a

Jährliche Einsparung
€ 14.000,-

Automatisch arbeitende Rektifikationskolonne
Quelle: Iludest GmbH