

71 20074
Ø (348)

INVESTITIONEN ZUR VERMINDERUNG VON UMWELTBELASTUNGEN
PROGRAMM DES BUNDESMINISTERS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ
UND REAKTORSICHERHEIT

Umweltbereich

Luft

Abschlußbericht

UBA – AZ 50441-5/221

Vorhaben Nr.

20074

Titel

BMU-Programm zur Förderung von Demonstrationsvorhaben
Vorhaben: „Einsatz einer neuen Fertigungstechnologie zur Herstellung von
Bautenanstrichsystemen“

Autor

Dipl.-Ing. Bernd-Jochen Sporkert (Produktions- und Projektleiter JWO)
Dipl.-Ing. Klaus Hirle (Umweltbeauftragter JWO)
Dipl.-Kfm. Christoph Koch (Leiter Finanzen u. Externes Rechnungswesen JWO)
Dipl.-Ing. Dieter Lechleitner (HDL-Unternehmensberatung)

Antragsteller

J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG
Rottkamp 2
48653 Coesfeld

IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES
(und der KfM)

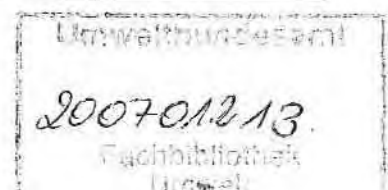
Datum der Erstellung

Januar 2007

Report Cover Sheet

| | | |
|--|--|-----|
| 1. Report No. FB AP 20074 UBA - AZ 50441-5/221 | 2. | 3. |
| 4. Report Title BMU Support Programme for Demonstration Projects Project: „Use of innovative technology in the manufacture of consumer paint systems“ | | |
| 5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Dipl.-Ing. Bernd-Jochen Sporkert (Head of Production and Project Leader at JWO) Dipl.-Ing. Klaus Hirle (Environmental Officer at JWO) Dipl.-Kfm. Christoph Koch (Head of Finance and External Invoicing at JWO) Dipl.-Ing. Dieter Lechleitner (HDL- Business Consultants) | 8. Report Date October 2006 | |
| 6. Performing Organisation (Name, Address) J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG Rottkamp 2 D-48653 Coesfeld | 9. Publication Date | |
| 7. Funding Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau | 10. Report-No. 20074 50441-5/221 | |
| | 11. No. of Pages 63 | |
| | 12. No. of References | |
| | 13. No. of Tables, Diagrams | |
| | 14. No. of Figures | |
| 15. Supplementary Notes | | |
| 16. Abstract The demonstration project carried out by JW Ostendorf addresses market requirements in the paint and varnish industry, statutory requirements for the reduction in and avoidance of emissions and growing consumer demand for environmentally-friendly paint products. An excellent example within the industry of how to achieve environmental benefit through the integration of products and production, an innovative, modular structure to product and production reduces the emissions generated by water and solvent-based products and provides a cost-effective future operating platform in the process. A new and individual technological process known as Tinting During Filling (TDF) enables the manufacture of small product quantities, all but dispensing with the need to store product. Quite apart from addressing environmental issues, this means that customer requirements can also be satisfied on short notice, meeting the „Just in Time“ principle. When compared to the standard production process within the industry, the new concept has the potential to achieve significant environmental benefit. The material factors contributing thereto include: - a fully enclosed production facility - a modular structure to recipes - a resulting capacity to start developing recipes that are low in emissions or emissions-free - the use of preliminary products to manufacture customised end products; and - dosing directly into end-consumer containers | | |
| 17. Keywords Paint systems, paint, varnish, VOC, modular manufacturing process, TDF, Tinting-During-Filling, enclosed production facility, reduction in emissions, reduction in solvents, environmental protection through integration of product and production | | |
| 18. Price | 19. | 20. |

Report Cover Sheet 06/2000



Berichts-Kennblatt

| | |
|--|---|
| 1. Berichtsnummer F B A P 20074 2. UBA- AZ 50441-5/221 | 3. |
| 4. Titel des Berichts BMU-Programm zur Förderung von Demonstrationsvorhaben Vorhaben: „Einsatz einer neuen Fertigungstechnologie zur Herstellung von Bautenanstrichsystemen“ | |
| 5. Autor(en), Vorname(n), Name(n) Dipl.-Ing. Bernd-Jochen Sporkert (Produktions- und Projektleiter JWO) Dipl.-Ing. Klaus Hirle (Umweltbeauftragter JWO) Dipl.-Kfm. Christoph Koch (Leit. Finanzen u. Externes Rechnungswesen JWO) Dipl.-Ing. Dieter Lechleitner (HDL-Unternehmensberatung) | 8. Abschlussdatum Oktober 2006 |
| 6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG Rottkamp 2 48653 Coesfeld | 9. Veröffentlichungsdatum |
| | 10. Vorhaben-Nr. 20074 50441-5/221 |
| 7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau | 11. Seitenzahl 63 |
| | 12. Literaturangaben |
| | 13. Tabellen und Diagramme |
| | 14. Abbildungen |
| 15. Zusätzliche Angaben | |
| 16. Zusammenfassung Das von der Firma J.W. Ostendorf realisierte Demonstrationsvorhaben erfüllt sowohl die Marktanforderungen in der Farben- und Lackindustrie, die gesetzlichen Anforderungen nach Emissionsminderung und -vermeidung, als auch die steigende Nachfrage der Konsumenten nach umweltfreundlichen Anstrichmitteln. Als hervorragendes Beispiel für einen produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz in dieser Branche werden durch die neuartige, modulare Produkt- und Produktionsstruktur die Emissionen bei den wasser- und lösemittelbasierten Produkten gemindert und gleichzeitig wird eine ökonomische Betriebsführung auch in der Zukunft gewährleistet. Mit der neuen und individuellen Technik des Tinting-During-Filling (TDF) wird eine weitestgehend lagerlose Kleinmengenfertigung ermöglicht, so dass neben den Umweltaspekten auch die kurzfristigen Kundenbedarfe nach dem „Just-In-Time“-Gedanken abgedeckt werden. Gegenüber dem branchenüblichen Verfahren besitzt das neue Konzept ein deutliches Umweltentlastungspotenzial. Die Komponenten dazu generieren sich im Wesentlichen aus einer <ul style="list-style-type: none"> - geschlossenen Produktionsanlage, - modularen Rezeptstruktur, - konsequenter Rezeptentwicklung in Richtung emissionsfreier bzw. -armer Endprodukte, - individuellen Endprodukterstellung aus Vorprodukten und der - Dosierung direkt in das Verkaufsgebinde (TDF). | |
| 17. Schlagwörter Bautenanstrichsysteme, Lacke, Lasuren, VOC, modulares Fertigungskonzept, TDF, Tinting-During-Filling, geschlossene Produktionsanlage, Emissionsminderung, Lösemittelminderung, Produkt- und produktionsintegrierter Umweltschutz | |
| 18. Preis | 19. |
| 20. | |

Berichts-Kennblatt 06/2000

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----------|
| 1. Kurzfassung | Seite 4 |
| 2. Einleitung | |
| 2.1 Kurzbeschreibung des Betriebes | Seite 6 |
| 2.2 Ausgangssituation | Seite 7 |
| 2.3 Relevanz des konventionellen Verfahrens | Seite 7 |
| 2.4 Die umweltrelevante Bedeutung der Branche | Seite 9 |
| 2.5 Ziel und Aufgabenstellung | Seite 11 |
| 2.5.1 Modular aufgebaute Produktstruktur | Seite 11 |
| 2.5.2 Modular aufgebaute Produktionsstruktur | Seite 12 |
| 3. Konventionelles Verfahren, Anlagendesign und Produkte | Seite 14 |
| 3.1 Verfahrensablauf und Anlagentechnik | Seite 14 |
| 3.1.1 Konventionelles Verfahren zur Lackherstellung | Seite 14 |
| 3.1.2 Stand der Technik zur Herstellung von weißen Grund-/ Deckanstrichen | Seite 20 |
| 3.1.3 Herstellung von Lasuren | Seite 20 |
| 3.1.4 Abfüllung | Seite 21 |
| 3.2 Umweltauswirkungen | Seite 22 |
| 4. Innovatives Verfahren „Anlage und Produkt“ | Seite 23 |
| 4.1 Kernbetrachtung | Seite 23 |
| 4.2 Innovatives modulares Fertigungskonzept | Seite 23 |
| 4.3 Technische Lösung (Auslegungs-/Leistungsdaten) | Seite 25 |
| 4.3.1 Rohstoffannahme (Transfer und Lagerung) und Molchtechnik | Seite 26 |
| 4.3.2 Automatikfertigung der weißen Basen und Grund-/ Deckanstriche | Seite 31 |
| 4.3.3 Grundauffertigung Farbpasten | Seite 33 |
| 4.3.4 In-Plant-Tinting | Seite 37 |
| 4.3.5 Abfüllung | Seite 39 |
| 4.3.6 Direkte Rohstoffwiederverwertung im Prozess | Seite 40 |
| 4.3.7 Reinigungsanlage für mobile Behälter und Kleinteile | Seite 41 |
| 4.3.8 Abluftkonzept | Seite 43 |
| 4.3.9 IT-Struktur | Seite 45 |
| 4.3.10 TDF | Seite 46 |
| 4.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigung) | Seite 48 |
| 5. Durchgeführte Untersuchungen und erzielte Ergebnisse | Seite 49 |
| 5.1 Arbeitsplan und –schritte | Seite 49 |
| 5.2 Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage/Verfahren | Seite 49 |
| 5.3 Erfassung und Dokumentation der Betriebsdaten | Seite 50 |

| | | |
|-----|---|----------|
| 5.4 | Auswertung der erzielten Ergebnisse | Seite 50 |
| 6. | Umweltentlastung durch das innovative Verfahren und deren wirtschaftliche Betrachtung | Seite 52 |
| 6.1 | Umweltentlastung durch innovativen Prozess und innovative Produkte | Seite 52 |
| 6.2 | Umweltentlastung durch energieeffiziente Gebäudetechnik | Seite 57 |
| 6.3 | Wirtschaftliche Betrachtung | Seite 57 |
| 7. | Empfehlungen | |
| 7.1 | Erfahrungen aus der Praxiseinführung | Seite 60 |
| 7.2 | Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens | Seite 60 |
| 7.3 | Zusammenfassung | Seite 60 |
| 8. | Literatur | Seite 62 |
| 9. | Anhang | Seite 62 |
| 10. | Abkürzungen | Seite 63 |
| 11. | Begriffserklärungen | Seite 63 |

1. Kurzfassung

Die Firma J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG (im folgenden JWO genannt) ist Produzent und Lieferant von Bautenanstrichstoffen für die DIY-Baumärkte.

Im Zuge der steigenden Individualisierung der Produktsortimente haben sich die Anzahl der Rezepturen und Fertigartikel in den letzten Jahren verzehnfacht. Diese Differenzierung der Produktstruktur führt zwangsläufig weg von der bisher in der Branche üblichen Großchargenfertigung, hin zu immer mehr Klein- und Kleinstchargen. Nach konventioneller Technologie sind die erforderlichen Herstellungs- und Korrekturschritte durch offenes Handling sowie die vielfältigen Spül- und Reinigungsschritte mit hohen Emissionen verbunden. Mit diesem Projekt wurde eine Möglichkeit gefunden, die gesetzlichen Anforderungen nach Emissionsminderung und -vermeidung ökonomisch effizient zu erfüllen sowie der steigenden Nachfrage der Konsumenten nach umweltfreundlichen Anstrichmitteln Rechnung zu tragen.

Ziel des hier vorliegenden Demonstrationsvorhabens ist es deshalb, sowohl die innerbetrieblichen Emissionen bei der Herstellung der Anstrichmittel, als auch die anwendungstechnischen Emissionen, also bei dem Gebrauch durch den Konsumenten, drastisch zu reduzieren und gleichzeitig eine ökonomische Betriebsführung zu gewährleisten.

Die Minderung der Emissionen bei den wasser- und lösemittelbasierten Produkten ist durch eine neuartige modulare Produkt- und Produktionsstruktur erreicht. Nahezu alle Produkte des Systems werden nach dem Baukastensystem auf möglichst wenige, gleiche Rohstoffe zurückgeführt, welche in Bulkmenen in Tank- und Silozügen geliefert und eingetankt werden können. Aus den Rohstoffen werden standardisierte Bausteine (Halbfertigfabrikate in Großbatches von 1 - 20 t) hergestellt, die anschließend in individuell nachgefragten Mengen (von einer Dose bis hin zu Produktionsbehältern mit 20 t) bedarfsgerecht miteinander gemischt werden. Die innerbetrieblichen Emissionen wie VOC und Staub werden durch eine geschlossene, ebenfalls modular aufgebaute Anlagengestaltung minimiert.

Kernstück der modernen und individuellen Technik ist die direkte und hochgenaue Dosierung der standardisierten Bausteine in das Verkaufsgebäude. Diese als Tinting-During-Filling (TDF) bezeichnete Technologie setzt nahezu keine Emissionen frei und ermöglicht eine weitestgehend lagerlose Kleinmengenfertigung. Somit deckt das neue Konzept neben

den Umweltaspekten auch die kurzfristigen Kundenbedarfe nach dem Just-In-Time (kurz JIT) Gedanken ab.

Die neue Produktionsanlage wurde Ende 2005, die TDF-Anlagen Mitte 2006 in Betrieb genommen. In der ersten Ausbaustufe beträgt die Fertigungskapazität 150 t/Tag, in der 2. Ausbaustufe 300 t/Tag. Der Zeitpunkt, ab wann die Kapazität der 2. Ausbaustufe ganz oder stufenweise benötigt wird, hängt von den Marktgegebenheiten ab.

Bei einer Ausbringungsmenge von 150 t/Tag können gegenüber der konventionellen Technologie die nachfolgenden Umweltentlastungen erreicht werden:

- **Minderung der VOC-Emissionen** um 50 % (6.134 t/a)
- **Reduktion der Staubemission** um 89 % (696 kg/a)
- **Minimierung der Abfallmenge** um
 - Lackschlamm 55 % (137 t/a)
 - Schmutzverdünnung/Spülverdünnung 68 % (1.848 t/a)
 - Spülwässer 50% (2.800 t/a)
 - Repa-Säcke 43 % (6 t/a)
 - Metall Dosen- und Fässer 27 % (45 t/a)
 - Putzlappen 26 % (27 t/a)
 - Container (Einweg IBC) 77 % (143 t/a)
- **Entlastung des Straßenverkehrs** durch Reduktion der gefahrenen LKW-Kilometer 45 % (153 tsd km/a)

2. Einleitung

2.1 Kurzbeschreibung des Betriebes

Die Firma J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG (im folgenden JWO genannt) ist Produzent und Lieferant von Bautenanstrichstoffen.

Die Gründung erfolgte 1948 durch den Unternehmer Herrn Josef Wilhelm Ostendorf als Hersteller von Industriefarben- und Lacken. Kunden waren zunächst die professionellen Maler in Deutschland. In den 60er Jahren wurde der Grundstein für die Konzentration des Unternehmens auf die neue Vertriebsform des Handels und die Baumärkte gelegt. Erklärtes Ziel war es damals wie heute, dem aktiven Endverbraucher anwenderfreundliche Produkte auf höchstem Qualitätsniveau in einem optimalen Preis-/Leistungsverhältnis anzubieten. JWO legte mit seinen Produkten den Fokus auf die Belieferung der Baumärkte mit einem Vollsortiment an Lacken und Farben sowie die Entwicklung und Führung der eigenen Marke des Handels.

Wesentlicher Bestandteil der Philosophie von JWO ist der Umgang mit Mensch und Natur. Gerade als Unternehmen der Chemie gelingt es JWO 1996 als eines der ersten Unternehmen der Farben- und Lackindustrie, ein validiertes Umweltmanagement nach EG-Öko-Audit 1836/93 vorzuweisen. Für den Handel wird deutlich, mit welcher Umweltvorsorge seine Produkte für den Endverbraucher bei JWO hergestellt werden.

Die Produktionskapazität von JWO wird im Jahr 2000 auf 350 Mio. Liter Farbe p.a. erweitert. Eine erneute erfolgreiche Validierung des Umweltmanagements nach EG-Öko-Audit 1836/93 erfolgt im Jahr 2000.

2002 erhält JWO durch die LGA Nürnberg als erster Farbenhersteller eine Hygienezertifizierung der Produktion. Die Auszeichnung erfolgt in Anlehnung an den Hygienestandard der Lebensmittelindustrie.

JWO ist Vollsortiment-Lieferant für Lacke/Lasuren und Dispersionsfarben für den Handel (Baumärkte) und damit als Hersteller der DIY Produkte auf den Endverbraucher ausgerichtet. In den letzten Jahren können allerdings immer seltener mehrere Kunden (Baumärkte) mit denselben Produkten beliefert werden. Dies ist zum einen darin begründet, dass sich diese z. B. durch eigene Farbtonfächer gegen die anderen Baumärkte abgrenzen müssen, zum anderen in der Ausrichtung von JWO auf andere europäische Märkte mit ihren national unterschiedlichen Qualitäten und Geschmacksrichtungen. Daraus ergibt sich für JWO der immer größere Zwang zur Differenzierung der Produkte.

Die heutige Sortimentsbreite zählt bis zu 1.600 Artikeln in der jeweiligen Kundenaufmachung. Die dabei zu betrachtenden Geschäftsfelder sind:

- Innen, Außen- und Spezialdispersionsfarben, Lacke (lösemittelhaltig, wasserverdünnbar, lösemittelfrei), Lasuren (lösemittelhaltig, wasserverdünnbar, lösemittelfrei) in den jeweiligen Farbtönen, sowie Putze, Spezialprodukte und Hilfsmittel,
- unterschiedliche Qualitätshierarchien: vom Preiseinstiegs- bis zum Premiumprodukt.

2.2 Ausgangssituation

Die Herstellung der Lacke und Lasuren erfolgte bei JWO in der Vergangenheit nach der üblichen Fertigungstechnologie, der sog. Grund-auf-Batch-Fertigung. Das herkömmliche Verfahren und die damit verbundene Prozessfolge einer jeden Charge (von der Kleincharge von 150 kg bis zur Großcharge mit 10.000 kg) umfasst bis zu 12 Fertigungsschritte mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Input- und Outputverhältnisse.

Durch die immer größeren Kundenanforderungen hinsichtlich der Qualitäts- und Farbtonvielfalt bei kleiner werdenden Auftragslosgrößen, entstehen höhere Umweltbelastungen aber auch unwirtschaftlichere Fertigungsprozesse.

Damit schwindet die Möglichkeit der rationellen Großchargenfertigung zu Lasten immer zahlreicherer Kleinchargen. Dies betrifft insbesondere den Lack- und Lasurenbereich, der durch seine vielfältigen Farben- und Qualitätsarchitekturen ganz besonders betroffen ist.

Die höheren Umweltbelastungen durch flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC), Farbenreste, Schmutzverdünnungen usw. steht nicht mehr im Einklang der JWO-Firmenphilosophie sowie den Grundsätzen der rechtlichen Anforderungen wie z. B. nach der 31. BImSchV.

2.3 Relevanz des konventionellen Verfahren

Entscheidend bei der konventionellen Produktion (branchenübliches Verfahren) von Lacken und Lasuren ist die Chargengröße. Bei der sogenannten „von-Grund-auf-Fertigung“ besteht der Fertigungsprozess aus bis zu 12 Fertigungsschritten. A-Produkte, wie z. B. Weißlacke,

können in entsprechenden Großchargen in weitestgehend geschlossenen Systemen ohne großen Reinigungsaufwand mit einer relativ hohen Wiederholungsgenauigkeit produziert werden. Lacke und Lasuren müssen in einer großen Qualitäts- und Farbenvielfalt nach Kundenwunsch hergestellt werden. Das bedingt eine Kleinchargenfertigung in beweglichen Ansatzbehältern unter Beibehaltung der ca. 12 Fertigungsschritte. Aufgrund der nicht standardisierten Vorprodukte, wie z. B. Farbpigmentpasten, ergibt sich eine schlechte Reproduzierbarkeit bei der Fertigung. Diese Art der Herstellung geht einher mit entsprechend höheren Verlusten, erhöhten Emissionen, höheren Lackresten, hohe Schmutzverdünnungen (Reinigungsverdünnung) usw.

Im konventionellen Verfahren basiert jedes Produkt auf eine produktspezifische Rezeptur mit bis zu 25 Inhaltsstoffen, die in der „von-Grund-auf-Fertigung“ einzeln verwogen und zudosiert werden.

Die seit ca. 15 Jahren zunehmende Differenzierung und Dynamik des Marktes mit ihren regional unterschiedlichen Qualitäten und Farbtonwünschen, erfordert eine immer schnellere Anpassung der Produkte bei kleineren Losgrößen mit folgenden Konsequenzen:

- Zunahme von Klein- und Kleinstchargen (1 - 2 t → 100 - 200 kg)
- Zunahme der Fertigungskomplexität
- Zunahme des Energie- und Zeitbedarfes für Herstellung, Abprüfung und spezifikationsgerechtes Einstellen der Produkte
- Zunahme der Produktvielfalt
- Zunahme der Rohstoffanzahl
- Zunahme der zu entsorgenden Rohstoffverpackungen (Fass-/Container-/Sack- anstatt Tank- und Silobelieferung)
- Zunahme von Spülvorgängen und behandlungsbedürftigem Abwasser und Spüllösemittel durch häufige Produktwechsel
- Zunahme der Lagerhaltung und Lagerkomplexität
- Zunahme der Vernichtung überlagerter Bestände, aufgrund der starken Individualisierung des Füllgutes. Keine Mehrfachnutzung möglich (z. B. durch Umetikettierung).

Die eingesetzte konventionelle Technologie der „von-Grund-auf-Fertigung“ mit den wichtigsten Fertigungsschritten, wie

- Lagern und Transport von festen und flüssigen Einsatzstoffen
- Verwiegen von pulverigen Einsatzstoffen wie Füllstoffe, Weiß- und Buntpigmenten usw.
- Verwiegen und Dosieren von flüssigen Einsatzstoffen wie Binde- und Lösungsmittel

- Dispergierung von bis zu 2.000 kg Chargen mittels Standdissolver und beweglichen Produktionsbehältern
- Feindispergierung über Rührwerkskugelmühlen und zusätzlichen beweglichen Ansatzbehältern
- Komplettieren mit Binde- und Lösungsmittel mittels separater Verwiegung und Zudosierung
- Nuancieren jeder farbig eingestellten Charge
- Prüfung mit entsprechender Korrektur und/oder Freigabe
- Filtration jeder Charge mit entsprechenden Rückständen
- Abfüllung der Charge
- Reinigen der Ansatzbehälter mit entsprechendem Anfall von Restmengen an Lackrückständen und Schmutzverdünnung (Reinigungsverdünnung)

war daher aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten nicht mehr zu rechtfertigen.

2.4 Die wirtschafts- und umweltrelevante Bedeutung der Branche

Lacke und Farben haben zwar aufgrund ihrer Schutzfunktion vor Korrosion und Verwitterung per sé eine schützende und bewahrende Funktion, stellen aber dennoch mit einer Emissionsbelastung von ca. 370.000 t Lösemittel pro Jahr* alleine in Deutschland eine nicht zu vernachlässigende Beeinträchtigung der Umwelt dar.

Die beiden nachstehenden Grafiken geben einen selbsterläuternden Überblick welchen Stellenwert die Branche für die deutsche Wirtschaft einnimmt.

* Quelle: VdL mit Verweis auf Emissionsbericht 2003 der Bundesregierung

Inlandsproduktion von Lacken und Farben 2001 bis 2005

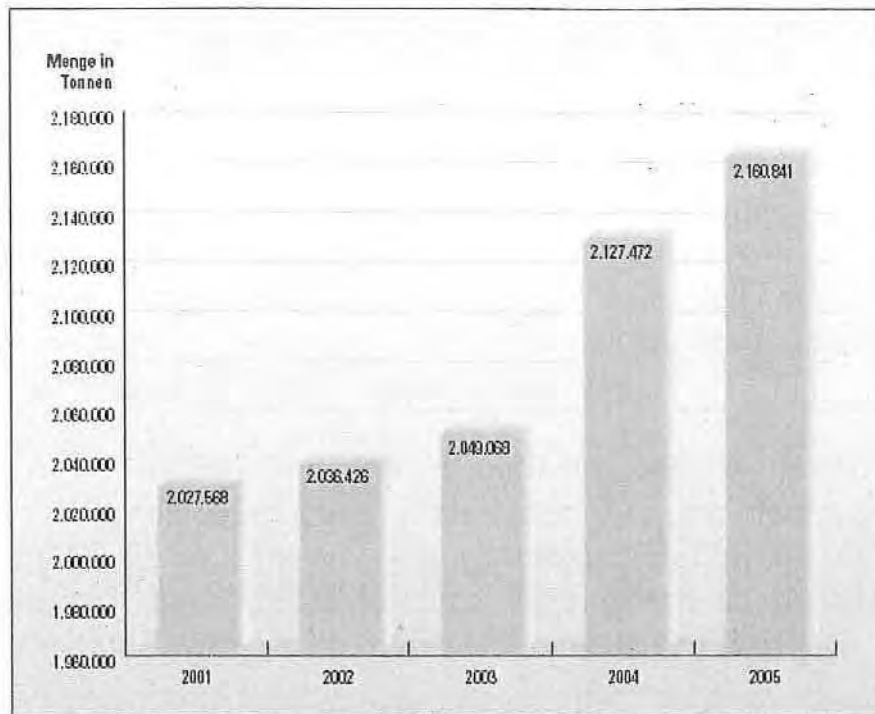


Abb. 1: Auszug aus dem Jahresbericht 2005/2006 des Verband der deutschen Lackindustrie e.V. (Internet: WWW.Lackindustrie.de)

Inlandsproduktion von Lacken und Farben 2001 bis 2005

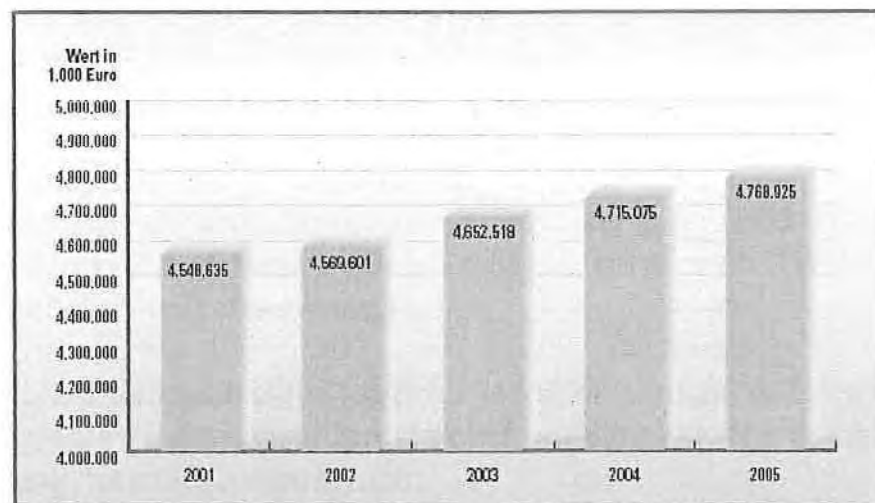


Abb. 2: Auszug aus dem Jahresbericht 2005/2006 des Verband der deutschen Lackindustrie e.V. (Internet: WWW.Lackindustrie.de)

2.5 Ziel- und Aufgabenstellung

Vorrangiges Ziel ist die Umsetzung des Leitgedankens von JWO:

„Kunde bestellt – JWO produziert – Kunde erhält“

d. h. die Reduktion der Lagerfertigung zur kundenauftragsgesteuerten, lagerunabhängigen, farbtongenaunen Just-In-Time-Herstellung und Auslieferung der Produkte. Damit verbunden sein soll eine deutliche Reduzierung der Lösemittel- und VOC-Emissionen, des Energieeinsatzes und eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Ziel des hier vorliegenden Demonstrationsvorhabens ist es deshalb, sowohl die innerbetrieblichen Emissionen bei der Herstellung der Anstrichmittel als auch die anwendungstechnischen Emissionen, also bei dem Gebrauch durch den Konsumenten, drastisch zu reduzieren und gleichzeitig eine ökonomische Betriebsführung zu gewährleisten.

Daraus ergibt sich die Aufgabenstellung, ein innovatives, **modular aufgebautes Produkt- und Produktionskonzept für wasser- und lösungsmittelbasierende Lack- und Lasurprodukte**, umzusetzen. Das Konzept soll die auftragsgesteuerte Herstellung (JIT-Fertigung) auch kleinster Chargen mit einer „Null-Fehler-Garantie“ erlauben und eine deutliche Umweltentlastung, Energieeinsparung und Minderung der Lagerkomplexität gegenüber der herkömmlichen Batchfahrweise erzielen.

2.5.1 Modular aufgebaute Produktstruktur

Damit nicht jedes Produkt, wie bisher, einzeln verwogen und die bis zu 25 Inhaltsstoffe einzeln zudosiert werden müssen, entwickelte JWO eine modular aufgebaute Rezeptarchitektur.

Eine modulare Rezeptstruktur stellt für jede Forschungs- & Entwicklungs-Abteilung eine große innovative Herausforderung dar. Sie beinhaltet die Entwicklung der drei Komponenten:

- qualitätsspezifische Basisfarbe
- Farbkonzentrate mit einer weitreichenden Qualitätsabdeckung
- Systemaufbau für wasser- und lösungsmittelbasierende Endprodukte mit deutlich weniger unterschiedlichen Rohstoffen

Die Entwicklung unterteilt sich dabei in die Bereiche der wasserbasierenden und lösemittelbasierenden Komponenten.

Weniger Rohstoffe bedeuten bei gleichzeitig steigenden Produktionsmengen:

- Einkauf und Lagerung größerer Losgrößen in Silo- und Tankfahrzeugen mit sehr viel geringeren Transport-Kilometer (Energie- und CO₂-Einsparung),
- Verringerung der Abfallentsorgung von Rohstoffverpackungen wie Säcke, Hobbocks, Fässer, Container usw.
- Verringerung der Handlingsverluste beim Verwiegen und Dosieren.

Für jede Qualitätsreihe der farbig eingestellten Rezepte (~ 97 % aller Rezepte) mussten völlig neue, stabile Rezepte nach dem Baukastenprinzip mit den o. g. Rezeptkomponenten und ohne Qualitätsverlust hinsichtlich Glanzgrad, Farbstärke, Verstreichbarkeit usw. entwickelt werden.

2.5.2 Modular aufgebaute Produktionsstruktur

Die Produktion modular aufgebauter Lacke und Lasuren hat einen anderen Charakter als die konventionelle „von-Grund-auf-Batch-Fertigung“. Sie ermöglicht die Verbindung zwischen der hohen **Produktvielfalt** und der Produktion von **Großchargen**. In dem modularen JWO Konzept werden hauptsächlich flüssige Halbfertigprodukte zu einem Endprodukt gemischt. Bezogen auf das individuelle Endprodukt ergibt sich somit ein einstufiger Produktionsprozess. Bei dem konventionellen Verfahren ist die Prozessstufigkeit etwa um den Faktor 10 höher.

Für die Kleinmengenfertigung mit Chargen von 300 - 1.500 kg hat JWO eine **Inplant-Tinting-Anlage** konzipiert und installiert. Die Anlage besitzt folgende Merkmale:

- Halbautomatische Produktion von farbig eingestellten Produkten in beweglichen Ansatzbehältern
- Erreichen einer maximalen Prozesssicherheit (Null-Fehler-Konzept). Somit entfällt die Freigabeproofung z. B. der Farbtongenauigkeit sowie damit verbundene Nacharbeitungen.

Für die Kleinstmengenfertigung mit Chargen bis 300 kg konzipiert und installiert JWO zwei Anlagen nach den **Tinting-During-Filling** Konzept (kurz TDF genannt). TDF bezeichnet die exakte Dosierung aller benötigten Komponenten direkt in das Verkaufsgebände. Die beiden TDF-Anlagen sind das Kernstück einer lagerreduzierenden/lagerlosen Kleinstmengenfertigung. Die kleinste Chargengröße ist damit 1 Dose.

Zusammenfassend kann das ganzheitlich geplante modulare Produkt- und Produktionskonzept wie folgt beschrieben werden.

⇒ Ökologisch und ökonomisch sinnige Produktion:

- weniger Basisfarben,
- Farbkonzentrate und -pasten in Großchargen,
- präzise Wiederholungsgenauigkeit
- schnelle und kundennahe **Just-In-Time-Dosierung** und -Abfüllung farbig eingestellter Produkte mit einer Null-Fehler-Garantie.

3. Konventionelles Verfahren „Anlagendesign und Produkte“

3.1 **Verfahrensablauf und Anlagentechnik**

Die unter 3.1.1 und 3.1.2 beschriebenen Verfahren wurden bisher bei JWO eingesetzt.

3.1.1. **Konventionelles Verfahren zur Lackherstellung**

Die klassische Methode der Lack und Lasurenherstellung ist das Grund-auf-Batch-Verfahren. Das heißt, für jede gefertigte Charge (Batch) werden in einem mehrstufigen Misch- und Dispergierprozess alle Hauptfertigungsschritte durchlaufen.

Die Einsatzstoffe (Rezeptbestandteile) einer Lackrezeptur sind im Wesentlichen:

Pulverstoffe

- Pigmente (Titandioxid, diverse organische und anorganische Pigmente für Bautenanstrichstoffe)
- Füllstoff (Calciumcarbonat, Bariumsulfat, Talkumpulver etc.)

Flüssige Komponenten

- Additive/Hilfsstoffe (Hautverhinderungsmittel, Netz- und Dispergieradditive, pH-Einsteller, Konservierungsmittel, Entschäumer etc.)
- Lösemittel (organische Komponenten „Testbenzine“, Glycole oder Wasser)
- Bindemittel (Harze, Emulsionen oder Dispersionen)

Die Mengenverteilung beträgt:

- | | |
|------------------------------|--------|
| ⇨ Pulverstoffe: | ~ 20 % |
| ⇨ Lösemittel (inkl. Wasser): | ~ 35 % |
| ⇨ Bindemittel: | ~ 40 % |
| ⇨ Additive/Hilfsstoffe: | ~ 5 % |

Die Gesamtkapazität der Altanlage: ca. 70 t/Tag.

Der klassische Herstellungsprozess für farbige Systeme stellt sich wie folgt dar:

Schritt 1

Flüssige und pulvrige Komponenten werden in entsprechender Menge und Reihenfolge mittels Dissolver feinst miteinander vermengt. Dieser Prozess wird speziell bei farbigen Systemen auch als Vordispersierung bezeichnet. In diesem Prozessschritt werden Rezeptanteile des Bindemittels, Lösemittels und den Additiven mit den Pulverkomponenten dispergiert (unter starker Scherung vermischt).

Schritt 2

Die vordispersierten Komponenten werden im Regelfall mit weiteren Rezeptkomponenten (Lösemittel, Bindemittel, Additiven) versehen. Dies ist notwendig, da im zweiten Dispersierschritt die Oberfläche, und damit der Flüssigkeitsbedarf der Pulverkomponenten, stark ansteigt. Das nun entstandene Zwischenprodukt wird auch als Mahlgut bezeichnet.

Schritt 3

Hier erfolgt die Feindispersierung des Mahlgutes mittels Rührwerkskugelmühle. Diese Dispersierstufe ist notwendig, um speziell die farbigen Pigmente feinst zu dispergieren. Bei weißen Pigmenten (TiO_2) und Füllstoffen kann dieser Schritt oftmals entfallen.

Schritt 4

Komplettierung der Charge (Batch) mit den restlichen Rezeptbestandteilen. Dies sind im Regelfall Bindemittel, Additive und Lösemittel. Dieser Prozessschritt wird auch als „Auflacken“ bezeichnet.

Schritt 5

Korrektur der Charge bis alle Spezifikationen des Endproduktes erreicht sind. Der Korrekturprozess nimmt im Regelfall 3 - 6 Korrekturdurchläufe in Anspruch.

Schritt 6

Abfüllung der gefertigten Charge. Je nach Produkt und Qualität mit Filtrierung oder Siebung.

Die zuvor dargestellten Fertigungsschritte erfolgen im Regelfall in mobilen Produktionsbehältnissen, die ein Volumen von ca. 800 - 2.000 Liter aufweisen.

Die Fertigungstemperaturen steigen teilweise auf bis zu 70 °C an. Aufgrund der Produktionsabfolge müssen offene Behälter benutzt werden. Die zwangsläufige Folge ist ein relativ hohes Emissionsaufkommen an Staub und VOC. Große Mengen abgesaugter Prozessabluft, mit teilweise nachgeschalteten Abluftreinigungsanlagen, sind noch heute in der Farben- und Lackindustrie der Normalfall.

Das nachstehende Fließschema zeigt die zuvor genannten Prozessschritte in anschaulicher Art und Weise.

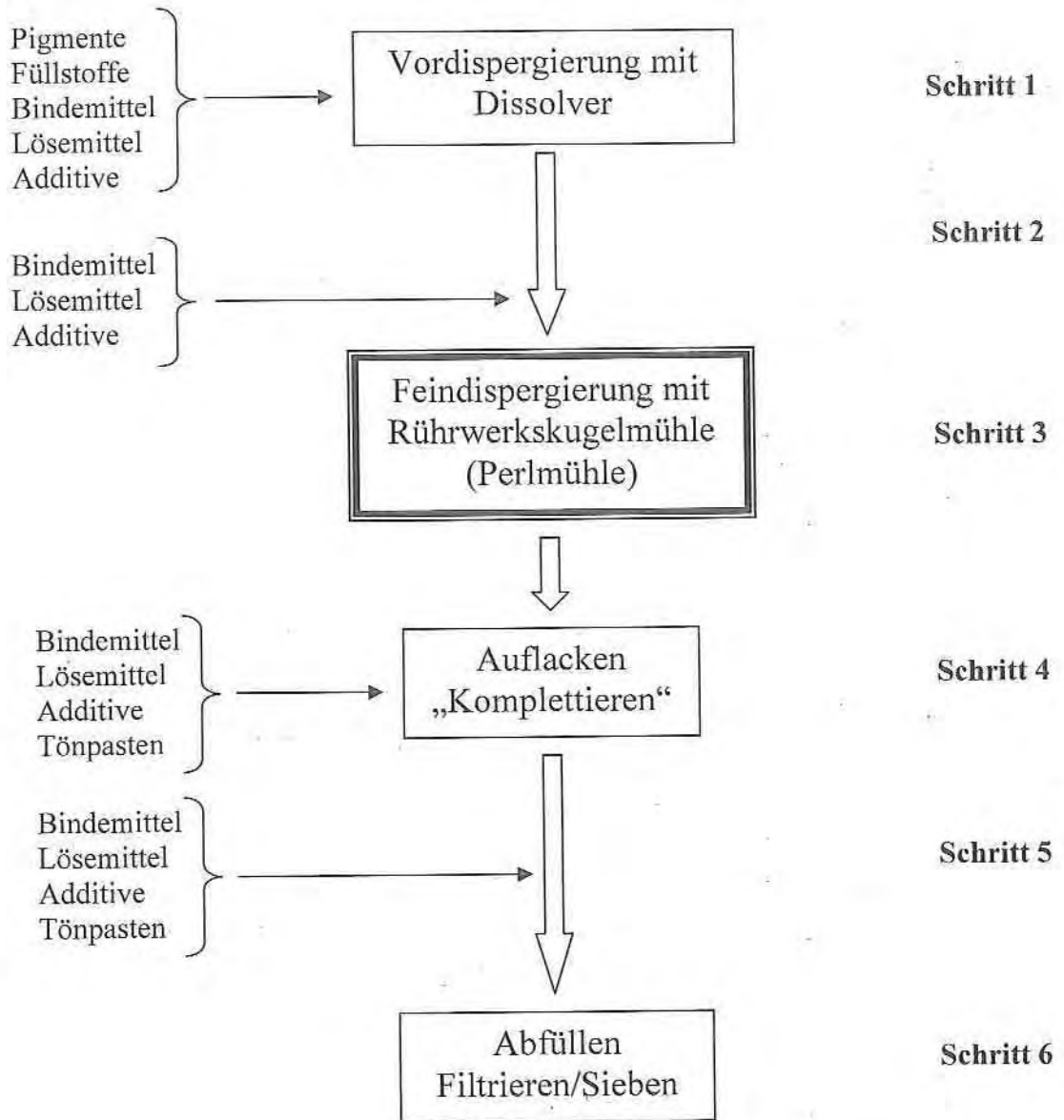


Abb. 3: Prozessfließschema Lackherstellung „von-Grund-auf-Fertigung“

Anhand der nachstehenden Richtrezeptur ist die Komponentenverteilung je Hauptfertigungsstufe ersichtlich.

| Richtrezeptur: Lacke | | | | |
|-----------------------------|---|---|--|------------------------|
| Rohstoffgruppe | mögl. Anz.Komp. je Rohstoffgr. u Rezept | MIN/MAX Anteil der Einzelkomponente bez. a. Gesamtrezept in % über alle Rez.varianten | durchschnittl. Rezeptanteil (total) in % über alle Rez.varianten | Fertigungsstufe |
| Lösemittel | 2 | 1-6 | 5 | Dissolverdispergierung |
| Bindemittel | 3 | 5-25 | 21 | Dissolverdispergierung |
| HAFEFFA/Lösung | 2 | 0,3-6 | 4 | Dissolverdispergierung |
| Additiv | 5 | 0,1-3 | 3 | Dissolverdispergierung |
| Feststoffe | 6 | 3-45 | 27 | Dissolverdispergierung |
| Lösemittel | 1 | 2-5 | 5 | Perlmühle |
| Bindemittel | 1 | 2-5 | 5 | Perlmühle |
| HAFEFFA/Lösung | 1 | 0,5-5 | 3 | Perlmühle |
| Additiv | 1 | 0,1-2 | 1 | Perlmühle |
| Lösemittel | 1 | 5-12 | 10 | Auflacken |
| Bindemittel | 2 | 5-20 | 15 | Auflacken |
| Additiv | 1 | 0,1-1 | 1 | Auflacken |

100

Die folgende Beispielbetrachtung soll die Herstellproblematik nochmals vertiefen:

Zur Herstellung einer Großcharge von z. B. 10 t bedarf es einer Vorproduktion gemäß Abb.1 von ca. 6 Ansätzen à 1,2 t über alle wesentlichen Prozessschritte. Im Produktionsprozess, wie in Abb. 1 dargestellt, werden ca. 2,8 t Rohstoffe als Auflackkomponenten zugesetzt.

Im Einzelnen bedeutet dies:

- 6 x 1,2 t Vorchargieren
- 6 x 1,2 t mit dem Dissolver vordispergieren

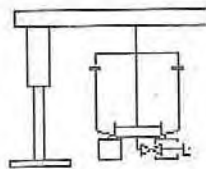


Abb. 4: Dissolver Vordispergierung

- 6 x 1,2 t mit der Perlmühle (Rührwerkskugelmühle) feindispergieren: An der Rührwerkskugelmühle werden pro Charge zwei Behälterwaschungen notwendig, eine für den Vorlagebehälter und eine für den Behälter in den „hineingemahlen wird“.

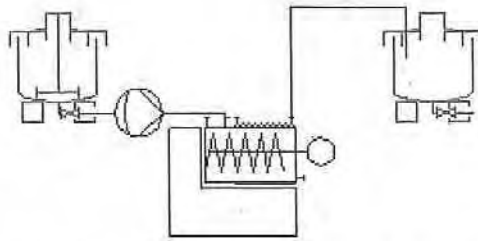


Abb. 5: Feindispersierung mittels Rührwerkskugelmühle

Für die Fertigung einer 10 t Charge ergeben sich daraus zwölf Behälterwaschungen (mobile Kleinbehälter) sowie die Waschung eines großen Fertigprodukt-Behälters. Zusätzlich entsteht ein erheblicher Reinigungsaufwand für Pumpen, Schläuche und Rohrleitungen.

Eine weitere Emissionsquelle sind die im traditionellen Verfahren häufig eingesetzten Bürstenwaschanlagen für die Kleinchargenbehälter. Das nachstehende Foto zeigt eine Bürstenwaschmaschine zur Innenreinigung eines beweglichen Behälters. Bei der Reinigung dreht sich die Waschbürste im Behälterinneren und führt dabei eine zusätzliche Auf- und Abbewegung durch.



Abb. 6: Bürstenwaschanlage zur Innenreinigung der mobilen Behälter
Bei der Reinigung wird gewöhnlich jeweils eine Einheit für die wasserbasierenden und eine Einheit für die lösemittelbasierenden Systeme eingesetzt.

Umweltrelevante Nachteile des konventionellen Verfahrens

Die wesentlichen Nachteile des zuvor beschriebenen Verfahrens liegen in der nahezu nicht kontrollierbaren Emissionserzeugung aus den unterschiedlichen Einzelfertigungsschritten. Der Verlust an Einsatzstoffen durch Spülungen und Prozessschrittwechsel kann zwischen 2 und 8 % liegen.

Die mikrobiologischen Umfeldbedingungen sind, speziell für emissionsarme und emissionsfreie Rezepturen, qualitätsgefährdend. Offene Behälter mit permanenter Zufuhr an Luft, und damit an Sauerstoff, sind einer grundsätzlichen Gefahr der mikrobiologischen Anlagenkontamination ausgesetzt.

3.1.2 Stand der Technik zur Herstellung von weißen Grund- und Deckanstrichen

Das nachstehende Schema zeigt die Großchargenfertigung der alten JWO Anlage für weiße Grund- und Deckanstrichsysteme. Die flüssigen Komponenten werden über Einzelleitungen geführt. Dies hat zur Folge, dass bei Produktwechsel hohe Reinigungsaufwendungen erforderlich sind.

Besonders für lösemittelarme oder gar lösemittelfreie Produkte bedeutet dies einen erheblichen Zusatzaufwand um Produkt-/Qualitätsbeeinträchtigungen zu vermeiden.

Eine Anlagenkonzeption, wie in Abb. 7 gezeigt, benötigt eine Mindestmenge von rund 20 t/Tag, um wirtschaftlich arbeiten zu können.

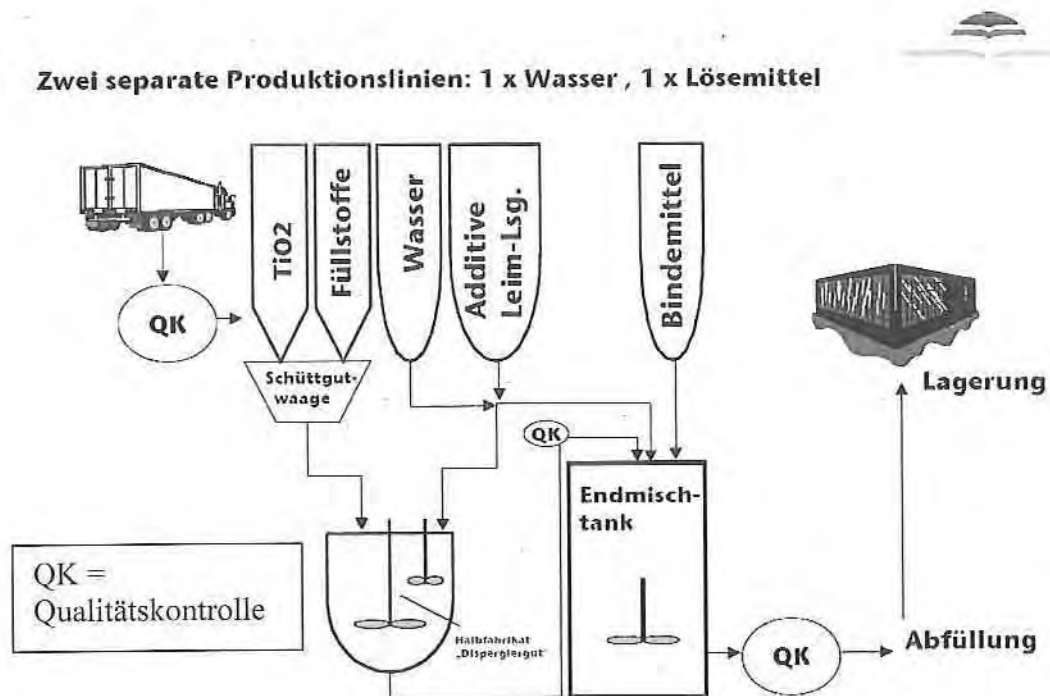


Abb. 7: Vereinfachtes Verfahrensfliessbild „Herstellung weißer Massenprodukte“

3.1.3 Herstellung von Lasuren

Die Herstellung der Lasuren ist leicht different zur Herstellung der Lacke. Da es sich bei Lasuren um nicht opake Systeme handelt, ist der zu dispergierende Feststoffanteil deutlich geringer. Der zu dispergierende Anteil liegt bei ca. 20 % der Gesamtrezeptur.

3.1.4 Abfüllung

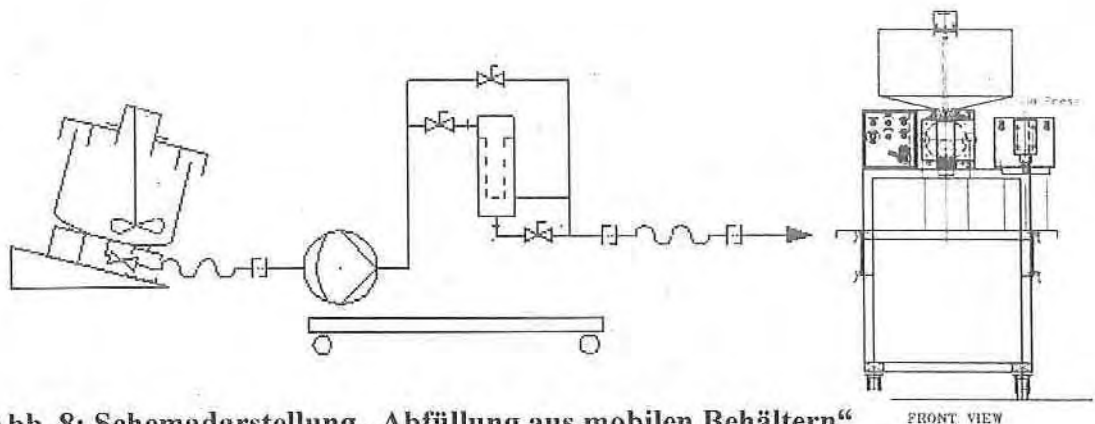


Abb. 8: Schemadarstellung „Abfüllung aus mobilen Behältern“

Der Produkttransfer der gefertigten Charge zu den Abfüllmaschinen erfolgt mittels Pumpen, Einzelrohrleitungen und Verbindungsschläuchen. Filter- oder Siebeinheiten werden im Produktstrom zwischengeschaltet. Die Abfüllung erfolgt im Regelfall über Standardabfüllanlagen mit semiautomatischen Reinigungsmöglichkeiten. Es ist unschwer zu erkennen, dass der Reinigungsaufwand aller produktführenden Teile sehr aufwändig, emissionsträchtig und materialverschwendend ist.

3.2 Umweltauswirkungen

Für das von JWO hergestellte Produktsortiment stellt das zuvor beschriebene Produktionsverfahren eine ressourcenverschwendende Fertigungstechnologie dar und steht damit im Widerspruch der firmeninternen Umweltphilosophie. Im Wesentlichen bestehen die Probleme darin, dass bedarfsgerechte Losgrößen nicht verlust- und emissionsarm hergestellt werden können. Eine bedarfsgerechte Losgröße liegt bei den farbigen Produkten bei ~ 800 Litern. Im bisherigen Verfahren liegt eine vertretbare Chargengröße jedoch bei ca. 3.000 Litern, d. h. 275 % über der bedarfsgerechten Chargengröße. Würde man versuchen die traditionelle Technologie auf eine kleinere Batchgröße (~ 800 l) auszulegen, wären aufgrund der erhöhten Umweltbelastungen sowie den hohen Herstellungskosten (durch Rohstoffverluste, Spülprozesse etc.) die Produkte für JWO nicht mehr vermarktbar.

Im traditionellen Verfahren ist die geschlossene Prozessführung durch offene Behälter, emittierende Dosierstationen, manuelles Sackhändling an den Dissolvern etc. nicht möglich. Staub und Lösemittlemissionen sind daher nicht vermeidbar und auch nur schwer kontrollierbar. Eine gezielte punktuelle Absaugung ist daher nicht ausreichend. Dies wiederum bedeutet, dass eine erhöhte Luftwechselrate für die Fabrikhalle gefahren werden muss. Die hieraus erwachsene Konsequenz sind erhöhte Heizenergien für die Fabrikhalle.

Weil JWO bereits seit vielen Jahren den konsequenten Weg verfolgt moderne und umweltfreundliche Beschichtungsstoffe herzustellen und zu vertreiben, konnte in der alten Fabrikation von einer aufwändigen Abluftreinigung abgesehen werden. Bei einer jedoch nur leicht ansteigenden Menge der lösemittelbasierenden Produkte wäre die Nachinstallation einer kostspieligen Abluftreinigungsanlage unerlässlich gewesen. Aus ökologischen Gesichtspunkten muss beachtet werden, dass auch aus Abluftreinigungsanlagen erhebliche sekundäre Umweltbelastungen entstehen können.

Ein quantitativer Vergleich zwischen dem konventionellen und dem innovativen Verfahren erfolgt in Kapitel 6.

4. Innovatives Verfahren: „Anlage und Produkt“

4.1 Kernbetrachtung

Das innovative Verfahren stellt nicht nur eine hochkomplexe und modular erweiterbare Anlagentechnik dar, sondern beinhaltet auch den Verbund einer modularen Rezeptstruktur moderner umweltschonender Bauten-anstrichsysteme. Der umweltschonende Leitgedanke steht dabei im Vordergrund. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Vermeidung von Emissionen (VOC, Staub) durch geschlossene Anlagenteile
- Vermeidung von Abfällen und damit verbundene Rohstoffverluste
- Bedarfsgerechte „frische“ Fertigung nach dem JIT (Just In Time) Gedanken
- Reduktion der ressourcenverschwendenden Prozessschritte
- Einsparung von Energie (wie Strom, Gas, Öl)

4.2 Innovatives modulares Fertigungskonzept

Unter Berücksichtigung der Marktanforderungen gilt es, eine Technologie zu planen und zu entwickeln, die im Wesentlichen folgende Eckparameter erfüllt:

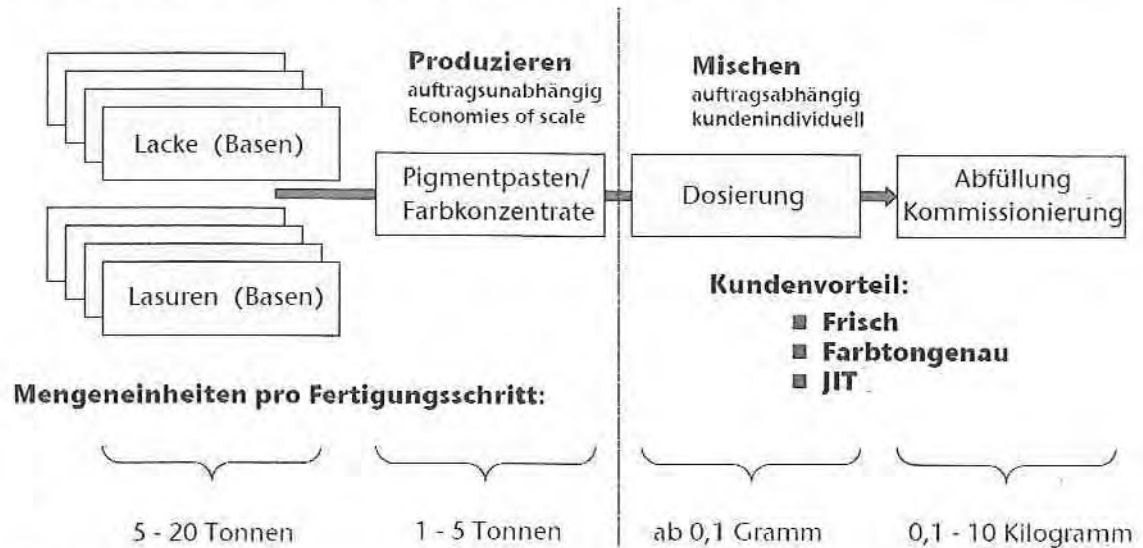
- Herstellung bedarfsgerechter Losgrößen
- Höchste Flexibilität
- Reduktion des Fertigwarenbestandes
- Reduktion der Abfall-/Verlustmengen (inkl. Fehlproduktionen und Materialvernichtung aus Überproduktionen-/beständen)
- Reduktion der Emissionen
- Reduktion der eingesetzten Energien
- Steigerung der Gesamtkapazität
- Zukunftsorientierte Anlagengestaltung im Hinblick auf Steigerung des wasserbasierten Produktanteiles „Hygieneaspekte“
- Bedienerfreundliches Anlagen- und Prozessdesign
- Gute IT-Organisation mit der Zielsetzung der „beleglosen Fabrik“
- Gute infrastrukturelle Einbindung des Materialflusses der bestehenden Dispersionsfarbenfabrik.

Dies alles muss zudem im Einklang mit den betriebswirtschaftlichen Vermarktungsmöglichkeiten der Endprodukte gebracht werden.

Konzeptionell gesehen gibt es nur den folgenden Lösungsansatz:

„Große Mengen ressourcenschonend produzieren, kleine Mengen individuell dosieren.“

Neue Technologie als modulares Konzept



➔ **Prinzip:** Große Mengen kostengünstig produzieren, kleine Mengen schnell dosieren

Abb. 9: modulares Fertigungskonzept

Aus der Abbildung 9 ist erkennbar, dass der neue Prozess im Wesentlichen darin besteht, sogenannte standardisierte Halbfertigprodukte (Basen und Pasten) in reproduzierbare Mengenverteilung zu mischen.

Die technischen Lösungsansätze zur Erreichung der genannten Eckparameter liegen im Einsatz modernster Anlagentechnik.

Hierzu zählen insbesondere:

- Geschlossenes Anlagenkonzept
- Punktuelle Absaugkonzepte
- Anlagendesign zur Minimierung eines mikrobiologischen Befalls
- Dosiertechnik
- Dispergiertechnik
- Molchtechnik
- IT-Systeme
- staubarmes Pulverhandling
- Farbmetrik
- ressourcenschonende Reinigungs- und Spülprozesse

4.3 Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Für die heutige Ausbaustufe (1. Ausbaustufe) beläuft sich die Ausbringungsmenge an verkaufsfähiger Fertigware auf 150 t/Tag.

Für die Zukunft besteht die Möglichkeit einer modularen Erweiterung bis hin zur Verdopplung der heutigen Kapazität.

Die OUTPUT-Kapazität von 150 t/Tag teilt sich auf in:

- 180 Chargen/Tag => durchschnittlich ~ 830 kg/Charge
- 1.000 Artikel/Tag => durchschnittlich ~ 150 kg/Artikel

Zur Abdeckung der absatzschwächeren Artikel, den sog. „B- und C-Artikel“, steht eine hochflexible und hochgenaue Kleinmengenfertigung zur Verfügung. Diese Fertigungstechnologie wird im Weiteren als „Tinting-During-Filling“, kurz TDF, bezeichnet. Die Kapazität der TDF-Anlage von bis zu 8 t/Tag verteilt sich auf zwei Fertigungslinien. Eine Linie steht für die wasserbasierende und eine Fertigungslinie für die lösemittelbasierende Produktwelt zur Verfügung.

Die wesentlichen Anlagenbereiche des im Demonstrationsvorhaben umgesetzten Fertigungskonzeptes werden nachstehend detaillierter erläutert.

Im Einzelnen sind das die Bereiche:

- Rohstoffannahme, Transfer, Lagerung und Molchtechnik
- Molchleitungssysteme und -konzepte
- Automatikfertigung der Basen
- Grundauffertigung der Farbpasten
- In-Plant-Tinting
- Abfüllung
- Direkte Rohstoffwiederverwertung im Prozess
- Behälterreinigungsanlage
- Abluftkonzept
- IT-Struktur
- TDF

4.3.1 Rohstoffannahme (Transfer und Lagerung) und Molchtechnik

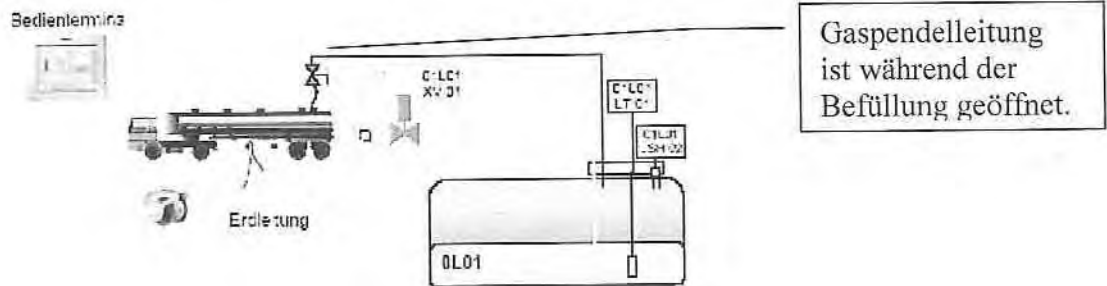
Bei der Rohstoffannahme wird großen Wert auf die umweltrelevanten Aspekte gelegt.

Das bedeutet u. a. das Vermeiden von Emissionen und aufwändigen Spülprozessen von Befüll- und Entnahmeleitungen.

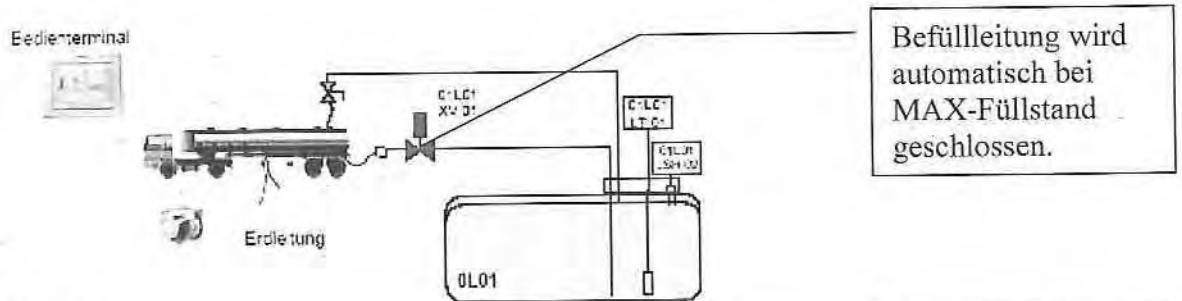
Das nachstehende Bild zeigt schematisch die Entladung eines mit Lösemittel beladenen Tanklastwagens.

10.3 ROHRVERBINDUNG AN DER ENTLADESTELLE

10.3.1 Befüllung bei Tank 01L01



10.3.2 Erreichung des Höchststandschalters



10.3.3 Ende

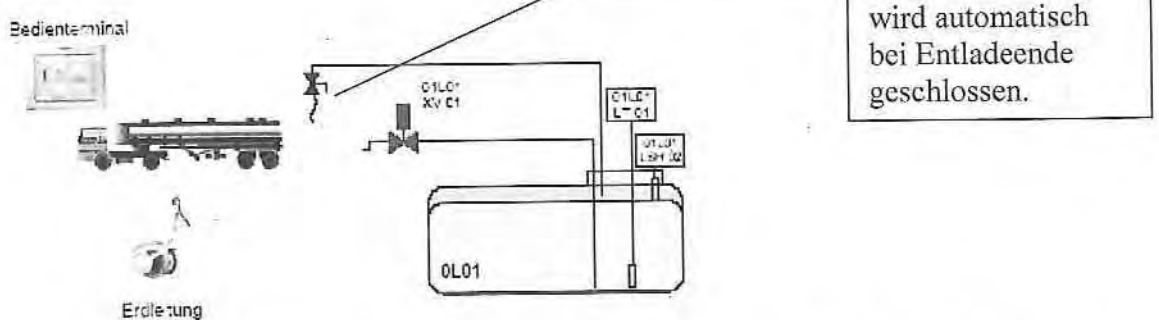


Abb. 10: Funktionsprinzip einer Gaspendelleitung am Beispiel der Lösemittelerdtanks

Wie aus Abbildung 10 erkennbar ist, gelangen keine Gase aus dem eigentlichen Befüllvorgang ins Freie. Die freigesetzten Emissionen aus der Schlauchan- und abkupplung können vernachlässigt werden. Die Erdtanks für die dünnflüssigen Lösemittel verfügen jeweils über eine separate Befüllleitung.

Das Prinzip der Gaspendingelung findet in der neuen Anlage nahezu bei allen Großbehältern seine Anwendung.

In der Abbildung 10 ist zu erkennen, dass ein Terminal den Bediener durch den Arbeitsprozess führt. Diese Art der Prozessorganisation zieht sich wie ein roter Faden durch die gesamte Fabrik.

Für die Bindemittelannahme sowie die weitere Förderung in der Produktion, greift das Konzept der molchbaren Rohrleitungen.

In der Abbildung 11 wird ein Befüllvorgang des Lagertanks 03B08 gezeigt.

Es handelt sich hierbei um eine Tankgruppe für wasserbasierte Bindemittel.

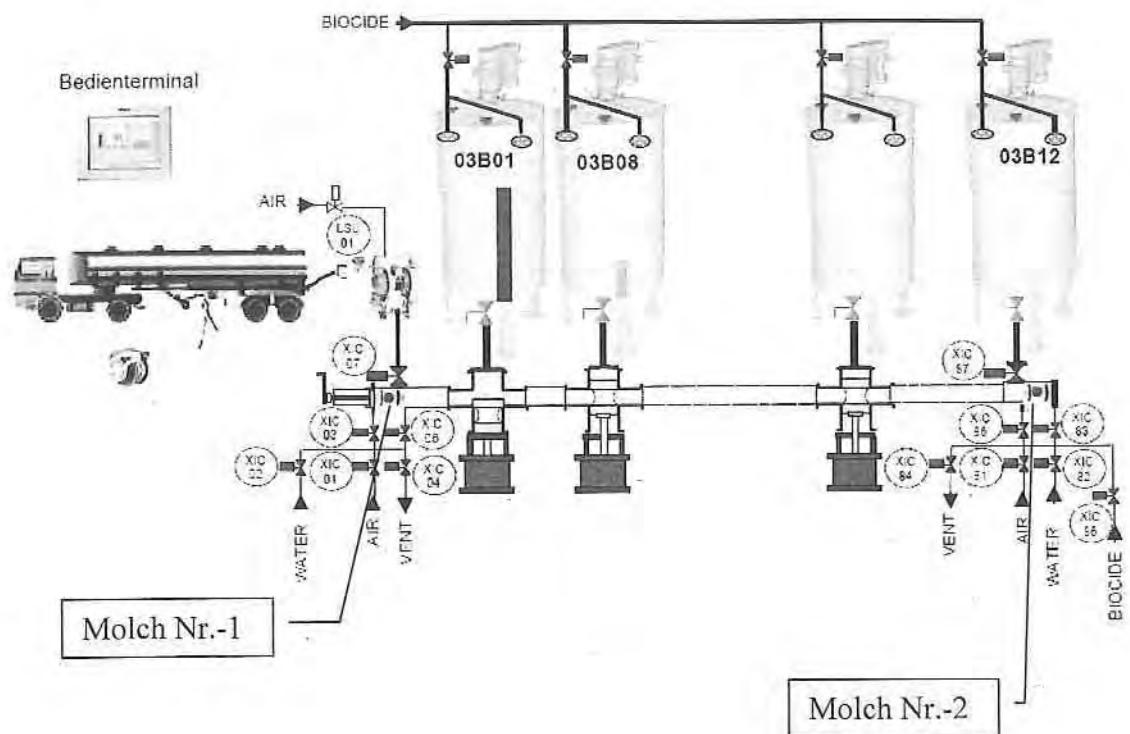


Abb. 11: Beginn einer TKW Entladung, die Molche sind in der „Grundstellung“

Abbildung 12 zeigt den Start des Entladevorganges und damit die Befüllung des Lagertanks 03B08.

Bei der Tankbefüllung wird die gesamte Molchleitung mit Produkt gefüllt und das Bodenventil des Zieltanks geöffnet.

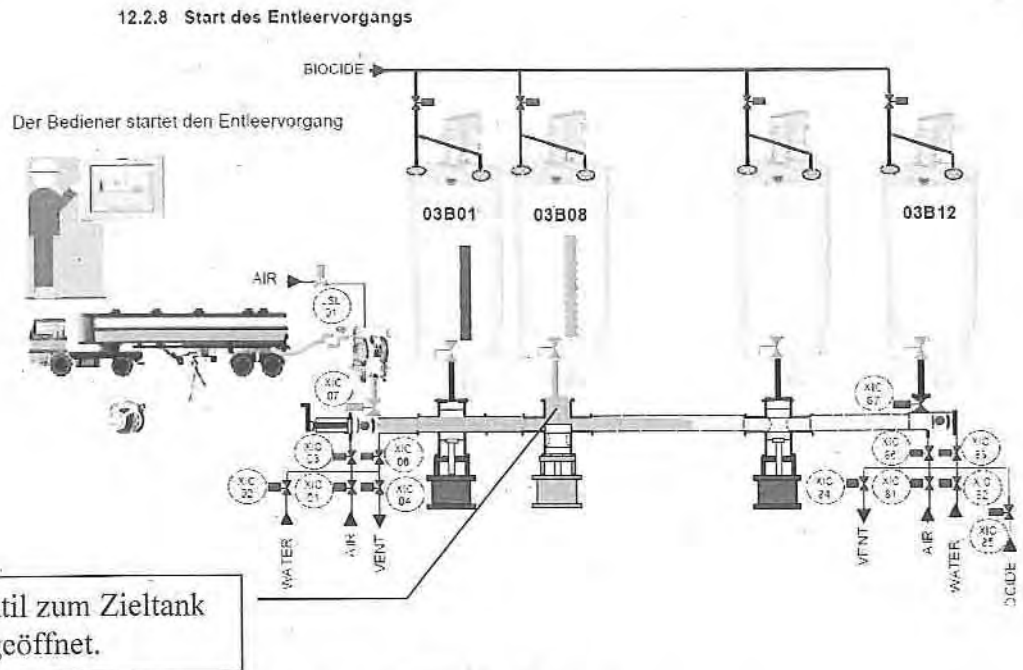


Abb. 12: Molchleitung bei einer TKW Entladung

Ist der Entladevorgang beendet, so werden die beiden Molche vorangetrieben und dadurch das Produkt aus der Leitung in den Zielbehälter gepresst. Dies ist in Abbildung 13 dargestellt.

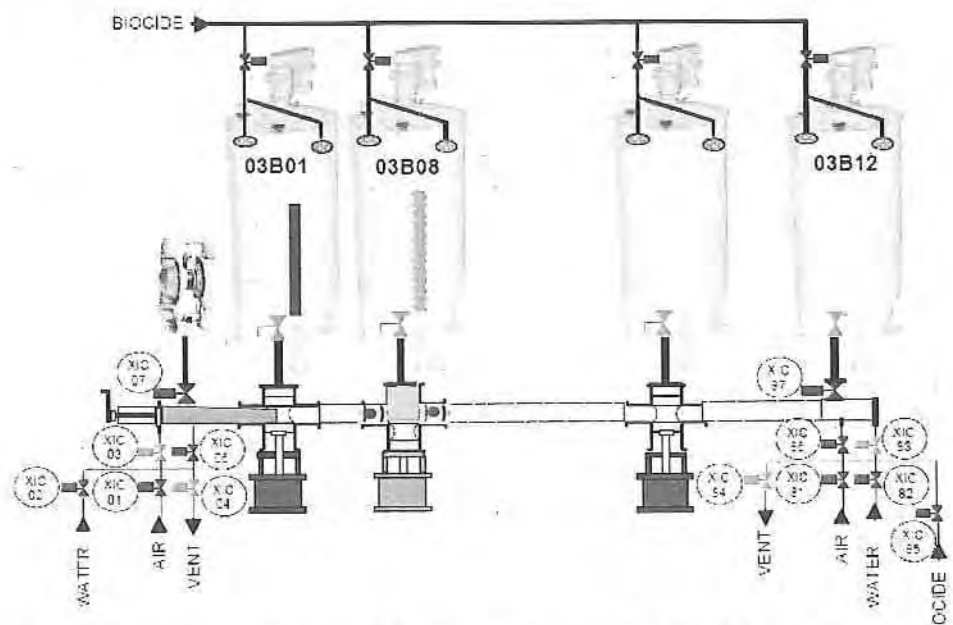


Abb. 13: Molchleitung bei einer Leitungsentleerung nach TKW Entladung

Anschließend gibt es eine Reinigungssequenz, indem ein Reinigungsmedium zwischen den beiden Molchen platziert wird. In der Produktion ist dieses Reinigungsmedium im Regelfall eine aus dem Rezept vorkommende Komponente. Es entstehen dadurch nahezu keine Abfälle und Materialverluste.

In Abb. 11, 12, 13 ist noch ein weiteres Verfahrenshighlight der neuen Fertigungstechnologie für emissionsfreie und emissionsarme Beschichtungsstoffe zu erkennen. Bei der hier gezeigten Behältergruppe aus dem Bereich der wasserbasierenden Bindemittel ist erkennbar, dass die Behälter eine Biozidkopfraumbesprühung besitzen. Durch diese Maßnahme kann eine gezielte Konservierung/Desinfektion des Behälterkopfraumes durchgeführt werden. Der hygienische Zustand der Anlage kann somit auf einem sehr hohen Standard gehalten werden. Bezogen auf das Endprodukt bedeutet dies sogar, dass mit einer minimalen Absolutkonzentration an bioziden Wirkstoffen ausgekommen werden kann.

In der neuen Fabrik ist der ökologische und ökonomische Aspekt konsequent in Einklang gebracht worden. Daher wird in allen wesentlichen Prozessschritten die Molchleitungstechnik eingebunden. Für das hier konkret betrachtete Vorhaben bedeutet dies, dass insgesamt fünfzehn Molchleitungen mit einer Gesamtlänge von 1.100 m installiert sind. Äquivalent hätten hierzu 15.000 m Standardrohrleitungen verlegt werden müssen.

Die Molchtechnik wird im neuen Produktionskonzept bei JWO in folgenden Bereichen eingesetzt:

- Transfer von flüssigen und pastösen Rohstoffen
- Produktion
- Abfüllung

Die Vorteile gegenüber Standardleitungen sind:

- geringer Materialverlust
- einfache Reinigung
- Minimierung von Produktverschleppung „Kreuzkontamination“
- Erhöhung der Betriebshygiene
- Einsparung von Investitionen für mehr Einzelleitungen

Die wesentlichen Umweltentlastungen, die durch die Molchtechnik generiert werden, sind ein nahezu materialverlustfreier Produkt-/Komponententransfer sowie eine drastische Reduktion von Spülaufwendungen.

Das folgende Berechnungsbeispiel verdeutlicht, welche Umweltentlastungen durch die Molchtechnik, im Vergleich zur Nutzung einer Einzelleitung, zu erreichen sind.

Annahme:

Rohrleitungsdurchmesser: 100 mm
Rohrleitungslänge: 50 m
=> Volumen in der Rohrleitung: 392,70 Liter

Aus der Praxis hat sich gezeigt, dass Einzelleitungen bei „kompatiblen“ Komponenten etwa mit dem 5-fachen Volumen der Rohrleitung gespült werden müssen. Um die nun mit Spülmedium gefüllte Leitung für die nächste Förderung nutzen zu können, muss diese mit ca. der dreifachen Rohrleitungsvolumenmenge des Fördergutes nachgespült werden. Dieses Fördergut ist nicht mehr zu verwenden und muss entsorgt werden, um keine Verfälschung der Förderkomponente zu erhalten.

Der hieraus entstehende Materialverlust beträgt ohne den Einsatz der Molchtechnik:

- 1 x das Rohrleitungsvolumen mit der Förderkomponente (a)
- 5 x das Rohrleitungsvolumen mit dem Spülmedium (b)
- 3 x das Rohrleitungsvolumen mit der neuen Förderkomponente (c)

Aus o. g. Beispiel ergeben sich daraus für einen Rohrleitungsbelegungszyklus folgende Materialverluste:

~ 392,70 Liter der Förderkomponente (a)
~ 1.963,50 Liter Spülmedium (b)
~ 1.178,10 Liter der Förderkomponente (c)

~ 3.534,30 Liter Verlustmenge

Die Verlustmengen bei der Nutzung einer Molchleitung (DN 100) betragen für einen Rohrleitungsbelegungszyklus:

~ 10,00 Liter Förderkomponente
~ 100,00 Liter Spülmedium

~ 110,00 Liter Verlustmenge

4.3.2 Herstellung der standardisierten Basen

Bei der Basenfertigung ist zwischen den transparenten und den weißen Basen zu unterscheiden.

Das Herstellungsverfahren für die farblosen Basen (speziell für die Lasurenproduktion) beschränkt sich weitestgehend auf ein Homogenisieren von flüssigen Rohstoffen und pastösen Zwischenprodukten (so genannte Halbfertigfabrikate).

Bei den weißen, oder besser gesagt bei den mit Pulverkomponenten versetzten Basen, bedarf es einer zusätzlichen Dispergierung.

Das konventionelle Verfahren wurde bereits umfänglich unter Punkt 3.1 beschrieben.

Die im neuen Verfahren eingesetzte Dispergiertechnik ist ein energieeffizientes Inline Dispergiervfahren aus dem Hause Netzsch Feinmahltechnik.

Abb. 14 zeigt den Dispergierapparat PSI-MIX, Abb. 15 und 16 vergleicht die Energiebilanzen der klassischen Dissolverdispergierung mit dem PSI-MIX-Inline-Verfahren (Quelle: Netzsch).

Abb. 14 Darstellung der bei JWO eingesetzten Dispergiertechnik (PSI-MIX)



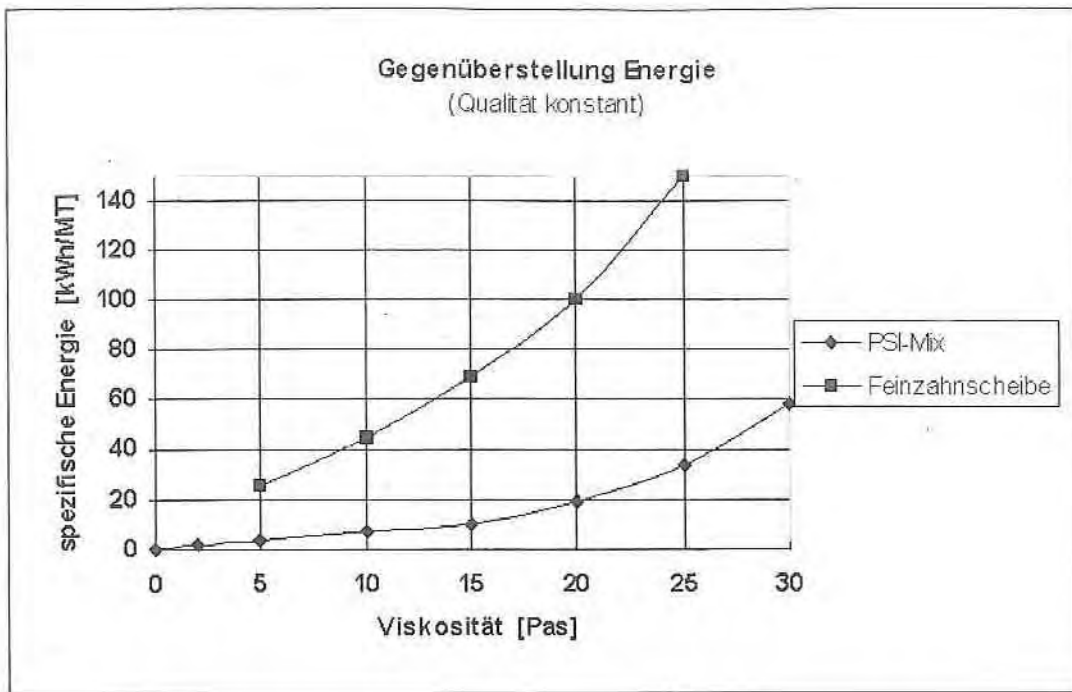


Abb. 15: Energievergleichsdiagramm „PSI-MIX“ zu „Feinzahnscheibe“

Aus Abbildung 15 sind eindeutig die energetischen Vorteile der neuen Technologie ersichtlich.

Für ein 10 t Batch eines weißen Wasserlacks bedeutet dies folgendes:

| PSI-MIX Inline | Dissolver Feinzahnscheibe |
|---|---|
| Installierte Leistung: 55 kW | Installierte Leistung: 200 kW |
| Auslastung: 65 % | Auslastung: 100 % |
| Arbeitsweise: Zirkulation | Arbeitsweise: Ansatzbehälter |
| Dispergierzeit: 1 h 10 min | Dispergierzeit: 1 h 30 min |
| Energie Verbrauch: 42 kWh | Energie Verbrauch: 300 kWh |
| Energie pro Tonne: 4,2 kWh/t | Energie pro Tonne: 30 kWh/t |
| Ergebnis: besser Standard, Viskosität etwas höher | Ergebnis: Standard |
| Endtemperatur: 28 °C | Endtemperatur: 73 °C |

Abb. 16: Beispielkalkulation Energievergleich „PSI-MIX“ zu „Feinzahnscheibe“

4.3.3 Grundauffertigung standardisierter Farbpasten

Das Herstellungsverfahren der Farbpasten erfolgt im Wesentlichen dem unter 3.1 beschriebenen Fertigungsverfahren, d. h. flüssige, pulvrige und pastöse Komponenten werden gemäß Abb. 17 zusammengeführt.

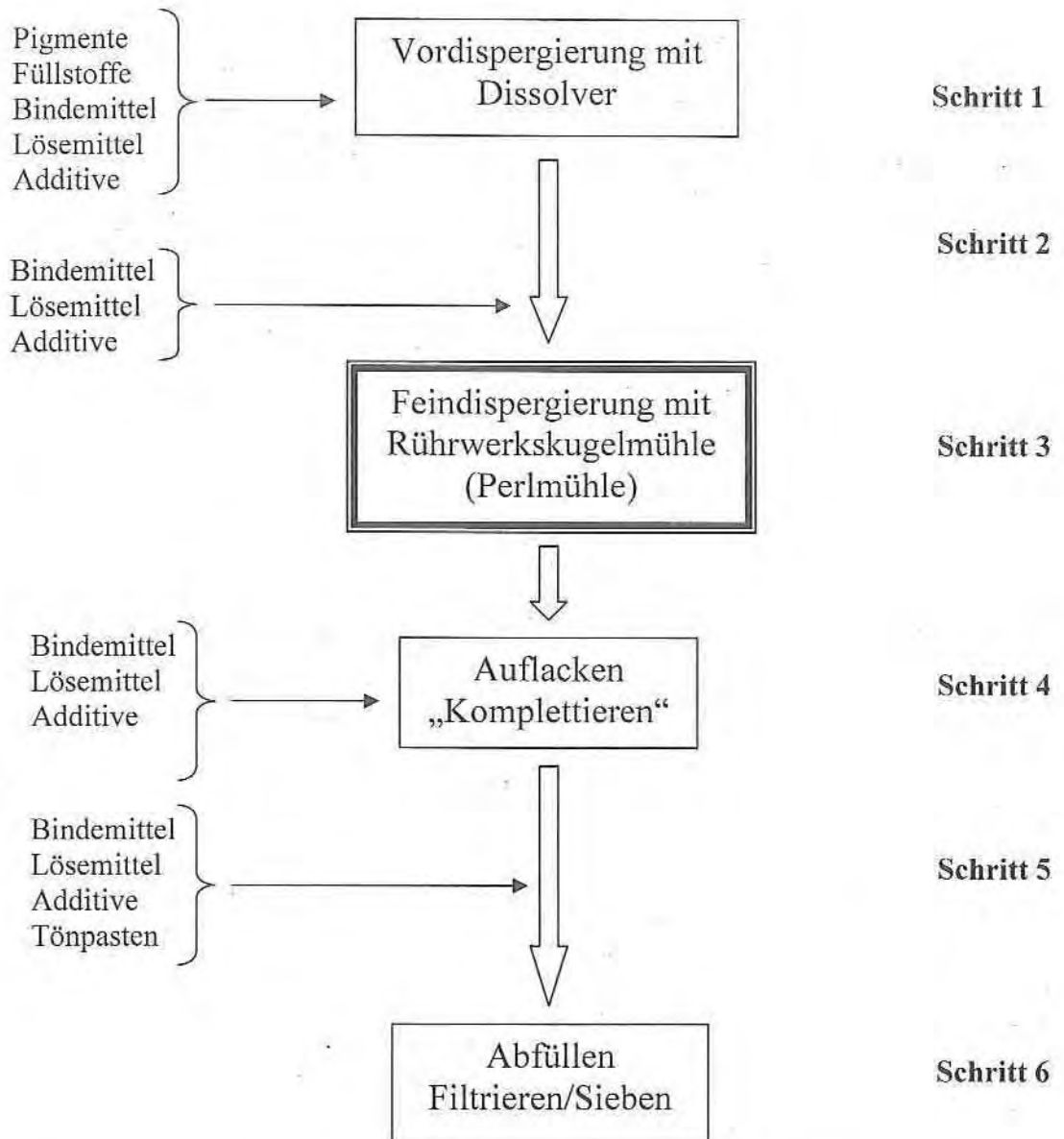


Abb. 17: Prozessfließschema Lackherstellung „von-Grund-auf-Fertigung“

Schritt 1 = Vordispersierung, Schritt 2 = Mahlgutvorbereitung
Schritt 3 = Feindispersierung, Schritt 4 = Chargenkomplettierung
Schritt 5 = Korrekturinstellung auf Endspezifikation
Schritt 6 = Abpackung bzw. Umlagerung

Die gewählte technische Ausführung in der neuen Fabrik setzt jedoch neue Maßstäbe im Hinblick auf:

- Vermeidung von Lösemittlemissionen
- Vermeidung von Staubemissionen
- Steigerung der Arbeitsergonomie
- Steigerung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes
- Prozesssicherheit und Abfallvermeidung

Abbildung 18 zeigt zwei nebeneinanderstehende Rohstoffdosierstationen für das Dosieren in beweglichen Behältern.

Gut zu erkennen ist, dass die gesamte Konstruktion auf die Minimierung von Emissionen ausgerichtet ist. Die Behälter sind mit geteilten und abnehmbaren Deckeln versehen und haben einen runden Innendeckel, der auf den Durchmesser des Dosierkopfes abgestimmt ist. Somit ist während der Dosierung nur ein geringer Teil des Behälters geöffnet.

Durch eine derartige Konstruktion wird ein Großteil der Emissionen vermieden. Die restlichen Emissionen werden lokal abgesaugt.

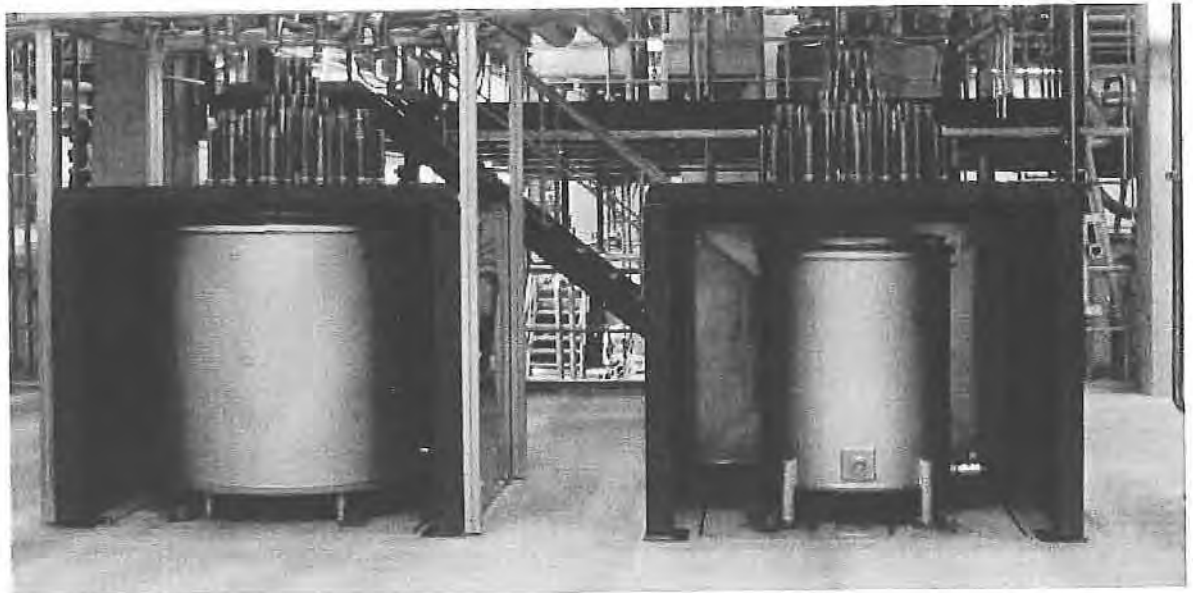


Abb. 18: Zwei Rohstoffdosierstationen für bewegliche Behälter

Die Pulverzugabe während der Dissolverdispersion erfolgt aus einem Pulvercontainer. Dieser Container wird für den Prozess auf ein Podest mit Plattformwaage gestellt. Der Pulvereintrag und die Dissolverregelung erfolgt über die Steuerungssoftware. Somit ist eine effiziente und

reproduzierbare Fahrweise gegeben. Ausschuss, Nacharbeiten und Abfälle/Emissionen werden somit minimiert.

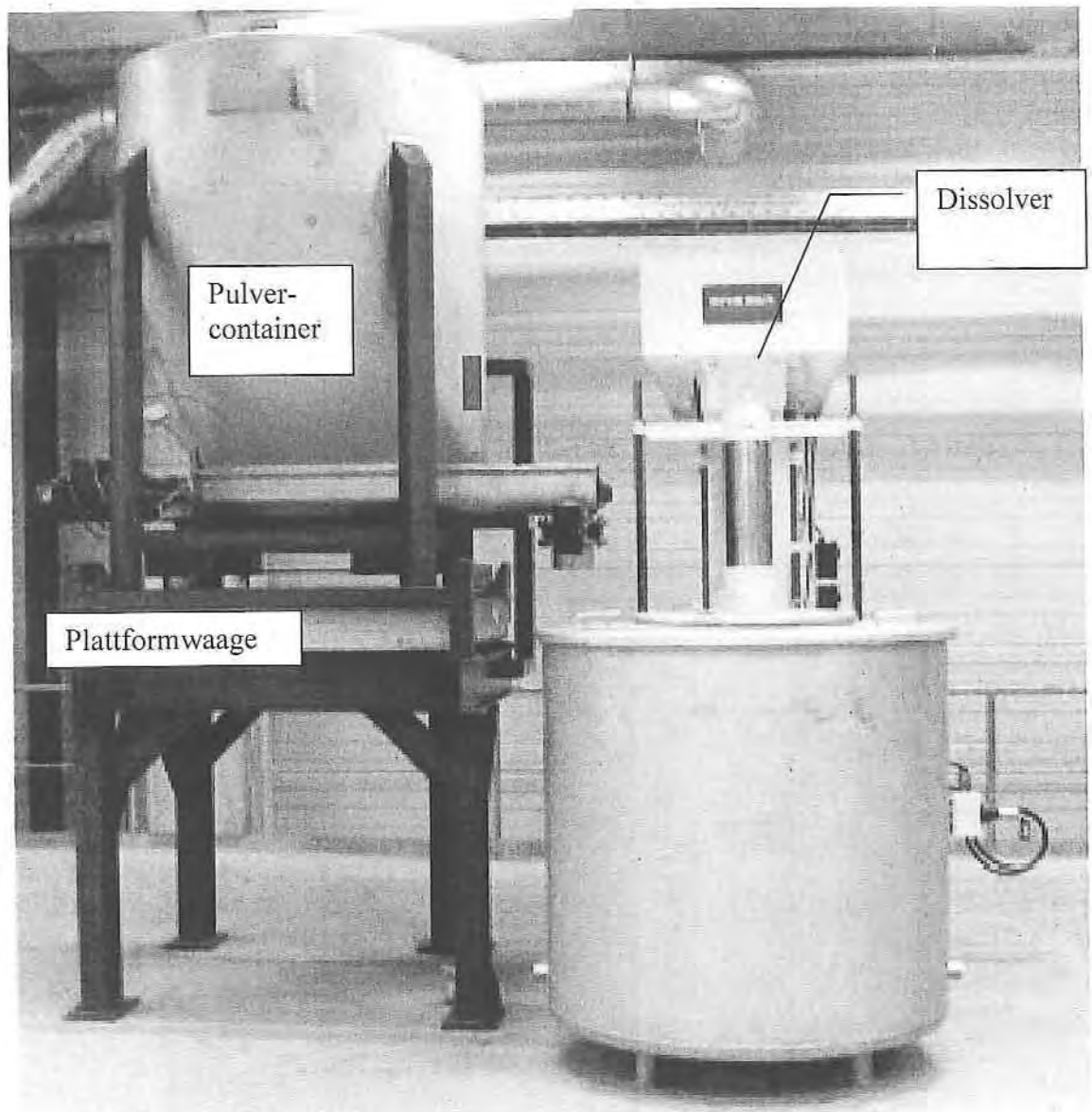


Abb. 19: Standdissolver, Pulvercontainer, Plattformwaage in Gestell

Die Befüllung der Pulver/Pigmentcontainer erfolgt für Sackware manuell bzw. in der zweiten Ausbaustufe pneumatisch aus den Feststoffsilos.

Da sich die gesamte Fabrikation auf drei Ebenen aufteilt, wird für die Beladung der Pulvercontainer folgendes Konzept angewandt:

Bei den speziell konzipierten Befüllstationen auf der Ebene 3 wurde sowohl der Absaugung als auch der Arbeitsergonomie einen hohen Stellenwert zugeordnet. Ein Leersackverdichter wurde direkt in die Unit inte-

griert. Staubemissionen können so durch Leersackhandling minimiert werden.

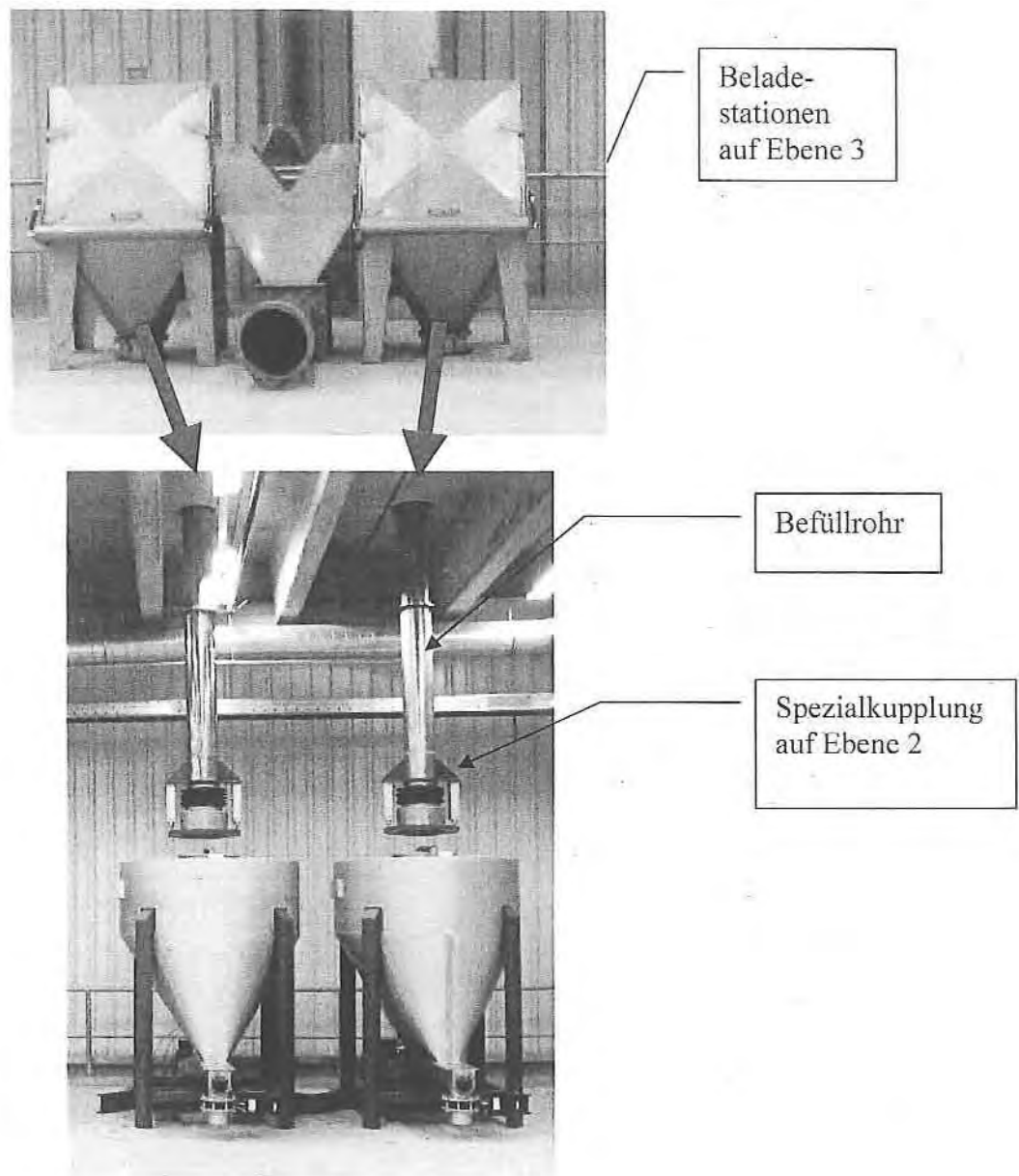


Abb. 20: Pulvercontainer und deren Beladungsstation

Die Abb. 20 zeigt zwei unter den Andockstationen positionierte Pulvercontainer. Zur Vermeidung von Staubemissionen ist zwischen dem Fallrohr (Befüllrohr) und dem Pulvercontainer eine Spezialkupplung mit lokaler Absaugung installiert.

4.3.4 IN-PLANT-TINTING

Die Begrifflichkeit des IN-PLANT-TINTING umschreibt das hochgenaue und reproduzierbare Dosieren von standardisierten Basen und Farbpasten (s. 4.3.2 und 4.3.3) zur Herstellung farbiger Fertigprodukte. Mit dem IN-PLANT-TINTING werden im Wesentlichen Batchgrößen von 300 - 1.500 kg hergestellt.

Technologiegedanke „In-Plant-Tinting“

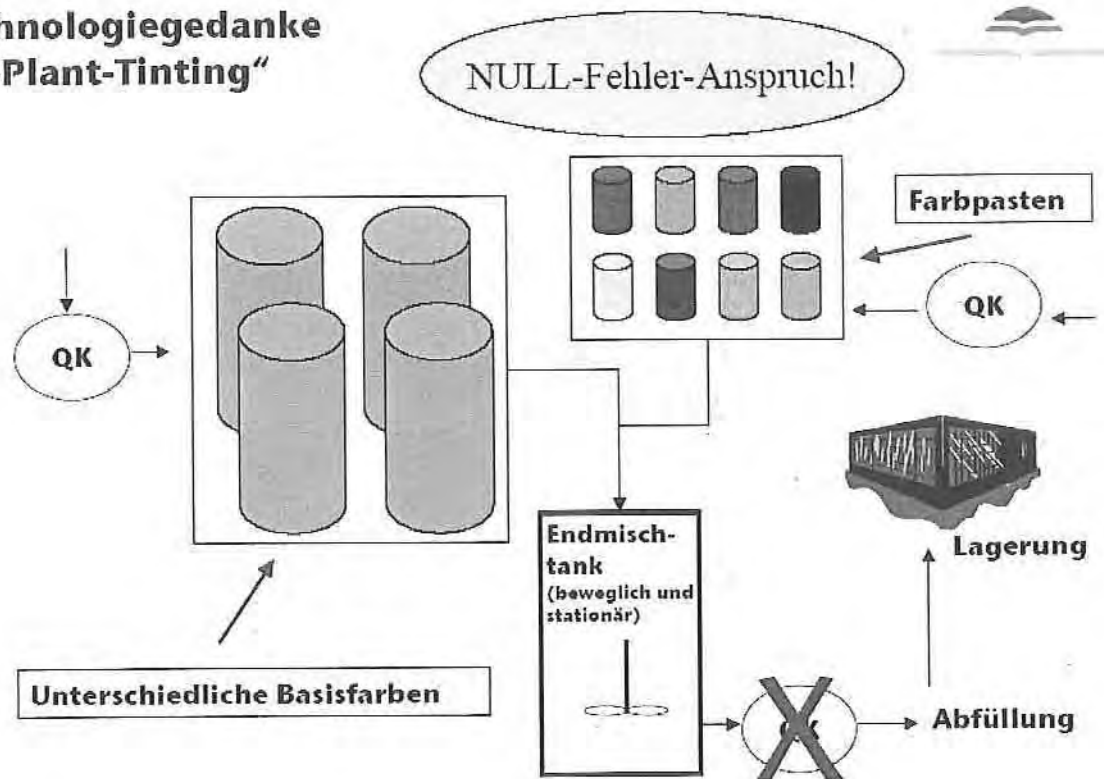


Abb. 21: Prozessbeschreibung „In-Plant-Tinting“

Der in Abb. 21 dargestellte Prozessablauf lässt erkennen, dass eine Qualitätskontrolle/Qualitätskorrektur nur noch bei der Herstellung der Halbfertigfabrikate (Basen und Farbpasten) stattfindet. Hierdurch ergibt sich eine sehr kurze Herstellzeit für das Endprodukt. Bei der herkömmlichen Fertigungsmethode kann eine Charge ohne weiteres eine Gesamtdurchlaufzeit von mehreren Tagen haben. Dies liegt insbesondere an zeitaufwändigen Korrektur- und Kontrollzeiten.

Abbildung 22 zeigt eine IN-PLANT-DOSIERSTATION für das Dosieren von Halbfertigfabrikaten in beweglichen Behältern.

Wie bereits in 4.3.3 Herstellung der Farbpasten (Halbfertigfabrikate) erläutert, sind auch hier die Behälter mit einem runden Innendeckel versehen, der auf den Durchmesser des Dosierkopfes abgestimmt ist.

Während der Dosierung ist somit nur ein geringer Teil des Behälters geöffnet und ein Großteil der Emissionen wird vermieden. Die restlichen Emissionen werden lokal abgesaugt.

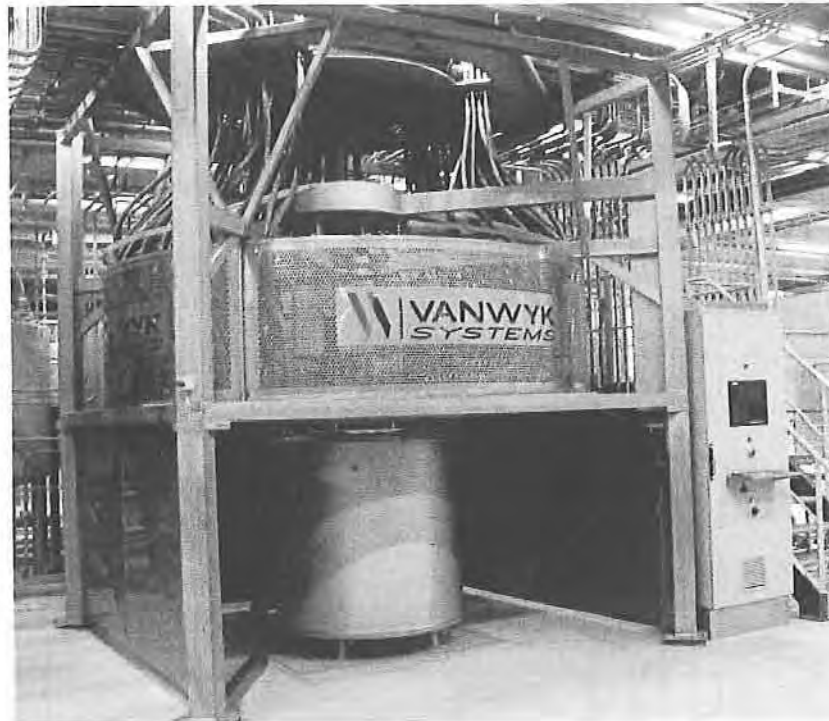


Abb. 22: Eine der zwei In-Plant-Dosierstationen

Nach Abschluss der Dosierung werden die dosierten Komponenten lediglich noch mittels speziell konzipierter Mischunit homogenisiert.

4.3.5 Abfüllung

Die Gestaltung des gesamten Abfüllbereiches steht unter den Aspekten:

- hohe Flexibilität
- geringe Materialverluste
- geringe Emissionen
- geringe Spülaufwendungen
- hoher Bedienerkomfort/belegloser Informationsfluss

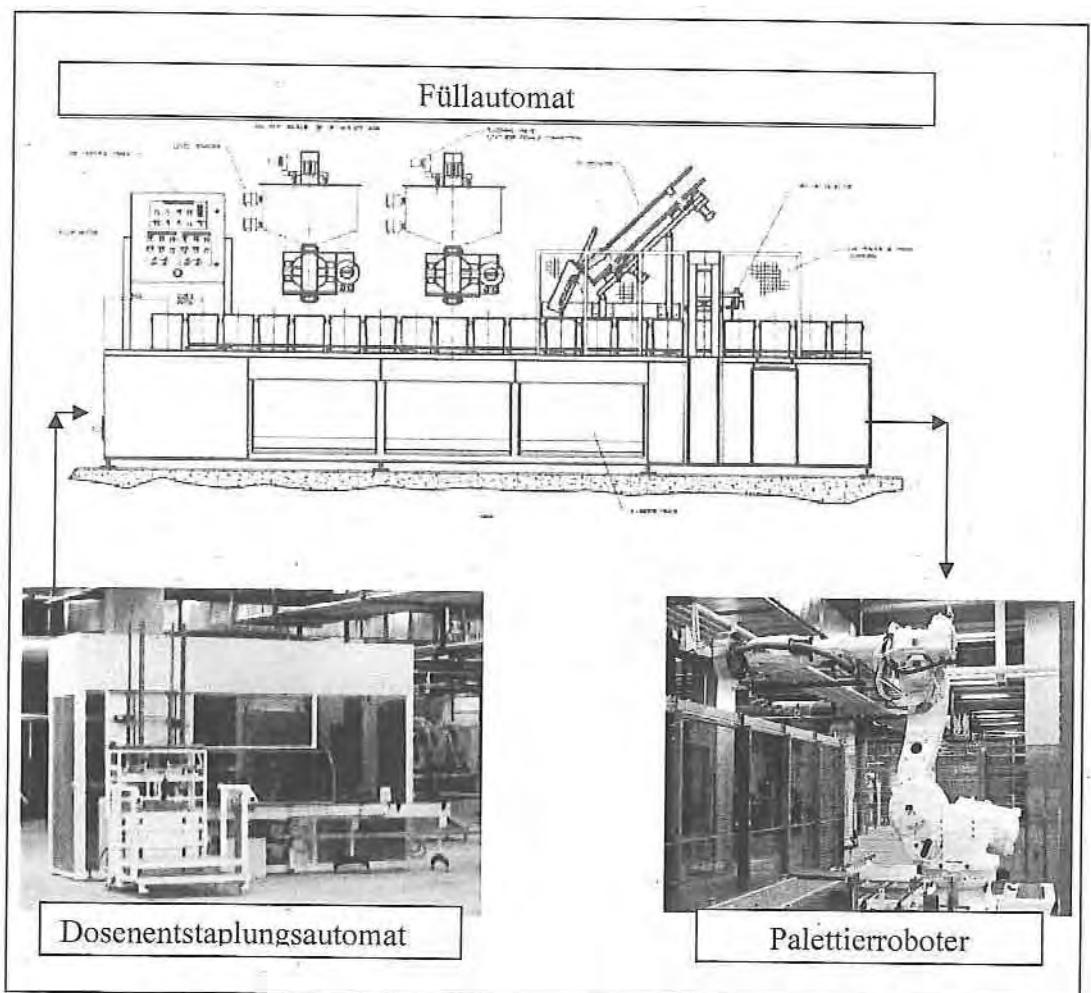


Abb. 23: wesentliche Komponenten einer Abfülllinie

Abbildung 23 zeigt die drei Hauptkomponenten einer Abfülllinie. Der Materialfluss der Gebinde ist von links nach rechts.

Links beginnt der Gebindeentstapler. Es folgt die eigentliche Füllereinheit und abschließend der Palettierroboter. Eine Vielzahl von kleineren Komponenten befinden sich noch zwischen den Hauptkomponenten. Als „kleinere Komponenten“ gelten hier z. B. Transportbänder,

Checkweigher, EAN-Etikettendruck-Spende-Unit, Manteletikettierer, Dosenverpackungs-einheit etc.

Der Datentransfer ist zentral organisiert. Der Bediener wird durch seine Aufgaben geleitet. Der Informationsfluss ist beleglos.

In der Abfüllung werden ~ 90 % aller abzufüllenden Chargen mittels Molchleitungssystem transferiert (analog den anderen Bereichen der Fertigung). Abbildung 24 zeigt das Prinzip der Molchleitungen beim Einsatz in der Abfüllung.

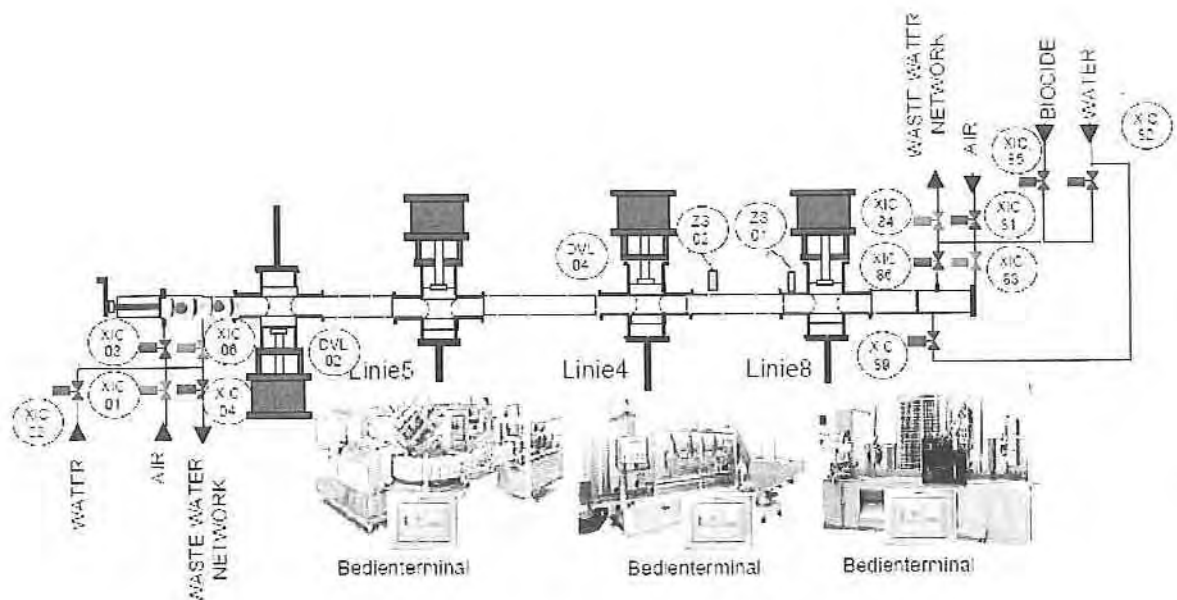


Abb. 24: Prinzipdarstellung Molchung zur Abfüllung

Die Vorteile von Molchleitungen wurden bereits an anderer Stelle dieses Berichtes erläutert (s. 4.3.1).

4.3.6 Direkte Rohstoffwiederverwertung im Prozess

Die anfallenden Spülmedien aus der Abfüllung und Produktion sind im Regelfall Rohstoffkomponenten, wie z. B. Testbenzine und werden weitestgehend wieder direkt im Prozess verwertet. Das bedeutet, dass die Spülmedien in gezielten Rezepturen eine Rohstoffkomponente darstellen. Durch diese Vorgehensweise werden ein Großteil der sonst in die Entsorgung gelangenden Spülmedien ressourcenschonend genutzt (geschlossener Prozess).

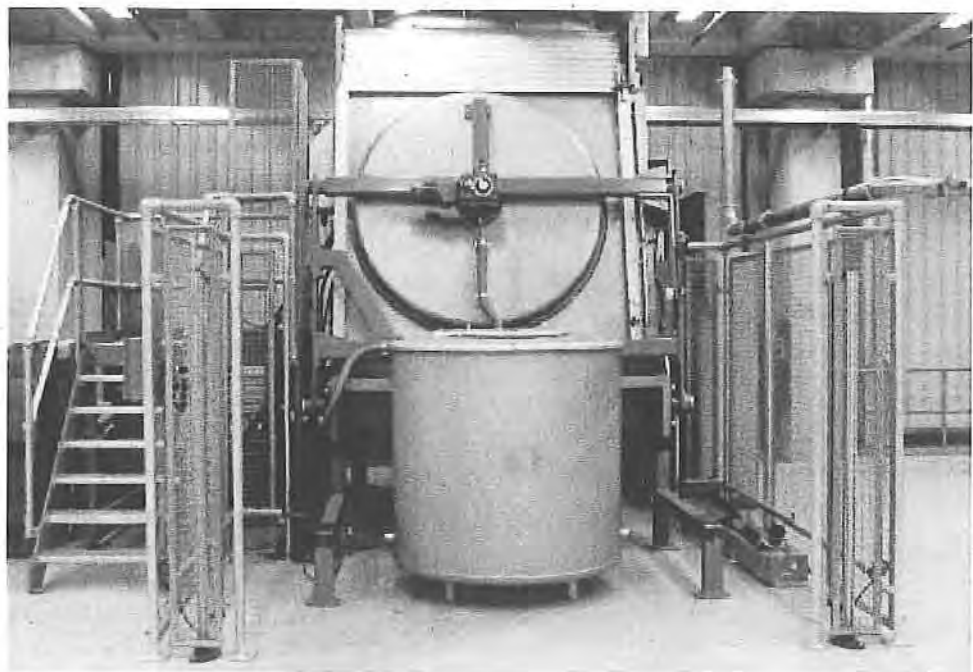
4.3.7 Reinigungsanlage für mobile Behälter und Kleinteile

Im konventionellen Verfahren werden lösemittelbasierende Produktionsbehälter mit organischen Lösemitteln gereinigt, wasserbasierende Behälter mit Wasser und Zusatzmitteln.

Die Konsequenzen sind im Regelfall extreme Emissionen von VOC auf der lösemittelbasierten Produktschiene und Anfall von Spülwasser auf der wasserbasierten Produktschiene. Für die wasserbasierende Einheit besteht zusätzlich die Gefahr der mikrobiellen Kontamination.

Im neuen Verfahren wird sowohl für die wasserbasierende als auch für die lösemittelbasierende Produktschiene als Reinigungsmedium eine 60° C warme 15%-ige NaOH-Lösung genutzt. Es sind zwei Waschmaschinen installiert, eine für Kleinteile (Schläuche, Behälterdeckel, Rührwerkzeuge etc.) und eine für die beweglichen Produktionsbehälter. Sowohl die Emissions- als auch die mikrobiologische Problematik wird so auf ein Minimum reduziert.

Die nachstehenden Abbildungen zeigen die Waschmaschine für die beweglichen Produktionsbehälter im neuen Prozess.



**Abb. 25: Waschmaschine für bewegliche Behälter im Waschvorgang
ein leerer Behälter steht vor der Maschine**

Abb. 25 zeigt die Waschanlage in geschlossener Position. Dies ist die gleiche Position, wenn der eingeschwenkte Behälter gereinigt wird.

Abbildung 26 und 27 zeigen das Ausschwenken des gewaschenen und getrockneten Behälters. In Abb. 27 ist zu erkennen, dass ein Rolltor automatisch die Maschinenöffnung bis zur nächsten Beladung verschließt.

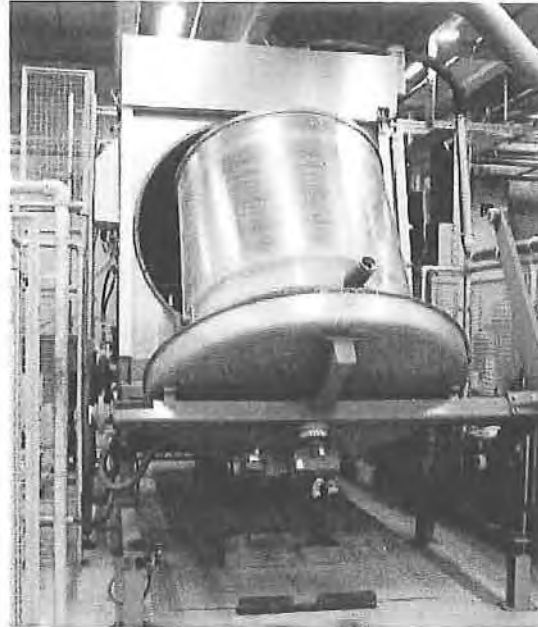


Abb. 26: Waschmaschine für bewegliche Behälter im Schwenkvorgang

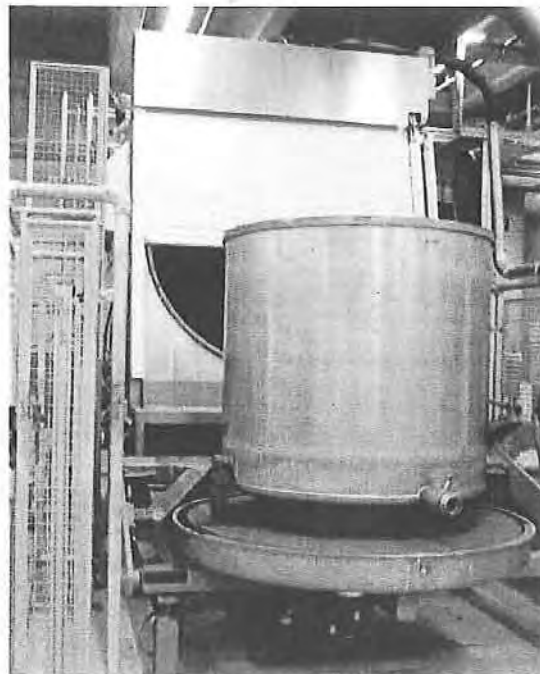


Abb. 27: Waschmaschine für bewegliche Behälter im Schließvorgang

4.3.8 Abluftkonzept

Das Konzept in der neuen Fabrik für die Prozessabluft folgt dem Leitgedanken:

„Emissionsvermeidung geht vor Emissionsbehandlung“

Einen großen Beitrag zur Emissionsvermeidung leistet JWO durch die Entwicklung von lösemittelfreien und -armen Produkten sowie durch den Einsatz geschlossener Systeme im Produktionsprozess. Als Beispiel sei hier das bereits vorne geschilderte Gaspendelverfahren zwischen den unterschiedlichen Behältereinheiten (s. Abb. 10) genannt.

Weitergeführt wurde das „Prinzip der geschlossenen Anlage“ auch bei den stationären Behältern, so dass lediglich beim Öffnen des Deckels durch eine entsprechende Mechanik lokal abgesaugt werden muss (Abb. 28 und 29).

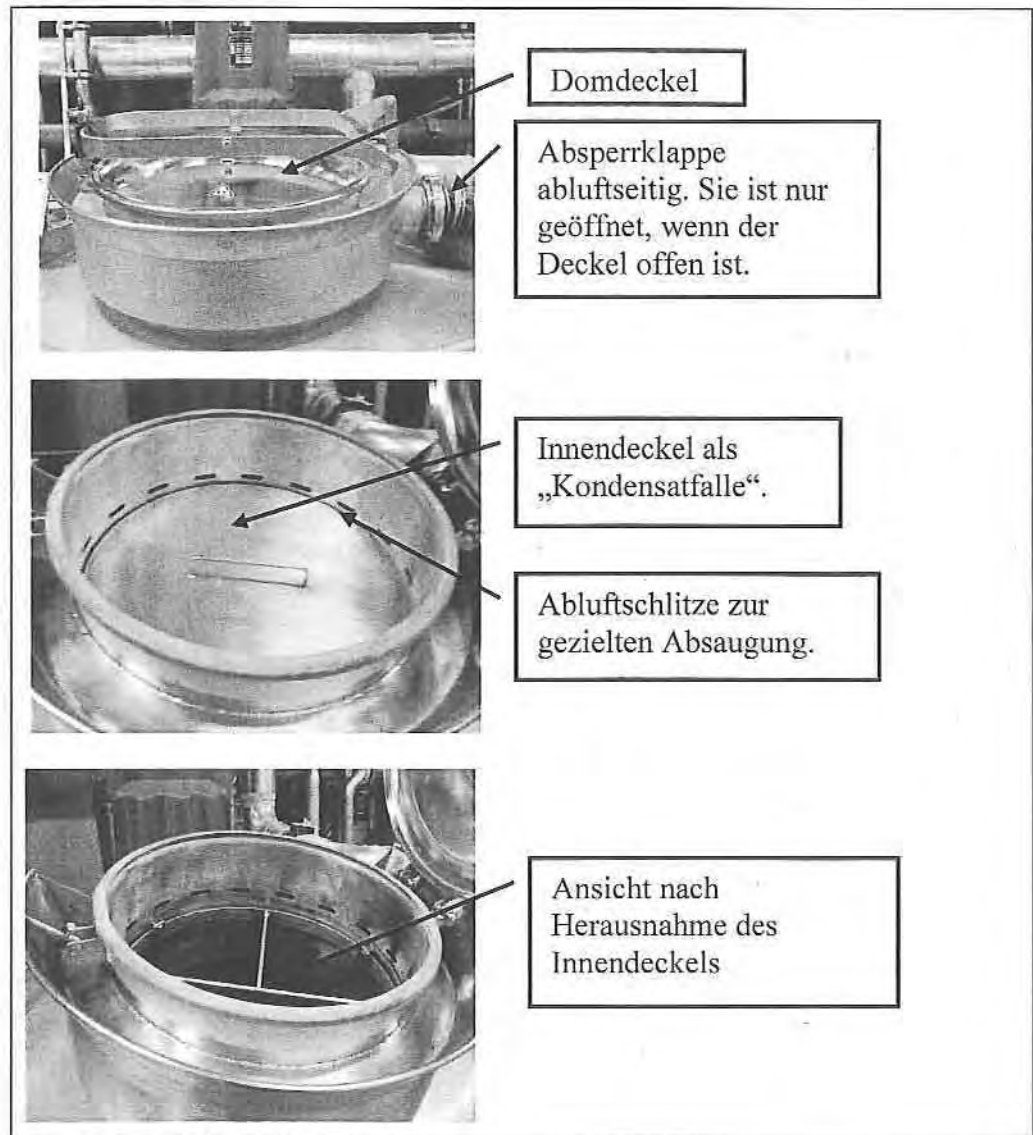


Abb. 28: Domdeckel und deren Abluftsystem

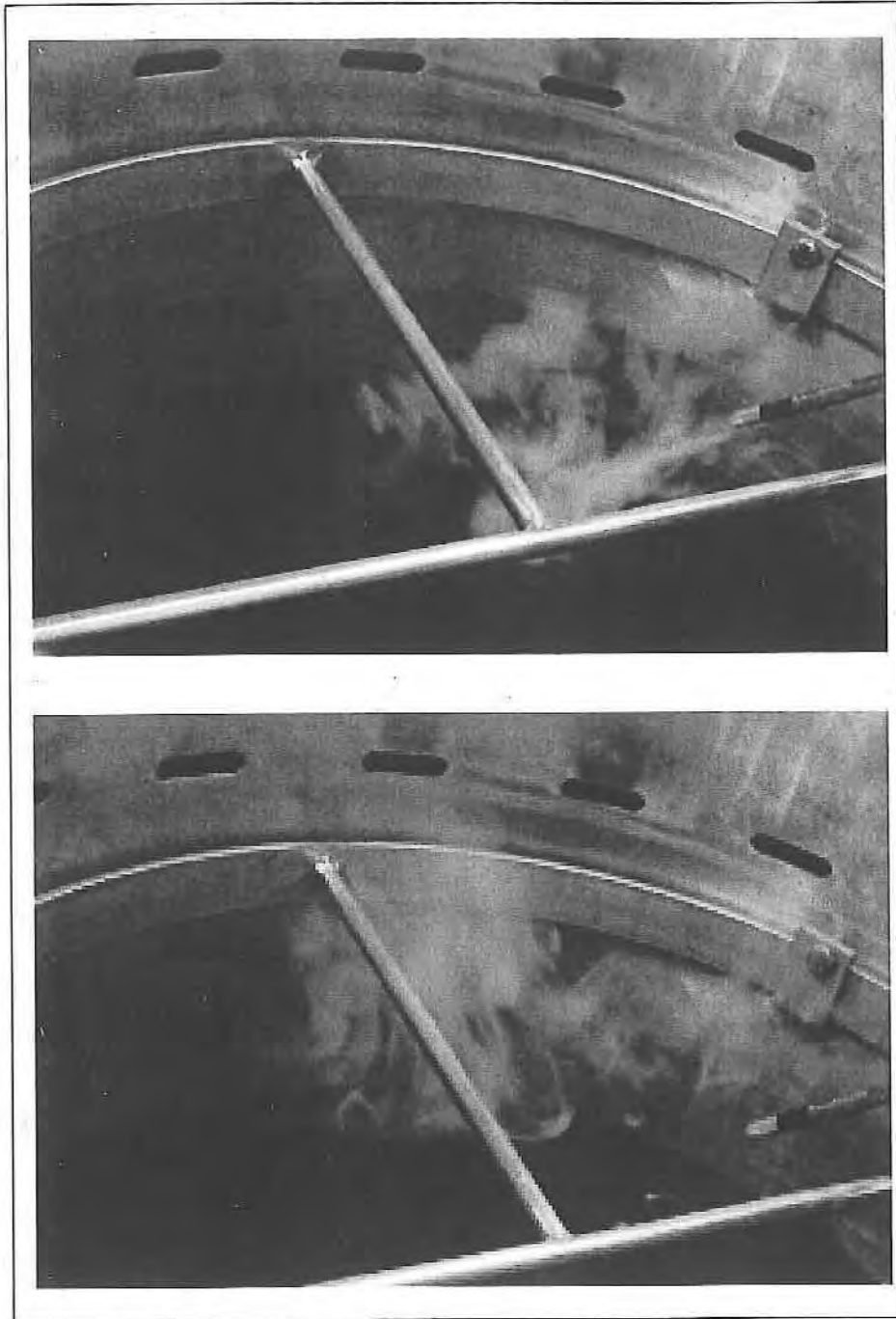


Abb. 29: Domdeckelrandabsaugung , Zeitrafferaufnahme

Abb. 29 zeigt die sehr gute Funktionalität der Randabsaugung. Mit Hilfe eines zu Demonstrationszwecken verwendetes Rauchröhrchen ist die direkte Rauchbewegung zu den Absaugschlitzen erkennbar. Die Bilder wurden im Zeitabstand von einem Bruchteil einer Sekunde aufgenommen.

4.3.9 IT-Struktur

In Abb. 30 ist die installierte EDV-Struktur in der neuen Fabrik erkennbar.

Das zwischen dem ERP- und dem MES-System installierte Kurzzeitplanungstool stellt eine sehr wichtige Größe in der Ablaufoptimierung dar. Das Tool ist nicht nur aus ökonomischer sondern auch aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung. Eine falsche „Produktionsroute“ kann z. B. die Spülprozesse dramatisch nach oben treiben und damit der Anfall unnötiger Abfall- und Verlustmengen nach sich ziehen.

Kurz gesagt kann dieses Tool als ein „Navigations- bzw. Routenplaner“ bezeichnet werden.

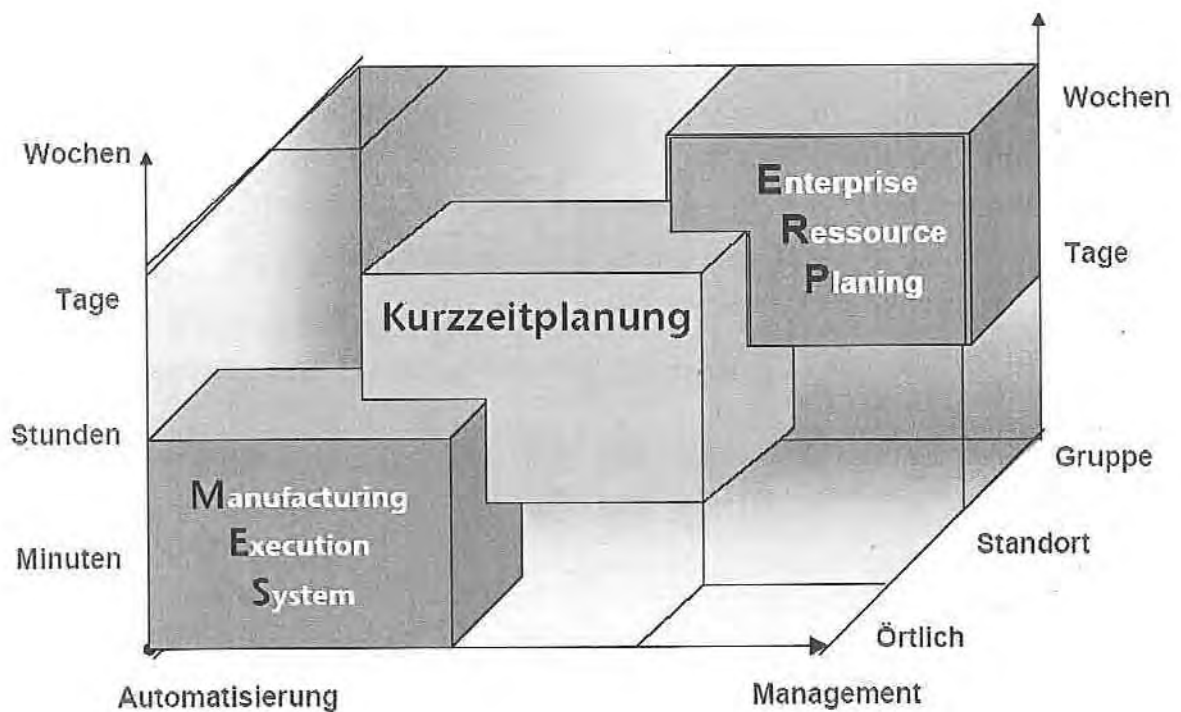


Abb. 30: IT-Struktur

Zur Steigerung der Prozessökonomie gibt es eine Vielzahl von Vorortterminals. An diesen Terminals findet der Mitarbeiter die für seinen Arbeitsprozess relevanten Informationen. Somit wird der Mitarbeiter nicht mit unnötigen Arbeitspapieren belastet und kann sich auf die eigentliche Aufgabe konzentrieren. Diese Maßnahme ist ein weiterer Schritt zur Steigerung der Prozessqualität.

4.3.10 TDF

Den technologischen Höhepunkt in der neuen Fabrik stellen die TDF-Anlagen dar. *TDF* steht hier für *Tinting-During-Filling*. Gemeint ist die Befüllung der leeren Verkaufsverpackung mit den individuellen Halb-fabrikaten (Basen, Farbpasten).

Grundsätzlich folgt das hier genutzte Fertigungsverfahren den Regeln des In-Plant-Tinting, d. h. standardisierte Basen und Farbpasten werden reproduzierbar mit hoher Genauigkeit dosiert. Anschließend wird das Produkt in den Verkaufsverpackungen mittels Biaxialmischer homogenisiert.

Das TDF-Konzept findet seine Anwendung bei Bedarfsmengen kleiner 300 kg Fertigprodukt. Bei dem TDF-Verfahren wird direkt in das Verkaufsgebilde dosiert. Die möglichen Verpackungsgrößen sind aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten von 0,25 Liter bis 6,0 Liter begrenzt.

Abbildung 31 zeigt das Funktionsprinzip der TDF Linien.

Es wurde jeweils eine Linie für wasserbasierende und eine für lösemittelbasierende Produkte installiert.

JWO-Technologiegedanke Am Beispiel TDF (Tinting During Filling)

Gebindegrößen

0,25 - 6 Liter

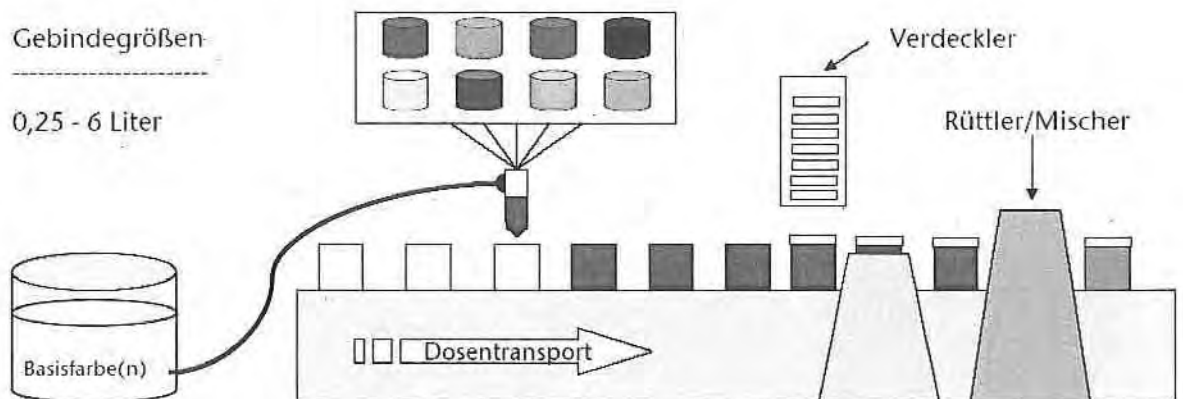


Abb. 31: Funktionsprinzip einer TDF Anlage ohne Verpackung/Palettierung

Abb. 32 zeigt die beiden TDF-Linien, im Vordergrund ist das Ende der Linien erkennbar (Mischer).

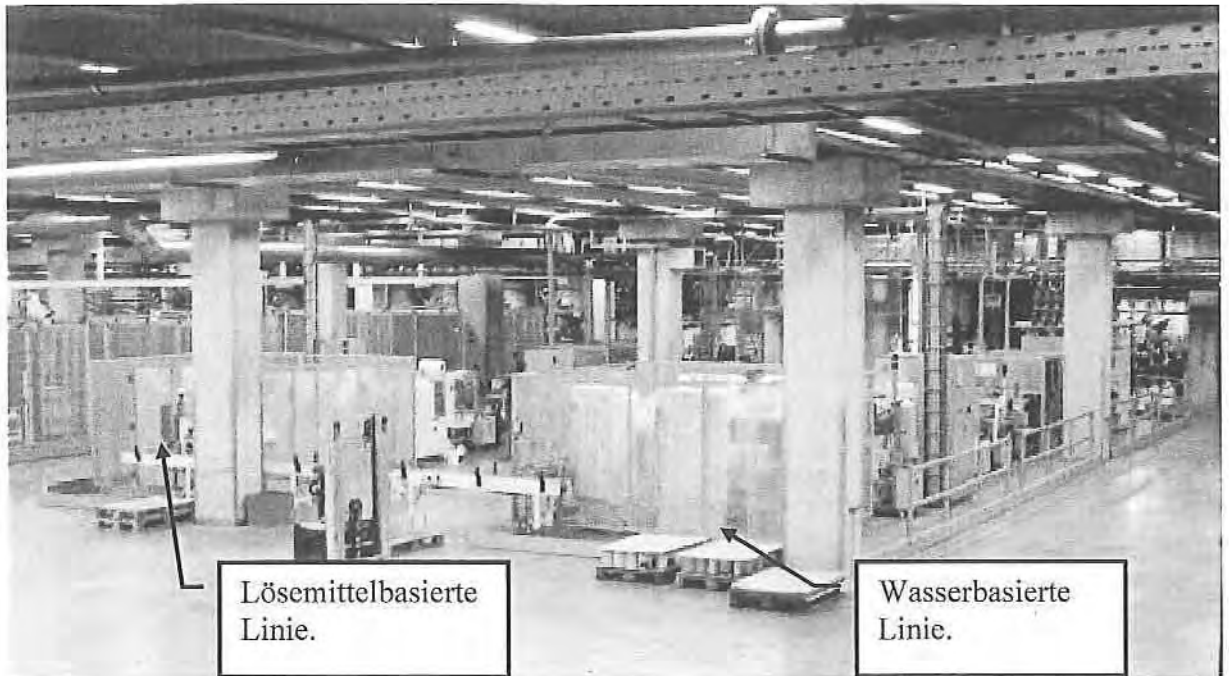


Abb. 32: Blick auf die beiden installierten TDF-Linien

Abb. 33 zeigt eine der beiden TDF-Linien im Detail.

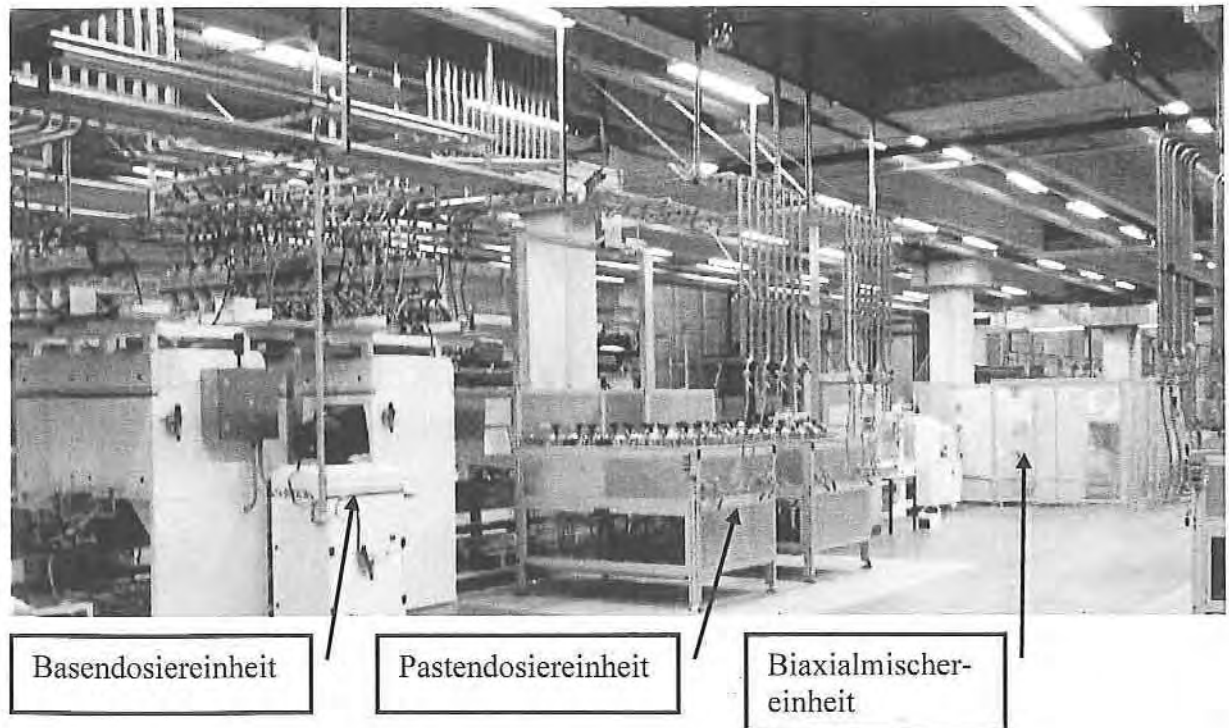


Abb. 33: Detailblick auf eine der beiden TDF-Linien

4.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigung)

Da JWO bereits seit vielen Jahren den konsequenten Weg verfolgt, moderne und damit umweltfreundliche Beschichtungsstoffe herzustellen und zu vertreiben, bleiben die Gesamtlösemittelmengen unter 25 t/Tag. Hieraus ergab sich in Abstimmung mit den genehmigungsrelevanten Behörden, dass für die neue Fabrik keine Genehmigung nach der 4. BImSchV notwendig war bzw. gar nicht statthaft gewesen wäre. Die Genehmigung beschränkte sich damit auf ein Bauantragsverfahren.

5. Durchgeführte Untersuchungen und erzielte Ergebnisse

5.1 Arbeitsplan und -schritte

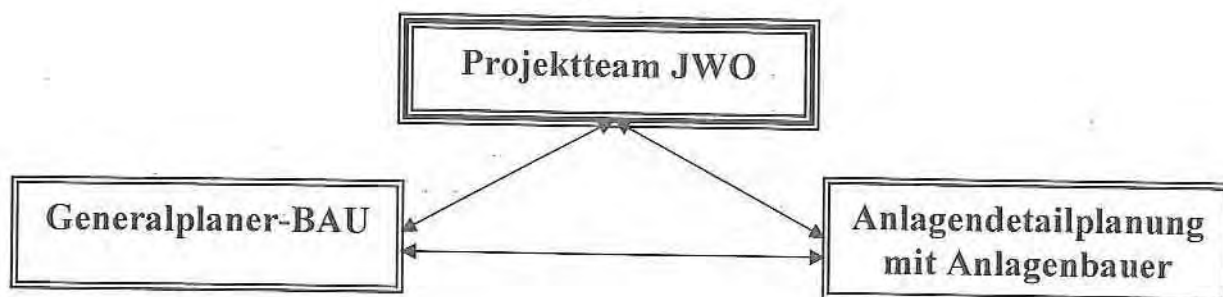


Abb. 34: Projektorganisation

Die Planungshistorie startete mit der Erstellung einer Projektskizze im JWO-Expertenteam. Nach der Erstellung des Planungshandbuches erfolgte eine Ausschreibung in der Unterteilung nach BAU und Anlagentechnik. Nach einer Vorentscheidung für den GU-Anlagenbau wurde mit diesem eine Anlagendetailplanung zur Prozess- und Kostensicherheit aufgeschaltet. Organisierte Projektbesprechungen zwischen den Bereichen BAU, Anlagentechnik und dem JWO-Projektteam waren konsequenter und notwendiger Projektbestandteil nach Auftragsvergabe.

5.2 Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage/Verfahren

Im gesamten Projekt stellte sich erwartungsgemäß heraus, dass der gebäudetechnische Bereich einfacher zu organisieren war. Die Komplexität bei der Anlagentechnik war um ein Vielfaches höher. Ebenfalls war erkennbar, dass die permanente Prozessausrichtung bei dem Anlagenbauer durch den Projektleiter JWO unerlässlich war.

Eine weitere Schwierigkeit im Projekt hatte sich durch die in 2004/2005 ergebene „Edelstahlknappheit“ ergeben. Es kam zu zeitlichen Verzügen und zu Anspannungen in der Kostenstruktur.

Die gesamte Projekthistorie lässt sich in die folgende Meilensteinbetrachtung unterteilen:

- | | |
|--|---------------------|
| - Erstellung eines Projekthandbuches | Jan. - Juni 2002 |
| - Ausschreibung und deren Auswertung | bis Anfang 2003 |
| - zusätzliche Anlagendetailplanung | Anfang - Mitte 2003 |
| - Bau-/Installationsphase und Inbetriebnahme | bis Mitte 2006 |

5.3 Erfassung und Dokumentation der Betriebsdaten

Die Durchführung von Versuchen und die damit verbundenen Dokumentationen waren recht umfangreich, wie z. B.:

- Aufbau und Durchführung von Versuchsreihen hinsichtlich der Produktverträglichkeit der neuen Rezeptmodule wie Basisfarben, Farbkonzentrate und Farbpasten
- Aufbau und Durchführung von Versuchsreihen hinsichtlich der Farbtonstabilität und weiterer wichtiger Eigenschaften der neuen Rezeptmodule (wie Basisfarben, Farbkonzentrate und Farbpasten)
- Aufbau und Durchführung von Versuchsreihen hinsichtlich der Produktionsparameter der neuartigen Großchargenproduktionsanlage für Basisfarben (Inline-Dispergierung)
- Aufbau und Durchführung von Versuchsreihen hinsichtlich der Dosiergenauigkeit und Leistungsfähigkeit der Inplant-Tinting-Anlagen
- Aufbau und Durchführung von Versuchsreihen hinsichtlich der Dosiergenauigkeit und Leistungsfähigkeit der TDF-Anlagen
- Messung und rechnerische Ermittlung der Emissionen
- Erfassung des Verbrauchs an Einsatzstoffen
- Erfassung der Abfallmengen

5.4 Auswertung der erzielten Ergebnisse

Die gesamte Produktpalette der wasser- und lösungsmittelbasierenden Lacke und Lasuren ist entsprechend der modularen Produkt- und Produktionsphilosophie erfolgreich neu entwickelt und rezeptiert worden. Für alle betroffenen Artikel sind neue Arbeitspläne für die neue Verfahrenstechnik erarbeitet worden.

Der Erfolg der neuen Verfahrenstechnik kann technisch, wirtschaftlich und ökologisch belegt werden. Schwierigkeiten und Hemmnisse sind vor allem in der Durchführungsplanung der recht komplizierten Verfahrenstechnik aufgetreten, z. B. in der Andienung sämtlicher Einsatzkomponenten in geschlossenen Systemen wie z.B. der Molchleitungen der Abfüllung.

Gemäß der Zielsetzung konnten folgende Aufgabenstellungen nicht realisiert werden:

- Die automatische In-Line-Labelmaschine, die die Gebindeetiketten fertigungsindividuell (farbig) druckt und

appliziert. Es war durch JWO auch international kein Hersteller zu finden, der den projektspezifischen Anforderungen erfüllen konnte.

- Die Befüllung der kleinsten Gebindegrößen ab 125 ml auf den TDF-Anlagen.

Die dafür erforderlichen extrem hohen Dosiergenauigkeiten konnte keine der anbietenden Firmen für alle Rezepturen realisieren (speziell unter Berücksichtigung des Kosten-Nutzen-Verhältnis).

6. Umwelentlastung durch innovatives Verfahren und deren wirtschaftliche Betrachtung

6.1 Umwelentlastung durch den innovativen Prozess und innovativer Produkte

Aufgrund der vorhergegangenen Erläuterungen dieses Berichts wird nahezu selbsterklärend deutlich, dass ein Vergleich der konventionellen Verfahren zur Farb- und Lackherstellung mit dem neuen, von JWO entwickelten Konzept über eine absolute Input-Output-Bilanz nicht möglich ist.

Die mit dem Projekt erreichten Ziele wie die

- Erhöhung der Rezeptanzahl,
- Steigerung der Artikelanzahl,
- lagerunabhängige, farbtongenaue Just-In-Time Herstellung,
- Umwelentlastung,
- Kostensenkung,

sind mit dem konventionellen Verfahren unter ökologisch und ökonomisch vertretbaren Rahmenbedingungen nicht erreichbar.

Eine vergleichbare Referenzanlage ist den Berichtsaotoren nicht bekannt.

Bei der folgenden Betrachtung ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der Einfahrphase der gesamten Produktionslinie einschließlich der Inbetriebnahme der TDF-Anlage und der Marktgegebenheiten in 2006, eine Gesamtauslastung der neuen Anlage von ca. 45 % erreicht ist.

Basierend auf die im Hause JWO seit mehr als einem halben Jahrhundert vorliegenden Prozessenerfahrungen in der Herstellung und Formulierung von Bautenanstrichsystemen ist es den Projektaotoren gelungen, mittels Äquivalenzfaktoren eine Korrelation zwischen den beiden Verfahren zu erstellen. Es wird dabei versucht, eine in sich selbst erläuternde und leicht nachvollziehbare Darstellungsform zu finden.

Key-Facts

Totale Output-Kapazität der Altanlage 70 t/Tag

wasserbasierende Output-Kapazität *bis 50 t/Tag*

lösemittelbasierende Outputkapazität *bis 50 t/Tag*

Totale Output-Kapazität der Neuanlage „Stufe-I“ 150 t/Tag

wasserbasierende Output-Kapazität bis 90 t/Tag
 lösemittelbasierende Outputkapazität bis 60 t/Tag

Totale Output-Kapazität der Neuanlage „Stufe-II“ 300 t/Tag

wasserbasierende Output-Kapazität bis 260 t/Tag
 lösemittelbasierende Outputkapazität bis 60 t/Tag

Verkaufsfähige Output-Kapazitäten:

| | Anzahl der Chargen | Anzahl der Artikel |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Altanlage | ~ 15 pro Tag | ~ 100 pro Tag |
| Neuanlage Ausbaustufe-I | ~ 170 pro Tag | ~ 950 pro Tag |
| Neuanlage Ausbaustufe-II | ~ 255 pro Tag | ~ 1.400 pro Tag |

Die umweltrelevanten Aspekte der TDF-Linien sind im Hinblick auf die Emissionen in der Praxis noch beeindruckender als zuvor angenommen. Staubemissionen sind nicht vorhanden und VOC-Emissionen lediglich an der lösemittelbasierten TDF-Linie messbar. Wie jedoch aus den nachstehenden Messergebnissen in Abb. 35 erkennbar ist, sind die Werte eher als ein verstärktes Grundrauschen in der Hallenluft anzusehen was damit eine zu vernachlässigende Emissionsquelle darstellt.

Tabella 25: Produktion auf der TDF-Anlage am 10.08.2006

| Zeit [h:min] | TDF-Anlage |
|--------------|---|
| 10:00-13:00 | Abfüllung von 76 * 2,5 Literdosen Buntlack aromatenfrei |
| 13:15 -14:30 | Abfüllung von 40 * 2,5 Literdosen Buntlack aromatenfrei |
| 15:00-17:00 | Abfüllung von 40 * 2,5 Literdosen Buntlack aromatenfrei |

Tabella 26: Organisch gebundener Kohlenstoff in der Raumluft der neue Produktion TDF-Anlage bei der Herstellung von Buntlacken am 10.08. und 20.10.2006

| Messparameter | Raumluft vom 10.08.06 | Raumluft vom 20.10.06 | Einheit |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Messzeit von-bis | 13:28-17:24 | 15:05-15:21 | [h:min] |
| Mittelwert | 3,5 | 3,3 | [mg C/m³] |
| Minimum | 2,2 | 2,1 | [mg C/m³] |
| Maximum | 10,0 | 5,0 | [mg C/m³] |

Die TRGS 900 und die angegebenen Grenzwerte beziehen sich auf einen 8-stündigen Arbeitstag. Bei einem Mittelwert von 3,5 mg C/m³ kann davon ausgegangen werden, dass die TRK-Werte während des Messzeitraumes, sicher eingehalten waren

Abb. 35: Auszug aus einem offiziellen Messbericht.

In der nachstehenden VOC-Kalkulation und Bilanz haben die Berichtsaufsteller die wesentlichen Umweltentlastungseffekte dargestellt. Für die Berechnung der VOC-Einsparungen wurden zur Vereinfachung folgende konservative Annahmen herangezogen:

Sowohl in der Alt- als auch in der Neuanlage wird der Lösemittel Gesamtanteil von 25 t/Arbeitstag nicht überschritten.

Die max. Tonnage lösemittelbasierender Fertigprodukte beträgt in der Altanlage 50 t in 24 Stunden.

Die max. Tonnage an lösemittelbasierenden Fertigprodukten in der Neuanlage beträgt max. 60 t pro Tag. Während einer Emissionsmessung in der Neuanlage wird jedoch eine Tonnage von ~ 60 t in ~ 10 Stunden gefertigt. Diese Vorgehensweise dient als Worst-Case-Szenario im Hinblick auf die „provokierbaren“ Emissionen. Somit dient dies als Berechnungsbasis für die Neuanlage.

Sowohl für das konventionelle als auch das innovative Verfahren wird der VOC-Massenstrom von 0,5 kg/h angesetzt. Der Massenstrom ist die über die Kamine abgegebene VOC-Emission. Die Gesamtbetrachtung bezieht sich auf 280 Betriebstage/Jahr und 150 t Fertigprodukt pro Betriebstag. Hieraus ergibt sich eine gesamte Fertigproduktmenge von 42.000 t pro Jahr.

VOC-Einsparungen aus der Produktanwendung aufgrund veränderter Rezepturen

Setzt man sowohl für die Alt- und die Neuanlage pro Tag maximal 25 t Lösemittel zur maximalen Ausbringungsmenge an Fertigprodukt ins Verhältnis, ergibt sich folgendes Bild:

ALT-Anlage:

$25 \text{ t Lösemittel} / 70 \text{ t Fertigprodukt} = 0,357 \text{ t Lösemittel/t Fertigprodukt}$

Bezogen auf eine Zieltonnage von 42.000 t/Jahr ergibt sich damit eine kalkulatorische Lösemittelmenge von: 14.994 t minus Schmutzlösemittelmenge aus Bilanz-I => $14.994 \text{ t} - 2.716 \text{ t} = 12.278 \text{ t}$.

NEU-Anlage:

$25 \text{ t Lösemittel} / 150 \text{ t Fertigprodukt} = 0,167 \text{ t Lösemittel/t Fertigprodukt}$

Bezogen auf eine Zieltonnage von 42.000 t/Jahr ergibt sich damit eine kalkulatorische Lösemittelmenge von: 7.014 t Schmutzlösemittelmenge aus Bilanz-I => $7.014 \text{ t} - 868 \text{ t} = 6.146 \text{ t}$

Somit ergibt sich folgende VOC-Reduktion aus der Anwendung:

$$12.278 \text{ t} - 6.146 \text{ t} = 6.132 \text{ t} \text{ bzw. um } \sim 50 \%$$

VOC-Minderung aus der Herstellung

ALT-Anlage:

$$\begin{array}{ll} \text{Betriebszeit/Tag x Massenstrom VOC} & = \text{VOC-Menge/Tag} \\ 24 \text{ Stunden/Tag x } 0,5 \text{ kg/Stunde} & = 12 \text{ kg/Tag} \end{array}$$

Bei 280 Betriebstagen pro Jahr ergibt sich eine Menge von:

$$280 \text{ Betriebstage/Jahr x } 12 \text{ kg/Betriebstag} = 3.360 \text{ kg/Jahr}$$

NEU-Anlage:

$$\begin{array}{ll} \text{Betriebszeit/Tag x Massenstrom VOC} & = \text{VOC-Menge/Tag} \\ 10 \text{ Stunden/Tag x } 0,5 \text{ kg/Stunde} & = 5 \text{ kg/Tag} \end{array}$$

Bei 280 Betriebstagen pro Jahr ergibt sich eine Menge von:

$$280 \text{ Betriebstage/Jahr x } 5 \text{ kg/Betriebstag} = 1.400 \text{ kg/Jahr}$$

Somit ergibt sich folgende VOC Reduktion aus der Herstellung:

$$3.360 \text{ kg} - 1.400 \text{ kg} = 1.960 \text{ kg} \text{ bzw. um } \sim 58 \%$$

Bilanz-I

Die auf der nächsten Seite dargestellte Bilanz-I stellt eine auf 150 t strukturbereinigte Hochrechnung dar. D. h. die „Chargen-/Artikelvielfzahl“ wurde auf das konventionelle Verfahren abstrahiert.

Bilanz-I

| Daten Umweltbelastung | Maßeinheit | Anlage | Anlage | Abweichung | Indikative Einsparung |
|---|------------|-----------|-----------|------------|---------------------------------------|
| | | ALT | NEU | | |
| | | [Menge] | [Menge] | [Menge] | [Euro] |
| Ressourcen | Maßeinheit | | | [Menge] | Indikativer Kostensatz pro Maßeinheit |
| | | | | [Menge] | [Euro] |
| 1 Entlastung Straßenverkehr | [km] | 340.667 | 188.100 | 152.567 | 0,22 € |
| | | | | | 33.565 € |
| 2 Reduzierung der Staubemissionen | [kg] | 786 | 90 | 696 | 3,50 € |
| | | | | | 2.442 € |
| 3 Reduzierung der Abfallmengen wie | | | | | |
| 3.1 Container | [kg] | 186.429 | 43.371 | 143.057 | 1,70 € |
| 3.2 Repa-Säcke | [kg] | 17.143 | 11.314 | 5.829 | 1,35 € |
| 3.3 Spülabwässer | [kg] | 5.600.000 | 2.800.000 | 2.800.000 | 0,02 € |
| 3.4 Schmutzverdünnung | [kg] | 2.716.071 | 868.436 | 1.847.636 | 1,10 € |
| 3.5 Lackschlamm | [kg] | 247.500 | 110.507 | 136.993 | 3,50 € |
| 3.6 Putzlappen | [kg] | 102.857 | 76.286 | 26.571 | 2,20 € |
| 3.7 Metall Dosen und -fässer | [kg] | 167.143 | 122.143 | 45.000 | 3,20 € |
| | | | | | 144.000 € |
| 4 Reduzierung des Energieeintrages | [KWh] | 780.763 | 108.535 | 672.228 | 0,13 € |
| | | | | | 87.390 € |
| Entlastung durch Verfahrensverbesserungen | | | | | |
| | | | | | 3.130.795 € |

Bei der vorstehenden Umweltentlastungsbilanz wurde die 2. Ausbaustufe (300 t/Tag) nicht berücksichtigt. Die Begründung hierfür liegt darin, dass noch nicht ausreichend validierte Daten zur seriösen Hochrechnung vorliegen.

Da der erfolgreich angelaufene Produktionsbetrieb einer ständigen Optimierung unterliegt, kann in den nächsten 1 - 2 Jahren von einer weiteren Steigerung der Umweltentlastung ausgegangen werden. Eine Abschätzung erachten wir an dieser Stelle als nicht zielführend.

6.2 Umweltentlastung durch energieeffiziente Gebäudetechnik

Im Sinne einer ganzheitlichen umweltorientierten Betrachtung des Projekts sei an dieser Stelle auch die technische Gebäudeausstattung erwähnt. Die sinnvolle Verbindung ökonomischer und ökologischer Aspekte sollte sich nicht nur durch Auswahl moderner Antriebstechniken bei den Herstell- und Abfüllanlagen niederschlagen, sondern auch durch die Ausstattung energieeffizienter Gebäudetechnik. So hat die Installation von Brennwerttechnik, Strahlungsheizungen und Wärme-Rückgewinnungssystemen dazu geführt, dass der Heizenergieverbrauch gegenüber der bestehenden Produktionsanlage um 100 kWh/ (m²*a) reduziert werden konnte.

6.3 Wirtschaftliche Betrachtung

Mit dem Neubau der Lackfabrik wurde von J.W. Ostendorf nicht nur der Schritt in eine neue Technologie vollzogen, sondern auch eine Werks-erweiterung durchgeführt. Die neue Lackproduktion wurde auf einem angrenzenden Grundstück zum bestehenden Werk in einer Halle mit einer Grundfläche von 10.000 m² errichtet. Neues und altes Grundstück sind durch eine Bahnlinie getrennt. Die Verbindung beider Werksteile erfolgt mittels einer neu gebauten Brücke. Die Brücke ist in zwei Ebenen unterteilt (eine für den Palettentransport und eine für den Personenverkehr). Weiterhin ist die neue Halle um eine Verwaltung und neue Mitarbeiterparkplätze ergänzt.

Ein Teil der neuen Fabrikhalle wird nun für ein Pufferlager genutzt. Dadurch ist es dem Unternehmen erstmals möglich, den Werksverkehr (Shuttle) in die Auslieferungsläger zu reduzieren.

Ein Teil der Gesamtinvestition steht nicht im direkten Zusammenhang zur neuen Technologie und ist damit nicht förderfähig. Das gesamte

Investitionsvolumen für alle Maßnahmen beträgt antragsgemäß 33.819.535,00 EUR. Tatsächlich sind am Ende 36.247.013,00 EUR aufgewendet worden. Gemäß Zuwendungsbescheid vom 6. November 2003 wurden 26.658.535,00 EUR als förderfähige Investitionen für die neue Technologie eingestuft. Von der Gesamtinvestition betreffen 16.303.065,00 EUR Gebäude und Außenanlagen und 19.943.948,00 EUR die Verfahrenstechnik für die neue Lackproduktion.

Mit der Investition sind deutliche Kosteneinsparungen verbunden, die bereits in 2006 realisiert worden sind. Weitere Optimierungen, die auch eine Änderung von Prozessabläufen bedingen, stehen noch aus und werden in den Jahren 2007 und 2008 erfolgen.

Zusammengefasst ergeben sich folgende Einsparungen:

| | € |
|---|------------|
| Prozesskosten | 3.544.282 |
| Direktversand | 704.758 |
| Lagerbestandsreduktion | 406.608 |
| Einsparung bei Rohstoffkosten und Entsorgung gemäß Bilanz I (ohne Straßenverkehr) | 400.000 |
| Summe | 5.055.647 |
| Investitionssumme | 36.247.013 |
| Amortisation in Jahren | 7,2 |

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, entsprechen sich die Ausbringungsmengen der Jahre 2004 und 2006 weitestgehend. Der Vergleich dieser Jahre bringt eine Annäherung der Kostenersparnis für die neue Fertigungstechnologie zu der alten.

Die neue Technologie ermöglicht es dem Unternehmen, Pasten, die bisher zugekauft worden sind, selber zu produzieren. Hiervon ist im Jahr 2006 ein Teil umgesetzt, der bereits ein Einsparvolumen von rund 0,5 Mio. € ermöglicht. Noch umzustellen ist die Pastenproduktion für Farbmischanlagen.

gen am POS (Point-Of-Sale). Die Ablösung dieses Zukaufsvolumens wird eine weitere Einsparung in Höhe von 1,5 Mio. EUR erbringen.

Wie bereits erwähnt, ermöglicht das Pufferlager einen Direktversand von Vollpaletten an den Kunden unter Ausschluss des Werkverkehrs. Dieser Direktversand ist im Jahr 2006 für rund 52.000 Paletten möglich und führt zu einer Einsparung von 0,7 Mio. EUR. Durch den mit der neuen Technologie verbundenen Just-In-Time-Gedanken ist in 2006 eine Lagerbestandsreduktion um einen Herstellkostenwert von rund 3,5 Mio. EUR möglich. Für das Jahr 2007 ist auf Basis der geplanten Werte eine weitere Reduktion von 2,4 Mio. EUR zu erwarten. Diese Bestandsreduktion wirkt sich in niedrigeren Lagerkosten und Zinsen für die Kapitalbindung aus. Für 2006 ist dies 0,40 Mio. EUR. Für 2007 sind weitere 0,30 Mio. EUR zu erwarten.

Die Einsparungen bei den Rohstoff- und Entsorgungskosten gemäß Bilanz-I aus Unterpunkt 6.1 sind in der Wirtschaftlichkeitsberechnung ebenfalls berücksichtigt. Bezogen auf die reale Menge in 2006 sind 0,40 Mio. EUR angerechnet.

Insgesamt ergibt sich ein Einsparvolumen von 5,00 Mio. EUR für 2006, das in 2007 auf 7,10 Mio. EUR ansteigen wird. Auf Basis der tatsächlich aufgewendeten Investitionssumme von 36,20 Mio. EUR ergibt sich bereits jetzt eine Amortisation von 7,20 Jahren.

7. Empfehlungen

7.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Aus den gewonnenen Erfahrungen der Praxiseinführung können folgende Erkenntnisse festgehalten werden:

- Die Prozesskompetenz muss im eigenen Hause vorliegen, da diese nur schwer von außen eingekauft werden kann.
Ohne dies wäre es uns nach heutiger Einschätzung nicht gelungen die Inbetriebnahme so schadenfrei zu durchlaufen.
- Ein kompetentes Projektteam ist unerlässlich zur Realisierung eines solchen Projektes.
- Eine dezidierte Dokumentation inkl. der Terminverfolgung und dem Cost-Controlling stellt eine weitere wichtige Säule zum erfolgreichen Projektabschluss dar.

7.2 Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens

Aufgrund der gewonnenen guten Erfahrungen mit der neuen Technologie ist das Verfahren breitflächig in der Herstellung von Bautenanstrichsystemen nutzbar. Jedoch bedarf es interner Fachkompetenz, um ein solches Verfahren beherrschen zu können.

Schon alleine die Rezeptstruktur der modularen Prozesstechnik anzupassen, ist eine große Aufgabe für die Rezeptentwickler.

Speziell das TDF-Verfahren bietet die Möglichkeit abseits eines Mutterstandortes qualitätsäquivalente Produkte an kleineren Standorten oder sogar in Distributionszentren, herzustellen.

7.3 Zusammenfassung

Das von der Firma J.W. Ostendorf realisierte Demonstrationsvorhaben erfüllt sowohl die Marktanforderungen in der Farben- und Lackindustrie, die gesetzlichen Anforderungen nach Emissionsminderung und -vermeidung als auch die steigende Nachfrage der Konsumenten nach umweltfreundlichen Anstrichmitteln. Als hervorragendes Beispiel für einen produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz in dieser Branche werden durch die neuartige, modulare Produkt- und Produktionsstruktur die Emissionen bei den wasser- und lösemittelbasierten Produkten gemindert und gleichzeitig wird eine ökonomische Betriebsführung auch in der Zukunft gewährleistet.

Mit der neuen und individuellen Technik des Tinting-During-Filling (TDF) wird eine weitestgehend lagerlose/lagerreduzierende Kleinmengenfertigung ermöglicht, so dass neben den Umweltaspekten auch die kurzfristigen Kundenbedarfe, nach dem „Just-In-Time“-Gedanken, abgedeckt werden.

Gegenüber dem branchenüblichen Verfahren besitzt das neue Konzept ein deutliches Umweltentlastungspotenzial. Die Komponenten dazu generieren sich im Wesentlichen aus einer:

- geschlossenen Produktionsanlage,
- modularen Rezeptstruktur,
- konsequenter Rezeptentwicklung in Richtung emissionsfreier bzw. -armer Endprodukte,
- individuellen Endprodukterstellung aus Vorprodukten
- Dosierung direkt in das Verkaufsgebilde (TDF).

Die Autoren des Berichtes möchten an dieser Stelle nicht versäumen, sich bei all denen zu bedanken, die zum Erfolg des Vorhabens beigetragen haben.

8. Literatur

JWO

Die genutzte Literatur beschränkt sich im Wesentlichen auf die im Projekt erstellten Unterlagen (diese sind nicht öffentlich). Einige Fotos und Auszüge wurden im Bericht eingebunden.

J.W. Ostendorf GmbH & Co. KG
Rottkamp 2
48653 Coesfeld

Netzsch

Netzsch Feinmaltechnik GmbH
Sedanstraße 70
95088 Selb/Bayern
Info@nft.netzsch.com
www.netzsch-feinmaltechnik.de

Präsentationen und Energiebilanzen
zur PSI-MIX

Mount

Mount Packaging Systems LTD.
Kevin J. Beaumont (Managing Director)
Shawcross Business Park
Owl Lane Dewsbury WF12 7RF
Great Britain
Tel.: +44 (0) 1924459459
Fax: +44 (0) 1924486609
kb@mountpackaging.com
www.mountpackaging.com

Zeichnungen und Abbildungen zu
Abfüllanlagen

VdL

Verband der deutschen Lackindustrie e.V.
www.Lackindustrie.de

9. Anhang

entfällt

10. Abkürzungen

QK = Qualitätskontrolle

TDF = Tinting-During-Filling

TKW = Tankkraftwagen

VOC = volatile organic compounds (= flüchtige organische Substanzen)

POS = Point-Of-Sale (Verkaufspunkt = hier Baumarkt)

JIT = Just-In-Time

11. Begriffserklärungen

Standardisierte Basen und Pasten = in einem sehr engen Toleranzfenster
erstellte Zwischenprodukte

minimiert = auf ein sehr niedriges Niveau reduziert

Minimum = sehr niedriges Niveau