

## Neuartiger Lösungsansatz zur Reduzierung der Gefahrenpotentiale für die Beschäftigten in Sortieranlagen für Sonderabfallkleinmengen

Von Dr.-Ing. Karl-Heinz Wehking, Reinhard Hüning, Herbert Löbbing

### 1. Aufgabenstellung

Sonderabfälle aus Haushaltungen und Kleingewerbebetrieben werden heute bereits bei der Sammlung zum Zweck ihrer späteren Behandlung und aufgrund ihrer Reaktionsgefahr untereinander in Gruppen aufgeteilt. Die heutigen Sammelverfahren für Problemabfälle führen aber häufig dazu, daß die Sonderabfälle vor ihrer Behandlung oder Zwischenlagerung nochmals nachsortiert werden müssen. Bisher erfolgt diese Sortierung rein manuell unter hohem Personaleinsatz, indem aus den Anlieferungsbehältern jedes einzelne Sonderabfallgebilde (Dose, Glas, Kanister usw.) entnommen und von dem Sortierer in entsprechende Gebinde für die Behandlungsanlagen, wie Fässer und AS-Behälter, eingeordnet wird.

Wie kritisch dieses Risikopotential sein kann, wird deutlich aus der Abb. 1, die auszugsweise unterschiedliche

- Lösungsmittel
- Säuren
- Laugen
- Spraydosen
- Pestizide
- Feinchemikalien
- Altbatterien
- Altfarben
- Altmedikamente
- Leuchtstoffröhren
- Altöl und altöhlhaltige Abfälle
- quecksilberhaltige Abfälle
- nur mit Laborhilfsmitteln identifizierbare Gebinde

Abb. 1: Beispiele unterschiedlicher Stoffgruppen für die Sortierung

Stoffe aus dem Sonderabfallbereich von Haushaltungen und Kleingewerbebetrieben auflistet.

Durch die zu sortierenden Stoffe liegt aber nicht nur ein hohes Risikopotential vor, sondern auch die Arbeitsbedingungen der dort Beschäftigten sind durch die rein manuelle Tätigkeit und die ggfs. auftretende Geruchsentwicklung im Sortierbereich als schwierig einzustufen. Aus beiden Gründen ist es daher notwendig, das für die Sortierung unbedingt notwendige Personal soweit wie nur denkbar zu reduzieren.

Da die Firma Rethmann beabsichtigt, diese Arbeitsbedingungen in Sonderabfallsortieranlagen grundsätzlich und tiefgreifend im Sinne einer Risikovermeidung zu verändern, da es aber bisher hierfür keine technischen Lösungskonzepte gab, hat die Firma LogTech für die Neuplanung einer entsprechenden Anlage einen umfassenden Planungsauftrag erhalten. Hierbei waren die folgenden Punkte die herausragenden Planungsziele:

1. Erfüllung auch der neuesten Auflagen von Seiten des Gesetzgebers, inkl. der diversen Ausführungsbestimmungen. (Siehe hierzu auch Abb. 2.)
2. Entwicklung neuartiger, über den gesetzlichen Rahmen hinausgehender Sicherheits- und Logistikkonzepte, um zur gewünschten sicheren Risikovermeidung zu kommen.

Besonderer Wert wurde dabei darauf gelegt, die Anlage als ganzheitliches System zu betrachten und alle Systemkomponenten ausschließlich unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten zu planen. Dadurch konnte erstmalig für das erforderliche Genehmigungsverfahren ein völlig neues Konzept einer Sonderabfallsortieranlage entwickelt werden.

Tabelle: Gesetze

- Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz – AbfG) vom 17. 08. 1986
- TA Abfall 1. Teil vom 10. April 1990 (zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz)
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 15. 03. 1974 in der Änderung vom 16. 11 1986 und der Verordnung zur Durchführung des BImSchG
- Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. 08. 1986 und die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) und die Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)
- Wasserhaushaltsgesetz (WhG)

Abb. 2: Wichtige Gesetze und Verordnungen

## 2. Ausgangssituation

Die Planungen basieren auf von der LogTech GmbH durchgeführten eingehenden Vor-Ort-Analysen in einer in Betrieb befindlichen Sonderabfallsortieranlage.

Aufgabe dieser Vor-Ort-Untersuchungen war es,

- die Abläufe (d. h. die Ablauforganisation) in der Sortieranlage zu analysieren und deren Schwachstellen aufzudecken, damit sie im neuen Konzept vermieden werden konnten,
- eine Datenerhebung hinsichtlich der anfallenden Menge unterschiedlichster Sorten von zu sortierenden Sonderabfallkleinmengen durchzuführen,
- eine Analyse der einzelnen Arbeitsaufgaben (z. B. Transportieren, Handhaben, Selektieren usw.) der Mitarbeiter durchzuführen, und diese Arbeitsaufgaben

mit den hierfür zur Verfügung stehenden materialfluß-technischen und sicherheitstechnischen Hilfsmitteln und Geräten zu analysieren und aus Sicht der Risikomöglichkeiten zu bewerten,

- eine Datenbasis für die Dimensionierung der zu entwickelnden Sortieranlage zu schaffen. Die Abb. 3 zeigt beispielhaft die angenommene Mengenbasis für zwei Planungsvarianten mit unterschiedlichen Eingangsparametern.

Auf zwei im Rahmen dieser Voruntersuchungen wichtige Teilergebnisse soll hier eingehender eingegangen werden, da sie zur Darstellung der heutigen Arbeitsproblematik im Sortierbereich wichtig sind.

1. Die Vor-Ort-Analysen haben gezeigt, daß in der Sortieranlage, entsprechend Abb. 4, insgesamt 6 Hauptgruppen von Sonderabfallkleinmengen zu sortieren sind.
2. Die Analyse der für die Sortierung der einzelnen Gebinde notwendigen Zeiten hat gezeigt, daß in den 6 Hauptgruppen neben den jeweiligen Hauptelementen, z. B. Spraydosen, auch noch andere Sonderabfälle unterschiedlichster Verpackung enthalten sind. Die Aussortierung dieser nicht zur Hauptgruppe gehörenden Stoffe, die nur etwa 10–20 % der gesamtanfallenden Menge ausmachen, benötigt aber ca. 50 % der Gesamtsortierzeiten und ist besonders risikobehaftet, da eine Reaktion der Stoffe untereinander nicht auszuschließen ist.

## 3. Konzeptdarstellung

Aufgrund der durchgeführten Vor-Ort-Untersuchungen und einer eingehenden hierauf beruhenden Schwachstellenanalyse sind für die Erarbeitung neuer Konzeptvarianten die in Abb. 5 angegebenen Hauptoptimierungsziele definiert worden.

Grundidee der Planungen war es, dabei eine Trennung

Abfallgruppe	Mengenbasis Planungsvariante I		Mengenbasis Planungsvariante II	
	Durchschn. Anzahl ASP-800-Behälter		Durchschn. Anzahl ASP-800-Behälter	
	pro Monat	pro Tag	pro Monat	pro Tag
Säuren und Laugen	38	2	60	3
Pestizide	28	2	40	3
Spraydosen	30	2	50	3
Lösungsmittel	72	4	100	5
Altfarben	45	3	100	5
(Feinchemikalien und Laborchemikalienreste)*	(32)	(2)	(50)	(3)
Gesamtmenge	211 (243)	13 (15)	350 (400)	19 (22)

Abb. 3: Sonderabfallaufkommen, Mengenbasis für 2 Planungsvarianten

- Lösungsmittel
- Säuren und Laugen
- Spraydosen
- Pestizide und
- Altfarben

Abb. 4: Hauptabfallgruppen

der bisher nicht strukturierten Arbeitsvorgänge bei der Sortierung, d. h. von der Anlieferung der Sammelbehälter bis zur Bereitstellung der Gebinde nach der Sortierung in klar definierte Funktionsstufen vorzunehmen. Diese Aufteilung ermöglicht einerseits die Abschätzung und Beurteilung des in dem jeweiligen Arbeitspunkt notwendigen Arbeitsaufwandes als auch die Festlegung der für diese Arbeit optimal einzurichtenden Sicherheitseinrichtungen. Außerdem wird durch diese Arbeitsstrukturierung die Möglichkeit gegeben, zumindest für Teile der Gesamtarbeiten Automatisierungshilfen im Bereich der Förder-, Lager- und Handhabungstechnik einzusetzen.

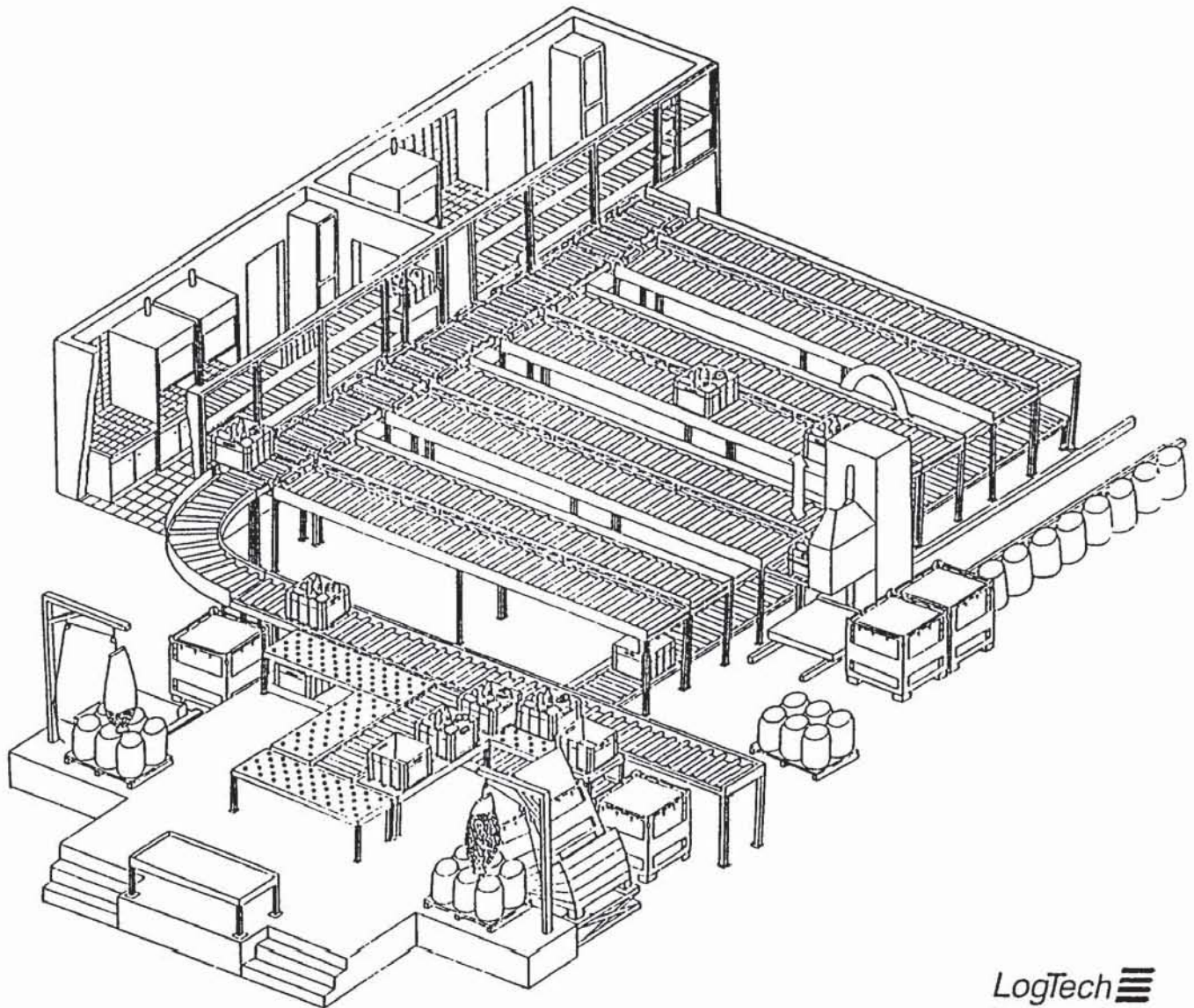
Auf Basis dieser Grundideen sind mehrere Planungsvarianten der unterschiedlichsten Automatisierungsgrade entstanden. Für die firmenspezifischen Besonderheiten und die hier schlußendlich festgelegten Mengenströme ist dann das in den Abb. 6 und 7 dargestellte Anlagensystem ausgewählt worden und soll hier als exemplarisches Beispiel zur Konzeptdarstellung benutzt werden.

Dieses Konzept zeichnet sich dadurch aus, daß die einzelnen Funktionsbereiche

- a) Wareneingangsbereich
- b) Sortierung
- c) Förderung
- d) Zwischenpufferung zur Schaffung größerer Mengen einer Sorte
  - in einem separaten Bereich für Säuren und Laugen, getrennt vom Rest der Anlage durch einen eigenen Laborraum
  - in einem separaten Bereich Lösungsmittel, getrennt vom Rest der Anlage in einem separaten Laborraum
  - in 8 Rollenbahnstreckungen für die Zwischenpufferung spezieller Sorten
- e) Warenausgangsbereich

1. Reduzierung der körperlich stark belastenden manuellen Tätigkeiten
2. Optimierung der Arbeitsplätze unter gesundheits- und sicherheitstechnischen Gesichtspunkten
3. Senkung der Betriebskosten durch Reduzierung des Personalaufwandes
4. Vereinfachung der Zuordnung von einzelnen Gebinden zu den Sonderabfallgruppen
5. Sicherstellung eines gleichmäßig hohen Durchsatzes bei der Sortierung aller Abfallgruppen bei gleichzeitiger Reduzierung der Anzahl notwendiger Einsatzpersonen in gefährdeten Bereichen
6. Verbesserung der Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten
7. Senkung der Sortierzeit inklusive aller Nebenzeiten um über 50%

Abb. 5: Hauptoptimierungsziele



LogTech  
Logistik Technologie GmbH

Abb. 6: Perspektivische Darstellung des Kernstückes der neuen Sortieranlage

soweit überhaupt nur möglich voneinander getrennt wurden und für jeden Bereich entsprechend seinen Arbeits- und Gefahrenbedingungen separate und angepaßte Sicherheits- und Schutzeinrichtungen geplant wurden.

Die technischen Teilkomponenten des völlig neuartigen Konzeptes werden nun im nachfolgenden erläutert:

Im Anlieferungsbereich (siehe Abb. 6) werden alle an dem jeweiligen Arbeitstag zu sortierenden Anlieferungsgebände, überwiegend ASP-Behälter, eingelagert. Zur sicherheitstechnischen optimalen reinen Zwischenpufferung dienen spezielle Sicherheitsschränke. Von hier erfolgt über einen dem Arbeitsbereich zugeordneten Gabelhubwagen die Anlieferung in den eigentlichen Sortierbereich. Dieser untergliedert sich in einen Hauptsortierbereich und in zwei diesem Hauptsortierbereich mittels automatisierter Fördertechnik angegliederten Nebensortierbereiche. Da es sich bei diesen Sortierbereichen um die Kernpunkte der Gesamtanlage handelt, wird im nachfolgenden Teil hierauf separat und detailliert eingegangen. Ebenfalls fest in der Halle angeordnet sind

Bereitstellplätze für sortenrein fertig sortierte Gebinde, wie beispielsweise AS-Behälter oder sortenrein fertig gepackte Paletten.

Da es bei der Sortierung auch dazu kommen kann, daß Teile von sortenreinen Fässern und AS-Behältern nicht vollständig gefüllt werden können, so daß zunächst auf weitere Anlieferungsgefäße gewartet werden muß, ist ein spezieller sicherheitstechnisch ausgelegter Zwischenpuffer in Form von Sicherheitsschränken ebenfalls fest in der Anlage angeordnet.

Auch fest angeordnet sind bestimmte Bereitstellplätze für Leergebinde, Leerpaletten und Füllstoffe.

Zunächst wird der Hauptsortierbereich dargestellt. Dieser ist spiegelbildlich aufgebaut, d. h., jeder Arbeitsplatz ist doppelt vorhanden. Bei Beginn der Sortierung einer der Hauptgruppen wird zunächst das entsprechende AS-Behältnis mit unsortierten Stoffen mittels Deichselgabelhubwagen auf dem Hub-Kipptisch angeordnet. Der Sortierer kann sich mittels dieser Einheit den AS-Behälter in optimale Arbeitsposition und insbesondere in die entsprechende Griffweite bringen. Von hier aus sortiert

er die Gebinde direkt in die ebenfalls bereitgestellten Fässer, für die jeweils zu sortierende Hauptgruppe, beispielsweise Pestizide. Ebenfalls in dem AS-Behälter sich befindende unterschiedliche andere Sonderabfälle, die nicht zur Hauptgruppe gehören, werden vom Sortierer in die direkt vor ihm angeordneten Kunststoffkisten (A bis G) der Größe 400 x 600 eingeordnet. Jede Kunststoffbox wird dabei über eine vom Sortierer codierbare Behälterleiste (Codierleiste) einer bestimmten „Nebengruppe“ zugeordnet. Über Fördertechnikelemente (angetriebene Rollenbahnen, Weichensysteme und Schwerkraftrollenbahnen) werden die Kunststoffboxen mittels der Codierleisten dann automatisch zu den sortenreinen Zwischenpuffern (Nr. 1 bis Nr. 8) gefördert.

Bei den Staustrecken Nr. 1–8 erfolgt das Entleeren der Gebinde in den Kunststoffbehältnissen unterschiedlich je nach Art und Gefährlichkeit dieser Gebinde. Bei den Staustrecken 3 bis 8 ist eine Entleerung über eine verfahrbare automatisierte Entleerungseinheit möglich. Diese entnimmt die Kunststoffbehältnisse aus den Staustrecken und entleert sie in bereitgestellte Fässer. Bei den Staustrecken 1 und 2 erfolgt das Entleeren beispielsweise wegen der Zerbrechlichkeit der Abfallgebinde oder wegen der Gefährlichkeit rein manuell, ebenfalls in Kunststoff-Fässer.

Bei der Sortierung der Hauptgruppen Säuren und Laugen und große Lösemittelbehälter erfolgt die Kommissionieraufgabe ausschließlich über die Fördertechnik und die dort platzierten Kunststoffbehältnisse.

Über die Rollenbahnfördertechnik und das hier integrierte Weichenelement werden die Behältnisse direkt und automatisch in den jeweiligen Umfüllraum transportiert. Hier laufen sie mittels eines speziellen Etagenförderers in einen förderrollenbestückten Zwischenpuffer.

In dem Umfüllraum für Säuren und Laugen bzw. für Lösemittel kann eine Zusammenführung gleicher Säuren, Laugen oder Lösemittel an einem hierfür speziell ausgerüsteten Laborarbeitsplatz vorgenommen werden. Der gesamte Laborraum ist vom anderen Teil der Anlage komplett abgeriegelt und mit eigener spezieller Sicherheitstechnik ausgerüstet. Über die großen eingelassenen Scheibenelemente ist der Raum trotz seiner Abkopplung vom Rest der Anlage jederzeit einsehbar.

Den Umfüllräumen für Säuren, Laugen und Lösemittel sind entsprechende zugelassene Sammelbehältnisse nachgeordnet. Von hier erfolgt das Umpumpen der Flüssigkeiten von Klein- in Großbehältnisse.

Durch die hier jetzt vorgenommene strukturierte Trennung der Arbeitsabläufe in die Arbeitsschritte

- Gebinde (Flaschen, Dosen, Kanister) vereinzeln,
- Fördern,
- Identifizieren und Selektieren,
- Sortieren,
- entsprechend der Entsorgungsgruppe artgerecht einlagern,

ist es nicht nur möglich, mechanisierte bzw. automatisierte Förder-, Lager- und Handhabungstechnik einzusetzen, sondern vor allen Dingen ist es hierdurch erstmalig möglich, jedem Arbeitsvorgang eine angepaßte Sicherheitstechnik, wie Brandschutz, Luftabsaugung usw. zuzuordnen. Wesentlich ist dabei auch, daß die einzelnen Arbeitsbereiche voneinander räumlich getrennt

werden konnten. Teilweise ist neben der räumlichen Trennung, wie z. B. im Bereich der Umfüllstationen für Säuren und Laugen sowie für Lösungsmittel, eine vollständige Kapselung der Teilbereiche durch Umhausung erfolgt.

Neben dieser auf dem Systemkonzept beruhenden Neugestaltung der Sicherheitsbereiche erfolgt zusätzlich die Einbeziehung der folgenden Sicherheitseinrichtungen in die Anlage:

- Die Gesamtanlage ist mit einer Löschwasser-Rückhalteeinrichtung (Bodenwanne) versehen.
- In der Sortierhalle ist neben tragbaren Feuerlöschgeräten eine automatisch arbeitende Schaumlöschanlage angeordnet.
- Bestimmte Paletten sind zur vorübergehenden Pufferung in speziellen Sicherheitsschränken nach DIN 12925 untergebracht.
- Das Abluftsystem in der Sortierhalle ist so aufgebaut, daß erstens eine getrennte Absaugung der Laborräume von den übrigen Arbeits- und Pufferbereichen möglich ist, und daß zweitens die Absaugmethoden (Punktabsaugung, Randabsaugung, Flächenabsaugung) speziell an die jeweilige Sortieraufgabe und Abfallart angepaßt sind.
- Die Gesamtanlage hat automatische sowie manuell bedienbare Brandmelder.
- Die Laborräume sind durch selbstschließende Brandschutztüren gesichert.
- Alle elektrischen Anlageelemente sind in explosionschutzsicherer Ausführung ausgeführt.

Zur Vermeidung von elektrostatischen Aufladungen werden alle leitenden Teile geerdet, und es ist ein leitfähiger Fußboden geplant.

Für das Personal ist eine spezielle persönliche Schutzausrüstung vorgesehen. Sie besteht aus Augenschutz, Schutzhandschuhen, Atemschutzgeräten und Schutzkleidung.

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick:

Im Gegensatz zu normalen konventionellen Sortieranlagen gibt das neu erarbeitete Konzept erstmalig die Möglichkeit, den Gesamtsortierarbeitsvorgang in definierte Teilarbeiten zu strukturieren. Diesen definierten Teilarbeiten sind entsprechend den Sicherheitserfordernissen spezielle weitgehendst mechanisierte oder automatisierte Arbeitsplätze zugeordnet.

Hierdurch ist für den Bereich der Sortierung für Sonderabfallkleinmengen ein sowohl aus logistischer als auch aus sicherheitstechnischer Sicht neuartiges Konzept erarbeitet worden, welches den Stand der Technik auf eine neue Niveauebene anhebt.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr.-Ing. Karl-Heinz Wehking und Dipl.-Ing. Reinhard Hüning in Fa. Logistik Technologie GmbH, Emil-Figge-Str. 76, W-4600 Dortmund  
Dipl.-Ing. Herbert Löbbing in Fa. Rethmann Entsorgungswirtschaft GmbH & Co. KG