



Guido Röttgers

Wie Lösemittel richtig gelagert werden können

Werkzeuge, die mit Harz verschmutzt sind, können in der Regel nur mit Lösemitteln gereinigt werden. Diese Lösemittel sind entzündlich und gesundheitsgefährlich. Um den Arbeitsschutz zu gewährleisten, ist es entscheidend, sie richtig zu verwenden und sicher zu lagern. In diesem Praxisbeispiel wird ein schlüsselfertiges System mit abgesaugten Waschtischen und Lager- und Mischcontainern in Modulbauweise vorgestellt. Mit ihm werden alle sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllt.

Lösemittel werden in der Industrie in verschiedenster Größenordnungen sehr häufig angewendet. Die Anforderungen sind hierbei komplex und tangieren viele Vorschriften, Regeln und Normen. Einen Überblick über die Rechtslage muss sich jeder Unternehmer beschaffen, denn er ist laut Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) der Verantwortliche für einen schadensfreien Ablauf. In einigen Fällen sind die Kenntnisse aber nur bei den Herstellern angesiedelt. Deshalb müssen die Verantwortlichen im Unternehmen mit ihnen eng verzahnt zusammenarbeiten, damit am Ende auch eine sichere Anlage betrieben wird. Beim Umgang mit Lösemitteln ist ihre korrekte Lagerung ein wichtiger Aspekt. In der Technischen Regel für brennbare Flüssigkeiten Nr. 20 (TRbF 20) sind dazu eine Vielzahl an Informationen, Fallbeispielen und Vorschriften zu finden. Leider ist auf Grund der vielen abgedeckten Möglichkeiten und Situationen, auf die diese Technische Regel hinweist, ihre alleinige Umsetzung für den

Betreiber nicht befriedigend. Hier kommt dem Hersteller die Position des Beraters zu. Mit Kenntnis der Angaben, Erfahrungen und Beschreibungen zu den jeweiligen Arbeitsweisen im Unternehmen, lassen sich kundenspezifische Lösungen entwickeln.

Gefordert ist das Abwägen, welche Risiken bestehen, und wie man diese abstellt. Siehe Gefährdungsanalyse in der BetrSichV. Indem die Gefahren, die sich aus den Eigenschaften der Stoffe, der Umgebung und der Arbeitsweise ergeben, erkannt werden, müssen diese zugleich „entschärft“ werden. Teilweise können Normen und Regeln herangezogen werden, teilweise können und müssen aber auch neue Wege gefunden werden. Vielfach lassen sich Forderungen aus Technischen Regeln durch geeignete technische und/oder organisatorische Maßnahmen entschärfen. In der TRbF 20 wird zum Beispiel empfohlen, beim Umfüllen die Ex-Zone 1 im Umkreis von fünf Metern um die Füllstelle herum zu definieren.

Durch den Einsatz von wirksamen Absaugungen können diese Abstände verringert werden. Ob die Absaugungen wirksam und praktikabel sind, muss in jedem Einzelfall mit dem Hersteller abgestimmt werden.

Um dieses Beispiel weiter zu führen: Die Nutzung einer Punktabsaugung erfordert natürlich auch Abstimmungen mit den übrigen Anlagenteilen. So müssen bei der Durchführung der Punktabsaugung durch Brandschutzabschnitte geeignete und zugelassene Brandabschottungen vorgesehen und dimensioniert werden. Zusätzlich ist sicherzustellen, dass die durch die Absaugung entnommene Luft auch ohne Beeinträchtigung anderer Gewerke in den Bereich eingeführt wird.

Sind die bau- und lüftungstechnischen Anforderungen gelöst, folgt der nächste Schritt: die Anlage nach den Anforderungen der europaweit geltenden ATEX (atmosphère explosibles) zu konstruieren, wobei auch Beständigkeiten der Teile gegen die Lösemittel eine wichtige Rolle spielen. Nicht zuletzt ist die Beachtung der TA-Luft durch den Betreiber ein wichtiger Punkt. Je nach Einstufung kann es verpflichtend sein, gesonderte Filter nachzuschalten. Eine große Rolle spielen im Zusammenhang mit Lösemittelanlagen auch die Interessen der Eigentümer, Versicherungen, Feuerwehr und Behörden. Allerdings ist es üblich, dass der Eigentümer



Praxisbeispiel Schunk-Gruppe

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH entwickelt und fertigt in erster Linie Produkte aus Kohlenstoff und Graphit: von der Kohlebürste für die Stromübertragung in fast allen Elektromotoren über Kohlenstoffprodukte für tribologische Anwendungen (Gleit- und Dichtringe, Lager u.v.m.) bis hin zu Graphitwerkstoffen für mechanische und thermische Anwendungen in der Metallverarbeitung, Glasindustrie, Analysen-, Halbleiter- und Medizintechnik und dem Ofenbau. Im Bereich „high temperature applications“ entwickelt das Unternehmen für Belastungen in extremen Temperaturbereichen. Aus Faserverbundwerkstoffen entstehen hier u. a. Graphitbauteile für Industrieöfen oder für die Herstellung von Reinstsilizium – Bauteile, die Temperaturen von über 2.500 Grad Celsius standhalten müssen.

Produkte aus Faserverbundwerkstoffen – dazu zählen zum Beispiel Kohlenstofffasern, Glasfasern oder Aramidfasern – vereinen die vorteilhaften Eigenschaften von mindestens zwei unterschiedlichen Komponenten in einem neuen Werkstoff. Erreicht wird dies durch die Einlagerung von Fasern in ein Matrixsystem, beispielsweise aus Epoxid- oder Phenolharzen (Duromere) oder Polyamiden (Thermoplaste). Zu den unschlagbaren Eigenschaften zählt eine sehr hohe Festig- und Steifigkeit. Außerdem weisen sie nur eine geringe Dichte auf und lassen sich in Temperaturbereichen von minus 270 bis plus 2.700 Grad Celsius einsetzen. Faserverbundwerkstoffe ermöglichen eine außerordentliche Bandbreite an Formgestaltungen und sind aus allen Schlüsselindustrien nicht mehr wegzudenken.

Bei Schunk entstehen daraus u.a. Roboterarme für die Verpackungsindustrie, Drehschieber und Hülsen für Hochleistungspumpen, Antriebswellen für den

Anlagen- und Maschinenbau, Tiegel oder Heizer. Für die Fertigung von Prototypen und Serienteilen aus Faserverbundwerkstoffen setzt man je nach Beschaffenheit des Bauteils auf verschiedene Verfahren: Faserwickeltechnik, Autoklavenpresstechnik, Plattenpresstechnik, Gesenkpresstechnik, Harzinjektionsverfahren (RTM) oder das Handlaminierverfahren. Bei der Herstellung im Faserwickelverfahren werden die Kohlenstofffasern auf einer Faserwickelmaschine mit Harzen getränkt und um einen Kern gewickelt bis die gewünschte Form entstanden ist (s. Abb. 6). Beim Wickeln wird die Form ständig mit Wärmestrahlern

und die Versicherung einen zusätzlichen Schutz verlangen, um den Produktions-Prozess sicherzustellen (s. Abb. 2).

Ein gutes Beispiel für die erforderliche enge Zusammenarbeit der Beteiligten ist der Explosionsschutz. Um vollständige Sicherheit zu erhalten, könnte man die gesamten Anlagen mit dem Ex-Schutz der Zone 1 ausrüsten. Dies verursacht auf den ersten Blick „nur“ hohe Kosten. Auf den zweiten kann damit der gewöhnliche Ablauf massiv gestört werden – und infolge Verzögerungen

Ein gutes Beispiel für die erforderliche enge Zusammenarbeit der Beteiligten ist der Explosionsschutz.

bis hin zu Produktionsausfällen (Reparaturen nur bei abgeschalteten Anlagen möglich) nach sich ziehen. Wartungsintervalle, sperrige Geräte und eine Einschränkung z. B. von einsetzbaren Maschinen in diesen Bereichen sind ebenfalls zu beachten.

Das folgende Beispiel zeigt exemplarisch, welche Bedingungen für den Umgang und die Lagerung von Lösemitteln erfüllt werden müssen. Durch die intensive Zusammenarbeit zwischen DENIOS als Hersteller und Schunk als Auftraggeber entstand eine durchgängige Lösung, die allen Aspekten der Gefährdungsanalyse gerecht wird, die während der Entwicklung nach und nach entstand.



Der Autor

Guido Röttgers ist studierter Diplom-Maschinenbauer der Fachrichtung Fördertechnik/ Materialfluss/Logistik. Seit zehn Jahren beschäftigt er sich im Vertrieb der DENIOS AG mit Gefahrstofflagerung und Schadstofffassungssystemen. Die Entwicklung neuer Konzepte in diesen Bereichen und die Durchführung von Vorträgen und Schulungen gehören ebenfalls zu seinem Aufgabenbereich.

erwärmt und das überschüssige Harz abgestrichen. Nach Aushärtung des Rohlings werden diverse Behandlungs- oder Bearbeitungsschritte nachgeschaltet, die dem jeweiligen Teil seine endgültige Form und Eigenschaften verleihen.

Reinigung mit Lösemittel – mobiles Konzept

Die Werkzeuge, die mit dem Harz in Berührung kommen, müssen regelmäßig gereinigt werden. Harze haben dabei die Eigenschaft, sich nur mit Lösemitteln gründlich reinigen zu lassen. Mögliche Substitutionen, wie in der Gefahrstoffverordnung gefordert, verliefen bislang erfolglos. Neben den Gesundheitsgefahren müssen bei der Verwendung von Lösemitteln immer auch die Ausbreitung von Dämpfen und somit Explosionsgemische mit Luft erwartet werden.

Bisher arbeitete das Unternehmen mit einem Außenlager für die Lösemittel, was hohe Handlings- und Wegekosten zur Folge hatte. Für die Reinigung wurden einfache, jedoch bereits mit einer einfachen Lüftung versehene Teilereiniger verwendet. Auf Grund der steigenden Nachfrage nach den Produkten wurde entschieden, die Fertigung in eine neuer Halle in unmittelbare Nähe zu den bestehenden Gebäuden unterzubringen. Da sich der Bereich ständig erweiterte und auch räumlich ausdehnte, benötigte Schunk eine Mobilität der Be-

reiche Reinigungsplätze, Lösemittelbevorratung und -Entsorgung, Aufbereitung der Reinigungsmittel und Harzvorbehandlung. Die Systeme sollten nach Möglichkeit neben der ergonomischen Aufteilung eine komplette Zulassung besitzen. Um einen reibungslosen Wechsel der Produktion in die neue Halle zu ermöglichen, wollte man die Konzeptionierung der gesamten Anlage aus einer Hand, mit möglichst wenigen Schnittstellen. Die Einheiten sollten zentral im Herstellerwerk aufgebaut, begutachtet und dann in einer zügigen Aktion in die Hallen eingesetzt werden.

Folgende Aspekte galt es für DENIOS, die mit der Umsetzung beauftragt wurden, bei der Auslegung zu bedenken:

- ▶ Jedes System sollte einen eigenen Brandabschnitt darstellen
- ▶ Alle Systeme sollten eine Auffangwanne nach WHG besitzen
- ▶ Explosionsschutz und die Zoneneinteilung
- ▶ Ergonomie
- ▶ Beschickung der Container von außerhalb der Aufstellungshalle
- ▶ Personenschutz durch Absaugung
- ▶ Geringe Abluftmengen

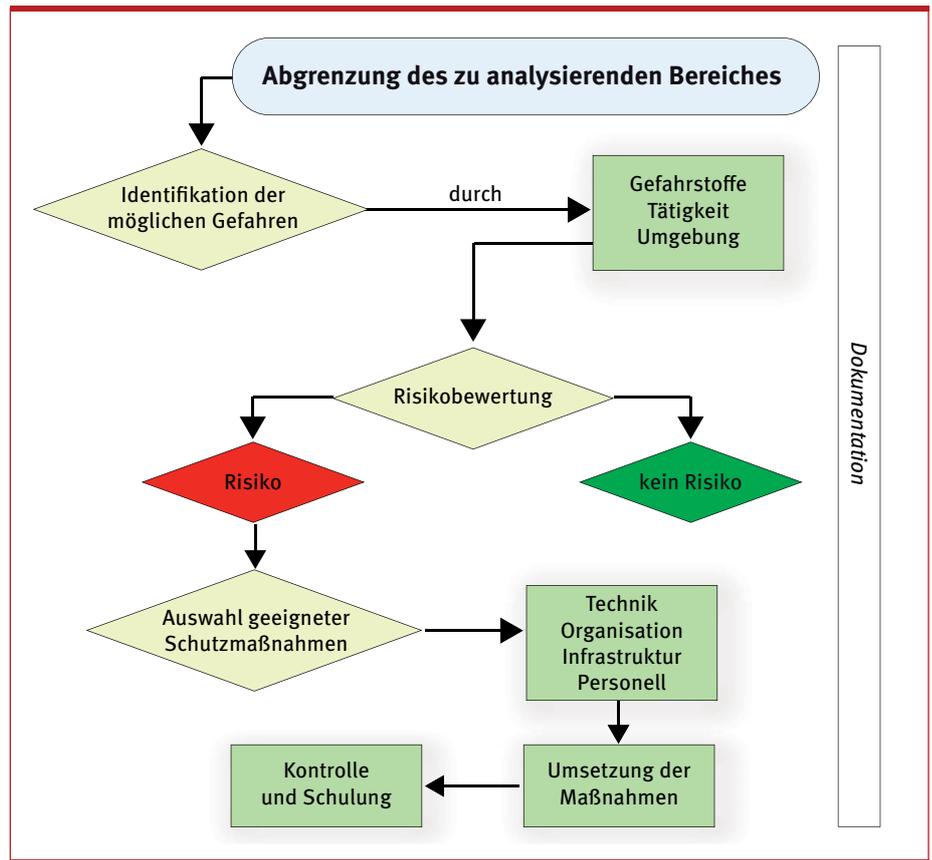


Abb. 2: Ablauf Risikoanalyse

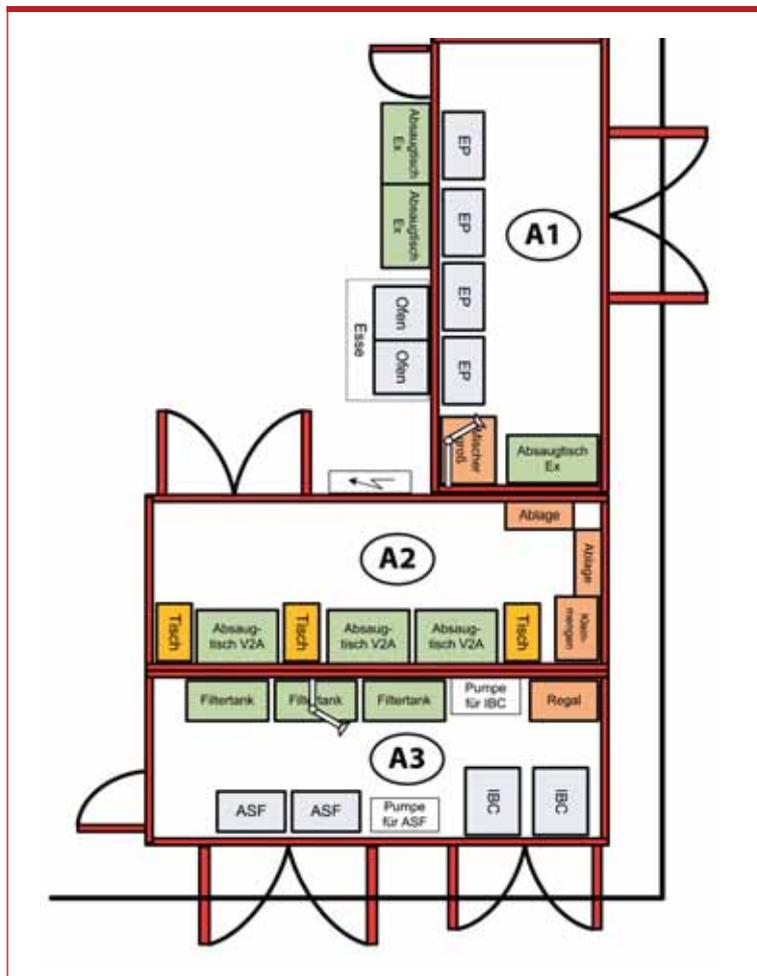


Abb. 1: Containerlayout

- ▶ Lange Standzeit des Lösungsmittels
- ▶ Geringe Verdunstungsmengen an Lösemitteln
- ▶ Drei parallele Reinigungssysteme, da die Harze miteinander reagieren.

Zu Beginn wurde zusammen mit den Ingenieuren beider Häuser ein erster Entwurf mit drei Bereichen, die jeweils aus Brandschutzmodulcontainern (BMC) mit einer Länge von acht Metern bestanden, erstellt. Die einzelnen Bereiche wurden in Container für

1. Wascharbeitsplätze (A2)
2. Reinigungsmittel und Vorlagebehälter (A3)
3. Lager und Harzvorbereitung (A1)

aufgeteilt (siehe Abb. 1). Anschließend wurden die einzelnen Container ausgestattet.

Die Haupteinheiten wurden von 3 BMCs gebildet, die das Herzstück der Anlage sind. Neben einer Zulassung nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erfüllen diese Typen einen zugelassenen Brandschutz F90. Dies ist nicht nur von außerhalb des Systems, sondern auch bei einem Brand im Innern gegeben. Bei der Gefährdungsbeurteilung solcher Lagersysteme müssen beide Wirkrichtungen berücksichtigt werden.

Gewährleistung von Brand- und Personenschutz

Verständlicherweise soll sich, bei einem kleinen Brand im direkten Umfeld des Brandschutzmodulcontainers, das Feuer nicht auf die darin gelagerten Lösemittel ausbreiten - dies könnte neben einer Explosion einen dann folgenden weit umfangreicheren Brand zur Folge haben. Für die Pro-

duktion, den Betreiber und auch den Sachversicherer ist darüber hinaus wichtig, dass sich ein Brand im Lösemittelcontainer nicht auf die angrenzenden Gewerke ausbreitet. Gelöst wird dies durch eine, vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Berlin zugelassener Bauweise, die neben F90-Materialien, wie z. B. einer F90-Paneele für den Wand und Deckenaufbau und die zugelasenen Türen, auch den Gesamtaufbau des Containers unter die Lupe nimmt. BMCs haben idealerweise einen separaten Innen- und Außenrahmen. So kann im Brandfall von innen oder außen ein System ausfallen, das entgegen gesetzte Pendant übernimmt in diesem Falle die Stabilität.

Zu den besonderen Eigenschaften der Systeme zählt auch die einfache Ergänzung der Einheiten mit dem gewünschten Equipment. Um beispielsweise die Waschplätze mit Absaugung in die Container zu integrieren, können die notwendigen Zu- und Abluftdurchführungen und die Auslegung der Ventilatoren aus einem standardisierten Programm verwendet werden. Dies sichert später einen reibungslosen Betrieb und sorgt dafür, dass die Zulassungsbeschränkungen des DIBt nicht überschritten werden.

Im Waschcontainer wurden Ablufttische (siehe Abb. 3) mit Frontscheibe eingesetzt. Diese Frontscheibe dient neben der Reduzierung der benötigten Luftmengen auch als Spritzschutz für den Mitarbeiter. Die Anlagen sind aus Edelstahl, um eine gute Beständigkeit und einfache Reinigung zu gewährleisten. Jeder Platz wird über einen Fußschalter aktiviert, die Abluft und die Zuluft regulieren sich je nach Bedarf selbstständig. Der Mitarbeiter ist durch die gezielte Luftführung optimal geschützt. Zusammen mit der Betätigung des Ventilators wird, etwas zeitversetzt, pro Tisch eine Pumpe für das Reinigungsmittel in Be-

Der Mitarbeiterschutz konnte signifikant gesteigert werden, die Akzeptanz der Anlage ist sehr hoch.

trieb gesetzt. Die Pumpen sind im angrenzenden Container untergebracht, so dass die Geräusche und die großen Mengen des Vorlagebehälters aus dem Arbeitsbereich verbannt sind. Nach erfolgtem Reinigungsvorgang läuft die Lüftung nach, damit das Reinigungsbecken – zur Vermeidung von starker Verdunstung – abgedeckt werden kann. Neben dem Becken haben die Tische eine Ablagefläche für lösemittelfeuchte Teile und eine Aussparung, in die die eben-



Abb. 3: Absaugtische im Mischcontainer

falls mitgelieferten Handlingswagen eingefahren werden können. Diese Wagen sind mit ableitfähigen Rollen für den Einsatz in Ex-Zonen ausgerüstet und für einen optimalen Betrieb unverzichtbar. Die Beleuchtung im Tisch sorgt für ein angenehmes Arbeiten.

Im Container für die Lösemittel befinden sich neben den Umwälzpumpen für die Waschtische drei Vorlagebehälter mit Sedimentabscheider. Durch diese Lösung kann das eingesetzte Lösemittel länger in Benutzung bleiben. Die Behälter sind aus Edelstahl, dicht schließend und mit einer Überfüllsicherung ausgestattet. Beim Entleeren und Reinigen der Abscheider kann eine Punktabsaugung an die Tanks herangeführt werden, die den Mitarbeiter vor den Dämpfen der Lösemittel schützt.

Strandzeiten von Lösemitteln erhöhen

Die Abscheider können innerhalb dieses Bereiches über eine separate Pumpe befüllt werden, es können von außerhalb der Halle mit einem Stapler zwei IBC-Container je 1.000 Liter (IBC = Intermediate Bulk Container) mit Lösemittel eingestellt werden. Praktischerweise stehen die IBC auf Böcken, so dass für andere Anwendungen auch eine Handabzapfung möglich ist. Das verbrauchte Material kann aus den Vorratsbehältern in zwei ASF-Behälter abgesaugt werden, diese werden ebenfalls per Stapler von außen beschickt. Bei Leckagen wird über die Auffangwanne eine Verunreinigung der Umwelt verhindert.

Der dritte Container erhielt ebenfalls eine Punktabsaugung, hier werden die Harze zum Einsatz gemischt, gerührt und gefiltert, all dies kann ohne Gefährdung des Mitar-

beiters stattfinden. Der übrige Raum im Container ist der Lagerung weiterer Grundstoffe vorbehalten. Alle drei Container bieten einen Brandschutz von 90 Minuten von innen und außen, stellen also jeweils einen eigenen Brandabschnitt dar.

Die Container wurden, für eine einfache Beschickung in der Halle in den Boden eingelassen. Die Brandschutztore, die nach außen zeigen, wurden mit einem Rolllor in der Außenfassade ergänzt und die Lücken sauber verkleidet. Somit haben die Zugangsberechtigung und der Brandschutz eine saubere Trennung.

Die Anpassung der notwendigen Zu- und die großen Abluftvolumenströme, die notwendigen Volumenströme, die erforderlichen Drücke und die Anschlussdurchmesser erfolgt in der Projektphase in wechselseitiger Abstimmung zwischen Auftraggeber und -nehmer. Die Abluftanlage wurde auf eine Bühne über dem Container A1 montiert (s. Abb. 5). Neben der Ausstattung mit Regalen, Steckdosen, Pumpen mit Steuerung und z. B. Abfalleimern waren im Außenbereich der Container noch ein Abzug für kleine Harz-Rührwerke und eine Absaugung für zwei Öfen zu liefern. Der Abzug wurde aus dem Standardprogramm gewählt, die Esse wurde den Erfordernissen angepasst. Da alles zusammen projektiert wurde, konnten die Platzverhältnisse optimal im Vorfeld ausgenutzt werden.

Explosionsschutz aus einer Hand

Das Thema Explosionsschutz wurde gesondert betrachtet. Die verwendeten Lösemittel bilden bereits bei Umgebungstemperaturen von 23°C entzündliche Dämpfe. Diese können durch kleinste Funken oder statische Entladungen Brände und Explosionen hervorrufen. In den Bereichen, in denen sich Dämpfe ausbilden können, müssen Geräte so ausgeführt sein, dass von ihnen keine Gefahr ausgehen kann. Die Einteilung der sogenannten Ex-Zonen wurden gemeinsam mit dem Kunden in den ersten Gesprächen festgelegt. Auch die erforderliche Erdung, Potenzialausgleich und die Nutzung von Abluftventilatoren wurden sehr früh abgestimmt, da diese Einteilung sehr kostenrelevant ist. Die Höhe der festgelegten Luftvolumina musste z. B. auch bei der Auslegung von Heizung und Klimaanlage berücksichtigt werden. Die Zoneneinteilung ist nach Betriebssicherheitsverordnung klar an den Betreiber als Hauptverantwortlichen delegiert. Dieser sollte sich bei der Auslegung mit den Lieferanten abstimmen. Es gibt viele Möglichkeiten, Zonen zu minimieren oder einen Sprung in der Einteilung

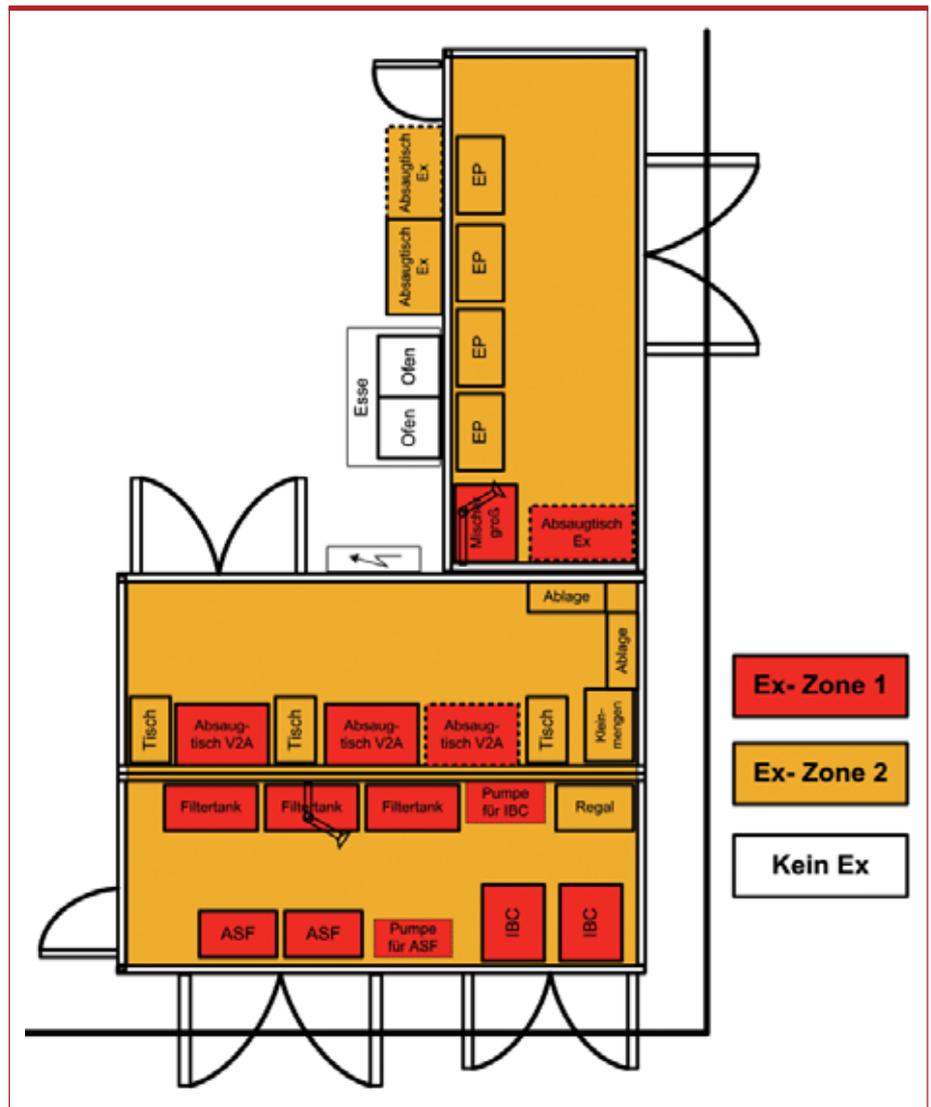


Abb. 4: Ex-Zoneneinteilung

vorzunehmen, indem man technische Zusatzausrüstungen nutzt.

Im vorliegenden Fall waren standen die Waschtische im Fokus. Beim offenen Handling von Lösemitteln liegt im Normalfall regelmäßig ein zündfähiges Dampf-Luft-Gemisch in der Umgebung des Arbeitsbereiches vor. Laut Definition wäre also eine Zone 1 für den Explosionsschutz auszuweisen. Ohne Lüftungseinrichtungen erstreckte sich die Zone über den gesamten Bereich im Umfeld. Dies konnte in diesem Fall nicht akzeptiert werden, da sämtliche Geräte der Umgebung keinen Ex-Schutz aufwiesen. Die eingesetzten Waschtische bieten neben dem Personenschutz, sozusagen als Abfallprodukt, einen wirksamen Reduktionsfaktor für Dämpfe. Neben dem hohen Luftwechsel besitzen diese Anlagen einen Verdünnungs-, oder Rückhaltefaktor von 1:

1.000.000. Das bedeutet, dass bei 1.000.000 Maßeinheiten pro Zeiteinheit weniger als 1 Maßeinheit aus dem Waschtisch herausgelangt. Diese Werte sind für den Personenschutz unerlässlich und werden in der DIN EN 14175 als Minimum gefordert. Natürlich kann mit diesen Werten auch die Zoneneinteilung verändert werden. Bei der maximal möglichen Freisetzung von Lösemitteldämpfen beim Waschvorgang sorgt der Rückhaltefaktor dafür, dass um die Anlage herum die Konzentration an Dämpfen nicht kritisch wird.

Kritisch wären Konzentrationen oberhalb der unteren Explosionsschutzgrenze (UEG). Für die verwendeten Lösemittel konnte dies sichergestellt werden. Für die Zoneneinteilung wird ausschließlich der Normalbetrieb betrachtet, also das in der Arbeitsanweisung beschriebene Handeln

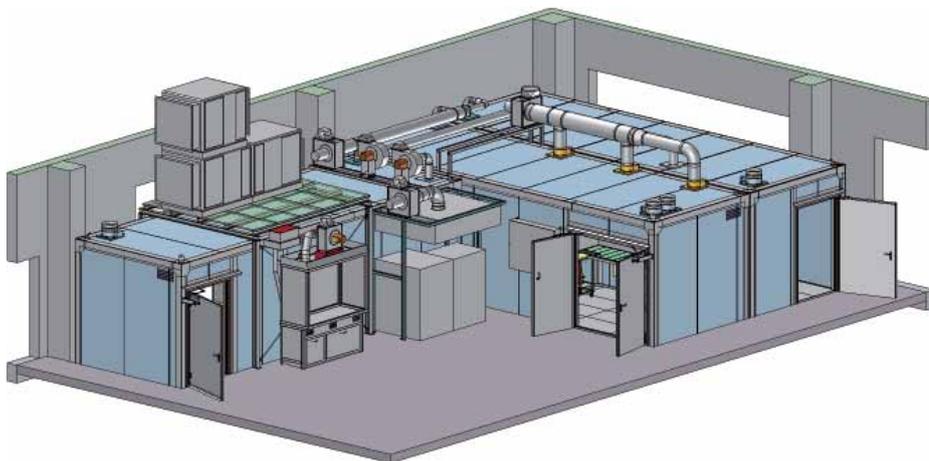


Abb.5: Planung im 3-D-Modell

und das Funktionieren der Anlagen. In diesem Fall wurde also im Waschtisch die Zone 1 und darum herum die Zone 2 festgelegt. Die Zone 2 im Container ergab sich aus möglichen Spritzern, die beim Waschen aus dem Tisch in die Auffangwanne des Containers fallen können. Alle drei Container werden über einen gemeinsamen Ex-geschützten Ventilator permanent mit einem 5-fachen Luftwechsel entlüftet. So kann das Innere der BMCs als Ex- Zone 2, Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre selten und wenn nur kurz, eingestuft werden. Außerhalb der Container wurde auf Grund des Unterdrucks der Anlagen keine Ex- Zone ausgewiesen (siehe Abb. 4).

Der für alle drei Waschtische gemeinsam verantwortliche Abluftventilator wurde zudem mit einem Nachlauf ausgerüstet, so dass gereinigte Teile sicher auf der Arbeitsfläche abtrocknen können. Um die Dämpfe bei Nichtbenutzung nicht unnötig verdampfen zu lassen und auch um den Lösemittelverbrauch durch diese Verdunstung zu minimieren, hat jeder Waschtisch ein Becken mit Deckel, welcher nach jedem Arbeitsgang vom Mitarbeiter eingesetzt wird. Nach dem gleichen Prinzip wurden die anderen Plätze beurteilt. Da aber z. B. bei den Sedimentabscheidern verschiedene Punkte mit offenem Lösemittel vorkommen können, wurde dort, wie auch im dritten BMC

für die Harz Vorbereitung, eine Punktabsaugung gewählt. Diese Einheiten, die nahezu die gleiche Funktion und Rückhaltung wie der Waschtisch erreichen, sind für die Anwendung an unterschiedlichen Plätzen viel flexibler einsetzbar.

Ausrüstung und Produktion unter einem Dach

Neben diesen Lösungen wurde die komplette Ausrüstung der Einheiten übernommen. So mussten geeignete Abfallbehälter, Regale, Ablagen, Wischtücher, Pumpen und Werkstückwagen gefunden werden. In diesen Bereichen wird eine breite Palette an Lösungen angeboten. Wichtig war hier besonders die Ex-Eignung der Einheiten. Auch die Erdung bei der Reinigung von Teilen wurde durch spezielle Erdungssets abgesichert. Hier kommt es neben der Zulassung in erster Linie auf eine einfache Handhabung an, nachdem die Mitarbeiter diese Sets mehrmals am Tag benutzen. Vor Produktionsstart empfahl es sich, für alle Produkte einen Praxistauglichkeitstest durchzuführen. Nach Fertigstellung der Container mit den meisten Einbauten, wurde am Standort Bad Oeynhausen eine Abnahme durchgeführt (FAT). Dieses Treffen hat für beide Seiten Vorteile: Zum einen können bei dieser Gelegenheit letzte Details und Positionierungen abgesprochen und verändert werden, die nach Auslieferung meist mit viel Zeit und Kosten verbunden sind. Zum anderen können sich die späteren Betreiber und Nutzer ein umfassendes Bild über die Anlage machen. Die ist für die Akzeptanz der Geräte wichtig und garantiert ihren reibungslosen und sicheren Betrieb. Die Container wurden anschließend mit Tiefladern zum Kunden gefahren und mit einem Kran in dessen Halle gehoben. Der Aufbau der Systeme wurde mit der „plug and store“-Bauweise in einer Woche erledigt. Die komplette Dokumentation mit CE-Kennzeichnung, ATEX-Konformitätsbewertung, Betriebsanleitungen, etc. wurden direkt nach Durchführung der Abnahmeprotokolle verschickt, damit die Anlage zügig in Betrieb gehen konnte. |

Kontakt

Dipl.-Ing. (FH) Guido Röttgers
 Product Development
 DENIOS AG
 Dehmer Straße 58-66
 32549 Bad Oeynhausen
www.denios.de



Abb. 6: Faserwickelmaschine (Schunk Composites-Fertigung) – Wickelprozess mit Ringfadenaug für hochpräzise, rationelle Serienproduktion; Zuführung der Fasern über externes Leitsystem