

Licht ins Dunkel bringen

Auswahlkriterien für Schauglasleuchten und Faseroptik-Leuchten

Trotz fortschreitender Automatisierung von Prozessen in Chemie und Verfahrenstechnik wird übereinstimmend anerkannt, dass das Auge eines geschulten Mitarbeiters durch nichts zu ersetzen ist. Für die optische Überwachung einer Apparatur kommt der richtigen Ausleuchtung grosse Bedeutung zu. In diesem Beitrag wird daher versucht, anhand einiger Kriterien die Auswahl und Anordnung einer geeigneten Schauglas- oder Kesselanbauleuchte zu vereinfachen. Zunächst werden die Kriterien dargestellt, die für alle Leuchten gelten. Danach folgen Kriterien für den Einsatz von Faseroptik-Systemen. Der letzte Abschnitt behandelt ausschliesslich Kriterien für Leuchten im Ex-Bereich.

Ein- oder Zwei - Flansch - Montage?

Das erste Kriterium betrifft die grundlegende Anordnung der Leuchte: Soll eine so genannte Ein-Flansch- oder Zwei-Flansch-Montage vorgesehen werden? Bei ersterer wird gleichzeitig durch dieselbe Schauglasarmatur beobachtet und das zur Ausleuchtung erforderliche Licht durch die Armatur gebracht. In der zweiten Version werden die Funktionen Ausleuchtung und Beobachtung getrennt; konstruktiv müssen also zwei separate Schauglasarmaturen vorgesehen werden.

Gewichtigstes Argument für eine Ein-Flansch-Montage ist der Kostenfaktor; natürlich ist der Einbau einer einzigen Schauglasarmatur preiswerter als der von zwei separaten. Neben den reinen Materialkosten entfallen das



Abb.1 Leuchte Typ EdelEx, vollständig aus rostfreiem Stahl, 20 Watt, 24 Volt, Ex d IIC T4 Gb, Ex t IIIC T130°C Db IP67, Ex II 2 G + D, aufgebaut mit Kipp-scharnier auf eine Schauglasarmatur VETROLUX® nach DIN 28120

Einschweißen und die vorangehende Vorbereitung der entsprechenden Behälterwand-Aussparung. Bei Kleinbehältern oder Laborapparaturen können auch beengte Platzverhältnisse zwingend zur Anordnung mit nur einem Flansch führen. Deren Nachteile gegenüber der klassischen Zwei-Flansch-Montage sind jedoch offensichtlich: Neben einem mit Sicherheit stark begrenzten Sichtfeld (da ja immer höchstens ein Teil der Schauglasfläche zur Beobachtung zur Verfügung steht) können unerwünschte Blendwirkungen auftreten, die selbst mit konstruktiven Massnahmen wie der Lieferung eines zusätzlichen Blendschutzes nicht immer ganz beseitigt werden können. Wird das Licht durch einen längeren (oder engen) Stutzen in den Kessel gebracht, ist die Anordnung eines zweiten, direkt auf der Kesseloberfläche eingeschweißten Schauglases zu empfehlen, da dann der für eine weitgehende Überwachung erwünschte Öffnungswinkel für das Auge des Beobachters sichergestellt ist. Ist ein Schauglas gar klappbar als Mannlochdeckel, zur Probenahme oder teilweisen Beschickung eingepant, sollte die Beleuchtung unbedingt separat angeordnet werden. In solchen Fällen reduzieren nämlich die harten Schläge beim Schliessen solcher Schaugläser die Lebensdauer der integrierten Glühlampen sehr stark und führen so zu kurzen Wartungsintervallen.

Die richtige Anschlussspannung

Die Auswahl der Anschlussspannung stellt die zweite grundsätzliche Entscheidung dar. In allen Fällen, auch wo die Anschlussspannung bereits vorgegeben ist (z.B. durch bereits vorhandenes Kleinspannungsnetz für Beleuchtungszwecke oder firmenhistorisch bedingte Spezialspannungen), hat die Wahl einer der heute am meisten verbreiteten Spannungen (230 oder 24 Volt Wechselstrom) gewisse Konsequenzen. Schauglasleuchten mit direkter 24 V- oder 230 V- Versorgung der eingebauten Glühlampen sind gegen Spannungsspitzen empfindlicher als solche mit eingebauten Transformatoren, deren elektrische Auslegung Netzspannungsspitzen dämpft und damit die Lebensdauer der Glühlampen positiv beeinflusst.

Bei höheren Leistungen (50/100 Watt) müssen beim 24-V-Anschluss bereits erhebliche Kabelquerschnitte verlegt werden. Dieser Kostenfaktor ist besonders bei langen Distanzen zwischen Stromquelle und Leuchte zu bedenken. Die entsprechenden Querschnitte verursachen zudem einen nicht zu vernachlässigenden Spannungsabfall, der unbedingt vor der Installation der Leuchte berechnet und berücksichtigt werden muss. Sonst kann es zu unangenehmen Überraschungen bezüglich der vom Betreiber erwarteten Ausleuchtungsstärke kommen.

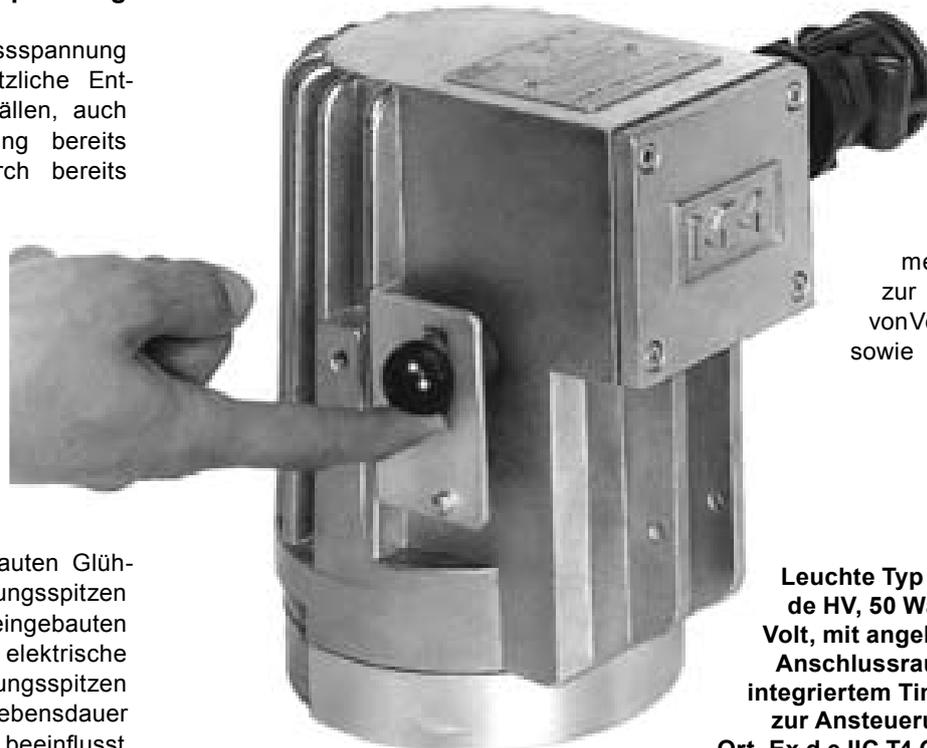
Welche Befestigungsart ist die günstigste?

Verschiedene Möglichkeiten der Befestigung stehen zur Verfügung, jeweils gut abgestimmt auf die vielfältigen Anwendungen. Alle lassen sich jedoch einer von zwei grundsätzlich unterschiedlichen Kategorien zuordnen: Starre oder bewegliche Verbindung zwischen Leuchte und Schauglas. Die erste Art wird eher gewählt, wenn infolge der Betriebsbedingungen (keine oder wenig Vibrationen an der Apparatur, konstante Versorgungsspannung, sauberer Betrieb, d.h. keine Verschmutzung der äusseren Schauglasfläche) sehr wenige Glühlampenwechsel oder Reinigungen anfallen werden, also lange Wartungsintervalle die Regel sind. Zu dieser Befestigungskategorie gehören fest mit dem Schauglasdeckel-

flansch über Fuss- oder Flanschringe, Nocken oder Winkel montierte Leuchten wie auch die Montageart auf Schraubschaugläser nach DIN 11851 mittels eines zwischen Leuchte und Nutmutter der Armatur angebrachten Bördels. Eine bewegliche Anordnung über ein Kippscharnier oder Schwenkfüsse wird dann bevorzugt, wenn im Behälterinnern je nach Füllstand oder Verfahrensschritten verschiedene Bereiche ausgeleuchtet werden sollen, wenn mit solch gravierender Verschmutzung der Apparatur zu rechnen ist, dass eine häufige Abreinigung der atmosphärenseitigen Schauglasfläche notwendig wird oder wenn sich infolge ungünstiger Betriebsbedingungen der Apparatur oder starken Vibrationen häufige Glühlampenwechsel ergeben. In solchen Fällen kann ein rascher Glühlampentausch vor Ort an einer abgeklappten Leuchte erhebliche Unterhaltszeit einsparen. Um Leuchten vor unerwünschten Apparatvibrationen zu schützen, stehen zusammen mit einer robusten Federbefestigung auch schwingungsdämpfende, chemikalien- und temperaturbeständige Silentblocks zur Auswahl.

Der richtige Gehäusewerkstoff

Bereits in der Planung sollte die Wahl des richtigen Gehäusewerkstoffes erfolgen. Als häufig eingesetzte Varianten stehen korrosionsbeständige Aluminiumlegierungen (Vorteile: Günstiges spezifisches



Gewicht, gute Wärmeleitfähigkeit zur Abführung von Verlustwärme) sowie Edel-

Abb.2
Leuchte Typ PEL 50
de HV, 50 Watt, 230
Volt, mit angebaute
Anschlussraum
und integriertem
Timer „V“
zur Ansteuerung vor
Ort, Ex d e IIC T4 Gb, Ex t
IIICT130°C Db IP67, Ex II 2G + D

stahl zur Verfügung. Leuchten aus Edelstahl (Abb. 1) überzeugen durch ihre Oberflächenqualität (ein wichtiges Argument für die Anwendung in der Steril- und Reinraumtechnik in Pharmazie und Kosmetik). Auch ist der optische Aspekt nicht zu vernachlässigen. Der Aufbau einer Edelstahl-Leuchte auf eine ganz aus rostfreiem Stahl hergestellte, oft hochglanzpolierte Apparatur wertet diese gegenüber dem Einsatz einer Leuchte aus Alu-Guss deutlich auf, selbst wenn diese mit einer Einbrennlackierung versehen ist.

Weitere Auswahlkriterien

Bei der Auswahl von Schauglasleuchten müssen ferner die einzusetzende Leistung, die gewünschte Lichtverteilung sowie die Betriebsart bestimmt werden. Bei letzterer unterscheidet man zwischen Dauerbetrieb, Timer-Betrieb sowie Kurzzeitbetrieb durch in die Leuchten eingebaute Momentdrucktaster. In sehr vielen Fällen genügt eine kurze Beobachtung des Reaktionsablaufs. Für solche Anwendungen ist ein Momentdrucktaster bei Ein-Flansch-Montage ideal. Der Stromverbrauch ist sehr niedrig und die Lebensdauer der Glühlampe lang, was geringe Unterhaltskosten zur Folge hat. Entsprechende Tastersysteme sind sowohl für Ex-Einsatzfälle wie auch für Leuchten für nicht explosionsgefährdete Betriebsstätten erhältlich. Wird jedoch eine längere Beobachtungsdauer gefordert oder ist die entsprechende Leuchte für das Betriebspersonal schwer oder gar nicht zugänglich angeordnet, ist der Einsatz eines Timers (Zeitglied) angebracht. In der Regel in die Leuchte integriert, ermöglichen diese jedoch dank ihrer Konzeption auch eine Fern-Ansteuerung. Bei guter Zugänglichkeit sind die Timer auch mit einer Vor-Ort-Bedienung am Leuchtengehäuse lieferbar (Abb. 2). Einige der Timersysteme können für verschieden lange Einschaltzeiten (z.B. 3, 15 oder 30 Minuten) geliefert werden. Für Leuchten, für die aus konstruktiven Gründen (z.B. sehr kompakte Bauart) oder aufgrund der Leistungs- und Spannungsdaten keine einzubauenden Timer existieren, gibt es extern zu setzende Zeitglieder, die sowohl für Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen als auch für den Nicht-Ex-Bereich fertig verdrahtet in entsprechenden separaten Gehäusen geliefert werden. Am einfachsten ist wohl für die Erstinstallation der Dauerbetrieb. Bei diesem fallen jedoch nachteilig ein relativ hoher Stromver-

brauch (besonders bei Leuchten mit grosser Leistung) und längerfristig höhere Unterhaltskosten an, bedingt durch häufigeres Wechseln der Glühlampen. Bei dieser Betriebsart muss nämlich davon ausgegangen werden, dass das Betriebspersonal die Leuchten oft durchgehend, zum Teil sogar 24 Stunden pro Tag eingeschaltet lässt, selbst wenn diese über einen Netzschalter betätigt werden können. Bezüglich der Leistung besteht meist eine gewisse Unsicherheit. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass nicht die Behältergrösse für die Leistungsfestlegung herangezogen werden sollte, sondern der Abstand von der eingesetzten Lichtquelle bis zum gewünschten Beobachtungspunkt. Soll beispielsweise ein sehr grosser Kessel während eines Rührvorgangs, nicht aber während seiner Entleerung oder gar Reinigung überwacht werden, genügt eine wesentlich geringere Leistung als im letztgenannten Fall. Auch die Oberflächenbeschaffenheit des auszuleuchtenden Behälters spielt eine wesentliche Rolle. So muss für einen gleich grossen Kessel mit dunkler, stark absorbierender Email-Oberfläche mehr Lichtleistung eingesetzt

werden als für einen innen hochglanzpolierten, rostfreien Kessel. Schliesslich spielt die Art der Aufgabenstellung eine Rolle. Soll ein Prozess beispielsweise mit TV-Monitoring überwacht werden, muss eine viel stärkere Lichtquelle verwendet werden als wenn etwa der klare Auslauf an einer Zentrifuge sporadisch überwacht werden soll. Um auch an einer Durchfluss-Armatur eine ausreichende, aber dennoch blendfreie Ausleuchtung zu erzielen, können Leuchten mit mattiertem Frontglas geliefert werden. Viele der heutigen Glühlampen erzeugen entweder einen engen („spot“) oder einen breiten („flood“) Ausstrahlwinkel. Auch die Wahl einer dieser Varianten hängt weitestgehend von den gestellten



Abb. 3
Leuchte Typ
fibroLUX®,
50 W, 230 V,
Ex de IIC T4 Gb,
Ex t IIIC T130°C
Db IP67, Ex II 2 G + D,
Lichtleiter montiert
auf eine Schauglasarmatur
VETROLUX® nach
DIN 28120, DN 25

Abstand zwischen Lichtquelle und Beobachtungsort eingesetzt, „Spot“-Versionen zur gezielten, punktförmigen Ausleuchtung oder zur Überbrückung grösserer Distanzen.

Fiber-Optik oder „klassische“ Schauglasleuchte?

Der Einsatz von Faseroptik-Leuchten (Abb. 3) eröffnet den Anlagebetreibern neue Anwendungsmöglichkeiten:

Da der Lichtaustritt über ein Faserbündel mit geringem Durchmesser erfolgt, können auch Apparaturen mit sehr kleinen Schaugläsern in Fällen, wo dies mit den bisher bekannten Leuchten nicht möglich war, problemlos ausgeleuchtet werden – und dies sogar in der Anordnung „Sicht und Licht durch eine Armatur“.

Auf Apparaturen, die beim Betrieb starken Schwingungen ausgesetzt sind und daher die Lebensdauer der Glühlampen bei Verwendung „klassischer“ Leuchten herabgesetzt ist, kann die Lichtquelle separat von der Apparatur befestigt werden, wodurch die Übertragung der Schwingungen auf ein Minimum reduziert wird.

Direkt auf Schauglasarmaturen aufgesetzte Leuchten klassischer Bauart können zu starker Erwärmung der darunter eingebauten Schauglasplatten führen, was zu Produktablagerungen und -verkrustungen an der Innenseite derselben führen kann und dadurch in der Anordnung „Sicht und Licht durch ein Schauglas“ auch zu Beobachtungsbehinderungen. Demgegenüber ist das aus dem Faserbündel austretende Licht „kalt“ und verursacht daher die oben beschriebenen unangenehmen Phänomene nicht.

Im Gegensatz zum starren Lichtstrahl einer fest montierten herkömmlichen Schauglasleuchte können mit dem flexiblen Faserbündel durch die Betreiber während eines Betriebsvorgangs problemlos verschiedenste Zonen im Innern der auszuleuchtenden Apparatur angepeilt und direkt angestrahlt werden. Bei Revisionsarbeiten können so z.B. auch Schweissnähte gezielt abgefahren und intensiv beleuchtet werden.

Ex – gefährdete Betriebsstätten

Die folgenden Auswahlkriterien sind zusätzlich zu den bisher dargestellten zu berücksichtigen, falls der Leuchten-einsatz in einer explosionsgefährdeten Betriebsstätte stattfinden soll.

Eine wichtige Vorentscheidung ergibt sich aus der Temperaturklasse, die der Betreiber festlegen muss. Die meisten Ex-Produktionsstätten sind entweder T3, T4 oder selten T6 klassifiziert. Da mit zunehmender Temperaturklasse die zugelassene Oberflächentemperatur eines Betriebsmittels abnimmt, bestimmt die Temperaturklasse auch die maximal mögliche Leistung einer Leuchte. Bei höherer Leistung entsteht neben dem erzeugten Licht auch mehr Wärmeenergie, die bei steigender Oberflächentemperatur über das Leuchtengehäuse abgeführt werden muss. Diese physikalisch nicht zu umgehende Tatsa-

che bedingt aber die eventuelle Einstufung in eine tiefere Temperaturklasse. Mit diesen Fakten muss der Betreiber leben, auch wenn sein Wunsch nach hoher Leistung bei gleichzeitig hoher Temperaturklasseneinstufung durchaus verständlich ist. Immerhin ist aber eine in T4 klassifizierte Leuchte mit Halogenbestückung (100 Watt) lieferbar, die sich zum Einsatz für schwierige Aufgaben, bei grossen Reichweiten, aber auch beispielsweise zur Beobachtung von Phasentrennungen in Flüssig-Flüssig-Gemischen gut eignet.

Eine weitere wichtige Vorentscheidung ist bezüglich der Schutzart zu treffen. Hier stehen zwei grundsätzliche Varianten zur Verfügung: Leuchten in der Schutzart „druckfeste Kapselung“ (Ex) d ohne Anschlussraum oder solche in der gemischten Schutzart (Ex) de („druckfeste Kapselung“ für das Leuchtengehäuse / „erhöhte Sicherheit“ für den angebauten Anschlussraum). Der angebaute Anschlussraum hat den Vorteil, dass der Netzanschluss mit der dem Hauselektriker vertrauten Kabelqualität überall durchgeführt werden kann, unabhängig von möglichen vom Hersteller mitgelieferten Kabelschwänzen definierter Länge bei (Ex) d-Leuchten. Die eventuell aufwendige Zusatzinstallation von (Ex)-Abzweigdosen bei zu kurzem Kabelschwanz kann entfallen. Da ein Betreiber von Leuchten in Schutzart (Ex) d mit vergossener Anschlussleitung beim Auftreten eines Defektes an dieser keine Reparatur durchführen kann (weil die Anschlussleitung selbst Bestandteil der druckfesten Kapselung ist), muss er die Leuchte zur Instandsetzung ins Herstellerwerk senden. Dieses Vorgehen entfällt beim Einsatz von Leuchten in der Schutzart (Ex) de. Demgegenüber sind Leuchten in der Schutzart (Ex) d preisgünstiger als solche mit Anschlussraum.

Halogen oder LED?

Nachdem jahrelang LED-Einsätze ein grün-bläuliches Licht emittierten, sind mittlerweile LED's lieferbar, die die Farbe des auszuleuchtenden Produktes nicht mehr verfälschen.

Die Vorteile der LED-bestückten Leuchten sind die nachstehend beschriebenen: Da die Erwärmung des Leuchtmittels sehr gering ausfällt, sind alle LED-Schauglasleuchten in Temperaturklasse T6 eingestuft. Am Lichtaustritt findet nur eine geringe Temperaturerhöhung gegenüber der Umgebung statt, sodass z.B. ein Ein-

satz bei Medien, die gern zum Kristallisieren am Schauglasinnern neigen, vorteilhaft ist. Überdies verringert die lange Lebensdauer von LED's von bis zu 40'000 Stunden die Wartungskosten. LED-Einsätze sind in eng- und breitstrahlenden Versionen lieferbar.

Als Nachteile steht ein gegenüber Halogen-bestückten Leuchten erhöhter Preis, auch für Ersatz-Leuchtmittel. Da LED-Einsätze als elektronische Bauteile auch gegenüber erhöhten Temperaturen an Schaugläsern empfindlich sind, ist ihre Anwendung diesbezüglich eingeschränkter als bei den Halogen-Versionen.

Im Zweifelsfall beraten wir Sie gerne kompetent.