

Hygienic Design als Grundlage moderner HMI-Konzepte in sensiblen Produktionsbereichen



Bedienung eines Edelstahl-HMIs in einer hygienisch sensiblen Produktionsumgebung.
Alle Bilder ©ads-tec Industrial IT GmbH

In sensiblen Produktionsumgebungen wie der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie hängen Produktqualität und Verbraucherschutz direkt von der Einhaltung höchster Hygienestandards ab. Jede potenzielle Kontaminationsquelle, sei sie mikrobiologischer, chemischer oder physikalischer Natur, kann schwerwiegende Folgen für Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Markenreputation haben. Hygienegerechte Konstruktionsprinzipien („Hygienic Design“) gewinnen deshalb in allen Bereichen der Maschinen- und Komponentenentwicklung zunehmend an Bedeutung.

Gleichzeitig schreitet die Digitalisierung industrieller Prozesse voran. Mensch-Maschine-Schnittstellen (Human-Machine Interfaces, HMIs) spielen dabei eine zentrale Rolle, da sie die Interaktion zwischen Bedienpersonal und automatisierten Systemen ermöglichen. In sensiblen Produktionsbereichen müssen HMIs nicht nur funktional und ergonomisch gestaltet sein, sondern auch strengen Hygieneanforderungen entsprechen.



Autor:
Jochen Gengenbach
Strategischer Produktmanager
ads-tec Industrial IT GmbH
www.ads-tec-ii.com

Die Herausforderung besteht darin, intuitive und robuste Bedienkonzepte zu entwickeln, die leicht zu reinigen, beständig gegenüber aggressiven Reinigungs- und Desinfektionsmitteln und frei von hygienischen Schwachstellen sind. Moderne HMI-Konzepte verbinden industrielle Robustheit mit hygienischer Sicherheit und digitaler Benutzerfreundlichkeit. Dabei ist die ästhetische Gestaltung des HMIs als „Visitenkarte der Maschine“ eine sinnvolle Ergänzung.

Der Artikel beleuchtet, welche Anforderungen sich für Maschinen- und Anlagenbauer ergeben, wenn Komponenten oder ganze Linien für hygienische Anwendungen ausgelegt werden, und wie Hygienic Design als grundlegendes Gestaltungselement moderner HMI-Systeme verstanden werden kann.

Vermeidung von Kontamination durch Einhaltung von EHEDG-Richtlinien

Hygienic Design ist die Basis für die Entwicklung moderner, bedienerfreundlicher und kontaminations sicherer HMI-Systeme. Unter Kontamination versteht man das unbeabsichtigte Einbringen von unerwünschten Stoffen, Mikroorganismen oder Fremdkörpern in ein Produkt oder einen Prozess. Schon geringfügige Verunreinigungen können schwerwiegende Folgen haben, von Produktverderb über Gesundheitsrisiken bis hin zu Produktrückrufen und Imageschäden.

Kontaminationen entstehen häufig durch unzureichend gereinigte Maschinenoberflächen, konstruktive Schwachstellen, fehlerhafte Bedienelemente oder ungeschultes Personal. Die Vermeidung solcher Risiken ist ein zentraler Bestandteil des Hygienic Designs und damit auch entscheidend für die Entwicklung hygienischer HMIs.

Normen und Richtlinien

Neben gesetzlichen Normen wie DIN EN ISO 14159, die Hygieneanforderungen an Maschinen beschreibt, gelten die Richtlinien der EHEDG (European Hygienic Engineering & Design Group) als Best Practice. Die 1989 gegründete Organisation vereint Experten aus Industrie, Forschung und Behörden und entwickelt Richtlinien, die sicherstellen, dass Komponenten, Maschinen und Anlagen leicht zu reinigen und hygienisch sicher sind. Für die Gestaltung hygienischer HMIs dienen EHEDG-Vorgaben daher als zentraler Referenzrahmen.

Herausfordernde Umgebungsbedingungen für Maschinen und Anlagen

Maschinen und Anlagen in sensiblen Produktionsbereichen sind hohen Anforderungen ausgesetzt. Sie müssen tägliche Reinigungs-

und Desinfektionszyklen überstehen, ohne dass Funktion oder Materialintegrität beeinträchtigt werden.

Insbesondere häufige Hochdruckreinigungen (teilweise über 100 bar) verursachen erhebliche mechanische Belastungen an Dichtungen, Fugen und Materialübergängen und können zu Materialabrieb führen. Hygienegerechtes Design setzt daher auf glatte, widerstandsfähige und korrosionsbeständige Materialien sowie dauerhaft dichte Verbindungen.

Aggressive Reinigungs- und Desinfektionsmittel

Zur Entfernung organischer und mikrobieller Rückstände kommen aggressive Reinigungs- und Desinfektionsmittel zum Einsatz, die Kunststoffe, Dichtungen und Beschichtungen von Oberflächen angreifen können. Eine hohe chemische Beständigkeit dieser Materialien ist daher unerlässlich.

Moderne Produktionsmaschinen bestehen aus zahlreichen Komponenten, Leitungen und Bedienelementen. Komplexe Maschinengeometrien erschweren die vollständige Reinigung. Hygienic Design bedeutet hier: Reduktion auf das Wesentliche, glatte Flächen, klare Linienführung und leicht zugängliche Bereiche.

Dies gilt insbesondere für HMIs, die oft im direkten Kontaktbereich von Bedienpersonal und Produktumgebung montiert sind. HMIs müssen zudem intuitiv bedienbar sein, um Fehlbedienungen und damit verbundene Kontaminationsrisiken zu vermeiden. Eine einfache, selbsterklärende Benutzerführung trägt dazu bei, Hygienevorschriften konsequent einzuhalten und das unabhängig vom Erfahrungsstand des Bedieners.

Anforderungen an Anlagen in sensiblen Produktionsbereichen

Moderne Produktionssysteme müssen nicht nur hygienisch sicher, sondern auch wirtschaftlich effizient sein. Hygienic Design unterstützt beide Ziele und wirkt sich direkt auf die Total Cost of Ownership (TCO) aus. Ein durchdachtes Design reduziert Ausfallzeiten, da weniger Reinigungs- und Wartungsbedarf besteht. Zudem ermöglicht es eine schnellere Wiederinbetriebnahme nach Reinigungszyklen und verlängert durch den Einsatz beständiger Materialien und Konstruktionen die Lebensdauer der Komponenten.

Klarer Wettbewerbsvorteil

Hygienic Design ist nicht nur eine regulatorische Notwendigkeit, sondern ein klarer Wettbewerbsvorteil. Hersteller, die hygienisch optimierte Maschinen und HMI-Systeme anbieten, erfüllen die wachsenden Anforderungen an Sicherheit, Qualität und Nachhaltigkeit und



Reinigung eines Edelstahl-Panel-PCs mit einem Hochdruckreiniger.

positionieren sich als verlässliche Partner in sensiblen Industrien.

Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil ergibt sich aus den glatten Oberflächen und den offenen Bauformen. Diese verkürzen die Reinigungszeiten und senken Wasser-, Energie- und Chemikalienverbrauch.

Darüber hinaus bilden relevante Normen und Richtlinien für Hygienic Design die Grundlage für Maschinen, Anlagen und darin verbaute moderne HMI-Konzepte, darunter die EN ISO 14159, GMP, FDA und die anfangs beschriebenen EHEDG-Richtlinien.

Leitlinien für die Gestaltung eines Industrie-HMIs im Hygienic Design

Während Normen, Richtlinien und Zertifizierungen wie die der EHEDG oder FDA den Rahmen für hygienegerechtes Design definieren, zeigt sich die eigentliche Herausforderung in der konkreten Umsetzung. Besonders bei Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMIs) muss Hygienic Design funktionale, ergonomische und hygienische Anforderungen gleichermaßen erfüllen.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über grundlegende Gestaltungsprinzipien und praxisorientierte Auswahlkriterien für HMIs wie Edelstahl Panel-PCs, die in sensiblen Produktionsumgebungen zum Einsatz kommen.

Edelstahl-HMIs

Hygienic Design ist bei Edelstahl-HMIs immer dann relevant, wenn Bedien- oder Anzeigeeinheiten in offenen Produktionsprozessen eingesetzt werden – also überall dort, wo Produkt, Mensch und Maschine potenziell in direkten Kontakt treten. Das betrifft insbesondere Anwendungen in der Lebensmittel-, Getränke-, Pharma- und Kosmetikproduktion, aber zunehmend auch in der Verpackungs- und Medizintechnik.

Hygienic Design im Entwicklungsprozess

Ein zentrales Prinzip lautet: Hygienic Design muss von Beginn an Teil des Entwicklungsprozesses sein. Nur wenn die hygienegerechte Gestaltung bereits in der Konzeptphase berücksichtigt wird, lassen sich spätere konstruktive Schwächen und kostenintensive Nachbesserungen vermeiden. Komponenten, Materialien und Dichtungen sollten gezielt nach hygienischen Gesichtspunkten ausgewählt und möglichst durch anerkannte Stellen (z. B. EHEDG, FDA, BfR) zertifiziert sein.

Reinigung, Wartung und Zugänglichkeit

Darüber hinaus muss die Entwicklung über rein konstruktive Aspekte hinausgehen: Reinigung, Wartung und Zugänglichkeit sind integrale Bestandteile eines durchdachten Hygienic Designs. Eine Bauweise, die den schnellen und rückstandsfreien Reinigungsprozess unterstützt, minimiert Stillstandzeiten und reduziert das Risiko mikrobieller Kontamination. Hygienisch ausgelegte Geräte amortisieren sich daher häufig über die gesamte Lebensdauer, da Reinigungs- und Wartungskosten sinken und die Anlagenverfügbarkeit steigt.

Ganzheitlicher Ansatz

Wesentlich ist ein ganzheitlicher Ansatz: Ein einzelnes hygienegerechtes Bedienterminal allein genügt nicht, wenn die Umgebung, die Montage oder die Verkabelung diesen Grundsätzen widersprechen. Hygienic Design endet nicht an der Gehäusekante, sondern umfasst den gesamten Systemverbund – vom Befestigungskonzept über die Integration in die Maschine bis hin zu Reinigungs- und Wartungsprozessen. Nur durch dieses Zusammenspiel lässt sich ein hygienischer Betrieb sicherstellen.

Kriterien für die Auswahl eines Industrie-HMIs im Hygienic Design

Bei der Auswahl eines Industrie-HMIs für sensible Produktionsumgebungen sind zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen, die über die reine Schutzart hinausgehen. Ein hygienegerechtes HMI-Design folgt klaren konstruktiven Prinzipien, die auf Reinigung, Sicherheit und Langlebigkeit ausgelegt sind. Ein zentrales Kriterium ist die geschlossene Kabelführung. Wo möglich, sollten drahtlose Kommunikationslösungen genutzt werden, um potenzielle Schmutz- und Feuchtigkeitsrisiken zu vermeiden. Zudem muss der Schutz vor Glasbruch oder Splitterbildung gewährleistet sein, beispielsweise durch bruchsichere Fronten oder zusätzliche Splitterschutzfolien.

Auswahl der Materialien

Die Auswahl der Materialien spielt eine entscheidende Rolle. Oberflächen müssen abriebfest und chemisch beständig gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sein. Besonders Dichtungen sind kritisch: Sie sollten über eine geeignete Shore-Härte verfügen, um dauerhafte Dichtigkeit zu gewährleisten, ohne dabei ihre Elastizität zu verlieren. Farblich wird zunehmend auf kontrastreiche „Hygienic Blue“-Dichtungen gesetzt, um Beschädigungen oder Verschmutzungen visuell leichter erkennen zu können.

Als bewährtes Material kommt idealerweise Edelstahl V4A (1.4404 bzw. 1.4571) zum Einsatz, der durch seine hohe Korrosionsbeständigkeit insbesondere in Umgebungen mit salzhaltiger Luft oder Wasser, etwa bei der Verarbeitung von Fischereiprodukten – überzeugt. Bei der Materialauswahl ebenso wichtig ist eine geringe Oberflächenrauigkeit ($R_a < 0,8 \mu\text{m}$), um das

Anhaften von Partikeln und Mikroorganismen zu vermeiden.

Konstruktive Eigenschaften

Konstruktiv sollte das HMI ohne Toträume, Fugen oder Spalten ausgeführt sein, in denen sich Wasser, Produktreste oder Reinigungsmittel ansammeln könnten. Geneigte und selbstentleerende Flächen („self-draining“) verhindern die Bildung von stehenden Flüssigkeiten.

Zur Vermeidung von Fremdkörpern im Produktionsprozess sollte weitestgehend auf frei zugängliche Schrauben, Spalte oder lösbare Kleinteile verzichtet werden.

Ein hygienisches HMI ist im laufenden Betrieb wartungsfrei und erfordert kein Öffnen des Geräts. Zudem sollte es der intensiven Reinigung wie mit Hochdruckreinigern standhalten, was mindestens die Schutzart IP69 voraussetzt.

In der Praxis muss das HMI auch unter Produktionsbedingungen zuverlässig bedienbar bleiben, etwa mit Arbeitshandschuhen oder bei Feuchtigkeit.

Schließlich schafft eine externe Zertifizierung des Hygienic Designs, etwa durch EHEDG oder unabhängige Prüfinstitute wie das Fraunhofer IPA – zusätzliches Vertrauen und dokumentiert die Einhaltung der branchenspezifischen Hygieneanforderungen.

Fazit

Hygienic Design ist kein optionales Qualitätsmerkmal, sondern eine Grundvoraussetzung moderner Industrie-HMI-Konzepte. Nur wenn Konstruktion, Materialwahl, Montage und Reinigung als zusammenhängendes System verstanden werden, lassen sich Sicherheit, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit gewährleisten. Die konsequente Umsetzung dieser Prinzipien sorgt für hygienische Sicherheit und wirtschaftliche Effizienz und bildet damit die Basis für zukunftsichere HMI-Lösungen in der industriellen Produktion. ◀



Einsatz eines hygienegerechten Edelstahl-HMIs in der Herstellung pharmazeutischer Produkte.