

USABILITY UND HUMAN-MACHINE INTERFACES IN DER PRODUKTION

Studie Qualitätsmerkmale für Entwicklungswerkzeuge



Herausgeber
Dieter Spath, Anette Weisbecker

Autoren
Janina Bierkandt, Matthias Peissner, Cornelia Hipp, Fabian Hermann

USABILITY UND HUMAN-MACHINE INTERFACES IN DER PRODUKTION

Studie
Qualitätsmerkmale für Entwicklungswerkzeuge

Impressum

Kontaktadresse:
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und
Organisation IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
www.iao.fraunhofer.de

Janina Bierkandt
Telefon +49 711 970-2377, Fax -2300
Janina.Bierkandt@iao.fraunhofer.de

Bibliographische Information der Deutschen
Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek
verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-8396-0358-1

Druck und Weiterverarbeitung:
IRB Mediendienstleistungen
Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB,
Stuttgart

Für den Druck des Buches wurde chlor- und
säurefreies Papier verwendet.

© by Fraunhofer IAO, 2011

Verlag und Druck:
Fraunhofer Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 800469, 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-2500, Fax -2508
E-mail: verlag@fraunhofer.de
www.verlag.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich all seiner Teile
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die
engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist
ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig
und strafbar. Dies gilt
insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in
elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von
Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch
berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche
Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und
Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären
und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.
Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze,
Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug
genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der
Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder
Aktualität übernehmen.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
2	Einleitung und Zielsetzung	2
3	Vorgehensweise	4
4	Qualitätsmerkmale	7
4.1	Darstellung	7
4.2	Bedien- und Anzeigeelemente	14
4.3	Benutzerverwaltung und Zugriffsrechte	19
4.4	Protokoll- und Alarmmanagement	21
4.5	Rezept- bzw. Sortenverwaltung	25
4.6	Internationalisierung	27
4.7	Entwicklungsumgebung	29
5	Übersicht der wichtigsten Qualitätsmerkmale	35
6	Fazit und Ausblick	39
7	Profil des Fraunhofer IAO	40
7.1	Fraunhofer-Gesellschaft	40
7.2	Fraunhofer IAO	40
7.3	Competence Center Human-Computer Interaction	40
7.4	Beispielprojekt: Gestaltung eines HMI	41

1 Zusammenfassung

Human-Machine Interfaces (HMI) zur Steuerung und Überwachung von Maschinen und Anlagen haben heute für die Hersteller eine strategische Bedeutung: Attraktive und gut benutzbare Oberfläche tragen zur Alleinstellung, zur Kundenzufriedenheit und Produktivität bei. HMI werden häufig mit speziellen Entwicklungswerkzeugen erstellt. Auf dem Markt stehen Werkzeuge von mehr als 50 Herstellern zur Verfügung.

Die vorliegende Studie identifiziert und beschreibt Qualitätsmerkmale für Entwicklungswerkzeuge zur Entwicklung hochwertiger HMI. In der Studie wurden Anforderungen in Telefoninterviews mit HMI-Entwicklern erhoben und aus Normen und Standards herausgezogen. Damit wurden stellvertretende Systeme erprobt und daraus schließlich die Qualitätsmerkmale für die Entwicklungswerkzeugen abgeleitet.

Die Qualitätsmerkmale sind in sieben Cluster gegliedert, darunter die Darstellungsmöglichkeiten und verfügbaren HMI-Elemente, wesentliche Aspekte für Benutzerverwaltung und Zugriffsrechte, sowie der Rezept- bzw. Sortenverwaltung. Um Fehler- und Hinweismeldungen im HMI so darstellen zu können, dass eine effiziente Bearbeitung gewährleistet ist, wurden außerdem Qualitätsmerkmale für das Protokoll- und Alarmmanagement beschrieben. Qualitätsmerkmale für die Erstellung internationaler HMI wurden gesondert aufgenommen. Daneben wurden die Usability und Entwicklungsunterstützung der Werkzeuge als Kriterien aufgenommen.

Viele HMI-Entwicklungswerkzeuge haben bereits einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Dennoch sind wichtige Gestaltungsaspekte bisher mit kaum einem Werkzeug oder nur mit großem Aufwand umsetzbar, weshalb man die Möglichkeiten infrage kommender Werkzeuge kennen sollte. Die in dieser Studie erstellten Qualitätsmerkmale unterstützen bei der Bewertung und Auswahl von Werkzeugen, aber auch bei der Ausrichtung konzipierter HMI an gegebene Einschränkungen.

2 Einleitung und Zielsetzung

Im industriellen Umfeld werden Human-Machine Interfaces (HMI) zur Steuerung und Überwachung von Maschinen und Anlagen eingesetzt. Dabei hat das HMI heute eine strategische Bedeutung:

- Die Usability (Gebrauchstauglichkeit) des HMI hat einen wesentlichen Einfluss auf die Produktivität, die Vermeidung von Bedienfehlern und die Reduktion von Schulungsaufwand.
- Ein hochwertiges und attraktives HMI-Design kann Alleinstellungsmerkmale schaffen und die Innovationskraft und den hohen Qualitätsanspruch des Maschinenherstellers untermauern.
- Positive Nutzungserlebnisse (User Experience) tragen dazu bei, die Motivation und Leistungsbereitschaft der Bediener zu steigern.

Bei der Entwicklung des HMI stellt sich häufig die Frage der Umsetzbarkeit und des Entwicklungsaufwands. Zur Reduzierung des Aufwands und des Risikos werden meist spezielle Entwicklungswerkzeuge eingesetzt. Diese erweitern die klassische SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)-Funktionalitäten um Möglichkeiten zur Visualisierung. Die derzeit mehr als 50 Hersteller solcher Werkzeuge bieten teilweise sehr unterschiedliche Lösungen an.

Die Auswahl eines geeigneten Systems ist oft nicht leicht, besonders wenn ein Konzept für ein neues HMI entworfen werden soll. Das Projektteam steht dann vor der Entscheidung, ob zuerst das Werkzeug ausgewählt oder zuerst das Konzept erstellt werden soll. Im Idealfall sollte das Werkzeug erst ausgewählt werden, wenn das Konzept erstellt und damit der benötigte Funktionsumfang definiert ist. Die Erfahrungen in bisherigen Projekten des Fraunhofer IAO zeigen allerdings, dass die Auswahl des Werkzeugs meist nicht bis zum Ende der Konzeptphase hinausgezögert werden kann.

Damit das HMI-Konzept möglichst wenig von den technischen Restriktionen des Entwicklungswerkzeugs beeinflusst wird, sollten allerdings vor der Auswahl bereits einige grundlegende Entscheidungen getroffen sein. Ist beispielsweise die Gestaltung einer Touch-Anwendung geplant, stehen andere Gestaltungsaspekte im Vordergrund, als bei der Bedienung mit Maus und Tastatur. Soll das HMI auch graphisch höchsten Ansprüchen genügen, werden häufig Designagenturen eingebunden. In diesen Fällen muss also eine Möglichkeit gefunden werden, die Gestaltungsentwürfe der Designagentur mit dem Entwicklungswerkzeug umzusetzen.

Ausgehend von den Anforderungen eines intuitiven, ästhetisch ansprechenden und effizient bedienbaren HMI werden in dieser Studie wesentliche Qualitätsmerkmale von Entwicklungswerkzeugen identifiziert. Vor dem Hintergrund des aktuellen Entwicklungsstands wird untersucht, inwiefern heutige Entwicklungswerkzeuge die Umsetzung hochwertiger HMI unterstützen und welche Eigenschaften insbesondere die Qualität und den Entwicklungsaufwand moderner HMIs beeinflussen.

Die Ergebnisse dieser Studie dienen Entscheidern und HMI-Entwicklern als Hilfestellung bei der Auswahl eines geeigneten HMI-Entwicklungswerkzeugs. Auf der Grundlage eines detaillierten Verständnisses ihrer spezifischen Anforderungen werden sie in die Lage versetzt, zu beurteilen welche Produkteigenschaften für sie von entscheidender Bedeutung sind.

Den Anbietern von HMI-Entwicklungswerkzeugen können die hier zusammengestellten Qualitätsmerkmale als Guidelines für die Weiterentwicklung und Optimierung ihrer Produkte dienen.

In der Studie wurde bewusst darauf verzichtet, konkrete HMI-Entwicklungswerkzeuge zu bewerten und zu vergleichen. Gerade in der letzten Zeit sind viele neue Versionen relevanter Produkte auf dem Markt erschienen. Darüber hinaus fällt die Auswahl einer handhabbaren Anzahl von zu bewertenden Systemen schwer ohne sich dem Vorwurf der Wettbewerbsverzerrung auszusetzen. Das wichtigste Argument für eine Konzentration auf die Darstellung allgemeiner Qualitätsmerkmale ist jedoch, dass in jedem Projekt die Schwerpunkte der Entscheidung individuell definiert werden müssen. Gerne unterstützt Sie das Fraunhofer IAO dabei, in einem offenen und herstellerneutralen Vorgehen das für Sie richtige System auszuwählen.

3 Vorgehensweise

Zur Erstellung der Studie wurde ein dreistufiges Vorgehen gewählt. In einem ersten Schritt wurden Kriterien hochwertiger HMIs und Anforderungen an Entwicklungswerkzeuge erhoben. Im zweiten Schritt wurden stellvertretend einige Systeme erprobt und bewertet. Schließlich wurden auf Grundlage der gesammelten Erkenntnisse Qualitätsmerkmale von Entwicklungswerkzeugen abgeleitet.

1. HMI-Kriterien und Anforderungen an Entwicklungswerkzeuge

Zunächst wurden wesentliche Kriterien für ein benutzerfreundliches HMI definiert. Die Grundlage hierfür waren Projekterfahrungen des Fraunhofer IAO und aktuelle Normen und Guidelines. Neben der Normreihe ISO 9241 zur Gebrauchstauglichkeit mit den Schwerpunkten Dialoggestaltung, Informationsdarstellung und Benutzerführung wurden weitere Normen in Bezug auf Barrierefreiheit und Multimedia herangezogen. Zudem wurden Guidelines bekannter Softwarehersteller, wie Apple und Microsoft betrachtet und Leitfäden zur Internationalisierung z.B. des VDMA analysiert.

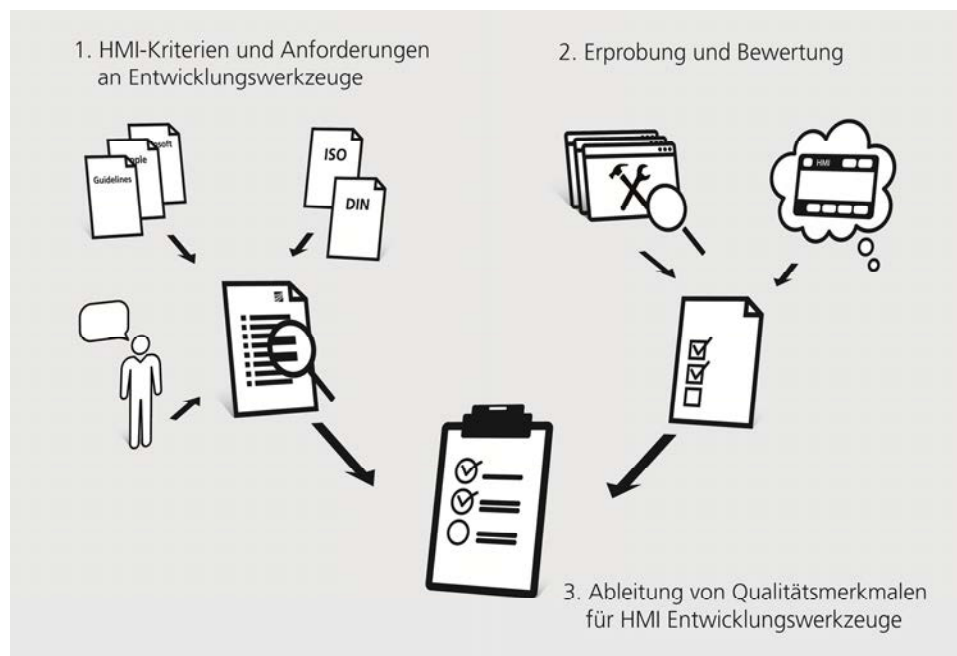


Abbildung 1: Vorgehensweise der Studie

Darüber hinaus wurden 17 Telefoninterviews mit HMI-Entwicklern und anderen relevanten Ansprechpartnern von Industrieunternehmen geführt. Hierbei wurde einerseits erfasst, welchen Stellenwert HMI-Gestaltung und Usability im Unternehmen bisher einnehmen und welche HMI-Merkmale als erfolgskritisch betrachtet werden. Andererseits

wurden bisherige Erfahrungen und bereits bekannte Anforderungen im Zusammenhang mit HMI-Entwicklungswerkzeugen abgefragt.

2. Erprobung und Bewertung

Die Ergebnisse der Telefoninterviews gaben einen ersten Eindruck über die verwendeten Entwicklungswerkzeuge und entsprechende Erfahrungen der Befragten. Zusammen mit einer umfassenden Marktanalyse führten die Telefoninterviews zu einer Auswahl von neun HMI-Entwicklungswerkzeugen, die einer detaillierteren Analyse unterzogen werden sollten. Die untersuchten Systeme umfassen Genesis32, V 9.10.178.00 (Iconics), GP Pro EX, V 2.2 (Pro-face), InTouch, V 10.1 Runtime (Invensys Wonderware), iX Developer, V 1.20 (Lauer), PROCON-WIN, V 5.2.0 (GTI-control), Proficy iFIX, V 5.0 (GE FANUC), VisiWin.NET Professional, V 6.3 SP1 (INOSOFT), WIN CC flexible, V 2008 SP2 (Siemens), und Zenon, V 6.50 SP0 Build1 (COP,A-DATA GmbH).

Zur Bewertung dieser Systeme wurden Gespräche mit den Herstellern der Werkzeuge geführt, um die Funktionsweise, Potenziale und Einschränkungen aus erster Hand aufzunehmen. Darüber hinaus wurden eigene Tests durchgeführt. Hierfür wurde ein realistisches aber fiktives HMI Konzept entwickelt, das die Anforderungen der Entwickler möglichst gut abbildete und mit jedem der Entwicklungswerkzeuge so weit wie möglich umgesetzt wurde. Dabei wurde für jedes HMI-Merkmal bewertet, ob, in welcher Qualität und mit welchem Aufwand es mit dem jeweiligen Werkzeug umgesetzt werden kann.

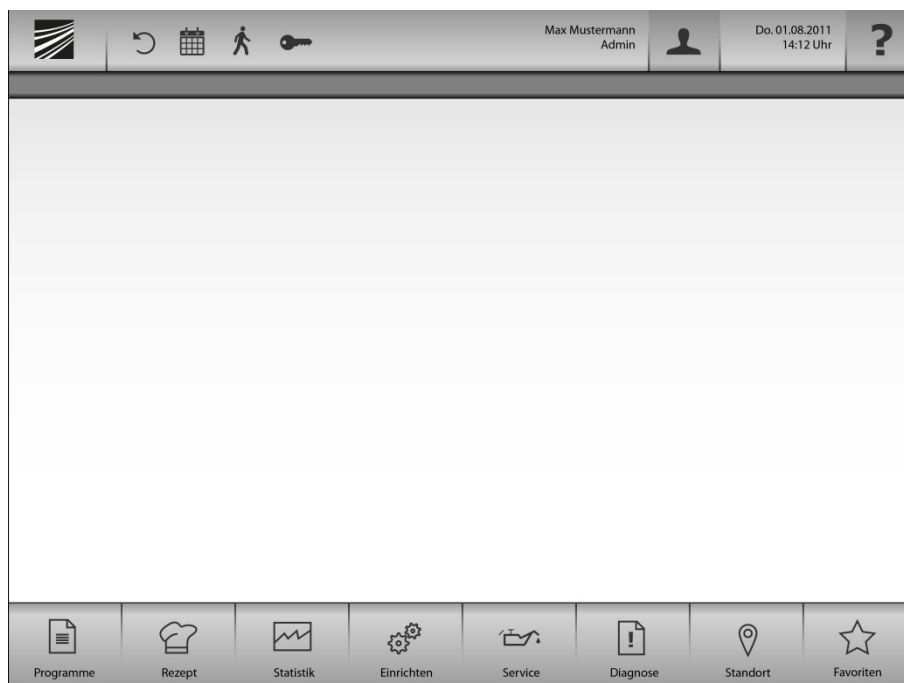


Abbildung 2: Konzept für ein fiktives HMI zur Bewertung der Entwicklungswerkzeuge

3. Ableitung von Qualitätsmerkmalen für HMI Entwicklungswerkzeuge

Die Ergebnisse der ersten beiden Schritte wurden nun in Qualitätsmerkmale von effizienten HMI-Entwicklungswerkzeugen überführt, die in sieben Cluster gegliedert wurden (s. Kapitel 4).

4 Qualitätsmerkmale

4.1 Darstellung

Wurden frühere HMI rein in Hinblick auf funktionale Aspekte optimiert, spielt die graphische Gestaltung heute eine immer größere Rolle. Das HMI soll ansprechend wirken und die Richtlinien der Corporate Identity erfüllen. Zusammen mit der Hardware soll sich ein harmonisches Gesamtbild ergeben. Darüber hinaus soll die Art der Darstellung zur optimalen Unterstützung der Benutzer beitragen. Da die wenigsten Entwickler wesentliche Kompetenzen im Bereich der graphischen Gestaltung verfügen, ist eine umfassende Unterstützung durch die Entwicklungswerkzeuge unbedingt sinnvoll.

4.1.1 Graphische Elemente

Neben Standard Bedien- und Anzeigeelementen müssen die Entwickler häufig neue Elemente erstellen, Hintergründe anpassen und Logos einbinden. Wird die graphische Gestaltung von einer Design Agentur übernommen, kommen meist Graphik-Dateien zum Einsatz, die von den Entwicklern ins HMI integriert werden müssen. Zur Unterstützung der Entwickler sollte deshalb sowohl das Erstellen von graphischen Elementen, als auch das Einbinden von Graphiken möglich sein.

Graphische Standardelemente

Graphiken für Standardelemente wie z.B. für ein Menü und einen Button werden von nahezu allen Entwicklungswerkzeugen angeboten. Die Anzahl variiert allerdings stark. Soll das HMI hauptsächlich mit vorgefertigten Elementen erstellt werden, ist es deshalb sinnvoll die Auswahl der Elemente in den verschiedenen Entwicklungsumgebungen miteinander zu vergleichen und in Bezug auf die eigenen Anforderungen zu prüfen. Ebenso ist darauf zu achten, dass die Elemente in Form und Größe angepasst werden können, ohne dass das Erscheinungsbild verzerrt wird.

Erstellung eigener Graphikelemente

Zur Erstellung eigener Elemente bieten einige Entwicklungsumgebungen integrierte Editoren an. Mit diesen lassen sich ähnlich wie in einem einfachen Graphikprogramm Grundformen erstellen und diese mit verschiedenen Werkzeugen bearbeiten. Das Skalieren, Rotieren, Spiegeln und Gruppieren von Elementen ist mit vielen Entwicklungswerkzeugen möglich. Das Zuschneiden bzw. Beschneiden von Elementen und Verläufe sind hingegen nur in einigen möglich. Auch die Erstellung eigener Farbpaletten ist häufig nur über Umwege möglich. Dies kann die Umsetzung der Corporate Identity deutlich erschweren, da z.B. die Unternehmensfarben nicht ohne weiteres in die Farbpalette übernommen werden können.

Einbindung von Graphiken

Um ein HMI aus Graphiken aufzubauen oder um einzelne Graphiken zu integrieren, werden Grundformen erstellt und im HMI platziert. Die Graphikdateien werden dann in diese Grundformen geladen, d.h. sie dienen als Rahmen für die Graphiken. Um unschöne Übergänge zu vermeiden, sollten die Grundformen Transparenzen zulassen, so dass die Rahmen lediglich als organisatorisches Element dienen. Ist es zudem möglich die Rahmen beliebig zu überlagern und die Reihenfolge anzupassen, können mit dem Entwicklungswerkzeug auch komplexere Vorgaben von Design Agenturen stimmig umgesetzt werden. Sind Transparenzen nicht möglich, sollte die Form der Rahmen beliebig veränderbar sein. Damit z.B. Abrundungen und Schatten integriert werden können. Je mehr unterschiedliche Graphikformen integriert werden sollten, desto intensiver sollten die Möglichkeiten zur Anpassung der Form überprüft werden. Viele Entwicklungswerkzeuge bieten z.B. Abrundungen nur im Verhältnis zur Größe des Objekts an. Das heißt je größer das Objekt, desto größer die Abrundung. Dies entspricht erfahrungsgemäß selten den Wünschen der Designer, so dass die Vorgaben für jede Größe von Rahmen einzeln ausgerechnet und angepasst werden müssen. Der Aufwand zur Erstellung eines stimmigen HMI steigt entsprechend.

4.1.2 Sichten

Moderne HMI-Systeme bieten eine Vielzahl von Informationen und Steuerungsmöglichkeiten an. Zur besseren Verständlichkeit und Orientierung bietet sich eine Gruppierung mit Hilfe von unterschiedlichen Ansichten an. So können z.B. Wartungsfunktionen von Funktionen zur Einstellung eines Programms getrennt werden.

Strukturierung durch Sichten

Als Grundgerüst für das HMI dient ein Rahmen, der alle Funktionen und Inhalte bereit stellt, die jederzeit verfügbar sein sollen. In diesem Rahmen werden die verschiedenen Sichten angezeigt. Jede Sicht wird als eigene Einheit mit einem begrenzten Funktionsumfang aufgebaut. Die einzelnen Sichten werden entweder explizit durch den Nutzer oder eventbasiert vom System aufgerufen. Die meisten Entwicklungswerkzeuge bieten für den Wechsel der Sichten Menüs an. Je nach Kontext können aber auch andere Bedienelemente genutzt werden. Mehrstufige Handlungsanweisungen können z.B. mit Hilfe eines Wizards dargestellt werden. Dazu werden die einzelnen Sichten, wie die Seiten in einem Buch miteinander verbunden. Der Nutzer kann zwischen den einzelnen Seiten hin und her blättern. Aber auch innerhalb der Sichten kann es notwendig sein zu navigieren z.B. wenn nicht alle Informationen oder Funktionen einer Einheit zusammen angezeigt werden können. Die Entwicklungswerkzeuge bieten zu diesem Zweck meist vielfältige Scroll- und Blätterfunktionen an.

Insbesondere für Hilfetexte und eventbasierte Informationen, wie z.B. Fehlermeldungen ist die Nutzung von überlagerten Sichten sinnvoll. Die Nutzer können die Informationen so leichter mit dem aktuellen Kontext in Verbindung bringen und entsprechend einordnen. Tooltips können z.B. einen direkten Bezug zwischen einer Information und einem Element auf dem HMI herstellen und so gezielt Informationen zur Benutzung oder zum weiteren Vorgehen geben. Fehlermeldungen in Pop-ups bieten den Vorteil, dass der

Nutzer nicht vollständig aus seinem aktuellen Kontext gerissen wird und nach der Bearbeitung leicht wieder in den Arbeitsfluss zurück findet.

Mehrere Ebenen von Sichten

Die Entwicklungswerkzeuge sollten deshalb Möglichkeiten anbieten, Ansichten teilweise oder ganz mit Elementen oder eigenständigen Ansichten zu überlagern. Die meisten Entwicklungsumgebungen stellen für die Überlagerung Flächen zur Verfügung, die über der aktuellen Ansicht angezeigt werden können, und auf denen beliebige Elemente platziert werden können. Um graphisch hochwertige HMI erstellen zu können, sollten diese Flächen transparent gehalten sein, damit die überlagerten Elemente in Größe und Form beliebig angepasst werden können. Da sich sonst z.B. abgerundete Ecken für Pop-ups und Sprechblasenspitzen für Tooltips nicht verwirklichen lassen.

Um komplexe HMI entwickeln zu können, sollte es zudem möglich sein, ganze Dialogabfolgen überlagern zu können. Damit lassen sich z.B. mehrstufige Handlungsanweisungen direkt in Pop-ups integrieren. Um moderne Sichtenkonzepte konsequent und konsistent umsetzen zu können, sollte es zudem möglich sein, mehrere Überlagerungen gleichzeitig durchzuführen. Für Nutzer ist es nämlich nur schwer nachvollziehbar warum z.B. in Pop-ups im Gegensatz zu anderen Bereichen des HMI keine Tooltips zur Verfügung stehen.

4.1.3 Graphische Anpassung des HMI

Die meisten Maschinentypen inkl. ihrer HMI werden an sehr unterschiedliche Kunden verkauft. Viele dieser Kunden wünschen sich eine Möglichkeit das HMI an die Corporate Identity des Unternehmens anzupassen und so die eigene Marke auch innerhalb des Unternehmens zu transportieren. Für die Entwickler bedeutet dies häufig, das HMI von Hand anzupassen. Diese Art der Individualisierung wird den Kunden deshalb oft nicht angeboten, obwohl die Kunden bereit wären für die Anpassung zu bezahlen.

Skins

Skins können hier Abhilfe schaffen. Bietet das Entwicklungswerkzeug die Möglichkeit Skins zu erzeugen, können unterschiedliche Vorgaben an das Design gemacht werden. Diese Vorgaben können dann wie eine Maske über das HMI gelegt werden und verändern das Design entsprechend. Beispielsweise können bestimmte Bereiche in kundenspezifischen Farben gestaltet oder Buttons in ihrem Aussehen variiert werden.

Skins sind zudem eine gute Möglichkeit verschiedene Produktsegmente voneinander zu trennen, beispielsweise kann für das Premiumsegment eine andere Skin verwendet werden.

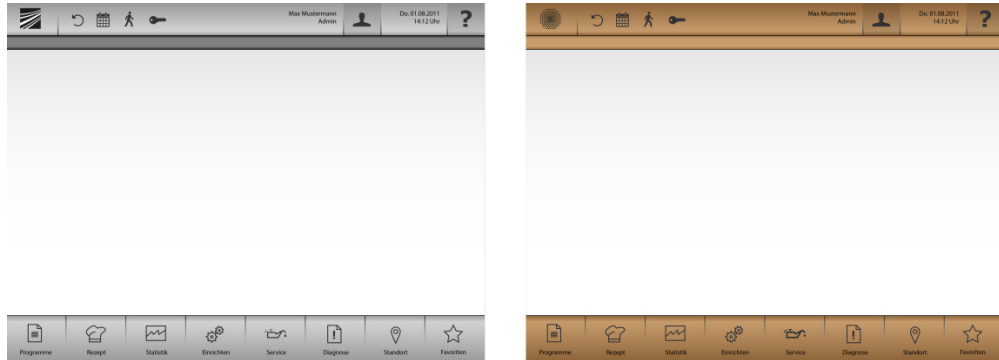


Abbildung 3 Unterschiedliche Skins eines HMI

Anpassung an wechselnde Kontextbedingungen

Außerdem können graphische Anpassungsmechanismen genutzt werden, um auf äußere Einflüsse zu reagieren. Beispielsweise kann die Helligkeit der HMI-Elemente je nach Lichteinfall oder auf Grund der Tageszeit verändert werden. Einige Entwicklungswerkzeuge bieten deshalb die Möglichkeit Skins auch während der Laufzeit auszutauschen. Im Idealfall kann diese Anpassung dynamisch erfolgen z.B. wenn ein bestimmtes Event abgefangen wird.

4.1.4 Animationen

Animationen können helfen, komplexe Prozesse oder Zustände zu veranschaulichen. Zudem können Sie als Indikator für Aktivitäten dienen, Sprünge zwischen verschiedenen Ansichten verdeutlichen und gezielt die Aufmerksamkeit der Benutzer auf sich ziehen, z.B. im Fehlerfall. Animationen erfreuen sich nicht nur einer immer größeren Beliebtheit, sondern können, wenn sie bewusst und in Maßen eingesetzt werden, auch die Benutzerfreundlichkeit erhöhen.

Übergänge zwischen Zuständen

Insbesondere bei kleineren Displays und/oder Touch-Anwendungen ist es oft notwendig, zoomen zu ermöglichen. Um dem Nutzer den Zusammenhang zu verdeutlichen und harte Übergänge zu vermeiden, bietet es sich an, den Zoomvorgang durch eine Animation zu unterstützen. Viele der Entwicklungswerkzeuge bieten hierfür vorgefertigte Elemente an. Dies erspart den Entwicklern die Programmierung bzw. das Einbinden von Zwischenzuständen. Auch der sanfte Übergang zwischen anderen graphischen Zuständen z.B. zum Scrollen wird von den meisten Entwicklungswerkzeugen angeboten.

Verdeutlichung von Prozessen

Zur Verdeutlichung bestimmter Prozesse können Animationen eingesetzt werden. In Fließbildern kann so z.B. die Richtung der Flüsse dargestellt werden, oder welche Ventile derzeit geöffnet sind und in welchen Leitungen Flüssigkeit fließt. Ähnliche Animationen lassen sich auch einsetzen, um Aktivität zu signalisieren. Dafür können z.B. in Abbildungen Teile gedreht, Förderbänder bewegt oder Material transportiert werden. Die originalgetreue Abbildung der Prozesse und z.B. der wirklichen Standorte des Materials

von Prozessen oder räumlichen Gegebenheiten ist dabei nur selten nötig. Dennoch sollten die Entwicklungswerkzeuge die Möglichkeit bieten, Animationen durch Events und bestimmte Zustände auszulösen, damit z.B. nur dann Aktivität angezeigt wird, wenn die Maschine läuft. Die meisten Entwicklungswerkzeuge bieten dies durch die Überwachung einer booleschen Variablen an. Die Animation muss deshalb häufig in kleinere Bereiche aufgeteilt werden, um verschiedene Zustände anzuzeigen. Besser wäre es, wenn die Entwicklungswerkzeuge auch Variablen mit anderen Datentypen oder die gleichzeitige Überwachung mehrere Variablen unterstützen, so könnte die gleiche Funktionsweise von den Entwicklern effizient und ohne Verschachtelung von Abfragen erreicht werden.

Effekte zur Steuerung der Aufmerksamkeit

Um die Aufmerksamkeit der Nutzer gezielt zu lenken, bieten sich einfache Effekte wie z.B. blinkende oder pulsierende Elemente an. Sparsam eingesetzt (z.B. nur im Fehlerfall oder zur Anzeige von Handlungsbedarf) nutzt sich der Effekt nicht ab und die Nutzer reagieren darauf mit Aufmerksamkeit auf die entsprechenden Bereiche. Die Effizienz zur Erkennung eines Fehlers kann so deutlich gesteigert werden. Die meisten Entwicklungswerkzeuge bieten für diese Effekte optimale Unterstützung. Die Möglichkeiten zur Anpassung unterscheiden sich allerdings stark. Beispielsweise muss der Effekt manuell nachgebaut werden, wenn bestimmte Blinkfrequenzen oder Farben eingesetzt werden sollen.

Zeitgesteuerte Animationen

Das Integrieren zeitlicher Parameter hilft den Entwicklern Animationen zu gestalten, denn so können z.B. Animationen nach einer voreingestellten Zeit ausgeschaltet und einer weiteren Zeitspanne wieder eingeschaltet werden. Dies verhindert die Abnutzung des Effektes, z.B. wenn ein Sensor für längere Zeit defekt ist, ohne die Funktion zur Anzeige des Handlungsbedarfs einzuschränken.

Vorschaufunktion

Für die Entwicklung von Animationen ist es zudem sinnvoll, wenn die Möglichkeit zur Vorschau besteht und verschiedene Zustände durchgespielt werden können.

3D Animationen

Mit einigen der neusten Versionen der Entwicklungswerkzeuge ist es möglich, 3D-Animationen zu erstellen. Es können z.B. 3D-Ansichten der Maschinen integriert werden und dem Nutzer dadurch exakte Positionen von Bauteilen etc. anzuzeigen. Inwieweit 3D Animationen für ein HMI sinnvoll oder notwendig sind, muss individuell entschieden werden. Besonders bei interaktiven Animationen sollte darauf geachtet werden, den Nutzer nicht durch die Steuerung und unnötig komplexe Darstellungen zu überfordern.

4.1.5 Texte und Zahlen

Obwohl moderne HMI auf einer graphischen Oberfläche basieren, spielen Texte und Zahlen weiterhin eine große Rolle. Sie werden zur Beschreibung, zur Kennzeichnung und zur Erläuterung genutzt. Texte und Zahlen kommen z.B. in Bedien- und

Anzeigeelementen, in Fehlermeldungen und Hilfen zum Einsatz. Um sie harmonisch in die graphische Gestaltung einzufügen und um den Richtlinien der Corporate Identity gerecht zu werden, ist es nötig die Formatierung anzupassen. Zudem kann die Formatierung zur Lesbarkeit, Verständlichkeit und Benutzerführung beitragen.

Schriftart und Schriftgröße

Die Entwicklungswerkzeuge sollten deshalb Möglichkeiten zur Anpassung der Formatierung geben. Mindestens Schriftgröße und Schriftart sollten sich verändern lassen. Zur Umsetzung der Corporate Identity ist zudem meist der Import einer Schriftart notwendig. Die verwendete Schriftart sollte für den Einsatz auf Displays optimiert sein und z.B. keine Serifen enthalten, da diese auf Displays wesentlich schwerer zu lesen sind.

Unterstützung von Steuerzeichen

Um Texte und Zahlen zu gliedern, sollten die Abstände zwischen den Zeilen und Buchstaben bzw. Ziffern anpassbar sein. Ist dies nicht möglich, sollten die Entwicklungswerkzeuge zumindest die Eingabe von zusätzlichen ggf. gesperrten Leerzeichen und Zeilenumbrüchen erlauben. Das heißt die Entwicklungswerkzeuge müssen Steuerzeichen unterstützen. Die Unterstützung von Plain Text Elementen ist dabei kein adäquater Ersatz, sondern eine Notlösung.

Ausrichtung von Texten

Insbesondere in Tabellen und bei der Beschriftung von Bildern und Bedien- und Anzeigeelementen kann die Ausrichtung der Texte und Zahlen wesentlich zur Lesbarkeit und Verständlichkeit beitragen. Beschriftungen sollten z.B. möglichst nah am zu erklärenden Objekt angebracht werden, dem Leser fällt es so leichter den Bezug herzustellen. Um in Bildern mit vielen Beschriftungen dennoch ein möglichst ruhiges Gesamtbild zu erzeugen, bietet es sich an, die Texte links vom Bild rechtsbündig und die Texte rechts vom Bild linksbündig darzustellen. Dafür sollten die Entwicklungswerkzeuge die Möglichkeit bieten, Texte und Zahlen je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich auszurichten.

Hervorhebung in Text

Die Aufmerksamkeit der Benutzer kann durch Hervorhebung bestimmter Textelemente gezielt gesteuert werden. Zur Hervorhebung wichtiger Aspekte sollte konstant eine Art der Formatierung verwendet werden z.B. ein fetter Schriftschnitt. Bisher bieten die wenigsten Entwicklungswerkzeuge die Möglichkeit diese Art der Hervorhebung an. Die Entwickler müssen die Textelemente in separate Anzeigeelemente packen, da die Formatierung jeweils nur für den gesamten Inhalt eines Elements verändert werden kann. Wenn überhaupt, werden wichtige Textelemente deshalb bisher durch Sonderzeichen z.B. durch die Einrahmung mit „“ oder »« hervorgehoben. Diese Art der Abgrenzung zu anderen Textteilen wird allerdings beim Überfliegen der Texte selten wahrgenommen und bietet sich deshalb eher zur Kennzeichnung an. Kennzeichnungen können z.B. in Hilfetexten und Handlungsanweisungen eingesetzt werden. Werden beispielsweise alle Beschriftungen durch »« eingerahmt, können diese in Texte integriert werden und dem Nutzer bei der Identifikation des entsprechenden Bedien- oder Anzeigeelements helfen.

Weitere Hinweise zur Darstellung von Texten sind im Abschnitt 4.6 Internationalisierung zu finden.

4.1.6 Dateien und Medien

Betriebsanleitungen, Sicherheitsanweisungen, Inbetriebnahme-Protokolle und ähnliche Dokumente werden häufig nicht primär für die Anzeige im HMI erstellt. Da aber viele dieser Informationen zur Steuerung und Überwachung nötig oder hilfreich sind, sollten sie ins HMI integriert werden. Mit Hilfe von Audio- und Videodateien können Überwachungsaufgaben unterstützt, komplexe Sachverhalte erklärt und akustische und visuelle Signale gegeben werden.

PDF Dokumente

Die Übertragung der Informationen aus bereits erstellten Dokumenten ins HMI gestaltet sich häufig nicht praktikabel, insbesondere auf Grund der redundanten Datenhaltung. Viele Entwicklungswerkzeuge bieten deshalb die Darstellung von PDF Dokumenten an. Dazu wird ein PDF Reader ins HMI integriert. Die Bedienung der meisten PDF Reader erfolgt mit Maus und Tastatur. Wird ein touchbasiertes HMI entwickelt, sind deshalb eigene Steuerungselemente notwendig. Die Entwicklungswerkzeuge bieten hier kaum Unterstützung, d.h. die Entwickler müssen selbst Bedienelemente für Zoomen, Scrollen und ggf. Blättern entwickeln.

Akustische Anweisungen

Audiodateien können eingesetzt werden, um dem Nutzer Anweisungen zu vermitteln, wenn sich diese nicht direkt am HMI befinden. Voraussetzung dafür ist eine relative ruhige Umgebung oder die Möglichkeit Kopfhörer zu nutzen. Die Nutzer haben so beide Hände frei und müssen bei längeren Handlungsanweisungen nicht ständig zwischen der Maschine und dem HMI hin- und herlaufen. Die Nutzer sollten die Möglichkeit haben die Lautstärke und die Geschwindigkeit zu steuern, also z.B. stoppen und vorspulen können. Die Entwicklungswerkzeuge, die überhaupt eine Integration von Audiodateien anbieten, bieten diese Steuerungsmöglichkeiten an. Allerdings sind die Bedienelemente ebenfalls nicht für den Einsatz für Touch-Anwendungen optimiert und müssen gegebenenfalls von den Entwicklern entsprechend angepasst werden.

Akustisches Feedback

Auditory Icons auch Earcons genannt, können als Rückmeldung und zur Steuerung der Aufmerksamkeit eingesetzt werden. Hierfür werden Audiodateien eingesetzt, die kurze Abfolgen von Tönen beinhalten. Diese können die visuelle Rückmeldung z.B. nach dem Berühren eines Buttons unterstützen. Zudem können Earcons eingesetzt werden, um auf Fehler und Handlungsbedarf hinzuweisen. So kann die Aufmerksamkeit der Benutzer z.B. auf bestimmte Bereiche des HMI gelenkt werden, die zum aktuellen Zeitpunkt nicht im Fokus des Benutzers stehen. Firmenspezifische Earcons können zudem als Wiedererkennungsmerkmal dienen. Viele Entwicklungswerkzeuge bieten bereits Möglichkeiten zur Nutzung von Earcons. Bisher können allerdings nur selten eigene Audiodateien eingebunden werden.

Fotos und Videos

In Hilfen und Anweisungen können Fotos und Videos zur Erläuterung komplexer Sachverhalte herangezogen werden. Die Benutzer bekommen so einen realitätsnahen Eindruck. So kann zum Beispiel das Auffinden von Maschinenteilen erleichtert werden. Werden Videos integriert, sollten ähnliche Steuerungsmöglichkeiten, wie für Audiodateien angegeben werden. Es ist wiederum gegebenenfalls auf die Optimierung für Touch-Anwendungen zu achten. Die direkte Integration in Hilfen und Anweisungen ist bei den meisten Entwicklungswerkzeugen nicht möglich. Die Videos müssen hier in eigenständigen Fenstern angezeigt werden. Dadurch geht der Bezug zur Hilfe leicht verloren.

Live-Bilder und Live-Videos zur Überwachung

Videos und Fotos können auch zur Überwachung der Maschinen oder Produkte eingesetzt werden. Dazu werden Fotos oder Videos während der Produktion aufgenommen und direkt auf dem HMI dargestellt. Die Benutzer haben so die Möglichkeit einzelne Aspekte im Detail zu betrachten. Zudem können die Fotos und Videos zur Dokumentation der Qualität oder des Ablaufs genutzt werden. Zur Integration ist eine direkte Anbindung z.B. mit einem Live Streaming notwendig. Viele der Entwicklungsumgebungen bieten die entsprechende Funktionalität bereits an, sie wird als Inspektionsmechanismus angeboten. Die Steuerungsmöglichkeiten müssen allerdings teilweise angepasst bzw. erweitert werden.

Onlinemedien

Viele Hersteller von Maschinen- und Anlagen bieten mittlerweile z.B. die Möglichkeit Ersatzteile direkt über das Internet zu bestellen. Es liegt deshalb nahe, diese Funktionen direkt in das HMI zu übernehmen. Zur Integration bieten einige der Entwicklungswerkzeuge einen eigenen Browser an. Stylesheets können dabei helfen, die Webseite optimal anzuzeigen. Besteht nicht die Möglichkeit ein eigenes Stylesheet zu erstellen, können z.B. Anwendungen für mobile Geräte genutzt werden. Diese sind für die Nutzung auf kleinen Displays und häufig für die Bedienung mit den Fingern ausgelegt und bieten im HMI so mehr Unterstützung für die Nutzer.

4.2 Bedien- und Anzeigeelemente

Bedien- und Anzeigeelementen sind die Grundlage für die Darstellung von Inhalten und Steuerungsmöglichkeiten in HMI-Systemen. Kamen früher hauptsächlich Hardwareschalter und -anzeigen zum Einsatz, werden heute computerbasierte Ein- und Ausgabeelemente verwendet. Diese müssen für unterschiedliche Bedien-Modalitäten bereitgestellt werden wie z.B. Maus, Tastatur und Touch Bedienung. Da häufig mehrere Modalitäten gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden müssen, ist eine Unterstützung der Entwickler notwendig. Hinzu kommt die Verwaltung der Ein- und Ausgabewerte und die Gestaltung der einzelnen Elemente.

4.2.1 HMI-Elemente

Konventionen für Bedien- und Anzeigeelemente aus dem Office oder Consumer Bereich haben sich etabliert und sind deshalb vielen potentiellen Benutzern der HMI-Systeme bekannt. Es bietet sich deshalb an, diese Elemente wie z. B. Drop-down Listen und Radiobuttons auch in HMI-Systemen zu verwenden.

Umfang der Bedien- und Anzeigeelemente

Fast alle Entwicklungswerkzeuge bieten Standard-Bedien- und Anzeigeelemente an. Der Umfang und die Auswahl der Elemente variiert jedoch sehr stark. Insbesondere in kleineren Projekten – in denen es nicht die Möglichkeit gibt, eigene Elemente zu entwickeln – sollte deshalb darauf geachtet werden, dass die angebotenen Elemente den Anforderungen gerecht werden. Buttons, Textfelder, Labels, Checkboxes, Radiobuttons, Listen und Tabellen werden in nahezu allen HMI-Systemen benötigt und gelten somit als Minimalvoraussetzung für die Gestaltung eines HMI. Je nach Kontext sind aber auch Slider, Skipboxen und Diagramme notwendig. Darüber hinaus können Elemente wie Kalender, Tooltips, Pop-ups, Kontextmenüs, Reiter und Wizards die Gestaltung eines modernen, übersichtlichen und leicht bedienbaren HMI-Systems wesentlich unterstützen.

Hilfe bei der Auswahl von Bedien- und Anzeigeelementen

Um die Entwickler optimal zu unterstützen, sollten sie auch bei der Auswahl von geeigneten Elementen unterstützt werden. Neben Erklärungen zu den einzelnen Elementen und ihren Funktionsweisen ist es deshalb sinnvoll, wenn die Funktionsweise und Anwendung der Elemente entsprechend eingeschränkt wird. Das heißt z.B., dass Radiobuttons nur in Gruppen verwendet werden dürfen und immer genau ein Element ausgewählt sein muss. Im Idealfall können die Entwickler dann mit Hilfe der Beschreibungen besser geeignete Elemente auswählen und so die späteren Benutzer optimal unterstützen.

Anpassungen und Erweiterungen der Standardelemente

Besonders für größere Projekte sollten sich die Standardelemente um eigens entwickelte Elemente z.B. spezielle Buttons erweitern lassen. Können dabei die Standardelemente als Grundlage für eigene Entwicklungen genutzt werden, kann der Aufwand zur Entwicklung und für die Qualitätssicherung meist deutlich reduziert werden. Sinnvoll ist es zudem, wenn die eigenen Elemente in die Standardbibliotheken übernommen und mit den gleichen Eigenschaften, wie z.B. Erklärungstexten und Variablenformaten versehen werden können.

4.2.2 Dynamische Elemente

Zur Gestaltung von HMI werden teilweise HMI-Elemente genutzt, die in zuvor definierten Situationen automatisch vom System erzeugt werden. Diese HMI-Elemente werden dynamische Elemente genannt. Eines der häufigsten Vertreter sind Tooltips. Tooltips können z.B. erzeugt werden, wenn ein Nutzer ein Icon berührt. Im Tooltip wird dann ein hinterlegter Text angezeigt. Die Größe des Tooltips wird vom System angepasst, so dass alle Informationen angezeigt werden können.

Vorlagen

Mit dem Entwicklungswerkzeug sollte es möglich sein für alle dynamischen Elemente Vorlagen zu definieren, damit z.B. das Design von Tooltips angepasst werden kann.

Ausrichtung und Anordnung

Um die dynamischen Elemente optimal in das graphische Design einzubinden, sollte die Ausrichtung und Anordnung definierbar sein. Dies ist z.B. wichtig um anstehende Fehlermeldungen nicht zu überdecken. Bei vielen Entwicklungswerkzeugen kann man allerdings nur zwischen keiner und einer absoluten Positionierung wählen. Sinnvoller wäre es Bereiche im HMI festzulegen, die nicht überdeckt werden dürfen.

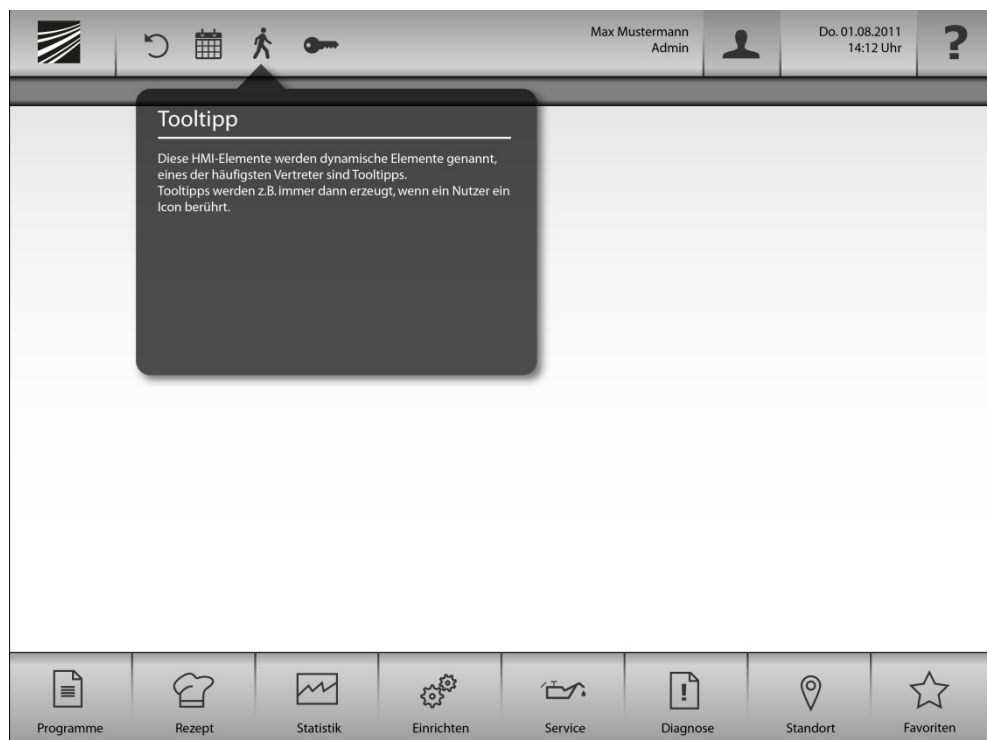


Abbildung 4 Tooltip als Beispiel für ein dynamisches Element

4.2.3 Darstellung

Durch die gezielte Darstellung von Bedien- und Anzeigeelementen lässt sich die Usability des HMI deutlich steigern. Gestalterische Elemente können bei der Nutzerführung unterstützen und Erklärungen zur Funktionsweise einzelner Elemente überflüssig machen. Die Art der Darstellung kann zudem ausschlaggebend für die Bedien- und Lesbarkeit sein. Eine einheitliche Darstellung der Elemente stärkt darüber hinaus ein professionales Erscheinungsbild und die Orientierung der Nutzer.

Einbinden und Anpassen von Graphikdateien

Als Grundlage für die graphische Anpassung sollten die Entwicklungswerkzeuge die Möglichkeit bieten Graphikdateien einzubinden. Zudem muss es möglich sein, die Elemente entsprechend zu skalieren, damit die Graphikelemente nicht verzerrt dargestellt werden. Die Anpassung der Elemente sollte für die verschiedenen Zustände einzeln möglich sein, so dass z.B. für die Zustände: nicht gedrückt, gedrückt, mouse over, aktiv, nicht aktiv, gesperrt und nicht gesperrt verschiedene Graphiken hinterlegt werden können. Je nach Einsatzgebiet kann es auch sinnvoll sein, neben den Graphiken Animationen – Abfolge von Graphiken – für unterschiedliche Zustände zu hinterlegen.

Anpassbare Templates

Templates für einzelne Elemente bieten optimale Unterstützung für größere Entwickler-Teams. Die Templates können einmalig angelegt und immer wieder verwendet werden. Zudem bieten sie die Möglichkeit mehrere einzelne Elemente miteinander zu verbinden und so ein neues Standardelement zu schaffen. Templates können aber auch zur Sicherstellung von Mindestanforderungen genutzt werden. Ein Element kann den Entwicklern z.B. nur in zwei verschiedenen Größen zur Verfügung gestellt werden. So kann bspw. bei Touch-Anwendungen sichergestellt werden, dass alle verwendeten Elemente den Mindestanforderungen entsprechen und für die Nutzer bedienbar sind.

Einige Entwicklungswerkzeuge bieten bereits vordefinierte Templates, z.B. für Tabellen, an. Dies kann den Entwicklungsaufwand deutlich reduzieren. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Templates bei Bedarf angepasst werden können. Da die Templates meist für einen speziellen Zweck entwickelt wurden, werden sie meist nicht allen Anforderungen des eigenen HMI gerecht. Bei den getesteten Entwicklungswerkzeugen konnten z.B. Tabellen nicht für die Bedienung per Touch optimiert werden. Um die Auswahl einer einzelnen Zeile oder Zelle zu ermöglichen, ist es notwendig die Zeilenhöhe anzupassen. Dies war, wenn überhaupt, nur durch eine größere Schrift möglich, macht allerdings die Inhalte der Tabelle unübersichtlich und teilweise unlesbar. Auch Zeilenumbrüche innerhalb der Tabellen oder die Anpassung der Schriftgröße von Überschriften überfordern viele Entwicklungswerkzeuge.

4.2.4 Interaktion

Die Interaktionsmöglichkeiten moderner Systeme sind vielfältig und reichen von Eingaben per Tastatur, über Touch-Gesten bis hin zu Sprachbefehlen. Diese Entwicklung sollte auch bei der Gestaltung von HMI berücksichtigt werden, da immer mehr Nutzer mit dieser Art der Interaktion vertraut sind und diese teilweise auch erwarten. Die einfache und effiziente Bedienbarkeit durch alle Nutzergruppen sollte dabei aber immer im Vordergrund stehen.

Alternative Interaktionsmöglichkeiten

Um verschiedene Nutzergruppen anzusprechen, kann es z.B. in einigen Fällen sinnvoll sein, ein Element mit verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten auszustatten. Erfahrene Nutzer sprechen eine Funktion bspw. per Tastatur an, andere nutzen die Maus zur Auswahl der Funktion. Auch das Einbinden von Gesten zur Steuerung einzelner

Funktionen kann sinnvoll sein. Derzeit sollten aber zur Unterstützung aller Nutzergruppen, gleichzeitig auch andere Möglichkeiten zur Interaktion mit dem Element angeboten werden.

Bisher bieten nur wenige Entwicklungswerkzeuge Möglichkeiten zur Anpassung der Interaktion an. Insbesondere wenn mehrere Interaktionsformen zum Einsatz kommen, sollte deshalb bei der Auswahl eines Werkzeugs darauf geachtet werden, wie diese eingebunden und mit den entsprechenden Elementen verbunden werden können.

Anpassung der Bedienelemente

Obwohl die Bedienung per Touch mittlerweile etabliert ist, bieten bisher nur wenige Entwicklungswerkzeuge spezielle Möglichkeiten zur Anpassung der Bedienelemente an. Die Größe der Elemente muss meist manuell angepasst werden und Techniken zur Verbesserung der Bedienbarkeit, erfordern meist ein hohes Maß an Handarbeit. Wie z.B. die Erstellung eines Iceberg Tip Buttons, bei dem die Fläche, die zum Auslösen der Funktion berührt werden kann, größer als der angezeigte Button ist. Dabei können gerade solche Mechanismen die Bedienbarkeit deutlich erhöhen.

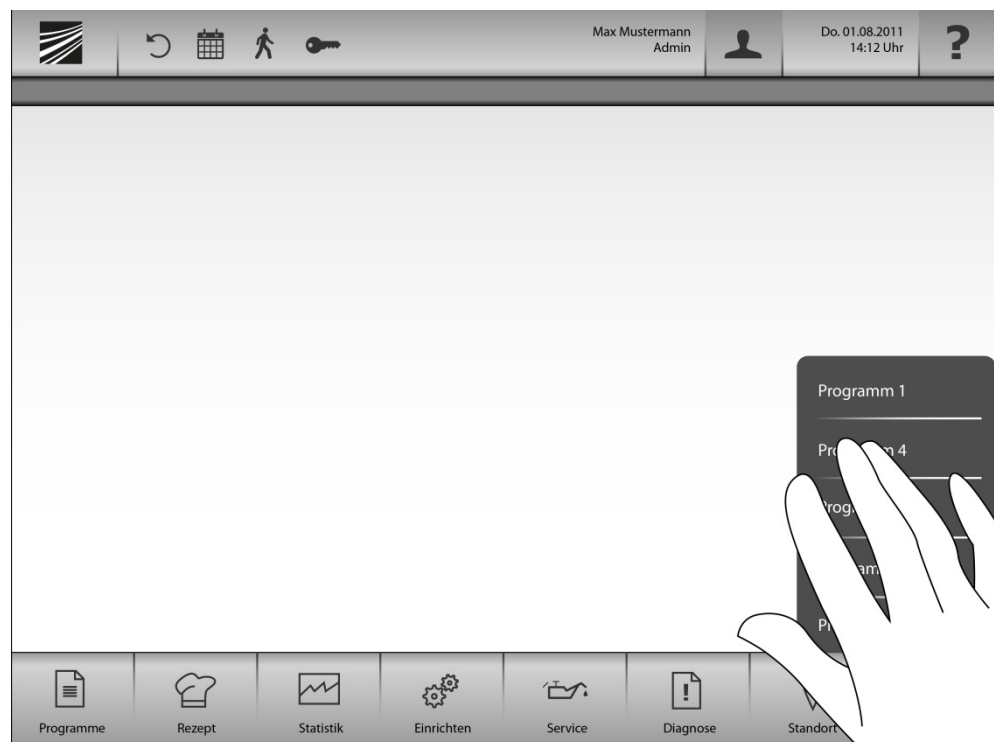


Abbildung 5 Interaktion per Touch

4.2.5 Inhalte

Anzeigeelemente in HMI werden hauptsächlich zur Darstellung dynamischer Ausgabewerte verwendet. Diese müssen ebenso verwaltet werden, wie die Eingabewerte der Bedienelemente.

Variablen und Meta-Daten für Anzeigeelemente

Neben den eigentlichen Werten sollten Grenzwerte, Darstellungsform und andere Variableneigenschaften hinterlegt werden können und abrufbar sein. So kann z.B. die Aufmerksamkeit der Benutzer gezielt auf bestimmte Werte gelenkt werden, bspw. wenn bestimmte Grenzwerte erreicht bzw. über- oder unterschritten werden. Einige Entwicklungswerkzeuge bieten allerdings lediglich die Möglichkeit den einzelnen Bedien- und Anzeigeelementen Variablen zuzuweisen. Eine unterschiedliche Darstellung, je nach Wert der Variable ist damit nur über Umwege möglich. Auch die reine Anzeige von Grenzwerten ist oft nur durch Einbindung von separaten Anzeigeelementen möglich. Die fehlende Verbindung zwischen den Variablen birgt insbesondere in größeren Projekten ein großes Fehlerrisiko, z.B. wenn die Elemente wiederverwendet und nur die AnzeigevARIABLE aber nicht die Variablen für die Grenzwerte angepasst werden.

Eingabemasken

Mehr Unterstützung könnten die Entwicklungstools zudem für die Eingabe von Werten bieten. Da sich die Tastaturen bei Touch Anwendungen meist über einen großen Teil des HMI legen, geht der Bezug zum Eingabeelement und damit zum entsprechenden Wert verloren. Es ist deshalb sinnvoll innerhalb des Tastaturelements den Bezug wiederherzustellen z.B. durch die Bezeichnung des Werts. Viele Entwicklungswerkzeuge bieten aber nur die Möglichkeit den Variablennamen, der in der Programmierumgebung verwendet wird, anzuzeigen. Diese oft kryptischen Bezeichnungen helfen den Nutzern aber nicht den Bezug herzustellen.

4.3 Benutzerverwaltung und Zugriffsrechte

Die Verwaltung von Benutzern und ihren Zugriffsrechten nimmt in modernen HMI einen hohen Stellenwert ein. Wurden Zugriffsmöglichkeiten bisher meist über Schüsselschalter oder ähnliches geregelt, kommen heute zunehmend softwaregestützte Lösungen zum Einsatz. Die in den Entwicklungswerkzeugen angebotenen Möglichkeiten unterscheiden sich vor allem in Bezug auf Funktionsumfang und Administrationsmöglichkeiten.

4.3.1 Konzepte

In älteren Systemen werden häufig nur wenige Benutzer angelegt. Diese werden dann als allgemeine Zugänge verwendet und es melden sich z.B. alle Operatoren unter dem gleichen Benutzerkonto an. Diese Technik lässt weder eine Personalisierung des HMI noch ein sinnvolles Logging der Zugriffe und der durchgeführten Aktionen zu. Dazu ist es notwendig, jedem potenziellen Nutzer im Betrieb einen eigenen Login zuzuordnen. Das Entwicklungswerkzeug soll daher die Möglichkeit bieten, viele Benutzer zu definieren, damit auch ein Einsatz in größeren Betrieben erfolgen kann.

Flexibles Rechtemanagement

Um den einzelnen Benutzern Zugriffsrechte zuzuordnen, bieten viele Entwicklungswerkzeuge hierarchische Konzepte an. Dazu werden verschiedene Level definiert, die den verschiedenen Benutzern zugewiesen werden. Die Zugriffsrechte nehmen von Level zu Level ab. Das bedeutet, dass den Benutzern mit dem höchsten Level der volle Funktionsumfang des HMI zur Verfügung steht, während für die Benutzer mit dem Level 0 der Funktionsumfang deutlich eingeschränkt ist. Bei diesen Konzepten ist es nicht möglich, eine spezielle Funktion z.B. nur Level 2 Benutzern zuzuordnen, da höhere Level Zugriff auf alle Funktionen der darunter liegenden Level haben. Eine Methode, dies zu umgehen, besteht darin, die Zugriffsrechte für jeden Benutzer separat zu verteilen. Auch wenn dies häufig in Kombination mit den hierarchischen Level Konzepten angeboten wird, ist der administrative Aufwand zur Erstellung und Verwaltung hoch.

Nutzerrollen

Einige Entwicklungswerkzeuge bieten deshalb die Möglichkeit, Rollen zu definieren, die den Benutzern zugeordnet werden können. Den Rollen wiederum können Zugriffsrechte auf beliebige Funktionen zugeordnet werden. Die einzelnen Rollen sind dabei unabhängig voneinander und können völlig frei definiert werden. Im Idealfall bietet das Entwicklungswerkzeug zusätzlich die Möglichkeit, einem Benutzer mehrere Rollen zuzuweisen. Inbetriebnehmer haben so z.B. die Möglichkeit, sich mit einer anderen Rolle anzumelden. Dadurch können Einstellungen überprüft und das HMI so dargestellt werden, wie es in der späteren Anwendung aussehen wird.

Maschinenbezogene Rechtevergabe

Unabhängig davon, welches Konzept für die Zuordnung der Zugriffsrechte zu Benutzern verwendet wird, sollten die Zugriffsrechte für jede einzelne Maschine festgelegt werden können. Insbesondere in größeren Linien oder Maschinenparks sind die meisten Nutzern nur mit bestimmten Maschinen vertraut und sollten keinen oder nur eingeschränkten Zugriff auf die anderen Maschinen erhalten.

4.3.2 Administration

Um den oft komplexen Prozess zur Erstellung von Benutzern und der Zuordnung von Zugriffsrechten zu vereinfachen, bieten einige Entwicklungswerkzeuge vorgefertigte Funktionen an, die je nach Bedarf mit entsprechenden Parametern gefüllt werden können. Häufig können die bestehenden Funktionen zusätzlich auf spezielle Bedürfnisse und Anforderungen wie z.B. bei Sicherheitsaspekten angepasst werden. Die Zugriffsrechte können so bereits bei der Erstellung von HMI-Elementen und Funktionen berücksichtigt werden.

Zuordnung von Rechten zu Nutzern

Die Verwaltung von Rechten und Benutzern sollte möglichst einfach gestaltet sein, damit jederzeit und schnell neue Benutzer angelegt und Zugriffsrechte auf neue Situationen angepasst werden können. Es bieten sich beispielsweise Drag-&-Drop-Lösungen an, um Rollen bestimmten Benutzern zuzuordnen. Zur Vermeidung von Unterbrechungen

während der Produktion ist es zudem sinnvoll, wenn sich Rechte und Benutzer zur Laufzeit in der Runtime verändern lassen.

Sortierung und Suche

Auch ist es sinnvoll, Möglichkeiten zur Sortierung und Suche anzubieten z.B. um herauszufinden, welchen Benutzern eine bestimmte Rolle zugewiesen ist oder ob ein bestimmter Benutzer Zugriff auf eine spezielle Funktion hat.

4.4 Protokoll- und Alarmmanagement

Das Protokoll – und Alarmmanagement stellt eines der zentralen Aspekte bei der Entwicklung eines HMI dar. Die aufwändige Programmierung und Anbindung an die Maschinen und Anlagen, kann durch den Einsatz von Entwicklungswerkzeugen deutlich reduziert werden.

4.4.1 Alarmmeldungen

Um Stillstands-Zeiten zu reduzieren, müssen Alarmmeldungen vom Bediener möglichst schnell erkannt werden. Zudem muss der Inhalt so aufbereitet sein, dass der Nutzer konkrete Handlungsanweisungen ableiten kann. Nur so ist eine zügige Bearbeitung möglich. Das heißt die Meldungen müssen Aufmerksamkeit erregen, alle wichtigen Informationen enthalten und übersichtlich gestaltet sein.

Methoden zur Hervorhebung

Die Aufmerksamkeit der Benutzer kann visuell besonders gut durch Farben oder Bewegungen erregt werden. Die Entwicklungswerkzeuge sollten also entsprechende Darstellungsformen anbieten. Bei der Gestaltung des HMI ist es sinnvoll die Alarmmeldungen prominent und jederzeit sichtbar anzuzeigen. Sie sollten zudem konsistent an einer Position angezeigt werden. Meist bietet sich dazu das obere Drittel der Anzeige an. So werden die Meldungen auch bei der Bedienung per Touch nicht überdeckt. Farben und Bewegung können die Aufmerksamkeit der Nutzer auf diesen Bereich lenken. Der Bereich kann z.B. durch ein pulsieren hervorgehoben werden. So kann bereits aus der Entfernung wahrgenommen werden, dass eine Alarmmeldung anliegt. Zusätzlich können Earcons genutzt werden, um auf Alarmmeldungen aufmerksam zu machen, siehe auch 4.1.6 Dateien und Medien.

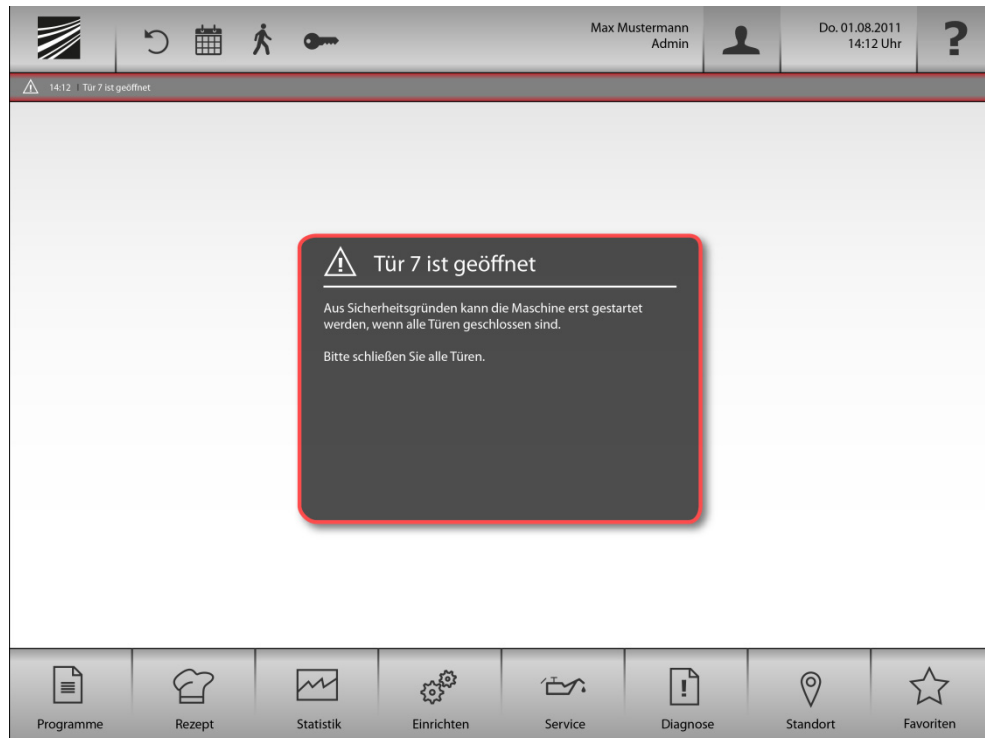


Abbildung 6 Hervorhebung einer Alarmmeldung

Alarmmeldung und Handlungsanweisung

Erfahrene Benutzer können regelmäßig auftretende Fehler meist bereits durch kurze Meldungen identifizieren und entsprechende Aktionen einleiten. Eine detaillierte Handlungsanweisung ist in diesem Fall nicht notwendig und würde unnötig Platz beanspruchen bzw. den Ablauf stören. Ein zweistufiges System ist deshalb in vielen Fällen die beste Option. Zunächst eine kurze Meldung, die direkt ins HMI integriert wird und Rückschlüsse über die Schwere und Art des Alarms zulassen. Die Nutzer können so entscheiden, ob ein direktes Eingreifen notwendig ist. Benötigt der Nutzer weitere Informationen kann eine separate Ansicht z.B. ein Pop-up aufgerufen werden. Dort sollten möglichst viele Informationen hinterlegt und vor allem konkrete Handlungsanweisungen gegeben werden. Die Entwicklungswerkzeuge sollten deshalb die Zuordnung von Handlungsanweisungen zu bestimmten Alarmmeldungen zulassen. Um die kurzen Meldungen so aussagekräftig wie möglich zu gestalten, sollte das Hinzufügen von Stichpunkten unterstützt werden. Eine eindeutige Fehlernummer ist selbst in Kombination mit der internen Fehlerbenennung nicht ausreichend.

Nutzerbeteiligung im Alarmmanagement

Zur Verbesserung des Alarmmanagements kann es sehr nützlich sein, Rückmeldungen von Nutzern zuzulassen. Beispielsweise können die Nutzer Handlungsanweisungen ergänzen und zusätzliche Hinweise zur effizienten Behebung geben. Zudem können Nutzer Zusammenhänge zwischen verschiedenen Alarmmeldungen erkennen, die auf Grund der Programmierung vom System übersehen werden. Ist eine Auswertung der

Rückmeldungen administrativ möglich, ist dies deshalb empfehlenswert. Da diese Option allerdings bisher von kaum einem Entwicklungswerkzeug angeboten wird, muss die Funktionalität selbst programmiert werden. Es sollte auf eine offene Schnittstelle geachtet werden, da ansonsten das gesamte Alarmmanagement neu programmiert werden muss.

4.4.2 Kategorisierung

Einige Alarmmeldungen erfordern ein sofortiges Eingreifen. Andere weisen auf eine Gefahr hin und andere geben lediglich Hinweise. Mindestens diese drei Arten sollten für den Nutzer klar unterscheidbar sein. Nur so kann eine effiziente und sichere Bearbeitung der Aufgaben an den Maschinen und Anlagen gewährleistet werden.

Unterscheidung von Alarmkategorien

Die Entwicklungswerkzeuge sollten deshalb Möglichkeiten zur Kategorisierung und Unterscheidung der Kategorien anbieten.

Graphische Verdeutlichung unterschiedlicher Alarmkategorien

Alarmmeldungen werden derzeit häufig mit Hilfe von Nummern kategorisiert. Dazu wird jeder Alarmmeldung eine Nummer zugewiesen. Der Zahlenraum zwischen 1 und 200 ist dann z.B. für Gefahrenmeldungen, der zwischen 300 und 500 für schwere Fehler reserviert und Hinweise werden mit Nummern über 700 gekennzeichnet. Eine andere häufig angewendete Alternative ist, die Meldungen mit Hilfe von Buchstaben zu kategorisieren. Der Nachteil von beiden Methoden ist, dass eine Unterscheidung erst bei genauer Betrachtung möglich ist. Eine zusätzliche farbliche Kennzeichnung kann hier z.B. Abhilfe schaffen. D.h. die Entwicklungswerkzeuge sollten die Möglichkeit bieten, den Bereich für die Alarmmeldungen farblich je nach Kategorie der Meldung einzufärben. Meist ist dies über das Abfragen von Variablen möglich. Wichtig ist allerdings auch, dass die Schriftfarbe angepasst wird, da der Text sonst evtl. nicht mehr lesbar ist. Häufig ist die Anpassung der Schriftfarbe nur dauerhaft möglich, das heißt die Texte müssen direkt beim Eingeben entsprechend formatiert werden. Die Entwickler müssen dann darauf achten, dass die Texte immer auf dem farblichen Hintergrund angezeigt werden, also z.B. auch in Tabellen zur Anzeige der Historie.

Selbstverständlich sind auch andere Arten der Kennzeichnung denkbar. Es können z.B. Symbole verwendet werden. Diese sind mit den meisten Werkzeugen allerdings deutlich schwerer umzusetzen und aus der Entfernung meist schwerer zu erkennen. Auch Animationen also z.B. ein pulsieren in unterschiedlichen Farben, Geschwindigkeiten oder Intensitäten kann zur Unterscheidung eingesetzt werden.

Interaktion zur Behebung von Alarmen

Neben der eindeutigen Kennzeichnung der unterschiedlichen Kategorien kann die Behebung des Alarms durch unterschiedliche Prozesse unterstützt werden. So können z.B. Meldungen, die auf eine Gefahr hinweisen, den Nutzer während der Bedienung unterbrechen. Es sollten dem Nutzer dann möglichst viele konkrete Informationen direkt gegeben werden, so dass er sofort Maßnahmen ergreifen kann. Mit vielen Entwicklungs-

werkzeugen lässt sich dies z.B. durch ein modales Pop-up lösen. Das Pop-up überblendet die aktuelle Ansicht und muss vom Benutzer aktiv geschlossen werden. So ist sichergestellt, dass der Nutzer über die Gefahr informiert ist. Genauso kann mit Meldungen verfahren werden, die ein sofortiges Eingreifen erfordern. Alle anderen Meldungen werden lediglich angezeigt. Detailliertere Informationen müssen aktiv aufgerufen werden, z.B. durch Berühren der Meldung. Die unterschiedlichen Prozesse müssen allerdings fast immer von den Entwicklern selbst erstellt werden, da eine entsprechende Funktion nicht im Alarmmanagement der Werkzeuge verankert ist.

4.4.3 Aufzeichnungen

Häufig entstehen Alarmmeldungen durch die Verkettung mehrerer Umstände. Zur Interpretation des Fehlers und zur Behebung der Ursache ist es deshalb oft nötig, alle derzeit anliegenden Alarmmeldungen betrachten zu können. Zur tieferen Analyse von Fehlern ist es zudem sinnvoll, eine Historie anzulegen. So können nach der Behebung Details abgerufen und Zusammenhänge interpretiert werden. Das Aufzeichnen von Events und eingeloggten Nutzern kann dabei helfen, Verantwortlichkeiten zu klären und Rückschlüsse für zukünftige Versionen zu ziehen.

Anzeige historischer Alarmmeldungen

Nahezu alle Entwicklungswerkzeuge bieten die Möglichkeit alle Alarmmeldungen tabellarisch darzustellen. Die Meldungen können dabei meist nach bereits behobenen und noch anstehenden Meldungen sortiert werden. Zur Unterscheidung ist es teilweise sinnvoll die Meldungen auch räumlich voneinander zu trennen, d.h. also z.B. in zwei verschiedenen Tabellen. Hierbei stoßen allerdings schon die ersten Entwicklungswerkzeuge an ihre Grenzen. Eine farbliche Kennzeichnung ist meist möglich, sollte aber nur genutzt werden, wenn die Kategorisierung nicht bereits durch Farben angezeigt wird. Die Kennzeichnung noch anstehender Meldungen mit Symbolen ist meist aufwendig. Kann den Nutzern aber den Überblick deutlich erleichtern.

Analyse von Alarmmeldungen

Die Aufzeichnungen sollten neben der eindeutigen Identifikation der Alarmmeldung mindestens den Zeitpunkt des Auslösens und ggf. der Behebung beinhalten. Weitere Informationen z.B. zum letzten Auftreten und der Häufigkeit, können den Nutzer bei der Analyse helfen. Für die noch anstehenden Alarmmeldungen sollten zudem konkrete Handlungsanweisungen verfügbar sein. Idealerweise stehen die Anweisung auch noch nach der Behebung zur Verfügung. Gerade komplexe Zusammenhänge zwischen bereits behobenen Meldungen können so vom Nutzer schneller erkannt werden. Sortier-, Filter- und Suchfunktionen können den Nutzer bei der Orientierung und der Interpretation der Meldungen zusätzlich unterstützen. Die Möglichkeiten der einzelnen Entwicklungswerkzeuge variieren in diesem Bereich stark und sollten deshalb mit den eigenen Anforderungen abgeglichen werden. Insbesondere das Hinzufügen eigener Parameter und Variablen zu Alarmmeldungen und damit zur Historie wird von vielen Werkzeugen nicht unterstützt.

Transfer von Systemmeldungen

Sollen Probleme remote gelöst werden (z.B. direkt vom Anlagenhersteller) ist es sinnvoll, wenn die Historie inkl. anstehender Meldungen übergeben werden kann. Eine direkte Übertragung der Daten ist oft nicht möglich, da viele der Maschinen und Anlagen aus Sicherheitsgründen nicht direkt mit dem Internet verbunden sind. Die Historie sollte deshalb entweder direkt auf ein externes Speichermedium oder über ein internes Netzwerk abgespeichert werden können. Die Daten können dann z.B. per Email verschickt werden. Zur Vereinfachung des Prozess bietet sich die Speicherung in einem Format an, das mit einem normalen Computer ausgelesen werden kann. Einige Entwicklungswerkzeuge bieten dazu das txt Format an. Die Daten sind so aufbereitet, dass sie bei Bedarf in eine Excel Tabelle umgewandelt werden können.

Aufzeichnung weiterer Ereignisse

Neben Alarmmeldungen können noch weitere Events aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung von durchgeführten Reparaturen und Wartungsarbeiten kann z.B. als Nachweis für Garantieansprüche dienen. Die Dokumentation von Veränderungen wichtiger Parameter und Einstellungen kann bei der Fehleranalyse von großem Wert sein. Zudem kann es sinnvoll sein, neben diesen und ähnlichen Events zugehörige Parameter, wie z.B. den Zeitpunkt und die derzeit eingeloggte Person zu erfassen. Im Gegensatz zu den Möglichkeiten für Alarmmeldungen, bieten die Entwicklungswerkzeuge für Events eine Vielzahl von Parametern an, die mit aufgezeichnet werden können.

Erstellung von Statistiken

Die Aufzeichnungen können auch zur Erstellung von Statistiken genutzt werden. Beispielsweise können Stillstands- und Produktivzeiten errechnet werden. Diese Art der Statistiken ist z.B. zur Überprüfung der tatsächlichen Leistung einer Maschine oder Anlage nutzbar. Mit nahezu allen Entwicklungswerkzeugen lassen sich aus den erfassten Daten Statistiken erstellen. Diese können zur Laufzeit direkt auf dem HMI ausgegeben werden. Je nach Bedarf und Daten können die Statistiken auch in Form von Diagrammen aufbereitet ausgegeben werden.

4.5 Rezept- bzw. Sortenverwaltung

Die Produktpalette eines Betriebs umfasst oft eine Vielzahl verschiedener Produkte. Für jedes Produkt müssen an der Maschine andere Parameter eingestellt werden. Um einen schnellen Wechsel zwischen den Einstellungen für die verschiedenen Produkte zu unterstützen, bieten die Entwicklungswerkzeuge eine Rezept- bzw. Sortenverwaltung¹ an. Mit Hilfe der Rezepte lassen sich Einstellungen und Sollwerte speichern. Diese können bei Bedarf durch einfaches Aufrufen des Rezepts an die Maschine übertragen werden.

¹ Je nach Kontext wird von Rezept oder Sorte gesprochen.

Erstellung und Anpassung von Rezepten

Die Rezepte werden meist bereits bei der Entwicklung des HMI angelegt und im HMI zur Auswahl eingebunden. Um den Prozess für ein neues Rezept zu vereinfachen, kann es aber auch sinnvoll sein, Rezepte zur Laufzeit direkt im HMI zu erstellen. Anpassung des Rezepts sollten auf jeden Fall im HMI ermöglicht werden. Dabei sollte zwischen zwei Arten der Anpassung unterschieden werden. Dauerhafte Anpassungen verändern das Rezept, dies ist z.B. notwendig wenn das Produktdesign oder das Produkt selbst verändert werden soll. Diese Art der Anpassung sollte nur Benutzern mit speziellen Rechten ermöglicht werden. Kurzfristige Anpassungen verändern das Rezept nicht und gelten z.B. nur für die aktuelle Charge. Dies kann z.B. nötig sein, um auf Toleranzen des verwendeten Materials zu reagieren. Bspw. wenn eine neue Rolle Folien eingelegt wird und diese in der Höhe abweicht. Die Entwicklungswerkzeuge sollten beide Möglichkeiten zur Anpassung anbieten und diese klar voneinander trennen.

Rezeptverwaltung

Um den Engineering-Aufwand zur Erstellung und dauerhaften Anpassung eines Rezepts so gering wie möglich zu halten, bietet sich oft ein hierarchisches Konzept an. Die Entwicklungswerkzeuge setzen dies oft mit Hilfe von Haupt- und Unterrezepten um. Je nach Kontext werden im Hauptrezept z.B. alle Einstellungen für die Form und Größe des Produkts festgehalten und im Unterrezept die Einstellungen zur Farbe des Produkts. Die Haupt- und Unterrezepte können beliebig miteinander kombiniert werden, so dass jede Form und Größe in unterschiedlichen Farben produziert werden kann. Die Anzahl der zu erstellenden Rezepte kann so deutlich verringert werden. Als weiteres Hilfsmittel sollte es möglich sein, Rezepte zu kopieren und anzupassen.

Nutzerhilfen für den Rezeptwechsel

Mit dem Umstellen eines Rezepts wird oft auch ein Umrüsten der Maschine notwendig. Im Idealfall werden deshalb im Rezept alle benötigten Teile gespeichert und beim Umstellen des Rezepts überprüft, ob ein Umrüsten notwendig ist. Muss eine Umrüstung erfolgen, sollte ein entsprechendes Event ausgelöst werden. Vollautomatische Maschinen können daraufhin das Umrüsten vornehmen. Erfolgt das Umrüsten manuell sollte ein entsprechender Hinweis an den Bediener am HMI erfolgen. Mit Hilfe der hinterlegten Daten im Rezept können dann konkrete Handlungsanweisungen für den Umrüstprozess gegeben werden. Einige Entwicklungswerkzeuge bieten die Speicherung der Daten im Rezept an. Die automatische Überprüfung, ob ein Umrüstvorgang gestartet werden muss, ist aber nur möglich wenn die Maschine über entsprechende Sensoren verfügt.

Integriertes Rezept- und Chargenmanagement

Insbesondere in Betrieben, in denen häufig zwischen verschiedenen Produkten gewechselt werden muss, bietet sich eine Verbindung der Rezeptverwaltung und des Chargenmanagements an. Wird ein neuer Auftrag angenommen, können so direkt die Einstellungen des Rezepts überprüft und ggf. ein neues Rezept erstellt werden. Derzeit werden Rezeptverwaltung und Chargenmanagement allerdings häufig auf verschiedenen Systemen und damit völlig getrennt voneinander betrachtet.

4.6 Internationalisierung

Während frühere HMI-Systeme häufig für einen speziellen Sprachraum entwickelt wurden, müssen heutige HMI-Systeme in weiten Teilen der ganzen Welt verständlich und bedienbar sein. Für das Verständnis spielen neben der Übersetzung auch andere Konventionen wie z.B. Einheiten oder die Schreibweise eines Datums eine wichtige Rolle. Bei dem Prozess zur Anpassung des Systems an andere Sprach- und Kulturräume sollten die Entwickler deshalb bestmöglich unterstützt werden.

4.6.1 Sprache und Länder

Derzeit werden in der Welt mehr als 5.000 unterschiedliche Sprachen gesprochen. Nur zehn dieser Sprachen werden von über 90 Millionen Menschen als Muttersprache gesprochen und gerade mal fünf Sprachen werden derzeit als Weltsprachen angesehen – Englisch, Spanisch, Französisch, Arabisch und Portugiesisch – da sie in mehreren Kontinenten als Amtssprache fungieren.²

Bediener außerhalb der zugehörigen Länder sprechen aber häufig keine dieser Sprachen, eine Fokussierung auf diese ist deshalb für HMI-Systeme selten sinnvoll. Die Anzahl der zu unterstützenden Sprachen hängt stark von den Einsatzgebieten der Maschinen und Anlagen und deren Verbreitungsgrad ab. Zudem ist zu beachten, dass auch innerhalb von einzelnen Ländern verschiedene Sprachen unterstützt werden sollten, um allen Arbeitern das Verständnis zu ermöglichen. Von deutschen Maschinenbetreibern werden neben deutsch und englisch v.a. türkisch und russisch angefragt, da entsprechendes Personal in der Produktion zum Einsatz kommt.

Anzahl der Sprachen und Sprachvarietäten

Die Entwicklungswerkzeuge sollten deshalb die Möglichkeit bieten, dem Bedarf entsprechend viele unterschiedliche Sprachen einzubinden. Die spätere Erweiterung um eine zusätzliche Sprache ist in nahezu allen Entwicklungswerkzeugen möglich und bietet so Spielraum für den Einsatz der HMI-Systeme in weiteren Ländern. Um auf die verschiedenen Sprachvarietäten – Englisch wird z.B. in mehr als 100 Ländern als Muttersprache angesehen – eingehen zu können, ist eine entsprechende Differenzierungsmöglichkeit wünschenswert. Für die Angabe von Einheiten und Formaten ist die Differenzierung zudem teilweise unbedingt notwendig.

4.6.2 Einheiten und Formate

Die Einheiten von Variablen und Eingabewerten unterscheiden sich häufig je nach gewählter Sprache.

² Lewis, M. Paul (ed.), 2009. Ethnologue: Languages of the World, Sixteenth edition Dallas, Tex.: SIL International.

Zuordnung von Sprache und Einheiten

Das Entwicklungswerkzeug sollte eine Zuordnung von Einheiten zu bestimmten Sprachen bzw. Sprachvarietäten erlauben oder diese automatisch vornehmen. Zusätzlich zur Anzeige der Einheiten müssen die Werte entsprechend umgerechnet werden.

Ein- und Ausgabeformate

Auch Ein- und Ausgabeformate müssen sich dynamisch der gewählten Sprache anpassen lassen, da es sonst leicht zu Missverständnissen kommen kann. Auch dabei spielen die unterschiedlichen Sprachvarietäten eine entscheidende Rolle. Denn während z.B. im britischen Englisch der Tag vor dem Monat genannt wird, wird im amerikanischen Englisch zuerst der Monat und dann der Tag geschrieben. Das Datum 01/08 wird also in England als 1. August und in den USA als 8. Januar gelesen.

4.6.3 Texte

Innerhalb eines HMI-Systems kommen viele Texte zum Einsatz z.B. zur Beschriftungen von Buttons oder als Teile von Handlungsanweisungen. Je nach gewählter Sprache müssen die Texte mit entsprechenden Schriftzeichen dargestellt werden. Die häufigsten Schriftsysteme sind lateinisch, arabisch, kyrillisch, griechisch und chinesisches. Während das lateinische, arabische, kyrillische und griechische System auf einem Alphabet aufbauen und mit jeweils weniger als 30 Zeichen auskommen, besteht das chinesische aus über 80.000 unterschiedlichen Zeichen. Für die Verwendung im HMI ist aber die Unterstützung von ca. 4.000 Zeichen ausreichend.

Schriftsysteme

Als Grundlage für die Unterstützung der unterschiedlichen Schriftsysteme bieten die Entwicklungswerkzeuge meist den Einsatz von Unicode ein. Mit der Hilfe von verschiedenen Schriftarten lassen sich dann die entsprechenden Schriftzeichen für die jeweilige Sprache abrufen. Die Schriftart wird dabei meist direkt mit einer Sprache verknüpft, so dass beim Umschalten einer Sprache automatisch die korrekte Schriftart verwendet wird. Sinnvoll ist es zudem, wenn sich dabei mehrere Schriftarten miteinander verbinden lassen, beispielsweise damit zur Darstellung von Zahlen ein anderes Schriftsystem verwendet werden kann. Falls dies nicht möglich ist, muss bei der Auswahl der Schriftart für eine Sprache darauf geachtet werden, dass die Zahlen und Buchstaben der entsprechenden Schriftsysteme hinterlegt sind.

Leserichtung

Bei der Darstellung von Texten in anderen Sprachen sollte zudem die Leserichtung bzw. die Textausrichtung berücksichtigt werden können. Insbesondere bei der Beschriftung von Variablen ist es sinnvoll die Texte z.B. in arabischen Sprachen rechtsbündig anzuzeigen. Für die Darstellung in Tabellen ist es zudem wünschenswert, wenn die Spalten und/oder Zeilen automatisch entsprechend der Sprache angeordnet werden können, also z.B. von rechts nach links lesbar.

4.6.4 Administration verschiedener Sprachversionen

Da in den heutigen HMI-Systemen meist mehr als zehn unterschiedliche Sprachen zum Einsatz kommen, sollten die Entwicklungswerkzeuge Unterstützung bei der Verwaltung der Sprachen bieten.

Kontext und Kommentare

Für die Übersetzung der Texte und Beschriftungen bieten einige Entwicklungswerkzeuge das Exportieren aller verwendeten Texte an, die dann z.B. von einem Sprachbüro übersetzt und als neue Sprache importiert werden können. Diese recht komfortable Lösung birgt allerdings das Risiko, dass zu lange Texte oder für den Kontext unpassende Übersetzungen importiert werden. Abhilfe können hier Zusatzoptionen bieten, beispielsweise in dem die Texte in den exportierten Listen oder Tabellen nach Kategorien sortiert werden. Die Kategorien können den Übersetzern dann Aufschluss über maximale Textlängen und evtl. auch dem Kontext geben. Gerade für größere Projekte ist es wünschenswert, dass von den Entwicklern eigene Kategorien oder sogar Kommentare für einzelne Texte vergeben werden können.

Prüfung und Vorschau

Ein weiterer Baustein für die korrekte Übersetzung können Mechanismen sein, die z.B. die Textlängen nach der Übersetzung prüfen, so dass die Beschriftungen in allen Sprachen korrekt angezeigt werden können. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn mit dynamischen Schriftschnitten gearbeitet wird und maximale Textlängen nicht unbedingt vorgegeben werden können. Auch Möglichkeiten zur Vorschau auf übersetzte Texte können den Übersetzern als Hilfestellung dienen.

Sprachparameter

Für die Verwaltung der Sprachen sollten die Entwicklungswerkzeuge zudem Möglichkeiten anbieten, den verschiedenen Sprachen unterschiedliche Parameter zuzuordnen, die nach der Umschaltung einer Sprache automatisch aktiv werden. Einheiten, Formate, Schriftarten und das Tastaturlayout sind nur einige Beispiele und sollten als Minimalvoraussetzung unterstützt werden. Besonders wenn Sprachen mit verschiedenen Leserichtungen zum Einsatz kommen, ist es zudem wünschenswert wenn sich auch Textausrichtung und die Darstellung der Inhalte automatisch anpassen. Für die Darstellung der Inhalte kann hier z.B. auf verschiedene Skins – siehe Abschnitt 4.1.2 Sichten– zurückgegriffen werden.

4.7 Entwicklungsumgebung

Um eine effiziente Entwicklung eines HMI zu unterstützen, müssen die Entwicklungswerkzeuge mehr bieten als die reine Bereitstellung verschiedener Funktionen. Die Entwickler sollten z.B. bei der graphischen Gestaltung und der Programmierung und Integration neuer Funktionen unterstützt werden. Zudem ist es sinnvoll, Entwicklerteams bei der Erstellung geeignet zu unterstützen. Neben verschiedenen Funktionen zur Unterstützung spielt auch die Usability der Entwicklungsumgebung selbst eine große Rolle für die Effizienz der Entwicklung.

Im Folgenden werden einige Funktionen beschrieben, die Entwicklungswerkzeuge zur Unterstützung der Entwickler mindestens anbieten sollten. Welche weiteren Funktionen für die Entwickler notwendig bzw. hilfreich sind, hängt vom geplanten HMI ab.

Vorlagen und Bibliotheken

Bei der Gestaltung von HMI werden in der Regel Bereiche für bestimmte Elemente definiert und Vorgaben zu den Formen und Größen der einzelnen Elemente gemacht. Die einzelnen Elemente werden dann entsprechend dem aktuellen Bedarf angepasst und in den definierten Bereichen platziert. Für bestimmte Vorgänge werden zudem Abläufe mit entsprechenden graphischen Elementen definiert.

Die Festlegung von unterschiedlichen Bereichen ist für die Gestaltung von intuitiven HMI unbedingt notwendig um z.B. Navigationselemente von Steuerungselementen optisch klar zu trennen. Durch die konsistente Unterscheidung der Bereiche wird dem Nutzer die Orientierung und das Verständnis des HMI deutlich erleichtert. Hinzu kommt, dass sich Nutzer auf einem unbekanntem HMI einer anderen Maschine schneller zu Recht finden, wenn die Aufteilung der Bereiche gleich bleibt und wiederkehrende Elemente auch graphisch gleich gestaltet sind.

Um den Entwicklern die Arbeit zu erleichtern, sollten die Entwicklungswerkzeuge die Möglichkeit bieten, Vorlagen zu definieren, die als Grundlage für die weitere Gestaltung genutzt werden können. Insbesondere in größeren Teams bietet es sich zudem an, wenn sich nur eine kleine Gruppe mit den graphischen Vorgaben des HMI Konzepts beschäftigt und z.B. die Vorgaben von Designern in Vorlagen umsetzt. Zum einen können sich die anderen Entwickler dadurch stärker auf die funktionalen Anforderungen konzentrieren und zum anderen wird die Konsistenz zwischen den einzelnen HMI erhöht und für zukünftige Entwicklungen weitestgehend sichergestellt.

Auch für die Bedien- und Anzeigeelemente sollte es möglich sein Vorlagen zu erstellen. Viele Entwicklungswerkzeuge stellen sogar von vornherein eine große Anzahl von Bedien- und Anzeigeelementen bereit. Diese Vorlagen werden meist in einer Bibliothek verwaltet, die nach Möglichkeit beliebig erweiterbar sein sollte. Nähere Informationen zur Gestaltung von Vorlagen für Bedien- und Anzeigeelementen sind in Abschnitt 4.2 Bedien- und Anzeigeelemente zu finden.

Raster

Um ein harmonisches HMI zu gestalten, wird genau festgelegt, an welchen Positionen bestimmte Elemente dargestellt werden sollten. Von Designern werden dazu meist die Abständen zum Rand oder zu anderen Objekten angegeben. Die Angaben werden in Pixel oder Prozent gemacht.

Ein Raster kann den Entwicklern bei der genauen Positionierung nach diesen Vorgaben helfen. Dazu werden Hilfslinien in definierten Abständen als Orientierung angezeigt. Die meisten Entwicklungswerkzeuge bieten magnetische Raster an, d.h. die HMI Elemente werden automatisch am Raster ausgerichtet, wenn sie in der Nähe eines Rasterpunkts gezogen werden.

Um noch effizienter und dennoch immer exakt arbeiten zu können, sollten die Entwicklungsumgebungen die Möglichkeit bieten, ein eigenes Raster zu definieren. Am einfachsten lässt sich dies mit Hilfe von Führungslinien realisieren, die beliebig angeordnet werden können und z.B. den Beginn eines Bereichs kennzeichnen. Die Anordnung der Linien sollte mit Pixel- und Prozent-Angaben gleichermaßen funktionieren. Die einzelnen Führungslinien sollten nach Möglichkeit magnetisch sein, um den Aufwand zur Positionierung noch weiter zu reduzieren.

Bei der Entwicklung kann es zudem sehr hilfreich sein, wenn die HMI Elemente zueinander bzw. aneinander ausgerichtet und in bestimmten Bereichen gleichmäßig verteilt werden können. Das zusätzliche Definieren von Führungslinien und vor allem die Berechnung der exakten Positionen dieser Linien kann so umgangen werden.

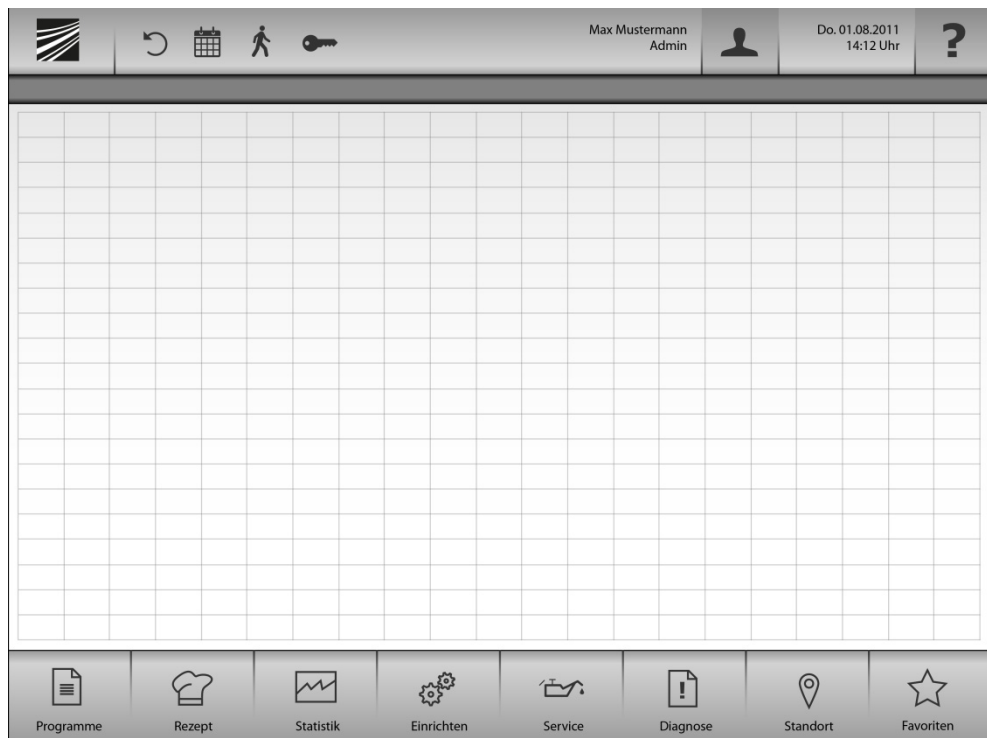


Abbildung 7 Raster zur Ausrichtung von Elementen

Ebenenverwaltung

Eine moderne Gestaltung von HMI erfordert häufig das Übereinanderlegen von graphischen Elementen z.B. einer Graphik als Hintergrund und einem Textfeld in dem der aktuelle Wert einer Variablen angezeigt wird. Auch zur Erzeugung von graphischen Effekten wie z.B. Schatten werden Überlagerungen genutzt. HMI-Elemente mit verschiedenen Zuständen werden auch häufig durch überlagerte Graphiken erzeugt. Je nach Zustand werden dazu nur bestimmte Graphiken als sichtbar markiert.

Zur Unterstützung der Entwickler sollten die Entwicklungswerkzeuge deshalb eine Ebenenverwaltung anbieten. Es wird den Entwicklern so nicht nur das Gestalten der Oberfläche erleichtert, sondern auch das Vergleichen von Zuständen und die Kommunikation mit anderen Projektpartnern oder Außenstehenden. Denn durch das hinzu- oder abschalten von Ebenen können z.B. unterschiedliche Zustände des HMI dargestellt werden. So wird beispielsweise die Diskussion über aktive und inaktive Buttons oder über die Gestaltung des HMI für bestimmte Rollen deutlich erleichtert.

Suchen und Ersetzen

Während der Entwicklung müssen des Öfteren Begrifflichkeiten oder Variablennamen verändert werden. Zudem ist es manchmal nötig herauszufinden, in welchen Bereichen eine bestimmte Variable, ein Begriff oder ähnliches verwendet wird. Für diese Zwecke sollte eine Suchen-und-Ersetzen-Funktion zur Verfügung stehen.

Suchen-und-Ersetzen gehört auch in den Entwicklungsumgebungen zu den Standardwerkzeugen. Die Möglichkeiten unterscheiden sich allerdings zwischen den Entwicklungswerkzeugen deutlich. In einigen kann z.B. nicht festgelegt werden welche Bereiche durchsucht werden sollen. Ein paar wenige bieten sogar lediglich das Durchsuchen der aktuellen Sicht an. Eine effiziente und vor allem fehlerfreie Bearbeitung von Ersetzungen ist somit nicht gewährleistet. Es ist zudem schwieriger, einen Überblick über den Einsatz von Variablen und Begriffen zu erhalten. Viele Entwicklungswerkzeuge haben allerdings die Notwendigkeit einer guten Suchen-und-Ersetzen-Funktionen erkannt und bieten z.B. auch das Filtern und Sortieren der Ergebnisse an.

Änderungshistorie

Im Prozess der Entwicklung werden viele Änderungen vorgenommen. Oft ist es schwer den Überblick zu behalten. Die Dokumentation aller Änderungen und Anpassung ist zudem sehr zeitaufwändig und wird insbesondere in Stresssituationen häufig vernachlässigt.

Eine automatische Änderungshistorie kann hier Unterstützung bieten. So werden zumindest alle Anpassungen erfasst und können später bei Bedarf nachvollzogen werden. Einige Entwicklungswerkzeuge bieten bspw. auch die Möglichkeit, die Änderungshistorie als Grundlage zu nutzen und durch weitere Informationen zu ergänzen. So können z.B. zusätzliche Entscheidungen dokumentiert werden.

Die Änderungshistorie bietet auch noch einen weiteren wichtigen Vorteil. Veränderungen und Anpassungen können bei Bedarf rückgängig gemacht werden. Je nach Funktion der Historie können so nicht nur die letzten Änderungen schrittweise rückgängig gemacht werden, sondern ganze Blöcke von Veränderungen durch einen Klick rückgängig gemacht werden.

Versionskontrolle

Die Gestaltung eines HMI wird meist von einem Team von Entwicklern vorgenommen. D.h. die Entwickler müssen jeweils Zugriff auf die aktuelle Version erhalten und Ihre Änderungen später in die dann aktuellste Version integrieren.

Einige Entwicklungswerkzeuge bieten eine Anbindung an eine externe Versionskontrolle an. Dazu wird der aktuell Stand in einem bestimmten Dateiformat abgespeichert und an ein externes System übergeben. Innerhalb der Entwicklungsumgebung findet in diesem Fall keine Versionskontrolle statt und ist in der Umgebung z.B. nicht feststellbar, ob derzeit andere Benutzer an dem gleichen Bereich arbeiten. Mehr Möglichkeiten bieten hier interne Versionskontrollen, die einige Entwicklungswerkzeuge anbieten. Die Entwickler werden dann z.B. direkt im System über Änderungen informiert.

Simulation

Während der Entwicklung eines HMI müssen immer wieder Tests durchgeführt werden. Um die Tests ohne Anbindung an eine Maschine durchführen zu können, muss eine Simulation ermöglicht werden.

Die Entwicklungswerkzeuge bieten hierzu meist vielfältige Möglichkeiten. Durch die Anbindung eines virtuellen OPAC Servers können z.B. verschiedene Maschinenzustände simuliert und so bspw. Alarmmeldungen überprüft werden. Zudem bieten die Werkzeuge oft die Möglichkeit verschiedene Benutzerlevel bzw. Rollen zu simulieren.

4.7.1 Usability

Die Usability des Entwicklungswerkzeugs selbst trägt auch wesentlich zur effizienten Gestaltung eines HMI bei. Umso schneller sich die Entwickler zurecht finden und die Entwicklungsumgebung für Ihre Zwecke nutzen können, desto schneller können sie das HMI erstellen. Im Folgenden werden ein paar wenige Anhaltspunkte für die Usability einer Entwicklungsumgebung gegeben. Letztendlich kann die Usability der Umgebung aber nicht ohne Kenntnisse des geplanten HMI und der Entwickler beurteilt werden. D.h. vor der Auswahl einer Umgebung muss diese individuell bewertet werden.

Klare Struktur

Die Entwicklungsumgebung sollte den Entwicklern schon beim ersten Öffnen einen guten Eindruck von den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten bieten. Dabei spielt die übersichtliche und strukturierte Gestaltung der Umgebung eine wesentliche Rolle. Je nach Kenntnisstand, Ausbildung und Erfahrung der Entwickler kann es sinnvoll sein, eine Umgebung auszuwählen, die einer Programmierumgebung wie z.B. Eclipse oder aber einem Graphikprogramm wie z.B. Photoshop ähnelt. Die Entwickler können sich so schneller orientieren und die benötigten Funktionen finden.

Hilfsfunktionen und Tutorials

Gerade zu Beginn der Nutzung ist eine umfassende Hilfe notwendig. Umso strukturierter und umfassendere Informationen zu einzelnen Funktionen, deren Möglichkeiten und Anwendung angeboten werden, desto schneller können die Entwickler diese verwenden. Die Hilfe sollte durchsuchbar sein und dabei auch die Kombination mehrerer Schlagwörter erlauben. Für spezielle Fragen während der Entwicklung, sollte neben der Hilfe Support zur Verfügung stehen. Obwohl dieser für die meisten Entwicklungswerkzeuge kostenpflichtig ist, zahlt sich diese Investition meistens schnell aus.

In der Anfangsphase können auch Guided Tours oder Tutorials den Entwicklern, das Erlernen der Umgebung deutlich vereinfachen. Es ist häufig auch möglich, diese vor dem endgültigen Kauf des Entwicklungswerkzeugs auszuprobieren. Dadurch können die Entwickler einen guten Eindruck gewinnen und abschätzen, ob die Umgebung ihren Ansprüchen genügt und sie sich zu Recht finden können.

Tastaturbedienung

Entwicklungsumgebungen werden oft über mehrere Monate hinweg täglich genutzt. Es ist also davon auszugehen, dass die Entwickler immer erfahrener im Umgang mit der Umgebung werden. Um dem gerecht zu werden, sollte z.B. das Aufrufen häufiger Funktionen über die Tastatur möglich sein. Durch die ständige Nutzung können sich die Entwickler die Tastaturbefehle einprägen und so bei der Entwicklung, im Gegensatz zur Bedienung mit Maus und Tastatur, einiges an Zeit sparen. Auch die Möglichkeit, eigene Tastaturbefehle zu erstellen, wird von vielen Entwicklern gewünscht.

5 Checkliste

Darstellung

-
- Vorlagen für Standardelemente?

 - Eigene Graphikelemente erstellbar?

 - Graphiken integrierbar?

 - Sichten zur Strukturierung der Inhalte?

 - Graphisches Design mit Skins anpassbar?

 - Anpassbarkeit an wechselnde Kontextbedingungen?

 - Vorlagen für Animationen von Übergängen?

 - Vorlagen für Animationen von Prozessen?

 - Vorlagen für Effekte zur Steuerung der Aufmerksamkeit?

 - Zeitgesteuerte Animationen?

 - Vorschau auf Animationen?

 - 3D Animationen?

 - Schriftart und Schriftgröße anpassbar?

 - Steuerzeichen integrierbar?

 - Textausrichtung anpassbar?

 - Formatierung einzelner Texte Abschnitte anpassbar?

 - PDF Dokumente integrierbar?

 - Akustische Anweisungen umsetzbar?

 - Akustische Feedback integrierbar?

 - Fotos und Videos integrierbar?

 - Übertragung von Live-Bildern möglich?

 - Onlinemedien integrierbar?

HMI-Elemente

-
- Standardelemente für Bedien- und Anzeigeelemente?

 - Standardelemente anpassbar?

-
- Hilfestellung zur Auswahl geeigneter Elemente?

 - Vorlagen für dynamische Elemente?

 - Ausrichtung und Anordnung dynamische Elemente anpassbar?

 - Festlegen von Bereichen, die nicht überdeckt werden?

 - Graphiken integrierbar?

 - Graphiken anpassbar?

 - Templates und Bedienelemente anpassbar?

 - Alternative Interaktionsmöglichkeiten?

 - Automatische Anpassung des Designs, je nach Variablenwert?

 - Eingabemasken anpassbar?
-

Benutzerverwaltung und Zugriffsrechte

-
- Geeignete Rechtenkonzepte?

 - Rollen definierbar?

 - Maschinenbezogene Rechte?

 - Effiziente Zuordnung von Nutzern und Rechten?

 - Sortier- und Suchfunktionen?
-

Protokoll- und Alarmmanagement

-
- Hervorhebung von Alarmmeldung?

 - Alarmmeldungen anpassbar?

 - Handlungsanweisungen integrierbar?

 - Handlungsanweisungen von Benutzern änderbar?

 - Kategorisierung von Alarmmeldungen?

 - Alarmmeldungen unterschiedlicher Kategorien anpassbar?

 - Historische Alarmmeldungen?

 - Eigene Parameter für Alarmmeldungen?

 - Zugriff auf Alarmmeldungen außerhalb des HMI?

 - Statistikfunktionen?

 - Darstellung in Diagrammen?
-

Rezept- bzw. Sortenverwaltung

- Rezepte anpassbar?
 - Hierarchische Rezeptverwaltung?
 - Rezeptwechsel als Event?
 - Chargenmanagement integrierbar?
-

Internationalisierung

- Alle gewünschten Sprachen integrierbar?
 - Automatische Umrechnung der Einheiten?
 - Automatisierte Anpassung der Ein- und Ausgabeformate?
 - Alle gewünschten Sprachen integrierbar?
 - Integration der benötigten Schriftsysteme?
 - Kombination verschiedener Schriftsysteme?
 - Leserichtung anpassbar?
 - Leserichtung in Tabellen anpassbar?
 - Kommentare für Übersetzer?
 - Automatisierte Längen und Darstellungsprüfung?
 - Vorschau auf übersetzte Texte?
 - Definition eigene Sprachparameter?
-

Entwicklungsumgebung

- Geeignete Vorlagen?
 - Vorlagen anpassbar?
 - Raster zur Ausrichtung von Elementen?
 - Führungslinien zur Ausrichtung von Elemente?
 - Ebenen ein- und ausblendbar?
 - Suchen und Ersetzen?
 - Automatische Erfassung von Änderungen?
 - Änderungen schrittweise rückgängig machen?
-

-
- Versionskontrolle?
 - Automatisierte Übernahme von Änderungen?
 - Simulation von Maschinenzuständen?
-

6 Fazit und Ausblick

Hervorragende ergonomische und ästhetisch ansprechende HMI-Konzepte werden in interdisziplinären Teams geschaffen, die nach den Prinzipien des Human-Centred Design Prozesses (ISO 9241-210) handeln. Der Aufwand für die HMI-Entwicklung kann durch den Einsatz von Entwicklungswerkzeugen deutlich reduziert werden.

Trotz großer Unterschiede zwischen den einzelnen untersuchten Systemen kann festgestellt werden, dass eine Reihe der HMI-Entwicklungswerkzeuge heute einen recht hohen Entwicklungsstand erreicht haben. Die getesteten Produkte besitzen einige der in dieser Studie vorgestellten Qualitätsmerkmale und können damit die Entwicklung anspruchsvoller HMI teilweise gut unterstützen. Gerade in letzter Zeit ist ein deutlicher Entwicklungsschub beobachtbar. Ein Beispiel dafür ist das – in anderen Bereichen der Softwareentwicklung lange verfolgte – Prinzip, klar zwischen Funktionalität und Design der Benutzungsschnittstelle zu trennen.

Dennoch gibt es wichtige Gestaltungsaspekte, die bisher mit kaum einem Werkzeug oder nur mit großem Aufwand umsetzbar sind. Ein Beispiel hierfür ist, dass Tabellen oft nur als graphisches Element umgesetzt werden können. Auch die effiziente Unterstützung typischer Arbeitsweisen von Entwicklerteams ist in einigen Fällen verbesserungsbedürftig.

Für die Konzeption und Umsetzung eines HMI ist es deshalb von großer Bedeutung, die Einschränkungen infrage stehender Werkzeuge zu kennen. Ein Design, das ohne Kenntnis des später verwendeten Werkzeugs entwickelt wird, wird selten ohne Änderungen umgesetzt werden können.

Schon der Trend zu attraktivem visuellem Design zeigt, dass in der HMI-Konzeption nicht mehr nur die möglichst effiziente Erledigung der Arbeitsaufgabe im Mittelpunkt steht. Methoden zur Optimierung des Nutzungserlebnisses (User Experience) ermöglichen, systematisch Bedürfnisse von Benutzern zu analysieren und daraus Gestaltungsansätze für eine motivierende Interaktion zu entwickeln. Auch die Gestaltung industrieller Güter und HMI werden von einigen Design-Trends aus dem Endverbraucher-Bereich profitieren.

Aktuelle Technologietrends gewinnen zunehmend Einfluss auf die Bedienung industrieller Geräte und Anlagen: Die Einbindung mobiler Geräte wird neue Anforderungen an die HMI stellen und Gestaltungslösungen verlangen, die sich für mehrere Geräte eignen. Die zunehmende Kommunikation zwischen Maschinen und ganzen Produktionslinien wird neue Navigations- und Bedienstrukturen erfordern. Potenziale zur Vereinfachungen der Bedienung versprechen Entwicklungen wie Material- und Personenidentifikation oder Ortungstechnologien. Weitere Entwicklungsschritte werden neue Technologien der Mensch-Technik-Interaktion bringen. Einige davon, wie z.B. Multitouch, zielen auf die Optimierung der klassischen HMI-Interaktion. Andere, wie Sprach- und Gestenerkennung oder die Blicksteuerung mittels Eye-Tracking, bieten neuartige Interaktionsmöglichkeiten, deren Umsetzung im industriellen Umfeld aktuelles Forschungsthema ist.

7 Profil des Fraunhofer IAO

7.1 Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist mit rund 18.000 Mitarbeitern und einem Finanzvolumen von etwa 1,6 Milliarden Euro die weltweit führende Organisation für angewandte Forschung. Die zentrale Aufgabe des Transfers von Forschungsergebnissen in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen wird in Deutschland von insgesamt 56 eigenständigen Instituten wahrgenommen. Darüber hinaus verstärkt die Fraunhofer-Gesellschaft ihr weltweites Engagement, vor allem in den USA und Asien.

7.2 Fraunhofer IAO

Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart ist seit 30 Jahren ein renommierter Anbieter von Dienstleistungen in den Bereichen Unternehmens- und Arbeitsorganisation, Technologiemanagement sowie Informations- und Kommunikationstechnik. Unter der Leitung von Professor Dr. Dieter Spath arbeiten am Fraunhofer IAO insgesamt mehr als 240 Mitarbeiter interdisziplinär zusammen. Im vergangenen Jahr wurden etwa zwei Drittel der Forschungs- und Beratungsprojekte im direkten Auftrag von Industrie- und Dienstleistungsunternehmen durchgeführt.

7.3 Competence Center Human-Computer Interaction

Das Competence Center Human-Computer Interaction und das Competence Team Web Application Engineering arbeiten in den Bereichen Gestaltung und Realisierung graphischer, akustischer und multimodaler Benutzungsoberflächen, Usability Engineering, Softwareergonomie, Produktgestaltung und verwandten Themenstellungen. Das interdisziplinäre Team verfügt über langjährige Erfahrung in folgenden Arbeitsschwerpunkten:

- software-ergonomische Systemgestaltung, Prototyping und Usability Testing von interaktiven Systemen
- Design und Entwicklung multimodaler Benutzungsoberflächen,
- Entwicklung von firmenspezifischen Styleguides,
- geschäftsprozessorientierte Organisationsgestaltung, Intranet, Workflowmanagement, Technologien und Systeme zur Kooperationsunterstützung, Wissensmanagement.

Vertreter des Fraunhofer IAO arbeiten aktiv in internationalen Normungsgremien im Bereich ergonomischer Benutzungsschnittstellen mit. Ergebnisse des Instituts sind in den zentralen Ergonomie-Standard ISO 9241 eingeflossen. Aktuelle Standardisierungsarbeiten widmen sich Themen wie Multimedia, Web Usability und akustische Interaktion.

Für den praxisorientierten Test von Entwicklungswerkzeugen und Benutzungsschnittstellen unterhält das Fraunhofer IAO ein Usability-Labor. Tests mit Benutzern

geben Aufschluss über Verbesserungsvorschläge, die Akzeptanz von Produkten und deren Bedienungsfreundlichkeit. Das im November 2007 eröffnete Interaktionslabor dient als Test- und Entwicklungsumgebung neuer Interaktionstechniken sowie als interaktiver Showroom für Entwicklungen mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie.

Es werden sowohl öffentlich geförderte Grundlagenprojekte, als auch Entwicklungs- und Beratungsprojekte u.a. für Auftraggeber in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologie, Maschinenbau, Chemie, Versicherung, Elektrotechnik, öffentliche Verwaltung und Finanzdienstleistung sowie bei Softwareanbietern durchgeführt. Zu den Referenzkunden zählen unter anderem Alcatel SEL, Allianz AG, Ascom Industrial Solutions, Bilfinger & Berger AG, Deutsche Lufthansa AG, Deutsche Telekom AG, Draeger Medical Electronics, Dresdner Bank AG, Hewlett Packard AG, IBM, Infineon AG, Legrand AG, Philips APG, Robert Bosch GmbH, SAP AG, Thomson Multimedia, T-Mobile, Wüstenrot & Württembergische AG.

7.4 Beispielprojekt: Gestaltung eines HMI



Abbildung 8: HMI der KHS GmbH

Design und Usability im Einklang – »red dot: best of the best« für das Human Machine Interface der KHS GmbH

Das Fraunhofer IAO nimmt die Herausforderung an, dieser Entwicklung durch die Gestaltung intuitiv bedienbarer und leicht erlernbarer HMIs entgegenzuwirken. Im Mittelpunkt der Gestaltung der HMIs stehen dabei die Menschen. Ausgehend von ihren Bedürfnissen und Anforderungen werden Lösungen erarbeitet, die neben einer Effizienzsteigerung und der leichteren Erlernbarkeit (Usability) gezielt positive Nutzungserlebnisse (User Experience) schaffen, um die Freude an der Arbeit und damit auch die Motivation und Leistungsbereitschaft der Bediener zu steigern.

Das Fraunhofer IAO erweitert bei der Neugestaltung den Blickwinkel: es steht nicht nur das Interface, sondern immer das Gesamtkonzept aus Anlagen und Maschinen und den daraus resultierenden Möglichkeiten im Zentrum der Überlegungen. Bei dem Design des

HMI werden zudem höchste Ansprüche gestellt, um Funktionalität und ästhetische Wirkung in Einklang zu bringen. Die Benutzungsschnittstelle kann so zum innovativen Alleinstellungsmerkmal werden.

2010 wurde das im Auftrag der KHS GmbH entwickelte HMI mit dem »red dot: best of the best« in der Kategorie Interface Design prämiert. Die graphische Gestaltung des HMI wurde von Projekttriangle Design Studio vorgenommen. Der jährlich vom Design Zentrum Nordrhein Westfalen ausgeschriebene »red dot award« gilt als einer der größten international anerkannten Designwettbewerbe. 2010 wurden im Bereich communication design 6.369 Arbeiten aus 44 Ländern eingereicht. 610 dieser Arbeiten prämierte die Jury mit dem red dot, 62 Mal wurde die Auszeichnung »red dot: best of the best« vergeben.

Die KHS GmbH ist ein international tätiger Hersteller von Abfüll- und Verpackungsanlagen für die Getränkeindustrie und beauftragte das Fraunhofer IAO mit der Gestaltung eines HMI für stationäre und mobile Geräte. Die unterschiedlichen Maschinentypen der KHS GmbH werden sowohl als Einzellösung zur Integration in bestehende Produktionslinien als auch als Gesamtlösungen verkauft, vor Ort aufgebaut und in Betrieb genommen.

Während des Betriebs müssen die komplexen Herstellungs- und Verpackungsprozesse ständig überwacht und gesteuert werden. Das zuständige Personal verfügt über unterschiedliche Qualifikationen und ist meist für mehrere Maschinen in einer Linie zuständig, die auf Grund Ihrer Größe zum Teil mehr als 50m voneinander entfernt stehen.

Gestaltung des Human-Machine Interface

Die Gestaltung des HMI für die KHS GmbH folgte dem »Human-Centered Design« Prozess (ISO 9241-210). Dieses iterative Vorgehen stellt zu jedem Zeitpunkt der Entwicklung die Belange des späteren Benutzers in den Mittelpunkt und bezieht diese systematisch bereits frühzeitig ein. In einer ersten Analysephase werden Aufgaben und Benutzergruppen, genauso wie der jeweilige Arbeitskontext im Zusammenspiel mit dem Gesamtsystem untersucht. Die daraus entstehenden Anforderungen werden mit technischen und anderen relevanten Anforderungen abgeglichen und bewertet. Darauf aufbauend erfolgt die Entwicklung eines Konzepts. Je nach Kontext, Art des HMI und Möglichkeiten im Gesamtsystem werden auch in dieser Phase zukünftige Nutzer einbezogen. Anschließend erfolgt die Bewertung und Optimierung des Konzepts, ebenfalls unter Beteiligung typischer Nutzer. Durch dieses Vorgehen und das systematische Einbeziehen der Bedürfnisse der Nutzer wird eine ideale Grundlage für eine intuitive Bedienung und hohe Akzeptanzrate geschaffen.

Anforderungsanalyse

In einem ersten Schritt der Analyse stellte die KHS GmbH umfassend verschiedene Maschinentypen und deren Besonderheiten vor. Das Fraunhofer IAO führte zudem Arbeitsplatzanalysen direkt vor Ort in mehreren Kundenbetrieben durch. Dabei wurden typische Benutzer in ihrem Arbeitskontext beobachtet und befragt. Die strukturierten Interviews und Beobachtungen dienten der Erfassung wesentlicher Eigenschaften der

Benutzer, häufige Aufgaben und Arbeitsabläufe sowie der Analyse des zugehörigen Kontexts.

Darüber hinaus führten die Experten des Fraunhofer IAO eine Evaluierung der bestehenden Benutzungsoberflächen hinsichtlich ihrer ergonomischen Qualität durch. Ziel der Evaluation war die Identifikation von Bedienproblemen und Best-Practice Lösungen. Gleichzeitig wurden Rückmeldungen und Anforderungen der Kunden analysiert und hinsichtlich ihrer Relevanz und Durchführbarkeit bewertet.

Konzeption

Aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse wurde ein erstes Konzept für die zukünftigen Benutzungsschnittstellen der KHS Maschinen entwickelt. Der Fokus der Konzeption lag insbesondere auf der Harmonisierung bzw. der Definition von Standards, die für die vielen unterschiedlichen Anwendungsgebiete und Maschinentypen eine optimale und konsistente Gestaltung ermöglichen. Im ersten Schritt wurden dazu drei heterogene Maschinentypen aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen identifiziert, die zunächst im Fokus der Entwicklung standen.

Die anschließende Feinkonzeption und die graphische Ausgestaltung unterstützte die Designagentur Projekttriangle Design Studio, die aufgrund ihrer sehr guten Leistungen vom Fraunhofer IAO und der KHS GmbH aus mehreren Designagenturen ausgewählt wurde.

Um auch den Anforderungen der Entwicklungsumgebung und den technischen Möglichkeiten der KHS GmbH gerecht zu werden, wurde in der Konzeptionsphase verstärkt Rücksprache mit den späteren Entwicklern gehalten. Dadurch konnten frühzeitig neue Anforderungen an die Entwicklungsumgebung identifiziert, im Laufe des Projekts analysiert und teilweise auch umgesetzt werden. So wurde gewährleistet, dass die spätere Umsetzung des Konzepts nahezu ohne Einschränkungen erfolgen kann.

Evaluierung

Zur Evaluierung des Konzepts führte das Fraunhofer IAO bereits frühzeitig internationale Benutzertests durch. Im Fokus der Tests stand die Identifikation von Bedienproblemen, ebenso wie die Abschätzung der Akzeptanz bei den späteren Nutzergruppen.

Ziel der Evaluierung war insbesondere die Überprüfung der entwickelten Navigations- und Orientierungsmechanismen und der Informationsarchitektur, da diese nicht auf den Mechanismen der bestehenden HMI aufbauen, sondern komplett neu entwickelt wurden und auch andere Maschinen in der Produktionslinie einbeziehen. Ebenso wurden die Interaktionsmöglichkeiten, die graphische Gestaltung, die Benennung und Symbole überprüft.

Die Tests wurden in fünf Kundenbetrieben der KHS GmbH durchgeführt. Prototypen simulierten das Verhalten des HMI so, dass die Probanden typische Aufgaben bearbeiten konnten und Diskussionen über die Inhalte des Konzepts möglich waren. Die Probanden wurden gezielt so ausgewählt, dass eine möglichst große Abdeckung der verschiedenen Zielgruppen stattfand.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Tests wurden einzelne Bereiche angepasst und zum Teil durch zusätzliche Hinweise – textlich und graphisch – ergänzt. Größere Bedien- und Akzeptanzprobleme konnten in der Evaluierung aber nicht festgestellt werden. Es wurde deshalb im Anschluss mit der detaillierten Umsetzung des Konzepts begonnen.

Umsetzung

Für die Umsetzung des Konzepts entwickelte die KHS Templates, die in Zukunft für die Gestaltung der HMI verwendet werden. Zusammen mit dem von Fraunhofer IAO entwickelten detaillierten Styleguide und den von Projekttriangle entworfenen Design-Elementen ist so eine optimale Grundlage für die Neugestaltung der HMI geschaffen worden. Gleichzeitig wird auf diese Weise eine einheitliche Gestaltung sichergestellt und die Verwendung von übergreifenden Mechanismen garantiert.

Zusätzlich unterstützt das Fraunhofer IAO die KHS GmbH während der Umsetzung, so dass das Konzept auf neue Gegebenheiten angepasst bzw. um zusätzliche Aspekte erweitert werden kann. Ebenso steht die Designagentur Projekttriangle weiterhin zur Verfügung, um beispielsweise die Gestaltung neuer Icons zu unterstützen.

Fazit

Das in Zusammenarbeit mit der KHS GmbH entwickelte HMI stellt eine einheitliche Lösung für die gesamte Prozesskette der Abfüll- und Verpackungsanlagen bereit. Auf diese Weise ist das Steuern und Überwachen einzelner Maschinen und kompletter Produktionslinien in einer Benutzungsoberfläche möglich. Das innovative HMI verbindet Usability und Design optimal miteinander und stellt auch komplexe Prozesse äußerst verständlich da.

Die mehrstufige Gestaltung unterstützt die Nutzer optimal, da sie Zugriff auf unterschiedlich detaillierte Ansichten und Bedienebenen erhalten. Zudem stellt ein Hilfesystem insbesondere in Situationen, in denen Handlungsbedarf besteht, detaillierte Informationen und Handlungsanweisungen zur Verfügung. Durch die schnelle Identifizierung via ID-Cards können Nutzer spezifische Profile aufrufen, die sie optimal bei ihren Aufgaben unterstützen. Das Konzept sieht zudem mobile Geräte vor, die in Zukunft eine standortunabhängige Steuerung und Überwachung ermöglichen werden.

Das Projekt mit der KHS GmbH zeigt deutlich, dass durch die Entwicklung in einem interdisziplinären Team nach den Regeln des Human-Centred Design Prozesses (ISO 9241-210) hervorragende ergonomische und ästhetisch ansprechende Interaktionskonzepte geschaffen werden können. Die entwickelte Lösung wird in den nächsten Jahren Grundlage für die HMI der KHS GmbH sein und so eine einheitliche Steuerung und Überwachung für die Bediener von Maschinen bereitstellen und diese optimal bei der Bearbeitung ihrer Aufgaben unterstützen.

Human-Machine Interfaces (HMI) von Maschinen und Anlagen tragen zur Alleinstellung, zur Kundenzufriedenheit und Produktivität bei. Die Studie beschreibt Qualitätsmerkmale für HMI-Entwicklungswerkzeuge, darunter u.a. Darstellungsmöglichkeiten, verfügbare HMI-Elemente, Usability der Entwicklungsumgebung. Damit unterstützt die Studie bei der Bewertung und Auswahl von Werkzeugen, aber auch bei der Ausrichtung von HMI an gegebene Einschränkungen.

Fraunhofer IAIO

ISBN 978-3-8396-0358-1

