

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p>Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen Merkmale, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens Development of usable user interfaces for technical plants Features, design and applications of user interfaces with touchscreens</p>	<p>VDI/VDE 3850 Blatt 3 / Part 3 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
---	--	--

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweise	4
3 Begriffe	5
4 Vor- und Nachteile von Touchscreen-Systemen	9
4.1 Vorteile	10
4.2 Nachteile	11
5 Technische und physikalische Randbedingungen	13
5.1 Übersicht über verfügbare Touchscreen-Technologien	13
5.2 Touchscreen-System	19
5.3 Eigenschaften verschiedener Touchscreen-Technologien	21
5.4 Kriterien für die Auswahl des richtigen Touchscreens	26
6 Grafische Aspekte bei der Gestaltung von Touchscreens	26
6.1 Einleitung	26
6.2 Größe von Bedienelementen	28
6.3 Gestaltung von Bedienelementen	31
6.4 Rückmeldung von Bedienelementen	32
6.5 Anordnung von Bedienoberflächenelementen	33
7 Funktionalität	34
7.1 Auslösen	35
7.2 Auswählen	36
7.3 Verschieben	39
7.4 Sichten manipulieren	39
7.5 Werte manipulieren	39
7.6 Direktes Auslösen von Funktionen über Touch-Gesten	40
7.7 Berücksichtigung virtueller physikalischer Eigenschaften	41

Contents	Page
Preliminary note	3
Introduction	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	5
4 Advantages and disadvantages of touchscreen systems	9
4.1 Advantages	10
4.2 Disadvantages	11
5 Technical and physical constraints	13
5.1 Synopsis of available touchscreen technologies	13
5.2 Touchscreen systems	19
5.3 Properties of various touchscreen technologies	21
5.4 Criteria for selecting the most suitable touchscreen	26
6 Graphical aspects of touchscreen design	26
6.1 Introduction	26
6.2 Size of control elements	28
6.3 Control element design	31
6.4 Feedback from control elements	32
6.5 Arrangement of user interface elements	33
7 Functionality	34
7.1 Triggers	35
7.2 Selection	36
7.3 Moving/scrolling	39
7.4 Manipulating views	39
7.5 Manipulating values	39
7.6 Direct triggering of functions using touch gestures	40
7.7 Taking virtual physical characteristics into consideration	41

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Industrielle Informationstechnik

VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 1: Grundlagen und Planung

Seite	Page
8 Touchbasierte Benutzungsschnittstellen in Verbindung mit anderen Eingabegeräten 42	
8.1 Touchscreen und Drehregler	43
8.2 Touchscreen und Dreh-Drück-Regler	44
8.3 Touchscreen und alphanumerische Tastatur	45
8.4 Touchscreen und numerische Tastatur	46
8.5 Touchscreen und Zeigegerät (Maus, Trackball, Touchpad).....	47
8.6 Touchscreen und Hardkeys (Vorschubtasten, Not-Aus usw.).....	48
8.7 Anforderungen an das Bedienkonzept	49
9 Migration von nicht touchbasierten Benutzungsschnittstellen auf touchbasierte Benutzungsschnittstellen 50	
Anhang A Checkliste zur Kommunikation mit Lieferanten von Touchscreen-Systemen	52
Anhang B Gestaltungsbeispiele	56
B1 Beispiel einer Steuerung für Sendeanlagen zum TV-Broadcasting auf einem Touchscreen mit 17,78 cm (7") Bildschirmdiagonale	56
B2 Beispiel eines automatischen Lagersystems für Apotheken auf einem Touchscreen mit 48,26 cm (19") Bildschirmdiagonale	56
B3 Beispiel eines Kabelbearbeitungssystems auf einem Touchscreen mit 43,18 cm (17") Bildschirmdiagonale	59
B4 Beispiel einer Verpackungsmaschinensteuerung auf einem Touchscreen mit 43,18 cm (17") Bildschirmdiagonale	59
Anhang C Beispiel für ein Touch-Gesten-Set	66
C1 Anmerkungen zur Beschreibung von Touch-Gesten.....	66
C2 Beispiel-Touch-Gesten-Set	70
C3 Direkte alphanumerische Eingaben.....	91
C4 Maus-Emulation.....	91
Schrifttum	93
Benennungsindex englisch–deutsch.....	96
8 Touch-based user interfaces used in combination with other input devices 42	
8.1 Touchscreen and rotary controls.....	43
8.2 Touchscreen and rotary pushbuttons	44
8.3 Touchscreen and alphanumeric keyboard	45
8.4 Touchscreen and numeric keypad.....	46
8.5 Touchscreen and pointing interaction devices (mouse, trackball, touchpad).....	47
8.6 Touchscreen and hard keys (feed keys, emergency stop button, etc.).....	48
8.7 Requirements on the operating concept ...	49
9 Migration from non-touch-based user interfaces to touch-based user interfaces 50	
Annex A Checklist for communicating with touchscreen suppliers	52
Annex B Design examples	56
B1 Example of the controls for a TV broadcast transmitter system on a touchscreen with a screen diagonal of 17,78 cm (7")	56
B2 Example of an automatic warehouse management system for pharmacists, using a touchscreen with a screen diagonal of 48,26 cm (19")	56
B3 Example of cable processing system controls on a touchscreen with a screen diagonal of 43,18 cm (17")	59
B4 Example of packaging machine controls on a touchscreen with a screen diagonal of 43,18 cm (17").....	59
Annex C Example of a set of touch gestures.... 66	
C1 Notes on the touch gesture descriptions	66
C2 Touch gesture set example	70
C3 Direct alphanumerical input.....	91
C4 Mouse emulation	91
Bibliography	93
Term index English–German	96

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3850.

Einleitung

Diese Richtlinie wurde vom Fachausschuss 5.31 „Nutzergerechte Gestaltung von Maschinenbediensystemen“ des Fachbereichs 5 „Industrielle Informationstechnik“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) erarbeitet.

Das Bedienen technischer Geräte durch Berührung (Touch) war zum Zeitpunkt der Erstfassung dieser Richtlinie im Jahr 2004 noch eine Seltenheit. Heute hat sich im Privatleben und der Arbeitswelt der Touchscreen als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine in zahlreichen Anwendungen etabliert. Gerade der Boom im Smartphone-Bereich förderte bei bildschirmbasierten Dialogtechniken die Grunderwartung, dass die Bedienung eines Geräts durch Berühren des Bildschirms möglich sei (siehe auch VDI/VDE 3850 Blatt 2). Das Angebot an entsprechender Hardware und Software sowie Erkenntnisse über konzeptuelle Lösungen haben sich so stark verändert, dass eine Neufassung dieser Richtlinie nötig wurde.

Ein wesentlicher Vorteil der Bedienung durch Berühren des Bildschirms liegt darin, dass die Bedienelemente genau an der Bildschirmposition bedient werden, an der sie angezeigt werden. Dies kann bei geeigneter Gestaltung Aufgaben wie Positionierung, Selektion und Navigation vereinfachen. Bedienen durch Berühren des Bildschirms hat auch den Vorteil, dass oft auf zusätzliche Hardware-Schalter verzichtet werden kann. Dadurch kann die Komplexität der Mensch-Maschine-Schnittstelle an vielen Stellen reduziert werden – siehe auch Abschnitt 4.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3850.

Introduction

This standard has been prepared by Technical Committee 5.31 “User-friendly development of machine operating systems” of Technical Division 5 “Industrial Information Technology” of the VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control (GMA).

When the original version of this standard was compiled in 2004, touch processes were hardly ever used to operate technical devices and equipment. Nowadays, touchscreens have become an established form of human-machine interface in many applications, both in private life and in the world of work. In particular, the recent boom in the smart-phone market has nurtured the general expectation on screen-based dialogue technologies that devices can be operated simply by touching a screen (see also VDI/VDE 3850 Part 2). The range of hardware and software now being offered in this field and added insight into conceptual solutions have changed to such an extent that a complete revision of this standard became necessary.

One of the main advantages of operation using touchscreens is that the controls are operated at exactly the same screen position as they are displayed. If a suitable design is used, this can make certain tasks easier, such as positioning, selection and navigation. Touchscreen operation has the additional advantage that supplementary hardware switches/controls often become redundant. This means that human-machine interfaces can be simplified in many respects – see also Section 4.

Die Gestaltung einer Touchscreen-Bedienoberfläche muss jedoch auf die Bedienung durch Berühren des Bildschirms zugeschnitten sein. Dabei gilt es, die Mindestgrößen für Bedienelemente einzuhalten und gängige Touch-Interaktionen zu verwenden (siehe Abschnitt 6) sowie Stärken von Touchscreen-Systemen geschickt einzusetzen und ihre Schwächen zu mildern – und gegebenenfalls auch den Nutzer beim Wechsel von fensterbasierten Vorgängersystemen hin zur jetzigen Touch-Bedienoberfläche zu unterstützen (siehe Abschnitt 9). Gegebenenfalls können weitere Eingabemittel in die Gestaltung einer Touch-Bedienoberfläche einbezogen werden (siehe Abschnitt 7.7.3).

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie ist anzuwenden bei der Touchscreen-spezifischen Dialoggestaltung für technische Anlagen im industriellen Einsatz. Der Schwerpunkt der in dieser Richtlinie gegebenen Gestaltungsempfehlungen liegt auf der Benutzung des Touchscreens mit Fingern; die Benutzung mit anderen Berührelementen (Stift, Handschuh, Prothese usw.) ist abhängig von der jeweiligen Hardware möglich – siehe Abschnitt 5. Auf die Gestaltung sicherheitsrelevanter Funktionen für Touchscreen-Systeme wird hier nicht eingegangen, da diese zurzeit für Touchscreen-Systeme kaum zugelassen werden.

Die Richtlinie gibt Regeln und Empfehlungen zur Dialoggestaltung für Touchscreens im stationären Einsatz. Mobil eingesetzte Touchscreen-basierte Systeme (wie im Handheld-Bereich) stellen zum Teil andere Anforderungen an die Gestaltung, die in einem weiteren Blatt dieser Richtlinienreihe berücksichtigt werden sollen.

Die vorliegende Richtlinie unterstützt Entwickler von Bedienoberflächen bei der Gestaltung eines Touchscreen-spezifischen Dialogs und lässt ihnen gleichzeitig genügend gestalterische Freiräume zur Erarbeitung eigenständiger Lösungen.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI/VDE 3850 Blatt 1:2014-04 Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen; Konzepte, Prinzipien und grundsätzliche Empfehlungen

However, the touchscreen user interface must be specifically designed for operation by haptic interaction with the display. Here, it is important that control elements are at least of a minimum size and that established touch interactions are used (see Section 6). The strengths of touchscreen systems should be cleverly utilized while compensating their weaknesses and, where necessary, supporting the user during the change-over from window-based predecessor systems to the touchscreen interfaces now in use (see Section 9). Where necessary, additional input options can be included in the design of a touchscreen user interface (see Section 7.7.3).

1 Scope

This standard shall be used when designing touchscreen-specific dialogues for technical plants in industrial applications. The design recommendations given in this standard focus mainly on the operation of touchscreens using fingers; operation using other touch elements (pen/stylus, glove, prosthesis device, etc.) is possible if appropriate hardware is installed – see Section 5. The design of safety-relevant functions for touchscreen systems is not dealt with here since only very few such functions have been approved for touchscreen systems up to now.

The standard provides rules and recommendations for the design of dialogues for touchscreens used in stationary applications. The design requirements on touchscreen-based systems for use in mobile applications (e.g. handheld devices) differ in some ways and these shall be dealt with in another part of this series of standards.

The present standard supports developers of user interfaces in the design of touchscreen-specific dialogues while giving them sufficient creative freedom to develop their own independent solutions.

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI/VDE 3850 Part 1:2014-04 Development of usable user interfaces for technical plants; Concepts, principles and fundamental recommendations

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

Aufforderungscharakter

Eigenschaft der Gestaltung eines Objekts, die den Nutzer zur Verwendung des Objekts ermuntert

Anmerkung: Die Natur des Aufforderungscharakters wird dabei bestimmt durch die Interpretation des Nutzers, nicht durch die Intention des Dialoggestalters.

Anwendungsfunktion

Funktion, die eine Anwendung dem Nutzer zur Unterstützung seiner Aufgaben anbietet

Beispiel: Berechnen eines Datums, Anzeigen eines Diagramms

Bedienaufgabe

Aufgabe, die der Nutzer mithilfe der Benutzungsschnittstelle durchführt

Beispiel: Überwachung einer Anlage; Parametrierung einer Maschine

Bedienelement

zur Bedienung durch den Nutzer bestimmtes auf dem Bildschirm dargestelltes Objekt

Beispiel: Schaltfläche, Eingabefeld

Bedienfunktion

Funktion, die eine Änderung der Benutzeroberfläche herbeiführt, jedoch nichts an den Daten der Anwendung ändert

Beispiel: Vergrößern eines Fensters, Aufklappen eines Menüs

Anmerkung: Siehe auch „Anwendungsfunktion“.

DGS (Deutsche Gebärdensprache)

visuell-manuelle Sprache zur Kommunikation mit gehörlosen oder schwerhörigen Menschen im deutschen Sprachraum

Diploid

Eigenschaft einer Touch-Geste, synchron mit zwei aneinander liegenden Fingern gezeichnet zu werden

Fokus

Markierung am Bildschirm, die anzeigt auf welches Bedienelement sich eine Nutzereingabe beziehen würde

Anmerkung: Der Fokus wird nur verwendet, wenn neben dem Touchscreen auch andere Eingabegeräte vorgesehen sind (Dreh-Drück-Regler, Hardware-Tastatur usw.). Wenn Eingaben ausschließlich über den Touchscreen erfolgen, sollte kein Fokus verwendet werden.

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the following terms and definitions apply:

affordance

property or design feature of an object which prompts the user to use the object

Note: Affordance is determined by the user's interpretation, not by the dialogue designer's intention.

application function

function which offers an application to the user in order to assist him in performing his tasks

Example: calculating a date, displaying a diagram

control task

task which the user performs with the aid of the user interface

Example: monitoring a plant; setting the parameters of a machine

control element

object displayed on the screen and intended for use by the user to execute a control function

Example: button, input field

control function

function which brings about a change to the user interface while not making any changes to the application data

Example: enlarging a window, opening a menu

Note: See also “application function”.

DGS (German sign language)

language which uses manual and visual communications to convey meaning and communicate with deaf and hearing-impaired people in the German-speaking world

diploid (dual-touch)

feature of a touch gesture allowing it to be made using two fingers concurrently

focus

marking on a screen showing which operating element the respective user input would refer to

Note: The focus is only used if other input devices are to be used in addition to the touchscreen (rotary pushbutton, hardware keyboard, etc.). If input is made solely on the touchscreen, a focus should not be used.

Hit (Hit-Ereignis)

Aufsetzen von einem oder mehreren Fingern auf den Touchscreen

Hold (Hold-Ereignis)

Halten von einem oder mehreren Fingern auf dem Touchscreen

Hotspot

Pixel, das als aktiver Zeigepunkt definiert ist

Beispiel: Spitze eines Pfeils, bei Touch-Gesten typischerweise Schwerpunkt/Mittelpunkt der Fläche, die die Fingerkuppe auf dem Touchscreen einnimmt

Anmerkung: Bei manchen Funktionen dient applikationsabhängig die Position des Hotspots zu Beginn oder Ende der Touch-Geste zur Bestimmung, wo die durch die Touch-Geste ausgelöste Funktion wirken soll.

Hover-Effekt

Effekt, der ausgelöst wird, indem sich das Zeigegerät (z.B. der Finger) dem Objekt annähert

Anmerkung 1: Der Hover-Effekt kann dazu dienen, deutlich zu machen welches Objekt von dieser Position aus durch ein Tippen ausgelöst werden würde.

Anmerkung 2: Siehe auch „Mouse-over-Effekt“.

Internationalisierung

Vorbereitung der Benutzungsschnittstelle auf die Lokalisierung für andere Kulturregionen

langes Drücken

Touch-Geste, die aus zwei bis drei der folgenden Ereignisse besteht:

- „Hit“
- „Hold“
- „Release“

Anmerkung 1: Siehe auch Touch-Geste, Tippen, Verfahrgeste.

Anmerkung 2: Im Fall einer First-Touch-Funktion wird das Release-Ereignis nicht mehr berücksichtigt.

Lokalisierung

Anpassung der Benutzungsschnittstelle an einen bestimmten Kulturregionen – etwa in Bezug auf Sprache, Bilder und Datenformate

Anmerkung: Eine Voraussetzung hierfür ist die Internationalisierung.

Lupenautomatik

vergrößerte Darstellung eines Bereichs, sobald dieser nahe unter der Fingerkuppe liegt

Anmerkung: Nur in Verbindung mit annäherungssensitiven Touchscreens möglich.

Menü

Form der interaktiven Nutzerführung, bei der auf Wunsch die zur Auswahl stehenden Steuerungs-

hit (hit event)

placing one or more fingers on the touchscreen

hold (hold event)

keeping one or more fingers held down on the touchscreen

hotspot

pixel which is defined as the active pointer position

Example: Tip of an arrow, in the case of touch gestures typically the central point of the area of the touchscreen covered by the fingertip

Note: With some functions and depending on the application, the position of the hotspot at the beginning and end of the touch gesture determines at what point the function triggered by the touch gesture takes effect.

hover effect

effect triggered by the pointer (e.g. the finger) as it approaches the object

Note 1: The hover effect can serve to identify which object will be triggered when this position is tapped.

Note 2: See also “mouseover effect”.

internationalization

preparation of the user interface for localization for other cultural areas

long-press

touch gesture comprising two or three of the following events:

- “hit”
- “hold”
- “release” (lift)

Note 1: See also touch gesture, tap, movement gesture.

Note 2: The release event is not taken into consideration in a first-touch function.

localization

adaptation of a user interface for use in a specific cultural area – for instance in terms of language, icons and data formats

Note: A pre-requisite for localization is internationalization.

automatic magnifier

enlarged display of an area when the fingertip is next to this area without yet touching it

Note: Can only be used with proximity-sensitive touchscreens.

menu

type of interactive user guidance in which the desired control options offered for selection are listed

möglichkeiten aufgelistet werden und der Nutzer eine davon auswählen und aktivieren oder das Menü folgenlos wieder schließen kann

mittelbare Interaktion

Interaktion mit einem Objekt durch ein zwischen-geschaltetes Gerät (z.B. Tastatur, Maus, Touchpad)

Anmerkung: Der Nutzer bedient dieses Gerät, um damit ein Objekt auf der Bedienoberfläche auszuwählen und zu steuern.

Mouse-over-Effekt

Effekt, der ausgelöst wird, sobald der Mauszeiger über dem jeweiligen Element positioniert wird

Beispiel: Anzeige des Alternativtextes für ein Bild; Farbumschlag eines Elements

Anmerkung: Siehe auch „Hover-Effekt“.

Move (Move-Ereignis)

Bewegen von einem oder mehreren Fingern auf dem Touchscreen

Multi-Touch

Touchscreen-Technologie, die – eine entsprechend ausgestattete Hardware vorausgesetzt – die Berührung mit mehr als einem Finger registrieren kann

Ploidie

Eigenschaft einer Touch-Geste, synchron mit mehreren aneinander liegenden Fingern gezeichnet zu werden

Beispiel: diploid, triploid

Release (Release-Ereignis)

Loslassen von einem oder mehreren Fingern vom Touchscreen

Anmerkung: Ein Release wird bei einer First-Touch-Funktion nicht mehr berücksichtigt.

Rückmeldung

Information über den aktuellen Zustand der Benutzungsschnittstelle nach einer Interaktion

Anmerkung: Bei Touchscreen-Systemen können neben grafischen und akustischen Signalen auch haptisch wahrnehmbare Signale eingesetzt werden – etwa Vibrationen.

Schreibmarke (Cursor)

visuelle Markierung des Eingabeorts für alphanumerische Eingaben [DIN EN ISO 9241-16]

Schaltfläche

auf dem Bildschirm dargestellte Fläche, die es dem Nutzer ermöglicht, eine ihr zugeordnete Funktion auszulösen

and from which the user can select and activate the function required or, as an alternative, can close without carrying out any action

indirect interaction

interaction with an object by means of an intermediate device (e.g. keyboard, mouse, touchpad).

Note: This means that the user manipulates this device to select and control an object on the user interface.

mouseover effect

effect which is triggered when the mouse pointer is positioned (“hovers”) over the selected element

Example: Display of an alternative text for an image; changing the colour of an element

Note: See also “hover effect”.

move (move event)

moving one or several fingers across the touchscreen

multi-touch

touchscreen technology in which the screen is able to register more than one point of contact (e.g. finger) on the screen concurrently – provided that appropriate hardware is used

polyploid

feature of a touch gesture allowing it to be made using several fingers concurrently

Example: diploid, triploid

release (release event)

lifting one or several fingers from the touchscreen

Note: The release event is not taken into consideration in a first-touch function.

feedback

information on the current status of the user interface following an interaction

Note: In addition to graphical and acoustic signals, touchscreen systems can use haptic signals such as vibrations.

cursor

visual indicator of the input position for alphanumerical input [DIN EN ISO 9241-16]

button

area displayed on the screen, which enables the user to trigger the function assigned to it

Single-Touch

Berührung mit nur einem Finger

Schnippen

Anstoßen eines virtuellen Objekts durch ein Move-Ereignis, wobei das Release-Ereignis erfolgt, während Finger und Objekt in Bewegung sind und das Objekt sich in derselben Weise weiter bewegt

Anmerkung: Häufig wird das Objekt dann durch „virtuelle Dämpfung“ rasch abgebremst.

Tastaturkürzel

Aufruf einer bestimmten Bedien- oder Anwendungsfunktion durch das Drücken einer bzw. das gleichzeitige Drücken zweier oder dreier Tasten

Beispiel: Strg + s für „speichern“

Tippen

Touch-Geste, die aus ein bis zwei der folgenden Ereignisse besteht:

- „Hit“
- „Release“

Anmerkung 1: Siehe auch „langes Drücken“, „Touch-Geste“, „Verfahrgeste“.

Anmerkung 2: Im Fall einer First-Touch-Funktion wird das Release-Ereignis nicht mehr berücksichtigt.

Touch-Geste

Eingabe von Information durch den Nutzer, bestehend aus ein bis drei der nachfolgenden Ereignisse:

- „Hit“
- „Hold“
- „Release“

Anmerkung 1: Im Fall einer First-Touch-Funktion wird das Release-Ereignis nicht mehr berücksichtigt.

Anmerkung 2: Die in dieser Richtlinie besprochenen Touch-Gesten bestehen immer mindestens aus dem Hit-Ereignis. Komplexere Touch-Gesten können aus mehreren synchronisierten Hit-, Move-, Hold- und Release-Ereignissen bestehen. Darüber hinaus gibt es auch Touchscreen-Technologien, welche das Annähern und Entfernen des Fingers erkennen können. Da sich diese Technologien jedoch noch nicht für den industriellen Einsatz bewährt haben, werden sie in dieser Richtlinie nicht behandelt.

Anmerkung 3: Siehe auch „Tippen“, „langes Drücken“, „Verfahrgeste“.

Touch-Interaktion

Bedienhandlung des Nutzers auf dem Touchscreen

Touchscreen

Kombination aus Komponenten für die grafische Darstellung und die sensorische Erfassung von Berührkoordinaten

single touch

touching the display with only one finger

flick

triggering a virtual object by a move event, the release event being carried out while the finger and the object are both in motion and the object continues to move in the same direction

Note: The object is then often slowed down quickly using “virtual damping”.

shortcut

calling up a certain control or application function by pushing either one, two or three keys simultaneously

Example: Ctrl + s for “save”

tap

touch gesture comprising one or two of the following events:

- “hit”
- “release”

Note 1: See also “long-press”, “touch gesture”, “movement gesture”.

Note 2: The release event is not taken into consideration in a first-touch function.

touch gesture

input of information by the user, consisting of one, two or three of the following events:

- “hit”
- “hold”
- “release”

Note 1: The release event is not taken into consideration in a first-touch function.

Note 2: The touch gestures described in this standard always include at least the hit event. More complex touch gestures can comprise several synchronized hit, move, hold and release events. Apart from this, touchscreen technologies which can recognize approaching and withdrawing of the fingers have been implemented. However, since these technologies have not proved suitable for use in industrial applications, they are not dealt with in this standard.

Note 3: See also “tap”, “long-press”, “movement gesture”.

touch interaction

usage action performed by the user on the touchscreen

touchscreen

combination of components for graphical display and sensory registration of touch coordinates.

Touchscreen-System

Kombination aus Touchscreen, gegebenenfalls Schutzkomponenten und Geräten für Signalverarbeitung und Interpretation

Triploid

Eigenschaft einer Touch-Geste, synchron mit drei aneinander liegenden Fingern gezeichnet zu werden

unmittelbare Interaktion

Interaktion, die durch eine Bedienhandlung direkt über der visuellen Darstellung des Objekts erfolgt

Beispiel: direktes Berühren und Verschieben eines dargestellten zu verschiebenden Objekts mit dem Finger

Verfahrgeste (Ziehen)

Touch-Geste, die zusätzlich eine geführte Bewegung auf der Oberfläche des Touchscreens enthält und aus folgenden Ereignissen besteht:

- „Hit“
- „Move“
- „Hold“ (optional)
- „Release“

Anmerkung 1: In Abhängigkeit von der Auslösungsart spricht man bei Verfahrgesten auch von „Online“- (First-Touch-Auslösung) oder „Offline“-Gesten (Last-Touch-Auslösung) [5]. Online-Gesten werden dabei kontinuierlich ausgewertet und zur direkten Manipulation eingesetzt, während eine Auswertung bei Offline-Gesten erst nach Abschluss der Interaktion (gekennzeichnet durch das Release-Ereignis) erfolgt.

Beispiel (Online-Geste): Scrollen durch ein Dokument durch Aufsetzen und Ziehen des Fingers

Beispiel (Offline-Geste): Zeichnen eines Buchstabens – die Auswertung erfolgt erst nach dem „Release“

Anmerkung 2: Symbolische Verfahrgesten zeichnen Schriftzeichen oder ähnliches und sind deshalb in der Regel kulturell abhängig. Nicht-symbolische Verfahrgesten bilden den eigentlichen Sachverhalt z.B. durch Nachahmen ab und sind daher in der Regel eher international verständlich.

Anmerkung 3: Im Falle einer First-Touch-Funktion wird das Release-Ereignis nicht mehr berücksichtigt.

Anmerkung 4: Siehe auch „langes Drücken“, „Touch-Geste“, „Tippen“.

4 Vor- und Nachteile von Touchscreen-Systemen

Touch-Schnittstellen werden bei vielen Produkten oft als „von Hause aus intuitiv“ vermarktet. Touch ist jedoch kein Usability-Merkmal, sondern ein mögliches Eingabemittel. Eine Steuerung, bei der die zugrunde liegende Idee der Dialoggestaltung (das Konzept), die grafische Gestaltung und die zur Interaktion von Mensch und Maschine verwendete

touchscreen system

combination of touchscreen, possibly protective components, and devices for signal processing and interpretation

triploid

feature of a touch gesture allowing it to be made using three fingers concurrently

direct interaction

interaction which takes place by executing a control action directly on the visual representation of the object

Example: directly touching and dragging a displayed object using a finger

movement gesture (swipe, drag)

touch gesture which includes an additional guided movement on the surface of the touchscreen and comprises the following events:

- “hit”
- “move”
- “hold” (optional)
- “release”

Note 1: Depending on the way the action is triggered, there are two kinds of movement gesture: “online” gestures (first-touch triggering) or “offline” gestures (last-touch triggering) [5]. Online gestures are continuously evaluated and used for direct manipulation, whereas offline gestures are not evaluated until interaction is complete (i.e. signalled by the release event).

Example (online gesture): Scrolling through a document by placing a finger on the screen and moving it across the screen

Example (offline gesture): Drawing a character/letter – evaluation is not carried out until after the release event

Note 2: Symbolic movement gestures draw characters/letters or similar symbols and are therefore normally culture-dependent. Non-symbolic movement gestures model the actual action, e.g. by emulation, and are therefore normally understood internationally.

Note 3: The release event is not taken into consideration in a first-touch function.

Note 4: See also “long-press”, “touch gesture”, “tap”.

4 Advantages and disadvantages of touchscreen systems

In many products, touch interfaces are often marketed as being genuinely intuitive. However, touch is not a usability feature, but is simply another input method. A lot of users would surely consider a control system as being easy to operate in case the underlying concept of the dialogue design, the graphical design and the technology used for hu-

Technologie optimal aufeinander und auf den Nutzungskontext abgestimmt sind, dürfte von der Vielzahl von Nutzern als gut bedienbar wahrgenommen werden. Sind Konzept, grafische Gestaltung, Technologie und Nutzungskontext nicht in Einklang, würde das die Bedienbarkeit verschlechtern – auch wenn das System per Touch zu bedienen ist.

Bei der Entscheidung, ob ein Steuerungssystem per Touch bedienbar sein soll, müssen neben Marketinginteressen die Vor- und Nachteile dieses Eingabemittels abgewogen werden.

4.1 Vorteile

Die folgenden Vorteile gelten in Bezug auf Touchscreens:

- Bedienoberflächen auf Touchscreens sind flexibel anpassbar auf den jeweiligen Bedarf; Anzahl und Typ von Bedienelementen lassen sich per Software-Update variieren. Viele sonst starre Hardware-Bedienelemente lassen sich auf die digitale Bedienoberfläche überführen. Bedienoberflächen lassen sich durch diese Flexibilität einfacher an verschiedene Nutzergruppen und deren Aufgaben anpassen. Durch den Wegfall von Hardware-Bedienelementen kommt es zu weiteren Vorteilen:
 - weniger Platzbedarf für Hardware an der Benutzungsschnittstelle (etwa Tastaturen oder Dreh-Drück-Regler)
 - weniger Hardware, die ausfallen oder verschwinden kann
 - Die Kosten für die Bedienoberfläche steigen nicht, wenn z.B. statt eines simulierten Schiebereglers mehrere davon verwendet werden.
 - Das Umgreifen zwischen verschiedenen Eingabemitteln kann entfallen.
 - Starre Beschriftungen werden nicht mehr oder nur noch eingeschränkt benötigt, was auch die Lokalisierung vereinfacht.
- Unmittelbare Interaktion ist möglich: Bedienelemente werden genau an der Bildschirmposition bedient, an der sie angezeigt werden. Andere gängige Technologien erlauben stattdessen nur mittelbare Interaktion: Entweder wird ein Hardwareschalter betätigt, der außerhalb des Bildschirms liegt und keinen direkten Bezug zum Bedienelement hat (Softkey); oder ein Zeigegerät wird bewegt, um damit einen Zeiger über das Bedienelement zu führen.

man-to-machine interaction are optimally matched both to each other and to the context of use. If concept, graphic design, technology and context of use are not consistent, this will impair operability of the system – even if the system is operated by touch.

In making decisions on whether it should be possible to operate a control system by touch, not only marketing interests, but also the advantages and disadvantages of this input method must be carefully considered.

4.1 Advantages

Touchscreens have the following advantages:

- The user interfaces of touchscreens are versatile and can be adapted to individual needs; the number and type of control elements can be varied by means of simple software updates. A lot of otherwise permanently installed control elements can be ported to a digital user interface. Thanks to this flexibility, user interfaces can be more easily adapted to different user groups and the tasks they have to perform. Elimination of hardware control elements leads to further advantages:
 - Less space is required for hardware at the user interface (e.g. keyboards or rotary pushbuttons).
 - There is less hardware that can fail or disappear.
 - The costs for the user interfaces do not increase if, for example, several simulated sliders are to be used instead of one.
 - No excessive hand movements are required to change over from one input device to another.
 - Unalterable labels are no longer required or are only required to a limited extent, which facilitates localization.
- Direct interaction is possible: control elements are operated at exactly the same screen position where they are displayed. Other commonly-used technologies allow only indirect interaction: either a hardware switch which is outside the screen and has no direct relation to the control element (soft key) is activated, or a pointing device is moved to guide a pointer onto the control element.

- Viele Touchscreens beinhalten alle nötigen Hardware-Elemente, um dem Nutzer handschriftliche Eingaben/Zeichnungen zu ermöglichen.
- Viele Touchscreens erlauben die Bedienung mittels Verfahrgesten, also die Verwendung analoger, schnell ausführbarer und bereits oft erprobter motorischer Abläufe zur Interaktion; Schalter/Taster hingegen basieren meist auf digitalen Ja-Nein-Signalen, die dann z.B. zum Scrollen wiederholt werden. Bedienung mittels Verfahrgesten ist bei anderen Zeigegeräten zwar eingeschränkt möglich, jedoch meist unüblich.

- Viele Touchscreens erlauben zeitgleiche Eingaben mit mehreren Fingern und auch mit mehreren Händen (Multi-Touch), also durch einen Nutzer bei ein- oder beidhändiger Bedienung oder auch durch mehrere Nutzer.
- Da im Wesentlichen nur ein einziges Hardware-Bedienelement vorhanden ist (der Touchscreen), lässt sich ein Touchscreen leichter abdichten gegen schädliche Umwelteinflüsse; das vereinfacht auch die Reinigung der Schnittstelle und den Vandalismusschutz.

4.2 Nachteile

Die folgenden Nachteile gelten in Bezug auf Touchscreens:

- Verschmutzung
 - Die Fläche, auf der Informationen angezeigt werden, wird bei der Bedienung verschmutzt durch Fingerabdrücke.
 - Durch Bedienung mit schmutzigen Fingern/Handschuhen oder harten Gegenständen kann der Touchscreen verkratzen.
- Haptik: flache, gleichmäßige Oberfläche
 - Gängige Touchscreens weisen eine glatte Oberfläche ohne haptische Rückmeldung auf; der Nutzer ist dann auf optische und akustische Rückmeldung angewiesen, also auf Sichtkontrolle und/oder eine ruhige Arbeitsumgebung. Blindbedienung oder Bedienung in mobilen Situationen ist dadurch nur eingeschränkt möglich. Dies hat unter Umständen Auswirkungen auf die Barrierefreiheit.
 - Die Eingabe von Zeichenketten ist mühsam und fehleranfällig.
 - Interaktive Flächen müssen für Fingerbedienung geeignet sein; sie nehmen deshalb oft mehr Platz in Anspruch als entsprechende

- A lot of touchscreens contain all the hardware elements necessary for the user to make handwritten text/manual graphic input.
- Many touchscreens allow operation using movement gestures, i.e. the use of analogue fast and already well-tried and tested motoric actions for the interaction; as opposed to this, switches/pushbuttons are usually based on digital yes-no signals which are then repeated over and over again, e.g. for scrolling through screen contents. Even though operation using movement gestures is possible to some extent with other pointing devices, this is not usually implemented.
- A lot of touchscreens allow concurrent input with several fingers, or even both hands (multi-touch), i.e. single-handed or two-handed operation by one user, or by several users.

- Since there is essentially only one hardware operating element (the touchscreen), a touchscreen can be more easily protected against harmful environmental influences; this also facilitates cleaning of the user interface and improves protection against vandalism.

4.2 Disadvantages

Touchscreens have the following disadvantages:

- smudging
 - The area where information is displayed is dirtied by fingerprint smudges during operation.
 - The touchscreen may become scratched if operated with dirty fingers/gloves or with hard objects.
- haptics: flat smooth surface
 - The most commonly-used touchscreens have a smooth surface and give no haptic/tactile feedback; the user depends on visual and acoustic feedback, i.e. he has to have visual control and/or a quiet operating environment. The possibility of blind operation or operation in mobile situations is therefore restricted. Under certain conditions this may negatively affect accessibility.
 - The input of character/numeral strings is tedious and prone to mistakes.
 - Interactive surfaces have to be suitable for finger operation; as a result they often take up more room than corresponding control

Hardware- oder per Maus zu steuernde Bedienelemente.

- Tastatatkürzel (z.B. Strg + s für „speichern“), sind bei ausschließlicher Touchscreen-Nutzung in der Regel nicht sinnvoll; der schnelle Aufruf von Funktionen muss dann erfolgen über angezeigte Bedienelemente (erhöhter Platzbedarf) oder über Touch-Gesten (nicht auf der Bedienoberfläche abgebildet – der Nutzer muss sich über das Set an Touch-Gesten im Klaren sein oder im Handbuch nachschlagen).
- Der Finger als Zeigegerät bei Touch-Bedienung ist wesentlich größer und dadurch weniger gut geeignet für präzises Arbeiten als die Spitze eines Mauszeigers.
- Die derzeit angebotenen Touchscreen-Systeme unterscheiden sich technologisch sehr stark. Die Abstimmung von Bedienkonzept und Hardware verlangt also große Sorgfalt.
- Sicherung gegen unerwünschte Eingaben, z.B. durch Hautkontakt, Insekten oder Putzlappen, ist schwierig.
- Beim vollständigen oder partiellen Ausfall des Touchscreens besteht nur noch eingeschränkte oder gar keine Kontrolle mehr über die Maschine/Anlage, sofern keine adäquaten Bedien-Alternativen gegeben sind.
- Visuelle Einschränkungen (starkes Umgebungslicht, Tropfen usw.) können dazu führen, dass Bedienelemente nicht mehr erkennbar sind. Hardwaretasten hingegen sind unabhängig von bildgebenden Geräten (Ausnahme: Softkey).
- Da Anzeige und Bedienung auf demselben Gerät stattfinden, muss der Touchscreen zugleich sowohl im Sichtfeld (Anzeige) als auch in Reichweite der Finger (Bedienung) liegen (siehe VDI/VDE 3850 Blatt 2). Die tatsächliche Anbringung stellt also einen Kompromiss dar, der in Armen, Händen und/oder Nacken des Nutzers zu Ermüdungserscheinungen führt.
- Mit zunehmender Größe kann die Bedienung von Touchscreens mehr physische Aktivität erfordern als bei einem vergleichbaren mausbasierten System – in Abhängigkeit von der Aufgabe und der Platzierung der Bedienelemente.
- Das Bedienen durch Berühren führt dazu, dass während des Bedienvorgangs Teile des Bildschirms von Finger und/oder Hand verdeckt sind.
- Durch die Verwendung von Verfahrgesten ist die Benutzungsoberfläche unter Umständen weniger selbstbeschreibungsfähig (DIN EN ISO 9241-110). Ist Scrollen beispielsweise nur per Wischen möglich und deshalb keine Bildlaufleiste (Scroll-

elements operated by hardware or using a mouse.

- Shortcuts (e.g. Ctrl + s for “save”) are not normally practical when using only a touchscreen; fast call-up of functions has to be executed by way of displayed control elements (increased space requirements) or touch gestures (not displayed on the user interface – the user has to have learned the set of touch gestures or has to look them up in a user manual).
- A finger used as a pointer for touch operation is much bigger than the tip of a mouse pointer, making it less suitable for precise work.
- The touchscreen systems on the market at the moment differ greatly in terms of the technology used. The operating concept and the hardware therefore have to be carefully matched.
- It is difficult to protect the devices from undesired input, for example by skin contact, insects or cleaning cloths.
- If the touchscreen breaks down completely or even partially, the user has only limited or even no control at all over the machine/plant unless adequate alternative methods of control are provided.
- Visual interference (bright surrounding light, liquid drops, etc.) can obscure operating elements. As opposed to this, hardware keys are independent of the display device (except for soft keys).
- Since both the display and the control elements are located on one and the same device, the touchscreen must be both in the user’s field of vision (display) and within reach of his fingers (operating elements), see VDI/VDE 3850 Part 2. The actual final arrangement is therefore a compromise, and this leads to fatigue symptoms in the user’s arms, hands and/or neck.
- As touchscreens become larger, the physical activity required is greater than that for comparable mouse-based systems – depending on the task and the positioning of the control elements.
- Touch operation leads to parts of the screen being obscured from view by the user’s hand and/or fingers during actual operation.
- If movement gestures are used, the user interface may be less self-descriptive (DIN EN ISO 9241-110). If, for instance, it is only possible to scroll by swiping and therefore no scrollbar is provided, the existence of any further list

leiste) vorhanden, muss sowohl das etwaige Vorhandensein weiterer (gerade nicht sichtbarer) Listenelemente angezeigt werden als auch die Möglichkeit, die Liste scrollen zu können.

5 Technische und physikalische Randbedingungen

Touchscreens ermöglichen ein Bedienen durch direktes Berühren von Objekten oder Bedienelementen auf dem Bildschirm. Die Berührung kann mit einem oder mehreren Fingern oder mit Hilfsmitteln wie einem Stift o.Ä. erfolgen. Die Berührungen werden durch am Bildschirm angebrachte Sensoren erfasst, über Kontrolleinheiten (Controller) aufbereitet und letztlich mittels einer Treibersoftware als x - und y -Koordinaten der Berührpunkte an den Rechner, das Betriebssystem und an die Anwendungen zur nachfolgenden Verarbeitung weitergegeben. Dort werden dann die betreffenden Reaktionen erzeugt (Auslösen eines Bedienelements, Rückmeldung eines Objekts usw.), in die Anwendungslogik eingebbracht und die visuelle Rückmeldung am Bildschirm angezeigt.

Die Erfassung der Berührpunkte kann mit unterschiedlichen Messmethoden (Sensoriken) erfolgen. Je nach Messmethode ergeben sich für den Touchscreen bestimmte technische und physikalische Randbedingungen, die das Verhalten und den Einsatzzweck des Touchscreens beeinflussen.

5.1 Übersicht über verfügbare Touchscreen-Technologien

Für die Gestaltung eines Touchscreens sind viele Funktionsprinzipien denkbar. Auf diesem Feld wird kontinuierlich geforscht und weiterentwickelt. Die folgenden Funktionsprinzipien sind auf dem Markt verbreitet und im industriellen Einsatz erprobt.

Resistiv (Bild 1)

Zwei elektrisch leitfähige Schichten (z. B. Glas-Folie oder Glas-Glas) werden durch Abstandshalter getrennt. Durch Druck auf die obere Schicht berührt diese die untere Schicht und sorgt für einen veränderten elektrischen Widerstand (R), der von der Kontrolleinheit erfasst wird (Bild 1).

Bending Wave/Dispersive Signal Technology (APR/DST, Bild 2)

Durch Berührung entsteht eine Schwingung (Biegewelle), die sich kreisförmig durch ein Glas hindurch ausbreitet. Piezoelektrische Sensoren in den Ecken auf der vom Nutzer abgewandten Seite des Glases wandeln diese mechanischen Impulse in ein elektrisches Signal um, das von der Kontrolleinheit ausgewertet wird.

elements (which are not visible at that moment) as well as the possibility of scrolling in this list must be indicated in some way.

5 Technical and physical constraints

Touchscreens allow processes to be directly controlled by touching objects or control elements on the screen. The screen can be touched with one or more fingers or with tools such as a pen, stylus or similar tool. The touches are detected by sensors attached to the screen, processed by control units (controllers) and then transmitted by means of driver software to the computer, the operating system and then to the applications for subsequent processing in the form of x and y coordinates of the contact point. The application triggers the corresponding reactions (operation of a control element, feedback from an object, etc.), which are fed to the application logics, and the visual feedback is then displayed on the screen.

Contact points can be detected using various measurement methods (sensor systems). Depending on which method is used, certain technical and physical constraints affecting the behaviour and intended use of the touchscreen will be encountered.

5.1 Synopsis of available touchscreen technologies

Many function principles are conceivable when developing touchscreens. This field is an object of continued research and development. The following function principles are already widely used on the market and have been tried and tested in industrial applications.

Resistive (Figure 1)

Two electrically conductive layers (e.g. glass–foil or glass–glass) are separated by spacers. Pressure applied to the top layer causes this to touch the lower layer, thus changing the electrical resistance (R), which is measured by the control unit (Figure 1).

Acoustic pulse recognition/dispersive signal technology (APR/DST, Figure 2)

Touching the surface generates a mechanical oscillation (bending wave) that is propagated in a circular pattern through the glass. Piezoelectric transducers located at the corners on the side of the glass facing away from the user transform these mechanical impulses into an electric signal that is evaluated by the control unit.

Kapazitiv (SCT, SCAP, PCT, PCAP, Bild 3)

Hier werden vor dem Bildschirm kreuzweise jeweils in x - und in y -Richtung (durchsichtige) leitende Bahnen angebracht. Diese können auf der Vorderseite (Surface Capacitive Touchscreen – SCT, SCAP) oder auf der Rückseite des Schutzglases (Projected Capacitive Touchscreen – PCT, PCAP) angebracht sein. An den Kreuzungspunkten entsteht auf diese Weise ein Kondensator. Berührt ein Finger oder ein leitender Gegenstand einen solchen Kreuzungspunkt, so fließt an dieser Stelle Ladung ab. Gemessen wird die veränderte Kapazität.

Capacitive (SCT, SCAP, PCT, PCAP, Figure 3)

In this technology, (transparent) conductive tracks are arranged in a crosswise pattern in x and in y direction on the front of the screen. These tracks can be applied to the front of the protective glass pane (surface capacitive touch screen – SCT, SCAP) or to the back of the protective glass pane (projected capacitive touchscreen – PCT, PCAP). This creates a capacitor at each of the crossing points of the tracks. When a finger or a conductive object touches one of these crossing points, part of the electric charge is drained at this point. The change in capacitance is measured.

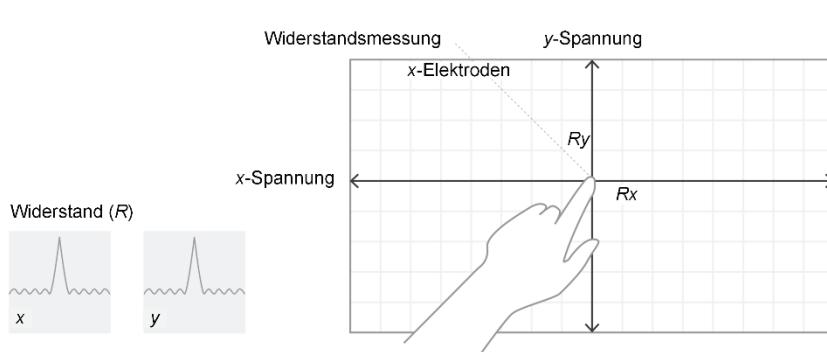


Bild 1. Wirkprinzip eines resistiven Touchscreens

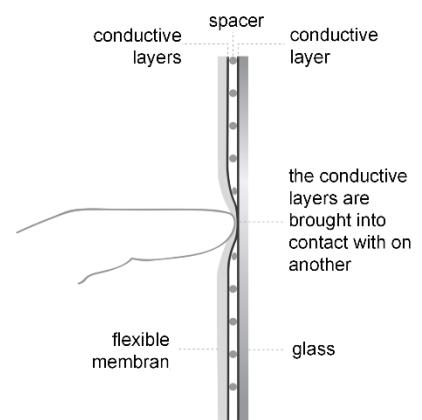
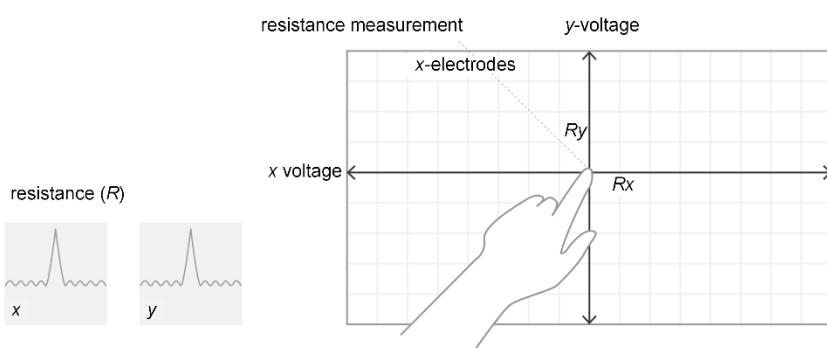
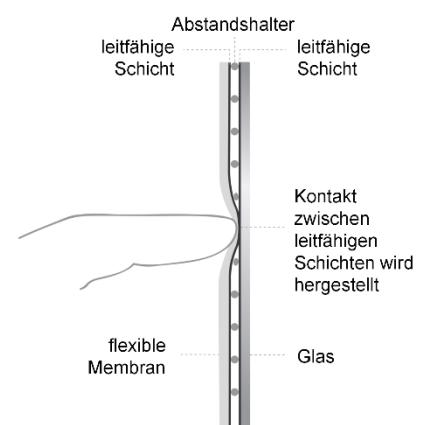


Figure 1. Operating principle of a resistive touchscreen

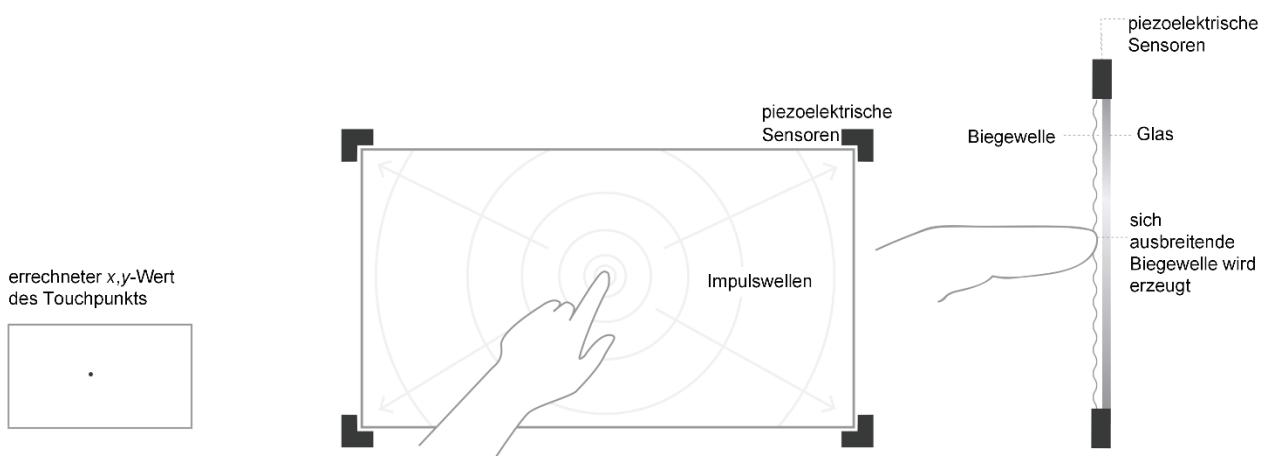


Bild 2. Wirkprinzip eines Bending-Wave-Touchscreens (APR)

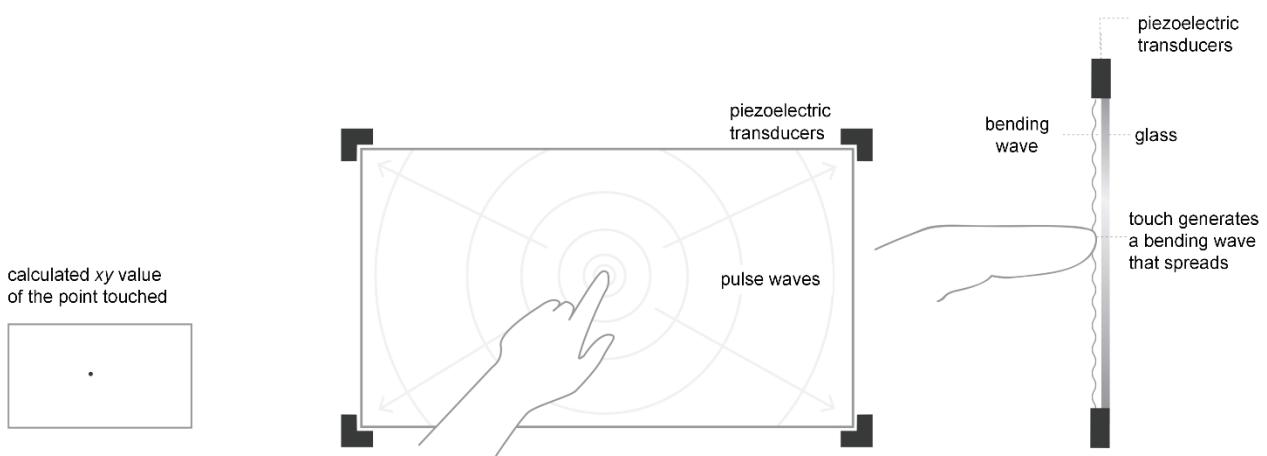


Figure 2. Operating principle of a bending-wave touchscreen (APR)

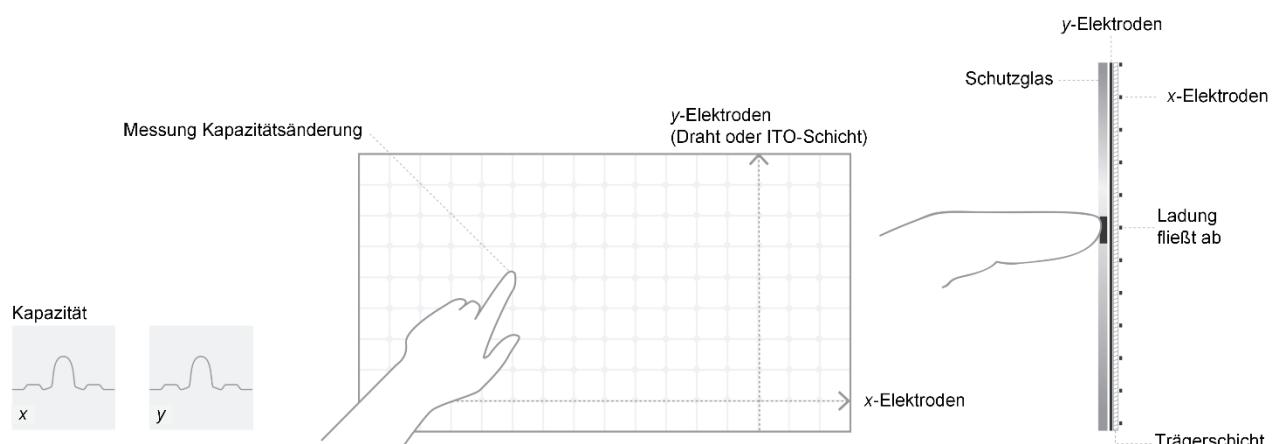


Bild 3. Wirkprinzip eines kapazitiven Touchscreens

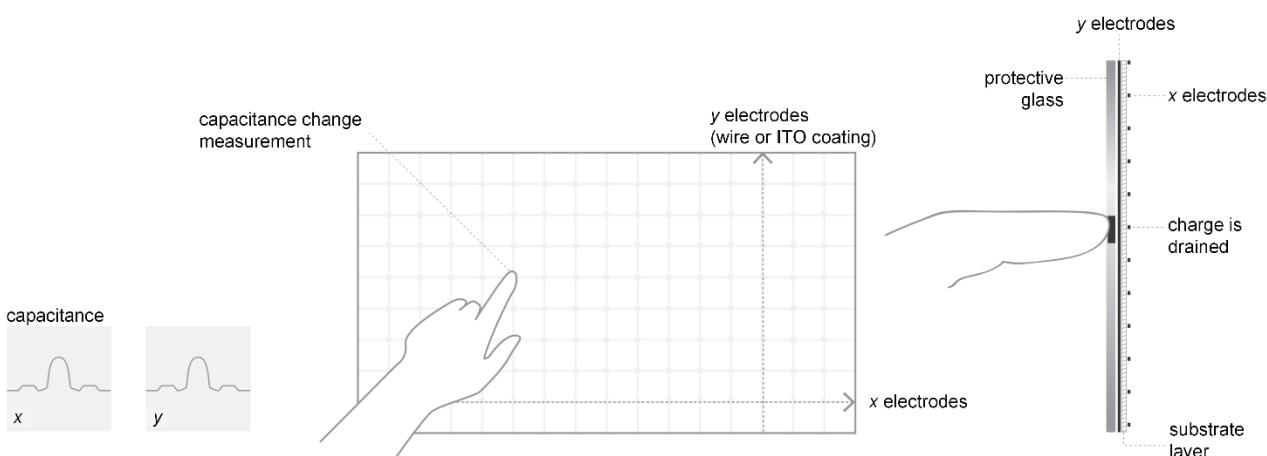


Figure 3. Operating principle of a capacitive touchscreen

Akustisch (Surface Acoustic Wave – SAW, Bild 4)

Ein piezoelektrischer Sender erzeugt Schallwellen auf der Oberfläche des Bildschirms, die von den Oberflächenrändern wieder reflektiert und durch Schallaufnehmer am Rand gemessen werden. Entsprechend der Berührposition werden Schallwellen unterschiedlich gedämpft, was von der Kontrolleinheit ausgewertet wird.

Infrarot (IR, Bild 5)

LEDs erzeugen ein Gitter aus Infrarotstrahlen direkt auf der Oberfläche. Detektoren an den Seiten des Bildschirms empfangen das ausgestrahlte Licht wieder. Die Kontrolleinheit erkennt, ob ein Objekt das Licht auf dem Weg zum Detektor blockiert.

On-Cell/In-Cell (Bild 6)

Infrarotsensoren sind auf einem Bildschirm angebracht (On-Cell) oder im Bildschirm integriert (In-Cell). Im letzten Fall ist jeder Bildpunkt im Bildschirm zusätzlich mit einem Infrarotsensor ausgestattet.

Acoustic (surface acoustic wave – SAW, Figure 4)

A piezo-electric transmitter generates sound waves on the surface of the screen. These waves are reflected by the edges of the surface and are measured by acoustic sensors at the edges. The sound waves are damped differently depending on where the screen is touched, and the degree of damping is evaluated by the control unit.

Infrared (IR, Figure 5)

LEDs generate a grid of infrared beams directly on the screen surface. Detectors located at the edges of the screen receive the emitted infrared light. The control unit senses whether the infrared light beam has been blocked from reaching the detector.

On-cell/in-cell (Figure 6)

Infrared sensors are arranged on top of a screen (on-cell) or integrated into the screen (in-cell). In the latter case, there is an infrared sensor at every pixel of the screen.

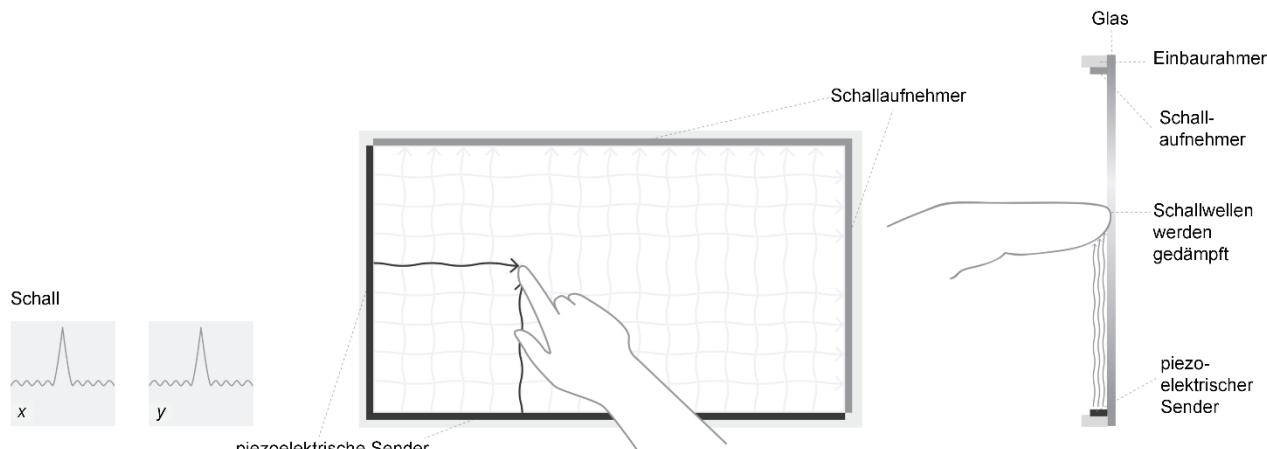


Bild 4. Wirkprinzip eines SAW-Touchscreens

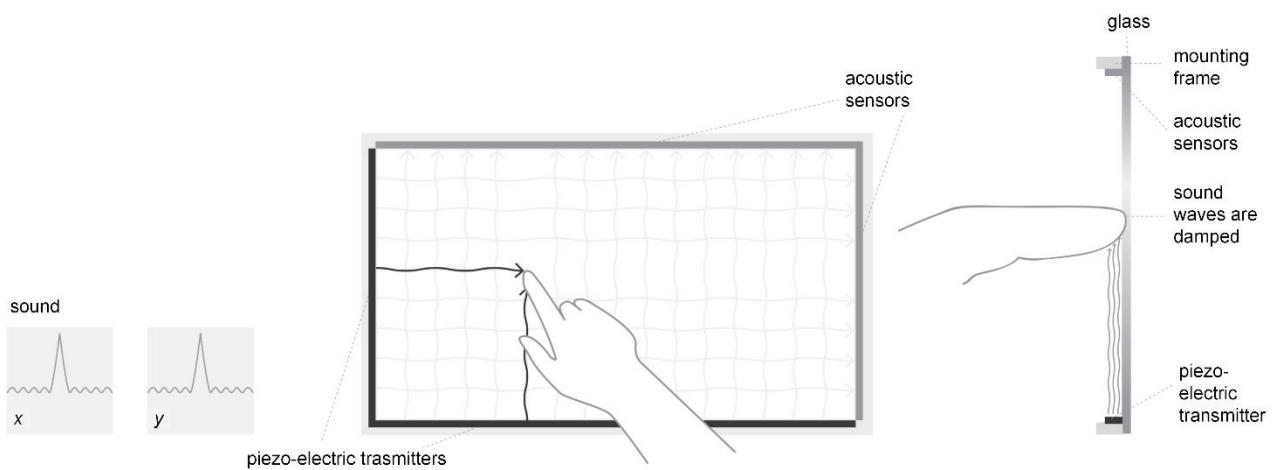


Figure 4. Operating principle of an SAW touchscreen

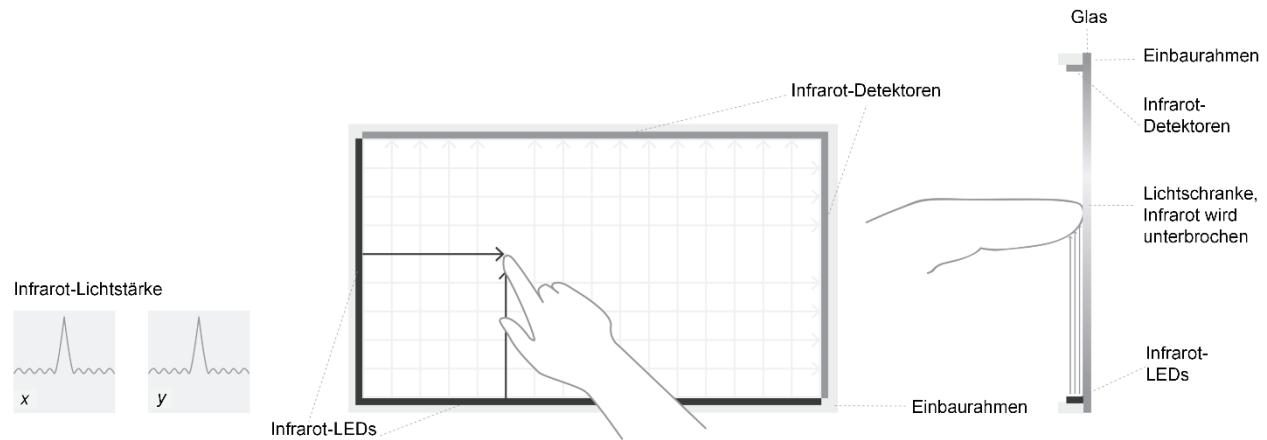


Bild 5. Wirkprinzip eines Infrarot-Touchscreens

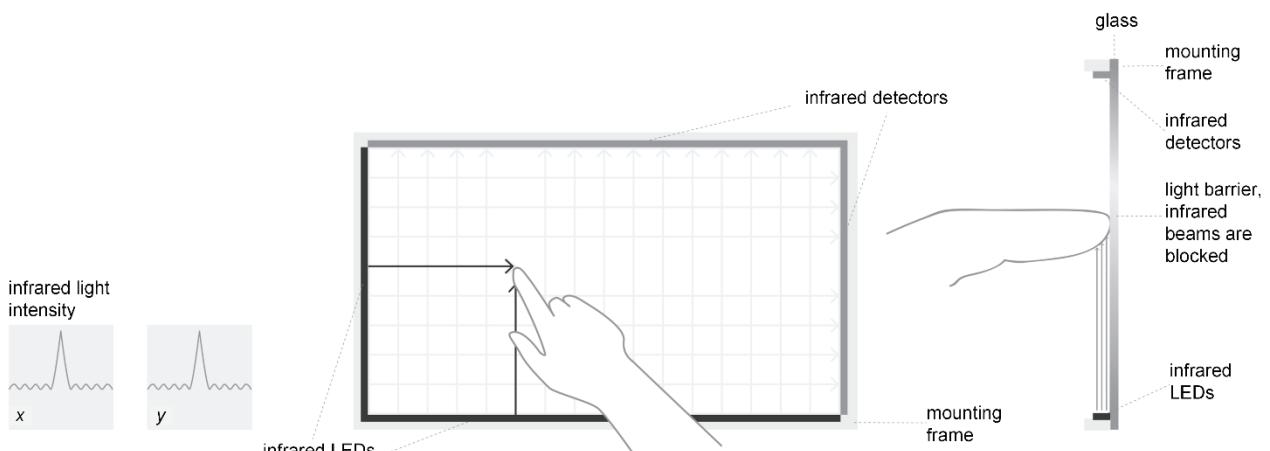


Figure 5. Operating principle of an infrared touchscreen

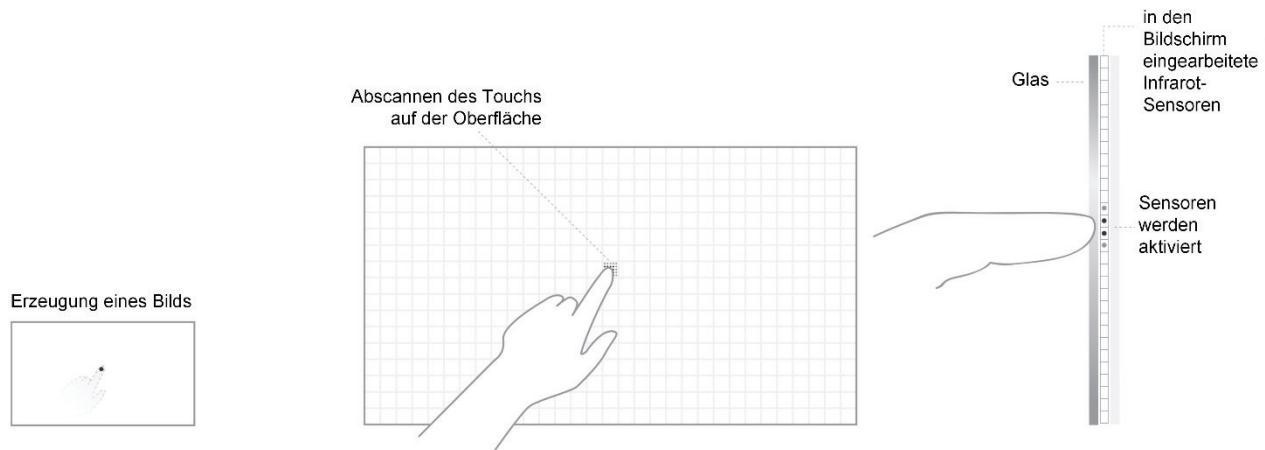


Bild 6. . Wirkprinzip eines In-Cell-Touchscreens

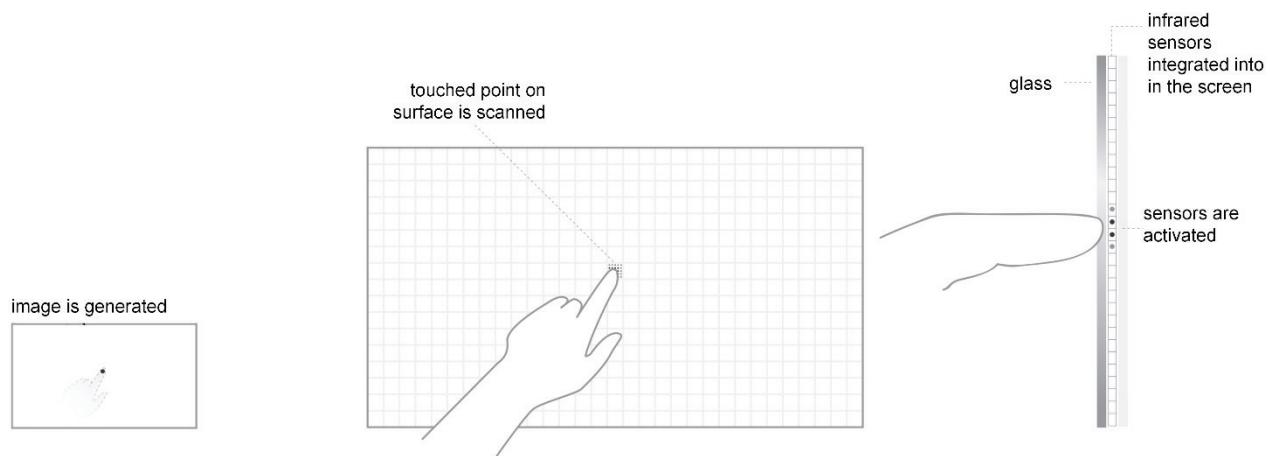


Figure 6. Operating principle of an in-cell touchscreen

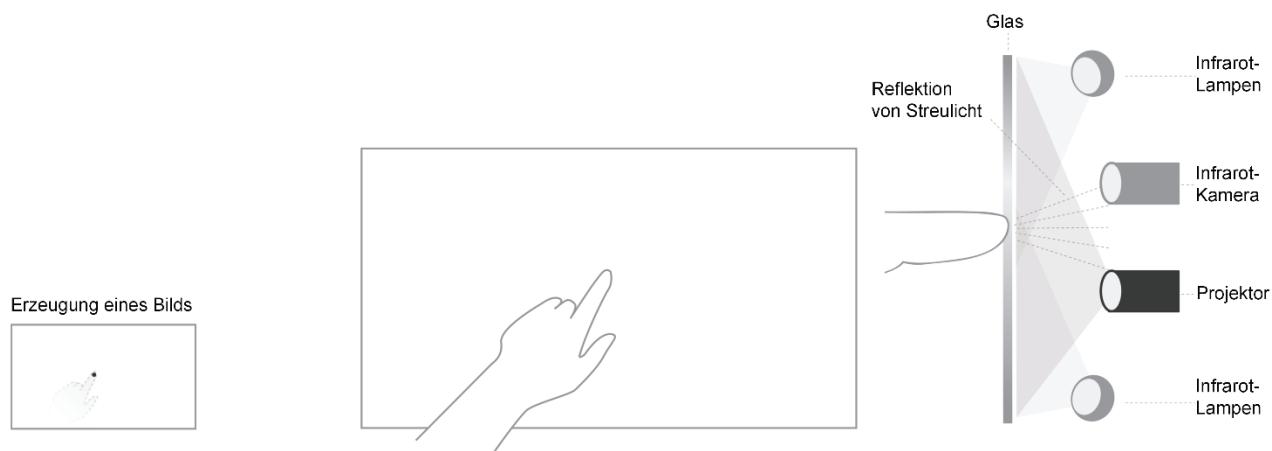


Bild 7. Wirkprinzip eines kamerabasierten Touchscreens

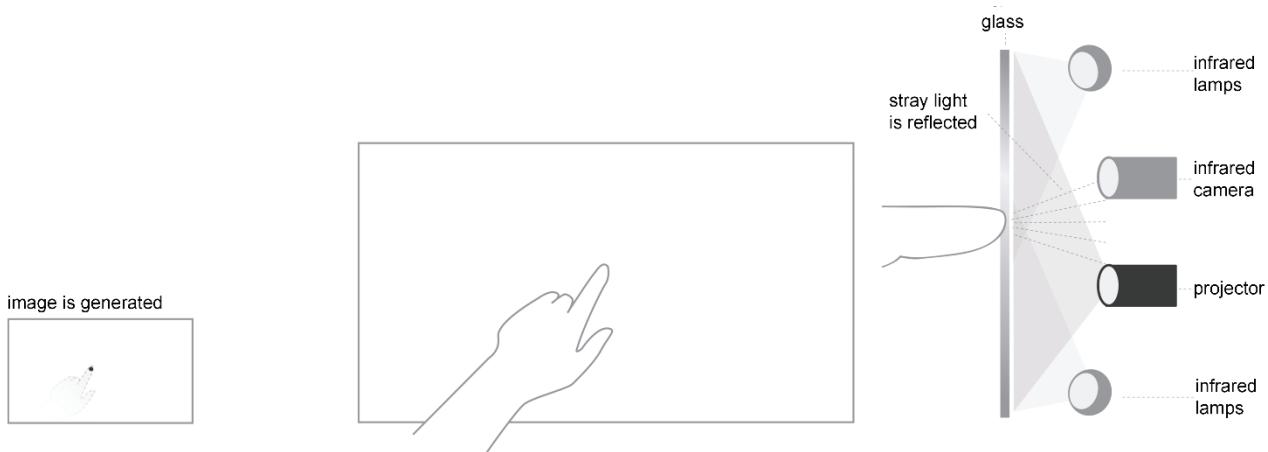


Figure 7. Operating principle of a camera-based touchscreen

Kamerabasiert (Bild 7)

Infrarot-LEDs leuchten die Oberfläche des Touchscreens gleichmäßig aus. Durch den Effekt der Totalreflexion kann das Licht nicht aus der Glasscheibe austreten. Bei Berührung der Fläche wird die Totalreflexion unterbrochen und Streulicht erzeugt. Das so an den Berührstellen auf der Oberfläche reflektierte Licht wird von Infrarotkameras erfasst.

Die kamerabasierten und In-Cell-Touchscreen-Systeme sind mehr als nur Sensoren. Sie nehmen zur Laufzeit ein komplettes Bild der Zustände auf dem Touchscreen auf. Die Auswertung erfolgt in einer nachgeschalteten Bildverarbeitungssoftware in Echtzeit. Dabei ist es möglich, nicht nur Berührungsstellen zu erkennen, sondern auch, ob die Berührung durch einen Finger oder einen Gegenstand hervorgerufen wurden. Ebenso kann die Orientierung des Fingers oder des Gegenstands ermittelt werden.

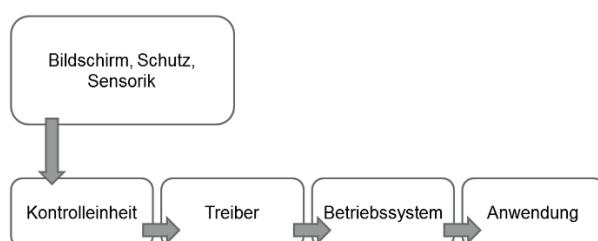


Bild 8. Komponenten eines Touchscreen-Systems und Abfolge des Informationsflusses bei der Eingabe

5.2 Touchscreen-System

Das Verhalten eines Touchscreens ist nicht nur von der Touchscreen-Technologie abhängig, sondern auch von der nachfolgenden Aufbereitung und Weiterverarbeitung der gemessenen Signale. Ein Touchscreen-System bezeichnet die Kombination aller oder mehrerer der nachfolgenden Komponenten (Bild 8):

Camera-based (Figure 7)

The entire surface of the touchscreen is evenly illuminated by infrared LEDs. The infrared radiation cannot pass through the glass/air surface due to the total-reflection effect. Touching the surface interrupts total reflection and allows stray light to be emitted. The light emitted in this way at the points touched is detected by an infrared camera.

Camera-based and in-cell touchscreen systems are more than just simple sensors. While the system is running, they capture a complete image of the states on the touchscreen. These are evaluated in real-time mode by interfaced image-processing software. In this process, it is not only possible to detect the points touched, but also to distinguish whether a finger or another object has touched the screen. The orientation of the finger or object can be determined in the same way.

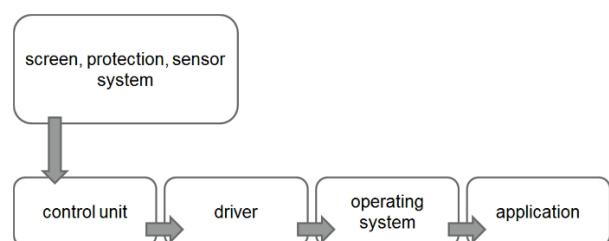


Figure 8. Components of a touchscreen system and information flow sequence upon user input

5.2 Touchscreen system

The behaviour of a touchscreen not only depends on the touchscreen technology used, but also on the ensuing preparation and processing of the measurement signals. “Touchscreen system” is the designation for the combination of several or all of the following components (Figure 8):

- Bildschirm (Display)
- Komponenten der Signalerfassung
 - Signalgeber
 - Touch-Sensoren
 - Kontrolleinheit (Controller)
- Komponenten zur Signalinterpretation
 - Treiber (Driver)
 - Betriebssystem (Operating System)
 - Anwendung (Application)
- Schutzkomponenten
 - Schutzglas
 - Rahmen

Auf dem *Bildschirm* werden die Bedienelemente und Objekte angezeigt, mit denen der Nutzer durch Berühren interagieren kann. Hier wird auch die visuelle Rückmeldung auf die Interaktion dargestellt.

Die *Schutzkomponenten* schützen Signalgeber, Touch-Sensoren und Bildschirm vor äußeren Einflüssen (mechanische Einwirkung, Schmutz, Feuchtigkeit usw.). Je nach Touchscreen-Technologie sind entsprechende Signalgeber oder Touch-Sensoren auf die Schutzkomponenten mechanisch verfügt, geklebt, laminiert oder aufgedampft.

In Abhängigkeit von der Touchscreen-Technologie werden *Signalgeber* (LED-Lampen, piezoelektrische Elemente usw.) benötigt, die ein Signal (Infrarotlicht, Schall usw.) erzeugen, das dann von den Touch-Sensoren gemessen wird.

Die *Kontrolleinheit* (Controller) dient zur Steuerung der Signalgeber und Touch-Sensoren und nimmt deren Messdaten entgegen. Die Messdaten werden durch eine Treibersoftware (Driver) aufbereitet. An dieser Stelle werden beispielsweise Störseinflüsse ausgefiltert und die erste Interpretation der Signale vorgenommen (x - und y -Werte der Berührungspunkte, teilweise auch schon Erkennung von Touch-Gesten). Die Treibersoftware stellt auch die Schnittstelle zum Betriebssystem dar.

Manche Betriebssysteme unterstützen ebenfalls die Erkennung bestimmter Touch-Gesten. Dazu gehört beispielsweise die Pinch-Geste (Auseinanderziehen von Daumen und Zeigefinger) zum Zoomen. Diese werden teilweise direkt an die Bedienelemente in der Anwendung weitergeleitet. Letztlich können die Touch-Daten auch in der Anwendung durch entsprechende Algorithmen ausgewertet werden.

- screen (display)
- signal measurement components
 - signal generator
 - touch sensors
 - control unit (controller)
- signal interpretation components
 - driver
 - operating system
 - application
- protective components
 - protective glass pane
 - frame

The control elements and objects with which the user can interact by touching the screen are shown on the *screen*. This is also where visual feedback relating to the interaction is displayed.

The *protective components* are intended to protect the signal generators, the touch sensors and the actual screen from external phenomena (mechanical effects, dirt, damp, etc.). Depending on the touchscreen technology used, the corresponding signal generators or touchscreen sensors may be attached to the protective components mechanically, glued in place, laminated onto them or applied by vapour deposition.

Depending on the touchscreen technology used, *signal generators* (LEDs, piezo-electric elements, etc.) which emit a signal (infrared light, sound, etc.) that can be measured by the touch sensors may be needed.

The *control unit* (controller) is used to control the signal generators and touch sensors and receives the measurement data from these. The measurement data are pre-processed by driver software (driver). This is the point at which interferences are filtered out and the signals are first interpreted (x and y values of the point where the screen was touched, in some cases the touch gestures are detected here already). The driver also implements the interface to the operating system.

Some operating systems also support the recognition of specific touch gestures. For instance, the pinch-to-zoom gesture (moving thumb and index finger apart). Some of these signals are transmitted directly to the controls of the respective application. Finally, the touch data can also be interpreted by appropriate algorithms in the application.

5.3 Eigenschaften verschiedener Touchscreen-Technologien

Nachfolgend werden typische Eigenschaften verschiedener Touchscreen-Technologien erläutert, die zur Auswahl relevant sind. Diese sind gegliedert in allgemeine physikalische Eigenschaften, Bedieneigenschaften bzw. -fähigkeiten sowie Schutz-eigenschaften gegenüber Umwelteinflüssen. In Anhang A finden Sie all diese Eigenschaften in einer Checkliste, die Sie zur Kommunikation mit Anbietern verwenden können.

5.3.1 Allgemeine physikalische Eigenschaften

Größe

Touchscreens sind in verschiedenen Größen erhältlich – mit Bildschirmdiagonalen von weniger als 5 cm (ca. 2 Zoll) bis über 200 cm (ca. 80 Zoll). Neben der Qualität der visuellen Darstellung ist zu beachten, dass der Nutzer umso weiter ausladende Bewegungen ausführen muss, je größer der Touchscreen ist.

Touch-Auflösung und Genauigkeit

Abhängig von der gewählten Technologie legen unterschiedliche technische Faktoren fest, wie präzise das System Eingaben lokalisieren und differenzieren kann. Siehe auch *Bedienbarkeit mit Handschuhen oder Prothesen* und *Bedienbarkeit mit Stiften* in Abschnitt 5.3.2).

Reaktionszeit

Touch-Sensor, Kontrolleinheit, Treibersoftware, Betriebssystem und Anwendung beeinflussen die Reaktionsgeschwindigkeit. Diese beschreibt, wie schnell ein Touchscreen-System auf eine nutzerseitige Eingabe reagiert. Bei der Interpretation dieses Werts ist zu beachten, dass ihn Hersteller auf unterschiedliche Weise messen.

Lichtdurchlässigkeit und Verzerrungsfreiheit

Schutzkomponenten und Touch-Sensoren, die vor dem Bildschirm montiert sind, dämpfen die Darstellung der Information auf dem Bildschirm und können die vom Bildschirm angezeigten Pixel verzerrt darstellen. Grafische Ausgaben können auf dem Bildschirm anders wirken als vom Entwickler vorgesehen. Lichtdurchlässigkeit wird in Prozent angegeben.

Reflexion bei Touchscreen-Systemen

Die für die Erfassung von Touch-Eingaben nötige Sensorik als auch das Schutzglas haben starken Einfluss auf die Reflexionseigenschaften des Touchscreen-Systems. Hohe Umgebungshelligkeit sowie

5.3 Properties of various touchscreen technologies

The typical characteristics of the various touchscreen technologies which are of relevance when deciding which technology to use are explained below. These are grouped into general physical properties, operating characteristics/capabilities and protection against environmental influences. Annex A contains a checklist of all these features and can be used when communicating with suppliers.

5.3.1 General physical properties

Size

Touchscreens are available in different sizes – with screen diagonals ranging from less than 5 cm (approx. 2 inches) to more than 200 cm (approx. 80 inches). It should be noted that, in addition to the differing quality of visual representation, the larger the touch screen, the larger the movements a user has to make in order to achieve the desired result.

Touch resolution and accuracy

Depending on the technology chosen, different technical factors determine how precisely the system can locate and differentiate touch input, (see also *Operability with gloves or prosthetic devices* and *Operability with pens/styli* in Section 5.3.2).

Reaction time

The touch sensor, control unit, driver, operating system and application being used affect the speed at which the system reacts. The reaction time describes how long a touchscreen system takes to react to user input. When referring to this value, please note that different manufacturers define and measure this parameter in different ways.

Light transmittance and freedom from distortion

Protective components and touch sensors mounted in front of the screen dim the presentation of information on the screen and can lead to distortion of the pixels displayed. The appearance of graphic output may therefore differ from the appearance originally envisaged by the software developer. Light transmittance is stated as a percentage.

Reflection in touchscreen systems

The sensor systems required for detection of touch input and the protective glass both have a considerable effect on the reflective properties of the touchscreen system. Strong ambient light and di-

direkter Lichteinfall, z.B. durch Sonnenlicht oder künstliche Beleuchtung, führen zu Reflexionen, die sich auf den Kontrast und somit die Erkennbarkeit von dargestellten Informationen auswirken.

Parallaxe

Für viele Touchscreen-Technologie-Lösungen werden vor dem Bildschirm Schutzgläser angebracht, die oft gleichzeitig als Träger der Touch-Sensoren dienen. Diese können – auch abhängig vom Sicherheitsbedarf – unterschiedlich dick ausfallen. Der Abstand zwischen darstellender Oberfläche (Bildschirm) und vom Nutzer berührbarer Oberfläche wächst entsprechend. Bereits Abstände von wenigen Millimetern verursachen schon bei leicht seitlicher Betrachtung spürbare Parallaxe-Probleme: Der seitliche Versatz zwischen berührbarer und darstellender Oberfläche führt dazu, dass beim „Drücken“ auf ein Objekt der zugehörige Touch-Bereich schwieriger zu treffen ist und es sogar zu Fehlbedienung kommen kann (versehentliches Auslösen benachbarter Objekte, siehe Bild 9).

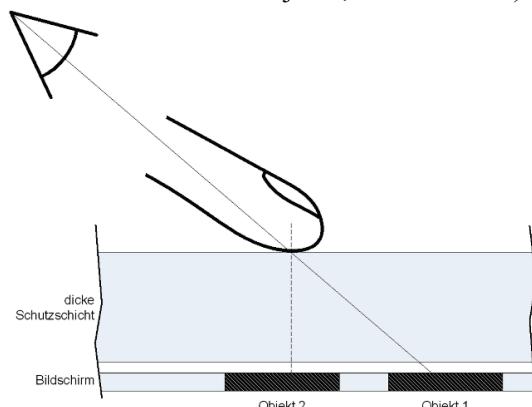


Bild 9. Skizze zum Parallaxe-Fehler

Auflagedruck

Manche Touch-Sensoren benötigen eine Mindestkraft, damit sie die Berührung registrieren – besonders bei der resistiven Touchscreen-Technologie. Die Empfindlichkeit eines Touchscreens – und damit die benötigte Kraft zur Touch-Aktivierung – hängt dabei von der Touchscreen-Technologie ab. Siehe auch *Erkennung von Verfahrgesten* in Abschnitt 5.3.2).

Die Höhe des notwendigen Drucks beeinflusst die Bediensicherheit (zufälliges Auslösen, scheinbare Unterbrechung einer Verfahrgeste) und die gefühlte physische Anstrengung (Stärke der notwendigen Muskelkontraktion und der Gelenkbelastung).

Reagiert das System sehr sensibel, so können bei nicht beabsichtigten Berührungen ungewollt Aktionen ausgelöst werden.

rect light, e.g. sunlight or artificial lighting, cause reflections that affect the contrast and therefore the visibility of the information being displayed on the screen.

Parallax

In many touchscreen technology solutions, protective glass panes, which often also serve as carriers of the touch sensors, are affixed on top of the actual screen. The thickness of these panes will differ – for example depending on the safety requirements. The distance between the display surface (screen) and the surface which can be touched by users will differ accordingly. Even distances of a few millimetres result in distinct parallax problems when items are viewed at a slight angle: the lateral misalignment between the surface that can be touched and the display surface makes it more difficult to hit the right touch area when trying to “press” on an object, and this may even lead to operating errors (accidental triggering of adjacent objects, see Figure 9).

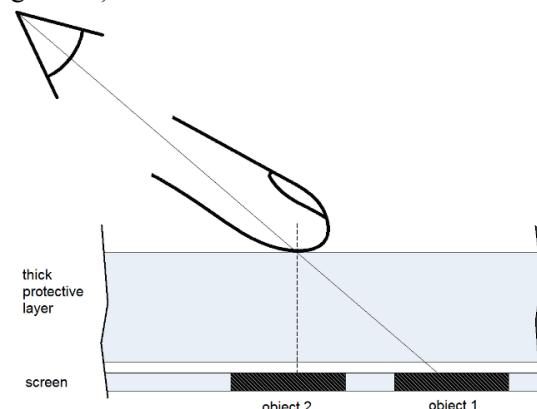


Figure 9. Sketch showing parallax error

Contact pressure

Some touch sensors require a minimum force in order to detect the touch – especially in the case of resistive touchscreen technology. The sensitivity of a touchscreen – and thus the force required to activate a touch – depends on the touchscreen technology used, see also *Recognition of movement gestures* in Section 5.3.2.

The pressure required affects operating safety (inadvertent triggering, apparent interruption of a movement gesture) and the perceived physical effort (muscle contraction and load on joints).

If the system reacts very sensitively, inadvertent contact with the screen can lead to unintentional reactions.

Darüber hinaus können manche Touchscreen-Technologien die Stärke des Auflagedrucks auswerten – etwa um einen Wert in Zehner- (fester Druck) anstatt in Einerschritten (leichter Druck) zu verändern.

Kalibrierstabilität

Touch-Sensoren sind Messsysteme, die gegebenenfalls regelmäßig kalibriert werden müssen. Ein Touchscreen mit hoher Kalibrierstabilität muss seltener neu kalibriert werden. Ein schlecht kalibrierter Touchscreen führt leicht zu Fehlbedienungen, da Berührpunkt und Auslösepunkt nicht mehr deckungsgleich sein können und/oder sich die Auslöseempfindlichkeit verändert haben kann. Die Kalibrierstabilität beschreibt den Grad, mit dem sich über die Nutzungsdauer hinweg die Abweichung der sensorischen Messung vom tatsächlichen Berührpunkt ändert.

Oberflächenreibung

Um flüssig ausgeführte Verfahrgesten erkennen zu können, sollte die Oberflächenreibung möglichst gering sein.

5.3.2 Bedieneigenschaften bzw. -fähigkeiten

Bedienbarkeit mit Handschuhen oder Prothesen

Nutzer im industriellen Umfeld tragen häufig Handschuhe. Bei der Wahl eines Touchscreens ist zu berücksichtigen, ob Handschuhbedienung im konkreten Fall ermöglicht sein muss und welche Handschuhe verwendet werden können. Neben der Auswahl einer geeigneten Touchscreen-Technologie können auch speziell für die Touch-Bedienung gestaltete Handschuhe eine Lösung sein. Träger von Prothesen sind ebenfalls von dieser Problematik betroffen.

Anmerkung: Zu beachten ist, dass manche Arten von Handschuhen zwar mit der gewählten Technologie funktionieren, durch die hohe Reibung zwischen Handschuh und Bildschirmoberfläche (etwa bei Latex und Glas) Verfahrgesten aber nicht eingesetzt werden dürfen.

Bedienbarkeit mit Stiften

Abhängig vom konkreten Nutzer und dem Nutzungskontext sind präzisere Eingaben erforderlich als mit dem Finger möglich – z.B. für gemalte Skizzen oder Unterschriften. Hierfür können geeignete Stifte verwendet werden.

Erkennung von Verfahrgesten

Einfache Touch-Gesten (Tippen, langes Drücken) lassen sich prinzipiell auf allen besprochenen Touchscreen-Technologien auswerten. Zu prüfen

Furthermore, some touchscreen technologies are able to evaluate the applied pressure – for instance in order to change a parameter value in increments of ten (greater pressure) instead of one (light pressure).

Calibration stability

Touch sensors are measuring systems that may have to be calibrated regularly. A touchscreen with good calibration stability requires less frequent recalibration. A badly calibrated touchscreen will tend to result in operating errors because the touch point may no longer coincide with the actual trigger point or the trigger sensitivity may have changed. Calibration stability is a term describing the extent to which deviation of the sensor measurement from the actual touch point changes during the device's service life.

Surface friction

Surface friction should be as low as possible so that the device can recognize flowing movement gestures reliably.

5.3.2 Operating characteristics and capabilities

Operability with gloves or prosthetic devices

Users in industrial environments often wear gloves. When deciding on what kind of touchscreen to use, due consideration shall be given to whether glove operation is to be allowed for the specific application and, if so, what kind of gloves may be worn. Apart from selecting a suitable touchscreen technology, another solution may be the use of gloves especially designed for touchscreen operation. Users with a prosthetic device are also faced with the same problem.

Note: Take into consideration that some types of gloves will work with the selected technology, but that the friction between gloves and touchscreen surface (e.g. when latex comes into contact with glass) does not permit the use of movement gestures.

Operability with pens/styli

Depending on the specific user and use context, more precise input than can be achieved using a finger may be required – e.g. for making manual sketches or for signatures. Suitable pens or styli can be used for these purposes.

Recognition of movement gestures

Generally speaking, all simple touch gestures (tapping, long-press) can be evaluated by the touchscreen technologies described above. It is also

ist, ob die Kontrolleinheit des Touchscreens auch Verfahrgesten verwerten kann, und wie gut sich diese tatsächlich verwertbar ausführen lassen. Ist z.B. zum Auslösen einer Touch-Funktion ein hoher Auflagedruck erforderlich, so ist der Touchscreen nicht für Verfahrgesten geeignet, da der hohe Auflagedruck bei flüssiger und routinierter Bedienung nicht gleichmäßig aufrechterhalten wird. Dadurch würden Bedienoperationen im Fluss immer wieder unterbrochen und gegebenenfalls sogar Fehlbedienung möglich.

Anmerkung: Eignung für Verfahrgesten und Multi-Touch-Fähigkeit stehen nicht in Zusammenhang, da für viele Verfahrgesten ein einzelner Finger genügt.

Multi-Touch-Fähigkeit

Wie viele Eingabepunkte gleichzeitig ausgewertet werden können, ist sowohl von der konkreten Touchscreen-Technologie als auch von der jeweiligen Kontrolleinheit abhängig. Multi-Touch-fähige Systeme können mindestens zwei Druckpunkte zugleich erkennen und verarbeiten.

Anmerkung: Gesteneignung und Multi-Touch-Fähigkeit stehen nicht in Zusammenhang, da viele Touch-Gesten bereits mit einem einzelnen Finger gezeichnet werden können.

Haptische Rückmeldung

Neben den optischen und akustischen Kanälen kann mit dieser Form der Rückmeldung ein weiterer Sinneskanal angesprochen werden. Beispielsweise könnte eine virtuelle Taste neben der grafischen Darstellung auch erhaben aus dem Touchscreen herausragen; eine erfolgte Bedienung könnte etwa durch ein Vibrationsmuster zurückgemeldet werden.

Naherkennung

Neben dem eigentlichen Berührpunkt lässt sich bei einigen Technologien auch bereits die Annäherung des Berührelements erkennen. Ein sich annäherndes Berührelement kann z.B. zur Hervorhebung eines Bildschirmbereichs genutzt werden. Die Annäherungsrichtung des Berührelements (z.B., der Finger) kann verwendet werden, um z.B. Parallaxefehler auszugleichen (Bild 10).

Erkennung optischer Tags

Bestimmte Touchscreen-Technologien können auch Objekte und/oder Muster (sogenannte Tags, QR-Codes, Strichcodes u.Ä.) erkennen. Hiermit lassen sich Informationen in das System einbringen.

necessary to check whether the touchscreen control unit is able to evaluate movement gestures as well, and to what extent these gestures can actually be executed in a manner that can be processed. If, for instance, relatively high pressure has to be applied in order to trigger a touch function, the touchscreen is not suitable for movement gestures, since it is not possible to maintain a uniform pressure while carrying out habitual flowing operating motions. This would lead to the flow of an operating sequence being repeatedly interrupted and might even lead to operating errors.

Note: There is no relationship between a device's suitability for movement gestures and for multi-touch capability, since many movement gestures can be made with just one finger.

Multi-touch capability

The number of input points that can be detected and evaluated simultaneously depends both on the actual touchscreen technology used as well as on the control unit. Systems with multi-touch capability can simultaneously detect and process signals from at least two touch points.

Note: There is no relationship between a device's suitability for gesture recognition and for multi-touch capability, since many touch gestures can be made with just one finger.

Haptic/tactile feedback

This form of feedback can be used to communicate through an additional sensory channel in addition to the usual optical and acoustic channels. For example, a virtual key could be made to protrude slightly from the touchscreen in addition to being represented graphically, or successful operation of a control might be acknowledged by a specific vibration pattern.

Proximity detection

Some technologies are not only able to detect actual contact points, but are also able to sense when the finger or stylus approaches the target object. An approaching touch element (e.g. finger) can be used to highlight a certain section of the screen, for instance. The direction from which the contact element (e.g. finger) is approaching can be evaluated for other purposes, e.g. to compensate for parallax errors (Figure 10).

Optical tag recognition

Some touchscreen technologies can also recognize objects and/or patterns (so-called tags, QR codes, barcodes, etc.). This function can also be used to transmit information to the system.

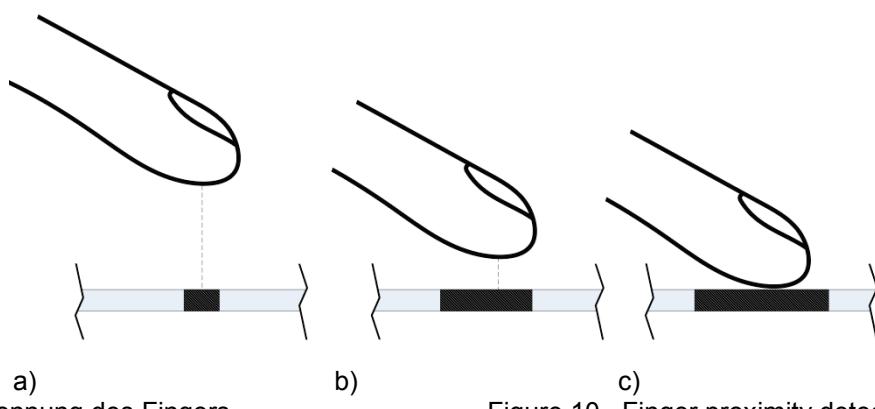


Bild 10. Naherkennung des Fingers

- a) noch weit entfernt – Objekt klein
- b) näher, aber noch nicht berührt – Objekt größer
- c) berührt – Objekt groß

5.3.3 Schutzeigenschaften

Schutzklassifikation/IP-Klassifizierung

Die IP-Klassifizierung (IP – Ingress Protection) definiert gemäß DIN EN 60529 die Eignung von elektrischen Betriebsmitteln für verschiedene Umgebungsbedingungen hinsichtlich Widerstandsfähigkeit gegen Fremdkörper und Flüssigkeiten.

Die unterschiedlichen Touchscreen-Technologien erlauben verschiedene Maßnahmen zur Abdichtung des Touchscreen-Systems gegen das Eindringen von Stoffen (Flüssigkeit, Gas, Schmutz usw.).

Eignung für Außeneinsatz

Beim Außeneinsatz kommt den nachfolgend aufgeführten Eigenschaften große Bedeutung zu:

- Oberflächenhärte
- Sicherheit vor Fremdauslösen
- Betriebstemperatur
- Schutzklassifikation/IP-Klassifizierung
- Kratzfestigkeit

Touchscreens können verkratzen, wenn sie in Berührung mit harten Gegenständen (Werkzeuge, Metallspäne usw.) kommen. Kratzer können die Arbeitsweise und Zuverlässigkeit des Touchscreens negativ beeinflussen und die Darstellung auf dem Bildschirm verändern. Die Kratzfestigkeit beschreibt die Widerstandskraft gegen Schäden aufgrund äußerer Einwirkung.

Reinigungsfähigkeit

Fingerabdrücke und Schlieren sind typisch für berührungsempfindliche Bildschirme, je nach Einsatzgebiet können auch Schmiermittel und andere Flüssigkeiten die Anzeige sowie die Bedienbarkeit beeinträchtigen.

Figure 10. Finger proximity detection

- a) still distant – object is small
- b) closer, but not yet in contact – object is larger
- c) touched – object is large

5.3.3 Protective properties

Protection classification/IP classification

As described in DIN EN 60529, the IP classification (IP – ingress protection) defines the suitability of electrical equipment for various environmental conditions with regard to resistance against ingress of foreign objects and liquids.

Different touchscreen technologies provide different measures for sealing the touchscreen system in order to prevent ingress of foreign matter (liquids, gases, dirt, etc.).

Suitability for outdoor use

The properties listed below are of great importance for outdoor use:

- surface hardness
- protection against being inadvertently triggered
- operating temperature
- protection classification/IP classification
- scratch resistance

Touchscreens may develop scratches if they come into contact with hard objects (tools, metal chips, etc.). Scratches may have a negative effect on the touch screen's reliability and may affect the appearance of objects on the screen. Scratch resistance is a measure of the device's ability to resist damage by external mechanical contact.

Cleanability

Fingerprints and smudges are typically found on touch-sensitive screens and, depending on where they are used, display quality and operability may also be impaired by lubricants and other liquids.

Die Oberfläche des Touch-Systems muss eingesetzt

- chemischen,
- physikalischen und/oder
- mechanischen

Reinigungstechniken standhalten können. Teils werden auch schon selbstreinigende Bildschirme eingesetzt.

Betriebstemperatur

Der Touchscreen funktioniert nur innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs zuverlässig.

Sicherheit vor Fremdauslösen

Umweltfaktoren können als Eingaben fehlinterpretiert werden, etwa Lichtstrahlen, Schmutz, Wasser, Insekten, Wärme, Vibration. Dies kann zu ungewollten Eingaben führen. Diese Eigenschaft beschreibt, wie sicher die Touchscreen-Technologie vor Fremdauslösen durch Fehlinterpretation von Umwelteinflüssen ist.

5.4 Kriterien für die Auswahl des richtigen Touchscreens

Technisch lassen sich Touchscreens auf unterschiedliche Weise realisieren. Eigenschaften einiger aktuell verbreiteter Technologien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Generell empfiehlt es sich, das Touchscreen-System bereits vor dem Kauf und idealerweise auch die Bedienoberfläche immer wieder unter echten Nutzungsbedingungen zu testen. Selbst geringe Unterschiede zwischen zwei Touchscreen-Typen können sich stark auf die Wahrnehmung von Bedienbarkeit und visueller Darstellung auswirken.

6 Grafische Aspekte bei der Gestaltung von Touchscreens

6.1 Einleitung

Bei der Gestaltung von Touchscreen-Bedienoberflächen sind die grundsätzlich für grafische Bedienoberflächen gültigen Anforderungen und Regeln zu beachten. So sind beispielsweise das Prinzip der aufgabenorientierten Gestaltung¹⁾, *Hick's Law*²⁾ und *Fitts' Law*³⁾ zu beachten.

¹⁾ Die Gestaltung der Oberfläche soll sich an der Aufgabe orientieren, die der Nutzer mit ihr durchführen soll („*Form follows function.*“). / The user interface design should be based on the task which the user is to perform with this interface (“*Form follows function.*”).

²⁾ Hick's Law beschreibt die Zeit zur Betätigung eines Bedienelements in Abhängigkeit von der Anzahl der zur Verfügung stehenden Wahlmöglichkeiten. / Hick's Law describes the time it takes for a person to make a decision as a result of the possible choices he or she has.

³⁾ Fitts' Law definiert den Zusammenhang zwischen der Zeit zum Erreichen eines Bedienelements und dessen Größe und Entfernung. / Fitts' Law defines the relationship between the time a user requires to reach a control element to the size of the control element and the distance between him and the control element.

The touchscreen surface shall withstand any

- chemical
- physical and/or
- mechanical

cleaning methods which may be used. In some cases, self-cleaning screens are already in use.

Operating temperature

The touchscreen will only operate reliably within a certain temperature range.

Protection against being inadvertently triggered

Environmental factors such as rays of light, dirt, water, insects, heat or vibration can be misinterpreted as input. Such factors can lead to inadvertent input. This property describes how well this touchscreen technology is protected against inadvertent triggering of events due to misinterpretation of environmental factors.

5.4 Criteria for selecting the most suitable touchscreen

Technically, touchscreens can be implemented in various ways. Table 1 shows the properties of currently-used technologies.

Generally speaking, it is recommended that the touchscreen system be tested before it is purchased and, ideally, that the user interface is also repeatedly tested under real use conditions. Even slight differences between two different types of touchscreen may have a strong impact on the user's perception of operability and visual presentation.

6 Graphical aspects of touchscreen design

6.1 Introduction

When designing and developing touchscreen user interfaces, the currently applicable rules and requirements for designing graphical interfaces shall be observed, for example, the principle of task-oriented design¹⁾, *Hick's Law*²⁾ and *Fitts' Law*³⁾.

Tabelle 1. Eigenschaften verbreiteter Technologien

Touchscreen-Technologie	Resistiv	Infrarot	In-Cell	PCAP
Kraft zur Touch-Aktivierung nötig	ja	nein	nein	nein
Multi-Touch-fähig	modellabhängig: ja (Dual-Touch)	ja	ja	ja
Erkennung von Verfahrgesten	bedingt	ja	ja	ja
Objekterkennung	nein	nein	ja	nein
Lichtdurchlässigkeit	mittel	sehr hoch	sehr hoch	hoch
Oberflächenhärte	gering	sehr hart	sehr hart	sehr hart
Ungewolltes Auslösen möglich	nur durch mechanische Einwirkung	durch Licht und Gegenstände	durch Licht und Gegenstände	modellabhängig: leitende Gegenstände, teils auch Flüssigkeiten
Handschuhbedienung	uneingeschränkt	uneingeschränkt	uneingeschränkt	mit Baumwoll- und Latexhandschuhen, leichten Lederhandschuhen

Table 1. Properties of widely-used technologies

Touchscreen technology	Resistive	Infrared	In-cell	PCAP
Force required for touch activation	yes	no	no	no
Multi-touch capability	depends on model: yes (dual-touch)	yes	yes	yes
Recognition of movement gestures	under certain conditions	yes	yes	yes
Object recognition	no	no	yes	no
Light transmittance	medium	very high	very high	high
Surface hardness	low	very hard	very hard	very hard
Inadvertent triggering possible	only by mechanical action	by light and objects	by light and objects	depends on model: conductive objects, in some cases liquids
Glove operation	no limitations	no limitations	no limitations	with cotton and latex gloves, thin leather gloves

Darüber hinaus bestehen bei Touchscreens allerdings zusätzliche Anforderungen, auf die in diesem Abschnitt eingegangen wird.

Als sinnvolle Unterscheidungen von Elementklassen haben sich für Touchscreens die bereits von klassischen (maus- und tastaturbasierten) Bedienoberflächen bekannten bewährt:

- konstante Bildschirmelemente (Ausgabe von statischen Werten, z.B. Beschriftungen)
- reine Ausabeelemente (Ausgabe von sich dynamisch ändernden Werten, z.B. Ausgabe einer Ist-Temperatur)
- Eingabeelemente (möglicherweise kombiniert mit einem Ausabeelement oder mit einer zusätzlichen Bestätigung, z.B. Eingabe eines Sollwerts)

However, there are a number of additional requirements that apply only to touchscreens, and these are dealt with in the following section.

The distinctions made for the element classes in traditional (mouse-based and keyboard-based) user interfaces have proven to be equally practical for touchscreen user interfaces:

- non-varying screen elements (output of static values, e.g. screen labels)
- output-only elements (output of dynamically changing values, e.g. display of an actual temperature)
- input elements (possibly combined with an output element or with an additional action, e.g. input of a set-point value)

Prinzipiell gelten für Touchscreen-Bedienoberflächen die gleichen Gestaltungsprinzipien wie für klassische Bedienoberflächen; auf Abweichungen wird im Folgenden eingegangen.

6.2 Größe von Bedienelementen

Bei der Größengestaltung der einzelnen Bedienelemente spielen zwei Faktoren eine Rolle, die im Zusammenspiel die erforderliche Mindestgröße bestimmen:

- Größe passend für Fingerbedienung
- Größe passend zur Bediensituation

Größe passend für Fingerbedienung

Bei der Gestaltung muss darauf geachtet werden, dass die Schaltflächen problemlos mit dem Finger betätigt werden können. Die Schaltfläche der Anzeige sollte etwa gleich oder größer als die Fingerfläche des Bedieners sein (vergleiche DIN EN ISO 9241-410). Bedienelemente wie Bildlaufleisten, Radiobuttons oder Checkboxen müssen für den Einsatz am Touchscreen entsprechend entworfen werden.

Bei Bedienelementen sollte der berührungsempfindliche Bereich mindestens 15 mm hoch und 15 mm breit sein, der Abstand bzw. die inaktive Fläche zwischen zwei Schaltflächen sollte 3 mm nicht unterschreiten⁴⁾. Auf diese Weise sinken die Fehlbedienungsrate und die Bedienzeit (Bild 11).

In principle, the same design principles apply to touchscreen user interfaces as to traditional user interfaces. Deviations are explained in the following sections.

6.2 Size of control elements

With regard to the size of individual control elements, two combined factors play a role in determining the required minimum size:

- The size must be suitable for finger operation.
- The size must be appropriate for the operating conditions.

Size suitable for finger operation

When designing control elements, attention must be paid to ensure that buttons can be easily operated with one finger. The buttons on the display should be the same size as or a little larger than a user's finger (see also DIN EN ISO 9241-410). Control elements such as scroll bars, radio buttons or checkboxes shall be appropriately designed for use on touchscreens.

The touch-sensitive area of control elements should be at least 15 mm high and 15 mm wide, and the distance, i. e. the inactive surface, between two buttons should not be less than 3 mm⁴⁾. In this way, the number of operating errors and the operating time can be reduced (Figure 11).

⁴⁾ Bei den vorliegenden Quellen (DIN EN ISO 9241-410, MIL-STD-1472G, VDI/VDE 3850 Blatt 3:2004-03, DIN 33402-2, [1 bis 4]) ergibt sich kein einheitliches Bild bezüglich der Größe von Schaltflächen für Touchscreens. Die vorliegende Empfehlung für die Größe von Schaltflächen sowie für die Abstände dazwischen bezieht sich auf DIN EN ISO 9241-410, VDI 3850 Blatt 3:2004-03 und MIL-STD-1472G.

Die hier genannte Empfehlung beruht auf der Abwägung dieser Argumente:

- Die Eingabepräzision aktueller Touchscreens lässt kleinere Mindestgrößen zu, als sie z.B. in DIN EN ISO 9241-410 empfohlen sind.
- Die Herleitung der Empfehlungen aus DIN EN ISO 9241-410 klärt nicht auf darüber, welche Maße des 95. Perzentils (männlich) des zweiten Fingers gemeint sind: Fingerbreite, Fingerlänge, Größe der Auflagefläche bei Berührung in einem bestimmten Winkel.

Die Fingerbreite selbst liegt beim 95. Perzentil (männlich) bei 20 mm (DIN 33402-2). Die Auflagefläche selbst ist sicher um ein paar Millimeter geringer.

- Laut DIN EN ISO 9241-410 sollen die Abmessungen des berührungsempfindlichen Bereichs den Abmessungen vom 95. Perzentil (männlich) des zweiten Fingers entsprechen. Wendet man dies auf die Fingerbreite an, so ergibt sich daraus für die Breite von Schaltflächen 20 mm (DIN CEN ISO/TR 7250-2:2011:7), doch wird über die Höhe nichts ausgesagt. Der Abstand zwischen den Schaltflächen sollte nach dieser Norm 5 mm betragen.
- Die in VDI 3850 Blatt 3:2004-03 enthaltene Unterscheidung zwischen rechteckigen und kreisförmigen Schaltflächen ist für die Autoren der Neufassung dieser Richtlinie von 2014 nicht nachvollziehbar.
- Die in VDI 3850 Blatt 3:2004-03 enthaltene Unterscheidung zwischen rechteckigen Schaltflächen (horizontal ausgerichtet, also mehr Breite als Höhe) und quadratischen Schaltflächen ist aus heutiger Sicht überholt [6]. Deshalb empfehlen die Autoren, dass in Bezug auf die Mindestlänge einer Kante nicht zwischen rechteckigen und quadratischen Schaltflächen unterschieden wird, sondern für alle Kanten dieselbe Mindestlänge gilt.
- MIL-STD-1472G legt eine Kantenlänge von 15 mm (Minimum) bis 38 mm (Maximum) fest. Der Abstand zum nächsten Element soll demnach 3 mm bis 6 mm betragen.

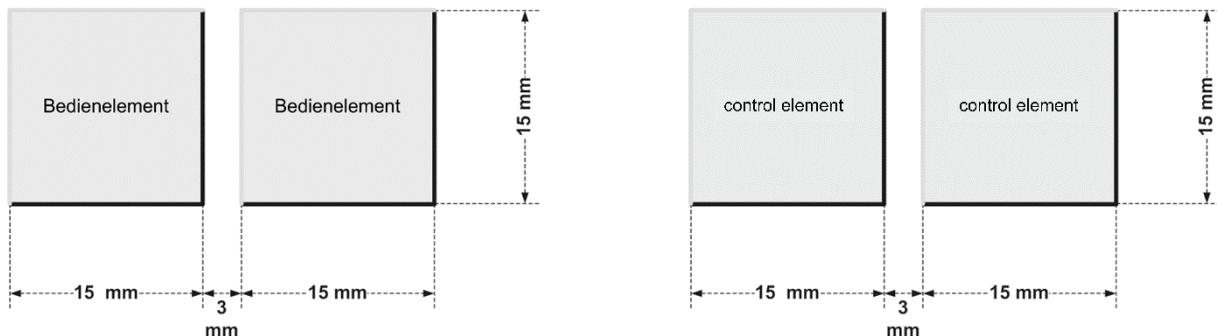


Bild 11. Mindestmaße eines Bedienelements nach MIL-STD-1472G

Für alphanumerische Eingaben mit einer Bildschirm tastatur sind nach MIL-STD-1472G kleinere Größen (mindestens 13 mm hoch und 13 mm breit) zulässig, da Fehleingaben leicht rückgängig gemacht werden können. Der Abstand zwischen den Schaltflächen darf entfallen.

Diese Maße sind unabhängig von der Bildschirmgröße und Auflösung gültig. Auch bei kleineren Bildschirm diagonalen sollte möglichst auf die Einhaltung geachtet werden, selbst wenn die darstellbare Informationsmenge stark begrenzt ist. Ist die Informationsmenge nicht darstellbar, wird der Einsatz eines größeren Bildschirms oder die Reduzierung der Informationsmenge empfohlen.

Sollte es nicht möglich sein, die geforderten Größen für Bedienelemente einzuhalten, existieren folgende Möglichkeiten, um die Bediengenauigkeit zu erhöhen:

Figure 11. Minimum dimensions of a control element according to MIL-STD-1472G

According to MIL-STD-1472G, smaller buttons (at least 13 mm high and 13 mm wide) are permitted for alphanumerical input via an on-screen (touch) keyboard, since wrong entries can be easily corrected. A separation distance is not necessarily required.

These dimensions apply irrespective of the screen size and resolution. Compliance to these dimensions should be ensured as far as possible on smaller screens as well, even if this considerably limits the amount of information that can be displayed. If, as a result, the required amount of information cannot be displayed, the use of a larger screen or reduction of the amount of information is recommended.

If it is not possible to comply to the required dimensions for control elements, there are a number of ways to increase operating accuracy, as follows:

⁴⁾ Existing sources of reference (DIN EN ISO 9241-410, MIL-STD-1472G, VDI/VDE 3850 Part 3:2004-03, DIN 33402-2, [1 to 4]) offer no consensus on the size of buttons to be used on touchscreens. The recommendations given in this standard concerning the size of buttons and the distances between buttons are based on DIN EN ISO 9241-410, VDI 3850 Part 3:2004-03 and MIL-STD-1472G.

The recommendation given here is based on careful consideration of the following arguments:

- The input precision of modern touchscreens allows smaller minimum sizes than those recommended in DIN EN ISO 9241-410, for example.
- Recommendations derived from DIN EN ISO 9241-410 do not explain exactly which dimensions of the second finger of the 95th percentile (male) are meant: width of finger, length of finger, size of contact area when touching the screen at a certain angle.
The width of the finger of a 95th percentile (male) is 20 mm (DIN 33402-2). The actual area of contact is most certainly a few millimetres less.
- According to DIN EN ISO 9241-410, the dimensions of the touch-sensitive area shall be equal to the dimensions of the second finger of the 95th percentile (male). If one applies this rule to the width of the finger, the buttons must be 20 mm wide (DIN EN ISO/TR 7250-2:2011:7). However, no recommendation is given for the height. According to this standard, the distance between buttons should be 5 mm.
- The authors of the new version of VDI/VDE 3850 Part 3 (2014 version) do not understand why a distinction between rectangular and circular buttons was made in the earlier version – VDI/VDE 3850 Part 3:2004-03.
- The distinction made in VDI/VDE 3850 Part 3:2004-03 between rectangular buttons (horizontal orientation, i.e. wider than they are high) and square buttons is outdated from the present perspective [6]. For this reason, the authors recommend that with regard to the minimum length of an edge, no difference is made between rectangular and square buttons, but that the same minimum length shall apply for all edges.
- MIL-STD-1472G specifies an edge length of 15 mm (minimum) to 38 mm (maximum). Accordingly, the distance between one element and the next shall be between 3 mm and 6 mm.

- Lupenautomatik

Bei annäherungssensitiven Touchscreens besteht die Möglichkeit, den unter dem sich nährenden Finger liegenden Bereich wie bei einer Lupe etwas vergrößert darzustellen (siehe Bild 10).

- unsichtbare berührempfindliche Flächen (Bild 12)

Einzelne Hersteller von Touchscreens setzen größere, unsichtbare Bedienbereiche um ein Bedienelement ein mit dem Ziel, die Eingabegenauigkeit zu erhöhen.

Anmerkung: Ein Beispiel hierfür stellt eine virtuelle Tastatur dar, bei der abhängig von den vorher getippten Buchstaben die Bedienbereiche für wahrscheinliche Folgebuchstaben unsichtbar vergrößert werden, um eine schnellere Eingabe zu ermöglichen.

Anwendungsfälle dieser Gestaltungsmöglichkeit sind unbedingt auf mögliche Risiken (Fehlbedienung) zu prüfen; Priorität sollte stets die Bediensicherheit haben. Virtuelle Tastaturen eignen sich hierfür, bedingen jedoch zusätzlichen technischen Aufwand, etwa die semantische Interpretation der Eingabe und die dynamische Anpassung der berührempfindlichen Bereiche. Bei Radiobuttons und Checkboxen sollte dieser Effekt angewendet werden, um auch durch Tippen auf das zugehörige Label den Status des Bedienelements ändern zu können.

Beispiel (Bild 12)

Nach Eingabe des Zeichens „W“ ergibt die systemseitige Interpretation der eingegebenen Phrase, dass mit höherer Wahrscheinlichkeit als nächstes der Buchstabe „E“ eingegeben werden soll; daraufhin wird der berührempfindliche Bereich dynamisch angepasst, also für „E“ vergrößert. Nachdem „E“ eingegeben wurde, ist die nächste wahrscheinliche Eingabe ein „R“ oder ein „T“, woraufhin die berührempfindlichen Bereiche beider Schaltflächen vergrößert werden.

Größe passend zur Bediensituation

Die Größe und Abstände der Schaltflächen sollten stets unter Berücksichtigung der späteren Bediensituation bestimmt werden.

Die folgenden Randbedingungen können eine Vergrößerung der Fläche bzw. der Abstände erforderlich machen:

- automatic magnifier

With proximity-sensitive touchscreens, the area beneath the approaching finger can be displayed larger, as if through a magnifying glass (see Figure 10).

- hidden touch-sensitive areas (Figure 12)

Some touchscreen manufacturers implement larger, hidden control areas around a control element with the aim of increasing input accuracy.

Note: One example of this is a virtual keyboard in which, depending on the previously typed-in character, the control areas around the characters which will most probably follow are enlarged in order to achieve faster input.

Applications using this design feature shall on all accounts be tested for possible risks (incorrect operation); operating reliability should always have priority. Virtual keyboards are suitable for this purpose, but require additional technical effort, for example in terms of the semantic interpretation of input and dynamic adaptation of touch-sensitive areas. In the case of radio buttons and checkboxes, this effect should be used to allow changing of the status of the control element by tapping on the corresponding label.

Example (Figure 12)

After the character “W“ has been entered, the system assumes that, on the basis of its interpretation of the previously entered phrase, the next character to be entered will very probably be an “E”; so the touch-sensitive area is dynamically adapted i.e. the area around “E” is enlarged. After “E” has been entered, the next most probable characters are “R” and “T”, and so the touch-sensitive areas around both of these buttons are enlarged.

Size appropriate for the operating conditions

When determining the size of buttons and the separation distance between them, due consideration should always be given to the foreseen operating conditions.

The following boundary conditions may make it necessary to enlarge the area and/or the separation distances:

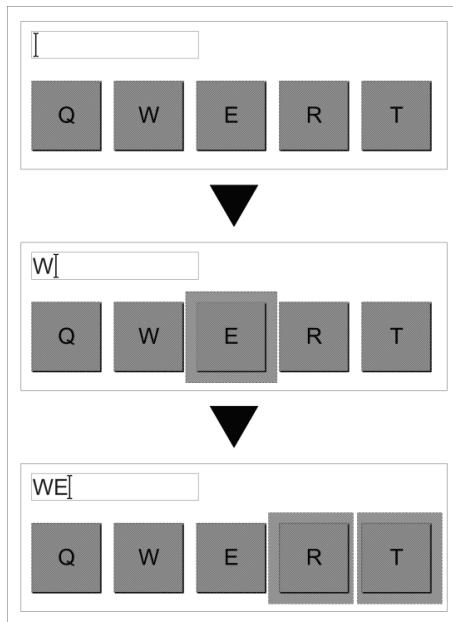


Bild 12. Unsichtbare berührempfindliche Flächen am Beispiel einer virtuellen Tastatur (Ausschnitt)

- Einsatz von Arbeitshandschuhen: Soll der Touchscreen mit Arbeitshandschuhen bedient werden, ist diesem durch entsprechend vergrößerte Schaltflächen Rechnung zu tragen.
- Zeitkritisches Umfeld: Sind Arbeiten in einem zeitkritischen Umfeld zu erledigen, sollte es dem Bediener durch größere Schaltflächen ermöglicht werden, diese schneller zu finden und zu betätigen.
- Kritische Bedienaufgabe: Handelt es sich um eine kritische Bedienaufgabe, kann durch eine vergrößerte Schaltfläche und größere Abstände die Fehlbedienrate gesenkt werden.

Anmerkung: Bei Geräten mit kleinen Touchscreens (z.B. Smartphones) werden häufig kleinere Bedienelemente verwendet, doch werden diese in aller Regel in einem weniger kritischen Kontext eingesetzt. Sofern dennoch für solche Produkte Benutzungsschnittstellen für kritische Aufgaben gestaltet werden, sollten auch hier größere Schaltflächen und Abstände verwendet werden, um das Risiko einer Fehlbedienung zu minimieren.

6.3 Gestaltung von Bedienelementen

Der Nutzer muss unmittelbar erkennen können, ob ein Element einer Benutzungsschnittstelle eine Bedienung zulässt oder nicht – das Element muss den entsprechenden Aufforderungscharakter besitzen (siehe auch VDI/VDE 3850 Blatt 1, Abschnitt 5.2).

Die im vorherigen Abschnitt 6.2 angesprochenen Anforderungen an die Größe von Bedienelementen erzwingen oftmals deren komplette Neugestaltung, wobei die Gefahr eines vermindernten Aufforderungscharakters der entstehenden Bedienelemente besteht. Dies kann folgende Gründe haben:

Figure 12. Hidden touch-sensitive areas using a virtual keyboard as an example (detail)

- Use of work gloves: if the touchscreen is to be operated with work gloves, the buttons must be enlarged appropriately.
- Time-critical environment: if work is to be performed in a time-critical environment, the buttons should be made larger so that the operator can find and actuate them more quickly.
- Critical control task: if the control task is critical, the frequency of operating errors can be reduced by using larger buttons and wider separation distances.

Note: For devices with small touchscreens (e.g. smart phones), often smaller control elements are used, but these are normally used in a less critical context. However, if user interfaces for critical tasks are to be developed for products of this kind, larger buttons and separation distances should be used here, too, in order to minimize the risk of operating errors.

6.3 Control element design

The user must be able to recognize immediately whether an element of a user interface allows operation or not – the element shall have the appropriate affordance (see also VDI/VDE 3850 Part 1, Section 5.2).

Requirements on the size of control elements as addressed above in Section 6.2 often force the developer to totally redesign the interface, thus increasing the risk of reducing the affordance of the new control elements. This may be due to the following reasons:

- fehlende oder im Vergleich zu Desktop-Systemen weniger verbreitete Standards zur Bedienoberflächengestaltung
- Anforderungen durch das Corporate Design
- beschränkte Möglichkeit für „Mouse-over“- und „Fokus“-Effekte bei Touchscreens

Eine einfache und bewährte Gestaltungsmethode ist, bedienbare Bereiche oder Elemente dreidimensional und temporär nicht bedienbare Bereiche zweidimensional zu gestalten⁵⁾. Gleichwohl sind andere Gestaltungsmethoden möglich oder damit kombinierbar (etwa der selektive Einsatz von Farben). Die gewählte Methode bzw. Kombination von Methoden muss geeignet sein, bedienbare von nicht bedienbaren Bereichen zu unterscheiden, und sollte konsistent über das ganze technische System (z.B. eine komplette Anlage) verwendet werden.

6.4 Rückmeldung von Bedienelementen

Eine Rückmeldung (Feedback) von Bedienelementen zeigt dem Nutzer an, dass das entsprechende Element aktiviert wurde. Dadurch wird vermieden, dass der Bediener die Aktion wiederholt (und damit unter Umständen doppelt auslöst oder rückgängig macht), da er nicht erkennt, ob die erste Betätigung registriert wurde.

Zusätzlich zu visueller Rückmeldung sollte abschaltbare akustische und/oder haptische Rückmeldung eingesetzt werden (siehe VDI/VDE 3850 Blatt 1, Abschnitt 5.5.4 und Abschnitt 5.2.2.5).

Visuelle Rückmeldung kann dem Bediener mittels einer Animation des Bedienelements übermittelt werden (siehe VDI/VDE 3850 Blatt 1, Abschnitt 5.2.2.6). Hierzu eignen sich beispielsweise ein (kurzfristiger) Farbumschlag, ein Rahmen oder eine Animation, die das Betätigen einer realen Taste nachbildet (Bild 13). Bei der Nutzung von visueller Rückmeldung ist generell zu beachten, dass der gewählte Effekt nicht (vollständig) durch den betätigenden Finger verdeckt wird (Bild 13).



Bild 13. Rahmung als Realisierungsmöglichkeit für eine optische Rückmeldung

- lack of standards, or in comparison to desktop systems, less common standards on user interface design
- corporate design requirements
- limited possibilities of implementing “mouse-over” and “focus” effects on touchscreens

One simple and tried-and-tested design method is to make operable areas or elements appear three-dimensional, and areas which are temporarily not operable two-dimensional⁵⁾. Nevertheless, other design methods (e.g. selective use of colour) are possible as well and can be combined with the aforesaid method. The selected method or combination of methods must be suitable for distinguishing operable from non-operable elements and should be used consistently for the entire technical system (e.g. for a complete plant).

6.4 Feedback from control elements

Feedback from a control element indicates to the user that the respective element has been actuated. This prevents the user from repeating the action (which in some cases would result either in the action being triggered twice or being cancelled), since he has no way of knowing whether the first action was registered or not.

In addition to visual feedback, acoustic and haptic/tactile feedback which can be switched on and off as required should be used (see VDI/VDE 3850 Part 1, Section 5.5.4 and Section 5.2.2.5).

Visual feedback can be provided to the user by animating control elements (see VDI/VDE 3850 Part 1, Section 5.2.2.6). Suitable actions here are, for example, a (brief) change of colour, a frame, or an animation that emulates the pressing of a real key (Figure 13). When using visual feedback processes, care should be taken that the selected effect is not (totally) covered by the finger carrying out the action (Figure 13).



Figure 13. Frame used as a design element for visual feedback

⁵⁾ Diese Gestaltungsform folgt der sogenannten „Reliefmetapher“: Bedienelemente „recken“ sich dem Nutzer entgegen, statische Elemente bleiben in der Ebene, Eingabeelemente stehen vertieft, um den Nutzer zur Eingabe „in das System hinein“ aufzufordern. / This design form follows the so-called “relief metaphor”: control elements “protrude” towards the user, static elements remain on the level, input elements are recessed in order to prompt the user to make entries “into the system”.

6.5 Anordnung von Bedienoberflächenelementen

Bei der Fingerbedienung auf Touchscreens sind der Ein- und der Ausgabeort identisch. Diese Tatsache stellt gegenüber „klassischen Visualisierungen“ zusätzliche Anforderungen an die Anordnung der Bedienoberflächenelemente, da es im Gegensatz zu einer Bedienung mit Maus und Tastatur zur Verdeckung wichtiger Elemente kommen kann. Die Hand oder der Arm wird zur Ausführung von Touch-Gesten im Allgemeinen von seitlich unten auf den Touchscreen geführt. Bei der Bedienung verdeckt die sich annähernde Hand einige Elemente, die unterhalb des anvisierten Bedienelements platziert sind. Dadurch ergeben sich sowohl lokale (betreffen nur das Bedienelement und die unmittelbar dazugehörigen Elemente) als auch globale Anforderungen (betreffen die gesamte Bedienoberfläche) an die Platzierung von Bedienoberflächenelementen.

Lokale Anforderungen

Zu Bedienelementen gehörende Beschriftungen und Ausgabeelemente sollten während der Bedienhandlung erkennbar bleiben. Bei einer Anordnung direkt unterhalb des Bedienelementes besteht allerdings die Gefahr einer Verdeckung durch den/die an der Bedienhandlung beteiligten Finger oder den Handrücken. Bild 14a demonstriert diese Problematik anhand eines Schiebereglers, dessen Skala durch die Fingerbedienung verdeckt wird. Zur Vermeidung dieser lokalen Verdeckung sollte die Beschriftung also entsprechend im oberen Bereich eines Elements oder unmittelbar oberhalb des Elements platziert sein (Bild 14b).

Globale Anforderungen

Das Ausführen von Touch-Gesten von unten hat nicht nur Auswirkungen auf die lokale Anordnung von Beschriftungen, sondern auch auf die globale Gestaltung der Bedienoberfläche. Ein Beispiel hierfür sind auf dem Bildschirm angeordnete Parameter, die eine zu einem Bedienelement gehörende Funktionalität genauer bestimmen. Diese sollten ebenfalls während der Bedienhandlung sichtbar bleiben, können aber unter Umständen durch die Hand und/oder den Arm des Nutzers verdeckt werden. Ähnliches gilt für Ausgabeelemente, die der Nutzer während einer Bedienhandlung beachten muss. Solche Verdeckungen sollten durch ein passendes Bildschirmlayout verhindert bzw. zumindest minimiert werden.

Als prinzipiell vorteilhaft hat es sich vor diesem Hintergrund erwiesen, innerhalb einer Bedienaufgabe verwendete Aktionsschaltflächen bei Touchscreens am unteren Bildschirmrand anzurufen.

6.5 Arrangement of user interface elements

When operating touchscreens with a finger, the input and output positions are identical. This puts additional demands on the arrangement of the user interface elements as compared to “classical visualization”, since in contrast to operation using a mouse and a keyboard, important elements might be obscured on a touchscreen if they are not carefully arranged. Normally, the hand or arm is moved upwards and sideways on the touchscreen in order to make touch gestures. During this action, the approaching hand obscures some elements which are positioned below the targeted control element. Consequently, both local (affecting only the control element and the elements directly belonging to it) and global requirements (affecting the entire user interface) concerning the positioning of user interface elements arise.

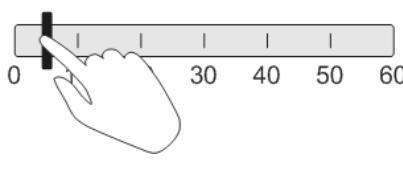
Local requirements

Labels and output elements belonging to control elements should remain visible during operation. However, if they are arranged directly beneath the control element, there is a danger of them being obscured by the finger(s) carrying out the operating action or by the user's hand. Figure 14a shows this problem using the example of a linear control element (slider) whose scale is obscured by finger operation. In order to avoid this problem, the labels should be located either in the upper part of an element or directly above it (Figure 14b).

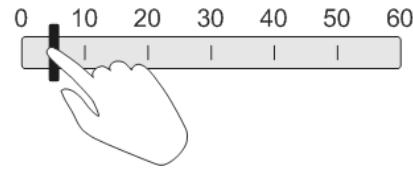
Global requirements

The execution of touch gestures in an upward direction not only affects the arrangement of labels, but also the general design of the user interface. One example are the on-screen parameters, which determine more precisely the functionality associated with a particular control element. These parameters should also remain visible during the operating action, but may sometimes be obscured by the user's hand and/or arm. The same applies for output elements which the user has to observe when operating a control element. The screen layout should be designed in such a way that such output elements are not obscured, or are obscured as little as possible.

In view of the above considerations, arranging the action buttons used for one and the same control task at the lower edge of the screen has proven to be favourable. The buttons for all functions for



a)



b)

Bild 14. Platzierung der Beschriftung von Eingabeelementen

- a) mit Verdeckung
- b) ohne Verdeckung

Alle Funktionen, bei deren Benutzung die Informationen im Zentrum des Bildschirms bedeutsam sind, sollten unten angeordnet werden. Funktionen, für die die dargestellten Informationen irrelevant sind (dies kann anwendungsfallabhängig die Hauptnavigation sein) können auch oben angeordnet werden. Falls kein Platzproblem oder Zielkonflikt besteht, ist die Platzierung unten vorzuziehen.

Bei Platzierung von sehr häufig benutzten Bedienelementen an den Seitenrändern, wie der Menüsteuerung, kann nicht vorhergesagt werden, ob Nutzer diese mit der linken oder der rechten Hand bedienen werden. Das heißt, dass es bei Platzierung dieser Elemente am linken oder am rechten Anzeigerand zu sehr starker Verdeckung durch Rechts- bzw. Linkshänder kommen kann.

7 Funktionalität

Die Eingaben über die Benutzungsschnittstelle eines Touchscreens erfolgen durch eine Touch-Geste. Diese besteht häufig aus einem simplen Antippen des Bildschirms an einer bestimmten Stelle (z.B. das Auslösen einer Schaltfläche durch Tippen), kann aber auch wesentlich komplexere Touch-Gesten einnehmen, z.B. ploide Touch-Gesten oder das Zeichnen eines komplexen Musters (etwa als „Passwort“ zur Authentifizierung am System).

Aktivierbare Elemente der Benutzungsschnittstelle sollen in der Regel durch Tippen aktiviert werden. Auch auf mehrfaches Tippen, langes Drücken oder Ziehen können Funktionalitäten gelegt werden, doch sind diese oft nicht selbsterklärend. Je nachdem, welche Art von Element benutzt wird, kann eine Bedienfunktion und/oder eine Anwendungsfunktion ausgelöst werden. Typische Bedienfunktionen sind Animationen zur Darstellung von Zustandsänderungen an Bedienelementen (z.B. „Schaltfläche gedrückt“), das Auswählen oder das

Figure 14. Positioning of labels and lettering of input elements

- a) some numerals are obscured
- b) numerals are all visible

which the information displayed in the central area of the screen is important should be placed at the bottom of the screen. Functions for which the displayed information is irrelevant (depending on the application, this may even be the main navigation functions) can also be located at the top of the screen. If there is no shortage of space or if there is no conflict of objectives, it is preferable to position control elements at the bottom of the screen.

If frequently-used control elements such as menus are positioned at the side of the screen, the problem is that it is not known whether the user will use his right hand or his left hand to operate them. This means that locating these elements at the left-hand or right-hand edge of the display may lead to a large area of the screen being obscured if the user is right-handed or left-handed, respectively.

7 Functionality

Entries are made on the user interface of a touchscreen by means of touch gestures. These often consist of a simple tap at a certain point on the screen (e.g. operating a button by tapping it), but can require much more complicated actions in some cases, e.g. polyploid touch gestures or the “drawing” of a complex pattern (for example a password to authentify the user).

Those user interface elements which can be activated should normally be activated by tapping, if possible. Functions can also be assigned to other gestures consisting of multiple taps, long-press or swipe actions. Unfortunately, these are often not self-explanatory. Depending on what kind of element is used, either a control function and/or an application function can be triggered. Typical control functions are animations to display a change in status of control elements (e.g. “button is pressed”), selection or moving of display areas.

Verschieben von Anzeigebereichen. Anwendungsfunktionen sind z.B. Drucken, Öffnen, Speichern.

Die Möglichkeiten der Auswertung von Nutzereingaben sind grundsätzlich abhängig von der verwendeten Touchscreen-Technologie (siehe Abschnitt 5). Entsprechende Funktionalitäten sollten unbedingt frühzeitig auf der gewählten Hardware getestet werden, oder die konzeptuellen Anforderungen sollten die Auswahl der Hardware bestimmen.

Grundsätzlich sollen das Aussehen der Bedienelemente und deren Benutzung den Nutzer zur Verwendung auffordern und aus Sicht des Nutzers erwartungskonform sein, um so eine intuitive Benutzung zu erreichen (siehe auch Abschnitt 6). Beispielsweise könnte eine Schaltfläche im Grundzustand leicht erhaben dargestellt werden und vertieft, wenn sie sich in gedrücktem Zustand befindet.

Nachfolgend sind typische Funktionalitäten beispielhaft beschrieben. Sie sollen als Grundlage für die Gestaltung eigener Funktionen dienen.

7.1 Auslösen

Die einer Touch-Geste zugeordnete Anwendungsfunktion kann auf mehrere Arten angestoßen werden:

- First-Touch-Auslösung
- Last-Touch-Auslösung
- Kombinationen von First- und Last-Touch-Auslösung

7.1.1 First-Touch-Auslösung

Eine Anwendungsfunktion wird bereits zu Beginn einer Touch-Geste ausgelöst, also schon beim Hit-Ereignis. „First-Touch“ birgt das Risiko von Fehlbedienung in sich, da es keine Möglichkeit zum Abbruch des Kommandos durch Abbrechen der Touch-Geste gibt, und sollte deshalb mit Bedacht eingesetzt werden.

First Touch kann zweckmäßig sein, wenn die Funktion typischerweise mehrfach hintereinander aufgerufen wird, z.B. bei einer Auf-Ab-Schaltfläche: Beim Tippen auf eine Schaltfläche wird ein Wert um eine Stufe erhöht bzw. verringert. Bleibt die Schaltfläche gedrückt, wird der Wert kontinuierlich weiter erhöht/verringert, bis das Release-Ereignis eintritt, etwa indem der Nutzer den Finger vom Schalter wieder anhebt.

7.1.2 Last-Touch-Auslösung

Eine Anwendungsfunktion wird mit dem Ende der Touch-Geste („Release“) ausgelöst.

Last Touch ermöglicht dem Nutzer, ein versehentliches Berühren eines Bedienelements (Hit-

Application functions include, for example, “print”, “open” and “save”.

The possible means of evaluating user input always depend on the touchscreen technology used (see Section 5). It is imperative that the corresponding functionalities be tested on the chosen hardware at an early stage. Alternatively, the design requirements should determine the choice of hardware.

Basically, the appearance of the control elements and their purpose should “invite” the user to use them and, from the aspect of the user, the function should conform to his expectations, thus enabling intuitive operation (see also Section 6). For example, a “latching” button can be displayed slightly raised in its default state and slightly recessed when it has been pressed.

Examples of typical functionalities are described in the following sections. These are intended to provide a basis for the developer’s own function designs.

7.1 Triggers

The application function assigned to a touch gesture can be triggered in several ways:

- first-touch trigger
- last-touch trigger
- combinations of first-touch and last-touch triggers

7.1.1 First-touch trigger

An application function is triggered right at the beginning of a touch gesture, i.e. by the hit event. “First-touch” triggering involves the risk of operating errors, since there is no way of aborting the command by interrupting the touch gesture. For this reason it should be used with great caution.

First-touch triggering can be useful if a function has to be called up several times consecutively, e.g. for a jog up/jog down button: when the user taps the button, a value is increased or decreased by one increment, respectively. If the user keeps the button pressed down (long-press), the value is increased/decreased continuously until a release event occurs, i.e. until the user lifts his finger off the button.

7.1.2 Last-touch trigger

An application function is triggered by the end of the touch gesture (“release event”).

Last-touch triggers allow the user to abort an unintentional hit event, i.e. touching a control

Ereignis) folgenlos zu beenden: Stellt der Nutzer nach Hit auf ein Element fest, dass er dieses Element gar nicht benutzen wollte, so kann er per Move aus dem Aktivierungsbereich des versehentlich selektierten Elements herausziehen und dann außerhalb des Elements das Release-Ereignis auslösen, also „*loslassen*“.

Bei Last-Touch-Auslösung erfolgt Bedienfunktionalität auf dem Hit- oder Move-Ereignis, um Rückmeldung zu geben. Anwendungsfunktionalität wird jedoch erst beim Release-Ereignis ausgelöst.

Beispiel

Eine Schaltfläche wird durch das Hit-Ereignis als „gedrückte Taste“ dargestellt und durch das Release-Ereignis wieder im Grundzustand, und die hinterlegte Funktion wird angestoßen. Durch die Nachahmung einer Taste oder eines Kippschalters wird die Selbstbeschreibungsfähigkeit erhöht. Reiter („Tabs“) folgen zwar einer anderen Metapher, dennoch wird empfohlen, auch bei ihnen das Hit-Ereignis in der Darstellung sichtbar zu machen, um Rückmeldung zu geben und dem Nutzer somit im Fall einer Fehleingabe wie oben beschrieben durch ein Move-Ereignis aus dem Reiter hinaus und Release-Ereignis außerhalb des Reiters dessen Aktivierung mit Last Touch zu vermeiden.

7.1.3 Kombinationen von First- und Last-Touch-Auslösung

Es sind auch Kombinationen von First- und Last-Touch-Auslösung möglich, wenn das Hit- oder Move-Ereignis selbst eine Teilfunktion auslöst oder als Parameter mit in die hinterlegte Funktion einfließt.

Beispiel 1

Bei einer Scrollbar wird das Move-Ereignis genutzt, um den Inhalt synchron relativ zur aktuellen Position des Schiebers zu verschieben. Mit dem Hit- oder Move-Ereignis werden als Parameter Informationen über den anzuzeigenden Inhalt gesetzt.

Beispiel 2

Menüs werden durch das Hit-Ereignis, kaskadierte Untermenüs durch das Move-Ereignis geöffnet und schließlich die Menüoptionen durch Release-Ereignis aktiviert. Zusätzlich ist das Öffnen von Menü und Untermenü sowie final das Auslösen einer Menüoption jeweils durch Tippen, also einzelne Last-Touch-Interaktionen, ebenfalls möglich.

7.2 Auswählen

Je nach der Logik, die einer Liste mit auswählbaren Elementen zugrunde liegt, soll einer der folgenden Auswahlmodi angewendet werden.

element inadvertently, without this having any effect on the control action. If the user, after first touching the screen (“hit event”), realizes that he did not really wish to use this control element, he can use a movement gesture to leave the activation area of the unintentionally selected element and then execute the release event, i.e. lift his finger off the screen, outside of the element.

In last-touch triggering, the control function is assigned to the hit or move event in order to provide feedback. The application function is not triggered until the release event occurs, however.

Example

A button is displayed as a “pressed button” after a hit event and is returned to its default state when the release event occurs. This action triggers the function dedicated to this button. Displaying the control element as a (non-latching) button or a toggle switch on the screen enhances the self-explanatory nature of the button. Even though tabs follow a different metaphor, it is recommended that these be displayed on the screen when a hit event is carried out in order to provide feedback to the user and, as described above, give him the opportunity to avoid triggering of the function with last touch by move event of the tab and carrying out the release event outside the tab if he has noticed that he has made an operating error.

7.1.3 Combinations of first-touch and last-touch triggers

Various combinations of first-touch and last-touch triggers are possible if the actual hit or move event triggers a partial function or if the result is a parameter of the underlying function.

Example 1

In the case of a scroll bar, a move event is used to move the content synchronously relative to the current position of the slider. With the hit event or move event, the related parameter is defined by the information on the displayed content.

Example 2

A menu is opened by a hit event, cascading submenus are opened by move events and the menu options are finally activated by a release event. Opening of the menu and the submenus, as well as final activation of the menu option can also be triggered by a tapping gesture, i.e. by individual last-touch interaction.

7.2 Selection

Depending on the logic used for a list with selectable elements, one of the following selection modes should be used.

Sofern in einem System mehr als einer der nachfolgend beschriebenen Modi verfügbar ist, sollten diese unterscheidbar dargestellt werden.

7.2.1 Einfach-Modus („single“, 1-aus-n)

Durch Tippen auf ein Element einer Liste (Bild 15) soll das Selektieren dieses Listenelements und gegebenenfalls das Deselektieren eines bereits ausgewählten anderen Listenelements ausgelöst werden.

7.2.2 Mehrfach-Modus („Multiple“, m-aus-n)

Durch Tippen auf ein Element einer Liste soll der Zustand dieses Elements zwischen „ausgewählt“ und „nicht ausgewählt“ hin- und herwechseln, ohne am Zustand der anderen Listenelemente etwas zu ändern (Bild 16).

7.2.3 Erweitert-Modus („Extended“)

Über die beiden in Abschnitt 7.2.1 und Abschnitt 7.2.2 dargestellten Modi hinaus kann es sinnvoll sein, eine erweiterte Mehrfachselektion zu unterstützen. Hier wird eine mögliche Realisierung beispielhaft aufgezeigt.

If more than one of the modes described below is possible in a system, these should be displayed in such a way that they can be distinguished from each other.

7.2.1 Single mode (1-of-n)

Tapping on an element in a list (Figure 15) triggers selection of this list element and, if another list element has been selected previously, deselection of that list element.

7.2.2 Multiple mode (m-of-n)

Tapping on an element in a list toggles the status of the respective element between “selected” and “not selected”, without affecting the status of the other list elements (Figure 16)

7.2.3 Extended mode

In addition to the modes described in Section 7.2.1 and Section 7.2.2, it can be useful for the design to support extended multiple selection. An example of how this feature might be implemented is described below.

Element 1
Element 2
Element 3
Element 4
Element 5
Element 6
Element 7

a)

Element 1
Element 2
Element 3
Element 4
Element 5
Element 6
Element 7

b)

Bild 15. Beispiel zur Funktionsweise Einfach-Modus

- a) Ausgangszustand
- b) Zustand nach Tippen auf Element 2

Figure 15. Example of single mode selection

- a) original state
- b) state after tapping on element 2

Element 1	Element 1	Element 1
Element 2	Element 2	Element 2
Element 3	Element 3	Element 3
Element 4	Element 4	Element 4
Element 5	Element 5	Element 5
Element 6	Element 6	Element 6
Element 7	Element 7	Element 7

a)

b)

c)

Bild 16. Beispiel zur Funktionsweise Mehrfach-Modus

- a) Ausgangszustand
- b) Zustand nach Tippen auf Element 2
- c) Zustand nach Tippen auf Element 1

Figure 16. Example of multiple mode selection

- a) original state
- b) state after tapping on element 2
- c) state after tapping on element 1



Antippen mit einem Finger selektiert ein Objekt
Tapping an object with one finger selects that object

Antippen mit zwei Fingern markiert ein Objekt.
Mit zwei Fingern über mehrere Objekte ziehen markiert
diese Objekte
Tapping an object with two fingers marks that object.
Swiping two fingers across several objects marks those
objects.

Bild 17. Beschreibung der Funktionsweise von
Tippen mit einem und zwei Fingern

Figure 17. Description of the tap function using
one finger or two fingers

Element 1					
Element 2					
Element 3					
Element 4					
Element 5					
Element 6					
Element 7					

a)

b)

c)

d)

e)

f)

Bild 18. Beispiel zur Funktionsweise Erweitert-Modus

- a) Ausgangszustand
- b) Zustand nach Tippen auf Element 2
- c) Zustand nach diploidem Tippen auf Element 1
- d) Zustand nach diploidem Tippen auf Element 4
- e) Zustand nach diploidem Ziehen von Element 3 bis Element 6
- f) Zustand nach diploidem Ziehen von Element 2 bis Element 1

Tippen auf ein Element einer Liste sollte (unabhängig von dessen aktuellem Zustand) dessen Auswahl auslösen und gegebenenfalls andere Selektierungen deseletkieren.

Diploides Tippen auf ein Element einer Liste soll den Zustand dieses Elements zwischen „ausgewählt“ und „nicht ausgewählt“ hin- und herwechseln, ohne andere Selektierungen zu deseletkieren (Bild 17).

Diploides Ziehen über Elemente einer Liste soll den Zustand des ersten berührten Elements zwischen „ausgewählt“ und „nicht ausgewählt“ hin- und herwechseln. Diesen Zustand sollen alle weiteren durch das diploide Ziehen berührten Elemente annehmen.

Um dem Nutzer verständlich zu machen, dass hier auch diploide Interaktion möglich ist, kann z. B. eine Legende auf die Funktionalität von Ein-Finger- und Zwei-Finger-Bedienung hinweisen.

Element 1					
Element 2					
Element 3					
Element 4					
Element 5					
Element 6					
Element 7					

Figure 18. Example of extended mode functions

- a) original state
- b) state after tapping of element 2
- c) state after diploid tapping of element 1
- d) state after diploid tapping of element 4
- e) state after diploid swiping from element 3 to element 6
- f) state after diploid swiping from element 2 to element 1

Tapping on an element in a list (irrespective of its current status) selects this element and deselects any other elements that are already selected.

Diploid tapping on an element in a list toggles the status of this element between “selected” and “not selected”, without deselecting other selected elements (Figure 17).

Diploid swiping across elements of a list toggles the status of the first element touched between “selected” and “not selected”. All other elements touched in the course of the diploid swiping action adopt this status.

In order to make it clear to the user that diploid interaction is also possible here, a legend can be added indicating the functionality of one-finger vs. two-finger operation.

Bild 18 zeigt diverse Zustände nach dem Tippen (siehe Bildunterschrift).

7.3 Verschieben

7.3.1 Inhalte

Soll der Bildschirminhalt oder Teilbereiche davon (z.B. eine längere Liste) verschoben („gescrollt“) werden, so sollte dies durch erwartungskonformes⁶⁾ Ziehen in die gewünschte Richtung erfolgen. Dies kann je nach Bildschirminhalt vertikal, horizontal oder (etwa bei Abbildungen) frei sein. Um das Scrollen über größere Bereiche zu vereinfachen, sollte durch Schnippen der durch die Touch-Geste auftretende virtuelle Impuls (siehe Abschnitt 7.7.1) mit berücksichtigt werden.

7.3.2 Geteilte Bildschirmbereiche

Geteilte Bildschirmbereiche sind durch einen Teiler (Splitbar) geteilt. Durch Ziehen an einem touchgerecht gestalteten „Griff“ (siehe Abschnitt 6.2) des Teilers wird die Teilung verschoben.

7.3.3 Schieberegler („Slider“)

Schieberegler sollen durch Ziehen verschoben werden. Direktes Antippen auf eine bestimmte Position des Schiebereglers sollte eine absolute Positionierung des Schiebers bewirken (Bild 19).

7.4 Sichten manipulieren

Sollen Bildschirminhalte nicht verschoben, sondern gedreht, vergrößert oder verkleinert werden, sollten hierfür Verfahrgesten eingesetzt werden. Beispiele hierzu sind in Anhang C2 beschrieben.

Eine Besonderheit dieser Touch-Gesten ist, dass ihre Anwendungsfunktionalität auf dem Move-Ereignis liegt.

7.5 Werte manipulieren

7.5.1 Wertemanipulation über virtuelle Tastaturen und Schaltflächen

Für freie Eingaben (alphanumerisch, alphabetisch, numerisch) über Touchscreens sollte eine virtuelle Tastatur verwendet werden. Virtuelle Tastaturen sollten an die erlaubten Eingaben angepasst sein und nur Schaltflächen enthalten, die tatsächlich bei der Eingabe zur Verwendung kommen können. Das gilt insbesondere für Sondertasten wie „Strg“/ „Ctrl“ oder „Cmd“.

Sofern textuelle Teile eingegeben werden sollen, soll sich das Tastaturlayout auf die Gewohnheiten des Nutzers anpassen lassen (etwa QWERTZ-Anordnung für deutsche Nutzer). Um Platz zu

Figure 18 shows various element states after tapping (see caption).

7.3 Moving/scrolling

7.3.1 Content

If the screen content or parts of it (e.g. a long list) are to be moved (scrolled), this should be done by dragging the list in the desired direction, conformant to expectations⁶⁾. Depending on the screen content, this direction can be vertical, horizontal or (for example with illustrations) in any direction. In order to facilitate scrolling over large areas, the virtual impulse implied by the flicking action of the touch gesture should be taken into consideration (see Section 7.7.1).

7.3.2 Split screen

The various areas of a split screen are separated by a split bar. By dragging a touchscreen-compatible “handle” (see Section 6.2) located on the split bar, the partition can be moved.

7.3.3 Sliders

It should be possible to move sliders by dragging them. It should be possible to move the slider to an absolute position by directly tapping the desired position on the slider (Figure 19).

7.4 Manipulating views

If screen contents are not to be moved, but are to be rotated, enlarged or reduced in size, movement gestures should be used. Examples on this are given in Annex C2.

The special feature of this touch gesture is that the application function is assigned to the move event.

7.5 Manipulating values

7.5.1 Manipulating values using virtual keyboards and buttons

A virtual keyboard should be used for entering free texts and numbers on touchscreens (alphanumeric, alphabetical, numerical). Virtual keyboards should be adapted to the permissible input/entries and should only contain keys that can really be used when making input. This applies in particular for special keys such as “Ctrl” or “Cmd”.

If the keyboard is to be used for text input, it should be possible to adapt the keyboard layout to the user’s normal habits of operation (e.g. QWERTZ key layout for German users). In order to save

⁶⁾ Hier sind die Erwartungen des Nutzers gemeint, nicht jene des Herstellers, Entwicklers oder Gestalters. / Meaning the expectations of the user, and not of the manufacturer, developer or designer.

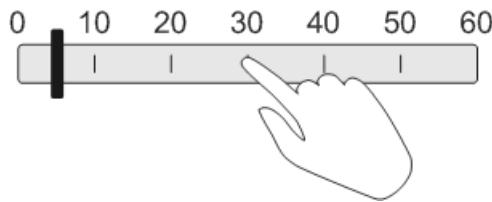


Bild 19 Absolute Positionierung eines Schiebers durch direktes Antippen

sparen, können nötigenfalls Ziffern oder Sonderzeichen nur temporär verfügbar gemacht werden. Auch der Verzicht auf den Spaltenversatz spart Platz, doch wirkt das Erscheinungsbild der Tastatur dann sehr ungewohnt.

Wenn im Nutzungskontext die Eingabe diskreter Änderungen vorgesehen ist, sollten auch Schaltflächen zur inkrementellen Veränderung von Werten vorhanden sein; etwa Schaltflächen für + und -.

7.5.2 Wertemanipulation über Schieberegler

Bei der Wertemanipulation über Schieberegler ist darauf zu achten, dass die Beschriftung der Skala, entlang derer der Indikator bewegt wird, bei der Benutzung nicht durch die Finger des Nutzers verdeckt wird. Das führt in der Regel dazu, dass die Beschriftung über dem Indikator zu positionieren ist (siehe hierzu auch Abschnitt 6.5).

7.5.3 Wertemanipulation über virtuelle Drehregler und Wheelscroller

Virtuelle Drehregler und Wheelscroller (Bild 20) übersetzen die Funktionen von (Hardware-) Bedienelementen zur Wertemanipulation auf einen Touchscreen.

Drehregler werden durch eine Touch-Geste in Form einer Drehbewegung benutzt.

Eine besondere Form eines virtuellen Drehreglers ist der Wheelscroller. Das ist ein virtueller, senkrecht zur Bildschirmebene gestellter Drehregler. Er läuft also virtuell in die Tiefe des Bildschirms, und seine Lauffläche ist der sichtbare Teil. Wheelscroller werden durch Ziehen oder Schnippen (siehe Abschnitt 7.7.1) eingestellt. Ein typisches Beispiel für den Einsatz von Wheelscrollern in Touchscreens sind Datumseinstellungen.

7.6 Direktes Auslösen von Funktionen über Touch-Gesten

Funktionen können, wie in klassischen Benutzungsschnittstellen, durch entsprechendes Betätigen der sie repräsentierenden Bedienelemente ausgelöst werden. Sie können aber auch zusätzlich direkt durch eine spezielle Touch-Geste – analog zu den Tastatirkürzeln („Shortcuts“) in klassischen Nutzungsschnittstellen – ausgelöst werden.

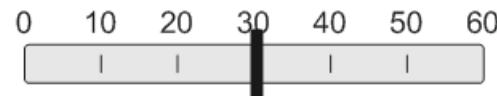


Figure 19. Absolute positioning of a slider by tapping directly on the desired position

space, where necessary, the keyboard can be designed in such a way that numerals or special characters are only available temporarily. It also saves space if the column offset is eliminated, but the keyboard will then have a very unorthodox appearance.

If entry of discrete changes is envisaged within the context of use, the screen must offer buttons for incrementally changing values; e.g. buttons for + and -.

7.5.2 Manipulating values using sliders

In designs which allow the manipulation of values using sliders, care must be taken that labelling of the scale which the indicator moves is not obscured by the user's finger during operation. This means that, as a rule, the labelling has to be positioned above the indicator (see also Section 6.5).

7.5.3 Manipulating values using virtual rotary control knobs and wheel scrollers

Virtual rotary control knobs and wheel scrollers (Figure 20) translate the functions of (hardware) control elements used to manipulate values onto a touchscreen.

Rotary control knob operation is emulated by a touch gesture in the form of a turning movement.

The wheel scroller is a special kind of virtual rotary control element. It is a virtual rotary control element positioned at right angles to the screen level. Virtually, it rotates into the depth of the screen and its circumferential surface is the visible part. Wheel scrollers are operated by swipe or flick actions (see Section 7.7.1). A typical example of the use of a wheel scroller in touchscreens is setting dates.

7.6 Direct triggering of functions using touch gestures

Just as in conventional user interfaces, functions can be triggered by activating the control elements which represent them. But in addition they can also be activated directly by means of a special touch gesture – in the same way as shortcuts are used in conventional user interfaces.

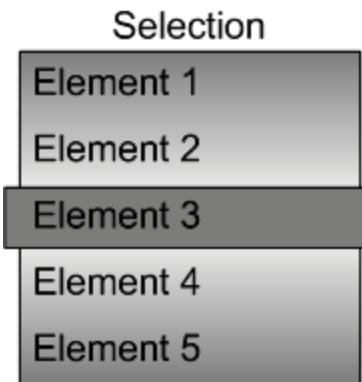


Bild 20. Beispiel für einen Wheelscroller mit ausgewähltem Element 3

In Anhang C befindet sich ein Beispiel für ein Set von Touch-Gesten zum direkten Auslösen von Funktionen. Darin ist auch eine Emulation von Tastatur- und Mauseingaben über Touch-Gesten enthalten.

7.7 Berücksichtigung virtueller physikalischer Eigenschaften

Durch Verleihung virtueller physikalischer Eigenschaften im Rückmeldeverhalten von Elementen kann die Lernförderlichkeit (siehe DIN EN ISO 9241-110) beträchtlich erhöht und damit die Nutzung effizienter werden. Virtuelle physikalische Eigenschaften fördern stark das positive Nutzungserlebnis.

Nachfolgend sind einige virtuelle physikalische Eigenschaften und deren Nutzen beispielhaft beschrieben. Diese können auch kombiniert auftreten. Außerdem können sie durch haptische oder akustische Rückmeldung verstärkt werden.

Es kommt bei der Gestaltung der virtuellen physikalischen Eigenschaften auf Feinheiten an; deshalb ist ihre genaue Ausgestaltung zu validieren.

7.7.1 Virtuelle Trägheit („Inertia“)

Virtuelle Trägheit kann verwendet werden, um durch Schnippen ein Nachlaufen anzustoßen. Beim Schnippen wird der beim Release-Ereignis einer Ziehen-Geste vorhandene Vektor als virtueller Impuls interpretiert. Das geschnippte Objekt (z.B. der Inhalt einer längeren Liste oder ein weit über den Bildschirmrand hinausreichendes Bild) wird „angeschubst“, also entsprechend diesem Vektor und seinen Träigkeitseigenschaften noch nach dem Release-Ereignis mit abnehmender Geschwindigkeit weiter verschoben, bis es schließlich zum Stillstand kommt. Mehrfaches rasches Schnippen hintereinander erhöht den virtuellen Impuls und damit die Verschiebegeschwindigkeit.

Figure 20. Example for a wheel scroller with element 3 selected

Annex C shows the example of a set of touch gestures used to directly activate functions. This also includes an emulation of keyboard and mouse input actions using touch gestures.

7.7 Taking virtual physical characteristics into consideration

By attributing virtual physical characteristics to the feedback behaviour of elements, the intuitive effect can be considerably increased (see DIN EN ISO 9241-110), thus making more efficient use of the feature. Virtual physical characteristics considerably enhance the positive usage experience.

In the following sections, examples of a few virtual physical characteristics and their advantages are described. These can all be combined. Apart from this, they can also be further enhanced by haptic/tactile or acoustic feedback.

When designing virtual physical characteristics, fine details are important; for this reason their final design has to be validated.

7.7.1 Virtual inertia

Virtual inertia can be used to achieve overruns by means of flick gestures. In flick gestures, the speed vector of the finger at the release event of a swipe gesture is interpreted as being a virtual impulse. The flicked object (e.g. the contents of a long list or an image which extends far beyond the edges of the screen) is “nudged”, i.e. after the release event, it continues moving, depending on this vector and on the object’s inertia characteristics, with decreasing speed until it finally comes to rest. Multiple successive fast flicks increase the virtual impulse and with this, the speed at which the object is moved.

7.7.2 Virtuelle Elastizität

In Bewegung befindliche Objekte „federn“, wenn sie an einem „Ende“ anstoßen, noch etwas über das Ende hinaus und wieder zurück oder werden kurz etwas „gequetscht“ („Bounce“). Beispielsweise kann sich eine Liste so verhalten, wenn ihr Ende erreicht ist.

7.7.3 Virtuelle Gravitation

Diskrete Positionen, die erlaubte Zustände repräsentieren, können mit virtueller Gravitation versehen werden. Die Gravitation bewirkt, dass das virtuelle Objekt nach dem Release-Ereignis in eine vordefinierte neue Position springt oder in die Ausgangsposition zurückfällt – und damit immer einen definierten Zustand erreicht.

Die Gravitation der einzelnen Positionen kann unterschiedlich stark sein. Dies ist einzusetzen um Fehlbedienung zu vermeiden: Ist die Gravitation des neuen Zustands beispielsweise sehr klein, kann er nur durch eine eindeutige, ausreichend große Bewegung erreicht werden.

7.7.4 Virtueller Widerstand

Der virtuelle Widerstand ist eine mögliche Eigenschaft von Objekten; sie kann z.B. das Objekt auf einer Position festhalten, solange Bewegungen des Fingers unterhalb einer definierten Schwelle verlaufen. Ohne diese Dämpfung würde das Objekt unerwünscht „zittern“.

8 Touchbasierte Benutzungsschnittstellen in Verbindung mit anderen Eingabegeräten

Touchscreens sind ideal, um Objekte auf dem Bildschirm bedienbar zu machen und den Eindruck einer unmittelbaren Interaktion mit realen Gegenständen zu vermitteln. Dadurch können Benutzungsschnittstellen geschaffen werden, die der Bediener als leicht beherrschbar und gegebenenfalls attraktiv empfindet. Allerdings hat die Touchscreen-Eingabe auch einige Nachteile (siehe Abschnitt 4).

Durch Kombination mit weiteren Eingabegeräten können diese Defizite teilweise kompensiert und die Benutzungsschnittstelle besser auf die Anforderungen der Nutzer abgestimmt werden. Gleichwohl muss die Benutzungsschnittstelle des Touchscreens so ausgeführt sein, dass eine Bedienung auch rein über den Touchscreen möglich ist und gegebenenfalls andere vorhandene Eingabegeräte optional eingesetzt werden können. Eine ausschließliche Bedienung durch andere Eingabegeräte mag in Einzelfällen sinnvoll sein, ist in der Re-

7.7.2 Virtual elasticity

When they reach an “end”, objects that are moving “give way“ slightly beyond the end, i.e. they “bounce” when hitting the terminal position. A list can behave this way when its end is reached, for example.

7.7.3 Virtual gravity

Discrete positions representing permitted states can be assigned virtual gravity. The gravity effect means that the virtual object jumps to a predefined new position or returns to its original position after the release event – and in this way always reaches a defined position.

The gravity strength of the individual positions can vary. This characteristic should be used to avoid incorrect operation: if the gravity of the new position is very low, for instance, it can only be reached by a movement that is both distinct and large enough.

7.7.4 Virtual resistance

Virtual resistance is a possible characteristic of objects; it can, for example, cause the object to remain in a certain position as long as the finger movements do not exceed a defined threshold. Without this damping effect, the object would “quiver”, which is not desirable.

8 Touch-based user interfaces used in combination with other input devices

Touchscreens are ideal for making objects operable on the screen and for giving the user the impression that he is actually interacting with real objects. This means that it is possible to develop user interfaces which the user finds easy to handle and possibly even attractive. Nevertheless, touchscreen input does have some disadvantages (see Section 4).

These deficits can be partly compensated and the user interface can be adjusted to meet the user’s requirements better by combining a touchscreen with other input devices. All the same, the user interface of the touchscreen shall be designed in such a way that operation using only the touchscreen is possible and that existing input devices can be used optionally. Operation solely using the other input devices may be useful in some cases, but is normally not required. It should be noted that even if combined interfaces are used (touch-

gel jedoch nicht erforderlich. Es ist zu beachten, dass bei kombinierten Schnittstellen (touchbasiert in Kombination mit einer oder mehreren anderen Eingabegeräten) weiterhin die Gestaltungsempfehlungen (siehe Abschnitt 6) eingehalten werden. Das Zusammenwirken von Touchscreen und anderen Eingabegeräten muss für das gesamte System hinweg gleich sein; beispielsweise ersetzt der Druck auf den Taster eines Dreh-Drück-Reglers in einem Dialog das Tippen, so muss er das in jedem Dialog tun. Die Funktion jedes zusätzlichen Eingabegeräts sollte durch eine entsprechende Beschriftung verdeutlicht werden – entweder auf dem Touchscreen oder direkt am Eingabegerät.

Ob eine Kombination mit weiteren Eingabegeräten sinnvoll ist, sollte vorab zwischen Hersteller, Usability-Experten und sehr erfahrenen Nutzern abgestimmt werden; oft lassen sich getroffene Hardwareentscheidungen später nur noch schwer ändern.

Anmerkung: Weitere Details zu den hier vorgestellten zusätzlichen Eingabegeräten finden sich auch in der Richtlinie VDI/VDE 3850 Blatt 2.

8.1 Touchscreen und Drehregler

Der Drehregler ist gut geeignet, um einen Zahlenwert eines Parameters schnell zu verändern. Dabei wird mittels Touchscreen der betreffende Parameter selektiert und der Wert dann durch Drehen des Drehreglers verändert (siehe auch Abschnitt 7.5.3 und Bild 21). Dieser kann exakt oder ungefähr („ein wenig höher“ oder „ein wenig niedriger“) eingestellt werden. Der eingestellte Wert ist entweder sofort aktiv oder muss durch eine Bestätigung am Touchscreen übernommen werden. Weiterhin werden mit dem Drehregler große Listen oder Menüs sehr schnell durchgeht (Scrollen).

Für die Interaktion mit dem Drehregler muss auf dem Bildschirm eine entsprechende Markierung (Fokus) angezeigt werden. Diese zeigt an, an welcher Stelle die Eingabe mittels Drehregler wirksam ist. Der Drehregler ist idealerweise nahe am Bildschirm montiert. Er sollte so angeordnet sein, dass beim Greifen nach dem Drehregler keine Bildschirminhalte verdeckt werden.

Einsatzzwecke:

- Ändern eines Zahlenwerts
- Navigation durch Listen oder Menüs

Notwendige Modifikation der Benutzungsschnittstelle:

- Anzeigen eines Fokus, der die Stelle angibt, an der der Drehregler wirksam ist

based user interfaces in combination with one or several other input devices), the design recommendations given in Section 6 still apply. The interaction of the touchscreen and the other input devices must remain the same for the entire system; for example if pressing on a rotary pushbutton replaces tapping in a dialogue, this must be the case in all dialogues. The function of each additional input device should be made clear by appropriate labelling – either on the touchscreen or on the actual input device.

Manufacturers, usability experts and very experienced users should all agree in advance on whether a combination with other input devices is practicable; once made, decisions concerning hardware are often difficult to change or revise later.

Note: Further details on the additional input devices mentioned here can also be found in VDI/VDE 3850 Part 2.

8.1 Touchscreen and rotary controls

Rotary controls are extremely suitable for changing the numerical value of a parameter quickly. Here, the respective parameter is selected on the touchscreen and the value can be changed by turning the rotary control knob (see also Section 7.5.3 und Figure 21). This can be set exactly or roughly (“a bit higher” or “a bit lower”). The set value can be designed to be active either immediately or after confirmation by an action on the touchscreen. Furthermore, a rotary control can be used to scroll through long lists or menus quickly.

In order to implement interaction with the rotary control element, a corresponding mark (focus) must be displayed on the screen. This indicates where input by the rotary control element has an effect. Ideally, the rotary control element is mounted near to the screen. It should be positioned in such a way that no screen content is obscured when the user reaches for the rotary control.

Possible applications:

- changing a numerical value
- navigation through lists or menus

Required modifications to the user interface:

- A focus must be indicated to show the point on which the rotary control element has an effect.

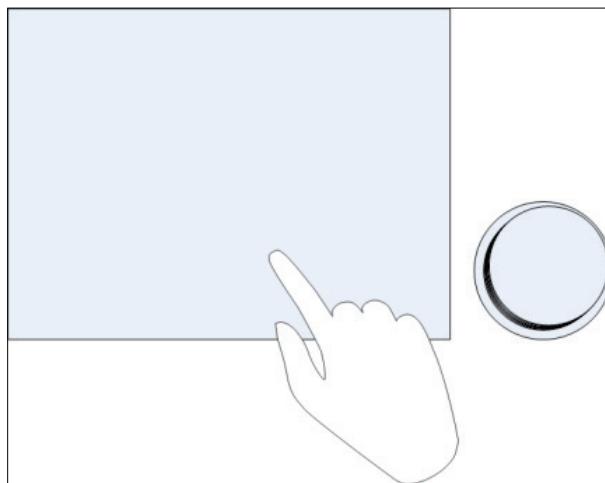


Bild 21. Schematische Darstellung eines Touchscreen-Systems mit Drehregler

8.2 Touchscreen und Dreh-Drück-Regler

Dreh-Drück-Regler (Bild 22) weisen zusätzlich zum Drehregler einen integrierten Taster auf. Dieser kann dazu verwendet werden, eine Wertänderung abzuschließen oder ein Element eines Menüs zu aktivieren, ohne dass der Nutzer zu einem anderen Bedienelement auf dem Bildschirm wechseln muss (etwa ein Bestätigungsschalter auf einem Touchscreen). Der Taster kann demnach je nach Kontext unterschiedliche Funktionen übernehmen, wie „Bestätigen“, „Bestätigen und weiter zur nächsten Eingabe“ (bei einer Werteingabe), „Aktivieren“ (eines Elements im Menü) oder „Aktivieren/Deaktivieren“ (einer Option in einer Liste). Im Gegensatz zum Drehregler wird das Hin- und Hergreifen zwischen Touchscreen und zusätzlichem Eingabegerät (hier Dreh-Drück-Regler) deutlich minimiert. Der Nutzer kann beispielsweise ganze Bediensequenzen komplett mit dem Dreh-Drück-Regler bearbeiten ohne weitere Aktivitäten am Bildschirm.

Für die Interaktion mit dem Dreh-Drück-Regler muss auf dem Bildschirm ebenfalls angezeigt werden, an welcher Stelle die Eingabe mittels Dreh-Drück-Regler wirksam ist – etwa mittels eines Fokus. Zudem muss verständlich sein, wozu ein Druck auf den Regler dient oder wann dieser sinnvoll ist.

Der Dreh-Drück-Regler ist idealerweise nahe am Bildschirm montiert und so angeordnet, dass beim Greifen nach dem Dreh-Drück-Regler keine Bildschirminhalte verdeckt werden.

Einsatzzwecke:

- Ändern eines Zahlenwerts mit Bestätigung

Figure 21. Schematic figure of a touchscreen system in combination with a rotary control element

8.2 Touchscreen and rotary pushbuttons

A rotary pushbutton (Figure 22) is a combination of a rotary control knob and an integrated pushbutton switch in one device. This can be used to conclude a value modification or to activate a menu element without the user having to access another control element on the screen (e.g. a confirmation button on a touchscreen). Depending on the context, the pushbutton function can therefore be assigned various functions such as “confirm”, “confirm and proceed to next input” (when entering a value), “activate” (an element in the menu) or “activate/deactivate” (an option in a list). As opposed to using a rotary control knob, the need to reach backwards and forwards between the touchscreen and the additional input device is substantially reduced (here by using a rotary pushbutton). The user can, for example, operate entire sequences using the rotary pushbutton only and without carrying out any further activities on the screen.

As with rotary control knobs, when implementing interactions with rotary pushbuttons, the point on which input using the rotary pushbutton has an effect must be indicated on the screen – for example by means of a focus. Moreover, it must be clear what effect pressing the pushbutton has and when this makes sense.

Ideally, rotary pushbuttons should be mounted near to the screen and be positioned in such a way that no screen content is obscured when the user reaches for the rotary pushbutton.

Possible applications:

- changing a numerical value and subsequently confirming it

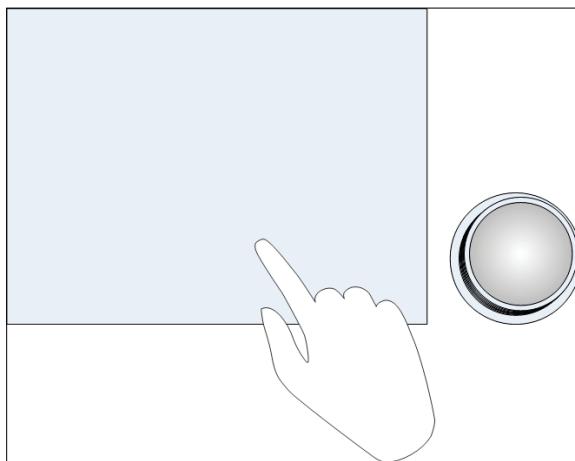


Bild 22. Schematische Darstellung eines Touchscreen-Systems mit Dreh-Drück-Regler

- Navigation durch Menüs mit Aktivierung eines der dortigen Elemente
 - Navigation durch Listen mit Aktivierung/ Deaktivierung des ausgewählten Listeneintrags
- Notwendige Modifikation der Benutzungsschnittstelle:*
- Anzeigen, an welcher Stelle der Dreh-Drück-Regler wirksam ist

8.3 Touchscreen und alphanumerische Tastatur

Eine alphanumerische Tastatur kann eine gute Ergänzung zu einem Touchscreen (Bild 23) darstellen, speziell wenn häufig längere Texte oder exakte Zahlenwerte eingegeben werden müssen. Sie ermöglicht die freie Eingabe, ohne dass dafür eine virtuelle Tastatur, die in der Regel andere Bildschirminhalte verdeckt, eingeblendet werden muss. Dabei wird mittels Touchscreen das betreffende Eingabefeld oder der betreffende Parameter selektiert, die Wert- oder Texteingabe erfolgt dann an der Tastatur. Weiterhin dient die Tastatur zur Verwendung von:

- Tastatkürzel (Shortcuts – etwa Strg + p)
- Funktionstasten (etwa F1)
- Mnemonische Zeichen (Verwendung von Buchstaben- oder Zahlentasten zur Navigation in Menüs oder Listen; Beispiel: Strg + s für „speichern“)
- Navigationstasten (Pfeiltasten, Bildlauftasten o. Ä.)

Einsatzzwecke:

- häufiges Eingeben oder Editieren längerer Zeichenketten (etwa Protokolleinträge, aussagekräftige Programmnamen)
- direktes Auslösen von Funktionen durch Tastatkürzel und Funktionstasten

Figure 22. Schematic diagram of a touchscreen system in combination with a rotary pushbutton

- navigation through menus and activating one of the menu elements
 - navigation through lists with activation/deactivation of the selected list item
- Required modifications to the user interface:*

- indicating the point on which the rotary pushbutton has an effect

8.3 Touchscreen and alphanumeric keyboard

An alphanumeric keyboard can sometimes be a useful addition to a touchscreen (Figure 23), especially if lengthy texts or exact numerical values need to be entered quite often. The use of the keyboard makes it possible to enter free text without having to superimpose the virtual keyboard, which normally covers other screen contents. If this is the case, the appropriate input field is selected on the touchscreen and the values and text are entered on the external keyboard. The keyboard is also used for:

- keyboard shortcuts (e.g. Ctrl + p)
- function keys (e.g. F1)
- mnemonic characters (use of character or number keys to navigate around menus or lists; e.g. Ctrl + s for “save”)
- navigation keys (cursor/arrow keys, scroll keys, etc.)

Possible applications:

- frequent input or editing of lengthy strings of characters (e.g. log entries, meaningful programme names)
- direct triggering of functions using shortcuts and function keys

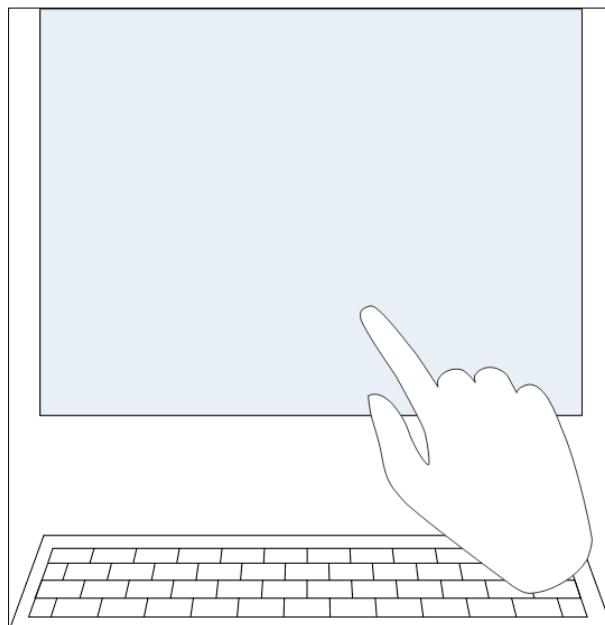


Bild 23. Schematische Darstellung eines Touchscreen-Systems mit alphanumerischer Tastatur

Anmerkung: Zu Tastaturlayouts und Befestigungsempfehlungen siehe auch Richtlinie VDI/VDE 3850 Blatt 2.

Notwendige Modifikation der Benutzungsschnittstelle:

- Anzeigen eines Fokus, der angibt, in welchem Feld die Eingabe mittels der Tastatur wirksam ist
- Darstellen einer Schreibmarke (Cursor)

8.4 Touchscreen und numerische Tastatur

Falls nur die Eingabe exakter Werte erforderlich ist und auf die Texteingabe verzichtet werden kann, ist die Kombination des Touchscreens mit einer numerischen Tastatur (Ziffernblock) ausreichend (Bild 24). Diese ermöglicht die schnelle und exakte Werteingabe ohne Sichtkontrolle. Häufig wird der Ziffernblock mit einer Eingabe-(Enter)- und einer Abbrechen(ESC)-Taste ergänzt. Durch Betätigen der Eingabe-Taste wird der eingegebene Wert übernommen. Die Abbrechen-Taste erlaubt das Verwerfen einer Eingabe. Dabei wird der ursprüngliche Wert wieder in das Parameterfeld eingetragen. Die Abbrechen-Taste muss betätigt werden, bevor durch Betätigen der Eingabetaste oder durch Berühren eines weiteren Parameterfelds die Eingabe bestätigt wird.

Anmerkung: Siehe auch Richtlinie VDI/VDE 3850 Blatt 2.

Einsatzzwecke:

- häufiges Eingeben exakter Zahlenwerte

Figure 23. Schematic diagram of a touchscreen system in combination with an external alphanumeric keyboard

Note: For more information on keyboard layouts and recommended mounting arrangements see also VDI/VDE 3850 Part 2.

Required modifications to the user interface:

- A focus must be displayed to show the area where input via the keyboard takes effect.
- display of a cursor

8.4 Touchscreen and numeric keypad

If only exact values without text have to be entered, it is adequate to combine the touchscreen with a numeric keypad (Figure 24). This allows the user to enter values quickly and accurately without visual monitoring. If the actual numeric pad includes an Enter and an ESC key as well, pressing the Enter key accepts the entered value and the ESC key can be used to reject the entered value. In this case, the original value is displayed in the parameter field again. To cancel an input, the escape key must be pressed before the enter key is pressed or another parameter field on the screen is touched to confirm the input.

Note: See also VDI/VDE 3850 Part 2.

Possible applications:

- frequent entry of exact numerical values

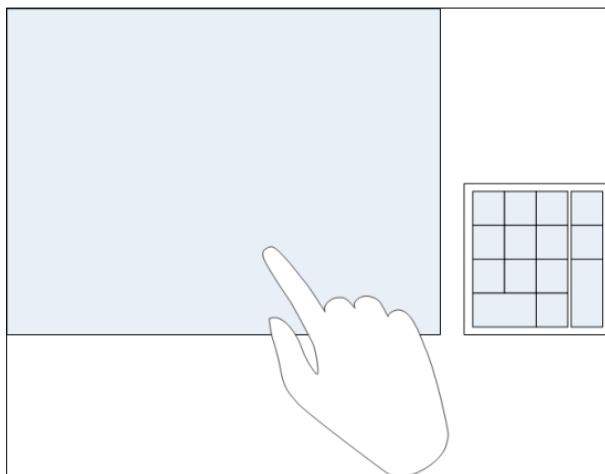


Bild 24. Schematische Darstellung eines Touchscreen-Systems mit numerischer Tastatur

Notwendige Modifikation der Benutzungsschnittstelle:

- Anzeigen eines Fokus, der angibt, in welchem Feld die Eingabe mittels der Tastatur wirksam ist
- bei mehrstelligen Werten: Darstellen einer Schreibmarke (Cursor)

8.5 Touchscreen und Zeigegerät (Maus, Trackball, Touchpad)

Mit einem Zeigegerät wird ein virtueller Zeiger (Mauszeiger) auf dem Bildschirm positioniert, der dann zur Bedienung der Elemente auf dem Bildschirm verwendet wird (Bild 25). Die Kombination eines Touchscreens mit einem Zeigegerät ist dann vorteilhaft, wenn für bestimmte Funktionen pixelgenaues Positionieren des Zeigers benötigt wird, so wie es häufig bei Zeichen- oder Konstruktionsanwendungen erforderlich ist. Hierbei sind die Eigenschaften der unterschiedlichen Zeigegeräte z.B. hinsichtlich Genauigkeit zu beachten (siehe VDI/VDE 3850 Blatt 2).

Mit dem Zeigegerät können aber auch alle Bedienelemente (Schaltflächen, Elemente eines Menüs, Radiobutton und Checkbox) auf dem Bildschirm bedient werden, die am Touchscreen durch einfaches Berühren ausgelöst werden (Single-Touch). In der Regel werden Zeigegeräte mit zwei Tasten verwendet. Dabei wird durch Betätigen der linken Taste das Bedienelement unterhalb des Mauszeigers ausgelöst. Durch Betätigen der rechten Taste können entsprechende Kontextinformation oder -funktionen eingeblendet werden. Das Zeigegerät erlaubt außerdem das Zeigen auf Elemente auf dem Bildschirm, das beispielsweise zum Einblenden von Zusatzinformationen zum betreffenden Element verwendet werden kann (sogenannte Tooltips).

Figure 24. Schematic diagram of a touchscreen system in combination with an external numeric keypad

Required modifications to the user interface:

- A focus must be displayed to show the area where input via the keypad takes effect.
- in the case of multi-digit values: display of a cursor

8.5 Touchscreen and pointing interaction device (mouse, trackball, touchpad)

When a pointing interaction device is used, a virtual pointer (mouse cursor) is positioned on the screen, and this pointer can be used to operate elements on the screen (Figure 25). Combining a touchscreen with a pointing interaction device can be an advantage when accurate positioning of the pointer down to a pixel is required, as is often the case with CAD applications. In this context, the accuracy and other properties of the various pointing interaction devices have to be taken into account (see VDI/VDE 3850 Part 2).

Pointing interaction devices can also be used to operate all those control elements (buttons, menu items, radio buttons and checkboxes) on screen which are operated by a single touch on the touchscreen. Normally, pointing interaction devices with two buttons are used. Here, the operating element beneath the mouse pointer/cursor is operated by pressing the left-hand mouse button. Pressing the right-hand mouse button calls up a display of appropriate context information or a function menu. The pointing interaction device also allows the user to point to specific on-screen elements which can then, for example, be selected to call up a display of additional information about the respective element (so-called tooltips).

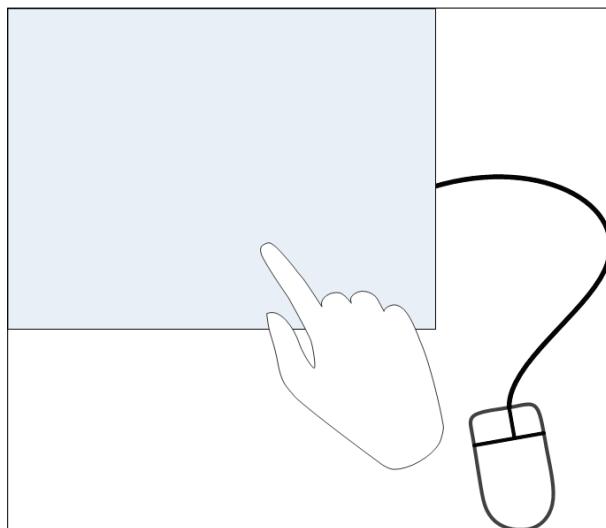


Bild 25. Schematische Darstellung eines Touchscreen-Systems mit Zeigegerät

Bei Benutzung des Touchscreens wird der Zeiger des Zeigegeräts auf dem Bildschirm als störend empfunden. Es wird daher empfohlen, den Zeiger bei Bedienung des Touchscreens bzw. nach einiger Zeit automatisch auszublenden. Bei Betätigen des Zeigegeräts wird er dann unmittelbar wieder eingeblendet.

Einsatzzwecke:

- Arbeiten mit Funktionen, für die ein pixelgenaues Positionieren erforderlich ist (z.B. bei Zeichen- oder Konstruktionsanwendungen)

Notwendige Modifikation der Benutzungsschnittstelle:

- nutzungsabhängiges Ein- und Ausblenden des Mauszeigers

8.6 Touchscreen und Hardkeys (Vorschubtasten, Not-Aus usw.)

Der Einsatz von Hardkeys⁷⁾ ist gut geeignet, um eine häufig verwendete Funktion unmittelbar auszulösen oder Parameterwerte direkt zu manipulieren (etwa „nach links verfahren“ oder „Hilfe“, Bild 26). Dabei ist die haptische Rückmeldung der Hardkeys der wesentliche Vorteil. Dieses erlaubt die Bedienung ohne Sichtkontrolle, beispielsweise wenn der Bediener Verfahrbewegungen herbeiführen und zugleich deren Resultat an der Maschine oder Veränderungen im Prozess beobachten muss.

Häufig sind die betreffenden Funktionen jederzeit auslösbar und es gibt keinen Zusammenhang mit der Interaktion am Touchscreen (z.B. Auslösen

Figure 25. Schematic diagram of a touchscreen system in combination with a pointing interaction device

When using a touchscreen, having the pointer displayed on the screen can be annoying. It is therefore recommended that the pointer is automatically faded out after a certain time when using the touchscreen. As soon as the pointing interaction device is moved again, the pointer is re-displayed immediately.

Possible applications:

- when working with functions requiring absolutely accurate positioning down to the nearest pixel (e.g. in CAD applications)

Required modifications to the user interface:

- displaying and fading out of the mouse pointer, depending on the intended use

8.6 Touchscreen and hard keys (feed keys, emergency stop button, etc.)

The use of hard keys⁷⁾ is highly suitable for directly triggering frequently used functions and directly manipulating parameter values (such as “move to left” or “help”, Figure 26). Here, the main advantage is the haptic/tactile feedback of the hardware key, if used. This allows operation without visual monitoring, for example if the operator has to trigger movements and at the same time has to observe these on the machine or has to monitor changes in the affected process.

Often, the respective function can be triggered at any time and there is no connection with interaction on the touchscreen (e.g. triggering

⁷⁾ Softkeys werden hier nicht betrachtet – weitere Informationen dazu finden sich in VDI/VDE 3850 Blatt 1 und Blatt 2. /

Soft keys are not taken into consideration here – further information on soft keys can be found in VDI/VDE 3850 Part 1 and Part 2.

von Sicherheitsfunktionen – etwa Not-Aus). Es kann aber auch sein, dass der Nutzer am Touchscreen zuerst einen bestimmten Funktionsbereich aufrufen muss, um dann die betreffenden Hardkeys zu verwenden (z.B. Aufrufen des Funktionsbereichs „manuelles Verfahren“ zur Betätigung der Vorschubtasten). In diesem Fall müssen die Hardkeys über ein entsprechendes Anzeigeelement verfügen, welches dem Nutzer signalisiert, wann die Hardkeys aktiv sind und wann nicht (LED, Leuchtring um den Hardkey o.Ä.).

Einsatzzwecke:

- unmittelbares Auslösen von Funktionen mit haptischer Rückmeldung
- direktes Einstellen von Werten mit haptischer Rückmeldung
- Auslösen von Sicherheitsfunktionen, wie Not-Aus

Notwendige Modifikation der Benutzungsschnittstelle:

- keine

8.7 Anforderungen an das Bedienkonzept

Es ist oft sinnvoll, den Touchscreen mit anderen Eingabegeräten zu kombinieren, um Schwachstellen des Touchscreens zu kompensieren, gesundheitlichen Schädigungen vorzubeugen (siehe hierzu auch VDI/VDE 3850 Blatt 2) und die Barrierefreiheit zu erhöhen. Zusätzlich verlangt der Gesetzgeber speziell für Sicherheitsfunktionen an Maschinen besondere Ausführungen (etwa Not-Halt – siehe 2006/42/EG, Abschnitt 1.2.4.3).

Sofern sich dadurch Schaden von Mensch und Technik abwenden lässt, muss die Maschine oder Anlage auch bei Ausfall des Touchscreens und der zugehörigen Komponenten in einen sicheren Zustand gefahren werden können.

safety functions such as emergency stop). Sometimes, however, the user has to call up a certain function area on the touchscreen before using the corresponding hard keys (e.g. calling up the function area “manual movement” to activate feed keys). In this case, the hard keys shall have a corresponding display element which indicates to the user whether the hard key is active or not (LED, illuminated ring around the hard key, etc.).

Possible applications:

- direct activation of functions with haptic feedback
- direct setting of values with haptic feedback
- triggering of safety functions such as emergency stop

Required modifications to the user interface:

- none

8.7 Requirements on the operating concept

It is often practicable to combine a touchscreen with other input devices in order to compensate weak points of the touchscreen, counteract health risks (see also VDI/VDE 3850 Part 2) and improve accessibility. In addition to this, legislation specifically requires special designs for safety functions on machinery (e.g. emergency stop – see 2006/42/EC, Section 1.2.4.3).

Where damage to humans and technical equipment can be averted by this, it must be possible to operate the machine or plant safely even if the touchscreen and the related components are not working properly.

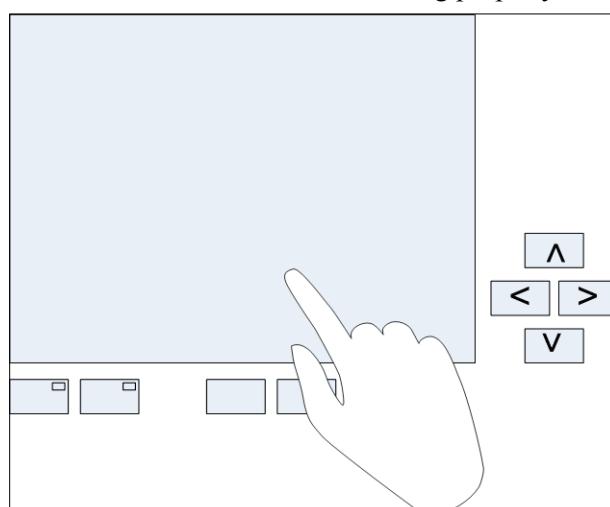


Bild 26. Schematische Darstellung eines Touchscreen-Systems mit Hardkeys

Figure 26. Schematic diagram of a touchscreen system in combination with hard keys

Bei der Entwicklung des Bedienkonzepts müssen gegebenenfalls Wechselwirkungen zwischen den vorhandenen Eingabegeräten berücksichtigt werden, um eine gute Benutzbarkeit und Stabilität zu gewährleisten.

9 Migration von nicht touchbasierten Benutzungsschnittstellen auf touchbasierte Benutzungsschnittstellen

„Klassische“ Benutzungsschnittstellen für Maschinen verwenden als Eingabemittel häufig Hardkeys, Softkeys, Tastatur und/oder ein Zeigegerät. Durch eine Aktualisierung der verwendeten Hardware kann als neues Eingabeelement ein Touchscreen (oft mit bereits in das Betriebssystem integriertem Standardtreiber) hinzukommen, sodass hierdurch die Möglichkeit eröffnet ist, eine „klassische“ Nutzung um eine touchbasierte Nutzung zu erweitern.

Es wird ausdrücklich davon abgeraten, für andere Eingabemittel (z.B. Maus oder Tastatur) konzipierte Benutzungsschnittstellen ohne Anpassung an die speziellen Gegebenheiten mit einer touchbasierten Eingabe zu betreiben. Einige Gründe hierfür sind:

- Die Ausmaße der Bedienelemente von „klassischen“ Programmen sind nicht darauf ausgelegt und in der Regel zu klein, um mit der Fingerspitze und in der Hetze des Arbeitsalltags präzise und eindeutig getroffen zu werden.
- Tastaturlkürzel (z.B. Strg + s zum Auslösen der Funktion „Speichern“), Kontextmenüs und weitere Standardmerkmale „klassischer“ Bedienoberflächen werden nicht oder zumindest nicht intuitiv unterstützt.
- Die besonderen Möglichkeiten der Touch-Bedienung bleiben ungenutzt (Multi-Touch-Eingaben und Verfahrgesten, Verzicht auf Mauszeiger und stattdessen echte unmittelbare Interaktion), wenn das Benutzungskonzept lediglich auf Maus und/oder Tastatur ausgerichtet ist. Sofern das eigene Unternehmen sich von der Verwendung eines Touchscreens einen strategischen Vorteil oder das Gleichziehen mit dem Wettbewerb erhofft hatte, würde also auch ein wesentliches Projektziel verfehlt.
- Die Entwicklung einer neuen Benutzungsschnittstelle bietet auch die Gelegenheit, Fehler und Schwächen der alten Steuerung zu eliminieren und aktualisiertes Wissen zum Nutzungskontext einzubringen. Würde die bisherige Benutzungsschnittstelle beibehalten, würden die in einem Redesign steckenden Chancen vertan.

When developing the operating concept, interactions between existing input devices have to be taken into account in order to ensure good usability and stability, where necessary.

9 Migration from non-touch-based user interfaces to touch-based user interfaces

“Classical” user interfaces for machines often use hard keys, soft keys, keyboards and/or pointing interaction devices as input devices. When the hardware is updated, a touchscreen can be added as a new input element (this can often be done using the standard driver already integrated in the operating system), thus offering the opportunity of extending “classical” operation by touch-based operation.

It is strongly disadvised to operate user interfaces designed for other input tools (e.g. mouse or keyboard) without adapting them to the special requirements of touch-based input. Some of the reasons for this are:

- The size of operating elements in “classical” programmes are not designed for touch operation and are usually too small to be operated with the tip of a finger and still be hit precisely and clearly in the hectic of everyday work.
- Keyboard shortcuts (e.g. Ctrl + s to trigger the “Save” function), context menus and other standard features of “classical” user interfaces are not supported, or at least not intuitively.
- The special options offered by touch-operation are not utilized (multi-touch input and movement gestures, no need for the mouse pointer and instead of this real direct interaction) if the operating concept is geared towards mouse and/or keyboard operation only. If the company has hoped to gain strategic advantages or to catch up with competitors by using touchscreens, it will fail to achieve an important project aim.
- Development of a new user interface offers the opportunity to eliminate errors and weaknesses in the “old” control system and to introduce updated knowledge into the operating concept. If the previous user interface is retained, the opportunities offered by a redesign will be lost.

- Bei den Nutzern weckt das Stichwort „Touchscreen“ hohe Erwartungen – nicht zuletzt aufgrund heutiger zahlreicher Konsumentenprodukte mit entsprechender Technologie. Werden diese Erwartungen nicht zu weiten Teilen erfüllt, leidet die wahrnehmbare Qualität des Produkts. Es besteht die Gefahr, dass selbst ein ansonsten qualitativ hochwertiges Gesamtpunkt als „unfertig“ oder „lieblos hergestellt“ wahrgenommen wird und ihm darüber hinaus funktionale Mängel unterstellt werden.

Deshalb sollte die Benutzungsschnittstelle einem Redesign unter Berücksichtigung dieser Richtlinie unterworfen werden, um so den speziellen Anforderungen von Touchscreen-Technologien Rechnung zu tragen. Dabei könnten *herkömmliche Dialogtechniken* durchaus weiter berücksichtigt bleiben und, sofern entsprechende Eingabegeräte vorhanden sind, die Abwärtskompatibilität in der Nutzung gewährleistet sein.

Beispiel 1

Wenn eine Tastatur als Eingabemittel weiterhin vorhanden ist, sollte etwa das Anstoßen von Funktionen auch weiterhin zusätzlich über Tastaturlkürzel möglich sein.

Beispiel 2

Ein realer Dreh-Drück-Regler kann durch einen Wheel-scroller oder durch einen virtuellen Drehregler mit nebenstehendem Button ersetzt werden.

- The idea of using a “touchscreen” raises the user’s expectations to a high level – last but not least due to the numerous consumer products which already use this technology. If these expectations are not mainly fulfilled, the perceived quality of the product suffers. There is even a danger that an otherwise high-quality product may be perceived as being “incomplete” or “badly made” and that buyers will claim that it has functional faults.

Therefore, the user interface should be redesigned taking the factors described in this standard into account in order to meet the special requirements of touchscreen technologies. In doing so, *conventional dialogue techniques* could still be taken into consideration and as long as the corresponding input devices are still available, downward compatibility could be ensured.

Example 1

If a keyboard is still available as an input device, it should still be possible to activate functions using keyboard short cuts as well.

Example 2

A real rotary pushbutton can be replaced by a wheel scroller or a virtual rotary control with a button placed next to it.

Anhang A Checkliste zur Kommunikation mit Lieferanten von Touchscreen-Systemen

Die nachfolgende Liste basiert auf der Liste von Eigenschaften, die bei der Auswahl eines Touchscreen-Systems berücksichtigt werden müssen (siehe Abschnitt 5.3). Sie soll einerseits einer fundierten Entscheidungsfindung dienen und dazu anregen, sich vorab mit allen Anforderungen an ein Touchscreen-System intensiv zu beschäftigen. Andererseits soll sie helfen, die Kommunikation mit Lieferanten effizient zu gestalten (Tabelle A1 und Tabelle A2)

Sofern weitere, in der Checkliste nicht aufgeführte Produkteigenschaften gefordert werden, können sie der Liste hinzugefügt werden. Die ausgefüllte Liste kann dann z.B. einer schriftlichen Anfrage beigelegt werden.

Die Angaben der Lieferanten sind wie üblich nochmals genau zu prüfen und sollten abschließend im Sinne einer Spezifikation geklärt werden – die Checkliste ist hierfür nicht geeignet.

Verwenden Sie die Checkliste wie folgt: Füllen Sie die Spalten 1a, 1b und 1c aus und senden Sie dann die Checkliste Ihren Lieferanten zu; diese sollen Spalte 2) ausfüllen und Ihnen die Checkliste zurücksenden. Bewerten Sie dann die Ergebnisse in Spalte 3).

Die einzelnen Spalten sind wie folgt auszufüllen:

1a) Eigenschaft

Lesen Sie die Beschreibungen in Abschnitt 5.3 und bilden Sie Ihre Erwartungen bezüglich einer jeden Eigenschaft.

1b) Bedeutung für das Projekt

Notieren Sie hier, wie wichtig die vorstehende Eigenschaft für Ihr Projekt ist. Je wichtiger eine Eigenschaft ist, desto wahrscheinlicher können Produkte ausgeschlossen werden, die diese Eigenschaft nicht aufweisen. Notieren Sie hier wahlweise:

- „muss“ – ohne diese Eigenschaft fehlen wesentliche Merkmale der Benutzungsschnittstelle
- „soll“ – ohne diese Eigenschaft leidet gegebenenfalls die Akzeptanz durch den Endnutzer
- „kann“ – ohne diese Eigenschaft lassen sich gegebenenfalls weitere Merkmale nicht realisieren, ohne dass dies der Nutzer bemerken würde

Annex A Checklist for communicating with touchscreen suppliers

The following list is based on the list of properties, which have to be taken into consideration when choosing a touchscreen system (see Section 5.3). On the one hand, it is meant to help those involved to make sound decisions and to encourage them to give a lot of consideration to all the requirements to be placed on the touchscreen system before deciding which one to use. On the other hand, it is meant to help developers communicate more efficiently with suppliers (Table A1 and Table A2).

If additional product characteristics that are not included in the checklist are required, these can be added to the list. The finalized list can then be sent as an attachment to a written product enquiry, for instance.

As is usual, the supplier's information should be carefully re-checked and then finally agreed upon in the sense of product specifications – the checklist is not suitable for this purpose.

Use the checklist as follows: fill in columns 1a, 1b and 1c and then send it to your potential suppliers who should then fill in the required data in column 2 and return the checklist to you. Finally, enter your evaluation on the results in column 3.

To fill in the individual columns, proceed as follows:

1a) Property

Read the descriptions in Section 5.3 and decide on your requirements with regard to each of the properties.

1b) Significance for the project

In this field, note how important the respective property is for your project. The more important the property is, the more likely it is that products which do not have this property will be disqualified. Enter one of the following:

- “must” – if the product does not have this property, essential features of the user interface are missing
- “should” – acceptance by device users may be impaired if the product does not have this property
- “could” – if the product does not have this property, it may not be possible to implement certain other features without the user noticing

1c) Ausprägung der Eigenschaft

Entweder Sie markieren und/oder vervollständigen hier einen der vorgegebenen Ausprägungsgrade, oder Sie beschreiben die von Ihnen erwartete Ausprägung mit eigenen Worten.

2) Leistung (aus Sicht des Lieferanten)

Hier soll der Lieferant notieren, ob das von ihm angebotene Produkt die geforderte Eigenschaft zu leisten vermag. Er soll dies möglichst durch Fakten belegen, z.B. durch eine Angabe der Touch-Auflösung in DPI.

3) Erfüllung (aus Ihrer Sicht)

Notieren Sie hier nach Antwort des Lieferanten und nach Bewertung etwaiger Produktbeispiele, Datenblätter usw., wie stark Sie selbst die Eigenschaft beim jeweiligen Produkt erfüllt sehen.

1c) Property parameter values

Here, mark and/or supplement one of the given parameter values or describe the parameters you require in your own words.

2) Performance (from the supplier's viewpoint)

In this field, the supplier should enter whether the product being offered is able to meet the requirements and/or has the required property. This should be proven by facts, e.g. by stating the touch resolution in DPI.

3) Conformity (in your opinion)

After receiving the supplier's answer and evaluating any product samples, data sheets etc. provided, note down the extent to which, in your opinion, the product has the required property.

Tabelle A1. Beispiel für einen ausgefüllten Tabellenteil zum Absenden an den Lieferant

1a) Eigenschaft	1b) Bedeutung für das Projekt (muss, soll, kann)	1c) Ausprägung der Eigenschaft	2) Leistung	3) Erfüllung
a) Physikalische Eigenschaften				
Größe und Seitenverhältnis	muss	22 cm/(8,6 inches) 16:10 Breite:Höhe		
Touch Auflösung		DPI		

Table A1. Example of a section of the table to be sent to a supplier after you have made your own entries

1a) Property	1b) Significance for the project (must, should, if possible)	1c) Property parameter values	2) Performance	3) Conformity
a) Physical properties				
Size and aspect ratio	must	22 cm/(8,6 inches) 16:10 width:height		
Touch resolution		DPI		

Tabelle A2. Beispiel für einen ausgefüllten Tabellenteil

Nr.	1a) Eigenschaft	1b) Bedeutung für das Projekt (muss, soll, kann)	1c) Ausprägung der Eigenschaft	2) Leistung	3) Erfüllung
Physikalische Eigenschaften					
1	Größe und Seitenverhältnis		cm/Zoll Breite:Höhe		
2	Touch-Auflösung und Genauigkeit		DPI		
3	Reaktionszeit		ms		
4	Lichtdurchlässigkeit und Verzerrungsfreiheit		Transmissionsgrad		
5	Reflexion bei Touchscreen-Systemen		Reflexionsgrad		
6	Parallaxe		Winkel bei 50 cm ^{a)} Entfernung		
7	Auflagedruck		Pascal		
8	Kalibrierstabilität				
9	Oberflächenreibung		Reibungskraft		
Bedieneigenschaften und -fähigkeiten					
10	Bedienbarkeit mit Handschuhen oder Prothesen		ja (Typ), nein _____		
11	Bedienbarkeit mit Stiften		ja, nein _____		
12	Erkennung von Verfahrgesten		nur Hit und Release auch Move		
13	Multi-Touch-Fähigkeit		1 bis ___ Finger:		
14	Haptische Rückmeldung		ja, durch _____ nein		
15	Naherkennung		ja, ab ___ cm nein		
16	Erkennung optischer Tags		unwichtig wichtig, und zwar _____		
Schutzeigenschaften					
17	Schutzklassifikation/ IP-Klassifizierung		nach IP _____		
18	Eignung für Außeneinsatz		ja, und zwar: _____ nein		
19	Kratzfestigkeit		Rockwellhärte		
20	Reinigungsfähigkeit		mögliche Reini- gungsmittel: _____		
21	Betriebstemperatur		zwischen ____ °C und ____ °C		
22	Sicherheit vor Fremdauslösen				

^{a)} Für einen 50-Perzentil-Mann bei stehender Bedienung eines senkrechten 15"- bis 23"-Bildschirms auf Schulterhöhe sind das in etwa 50 cm.

Table A2. Example of a complete properties table without entries

No.	1a) Property	1b) Significance for the project (must, should, if possible)	1c) Property parameter values	2) Performance	3) Conformity
Physical properties					
1	Size and aspect ratio		cm/inches width:height		
2	Touch resolution and accuracy		DPI		
3	Reaction time		ms		
4	Light transmittance and freedom from distortion		transmittance		
5	Reflection of touchscreen systems		reflectivity		
6	Parallax		angle at a distance of 50 cm ^{a)}		
7	Contact pressure		Pascals		
8	Calibration stability				
9	Surface friction		friction force		
Operating characteristics and capabilities					
10	Operability with gloves or prosthetic devices		yes (type), no _____		
11	Operability with pens/styli		yes, no _____		
12	Recognition of movement gestures		only "hit" and "release" also "move"		
13	Multi-touch capability		1 to ___ fingers		
14	Haptic feedback		yes, by _____ no		
15	Proximity detection		yes, from ___ cm no		
16	Optical tag recognition		not important important because _____		
Protective properties					
17	Protection classification / IP classification		IP class _____		
18	Suitability for outdoor use		yes, for : _____ no		
19	Scratch resistance		Rockwell hardness		
20	Cleanability		probable cleaning agents: _____		
21	Operating temperature		between ____ °C and ____ °C		
22	Protection against inadvertent triggering				

^{a)} This is around 50 cm for a 50-percentile male, standing up and operating a 15" to 23" screen located at shoulder height.

Anhang B Gestaltungsbeispiele

Die nachfolgenden Gestaltungsbeispiele zeigen Touchscreen-Dialoge aus realisierten Maschinen- und Anlagensteuerungen mit unterschiedlichen Bildschirmgrößen. Da sie aus realen Projekten stammen und dort immer wieder Abstriche gemacht werden müssen, können nicht alle Empfehlungen der vorliegenden Richtlinie berücksichtigt sein.

Hier dargestellte einzelne Dialoge können nicht zeigen, wie das Zusammenspiel innerhalb der gesamten Bedienoberfläche funktioniert – z.B. die Navigation zu anderen Dialogen sowie das Verhalten von Dialogelementen. Vom Grundaufbau der Dialoge kann man sich jedoch inspirieren lassen, wenn es um die Gestaltung eigener Lösungen geht.

B1 Beispiel einer Steuerung für Sendeanlagen zum TV-Broadcasting auf einem Touchscreen mit 17,78 cm (7") Bildschirmdiagonale

In diesen Dialogen (Bild B1, Bild B2) zur Ansteuerung und Überwachung einer Sendeanlage wurde darauf geachtet, dass der aktuelle Systemzustand mit einem Blick erfassbar ist. Im Startdialog werden alle für den Nutzer notwendigen Informationen angezeigt. Alles andere wurde in Detailansichten verlegt, sodass es auf dieser Ebene keine Ablenkung durch Störinformationen gibt. Farbkodierungen wurden konsequent mit Form- und Positions kodierungen ergänzt. Alle Button-Zustände sind durch Verwendung der Relief-Metapher („erhaben“ für den Grundzustand – „vertieft“ für gedrückt – „platt“ für insensitiv) unmittelbar einsichtig bedienbar. Die Buttons sind groß genug, um treffsicher mit Fingern bedient werden zu können.

B2 Beispiel eines automatischen Lagersystems für Apotheken auf einem Touchscreen mit 48,26 cm (19") Bildschirmdiagonale

Bild B3 zeigt beispielhaft den Lagerbestand als auch die Navigationsspalte des Lagersystems.

Bild B4 zeigt beispielhaft den Dialog zur Lagerplatzverwaltung sowie im rechten Bildteil die Navigationsspalte.

In Bild B5 wird die Bildschirmfläche hauptsächlich zur Darstellung von Informationen verwendet; zur Bedienung des Systems werden nur wenige Schaltflächen benötigt. Das Beispiel zeigt sowohl eine mögliche Gestaltung für die Navigation auf zwei Ebenen als auch die grafische Gestaltung im Hinblick auf dunkle und helle Bedienumgebungen.

Annex B Design examples

The following design examples show touchscreen dialogues of actual implemented machine tool and plant control systems on screens of various sizes. As they have been taken from real projects and compromises always have to be made in such cases, they do not necessarily follow all the recommendations given in this standard.

The individual dialogues shown here are not able to illustrate how interaction within the overall user interface actually works – e.g. navigation to other dialogues and reactions of dialogue elements. However, the designer can use the basic structure of the dialogue as a source of inspiration when developing his own solutions.

B1 Example of the controls for a TV broadcast transmitter system on a touchscreen with a screen diagonal of 17,78 cm (7")

When these controlling and monitoring dialogues (Figure B1 and Figure B2) were designed, care was taken to ensure that the current system status can be monitored at a glance. All the information the user requires is shown in the start dialogue. All other information has been placed in detail views in order to prevent distracting information being displayed at the top level. Colour coding has been systematically supplemented by shape and position coding. All button states are immediately recognizable as operating elements thanks to use of the relief metaphor (“raised” for default state – “depressed” for pressed in – “flat” for inactive). The buttons are large enough to be operated reliably using fingers.

B2 Example of an automatic warehouse management system for pharmacists, using a touchscreen with a screen diagonal of 48,26 cm (19")

Figure B3 shows an example of the inventory and the navigation bar of this warehouse management system.

Figure B4 shows an example of the storage space management as well as, in the right-hand section of the screen, the navigation bar.

The screen shown in Figure B5 is mainly used to display information; only a few buttons are needed for system operation. This example illustrates the possibility of designing a navigation mechanism with two levels as well as a graphic design that takes both dark and brightly-lit operating environments into account.



Bild B1. Startdialog zur Übersicht über den Anlagenzustand

Figure B1. Start dialogue showing an overview of the system status

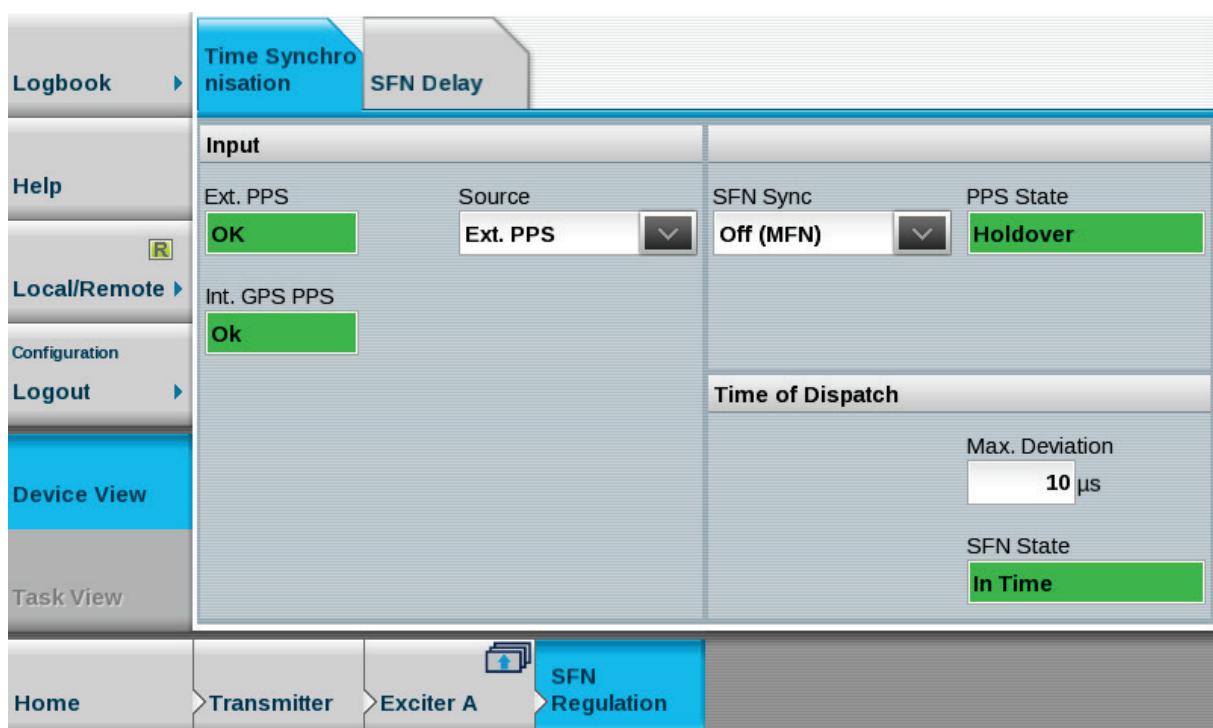


Bild B2. Dialog zur Parametrierung einer einzelnen Komponente der Sendeanlage

Figure B2. Dialogue for setting the parameters of an individual transmitter system component



Bild B3. An dunkle Umgebung angepasstes Dashboard mit der Übersicht über den aktuellen Lagerbestand sowie Navigationsspalte (rechts)

Figure B3. A dashboard adapted to dark surroundings, showing an overview of the current inventories and the navigation bar (right-hand side)



Bild B4. An dunkle Umgebung angepasster Dialog zur Verwaltung der Lagerplätze

Anmerkung: Die Navigationsspalte rechts zeigt hier zwei Navigationsebenen.

Figure B4. A dialogue adapted to dark surroundings, showing storage-space management functions

Note: The navigation bar on the right-hand side shows two navigation levels.



Bild B5. An helle Bedienumgebung angepasster Dialog mit eingebettetem Soft-Keyboard

B3 Beispiel eines Kabelbearbeitungssystems auf einem Touchscreen mit 43,18 cm (17") Bildschirmdiagonale

Bild B6 zeigt beispielhaft einen Produktionsdialog. Im oberen horizontalen Meldebereich wird über den Maschinen- sowie den Login-Status informiert. Die Abbildung des aktuell zu produzierenden Produkts nebst Abmessungen steht im Zentrum des Dialogs und nimmt viel Platz ein, da diese Information für den Nutzer wesentlich ist. Zwischen den einzelnen Schalträumen ist ausreichend Platz vorhanden, um Fehlbedienung zu verhindern. Zur Unterstützung der Internationalisierung und Erhöhung der Selbstbeschreibungsfähigkeit enthalten die Schaltflächen sowohl ein Icon als auch eine Beschriftung.

B4 Beispiel einer Verpackungsmaschinensteuerung auf einem Touchscreen mit 43,18 cm (17") Bildschirmdiagonale

Bild B7 zeigt beispielhaft einen Produktionsdialog. Die Hauptnavigation findet hier über horizontale Reiter statt (oberhalb der zentralen Grafik), Bedienelemente sind am unteren Rand des Dialogs platziert. Hier fällt besonders die interaktive Grafik auf, in welcher einzelne Maschinenteile per Touch angewählt werden können um den jeweiligen Status zu erfahren. Häufig benötigte Informationen (etwa die Anzahl der verpackten Produkte) werden

Figure B5. A dialogue adapted to brightly-lit surroundings, showing an embedded soft keyboard

B3 Example of cable processing system controls on a touchscreen with a screen diagonal of 43,18 cm (17")

Figure B6 shows an example of a production dialogue. The status bar at the top displays information on the machinery status and the user log-in status. A picture and the dimensions of the product being currently manufactured are at the centre of the screen dialogue and occupy a large area, since this information is essential for the user. There is enough free space between the individual buttons to prevent input errors. In order to support internationalization and enhance the self-explanatory nature of the buttons, these display both icons and labels.

B4 Example of packaging machine controls on a touchscreen with a screen diagonal of 43,18 cm (17")

Figure B7 shows an example of a production dialogue. In this example, navigation is implemented by horizontal tabs (above the central graphics), and operating buttons are located at the lower edge of the screen. Here, the interactive graphic diagram in which the individual machine sections can be selected by touch to view the respective status is particularly striking. Frequently required information (e.g. the quantity of products

mit einem großen Schriftgrad dargestellt, damit der Nutzer sie auch aus unterschiedlichen Bedienpositionen mit gegebenenfalls größerem Abstand ablesen kann.

already packed) is displayed in a large font size so that the user can read it from various operating positions and from a greater distance if necessary.



Bild B6. Übersicht eines Produktionsdialogs eines Kabelbearbeitungssystems

Figure B6. Sample of the production dialogue of a cable processing system

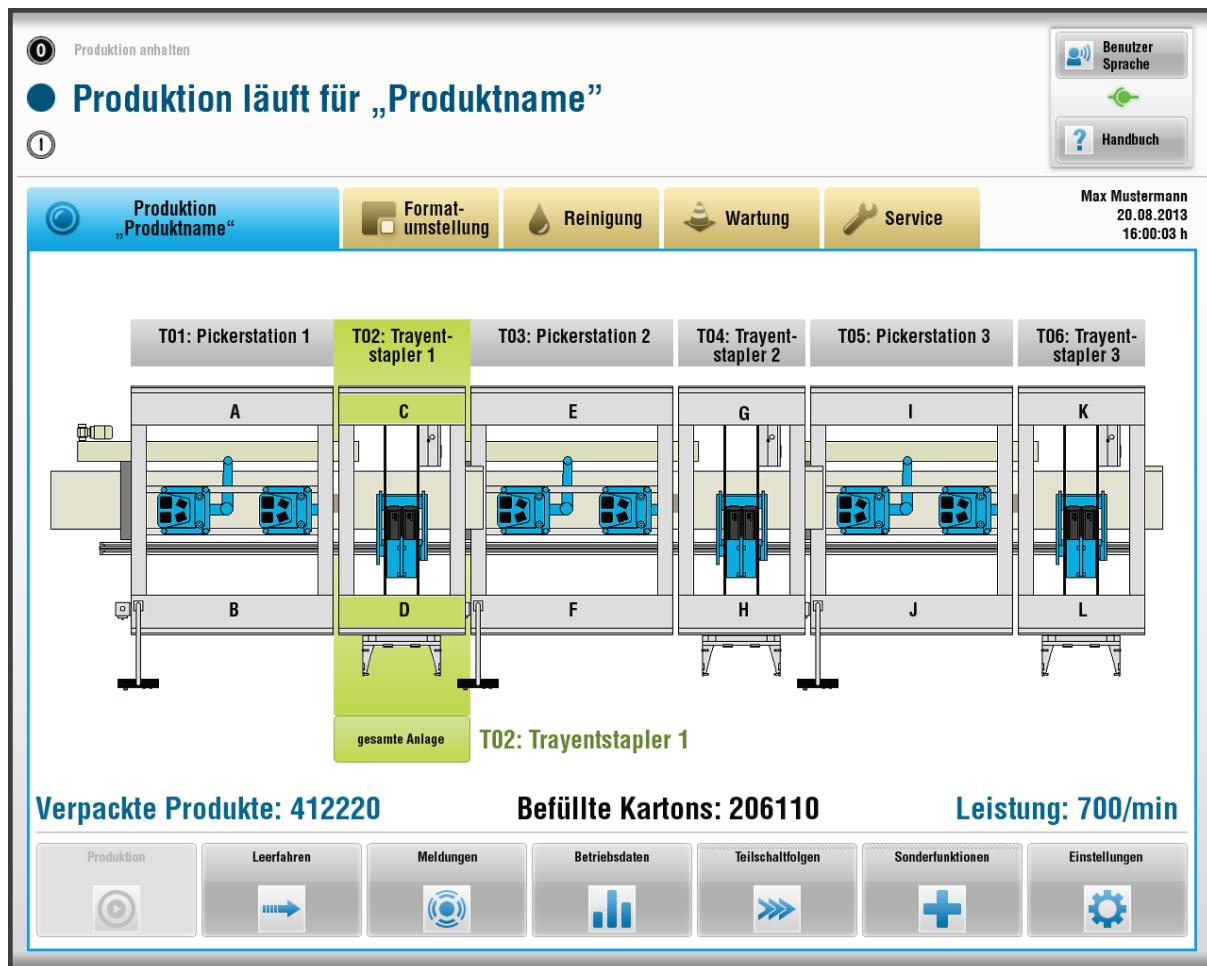


Bild B7. Produktionsdialog einer Verpackungsmaschinensteuerung

Figure B7. Production dialogue of packaging machine controls

B4.1 Beispiel einer Steuerung für eine Honemaschine auf einem Touchscreen mit 48,26cm (19") Bildschirmdiagonale

Bild B8 zeigt eine Maschinenübersicht. Alle Komponenten der Maschine werden grafisch dargestellt. Fehler und Informationen werden grafisch symbolisiert.

Bild B9 zeigt eine detaillierte Prozessübersicht mit Einzelergebnissen.

Bild B10 zeigt Detailinformationen der ausgewählten Komponente.

In Bild B11 wird eine mögliche Menüstruktur dargestellt.

Von jedem Dialog aus kann direkt zu Maschinenübersicht, Prozessübersicht und Menü gewechselt werden; die meisten Dialoge erlauben zudem einen direkten Sprung zu Detailinformationen jeder einzelnen Komponente.

Die Maschinenübersicht zeigt ein Abbild der Maschine und ihrer Komponenten; ein Tippen auf eine der Komponenten führt direkt zur entsprechenden Detailansicht. In der Prozessansicht wer-

B4.1 Example of honing machine controls using a touchscreen with a screen diagonal of 48,26 cm (19")

Figure B8 shows an overview of the machine depicting all machine components graphically. Error messages and other information are indicated by graphic symbols.

Figure B9 shows a detailed process overview displaying individual results.

Figure B10 shows detail information of the currently selected component.

Figure 11 shows a feasible menu structure.

The machine overview, process overview and menu can be accessed directly from any of the dialogues. Most of the dialogues also allow direct access to the detail information of individual components.

The machine overview is a representation of the machine tool and its components. Tapping on one of the components calls up the corresponding detail view. In the process view, all quality parameter

den auf engem Raum alle Qualitätswerte der aktuellen Produkte gezeigt und Tasten für die Korrektur typisch verantwortlicher Parameter angeboten.

In der Detailansicht einer einzelnen Komponente können sämtliche Parameter kontrolliert werden. Der Wechsel zwischen Komponenten findet hier über die horizontale Komponentenliste am unteren Dialogrand statt.

Das Menü bietet Zugang zu Funktionen, die seltener benötigt werden. Für gegebenenfalls später entwickelte/verfügbare Funktionen ist ausreichend Raum vorhanden.

values of the current products are shown in a compact area and buttons for setting the parameters that are typically responsible for the process results are displayed.

In the detail views of individual components, the user can monitor all parameters. In this example, changing between components is effected using the horizontal list of components at the bottom edge of the dialogue screen.

The menu provides access to functions which are needed less frequently. There is still enough free space for additional functions which may be developed or added in future versions.



Bild B8. Maschinenübersicht für eine Honmaschine mit grafischer Darstellung aller Komponenten der Maschine

Figure B8. Machine overview of a honing machine, with graphical depiction of all the machine tool components

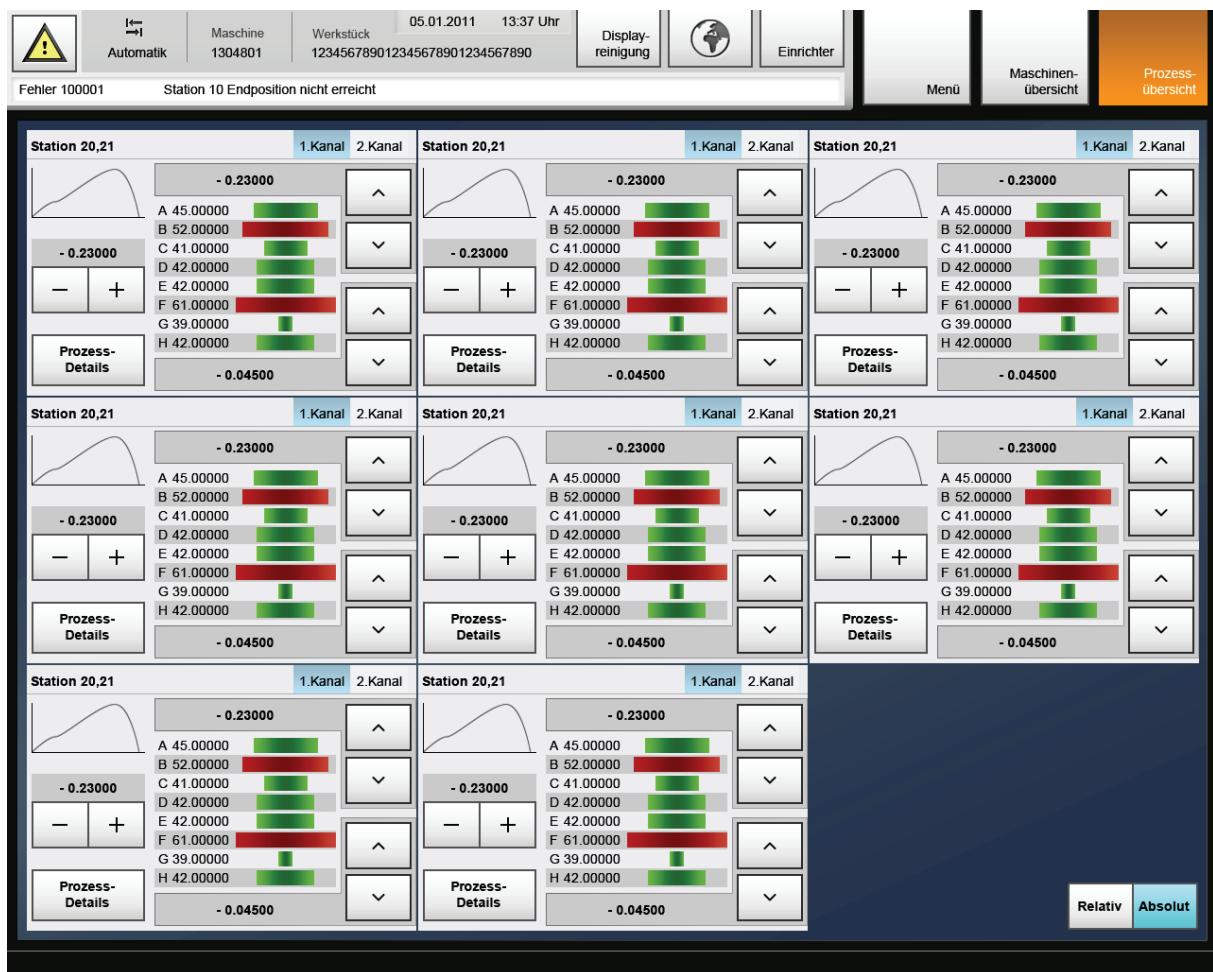


Bild B9. Prozessübersicht für eine Honmaschine mit Darstellung der Ergebnisqualität aller aktuellen Produkte

Figure B9. Process overview of a honing machine, showing the resulting quality of all currently processed products

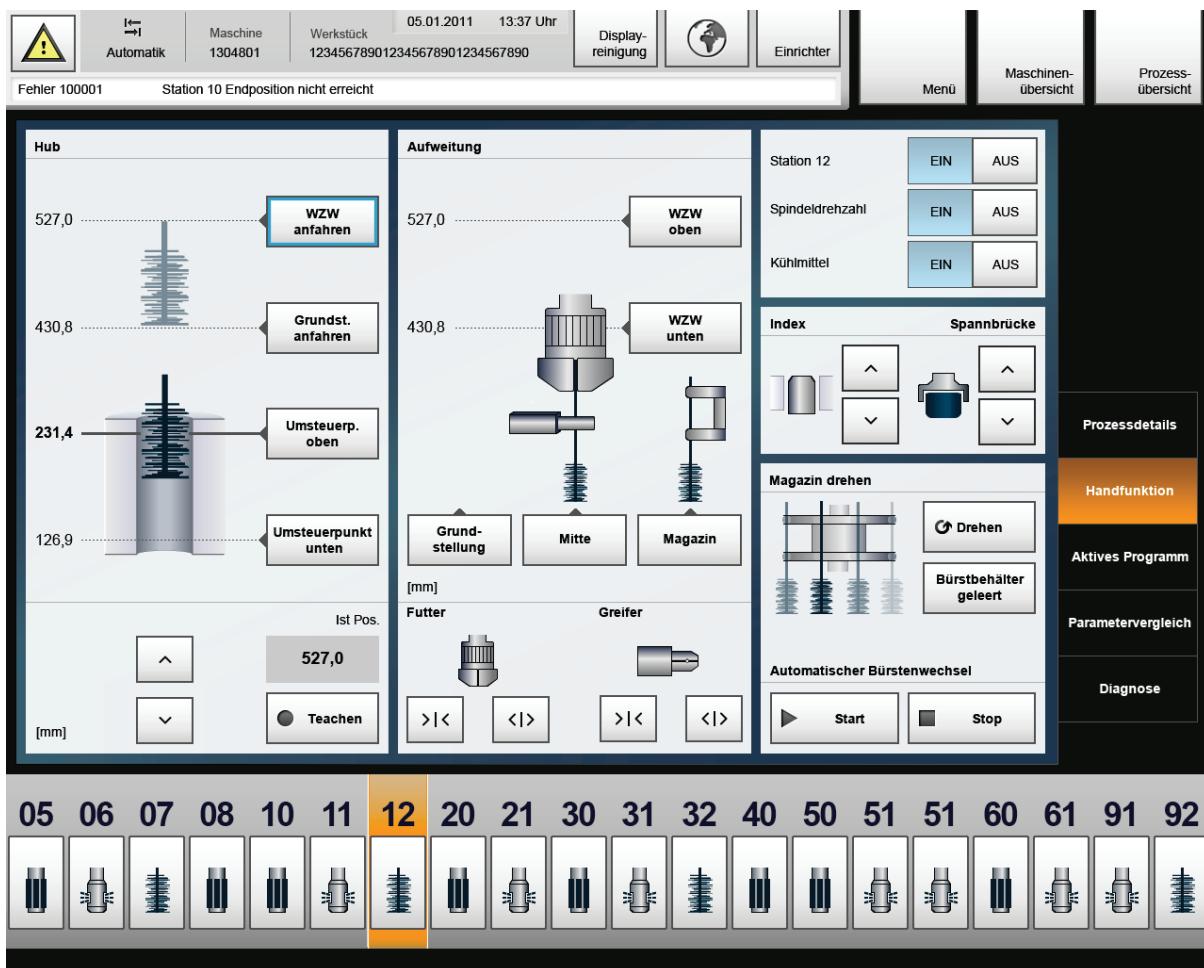


Bild B10. Detailinformationen für eine Honmaschine zu einer ausgewählten Komponente

Figure B10. Detail information on a selected component as displayed on a honing machine control system

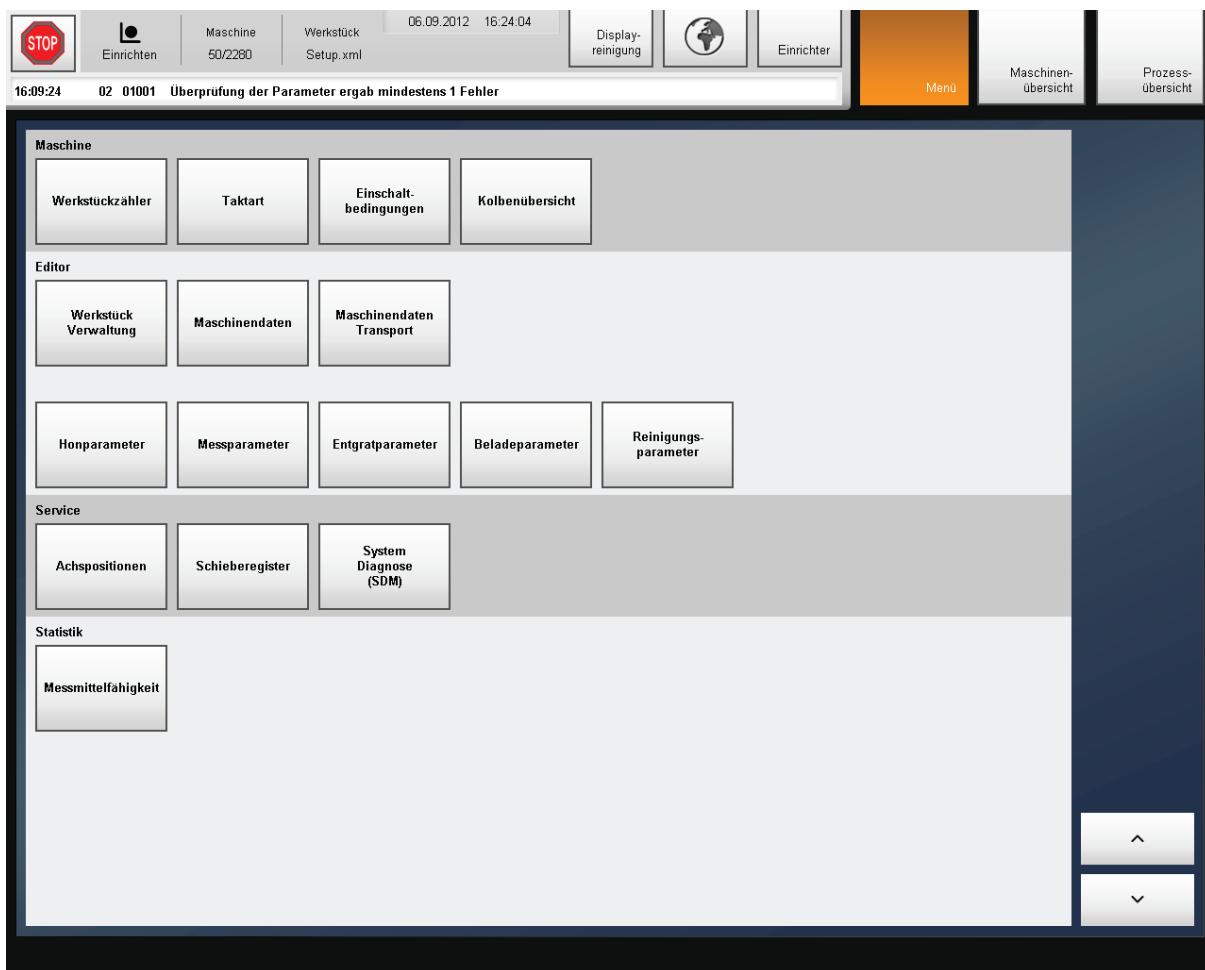


Bild B11. Menü für alle weiteren Funktionen für eine Honmaschine

Figure B11. Menu of all other functions of a honing machine control system

Anhang C Beispiel für ein Touch-Gesten-Set

Das nachfolgend beschriebene Touch-Gesten-Set wurde noch nicht realisiert und nicht evaluiert. Bei einer Umsetzung ist darauf zu achten, dass es keine Kollisionen mit anderen Interaktionsmustern (z.B. drag and drop) gibt. Grundlagen für das Gestenset sind unter anderem [4] und die Deutsche Gebärdensprache (DGS).

C1 Anmerkungen zur Beschreibung von Touch-Gesten

Zum besseren Verständnis für die Beschreibung von Touch-Gesten sind einige Hinweise zu beachten:

- Mit „**Grundhaltung**“ ist die natürliche Haltung der Hand beim Auflegen auf eine ebene Fläche mit geringer muskulärer Spannung gemeint. Alle Finger sind leicht gebeugt und stehen leicht auseinander. Die Hand bildet annähernd die grade Verlängerung des Arms. Sie ist insbesondere nicht stark angewinkelt. Bei der Installation von Touchscreens sollte darauf geachtet werden, dass diese möglichst in Grundhaltung genutzt werden können.
- Die Gesten können grundsätzlich mit beliebigen Fingern oder – in Abhängigkeit von der eingesetzten Technologie – auch mit anderen Gegenständen, z.B. einem Stift, gezogen werden. Vereinfachend wird im Rahmen dieser Richtlinie immer von **Fingern** gesprochen.
- Gesten, die synchron mit zwei aneinander liegenden Fingern gezeichnet werden, werden als „**diploid**“ bezeichnet, analog kann es auch triploide, tetraploide und pentaploide Gesten geben. Ploide Gesten sind di-, tri-, tetra- oder pentaploide Gesten. **Ploidie** ist, wenn nicht anders angegeben, unter Berücksichtigung der Grundhaltung horizontal: Die Fingerkuppen liegen dabei in etwa horizontal nebeneinander.
- Die Zeichnungen stellen idealisierte Touch-Gesten dar. In der Realisierung sind **Toleranzen** hinsichtlich Positionen, Ausmaßen, Winkel, Verhältnissen, Geschwindigkeiten usw. zu berücksichtigen.
- Zu einigen Touch-Gesten sind **Varianten** möglich: Sie können mit unterschiedlich vielen Fingern ausgeführt werden oder sehen je nachdem, ob die linke oder die rechte Hand verwendet wird, unterschiedlich aus. Auf diese Varianten wird im Text hingewiesen, sie werden jedoch nur exemplarisch aufgezeigt.
- Aus Gründen der **Barrierefreiheit** wurde darauf geachtet, dass alle Touch-Gesten mit nur

Annex C Example of a set of touch gestures

The touch gesture set described here has not yet been implemented or evaluated. In the case of implementation, care shall be taken to prevent conflicts with other interaction patterns such as drag and drop. The gesture set is based on [4] and on standard German sign language (*Deutsche Gebärdensprache –DGS*).

C1 Notes on the touch gesture descriptions

For a better understanding of touch-gesture descriptions, the following points should be observed:

- “**Basic position**” is the natural position and orientation that a hand assumes when it is placed on a flat surface with little muscular tension. All fingers are slightly curved and are slightly apart. The hand is in almost a straight line with the arm. In particular, it is not held at a sharp angle. When installing touchscreens, care should be taken that these can be operated with the user’s hands in the “basic position”.
- The gestures can essentially be made with any finger or – depending on the technology used – with another object e.g. a stylus. For the sake of simplicity, the term “**fingers**” is used throughout in this standard.
- Gestures which are made using two fingers concurrently are termed “**diploid**” gestures; similarly, triploid, tetraploid and pentaploid gestures are possible. Polyploid gestures can be diploid, triploid, tetraploid and pentaploid gestures. Unless otherwise indicated, **polyploid** gestures are always horizontal with regard to the basic position. The fingertips are roughly next to one another in a horizontal direction.
- The diagrams show the touch gestures in idealized form. Under real conditions, **tolerances** of position, size, angles, proportions, speed, etc. shall be taken into consideration.
- **Variants** of some of the touch gestures are possible: they may be made with a different number of fingers or may look different, depending on whether they are made with a left hand or a right hand. The texts indicate these variants, but only some examples are shown.
- To provide **barrier-free access**, care was taken to ensure that all touch gestures can be made

einer Hand und gleichermaßen von Links- und Rechtshändern ausgeführt werden können. Außerdem wurden die Touch-Gesten, soweit möglich, mit der Deutschen Gebärdensprache (DGS) abgeglichen.

- Aus Gründen der Globalisierung wurde darauf geachtet, die Touch-Gesten möglichst **international** verständlich zu halten. An Stellen, an denen Lokalisierungen notwendig sind, wird explizit darauf hingewiesen.
- Touch-Gesten können sich auch auf bestimmte Bereiche der Benutzungsoberfläche oder bestimmte darauf angezeigte Elemente beziehen. Sie können einen **Hotspot** haben, also einen definierten Punkt, der festlegt, an welcher Stelle die Touch-Geste wirken soll. Beispielsweise wird bei der Touch-Geste für „Einfügen“ dort eingefügt, wo die Spitze des gezeichneten Tropfens platziert wurde.
- Hier werden vorwiegend **nicht symbolische Touch-Gesten** definiert, also Touch-Gesten, die nicht aus Schriftzeichen bestehen. Das Zeichnen z.B. von „F1“ könnte ebenfalls zum Öffnen des Hilfediologs führen, das Zeichnen eines „P“ zum Öffnen des Druckdiologs. Dies sind in **symbolische Touch-Gesten** umgesetzte Tastenkürzel („Shortcuts“) bei einer Eingabe über Tastatur (z.B. Taste „F1“, Alt + ?, Strg + p).
- Die Anwendung hier definierter Touch-Gesten schließt andere Eingaben ausdrücklich nicht aus, weder über weitere Touch-Gesten (wie das „Ziehen“ eines Objekts mit einem Finger zum Papierkorb für den Befehl „Löschen“) noch über eventuell vorhandene andere Eingabegeräte wie über Tastatur (siehe Abschnitt 7.7.3). Sie ist vielmehr als **zusätzliche Dialogform** gedacht.

Die in dieser Richtlinie beschriebenen Touch-Gesten sind entsprechend der in Tabelle C1 angegebenen Notation beschrieben. Außer beim Tippen und langen Drücken selbst stellen die nachfolgenden Notationen Verfahrgesten bzw. Kombinationen von Verfahrgesten mit Tippen und/oder langem Drücken dar.

with one hand and equally easily by both right-handed and left-handed persons. In addition, the touch gestures have been adapted in line with German standard sign language (*Deutsche Gebärdensprache – DGS*) wherever possible.

- However, care was also taken to make the touch gestures as **internationally understandable** as possible to accommodate for globalization. Where localization is specifically needed, this is explicitly pointed out.
- Touch gestures may be related to certain areas of the user interface or to certain elements displayed there. They may also have a **hotspot**, i.e. a point which defines the location where the touch gesture is to have an effect. For example, when “insert” touch gestures are used, the information is inserted at the point where the tip of the displayed droplet icon is located.
- This set mainly defines **non-symbolic touch gestures**, i.e. touch gestures which do not describe letters or numerals. For example, drawing “F1” could also possibly be used to open the help dialogue and drawing a “P” to open the print dialogue. Such gestures would be keyboard shortcuts (e.g. “F1” key, Alt + ? and Ctrl + p) that have been translated into **symbolic touch gestures**.
- Use of the touch gestures defined here does not explicitly exclude other means of input, either by another touch gesture (such as “dragging” an object to the wastebasket to implement a “delete” command) or by using additional input devices such as a keyboard (see Section 7.7.3). On the contrary, it is intended as an **additional dialogue form**.

The touch gestures described in this standard are described using the notation stated in Table C1. Apart from actual tap and long-press actions, the following notations represent movement gestures and combinations of movement gestures with taps and/or long-press actions.

Tabelle C1. Touch-Gesten-Notation

Zeichen	Bedeutung
	(Gerichtet) Ziehen Die Geste wird von einem Start- zu einem Endpunkt in Pfeilrichtung gezogen. Am Endpunkt stoppt die Vorwärtsbewegung und der Finger wird senkrecht zur Zeichenebene abgehoben. Schnippen Die Geste wird von einem Start- zu einem Endpunkt in Pfeilrichtung gezogen, wobei der Finger beim Abheben am Endpunkt noch einen vorwärts gerichteten Vektoranteil besitzt. Näheres zur gesonderten Interpretation von Schnippen gegenüber Ziehen ist in Abschnitt 7.7.1 erläutert.
	(Ungerichtet) Ziehen oder Schnippen Die Geste wird von einem Start- zu einem Endpunkt gezogen oder geschnippt ohne dass die Richtung eine Rolle spielt. Beide Richtungen sind korrekt.
	Tippen An dieser Stelle wird die Benutzungsoberfläche angetipt, also mit dem Finger berührt („Hit“) und sofort (typisch: < 100 ms) wieder losgelassen („Release“).
	Langes Drücken An dieser Stelle wird die Benutzungsoberfläche „gedrückt“, also ein Finger aufgelegt, ohne eine Linie zu ziehen. Der Finger bleibt länger als beim „Tippen“ liegen.
	Kombination In diesem Beispiel wird der Startpunkt der Geste getippt und dann vom Tippunkt aus eine Linie nach rechts weitergezogen.
	Synchronisierung Eine zeitliche Abfolge wird durch Buchstaben gekennzeichnet. Zuerst wird die mit „a“ markierte Teilgeste ausgeführt, dann die mit „b“ markierte, usw. In diesem Beispiel wird als Geste eine „gestrichelte Linie“ gezogen: Zuerst wird die kleine Linie a nach rechts gezogen und anschließend mit kleinem Abstand rechts daneben ebenfalls nach rechts die kleine Linie b.
	Ploid Eine nachfolgende Teilgeste darf beginnen, sobald ihr Vorgänger begonnen wurde. Er muss nicht notwendig erst abgeschlossen sein. Insbesondere beim Langen Drücken kann ein Finger liegen bleiben, wenn die nächste Teilgeste gezeichnet wird. In diesem Beispiel wird zunächst gedrückt und dann über dem Druckpunkt eine Linie nach rechts gezogen. Das Lange Drücken muss beginnen, bevor mit der Linie begonnen wird. Es darf (muss aber nicht) beendet sein, bevor die Linie beendet ist.
	Diploid (Teil-)Gesten mit gleichem oder ohne Buchstaben sind gleichzeitig zu zeichnen (z.B. diploide Gesten, die durch Aufsetzen zweier Fingerkuppen nebeneinander in einer synchronen Bewegung gezeichnet werden). In diesem Beispiel wird eine diploide senkrechte Linie gezogen. Sie darf sowohl abwärts als auch aufwärts gezogen werden.
	Wenn Teilgesten nacheinander gezeichnet werden sollen, jedoch die Reihenfolge egal ist, ist dies textuell vermerkt (oder bleibt unbeschrieben, wenn offensichtlich). Beispielsweise steht bei einer Linie „a oder b“ und bei einer zweiten Linie als Gegenstück „b oder a“. Enthält eine Geste mit Abfolgemarkierungen Teilgesten ohne Abfolgemarkierung, so muss diese Untergruppe zwar gleichzeitig, aber zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Zeichnens der Touch-Geste gezogen werden.
	Zur Verdeutlichung oder Referenzierung im Text ist in manchen Fällen durch Voranstellen einer Zahl eine Empfehlung für den zu benutzenden Finger angegeben. Hierbei bedeutet 1 Daumen, 2 Zeigefinger, usw. In diesem Beispiel wird empfohlen, den Daumen gedrückt zu halten und darüber eine Linie nach rechts zu ziehen.

Table C1. Touch gesture notation

Depiction	Meaning
	(Directed) swipe The gesture is executed from the starting point to the end point in the direction of the arrow. The movement is stopped at the end point and the finger is then lifted vertically off the surface. Flick The gesture is executed from the starting point to the end point in the direction of the arrow and the finger is still moving with a vector component in the direction of the arrow when it is lifted off the surface at the end point. Section 7.7.1 contains more detailed information on specific interpretations of flicking as opposed to swiping.
	(Undirected) swipe or flick The gesture is drawn from the starting to the end point by swiping or flicking, the direction being irrelevant. Both directions are equally correct.
	Tap The user interface screen surface is tapped at this point, i.e. is briefly touched ("hit") with a finger, which is then lifted again immediately ("released") (finger is typically lifted within < 100 ms).
	Long-press The finger is pressed down at this position on the screen without being moved to draw a line. The finger remains on the screen longer than when "tapping".
	Combination This example describes tapping at the start of the gesture and then drawing a line to the right, starting at the tap point.
	Synchronization Letters are used to describe the order in which parts of gestures are made. The gesture section identified by an "a" is made first, followed by the section marked "b", and so on. In this example, a "dashed line" is drawn to form a gesture. First, the short line "a" is drawn from left to right, then, a short distance further on, the short line "b" is drawn next to it, also from left to right.
	Polyploid A part-gesture in a sequence cannot be started until the preceding one has been started, whereby the preceding gesture does not have to be finished yet. Especially if the preceding gesture is a long-press action, the finger can remain on the screen longer while the ensuing part-gesture is being drawn. In this example, the screen is first pressed and then a line is drawn from left to right above the long-press position. The long-press action must have been started before the line is started. It may be (but does not have to be) concluded before the line is concluded.
	Diploid (Part-) gestures with the same letter or no letter at all shall be drawn concurrently (e.g. diploid gestures which are drawn by placing two fingertips on the screen and then moving them concurrently). In the example shown here, a diploid vertical line is drawn. It can be drawn either upwards or downwards.
	If part-gestures are to be drawn consecutively, but the order in which this is done is irrelevant, this shall be indicated by a short text. For example, one line may be marked "a or b" and the second line marked "b or a" as the counterpart. If a gesture which has sequence marks includes part-gestures without sequence marks, the latter subset of part gestures has to be executed concurrently; this can be done at any point while executing the touch gesture.
	To clarify descriptions or establish references to texts, it may be necessary to use a numeral indicating which finger should preferentially be used: 1 denotes the thumb, 2 denotes the index finger, and so on. In the example shown here, it is recommended that the thumb be kept pressed down on the screen while a line is drawn towards the right above this point.

C2 Beispiel-Touch-Gesten-Set (Tabelle C2 bis Tabelle C9)

Applikationsabhängig kann für eine Touch-Geste ein Hotspot benötigt werden, um festzulegen für welche Stelle die durch die Touch-Geste ausgelöste Funktion gelten soll. Grundsätzlich soll der erste Berührpunkt („Hit“), bei poloiden Touch-Gesten der Hit des am weitesten links stehenden Fingers den Hotspot definieren. In den nachfolgenden Gestbeschreibungen ist der Hotspot im Einzelnen angegeben.

Das Auslösen von Funktionen über diese Touch-Gesten geschieht in der Regel als Last Touch (siehe Abschnitt 7.1.2), erfolgt also mit dem letzten Release. Zudem gilt für die Touch-Gesten das Inklusionsprinzip: Komplexere Touch-Gesten beginnen nicht mit anderen Touch-Gesten, die bereits einer Funktion zugeordnet sind, sodass also nicht versehentlich durch eine halbfertige Touch-Geste eine unbeabsichtigte Funktion ausgelöst werden kann. Eine direkte Konsequenz daraus ist, dass alle Touch-Gesten z.B. durch Verwischen oder sonstiges Abweichen, vor ihrer Fertigstellung unkenntlich gemacht werden können und somit das Auslösen der zugehörigen Funktion noch bis zuletzt unterbunden werden kann.

C2 Touch gesture set example (Table C2 to Table C9)

Depending on the application, a touch gesture may require a hotspot to define the exact point at which the function triggered by the touch gesture shall take effect. Essentially, the point which is touched first (the “hit”) shall define the hotspot; in poly-ploid touch gestures, the hit of the finger furthest to the left shall define the hotspot. In the following descriptions, the hotspot for each gesture is described.

As a rule, the functions related to these touch gestures are triggered by the last touch (see Section 7.1.2), i.e. after the last release action. Besides, the inclusion principle applies to these touch gestures, i.e. complex touch gestures never start with other touch gestures that have already been assigned to a function, so that a function cannot be inadvertently triggered by a half-finished touch gesture. The direct consequence of this rule is that it should be possible to render all touch gestures undecipherable, e.g. by wiping over them or otherwise deviating from the required pattern, before they have been completed, thus preventing triggering of the associated function, even at the last moment.

Tabelle C2. Dateizugriffe

Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Neues Objekt erzeugen (z.B. neue Datei)	Zwei gedrückte Finger im Abstand horizontal nebeneinander, zwischen denen mit einem dritten Finger eine Linie senkrecht nach oben gezeichnet wird. Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		aufgehende Sonne, sprühender Blütenstengel
Objekt öffnen (z.B. eine Datei)	Die anfangs zusammenliegenden Fingerkuppen spreizen sich auseinander. Der Hotspot liegt im Zentrum der Touch-Geste zum Zeitpunkt des Hits.	 	Blüte/Hand öffnet sich. Die Touch-Geste ist auch mit der linken Hand spiegelverkehrt ausführbar. Die Touch-Geste kann auch nur mit dem Daumen (1) und zwei oder drei beliebigen weiteren Fingern ausgeführt werden. Es müssen mindestens drei Finger eingesetzt werden, da sonst Verwechslungsgefahr mit der Vergrößern-Geste besteht. Diese Varianten sind nebenstehend beispielhaft dargestellt.
Beenden	triploides Andreaskreuz Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		Weitergehend als „löschen“ und „abbrechen“, deshalb triploid: Die ganze Applikation wird beendet.

Tabelle C2. Dateizugriffe (Fortsetzung)

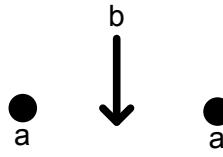
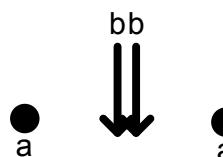
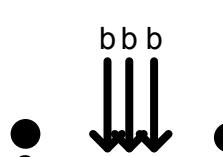
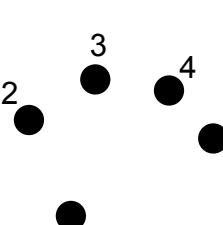
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Speichern	Zwei gedrückte Finger im Abstand horizontal nebeneinander, zwischen denen eine Linie senkrecht nach unten gezeichnet wird. Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		Untergehende Sonne, Saat wird in den Boden eingebracht, ähnlich zu „neues Objekt erzeugen“.
Speichern unter (mit neuem Namen oder an neuem Ort)	Zwei gedrückte Finger im Abstand horizontal nebeneinander, zwischen denen eine diploide Linie senkrecht nach unten gezeichnet wird. Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		Wie „speichern“, aber es wird quasi eine Kopie vom Original erzeugt, deshalb diploid.
Alles speichern	Zwei gedrückte Finger im Abstand horizontal nebeneinander, zwischen denen eine triploide Linie senkrecht nach unten gezeichnet wird. Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		Wie „speichern“, aber fundamentaler für alle geöffneten Elemente, deshalb triploid.
Drucken	Die Finger werden in Grundhaltung kurz auf die Benutzungsoberfläche gelegt. Mindestens der Daumen (1) und zwei weitere Finger müssen verwendet werden. Der Hotspot liegt auf dem Hit des Daumens.		einen Stempel auf die Oberfläche drücken, „Drücken“ ~ „Drucken“ Die Finger liegen maximal eine Sekunde auf. Die Touch-Geste ist auch mit der linken Hand spiegelverkehrt ausführbar.

Tabelle C2. Dateizugriffe (Fortsetzung)

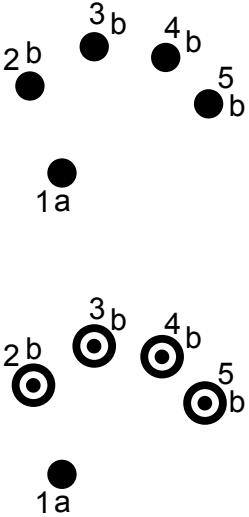
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Druckvorschau	Zuerst der Daumen (1) und dann mindestens zwei weitere Finger werden in Grundhaltung kurz auf die Benutzungsoberfläche gelegt. Der Daumen bleibt gedrückt, die restlichen Finger dürfen auch lediglich tippen. Der Hotspot liegt auf dem Hit des Daumens.		ähnlich Stempel, ein Finger vor den restlichen, „vor“ ~ „Vorschau“ Die Touch-Geste ist auch mit der linken Hand spiegelverkehrt ausführbar.

Table C2. File handling functions

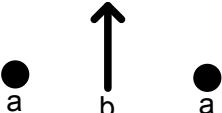
Function	Touch gesture description	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Create new object (e.g. file)	Two fingers touching the screen horizontally some distance apart, while a third finger draws a vertical line upwards between these points. The hotspot is where the left finger hits the screen.		rising sun, flowers growing

Table C2. File handling functions (continued)

Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Open object (e.g. file)	The fingertips are initially close together and are then spread apart. The hotspot is the centre of the gesture at the moment the screen is first touched.	<p>The first diagram shows fingers 1 through 5 spreading outwards from a central point. Finger 1 is at the bottom left, 2 is top left, 3 is top, 4 is top right, and 5 is bottom right. The second diagram shows fingers 1 through 5 spreading outwards from a central point. Finger 1 is at the bottom right, 2 is top right, 3 is top, 4 is top left, and 5 is bottom left. The third diagram shows fingers 1 through 5 spreading outwards from a central point. Finger 1 is at the bottom left, 2 is top left, 3 is top, 4 is top right, and 5 is bottom right.</p>	an opening flower/hand This touch gesture can be executed mirrored with the left hand. This touch gesture can also be made using a thumb and two or three fingers. However, at least three fingers must be used to prevent it being misunderstood as the “zoom in” (magnify) gesture. Examples of the different variants are shown on the left.
Quit/exit	triploid St. Andrew's cross The hotspot is where the left finger hits the screen.	<p>The diagram shows a triple intersection of two fingers, labeled 'a or b' and 'b or a', forming a St. Andrew's cross pattern.</p>	More far-reaching consequences than “delete” or “cancel”, so triploid is used: the entire application is shut down.
Save	Two fingers touching the screen horizontally some distance apart, while a third finger draws a vertical line downwards between these points. The hotspot is where the left finger hits the screen.	<p>The diagram shows two dots labeled 'a' connected by a vertical line labeled 'b' pointing downwards.</p>	setting sun, sowing seeds, similar to the gesture for “create new object”

Table C2. File handling functions (continued)

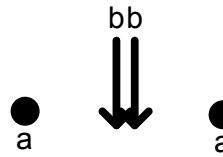
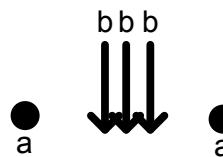
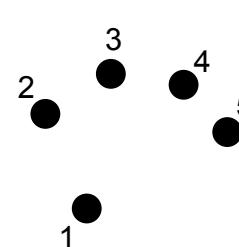
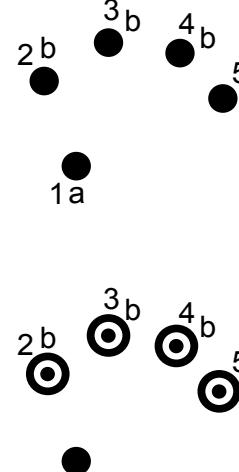
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Save as (with a different name or at a different location)	Two fingers touching the screen horizontally some distance apart, while two fingers draw a vertical diploid line downwards between these points. The hotspot is where the left finger hits the screen.		Like “save”, but since a copy of the original is actually being made, a diploid line is used.
Save all	Two fingers touching the screen horizontally some distance apart, while a vertical triploid line is drawn downwards between these points. The hotspot is where the left finger hits the screen.		Like save, but since it affects all currently opened objects, a triploid line is used.
Print	Fingers, in their basic position, briefly touch the user interface screen. At least the thumb (1) and two other fingers have to be used for this gesture. The hotspot is where the thumb hits the screen.		putting a rubber stamp on the surface, “stamping” ~ “printing” Fingers touch the screen for no more than one second. This touch gesture can be executed mirrored using the left hand.
Print preview	The screen is first touched by the thumb (1) and then briefly by at least two fingers. The thumb remains in contact with the screen, the other fingers only need to tap the screen. The hotspot is where the thumb hits the screen.		Similar to using a rubber stamp, using one finger before the others indicates that it is a “pre-” ~ “view”. This touch gesture can be executed mirrored using the left hand.

Tabelle C3. Clipboard

Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Ausschneiden	Eine nach unten geschlossene Schleife, die ihren Kreuzungspunkt deutlich unterhalb der beiden Enden hat. Der Hotspot liegt auf dem Hit.		stilisierte Schere Die zuvor selektierten Elemente werden ins Clipboard verschoben.
Kopieren	Wie „Ausschneiden“, jedoch diploid. Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		stilisierte Schere mit zwei Fingern, 2 = Duplikat, DNS ist diploid (Doppelter Chromosomensatz) Die zuvor selektierten Elemente werden ins Clipboard kopiert.
Einfügen	Tropfen, eine nach unten geschlossene Schleife, deren Enden sich berühren. Der Hotspot liegt auf dem Hit.		Ähnlich zu „ausschneiden“/„kopieren“; die Funktionen sind verwandt, doch erfordert „Einfügen“ eine Spitze, die als Hotspot den Einfügepunkt definiert. Drop, Tropfen: „Fallenlassen des Clipboard-Speichers“

Table C3. Clipboard functions

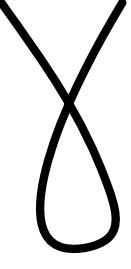
Function	Touch gesture description	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Cut	A loop, closed at the bottom and with the line crossing quite a distance below the start and end points. The hotspot is where the finger first hits the screen.		stylized scissors The previously selected elements are moved to the clipboard.

Table C3. Clipboard functions (continued)

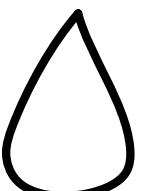
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Copy	shape as for “cut”, but in a diploid version The hotspot is where the left finger hits the screen first.		stylized scissors drawn with two fingers, 2 = duplicate, DNS is diploid/ double helix (double chromosome strands) Copies of the previously selected elements are moved to the clipboard.
Insert (“paste”)	A droplet in the form of a loop, closed at the bottom and with the same point as start and end. The hotspot is where the finger first hits the screen.		Similar to cut and copy as the two functions are related; however to symbolize the function “insertion”, the gesture requires a hotspot indicating where the object is to be inserted. “Drop” has two meanings (verb/noun); “dropping” the clipboard memory contents.

Tabelle C4. Invertierung

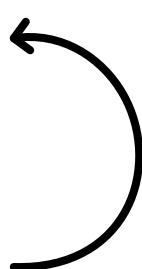
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Rückgängig machen	Ein von unten nach oben gezogener, nach rechts ausgelegter halber Rundpfeil. Der Hotspot liegt auf dem Hit.		die Zeit zurückdrehen (auf zwölf Uhr zurück)
Wiederherstellen	Ein von oben nach unten gezogener, nach rechts ausgelegter halber Rundpfeil. Der Hotspot liegt auf dem Hit.		Gegenstück zu „rückgängig machen“ in der Zeit nach vorne springen (von zwölf Uhr weg) Siehe auch „aktualisieren“.

Table C4. Reverting

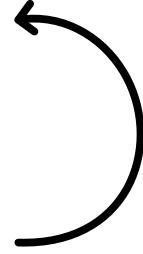
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Undo (restore to previous condition)	A semicircular arrow drawn from the bottom upwards in an anti-clockwise direction. The hotspot is where the finger first hits the screen.		turning the clock back (to twelve o'clock)
Re-do	A semicircular arrow drawn from the top downwards up in a clockwise direction. The hotspot is where the finger first hits the screen.		the counterpart to “undo” setting the clock forward (from twelve o'clock) See also “Update”.

Tabelle C5. Standardfunktionen

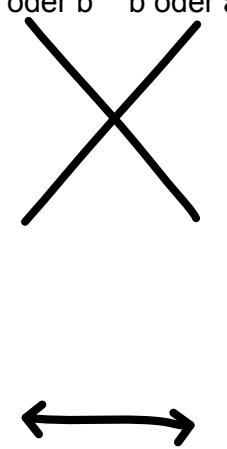
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Löschen	Andreaskreuz Alternativ: Auf einer horizontalen Linie (auch mehrfach) hin- und her ziehen. Der Hotspot liegt auf dem Hit.	a oder b b oder a 	„X“, durchstreichen oder alternativ die Geste für Löschen in DGS Wenn keine Verwechslungsgefahr besteht, reicht bei der Touch-Geste nach DGS ein einmaliges oder eineinhalbmaliges Hin- und Herfahren.

Tabelle C5. Standardfunktionen (Fortsetzung)

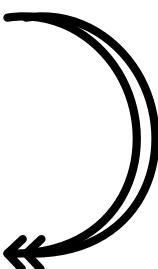
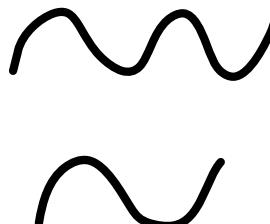
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Aktualisieren, Refresh, neu laden (z.B. einer Internetseite)	wie „Wiederherstellen“, aber diploid Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		ähnlich „Wiederherstellen“, aber fundamentaler (Nicht nur „Rückgängig“ wird wiederhergestellt, sondern der ganze (Teil-)Dialog.)
Bearbeiten/ Editieren	sinusartige Wellenlinie Der Hotspot liegt auf dem Hit.		Wellenlinie als stilisiertes Schreiben Wenn keine Verwechslungsgefahr besteht, reicht eine einzige Sinusschwingung. Um die Touch-Geste für Kulturreiche mit Schriften in anderer Schreibrichtung als bei lateinischer Schrift verständlich zu halten, soll sie auch beim Zeichnen in der Schreibrichtung dieser Schriften verstanden werden.

Table C5. Standard functions

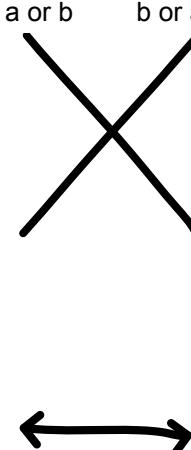
Function	Touch gesture description	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Delete	St. Andrew's cross As an alternative: wipe backwards and forwards (possibly repeatedly) on the same horizontal line. The hotspot is where the finger first hits the screen.		“X” cross out, or as an alternative, the (German) sign language gesture for deleting. If there is no danger of misinterpretation, wiping backwards and forwards once or one and a half times is adequate to make the sign language gesture.

Table C5. Standard functions (continued)

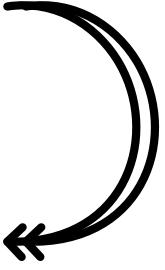
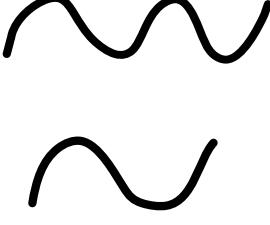
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Update, refresh, re-load (e.g. an Internet page)	shape as for “re-do”, but as a diploid version The hotspot is where the left finger hits the screen.		Similar to “re-do” but more fundamental (Not only the “undo” action is redone, but the entire/partial dialogue.)
Process/edit	sine-wave type line The hotspot is where the finger first hits the screen.		Wavy line represents stylized writing. If there is no danger of misinterpretation, a single sine-wave period is adequate. In order to keep this touch gesture compatible to scripts written in directions other than that of Latin script, the gesture has to be interpreted correctly when drawn in the direction of these scripts.

Tabelle C6. Informationen

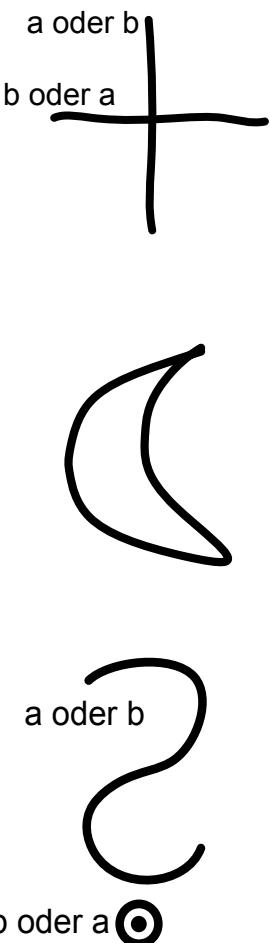
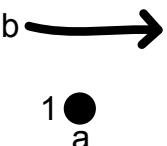
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Hilfe	<p>Kreuz, zwei sich mittig kreuzende senkrechte und waagerechte Linien</p> <p>ein Halbmond</p> <p>ein Fragezeichen Der Hotspot liegt auf dem Hit des ersten Fingers.</p>		<p>Das Kreuz als Symbol für Hilfe, „Rotes Kreuz“. Dieses Zeichen ist mindestens im islamischen Kulturkreis nicht intuitiv. Für den islamischen Kulturraum sollte deshalb auch ein nach rechts offener Halbmond hierfür gültig sein („Roter Halbmond“). Zur besseren internationalen Verwendung sollte die symbolische Touch-Geste eines Fragezeichens zusätzlich den Aufruf von Hilfe bewirken. Die DGS-Geste hierfür (zwei nach vorne drückende Daumen) birgt zu große Verwechslungsgefahr mit anderen Touch-Gesten.</p>
Einstellungen/Optionen	<p>ein gedrückter Punkt und anschließend eine horizontale, nach rechts gezogene Linie darüber Der Hotspot liegt auf dem Hit des Daumens.</p>		<p>etwas positionieren, einstellen in der (stilisierten) DGS-Geste</p>

Table C6. Information functions

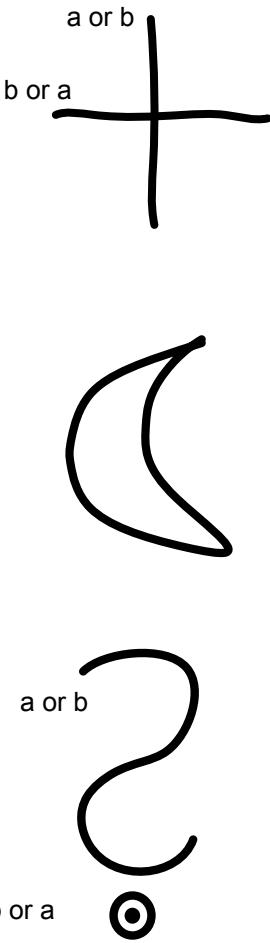
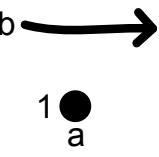
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Help	<p>a cross – a vertical line crossing a horizontal line at the middle of both lines</p> <p>a crescent</p> <p>a question mark The hotspot is where the finger first hits the screen.</p>	 <p>The diagrams illustrate three touch gestures for the 'Help' function:</p> <ul style="list-style-type: none"> A vertical line crossing a horizontal line at their midpoints, labeled 'a or b' above and 'b or a' below. A crescent shape, labeled 'a' above. A question mark shape, labeled 'a or b' above and 'b or a' below. 	<p>The cross symbolizes help/first aid, "Red Cross".</p> <p>At least in Islamic cultures, this gesture is not intuitive. For Islamic cultural regions, a crescent, open at the right, should be used instead ("Red Crescent")</p> <p>For even better international usability, a symbolic touch gesture depicting a question mark should call up the help function as well.</p> <p>The German sign language gesture for help (two thumbs pointing forwards) is not suitable as it is too likely to be confused with other touch gestures.</p>
Settings/Options	<p>long-press on one point while a horizontal line is drawn towards the right above this point</p> <p>The hotspot is where the thumb hits the screen.</p>	 <p>The diagram illustrates the 'Settings/Options' function:</p> <ul style="list-style-type: none"> A horizontal line ending in a dot, labeled 'b' above and '1' below. 	positioning/setting something, stylized version of the corresponding German sign language gesture

Tabelle C7. Suchfunktionen

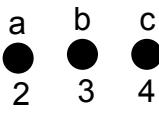
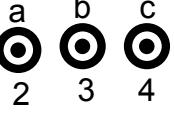
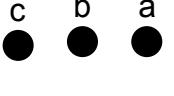
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
(Vorwärts) Suchen	horizontales Tippen oder langes Drücken von links nach rechts hintereinander Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.	  	An die nächste (und übernächste) Stelle hüpfen. Wenn keine Verwechslungsgefahr besteht, reicht die Ausführung der Touch-Geste mit nur zwei Fingern. Ansonsten wird sie mindestens mit drei Fingern ausgeführt. Bis zu fünf Finger können verwendet werden. Auch Tippen statt langes Drücken einzelner oder aller Teilgesten ist möglich, wenn keine Verwechslungsgefahr besteht. Für Schriften mit Schreibrichtung von rechts nach links soll diese Touch-Geste spiegelverkehrt ausgeführt werden können (siehe auch „rückwärts suchen“).
Rückwärts suchen	analog zu „Suchen“: horizontales Tippen oder langes Drücken von rechts nach links hintereinander Der Hotspot liegt auf dem Hit des rechten Fingers.		Durch die Richtung der Abfolge könnte in speziellen Anwendungen auch die Suchrichtung mit angegeben werden. Abfolge nach rechts bedeutet dann: Vorwärts suchen; Abfolge nach links bedeutet dann: Rückwärts suchen. Für Schriften mit Schreibrichtung von rechts nach links soll diese Touch-Geste spiegelverkehrt ausgeführt werden können (siehe auch „suchen“).

Tabelle C7. Suchfunktionen (Fortsetzung)

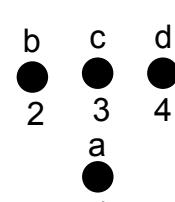
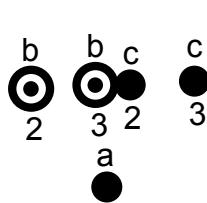
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Weitersuchen	<p>zweifaches, horizontal versetztes, diploides Tippen</p> <p>Die Finger können am Schluss auch gedrückt bleiben.</p> <p>Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.</p>		<p>Die eigentliche Suche ist bereits angestoßen. Wie „suchen“, aber diploid.</p> <p>Ansonsten gelten dieselben Anmerkungen wie bei der Funktion „(vorwärts) suchen“.</p>
Ersetzen	<p>Drücken (Aufsetzen) des Daumens und dann darüber die „Suchen“-Geste</p> <p>Der Hotspot liegt auf dem Hit des Daumens.</p>		<p>ähnlich „suchen“, doch mit der Erweiterung, das Suchergebnis durch den Inhalt eines zweiten Parameters (symbolisiert durch den von der „suchen“-Geste abgesetzten Daumen) zu ersetzen</p> <p>Im Weiteren gelten dieselben Anmerkungen wie bei der Funktion „(vorwärts) suchen“.</p>
Ersetzen und weitersuchen	<p>Drücken (Aufsetzen) des Daumens und dann darüber die „Weitersuchen“-Geste</p> <p>Der Hotspot liegt auf dem Hit des Daumens.</p>		<p>analog zu „weitersuchen“ und „ersetzen“</p> <p>Im Weiteren gelten dieselben Anmerkungen wie bei der Funktion „(vorwärts) suchen“.</p>

Table C7. Search functions

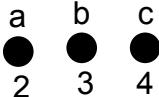
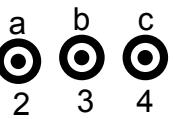
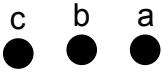
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Search (for-wards)	a sequence of taps or long-press actions, from left to right in a horizontal arrangement The hotspot is where the left finger hits the screen.	  	Jump to the next position and so on. If there is no risk of misinterpretation, it is sufficient to make this gesture with two fingers only; otherwise at least three fingers should be used. It can be made with up to five fingers. Some or all parts of this gesture can be made by tapping instead of long-pressing if there is no risk of this being misinterpreted. For scripts written from right to left, it should be permissible to make this touch gesture in the opposite direction (see also “search backwards”).
Search back-wards	analogous to “search”: a sequence of taps or long-press actions, from right to left in a horizontal arrangement The hotspot is where the right finger hits the screen.		The search direction can be specified for certain applications by executing the sequence in a certain direction. In this case, a sequence from left to right means “search forwards” and a sequence from right to left means “search backwards”. For scripts written from right to left, it should be permissible to make this touch gesture in the opposite direction (see also “search forwards”).

Table C7. Search functions (continued)

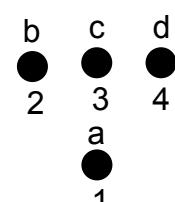
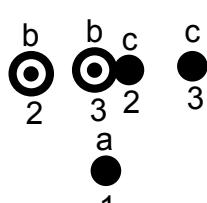
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Continue search	double diploid tapping, offset horizontally The fingers may remain pressed on the screen at the end of the gesture. The hotspot is where the left finger hits the screen.		The search function has already been started. As for "search", but in a diploid version. Apart from this, the remarks for "search (forwards)" also apply here.
Replace	pressing (placing) the thumb on the screen and making the "search" gesture above it The hotspot is where the thumb hits the screen.		comparable to "search" but with the supplementary part-gesture to indicate that the found item is to be replaced by the value of a second parameter (symbolized by the thumb placed below the "search" gesture) Apart from this, the remarks for "search (forwards)" also apply here.
Replace and search next	pressing (placing) the thumb on the screen and making the "continue search" gesture above it The hotspot is where the thumb hits the screen.		comparable to "continue search" and "replace" Apart from this, the remarks for "search (forwards)" also apply here.

Tabelle C8. Bestätigungen

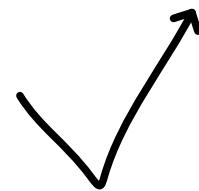
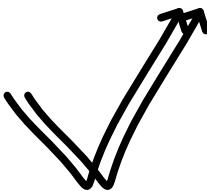
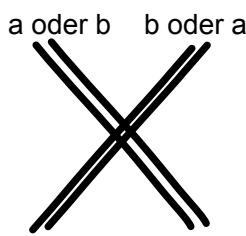
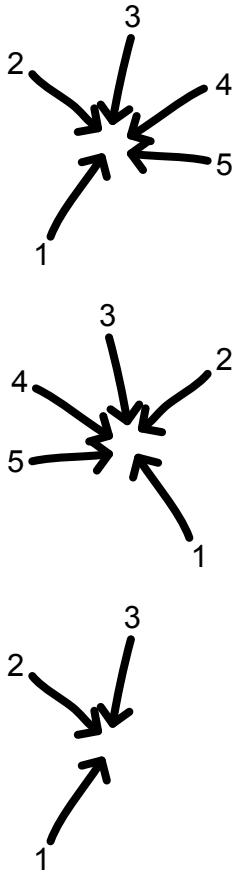
Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
OK (Anwendungsfunktion wird ausgelöst und Teildialog geschlossen)	Häkchen Der Hotspot liegt auf dem Hit.		Häkchen zur Bestätigung, sehr häufig und deshalb möglichst einfach gehalten
Übernehmen (Teildialog bleibt nach Auslösen der Anwendungsfunktion geöffnet)	diploides Häkchen Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		Bei „übernehmen“ wird im Gegensatz zu „OK“ sinnbildlich eine Kopie/Instanz der Funktion angestoßen und das nächste Anstoßen (mit dem weiterhin geöffneten Dialog) bereits vorbereitet. Deshalb analog zu „kopieren“ die diploide Form. Zudem wird diese Funktion seltener als „OK“ verwendet, was die kompliziertere Touch-Geste rechtfertigt.
Abbrechen (Bearbeitung eines Objekts ohne Übernahme der Änderungen abschließen oder Teildialog ohne Ausführung einer Anwendungsfunktion schließen)	diploides Andreaskreuz Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.		„X“, durchstreichen, sozusagen den Teildialog löschen. Weitergehend als nur das einfache „Löschen“, deshalb diploid. Die triploide Form „löscht“ den gesamten Dialog, beendet also die Applikation; siehe „beenden“.
Schließen (Objekt, z.B. Datei, oder Teildialog nach bereits ausgeführten Anwendungsfunktionen im momentanen Anwendungszustand schließen)	Die anfangs gespreizten Fingerkuppen werden zusammengeführt. Der Hotspot liegt im Zentrum der Touch-Geste zum Zeitpunkt des Release.		Blüte/Hand schließt sich. Gegenstück zu „öffnen“; im Weiteren gelten deshalb dieselben Anmerkungen wie bei „öffnen“ analog.

Table C8. Confirmation/acknowledgement functions

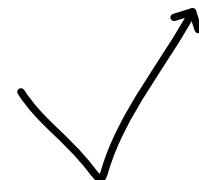
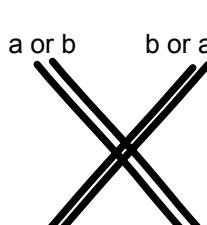
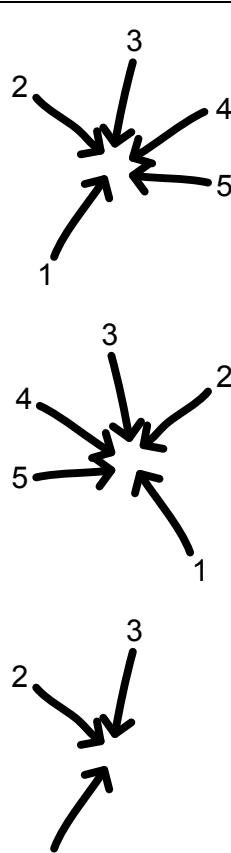
Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations / remarks
OK (application func-tion is triggered and dialogue sec-tion is closed)	tick mark The hotspot is where the finger first hits the screen.		A tick as confirmation, very frequently used and therefore kept as simple as possible.
Apply (dialogue section remains open after application function has been triggered)	diploid tick mark The hotspot is where the left finger hits the screen.		As opposed to a simple “OK”, this starts a copy/second instance of the function, so that the application function is ready to be triggered again (via the dialogue section that is still open). This is why the diploid form is used, in analogy to the “copy” gesture. Furthermore, this function is used less frequently than “OK”, which justifies using a more complicated touch gesture.
Cancel/abort (stop processing an object and do not save changes, or close dialogue section without executing an application function)	diploid St. Andrew’s cross The hotspot is where the left finger hits the screen.		“X” indicates crossing out, i.e. delete the dialogue section. This means more than simply “deleting” something, thus the gesture is diploid. The triploid version “deletes” the entire dialogue, therefore shutting down the application; see “quit/exit”
Close (close an object e.g. a file, or a dialogue section in the current application section after the application function has been executed)	Fingertips originally spread apart on the screen are drawn together. The hotspot is at the center of the gesture at the point where the fingers leave the screen (“release” point).		a flower/hand closing Counterpart of “open”, therefore the remarks which apply to the “open” gesture apply here, too.

Tabelle C9. Sonstige Funktionen

Funktion	Touch-Gesten-Beschreibung	Touch-Gesten-Ausführungszeichnung	Assoziationen/Anmerkungen
Drehen	Drehbewegung, sofern eindeutig, mit mindestens zwei Fingern; optional Tippen in den durch die Drehbewegung angedeuteten Kreis Der Hotspot liegt im Zentrum der Touch-Geste zum Zeitpunkt des Hits von „a“.		<p>Beispielsweise einen virtuellen Dreh-Drück-Regler (siehe Abschnitt 7.5.3) drehen. Durch Berücksichtigung des virtuellen Drehimpulses kann die Trägheit („Nachlauf“) eines physikalischen Dreh-Drück-Reglers simuliert werden (siehe Abschnitt 7.7), durch Tippen ins Innere des beschriebenen Kreises das Drücken des Dreh-Drück-Reglers, z.B. für eine Bestätigung.</p> <p>In der Regel werden Drehregler und Dreh-Drück-Regler in Touchscreens besser als Wheelscrollers implementiert (siehe Abschnitt 7.5.3), die durch einfaches Schnippen (und gegebenenfalls Tippen) benutzt werden.</p> <p>Folgende Bewegungsrichtungen gelten als erwartungskonform: Im Uhrzeigersinn – nach rechts – vorwärts – vergrößern.</p> <p>Die Touch-Geste kann auch mit der linken Hand ausgeführt werden. Bei Verwendung der linken Hand ändert sich der Drehsinn nicht.</p> <p>Die Touch-Geste (hier mit fünf Fingern der rechten Hand dargestellt) kann, sofern sie hinreichend eindeutig ist, mit zwei bis fünf beliebigen Fingern ausgeführt werden.</p>
Bildschirm temporär sperren/entsperren	Tippen in die vier Eckbereiche des Bildschirms in Form eines „Z“, zum Entsperrn ebenso		<p>Eine zwar einfache Touch-Geste, die aber trotzdem kaum zufällig entstehen kann. „Z“ symbolisiert das Durchstreichen des Bildschirms wie auch das „Einschlafen“ („Zzz...“).</p> <p>Hier ist schematisch der Bildschirm mit dargestellt, da die Touch-Geste von seinen Ausmaßen abhängig ist.</p>
Vergrößern	diagonales gegenläufiges Auseinanderziehen Der Hotspot liegt im Zentrum der Touch-Geste zum Zeitpunkt des Hits.		<p>Der Untergrund wird „gedehnt“. Dies ist eine First-Touch-Geste.</p>
Verkleinern	diagonales gegenläufiges Zusammenziehen Der Hotspot liegt im Zentrum der Touch-Geste zum Zeitpunkt des Hits.		<p>Der Untergrund wird „gestaucht“. Dies ist eine First-Touch-Geste.</p>

Table C9. Other functions

Function	Touch gesture de-scription	Diagram of touch gesture execution	Mnemonic associations/remarks
Rotate	A circular motion, if it can be made unambiguously, with at least two fingers; as an option, the screen can be tapped inside the circle indicated by the gesture. The hotspot is at the centre of the gesture at the moment the screen is first touched by "a".		For example, turning a virtual rotary pushbutton (see Section 7.5.3). The inertia ("overrun") of a physical control knob can be simulated by taking the virtual rotary impulse into consideration (see Section 7.7); tapping the screen inside the circle gesture can simulate pressing down the rotary pushbutton, e.g. to confirm an input. Normally, rotary controls and rotary pushbuttons are rather implemented as virtual scroll wheels (see Section 7.5.3) which can be activated by simple flicks (and tapping, where necessary). The following movements are considered to lead to the normally expected results: clockwise – to the right – forwards – enlarge. This touch gesture can also be made with the left hand. The direction of rotation does not change if the left hand is used. This touch gesture (made with all fingers of the right hand in the example shown here) can be made with two to five fingers, as long as it is sufficiently unambiguous.
Temporarily lock screen/unlock screen	tapping the four corner regions of the screen in a "Z" arrangement to lock it, same action to unlock it		This is a simple touch gesture, which is difficult to make inadvertently all the same. "Z" symbolizes crossing out the screen, also "going to sleep" ("Zzzzz..."). The diagram includes a schematic representation of the display screen as the touch gesture is related to the size of the screen.
Enlarge (zoom in)	two fingers drawn apart diagonally The hotspot is at the centre of the gesture at the moment the screen is first touched.		The background object is "stretched". This is a first-touch gesture.
Reduce (zoom out)	two fingers moved towards each other diagonally The hotspot is at the centre of the gesture at the moment the screen is first touched.		The background object is "squashed". This is a first-touch gesture.

C3 Direkte alphanumerische Eingaben

Für komplexere alphanumerische Eingaben kann dem Nutzer eine virtuelle Tastatur angeboten werden, deren Schaltflächen den eingebaren Zeichen entsprechen. Die Eingabe kann aber auch direkt über Touch-Gesten, die den Schriftzeichen entsprechen, erfolgen. Hierfür sollen die folgenden Konventionen gelten.

Schriftzeichen werden direkt eingegeben: Die Touch-Geste entspricht dem Zeichen selbst. In speziellen Fällen, etwa um abwärtskompatibel zu einer maus- und tastaturngesteuerten Vorgängerversion zu sein, kann es notwendig sein, Steuerzeichen durch ploide Touch-Gesten einzugeben. Für solche Eingaben sollte gelten (Bild C1):

- diploides Zeichen entspricht Strg + Zeichen
- triploides Zeichen entspricht Alt + Zeichen
- tetraploides Zeichen entspricht Cmd + Zeichen
- vertikal diploides Zeichen entspricht Umschalt + Zeichen
Da „Umschalt“ bei Touchscreen-Technologie selten benutzt wird (normalerweise werden die Großbuchstaben oder Sonderzeichen als symbolische Touch-Geste direkt gezeichnet), wird hierfür die schwieriger auszuführende vertikale Ploidie verwendet.
- gehäuft triploides Zeichen, also mit drei Fingern nicht nebeneinander in einer Linie, sondern mit einem Finger über den beiden anderen, entspricht Strg + Alt + Zeichen

C4 Maus-Emulation

Analog zur direkten Eingabe von Steuerzeichen (siehe Anhang C3) kann es in speziellen Fällen notwendig sein, die Eingabe über eine Maus zu emulieren. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn eine Nutzung sowohl über Touchscreen als auch über Maus und Tastatur vorgesehen ist und beim Ausfall eines der Eingabegeräte die vollständige Emulation über die anderen Eingabegeräte ermöglicht werden soll.

Für die Emulation von Mauseingaben über Touchscreen sollen die folgenden Konventionen gelten.

C3 Direct alphanumerical input

For more complex alphanumerical input, users can be offered a virtual keyboard whose buttons represent the characters/numbers that can be entered. However, such input can also be achieved directly by touch gestures that correspond to the actual written characters. The following conventions shall be applied.

Letters/numerals are input directly: the touch gesture corresponds to the actual character. In special cases, for example to retain downward-compatibility to a predecessor version controlled by a mouse and keyboard, it may be necessary to use polyploid gestures to enter control key shortcuts. The following conventions should be applied to such input (see Figure C1).

- diploid character corresponds to Ctrl + character
- triploid character corresponds to Alt + character
- tetraploid character corresponds to Cmd + character
- vertically drawn diploid character corresponds to Shift + character
- As the “case shift” function is seldom used in touchscreen technology (normally upper-case characters or special characters are drawn directly as touch gestures) the vertical polyploid finger position, which is more difficult to maintain, is used here.
- “heaped” triploid characters, i.e. characters drawn with three fingers not in a line but with one finger held higher than the others, correspond to Alt + Ctrl + character

C4 Mouse emulation

Just as there is a need to input control key shortcuts (see Annex C3) it may also be necessary to emulate mouse input in some cases. This can become necessary, for instance, if an application is to be operated both by a touchscreen and by a mouse and keyboard and there is a requirement that one operating interface shall be able to emulate the other completely if the other interface fails.

The following conventions should be applied to the emulation of mouse input on a touchscreen.

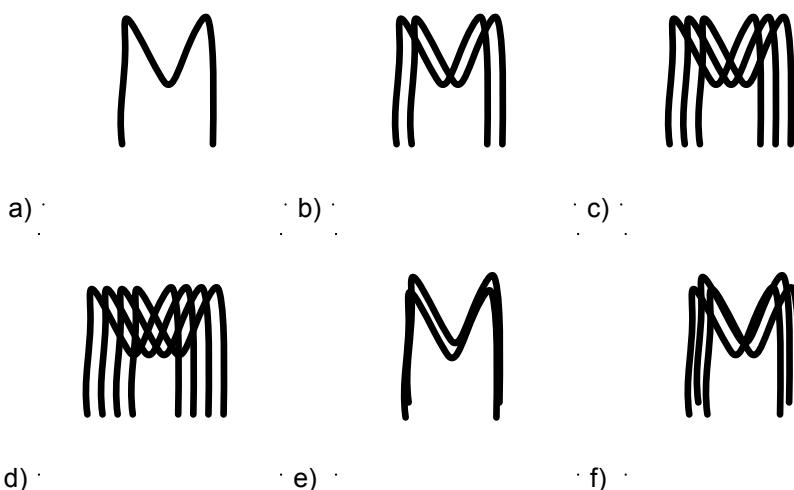


Bild C1. Beispiele für eine direkte alphanumerische Eingabe

- a) Buchstabe „M“ (Der Hotspot liegt auf dem Hit.)
- b) Strg + M (Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.)
- c) Alt + M (Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.)
- d) Cmd + M (Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken Fingers.)
- e) Umschalt + M (Der Hotspot liegt auf dem Hit des oberen Fingers.)
- f) Strg + Alt + M (Der Hotspot liegt auf dem Hit des oberen Fingers.)

Figure C1. Examples of direct alphanumerical input

- a) letter "M" (The hotspot is where a finger first hits the screen.)
- b) Ctrl + M (The hotspot is where the left finger hits the screen.)
- c) Alt + M (The hotspot is where the left finger hits the screen.)
- d) Cmd + M (The hotspot is where the left finger hits the screen.)
- e) Shift + M (The hotspot is where the upper finger hits the screen.)
- f) Ctrl+ Alt + M (The hotspot is where the topmost finger hits the screen.)

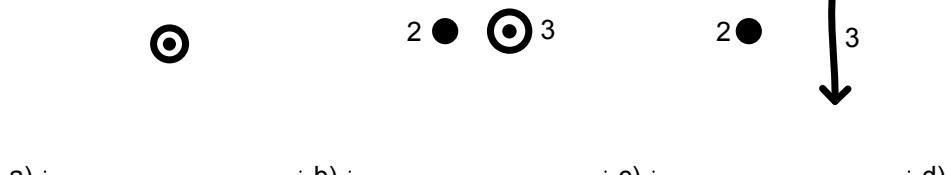


Bild C2. Maus-Emulation

- a) **linke Maustaste** – Hierfür ist keine spezielle Touch-Geste notwendig.
- b) **rechte Maustaste** – Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken, aufgelegten Fingers 2 (Zeigefinger).
- c) **Mausrad** – Der Hotspot liegt auf dem Hit des linken, aufgelegten Fingers 2 (Zeigefinger).
- d) **Mausradtaste** – Der Hotspot liegt auf dem ersten Hit des linken, aufgelegten Fingers 2 (Zeigefinger). Der gedrückte Finger 2 wird schließlich getippt.



Figure C2. Mouse emulation

- a) **left mouse button** – no special touch gesture required
- b) **right mouse button** – The hotspot is where the left finger, i.e. finger 2 (index finger), hits the screen.
- c) **mouse wheel** – The hotspot is where the left finger, i.e. finger 2 (index finger), hits the screen.
- d) **mouse wheel button** – The hotspot is where the left finger, i.e. finger 2 (index finger), hits the screen first. After being pressed on the screen, finger 2 is lifted and then used again to tap on the screen.

Schriftum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) (Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast)), ABI EU, 2006, Nr. L 157, S. 24–86

Technische Regeln / Technical rules

DIN 33402-2:2005-12 Ergonomie; Körpermaße des Menschen; Teil 2: Werte (Ergonomics; Human body dimensions; Part 2: Values). Berlin: Beuth Verlag

DIN CEN ISO/TR 7250-2*DIN SPEC 91279:2013-08 Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung; Teil 2: Anthropometrische Datenbanken einzelner nationaler Bevölkerungen (ISO/TR 7250-2:2010 + Amd 1: 2013); Deutsche Fassung CEN ISO/TR 7250-2:2011 + A1: 2013 (Basic human body measurements for technological design; Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations (ISO/TR 7250-2:2010 + Amd 1: 2013); German version CEN ISO/TR 7250-2:2011 + A1:2013 MIL-STD 1472G). Berlin: Beuth Verlag

DIN CEN ISO/TR 7250-2*DIN SPEC 91279:2011-07 Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung; Teil 2: Anthropometrische Datenbanken einzelner Bevölkerungen von ISO-Mitgliedsländern (ISO/TR 7250-2:2010); Deutsche Fassung CEN ISO/TR 7250-2:2011 (Basic human body measurements for technological design; Part 2: Statistical summaries of body measurements from individual ISO populations (ISO/TR 7250-2:2010); German version CEN ISO/TR 7250-2:2011. Zurückgezogen / Withdrawn 2013-08. Nachfolgedokument / Following document DIN CEN ISO/TR 7250-2*DIN SPEC 91279:2013-08

DIN EN 60529*VDE 0470-1:2014-09 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013 (Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013); German version EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 60529*VDE 0470-1:2000-09 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000 (Degrees of protection provided by enclosures (IP code) (IEC 60529:1989 + A1: 1999); German version EN 60529:1991 + A1:2000). Zurückgezogen / Withdrawn 2014-09. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 60529*VDE 0470-1:2014-09

DIN EN ISO 9241-16:2000-03 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation (ISO 9241-16:1999); Deutsche Fassung EN ISO 9241-16:1999 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 16: Direct-manipulation dialogues (ISO 9241-16:1999); German version EN ISO 9241-16:1999). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-110:2008-09 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110: 2006 (Ergonomics of human-system interaction; Part 110: Dialogue principles (ISO 9241-110:2006); German version EN ISO 9241-110:2006 DIN EN ISO 9241-410). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-410:2012-12 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion, Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte (ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012); Deutsche Fassung EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012 (Ergonomics of human-system interaction; Part 410: Design criteria for physical input devices (ISO 9241-410:2008 + Amd.1: 2012); German version EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012). Berlin: Beuth Verlag

MIL-STD-1472G:2012-01-11 Department of Defense Design Criteria Standard; Human Engineering. Arlington County (VA): United States Department of Defense

VDI 1000:2010-06 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Guideline Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3850 Blatt 1:2014-04 Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen; Konzepte, Prinzipien und grundsätzliche Empfehlungen (Development of usable user interfaces for technical plants; Concepts, principles and fundamental recommendations). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3850 Blatt 2:2015-07 Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen; Interaktionsgeräte für Bildschirme (Development of usable user interfaces for technical plants; Interaction devices for screens). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3850 Blatt 2:2002-11 Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen; Interaktionsgeräte für Bildschirme (User-friendly design of useware for machines; Interaction devices for displays screens). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3850 Blatt 3:2014-07 (Entwurf / Draft) Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen; Merkmale, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens (Development of usable user interfaces for technical plants; Features, design and applications of user interfaces with touch screen). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3850 Blatt 3:2004-03 Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen; Dialoggestaltung für Touchscreens (User-friendly design of useware for machines; Design of dialogues for touchscreens). Berlin: Beuth Verlag

Literatur / Literature

- [1] *Boff, K.; Lincoln, J.*: Engineering Data Compendium: Human Perception and Performance. New York: John Wiley and Sons. (1983)
- [2] *Rühmann, H.*: Die Schwingungsbelastung in Mensch-Maschine-Systemen. Habilitationsschrift, Technische Universität München, Institut für Ergonomie. (1983)
- [3] *Toms, M.; Williamson, J.*: Aviation Human Computer Interface Style Guide. West Bloomfeld: Veda Inc. (1998)
- [4] *Dorau, R.*: Emotionales Interaktionsdesign Gesten und Mimik interaktiver Systeme. Berlin: Springer Verlag, 2011
- [5] *Kammer, D.; Freitag, G.; Keck, M.; Wacker, M.*: Taxonomy and Overview of Multi-touch Frameworks: Architecture, Scope and Features. In: Workshop on Engineering Patterns for Multitouch Interfaces. Berlin: 2010
- [6] *Kim, H.; Kwon, S.; Heo, J.; Lee, H.; Chung, M. K.*: The effect of touch-key size on the usability of In-Vehicle Information Systems and driving safety during simulated driving. In: Applied Ergonomics 45 (3) 2014, S. 379–388.

DOI: 10.1016/j.apergo.2013.05 .006.

Hier ist ein Datenträger eingeklebt. /
A data carrier should be attached here.

Benennungsindex englisch–deutsch / Term index English–German

Anmerkung: Die Vorzugsbenennungen sind fett gesetzt. / **Note:** The preferred terms are in bold.

Englische Benennung / English term

affordance
 application function
 automatic magnifier
button
 control element
control function
control task
 cursor
DGS
diploid
direct interaction
 drag
 dual touch
feedback
flick
focus
 German sign language
hit
 hit event
hold
 hold event
hotspot
hover effect
internationalization
localization
long-press
menu
indirect interaction
mouseover effect
move
 move event
movement gesture
multi-touch
polyploid
release
 release event
shortcut
single touch
 swipe
tap
touch gesture
touch interaction
touchscreen
touchscreen system
triploid

Deutsche Vorzugsbenennung / German preferred term

Aufforderungscharakter
 Anwendungsfunktion
 Lupenautomatik
Schaltfläche
 Bedienelement
Bedienfunktion
Bedienaufgabe
 Schreibmarke
DGS
diploid
unmittelbare Interaktion
 Verfahrgeste
diploid
Rückmeldung
 Schnippen
Fokus
DGS
Hit
Hit
Hold
Hold
Hotspot
Hover-Effekt
Internationalisierung
Lokalisierung
langes Drücken
Menü
mittelbare Interaktion
Mouse-over-Effekt
Move
Move
 Verfahrgeste
Multi-Touch
 Ploidie
 Release
 Release
Tastaturkürzel
Single-Touch
 Verfahrgeste
Tippen
 Touch-Geste
Touch-Interaktion
Touchscreen
Touchscreen-System
triploid