

DIN EN ISO 9241-920

ICS 13.180; 35.080; 35.180

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –
Teil 920: Anleitung zu taktilen und haptischen Interaktionen
(ISO 9241-920:2009);
Deutsche Fassung EN ISO 9241-920:2016**

Ergonomics of human-system interaction –
Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions (ISO 9241-920:2009);
German version EN ISO 9241-920:2016

Ergonomie de l'interaction homme-système –
Partie 920: Lignes directrices relatives aux interactions tactiles et haptiques
(ISO 9241-920:2009);
Version allemande EN ISO 9241-920:2016

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-920:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“, Unterkomitee SC 4 „Ergonomics of human-system interaction“, Arbeitsgruppe WG 9 „Tactile and haptic interaction“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 023-00-04 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAErg/NIA: Ergonomie für Informationsverarbeitungssysteme“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Die Normenreihe ISO 9241 wurde ursprünglich als eine siebzehnteilige Normenreihe zu ergonomischen Anforderungen an Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten erarbeitet. Als Teil des Normenüberarbeitungsprozesses wurde eine umfassende Neustrukturierung der Normenreihe ISO 9241 vereinbart, um den Anwendungsbereich zu erweitern, weitere relevante Normen einzubeziehen und die Nutzbarkeit zu verstärken. Für den Aufbau der überarbeiteten Internationalen Normenreihe siehe Anhang A dieser Norm.

Deutsche Fassung

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion —
Teil 920: Anleitung zu taktilen und haptischen Interaktionen
(ISO 9241-920:2009)

Ergonomics of human-system interaction —
Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions
(ISO 9241-920:2009)

Ergonomie de l'interaction homme-système —
Partie 920: Lignes directrices relatives aux interactions
tactiles et haptiques
(ISO 9241-920:2009)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. Juni 2016 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

| | |
|---|----|
| Europäisches Vorwort | 5 |
| Vorwort | 6 |
| Einleitung | 8 |
| 1 Anwendungsbereich | 9 |
| 2 Anwendung von ISO 9241-920 | 9 |
| 2.1 Empfehlungen | 9 |
| 2.2 Produktevaluierung | 9 |
| 3 Taktile/haptische Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen | 10 |
| 3.1 Allgemeine Anleitung zu taktilen/haptischen Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen | 10 |
| 3.1.1 Leistungsoptimierung | 10 |
| 3.1.2 Bereitstellung zugänglicher Informationen zu taktilen/haptischen Elementen | 10 |
| 3.1.3 Bereitstellung von Kontextinformationen | 10 |
| 3.1.4 Verwendung einheitlicher Beschriftungen | 11 |
| 3.1.5 Feststellung des Systemzustands | 11 |
| 3.1.6 Ermüdungsminimierung | 11 |
| 3.1.7 Bereitstellung alternativer Eingabeverfahren | 11 |
| 3.1.8 Aufrechterhaltung der Kohärenz zwischen Modalitäten | 11 |
| 3.1.9 Kombination von Modalitäten | 12 |
| 3.1.10 Darstellung realistischer Erfahrungen | 12 |
| 3.1.11 Trennung einzelner Schnittstellenelemente | 13 |
| 3.2 Beabsichtigte Individualisierung | 13 |
| 3.2.1 Ermöglichung der Änderung der Modalitäten durch den Benutzer | 13 |
| 3.2.2 Ermöglichung des Umgehens einer Krafrückmeldung | 13 |
| 3.2.3 Ermöglichung der Individualisierung taktiler Parameter durch den Benutzer | 13 |
| 3.3 Unbeabsichtigte Wahrnehmungen des Benutzers | 13 |
| 3.3.1 Einschränkung der akustischen Ausgabe einer taktilen/haptischen Anzeige | 13 |
| 3.3.2 Begrenzung des Wärmezuwachses von Kontaktflächen | 14 |
| 3.3.3 Vermeidung sensorischer Anpassung | 14 |
| 3.3.4 Erholung von sensorischer Anpassung | 14 |
| 3.3.5 Vermeidung unbeabsichtigter Wahrnehmungsstörungen | 14 |
| 3.3.6 Verhinderung zeitlicher Verdeckung | 14 |
| 4 Attribute taktiler und haptischer Informationskodierungen | 15 |
| 4.1 Anleitung höherer Ebene zur taktilen/haptischen Informationskodierung | 15 |
| 4.1.1 Anwendung vertrauter taktiler/haptischer Muster | 15 |
| 4.1.2 Taktile/haptische Kodierungen durchschaubar machen | 15 |
| 4.1.3 Übereinstimmung mit Benutzererwartungen | 15 |
| 4.1.4 Sensorische Ersatzvarianten nutzen | 15 |
| 4.1.5 Verwendung einer geeigneten räumlichen Ansteuerbarkeit und Auflösung | 15 |
| 4.1.6 Verwendung eines scheinbaren taktilen Orts | 16 |
| 4.1.7 Nutzung distaler Körperteile für hohe räumliche Auflösung | 16 |
| 4.1.8 Nutzung einer höheren Ansteuerbarkeit für geschulte Benutzer | 16 |
| 4.1.9 Verwendung einer scheinbaren taktilen Bewegung | 16 |
| 4.1.10 Verhinderung räumlicher Verdeckung | 16 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.2 | Anleitung zu spezifischen taktilen/haptischen Attributen zur Informationskodierung | 16 |
| 4.2.1 | Auswählen der Größen für die Informationskodierung | 16 |
| 4.2.2 | Unterscheidung zwischen Attributwerten | 17 |
| 4.2.3 | Begrenzung der Anzahl von Attributwerten | 17 |
| 4.2.4 | Kombination von Eigenschaften | 17 |
| 4.2.5 | Begrenzung der Komplexität | 18 |
| 4.2.6 | Kodierung durch Objektform | 18 |
| 4.2.7 | Informationskodierung durch zeitliche Muster | 18 |
| 4.2.8 | Informationskodierung mit Hilfe von Schwingungsamplituden | 18 |
| 4.2.9 | Informationskodierung durch Schwingungsfrequenz | 18 |
| 4.2.10 | Kodierung durch Ort | 19 |
| 4.2.11 | Kodierung durch Temperatur | 19 |
| 4.2.12 | Kodierung durch Wärmeleitfähigkeit | 19 |
| 4.2.13 | Feststellung von Informationswerten | 19 |
| 5 | Inhaltsspezifische Kodierung | 20 |
| 5.1 | Kodierung und Textdaten | 20 |
| 5.2 | Kodierung und Verwendung von Graphikdaten | 20 |
| 5.2.1 | Anzeige taktiler/haptischer Graphiken | 20 |
| 5.2.2 | Verwendung von Gittern bei taktilen Diagrammen | 20 |
| 5.2.3 | Verwendung von Orientierungspunkten auf taktilen Karten | 20 |
| 5.2.4 | Bereitstellung von Maßstäben für taktile Karten | 20 |
| 5.3 | Kodierung und Verwendung von Steuerelementen | 21 |
| 5.3.1 | Verwendung taktiler/haptischer Steuerelemente | 21 |
| 5.3.2 | Nutzung von Größe und Abständen der Steuerelemente zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung | 21 |
| 5.3.3 | Vermeidung schwieriger Steueraktionen | 21 |
| 5.3.4 | Nutzung von Kraft zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung | 21 |
| 5.3.5 | Interaktion mit Steuerelementen | 21 |
| 6 | Gestaltung taktiler/haptischer Objekte und Räume | 22 |
| 6.1 | Taktile/haptische Anzeigeräume | 22 |
| 6.1.1 | Leichtigkeit der Wahrnehmung mehrerer taktiler/haptischer Objekte | 22 |
| 6.1.2 | Leichtigkeit des Erkennens benachbarter taktiler/haptischer Objekte | 22 |
| 6.1.3 | Aufrechterhaltung der Trennung zwischen Objektoberflächen | 23 |
| 6.1.4 | Trennung taktiler/haptischer Elemente | 23 |
| 6.1.5 | Vermeidung leerer Räume | 23 |
| 6.1.6 | Vermeidung von Volumengrenzen | 23 |
| 6.1.7 | Vermeidung des Herausfallens aus dem taktilen/haptischen Raum | 23 |
| 6.2 | Objekte | 23 |
| 6.2.1 | Verwendung geeigneter Objektgrößen | 23 |
| 6.2.2 | Erzeugung unterscheidbarer taktiler/haptischer Symbole | 24 |
| 6.2.3 | Erzeugung taktiler, haptischer Symbole aus visuellen Symbolen | 24 |
| 6.2.4 | Taktile/haptische Objektwinkel | 24 |
| 6.2.5 | Taktile/haptische Objektecken | 24 |
| 7 | Interaktion | 24 |
| 7.1 | Navigieren im taktilen/haptischen Raum | 24 |
| 7.1.1 | Bereitstellung von Navigationsinformationen | 24 |
| 7.1.2 | Unterstützung der Pfadplanung | 25 |
| 7.1.3 | Bereitstellung wohlgestalteter Pfade | 25 |
| 7.1.4 | Leichte Ermittlung und Erkennung von Orientierungspunkten | 25 |
| 7.1.5 | Bereitstellung geeigneter Navigationstechniken | 25 |
| 7.1.6 | Bereitstellung von Navigationshilfen | 25 |
| 7.1.7 | Verstehen des taktilen/haptischen Raums | 26 |
| 7.1.8 | Unterstützung von Erkundungsstrategien (-verfahren) | 26 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 7.2 | Neukonfigurierung..... | 26 |
| 7.2.1 | Neukonfigurierung des taktilen/haptischen Raums..... | 26 |
| 7.3 | Interaktionstechniken..... | 27 |
| 7.3.1 | Implementieren von Interaktionstechniken..... | 27 |
| 7.3.2 | Vermeidung unbeabsichtigter Schwingungen..... | 27 |
| Anhang A (informativ) Überblick über die ISO 9241 Reihe..... | | 28 |
| Literaturhinweise..... | | 32 |

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 9241-920:2009 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 9241-920:2016 durch das Technische Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9241-920:2009 wurde vom CEN als EN ISO 9241-920:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees ist die Erarbeitung Internationaler Normen. Internationale Norm-Entwürfe, die von Technischen Komitees angenommen wurden, werden an die Mitgliedsorganisationen zur Abstimmung verteilt. Für die Veröffentlichung als Internationale Norm werden mindestens 75 % Zustimmung der Mitgliedsorganisationen benötigt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

ISO 9241-920 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“, Unterkomitee SC 4 „Ergonomics of human-system interaction“, erarbeitet.

ISO 9241 besteht unter dem allgemeinen Titel *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)* aus folgenden Teilen:

- *Part 1: General introduction*
- *Part 2: Guidance on task requirements*
- *Part 4: Keyboard requirements*
- *Part 5: Workstation layout and postural requirements*
- *Part 6: Guidance on the work environment*
- *Part 9: Requirements for non-keyboard input devices*
- *Part 11: Guidance on usability*
- *Part 12: Presentation of information*
- *Part 13: User guidance*
- *Part 14: Menu dialogues*
- *Part 15: Command dialogues*
- *Part 16: Direct manipulation dialogues*
- *Part 17: Form filling dialogues*

ISO 9241 besteht auch aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Ergonomics of human-system interaction*:

- *Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services*
- *Part 110: Dialogue principles*
- *Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces*
- *Part 171: Guidance on software accessibility*
- *Part 210: Human-centred design for interactive systems*
- *Part 300: Introduction to electronic visual display requirements*
- *Part 302: Terminology for electronic visual displays*
- *Part 303: Requirements for electronic visual displays*
- *Part 304: User performance test methods for electronic visual displays*
- *Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays*
- *Part 306: Field assessment methods for electronic visual displays*
- *Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays*
- *Part 308: Surface-conduction electron-emitter displays (SED) [Technical Report]*
- *Part 309: Organic light-emitting diode (OLED) displays [Technical Report]*
- *Part 400: Principles and requirements for physical input devices*
- *Part 410: Design criteria for products for physical input devices*
- *Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions*

Folgende Teile befinden sich in Vorbereitung:

- *Part 100: Introduction to standards related to software ergonomics*
- *Part 129: Guidance on software individualization*
- *Part 420: Selection procedures for physical input devices*
- *Part 910: Framework for tactile and haptic interaction*

Formulardialoge und Gestaltungsleitlinien für Sprachdialogsystemanwendungen (en: interactive voice response, IVR) werden in den zukünftigen Teilen 143 und 154 behandelt werden.

Einleitung

Taktile und haptische Interaktionen gewinnen zunehmend an Bedeutung als mögliche Interaktionsmodalitäten in Rechensystemen, zum Beispiel in Rechenumgebungen für besondere Zwecke (z. B. Simulationen), sowie in assistiven Technologien. Zwar gibt es zu diesem Gebiet umfassende Forschung, jedoch könnten fehlende Ergonomienormen in diesem Bereich dazu führen, dass Systeme ohne ausreichende Berücksichtigung der Ergonomie oder Interoperabilität entwickelt werden, was für Benutzer mehrerer inkompatibler oder miteinander in Konflikt stehender taktiler/haptischer Geräte/Anwendungen erhebliche ergonomische Schwierigkeiten bedeuten würde. Dieser Teil von ISO 9241 bietet Empfehlungen hinsichtlich der Ergonomie für taktile und haptische Hardware- und Software-Interaktionen, einschließlich einer Anleitung zur Gestaltung und Bewertung von Hardware, Software und Kombinationen aus Hardware- und Software-Interaktionen. Die Leitlinien sind nicht technologieabhängig und werden auch auf zukünftige Technologien anwendbar sein.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 9241 bietet Empfehlungen für taktile und haptische Hardware- und Software-Interaktionen. Er bietet eine Anleitung zur Gestaltung und Bewertung von Hardware, Software und Kombinationen aus Hardware- und Software-Interaktionen einschließlich

- Gestaltung/Gebrauch von taktilen/haptischen Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen von Eingaben und Ausgaben, mit einer allgemeinen Anleitung zu deren Gestaltung/Gebrauch sowie zu taktilen und haptischen Interaktionen zum Gebrauch in Kombination mit anderen Modalitäten oder als die ausschließliche Interaktionsmodalität;
- taktiler/haptischer Informationskodierung einschließlich Textdaten, Graphikdaten und Steuerelementen;
- die Gestaltung taktiler/haptischer Objekte;
- das Layout des taktilen/haptischen Raums und
- Interaktionstechniken.

Dieser Teil liefert keine Empfehlungen spezifisch zur Braille-Schrift, kann aber auf Interaktionen, die Braille-Schrift nutzen, angewendet werden.

Die Empfehlungen dieses Teils von ISO 9241 sind mindestens für die Steuerelemente eines virtuellen Arbeitsplatzes anwendbar, können jedoch auch auf eine gesamte virtuelle Umgebung angewendet werden, die soweit möglich den Simulationsanforderungen entspricht.

ANMERKUNG Es ist bekannt, dass einige interaktive Szenarien durch die Einschränkungen begrenzt sein können, die durch die Modellierung eines tatsächlichen Arbeitsplatzes in einer virtuellen Umgebung auferlegt werden. Objekte können sich aufgrund der zu modellierenden Situation an nicht optimalen Positionen oder in nicht optimalen Bedingungen für die haptische Interaktion befinden.

2 Anwendung von ISO 9241-920

2.1 Empfehlungen

Die einzelnen in Abschnitt 5 bis Abschnitt 7 gegebenen Empfehlungen sollten auf ihre Anwendbarkeit ausgewertet werden. Die anwendbaren Empfehlungen sollten implementiert werden, sofern dies nicht nachweislich zu einer Abweichung von den Gestaltungszielen führen würde.

2.2 Produktevaluierung

Wird für ein Produkt die Erfüllung der anwendbaren Empfehlungen dieses Teils von ISO 9241 beansprucht, müssen die zur Feststellung der Produktanforderungen und zur Bewertung des Produkts angewendeten Verfahren festgelegt werden. Der Detaillierungsgrad der Festlegung ist Verhandlungsgegenstand der beteiligten Parteien.

3 Taktile/haptische Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen

3.1 Allgemeine Anleitung zu taktilen/haptischen Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen

3.1.1 Leistungsoptimierung

Das System sollte so optimiert werden, dass Folgendes berücksichtigt ist.

- a) Die Genauigkeit der verfügbaren Geräte, die Genauigkeit der Benutzer und die erforderliche Genauigkeit der Aufgabe.
- b) Die Fähigkeit eines Benutzers, die Geschwindigkeit und Kraft der entsprechenden Bedienungen zu steuern.

ANMERKUNG 1 Eine hohe Geschwindigkeit von Benutzeraktionen ist unvereinbar mit einer genauen Steuerung der Kraft und umgekehrt.

- c) Bevorzugung einer aktiven Erkundung gegenüber einer passiven Erkundung, sofern anwendbar.

ANMERKUNG 2 Dies kann die kinästhetische Wahrnehmung erhöhen.

- d) Bedienung mit mehreren Berührungspunkten, wenn möglich und anwendbar.

ANMERKUNG 3 Dies kann Fehler reduzieren und die taktile Wahrnehmung verbessern.

BEISPIEL Die Benutzung beider Hände beim Lesen von Braille-Schrift kann die Effizienz verbessern.

- e) Die Gesamtmenge und Verteilung kognitiver und sensorischer Anforderungen einer Aufgabe.

ANMERKUNG 4 Die Effektivität der taktilen und haptischen Eingaben wird durch die Arbeitslast insgesamt, Konflikten von aus mehreren Aufgaben bestehenden Anforderungen und/oder Überlastung oder Verminderung bestimmter sensorischer Informationskanäle beeinflusst.

3.1.2 Bereitstellung zugänglicher Informationen zu taktilen/haptischen Elementen

Das System sollte zugängliche Beschreibungen aller taktilen/haptischen Benutzerschnittstellenelemente bereitstellen, ungeachtet dessen, ob diese Beschreibungen automatisch dargestellt werden oder nicht.

ANMERKUNG Informationen können durch Text, Tonkennzeichnungen, synthetische Sprache, Zeichensprache oder als Braille-Text dargestellt werden.

BEISPIEL Fähigkeit, die Größe oder den Ort einer Datei zu bestimmen.

3.1.3 Bereitstellung von Kontextinformationen

Das System sollte einen Kontext bereitstellen, um dem Benutzer dabei zu helfen, die Bedeutung der taktilen/haptischen Wahrnehmung und die Umgebung oder das Programm zu verstehen.

ANMERKUNG 1 Hilfreiche Kontextinformationen sind unter anderem Informationen zum Zweck des Programms und Informationen zu Möglichkeiten und Schwierigkeiten der Umgebung.

ANMERKUNG 2 Kontextinformationen können in Form einer kurzen Textnachricht vorliegen, zum Beispiel als Bildunterschrift oder als Beschriftung eines Modells, sie können als Sprache, Zeichensprache oder Braille-Schrift bereitgestellt werden.

3.1.4 Verwendung einheitlicher Beschriftungen

Beschriftungen von Benutzerschnittstellenelementen, die in einer taktilen/haptischen Modalität dargestellt werden, sollten

- a) in ihrer Größe und ihrem Abstand zu weiteren taktilen Objekten einheitlich sein;
- b) nach einer einheitlichen Regel angeordnet sein;
- c) einheitlich ausgerichtet sein.

ANMERKUNG Bei Beschriftungen, die die gleiche Information enthalten oder die gleiche Funktion ausführen, müssen diese in Form, Symbolverwendung und/oder Text gleich sein.

3.1.5 Feststellung des Systemzustands

Das System sollte Informationen bereitstellen, die dem Benutzer ermöglichen festzustellen, welche Aufgabe oder Funktion aktiv ist.

3.1.6 Ermüdungsminimierung

Das System sollte

- a) das Wohlbefinden der Benutzer über längere Zeiträume sicherstellen, und
- b) eine Ermüdung der Benutzer vermeiden oder minimieren.

ANMERKUNG Eine Minimierung taktiler Ermüdungserscheinungen kann erreicht werden durch

- sorgfältige Auswahl der Körperstelle für den Reiz;
- sorgfältige Auswahl des Verfahrens, mit dem der Kontakt mit dem Körper hergestellt wird;
- sorgfältige Auswahl der Reizfrequenz;
- Wahl der geringsten wirksamen Reizstärke;
- Reduzierung sehr kleiner, präziser Gelenkrotationen, vor allem an proximalen Segmenten;
- Verzicht auf statische Haltungen am oder nahe am Ende des Bewegungsumfangs, und/oder
- Vermeidung der Notwendigkeit, den Bewegungsumfang zur Nutzung des vollen Umfangs der Anzeige überschreiten zu müssen.

3.1.7 Bereitstellung alternativer Eingabeverfahren

Das System sollte Benutzern ermöglichen, dieselbe Funktion auf mehrere Arten auszuführen, wobei mindestens eine Art keine feinmotorischen Fähigkeiten seitens des Benutzers erfordert.

ANMERKUNG Das für die Mehrheit der Benutzer effizienteste, logischste oder effektivste Eingabe-/Steuerverfahren kann möglicherweise für einzelne Benutzer mit körperlichen Einschränkungen schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, auszuführen sein.

BEISPIEL Es wird eine einhändige Bedienung (entweder links oder rechts) genutzt.

3.1.8 Aufrechterhaltung der Kohärenz zwischen Modalitäten

Das System sollte, wo anwendbar, die Kohärenz zwischen der taktilen/haptischen Modalität und anderen Modalitäten wahren, einschließlich der Beschreibungen von Handlungen.

ANMERKUNG 1 Die visuelle Wahrnehmung von Objekten kann die taktile/haptische Wahrnehmung von Objekten beeinflussen und von dieser beeinflusst sein. Dies kann auch in Bezug auf die taktile/haptische Modalität und weitere Modalitäten der Fall sein.

ANMERKUNG 2 Kohärenzaspekte (amodale Attribute) können Folgendes umfassen

- Größe,
- Ausrichtung,
- Form,
- Abbildung,
- Trennung von Objekten, und
- zeitliche Darstellung.

ANMERKUNG 3 Kohärenz umfasst auch die relative Lage von Steuerelementen auf dem Bildschirm, darunter die Richtungen, in die diese bewegt werden können.

ANMERKUNG 4 Inkohärenz kann bei multimodalen Systemen zu Verwechslungen und Instabilitäten bei der Steuerung führen.

3.1.9 Kombination von Modalitäten

Eine Kombination von Modalitäten wird empfohlen, da sich dies wie folgt auswirken kann.

- a) Verstärkung der aus rein taktilen/haptischen Interaktionen erhaltenen Informationen.

BEISPIEL Ein Ton beim Drücken auf ein Objekt.

- b) Bereitstellung zusätzlicher Informationen, die nicht über taktile/haptische Interaktionen dargestellt werden.

ANMERKUNG 1 Die sich ergebenden Kombinationen können das räumliche Gedächtnis und die Identifizierung und Erkundung von Objekten und ihren Attributen verbessern.

ANMERKUNG 2 Eine Kombination von Modalitäten kann Informationen widersprechen, die aus rein taktilen/haptischen Interaktionen erhalten werden (siehe 3.1.8).

BEISPIEL Informationen zur Farbe eines Objekts.

- c) Ausgleich von eingeschränkten oder überlasteten Sinneskanälen.

ANMERKUNG 3 Taktile Hinweise können besonders dann wirkungsvoll sein, wenn akustische oder visuelle Hinweise weniger wirksam sind (z. B. starker Lärm, schlechte Sicht).

3.1.10 Darstellung realistischer Erfahrungen

Während die Nutzung realer Erfahrungen (z. B. nach den Gesetzen der Physik) das Verständnis des Benutzers verbessern kann, darf eine Abweichung von realen Erfahrungen angewendet werden, um

- a) wichtige Merkmale zu vereinfachen und zu betonen und/oder
- b) neue Erfahrungen zu erkunden.

ANMERKUNG Es gibt verschiedene Fälle, vor allem bei der Gestaltung von Schnittstellen-Widgets, in denen das etwas unwirkliche, jedoch wohlgestaltete Verhalten eines virtuellen Objekts dessen Verwendung vereinfacht.

BEISPIEL Eigenschaften eines Objekts (z. B. Größe, Schwingungsfrequenz) verändern sich, während sich der Benutzer dem Objekt nähert, obwohl sich diese Eigenschaften in der Realität nicht verändern würden.

3.1.11 Trennung einzelner Schnittstellenelemente

Das System sollte unbeabsichtigte Auswirkungen auf nicht aktivierte Schnittstellenelemente verhindern, die durch Aktivierung eines in der Nähe befindlichen Schnittstellenelements auftreten können.

BEISPIEL 1 Da ein hohes Risiko einer unbeabsichtigten Schwingung besteht, bei der das in der Nähe befindliche Stellglied mit der gleichen Resonanzfrequenz schwingt, ist eine starre Umgebung installiert, um eine Ausbreitung der Schwingungen zu vermindern.

BEISPIEL 2 Mechanisches oder elektrisches Übersprechen bei unterschiedlichen taktilen/haptischen Kanälen wird reduziert, um unbeabsichtigte Wahrnehmungstäuschungen zu minimieren.

3.2 Beabsichtigte Individualisierung

3.2.1 Ermöglichung der Änderung der Modalitäten durch den Benutzer

Das System sollte dem Benutzer ermöglichen, die taktile Ausgabe zu deaktivieren und/oder die Ausgabe in einer anderen Modalität dargestellt zu bekommen.

ANMERKUNG 1 Taktile Reize können einen Benutzer, der diese nicht verwenden möchte, stören, da sie schwer zu ignorieren sind.

ANMERKUNG 2 Personen unterscheiden sich im Hinblick auf die Effektivität visueller, akustischer und/oder taktiler/haptischer Hinweise. Es ist notwendig in Betracht zu ziehen, den Benutzern die Fähigkeit zur Auswahl zwischen Alternativen zu ermöglichen oder, wenn anwendbar, verschiedene Modalitäten zu kombinieren.

ANMERKUNG 3 Bei Einschränkung oder Überlastung anderer Sinneskanäle (z. B. bei starkem Lärm, schlechter Sicht, großer Notwendigkeit von Diskretion) könnten taktile Hinweise bevorzugt werden.

3.2.2 Ermöglichung des Umgehens einer Krafrückmeldung

Das System sollte die Umgehung von Krafrückmeldungen durch den Benutzer ermöglichen.

ANMERKUNG Die größte für die Krafrückmeldung mögliche Kraft wird durch die größte Kraft, die ein Benutzer aufbringen kann, eingeschränkt.

3.2.3 Ermöglichung der Individualisierung taktiler Parameter durch den Benutzer

Um Unwohlsein, Schmerz oder Verletzungen der Benutzer interaktiver Systeme zu verhindern, sollten Möglichkeiten zur Anpassung taktiler/haptischer Parameter bereitgestellt werden.

ANMERKUNG 1 Unterschiedliche Benutzer besitzen unterschiedliche Empfindungs- und Schmerzschwellen. Darüber hinaus verändern sich die Empfindungs- und Schmerzschwellen des Benutzers im Laufe seines Lebens (z. B. Verschlechterung der räumlichen und zeitlichen Sensitivität mit zunehmendem Alter).

ANMERKUNG 2 Der Umfang der Kraft, die einen Benutzer überfordern oder „zu stark“ für diesen sein kann, variiert.

BEISPIEL Taktile Signale werden stärker eingestellt, um Ablenkungen und physische Anstrengung zu übertreffen.

3.3 Unbeabsichtigte Wahrnehmungen des Benutzers

3.3.1 Einschränkung der akustischen Ausgabe einer taktilen/haptischen Anzeige

Die akustische Energie, die eine taktile/haptische Anzeige aussendet, sollte Folgendes nicht stören:

- a) die Wahrnehmung dargestellter akustischer Informationen durch den Benutzer;
- b) Geräte und/oder Personen in der Nähe;
- c) Sicherheitsanforderungen.

3.3.2 Begrenzung des Wärmezuwachses von Kontaktflächen

Ein (nicht beabsichtigter) Wärmezuwachs der Kontaktfläche sollte nicht

- a) die Kontaktfläche verformen;
- b) die haptische Wahrnehmung des Benutzers stören;
- c) die Haut des Benutzers verletzen;
- d) die haptische Schnittstelle beschädigen.

ANMERKUNG Ein plötzlicher unbeabsichtigter Temperaturanstieg/-abfall der Kontaktfläche einer haptischen Schnittstelle kann aus verschiedenen beabsichtigten haptischen Aktionen entstehen (z. B. Schwingung, Reibung).

3.3.3 Vermeidung sensorischer Anpassung

Das System sollte sensorische Anpassungseffekte an Schwingungen auf ein Mindestmaß beschränken.

ANMERKUNG 1 Sensorische Anpassungseffekte treten nur bei Schwingungsreizen innerhalb desselben Frequenzbereichs auf. Ein Ansatz zur Vermeidung einer sensorischen Anpassung ist der Wechsel zwischen einer Frequenz unterhalb von 80 Hz und einer Frequenz oberhalb von 100 Hz. Änderungen der Frequenz können zu veränderten Empfindungsschwellen führen. Um die Empfindungsschwellen auf ähnlichem Niveau zu halten, können Anpassungen der Amplitude in Übereinstimmung mit Anpassungen der Frequenz notwendig sein.

ANMERKUNG 2 Eine sensorische Anpassung an Schwingungen kann die absolute Schwelle eines Benutzers herabsetzen und sein Empfinden einer subjektiven Stärke verändern. Hierbei handelt es sich um einen allmählichen Vorgang, der durch eine längere Reizeinwirkung verursacht wird und bis zu 25 min bis zu seinem Eintreten brauchen kann.

3.3.4 Erholung von sensorischer Anpassung

Das System sollte dem Benutzer ermöglichen, sich von einer sensorischen Anpassung an Reize zu erholen.

ANMERKUNG Die Zeit, die ein Benutzer zur Erholung einer sensorischen Anpassung an Schwingungen benötigt, beträgt etwa die Hälfte der Zeit der Anpassung.

3.3.5 Vermeidung unbeabsichtigter Wahrnehmungsstörungen

Das System sollte das Auftreten unbeabsichtigter Wahrnehmungsstörungen auf ein Mindestmaß beschränken.

ANMERKUNG Werden Reize zeitlich und räumlich zu nahe aneinander dargestellt, kann die Wahrnehmung teilweise oder vollständig verändert werden.

3.3.6 Verhinderung zeitlicher Verdeckung

Das System sollte das Auftreten zeitlicher Verdeckung verhindern.

ANMERKUNG 1 Eine Verdeckung kann auftreten, wenn zwei Reize asynchron am selben Ort dargestellt werden.

ANMERKUNG 2 Eine zeitliche Verdeckung kann die Wahrnehmung multipler Reize verzerren.

ANMERKUNG 3 Die Darstellung von Reizen an unterschiedlichen Orten kann eine zeitliche Verdeckung verhindern.

ANMERKUNG 4 Die Darstellung von Reizen mit unterschiedlichen Frequenzen am selben Ort führt nicht notwendigerweise zu einer Reduzierung der zeitlichen Verdeckung.

4 Attribute taktiler und haptischer Informationskodierungen

4.1 Anleitung höherer Ebene zur taktilen/haptischen Informationskodierung

4.1.1 Anwendung vertrauter taktiler/haptischer Muster

Sofern verfügbar sollten zur Informationsdarstellung gut bekannte taktile/haptische Muster verwendet werden, die aus dem Alltag bekannt sind.

ANMERKUNG 1 Eine Person ohne besondere Kenntnisse besonderer taktiler Kodierungen (z. B. Braille-Code, Morse-Code) wird wahrscheinlich mit im Alltag erlebten taktilen Mustern vertraut sein.

ANMERKUNG 2 Die meisten Benutzer sind eher mit Mustern vertraut, die zwei Dimensionen darstellen, als mit Mustern, die drei Dimensionen umfassen.

4.1.2 Taktile/haptische Kodierungen durchschaubar machen

Sofern möglich, sollten taktile/haptische Kodierungen für Benutzer durchschaubar sein, indem sichergestellt wird, dass die Hinweise

- a) einfach und intuitiv sind,
- b) leicht zu erlernen und voneinander zu unterscheiden sind.

BEISPIEL Zur Bereitstellung von Richtungshinweisen wird eine Anordnung von am Rumpf befestigten Aktoren (kleinen Wandlern, die zur Optimierung der Hautreaktion auf Schwingungen ausgelegt sind) verwendet.

4.1.3 Übereinstimmung mit Benutzererwartungen

Das Systemverhalten sollte den Benutzererwartungen entsprechen.

ANMERKUNG Eine Ausrichtung, die nicht dem gedanklichen Bild des Benutzers entspricht, kann dazu führen, dass das Objekt schwer zu verstehen ist.

BEISPIEL Vorhersagbares Verhalten, das die Natur nachbildet, wie zum Beispiel das Verhalten bei Schwerkraft, vereinfacht die Steuerung von Objekten.

4.1.4 Sensorische Ersatzvarianten nutzen

Um dem Benutzer Informationen darzubieten oder Informationen vom Benutzer zu empfangen, sollte das System die am besten geeigneten sensorischen Ersatzvarianten anbieten.

ANMERKUNG 1 Ein sensorischer Ersatz kann zwischen Modalitäten wie visuell, akustisch und taktil/haptisch erfolgen.

ANMERKUNG 2 Wird ein Austausch vorgenommen, ist es wichtig, Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Sinnen zu berücksichtigen, wobei entsprechende Ähnlichkeiten genutzt werden und ein Ersatz vermieden wird, wenn der Sinn, der den Ersatz bilden soll, sich in seiner Funktion von dem zu ersetzenden Sinn unterscheidet.

4.1.5 Verwendung einer geeigneten räumlichen Ansteuerbarkeit und Auflösung

Die räumliche Ansteuerbarkeit und Auflösung sollten für die Aufgabe und die Wahrnehmungsfähigkeiten des Benutzers geeignet sein.

ANMERKUNG Je nachdem, welcher Körperteil sich mit der taktilen/haptischen Einrichtung in Kontakt befindet, weisen Benutzer unterschiedliche Fähigkeiten in Bezug auf ihre Wahrnehmung auf.

4.1.6 Verwendung eines scheinbaren taktilen Orts

Ein scheinbarer Ort darf verwendet werden, um die räumliche Ansteuerbarkeit einer vibrotaktilen Anzeige zu erhöhen.

BEISPIEL Erfordert die Aufgabe Zugang zu einer größeren Anzahl von Reizorten ohne Erhöhung der Anzahl von Stellgliedern, nutzt das System einen scheinbaren Ort.

4.1.7 Nutzung distaler Körperteile für hohe räumliche Auflösung

Wo eine hohe räumliche Auflösung erforderlich ist, sollte der Benutzer mit dem System nur über die distalen Körperteile interagieren.

ANMERKUNG Eine dynamische Braille-Anzeige nutzt die räumliche Lage als wichtigen Gestaltungsparameter.

4.1.8 Nutzung einer höheren Ansteuerbarkeit für geschulte Benutzer

Wenn die Aufgabe dies zulässt, darf bei Anzeigen, die für geschulte oder sehr erfahrene Benutzer ausgelegt sind, eine höhere Reizdichte verwendet werden.

4.1.9 Verwendung einer scheinbaren taktilen Bewegung

Eine scheinbare Bewegung darf verwendet werden, um eine tatsächliche Bewegung zu simulieren.

ANMERKUNG Bei Verwendung scheinbarer Bewegungen sind die wichtigsten Parameter die Dauer der Impulse und die Zeitabstände zwischen dem Einsetzen der aufeinanderfolgenden Reize.

BEISPIEL 1 Bei Verfolgungsanzeigen wird Spuren eine scheinbare Bewegung verliehen, indem aufeinanderfolgende diskrete Positionen angezeigt werden.

BEISPIEL 2 Die aufeinanderfolgende Aktivierung von Taktoren von hinten nach vorne auf einer Rumpfanzeige ist ein Muster, das zur Anzeige einer „Vorwärtsbewegung“ verwendet wird.

4.1.10 Verhinderung räumlicher Verdeckung

Das System sollte eine räumliche Verdeckung vermeiden.

ANMERKUNG Bei der Darstellung gleichzeitiger Reize an unterschiedlichen Stellen kann die Verwendung von Reizen mit unterschiedlichen Frequenzen (einem unter 80 Hz und einem über 100 Hz) eine räumliche Verdeckung verhindern.

4.2 Anleitung zu spezifischen taktilen/haptischen Attributen zur Informationskodierung

4.2.1 Auswählen der Größen für die Informationskodierung

Taktile/haptische Größen, die zur Informationskodierung verwendet werden dürfen, umfassen

a) Materialeigenschaften:

- 1) Härte;
- 2) Viskosität;
- 3) Elastizität;
- 4) Masse/Gewicht;
- 5) Trägheit;
- 6) Wärmeleitfähigkeit.

- b) Oberflächeneigenschaften:
 - 1) Textur;
 - 2) Rauigkeit;
 - 3) Reibung;
 - 4) Temperatur.
- c) Geometrische Eigenschaften:
 - 1) Größe;
 - 2) Form;
 - 3) Lage in der Umgebung;
 - 4) Ausrichtung innerhalb der Umgebung;
 - 5) räumliches Muster;
 - 6) räumliche Gitteramplitude;
 - 7) räumliche Gitterfrequenz.
- d) Zeitliche Eigenschaften:
 - 1) zeitliches Muster;
 - 2) zeitliche Schwingungsamplitude;
 - 3) Schwingungsfrequenz.

ANMERKUNG Diese Größen betreffen die Codierung taktiler/haptischer Informationen, die zur Interaktion verwendet werden. Sie betreffen nicht die Simulation realer taktiler/haptischer Wahrnehmungen.

4.2.2 Unterscheidung zwischen Attributwerten

Attributwerte sollten unterscheidbar sein.

ANMERKUNG Materialeigenschaften wie Textur und Härte sind auffälliger als geometrische Eigenschaften wie Größe und Form.

4.2.3 Begrenzung der Anzahl von Attributwerten

Sofern nicht nachgewiesen ist, dass ein Benutzer zwischen einer großen Anzahl von Werten unterscheiden kann, sollte die zur Kodierung einzelner Attribute verwendete Anzahl unterschiedlicher Werte (wie für Schwingung und Wärmeleitfähigkeit) auf drei Werte beschränkt werden, die sich signifikant voneinander unterscheiden.

ANMERKUNG Obwohl typischerweise bis zu drei Attribute unterschieden werden können, kann bei einigen Attributen wie Objektform, Größe, Lage, Textur, zeitlichem Muster und Objektmasse/-gewicht eine größere Anzahl von Werten unterschieden werden.

4.2.4 Kombination von Eigenschaften

Eine Kombination von Eigenschaften darf angewendet werden, um

- a) unterschiedliche Informationsgrößen zu kodieren;
- b) gleiche Informationsgrößen redundant zu kodieren, und
- c) Informationsgrößen zu kodieren, die komplexer sind als die Anzahl der zulässigen Werte jedes der einzelnen Attribute.

4.2.5 Begrenzung der Komplexität

Alle beabsichtigten Kombinationen von Attributwerten innerhalb eines Systems sollten unterscheidbar sein.

ANMERKUNG Werden Attribute in einer nicht redundanten Kombination verwendet, kann die Anzahl unterscheidbarer Werte eines einzelnen Attributs reduziert werden.

4.2.6 Kodierung durch Objektform

Bei der Informationskodierung durch die Form sollte das System erkennbare Formen anwenden.

BEISPIEL 1 Ein System verwendet für unterschiedliche Arten von Steuerelementen rechteckige, kreisförmige und dreieckige Formen.

BEISPIEL 2 Ein System mit dreidimensionalen Fähigkeiten verwendet für unterschiedliche Objektarten Würfel, Kugeln und Kegel.

4.2.7 Informationskodierung durch zeitliche Muster

Bei der Informationskodierung in einem zeitlichen Muster sollte die Zeit zwischen Signalen wahrnehmbar und einstellbar sein.

ANMERKUNG 1 Die zeitliche Empfindlichkeit der Haut ist sehr hoch: Es können Impulse von 10 ms und Lücken von 10 ms erkannt werden.

ANMERKUNG 2 Rhythmus, Tempo und Dauer können zu zeitlichen Mustern kombiniert werden.

4.2.8 Informationskodierung mit Hilfe von Schwingungsamplituden

Bei der Informationskodierung mit unterschiedlichen diskreten Schwingungsamplitudenniveaus sollte das System die Einstellung einer Anzahl von Niveaus zwischen der Erkennungsschwelle und der Behaglichkeits-/Schmerzschwelle erlauben.

4.2.9 Informationskodierung durch Schwingungsfrequenz

Bei der Informationskodierung durch die Schwingungsfrequenz sollte das System

- a) nicht mehr als sieben unterschiedliche Frequenzpegel nutzen,
- b) zwischen den Pegeln eine Differenz von mindestens 20 % der unteren Frequenz verwenden,
- c) Frequenzen zwischen 10 Hz und 600 Hz verwenden, es sei denn, eine geringere Frequenz kann unterschieden werden.

ANMERKUNG 1 Bei Darstellung mit gleicher Amplitude können die unterschiedlichen in b) genannten Frequenzpegel auch zu unterschiedlichen subjektiven Stärken führen.

ANMERKUNG 2 Wie unterschiedliche Benutzer die Empfindlichkeit des taktilen Kanals des Menschen erleben, schwankt sehr stark. Zwar ist der menschliche taktile Kanal typischerweise nur gegenüber Frequenzen zwischen 10 Hz und 600 Hz empfindlich, jedoch sind diese Schwellen hoch, wobei einige Benutzer ihre niedrigste Schwelle bei 250 Hz erleben. Sofern überhaupt möglich, ist es wünschenswert, dass nur Frequenzen zwischen 50 Hz und 250 Hz verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Im Falle eines kleinen Schützes kann eine Frequenz unter 10 Hz verwendet werden.

ANMERKUNG 4 Wenn mehrere vertikal wandernde Schwingungsstimulatoren gemeinsam wirken, um Musterinformationen zu senden, kann eine Frequenz unter 10 Hz verwendet werden.

4.2.10 Kodierung durch Ort

Bei der Informationskodierung durch den Ort sollte das System die räumliche Auflösung des Körperteils berücksichtigen, der die Information wahrnehmen soll.

ANMERKUNG 1 Distale Körperteile haben eine höhere räumliche Auflösung.

ANMERKUNG 2 Die Verwendung eines Körpergelenks kann die Genauigkeit der Ortsermittlung erhöhen.

4.2.11 Kodierung durch Temperatur

Bei der Informationskodierung durch Temperatur

- a) sollte der Bereich der zu verwendenden Temperaturwerte deutlich innerhalb der Behaglichkeitsgrenzen der Benutzer liegen;
- b) sollten die verwendeten Temperaturwerte über die Einwirkdauer unterscheidbar bleiben.

4.2.12 Kodierung durch Wärmeleitfähigkeit

Die verwendeten Werte der Wärmeleitfähigkeit sollten

- a) eine Anpassung der Benutzer ausreichend berücksichtigen, und
- b) auf vier Werte begrenzt werden.

ANMERKUNG Wärmeleitfähigkeit verursacht einen anderen Wärmestrom auf der Kontaktfläche. Menschen nehmen normalerweise nicht die Temperatur selbst, sondern den Wärmestrom wahr.

BEISPIEL Menschen fühlen Unterschiede zwischen Metall und Kunststoff mit derselben Oberflächentemperatur, da die jeweiligen Wärmeleitfähigkeiten unterschiedlich sind.

4.2.13 Feststellung von Informationswerten

Das System sollte dem Benutzer dabei helfen, die Werte einzelner Attribute festzustellen.

BEISPIEL 1 Das System bietet einen Satz von Referenzwerten zur Feststellung von Rauigkeit.

BEISPIEL 2 Das System stellt eine Zeichenlegende zur Feststellung unterschiedlicher Objektarten bereit.

5 Inhaltsspezifische Kodierung

5.1 Kodierung und Textdaten

Die Darstellungsgeschwindigkeit dynamischer Textinformationen sollte steuerbar sein.

5.2 Kodierung und Verwendung von Graphikdaten

5.2.1 Anzeige taktiler/haptischer Graphiken

5.2.1.1 Taktile/haptische Graphiken sollten ausreichend einfach sein, um ohne große Mühe erkannt werden zu können.

ANMERKUNG 1 Komplexe Figuren können als Satz miteinander verknüpfter Figuren dargestellt werden, bei denen der Benutzer zwischen Figuren geringer Auflösung und Figuren hoher Auflösung, die einen Abschnitt der Figuren mit geringer Auflösung mit einem größeren Detaillierungsgrad darstellen, wechseln kann. Ein Objekt, das in seiner Gesamtheit auf einer Anzeige mit geringer Ansteuerbarkeit dargestellt wird, kann für eine Gesamtdarstellung zu groß werden.

ANMERKUNG 2 Detailliertere Informationen werden oft dadurch bereitgestellt, dass die Figur mit einer „Zoomfunktion“ versehen wird.

BEISPIEL Taktile/haptische Bilder stellen nur die Elemente dar, die für das Erfüllen der Aufgabe(n), für die sie verwendet werden, notwendig sind; unnötige Details werden vermieden.

5.2.1.2 Die wichtigen Elemente einer taktilen/haptischen Graphik sollten von den Benutzern der taktilen/haptischen Anzeige leicht wahrgenommen werden können.

ANMERKUNG 1 Für Benutzer mit fehlendem Sehvermögen ist ein klarer und einfacher Ausdruck der Bedeutung wichtiger als eine Darstellung mit hoher Wiedergabetreue.

ANMERKUNG 2 Zur Verbesserung der Genauigkeit können in die Kodierung der taktilen Symbole von Balkendiagrammen redundante Informationen aufgenommen werden.

5.2.2 Verwendung von Gittern bei taktilen Diagrammen

Gitter bei taktilen Diagrammen dürfen verwendet werden, wenn eine genaue Ablesung der Werte erforderlich ist, sollten jedoch nicht die im Diagramm dargestellten Informationen stören.

ANMERKUNG Bei fehlendem Sehvermögen können Gitterlinien mit Datenlinien verwechselt werden.

5.2.3 Verwendung von Orientierungspunkten auf taktilen Karten

Wenn für die Verwendung einer taktilen Karte sinnvoll, sollten auf der Karte Orientierungspunkte betont werden.

ANMERKUNG Bei fehlendem Sehvermögen können Orientierungspunkte dem Benutzer dabei helfen, die Karte auszurichten.

5.2.4 Bereitstellung von Maßstäben für taktile Karten

Werden auf taktilen Karten Entfernungsmaßstäbe bereitgestellt, sollten diese

- a) in der für den Karteninhalt relevantesten Ausrichtung dargestellt werden, und
- b) Einheiten verwenden, die für die vorgesehene Benutzergruppe am zugänglichsten sind.

ANMERKUNG Hilfreich können Einheiten sein, die für Entfernungen zwischen Orientierungspunkten relevant sind.

5.3 Kodierung und Verwendung von Steuerelementen

5.3.1 Verwendung taktiler/haptischer Steuerelemente

Bei Verwendung taktiler/haptischer Steuerelemente

- a) sollten die taktilen/haptischen Steuerelemente auswählbar sein, ohne die mit ihnen verbundene Funktionalität zu aktivieren;
- b) sollte das System dem Benutzer Rückmeldungen zur Auswahl und zur Aktivierung eines taktilen/haptischen Steuerelements geben.

ANMERKUNG Die Verwendung von Schwerkraftfeldern oder Vertiefungseffekten kann möglicherweise die Auswahl und Einstellung von Steuerelementen verbessern.

BEISPIEL Bei einer taktilen/haptischen Steuerung über eine Drucktaste kann eine versehentliche Aktivierung vermieden werden durch Verwendung eines anfänglich federnden Bereichs, bei dem sich die Kraft linear mit der Verschiebung erhöht, gefolgt von einem plötzlichen Rückgang der Widerstandskraft und dem Übergang in einen unempfindlichen Bereich, bei dem die Widerstandskraft konstant ist, mit einem anschließenden harten Anschlag, bei dem die Widerstandskraft nahezu der Widerstandskraft einer harten Oberfläche entspricht.

5.3.2 Nutzung von Größe und Abständen der Steuerelemente zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung

Im System sollten Größe und Abstände der Steuerelemente so gewählt werden, dass die Wahrscheinlichkeit einer versehentlichen Aktivierung eines benachbarten Steuerelements durch einen Benutzer verringert wird.

5.3.3 Vermeidung schwieriger Steueraktionen

Im System sollten sehr kleine Steuerelemente oder Steuerelemente, die eine Drehung des Handgelenks oder einen Pinzettengriff mit Drehen erfordern, vermieden werden.

5.3.4 Nutzung von Kraft zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung

Ist die Vermeidung einer versehentlichen Betätigung notwendig, sollte die Betätigungskraft nicht weniger als 5 N betragen.

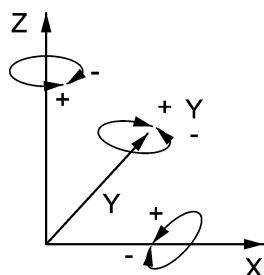
5.3.5 Interaktion mit Steuerelementen

Die Betätigungskraft und das Betätigungsmoment virtueller Steuerelemente sollten die in Tabelle 1 angegebenen Höchstwerte nicht überschreiten.

ANMERKUNG Die besonderen Personengruppen (z. B. Kindern) zur Verfügung stehende maximale Kraft kann erheblich geringer sein.

Tabelle 1 — Maximal empfohlene Betätigungskräfte/-momente für Stellglieder zur manuellen Steuerung

| Griffart | Teil der Hand, der die Kraft aufbringt | Weitere Faktoren | Max. empfohlene lineare Betätigungskraft N | Max. empfohlenes lineares Betätigungsmoment N · m |
|----------------|--|--------------------|---|--|
| Kontaktgriff | Finger | beliebige Richtung | 10 | 0,5 |
| | Daumen | beliebige Richtung | 10 | 0,5 |
| | Hand | beliebige Richtung | 20 | 0,5 |
| Pinzettengriff | Finger/eine Hand | beliebige Richtung | 10 | 1 |
| | | X-Richtung | 10 | 2 |
| | | Y-Richtung | 20 | 2 |
| | | Z-Richtung | 10 | 2 |
| Klammergriff | eine Hand | X-Richtung | 35 | — |
| | | Y-Richtung | 55 | — |
| | | Z-Richtung | 35 | — |
| | beide Hände | Radius 0,25 m | — | 20 |
| | | Radius 0,25 m | — | 30 |



(Tabelle und Abbildung aus ISO 9355-3:2006, Tabelle 4 und Bild 3)

6 Gestaltung taktiler/haptischer Objekte und Räume

6.1 Taktiler/haptische Anzeigeräume

6.1.1 Leichtigkeit der Wahrnehmung mehrerer taktiler/haptischer Objekte

Das System sollte eine leicht wahrnehmbare Darstellung mehrerer taktiler/haptischer Objekte sicherstellen.

6.1.2 Leichtigkeit des Erkennens benachbarter taktiler/haptischer Objekte

Befinden sich mehrere taktiler/haptische Objekte nebeneinander, sollte es möglich sein, diese einzeln sowie auch zusammen zu erkennen.

ANMERKUNG 1 Benutzer könnten verunsichert sein, wenn zwischen Objekten, die sich eigentlich berühren sollen, Lücken vorhanden sind.

ANMERKUNG 2 Befinden sich viele haptisch aktivierte Objekte nahe beieinander, kann es schwierig werden, zu einem Ziel zu gelangen.

6.1.3 Aufrechterhaltung der Trennung zwischen Objektoberflächen

Einzelne Objekte sollten in einem Abstand zueinander angeordnet sein, der ausreichend ist, um dem Benutzer die Wahrnehmung der dazwischen verlaufenden Grenzen zu ermöglichen.

ANMERKUNG Liegen Wände oder Kanten sehr nahe beieinander, besteht die Gefahr, dass ein Finger, der über eine Wand oder Kante geführt wird, unbeabsichtigt auch über eine benachbarte Wand oder Kante geführt wird.

6.1.4 Trennung taktiler/haptischer Elemente

Sofern nicht ein durchgehender Verlauf erforderlich ist, sollten taktile/haptische Elemente durch wahrnehmbare Abstände getrennt sein.

ANMERKUNG Taktile/haptische Elemente können von Personen mit mangelndem Tastsinn durch zusätzliche Abstände zwischen den Elementen leichter wahrgenommen werden.

6.1.5 Vermeidung leerer Räume

Im taktilen/haptischen Raum sollte ein Übermaß an „leeren Räumen“ vermieden werden, da dies eine erhebliche Verunsicherungsquelle darstellt.

ANMERKUNG *Leere Räume* beziehen sich auf Bereiche einer Anzeige, die dem Benutzer keine sinnvollen Informationen übermitteln.

6.1.6 Vermeidung von Volumengrenzen

In allen Richtungen sollten Begrenzungsflächen verwendet werden, um zu vermeiden, dass die taktilen/haptischen Hardwarevolumengrenzen mit einem Objekt verwechselt werden.

ANMERKUNG Haptische Hinweise wie vorübergehende Vibrationen können verwendet werden, um auf die physikalischen Grenzen eines Gerätes hinzuweisen. Auf diese Weise werden Gerätegrenzen nicht mit Objekten in der virtuellen Umgebung verwechselt.

6.1.7 Vermeidung des Herausfallens aus dem taktilen/haptischen Raum

Benutzer sollten nicht unbeabsichtigt aus der taktilen/haptischen Umgebung „herausfallen“ können.

ANMERKUNG *Herausfallen* bezieht sich auf eine Situation, in der der Benutzer sich außerhalb des modellierten Raums wiederfindet, keine Rückmeldung erfährt und nicht mehr in der Lage ist, zu navigieren.

6.2 Objekte

6.2.1 Verwendung geeigneter Objektgrößen

Die Größe eines taktilen/haptischen Objekts sollte für die Aufgabe und die Wahrnehmungsfähigkeiten des Benutzers angemessen sein.

ANMERKUNG Objekte, die eine große Anzahl von Kontaktpunkten erfordern, können möglicherweise vom Benutzer nicht sofort vollständig in ihrer Gesamtheit wahrgenommen werden.

6.2.2 Erzeugung unterscheidbarer taktiler/haptischer Symbole

Taktile/haptische Symbole sollten leicht zu unterscheiden sein.

ANMERKUNG Beispiele für Elemente von Symbolen, die die Symbole schwer unterscheidbar machen, sind unter anderem

- Linien mit unterschiedlichen Neigungen;
- Linien, die sich schneiden;
- Gestaltungselemente, die einander überlappen oder nur einen geringen Abstand zueinander aufweisen;
- Verwendung von Perspektive (z. B. Darstellung dreidimensionaler Objekte in zwei Dimensionen);
- dicke Linien;
- unterschiedliche Linienlängen mit unterschiedlicher Bedeutung;
- Parallelität;
- große Abstände zwischen Objekten, und
- kleine Elemente, die in ihren Symbolen leicht voneinander abweichen, z. B. gestrichelte Linien mit kleinen Unterbrechungen zwischen den Strichen, die mit durchgehenden Linien verwechselt werden könnten, oder durchgehende gerade Linien, die mit durchgehenden Wellenlinien mit kleiner Amplitude verwechselt werden könnten.

6.2.3 Erzeugung taktiler, haptischer Symbole aus visuellen Symbolen

Taktile Symbole sollten im Hinblick auf ihre taktile Unterscheidbarkeit und nicht auf ihre visuelle Unterscheidbarkeit ausgewählt werden.

ANMERKUNG 1 Es gibt viele Symbole, die visuell leicht voneinander zu unterscheiden sind, während die äquivalenten taktilen/haptischen Symbole schwer zu unterscheiden sein können.

ANMERKUNG 2 Für einfache Symbole kann eine direkte Übertragung von der visuellen in die äquivalente taktile Form (zur Verwendung bei fehlendem Sehvermögen) verwendet werden. Je komplexer jedoch das Symbol ist, desto weniger geeignet kann eine direkte Übertragung sein.

6.2.4 Taktile/haptische Objektwinkel

Taktile/haptische Winkel und Perspektiven sollten der Realität möglichst nahekommen.

BEISPIEL Pfeilspitzen können falsch interpretiert werden, wenn sie zu breit oder zu schmal sind.

6.2.5 Taktile/haptische Objektecken

Bei Anwendung eines Einzelpunktinteraktions-Stils sollten abgerundete Ecken anstelle von spitzen Ecken verwendet werden.

7 Interaktion

7.1 Navigieren im taktilen/haptischen Raum

7.1.1 Bereitstellung von Navigationsinformationen

Zur Unterstützung der Benutzer des taktilen/haptischen Raums sollte eine Unterstützung durch Navigationsinformationen zur Verfügung stehen.

ANMERKUNG Die Bereitstellung von Navigationsinformationen bewahrt Benutzer davor, sich im taktilen/haptischen Raum zu „verirren“.

7.1.2 Unterstützung der Pfadplanung

Die Anzeige sollte es dem Benutzer ermöglichen, den kürzesten Pfad zu einem Ziel zu planen.

7.1.3 Bereitstellung wohlgestalteter Pfade

Das System sollte sicherstellen, dass Pfade zwischen Objekten eine eindeutige Struktur und eindeutige Anfangs- und Endpunkte aufweisen.

BEISPIEL Pfade, denen leicht gefolgt werden kann, sind als kleine Rille oder kleiner Grat implementiert.

7.1.4 Leichte Ermittlung und Erkennung von Orientierungspunkten

Das System sollte wohldefinierte und leicht auffindbare Bezugs- oder Orientierungspunkte in der Umgebung bereitstellen und sicherstellen, dass Orientierungspunkte leicht ermittelt und erkannt werden können.

7.1.5 Bereitstellung geeigneter Navigationstechniken

Das System sollte die am besten geeignete Navigationstechnik (z. B. Stift, Fingerspitze, mehrere Finger, beide Hände) auf der Grundlage folgender Kriterien bereitstellen

- a) vorgesehene Benutzer, Bereiche und Aufgabenziele;
- b) Größe des realen oder virtuellen Raums, Dichte von Objekten und ihrer Eigenschaften, und
- c) Anordnung des taktilen/haptischen Raums.

7.1.6 Bereitstellung von Navigationshilfen

Zusätzliche Navigationshilfen können erforderlich sein, wenn

- a) Objekte außerhalb des aktuell angezeigten Raums existieren;
- b) zwischen den Objekten große offene Räume vorhanden sind;
- c) Objekte dicht verteilt sind;
- d) Objekte (die als Orientierungspunkte verwendet werden könnten) verdeckt werden.

ANMERKUNG 1 Arten von Navigationshilfen umfassen Schwerkraftfelder, zusätzliche Orientierungspunkte, Rillen und hervorstehende Grate.

ANMERKUNG 2 Unterschiedliche Darstellungen können unterschiedliche Eigenschaften betonen: Ein negatives Relief betont Linien, während ein positives Relief die Oberfläche betont.

BEISPIEL 1 Höhe kann dem Benutzer dabei helfen, leicht bestimmte Merkmale „anzuzeigen“.

BEISPIEL 2 Ein positives Relief ist für räumliche Anordnungen wirksam, die Benutzer mit ihren Händen erkunden.

BEISPIEL 3 Ein negatives Relief (Rillen) hält den Zeiger und macht es dadurch einfacher, Formen nachzuzeichnen, wenn ein haptisches Gerät mit einem einzigen Kontaktpunkt verwendet wird.

7.1.7 Verstehen des taktilen/haptischen Raums

Das System sollte dem Benutzer die Bewegung im und die Erkundung des taktilen/haptischen Raums ermöglichen, um die Objekte und ihre Anordnung im Raum richtig zu verstehen.

7.1.8 Unterstützung von Erkundungsstrategien (-verfahren)

Das System sollte

- a) Benutzern die Anwendung ihrer natürlichen Strategien zur Erkundung der dargestellten Informationen ermöglichen, und
- b) das Erlernen zusätzlicher für den Benutzer, die Anwendung und/oder das Gerät geeigneter Erkundungsstrategien unterstützen.

ANMERKUNG Um bestimmte Arten von Informationen zu erhalten, sind unterschiedliche Arten von Erkundungsstrategien geeignet, z. B. Seitwärtsbewegung für Informationen zur Textur, Druck für Informationen zur Härte, ungestütztes Halten für Informationen zur Masse bzw. zum Gewicht und Umrissverfolgung für Informationen zur Form.

7.2 Neukonfigurierung

7.2.1 Neukonfigurierung des taktilen/haptischen Raums

Das System

- a) darf eine Möglichkeit zur Neukonfigurierung des taktilen/haptischen Raums bereitstellen, und
- b) sollte eine Bestätigung durch den Benutzer einholen, bevor der Bezugsrahmen des taktilen/haptischen Raums verändert wird.

BEISPIEL Ein System erlaubt das gleichzeitige Bewegen aller Steuerelemente für das Produkt, um diese für eine optimale Verwendung durch den Benutzer anzuordnen.

7.3 Interaktionstechniken

7.3.1 Implementieren von Interaktionstechniken

Systeme dürfen eine Vielzahl von Interaktionstechniken implementieren, einschließlich einiger oder alle der folgenden:

- a) Bewegung relativ zum Objekt;
- b) Verfolgung (Bewegung hin zum/weg vom/mit dem/durch das Objekt);
- c) Nachzeichnen (Bewegung über die/um die/entlang der Oberfläche des Objekts);
- d) Eindringen in das Objekt;
- e) Zeigen auf ein Objekt;
- f) Bewegen des Objekts;
- g) Ziehen (en: dragging);
- h) Drücken (en: pushing)/Ziehen (en: pulling);
- i) Verschieben des Objekts (Schütteln/Kippen/Verdrehen/Drehen);
- j) Führen der Objektbewegung;
- k) Aneignung des Objekts;
- l) Greifen (en: grabbing/grasping);
- m) Halten/Ergreifen;
- n) Freigeben;
- o) Klopfen (en: tapping)/Stoßen (en: hitting);
- p) Drücken (en: pressing)/Zusammendrücken (en: squeezing)/Auseinanderziehen (en: stretching);
- q) Reiben/Kratzen/Zupfen;
- r) Gesten.

7.3.2 Vermeidung unbeabsichtigter Schwingungen

Das System sollte Schwingungen im Zusammenhang mit einer Instabilität des Regelkreises vermeiden.

Anhang A (informativ)

Überblick über die ISO 9241 Reihe

Dieser Anhang gibt einen Überblick über ISO 9241: den Aufbau, die Themengebiete und den gegenwärtigen Status sowohl der veröffentlichten als auch der vorgesehenen Teile zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des vorliegenden Teils von ISO 9241. Die neuesten Informationen über die Reihe können folgender Internetseite entnommen werden:

<http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=II&objId=651393&objAction=browse&sort=name>

| Nummer des Teils | Titel | Gegenwärtiger Status ^{N1)} |
|------------------|--|---|
| 1 | General introduction | Internationale Norm (Ersatz durch ISO/TR 9241-1 und ISO 9241-130 vorgesehen) |
| 2 | Guidance on task requirements | Internationale Norm |
| 3 | Visual display requirements | Durch die untergeordnete Normenreihe ISO 9241-300er ersetzt |
| 4 | Keyboard requirements | Internationale Norm (Ersatz durch die untergeordnete Normenreihe ISO 9241-400er vorgesehen) |
| 5 | Workstation layout and postural requirements | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-500er vorgesehen) |
| 6 | Guidance on the work environment | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-600er vorgesehen) |
| 7 | Requirements for display with reflections | Durch die untergeordnete Normenreihe ISO 9241-300er ersetzt |
| 8 | Requirements for displayed colours | Durch die untergeordnete Normenreihe ISO 9241-300er ersetzt |
| 9 | Requirements for non-keyboard input devices | Internationale Norm (Ersatz durch die untergeordnete Normenreihe ISO 9241-400er vorgesehen) |
| 11 | Guidance on usability | Internationale Norm |
| 12 | Presentation of information | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-111 und ISO 9241-141 vorgesehen) |
| 13 | User guidance | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-124 vorgesehen) |
| 14 | Menu dialogues | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-131 vorgesehen) |
| 15 | Command dialogues | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-132 vorgesehen) |
| 16 | Direct-manipulation dialogues | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-133 vorgesehen) |
| 17 | Form filling dialogues | Internationale Norm (Ersatz durch ISO 9241-134 vorgesehen) |
| 20 | Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services | Internationale Norm |

N1) Nationale Fußnote: Die Tabellenspalte „Gegenwärtiger Status“ spiegelt den Status von 2009 wider.

| Nummer des Teils | Titel | Gegenwärtiger Status ^{N1)} |
|--|---|---|
| Einführung | | |
| 100 | Introduction to software ergonomics | In Planung |
| Allgemeine Grundsätze und Aufbau | | |
| 110 | Dialogue principles | Internationale Norm |
| 111 | Presentation principles | Als teilweise Überarbeitung und Ersatz für ISO 9241-12 geplant |
| 112 | Multimedia principles | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 14915-1 geplant |
| 113 | GUI and controls principles | In Planung |
| Darstellung und Benutzerservice | | |
| 121 | Presentation of information | In Planung |
| 122 | Media selection and combination | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 14915-3 geplant |
| 123 | Navigation | Als teilweise Überarbeitung und Ersatz für ISO 14915-2 geplant |
| 124 | User guidance | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 9241-13 geplant |
| 129 | Individualization | In Planung |
| Dialogtechniken | | |
| 130 | Selection and combination of dialogue techniques | Nach der Einarbeitung von ISO 9241-1:1997/ Amd 1:2001 als Ersatz für diese Norm geplant |
| 131 | Menu dialogues | Als Ersatz für ISO 9241-14 geplant |
| 132 | Command dialogues | Als Ersatz für ISO 9241-15 geplant |
| 133 | Direct-manipulation dialogues | Als Ersatz für ISO 9241-16 geplant |
| 134 | Form-based dialogues | Als Ersatz für ISO 9241-17 geplant |
| 135 | Natural language dialogues | In Planung |
| Komponenten der Schnittstellensteuerung | | |
| 141 | Controlling groups of information (including windows) | Als teilweiser Ersatz von ISO 9241-12 geplant |
| 142 | Lists | In Planung |
| 143 | Forms-based dialogues | In Planung |
| Domänenspezifische Anleitung | | |
| 151 | Guidance on World Wide Web user interfaces | Internationale Norm |
| 152 | Interpersonal communication | In Planung |
| 153 | Virtual reality | In Planung |
| 154 | Design guidance for interactive voice response (IVR) applications | In Planung |
| Zugänglichkeit | | |
| 171 | Guidance on software accessibility | Internationale Norm |
| Benutzerorientierte Gestaltung | | |
| 200 | Introduction to human-centred design standards | In Planung |
| 210 | Human-centred design of interactive systems | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 13407 geplant |

| Nummer des Teils | Titel | Gegenwärtiger Status ^{N1)} |
|---|---|--|
| Prozessreferenzmodelle | | |
| 220 | Human-centred lifecycle processes | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO/PAS 18152 geplant |
| Methoden | | |
| 230 | Human-centred design methods | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO/TR 16982 geplant |
| Ergonomische Anforderungen und Messtechniken für elektronische optische Anzeigen | | |
| 300 | Introduction to electronic visual display requirements | Internationale Norm |
| 302 | Terminology for electronic visual displays | Internationale Norm |
| 303 | Requirements for electronic visual displays | Internationale Norm |
| 304 | User performance test methods for electronic visual displays | Internationale Norm |
| 305 | Optical laboratory test methods for electronic visual displays | Internationale Norm |
| 306 | Field assessment methods for electronic visual displays | Internationale Norm |
| 307 | Analysis and compliance test methods for electronic visual displays | Internationale Norm |
| 308 | Surface conduction electron-emitter displays (SED) | Technischer Bericht |
| 309 | Organic light-emitting diode (OLED) displays | Technischer Bericht |
| Physikalische Eingabegeräte | | |
| 400 | Principles and requirements for physical input devices | Internationale Norm |
| 410 | Design criteria for physical input devices | Internationale Norm |
| 411 | Laboratory test and evaluation methods for the design of physical input devices | In Planung |
| 420 | Selection procedures for physical input devices | In Vorbereitung |
| 421 | Workplace test and evaluation methods for the use of physical input devices | In Planung |
| Arbeitsplatz | | |
| 500 | Workstation layout and postural requirements | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 9241-5 geplant |
| Arbeitsumgebung | | |
| 600 | Guidance on the work environment | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 9241-6 geplant |
| Anwendungsgebiete | | |
| 710 | Introduction to ergonomic design of control centres | In Planung |
| 711 | Principles for the design of control centres | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-1 geplant |
| 712 | Principles for the arrangement of control suites | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-2 geplant |
| 713 | Control room layout | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-3 geplant |

| Nummer des Teils | Titel | Gegenwärtiger Status ^{N1)} |
|---|---|--|
| 714 | Layout and dimensions of control centre workstations | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-4 geplant |
| 715 | Control centre displays and controls | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-5 geplant |
| 716 | Control room environmental requirements | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-6 geplant |
| 717 | Principles for the evaluation of control centres | Als Überarbeitung und Ersatz für ISO 11064-7 geplant |
| Taktil und haptische Interaktionen | | |
| 900 | Introduction to tactile and haptic interactions | In Planung |
| 910 | Framework for tactile and haptic interactions | In Vorbereitung |
| 920 | Guidance on tactile and haptic interactions | In Vorbereitung |
| 930 | Tactile and haptic interactions in multimodal environments | In Planung |
| 940 | Evaluation of tactile and haptic interactions | In Planung |
| 971 | Tactile and haptic interfaces to publicly available devices | In Planung |

Literaturhinweise

Diese Literaturhinweise enthalten Dokumente, die bei der Erarbeitung des vorliegenden Teils von ISO 9241 verwendet wurden; sie stellen keine abschließende Auflistung der Literatur zu diesem Themengebiet dar.

- [1] ETSI EG 202 048, *Human Factors (HF): Guidelines on the multimodality of icons, symbols and pictograms*. European Telecommunications Standards Institute, Sophia-Antipolis, France, 2002
- [2] BRESCIANI, J.-P., DREWING, K., ZOPF, R., WIMPERIS, A., LOVELL, G., GIACHRISTSIS, C., ROBERTS, R., HESSE, C., HELBIG, H., LANGE, C., VITELLO, M., BOUYER, G., MAURY, V., KHEDDAR, A., BRACEWELL, M., WING, A., and ERNST, M. (2005). *System specifications design guidelines*. Deliverable D5.7-Extended 2, TOUCH-HAPSYS Consortium, 2005.
http://129.187.147.190/Touch_HapSys/paper/m30/TH-D5_7_public.pdf
- [3] BREWSTER, S., and BROWN, L. M. (2004). *Tactons: Structured tactile messages for non-visual information display*. In CRPIT '04: Proceedings of the Fifth Conference on Australasian user interface, **28** (Dunedin, New Zealand, 2004), Australian Computer Society, Inc., S. 15-23.
<http://crpit.com/confpapers/CRPITV28Brewster.pdf>
- [4] BURDEA, G. (1996). *Force and Touch Feedback for Virtual Reality*, John Wiley & Sons, New York
- [5] CAMPION, G. and HAYWARD, V. *Fundamental limits in the rendering of virtual haptic textures*, Proceedings of the First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environments and Teleoperator Systems, WHC'05, S. 263-270
- [6] CARTER, J. (2005). *A Tactile/Haptic Interface Object Reference Model*, Proceedings of GOTH-05
- [7] CARTER, J. and Fourney, D. (2005). *Research Based Tactile and Haptic Interaction Guidelines*, Proceedings of GOTH-05
- [8] CHAN, A., MACLEAN, K. E., MCGRENERE, J. (2005). *Learning and Identifying Haptic Icons under Workload*, Proceedings of the First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, WHC 2005, Pisa, Italy, 2005
- [9] CHRISTIAN, K. (2000). *Design of haptic and tactile interfaces for blind users*.
<http://otal.umd.edu/UUGuide/kevin/>
- [10] COLWELL, C., PETRIE, H., KORNBROT, D., HARDWICK, A., and FURNER, S. (1998). *Haptic virtual reality for blind computer users*. In Assets '98: Proceedings of the Third International ACM Conference on Assistive Technologies (Marina del Rey, California, 1998), ACM Press, S. 92-99.
<http://doi.acm.org/10.1145/274497.274515>
- [11] DARKEN, R. P., and SIBERT, J. L. (1993). *A toolset for navigation in virtual environments*. In UIST '93: Proceedings of the sixth annual ACM symposium on user interface software and technology (Atlanta, Georgia, 1993), ACM Press, S. 157-165. <http://doi.acm.org/10.1145/168642.168658>
- [12] DIFRANCO, D. E., BEAUREGARD, G. L. et al. (1997). *The Effects of Auditory Cues on the Haptic Perception of Stiffness in Virtual Environments*. ASME Dynamic Systems and Control Division
- [13] DURLACH, N.I. and MAVOR, A.S. (Eds.) (1995). *Virtual Reality: Scientific and Technological Challenges*. National Academy Press, Washington, D.C.
- [14] EDMAN, P. *Tactile graphics*. American Foundation for the Blind, New York, 1992

- [15] FOURNEY, D. and CARTER, J. (2005). *Initiating Guidance on Tactile and Haptic Interactions*, Proceedings of GOTH-05
- [16] GARDNER, J. (2005). *Braille, Innovations, and Over-Specified Standards*, Proceedings of GOTH-05
- [17] HALE, K. S., and STANNEY, K. M. (2004) *Deriving haptic design guidelines from human physiological, psychophysical, and neurological foundations*. IEEE Computer Graphics and Applications, **24(2)**, S. 33-39. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MCG.2004.10032>
- [18] HELLER, M. and SCHIFF, W. (1991). *The psychology of touch*, Erlbaum, Mahwal, N. J.
- [19] ISO 9241-9:2000, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 9: Requirements for non-keyboard input devices*
- [20] ISO 9241-110:2006, *Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Dialogue principles*
- [21] ISO 9241-171:2008, *Ergonomics of human-system interaction — Guidance on software accessibility*
- [22] ISO 9241-400:2007, *Ergonomics of human-system interaction — Part 400: Principles and requirements for physical input devices*
- [23] ISO 9355-3:2006, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators*
- [24] ISO 14915-1:2002 *Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework*
- [25] ISO 14915-2:2003, *Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 2: Multimedia navigation and control*
- [26] ISO 14915-3:2002, *Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 3: Media selection and combination*
- [27] ISO/TS 16071:2003, *Ergonomics of human-system interaction — Guidance on accessibility for human computer interfaces*
- [28] ISO/IEC TR 19766:2007, *Information technology — Guidelines for the design of icons and symbols accessible to all users, including the elderly and persons with disabilities*
- [29] ISO/IEC TR 24752:2008 (alle Teile), *Information technology — User Interfaces — Universal remote console*
- [30] JANSSON, G. (2005). *Two Recommendations for Tactile/Haptic Displays: One for All Kinds of Presentations and One for the Development of Haptic Displays*, Proceedings of GOTH I-05
- [31] JANSSON, G. *Symbols for tactile maps*. In B. LINDQUIST and N. TROWALD (Eds.), *European conference on educational research for the visually handicapped* (Report No. 31, S. 66-77). Uppsala, Sweden: Uppsala Institute of Education, Department of Pedagogics
- [32] JONES, L.A. and BERRIS, M. (2003). *Material discrimination and thermal perception*. Proceedings of the 11th symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, S. 171-178
- [33] JURGENSEN, H. and POWER, C. (2005). *Information Access for the Blind — Graphics, Modes, Interaction*. Proceedings of GOTH-05

- [34] JONES, L., HUNTER, I., and LAFONTAINE, S. (1997). Viscosity discrimination: a comparison of an adaptive two-alternative forced-choice and an adjustment procedure. *Perception*, **26(12)**, S. 1571-1578, 1997
- [35] KLATZKY, R. L. and LEDERMAN, S. J. (2003). Touch. In A. F. HEALY and R. W. PROCTOR (Eds.), *Experimental psychology*, 4, S. 147-176, in I. B. Weiner (Editor-in-Chief), *Handbook of Psychology*, Wiley, New York
- [36] KLATZKY, R. L. and LEDERMAN, S. J. (2007). Object recognition by touch. In J. RIESER, D. ASHMEAD, F. EBNER and A. CORN (Eds), *Blindness and Brain Plasticity in Navigation and Object Perception*, Erlbaum, Mahwah, N. J.
- [37] KLATZKY, R. L., LOOMIS, J. M., LEDERMAN, S. J., WAKE, H. and FUJITA, N. (1993). Haptic identification of objects and their depictions. *Perception & Psychophysics*, **54**, S. 170-178
- [38] KWOK, M. G. (2005). *Guideline for Tactile Figures and Maps*, Proceedings of GOTH-05
- [39] KYUNG, K. U., AHN, M., KWON, D. S. and SRINIVASAN, M. A. (2006). A compact planar distributed tactile display and effects of frequency on texture judgment, *Advanced Robotics*, **20(5)**, S. 563-580
- [40] KYUNG, K. U., KWON, D. S. and YANG, G. H. (2006). A Novel Interactive Mouse System for Holistic Haptic Display in a Human-Computer Interface, *International Journal of Human Computer Interaction*, **20(3)**, S. 247-270
- [41] LEDERMAN, S. and KINCH, D. H. (1979). Texture in tactual maps and graphics for the visually impaired. *Visual Impairment and Blindness*, **73**, S. 217-227
- [42] LEDERMAN, S. J. and KLATZKY, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, **19**, S. 342-368
- [43] MIKI, H., HIRANO, K., SUZUKI, K. and NOMURA, M. (2007). Designing tactile symbols of ATM for visually impaired users. *J. Hum. Interface Soc.*, **9(2)**, S. 143-152
- [44] MILLER, T., and ZELEZNIK, R. (1998). *An insidious haptic invasion: Adding force feedback to the X desktop*. In UIST '98: Proceedings of the 11th annual ACM symposium on user interface software and technology (San Francisco, California, 1998), ACM Press, S. 59-64.
<http://doi.acm.org/10.1145/288392.288573>
- [45] MILLER, T., and ZELEZNIK, R. (1999). *The design of 3d haptic widgets*. In SI3D '99: Proceedings of the 1999 symposium on interactive 3D graphics (Atlanta, Georgia, 1999), ACM Press, S. 97-102.
<http://doi.acm.org/10.1145/300523.300534>
- [46] MIYAGI, M., NISHIDA, M., and Horiuchi, Y. (2005). *Conference System using Finger Braille*, Proceedings of GOTH-05
- [47] MORTON, A. H. (1982). Visual and Tactile Texture Perception: Intersensory co-operation. *Perception & Psychophysics*, **31**, S. 339-344
- [48] NESBITT, K. (2005b). *Structured Guidelines to Support the Design of Haptic Displays*, Proceedings of GOTH-05
- [49] NESBITT, K. (2005a). *A Framework to Support the Designers of Haptic, Visual and Auditory Displays*, Proceedings of GOTH-05

- [50] OAKLEY, I., Adams, A., Brewster, S., and Gray, P. (2002). *Guidelines for the design of haptic widgets*. In Proceedings of BCS HCI 2002 (London, UK, 2002), Springer, S. 195-212.
<http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/papers/HCI2002-oakley.pdf>
- [51] POPESCU, V., BURDEA, G., and TREFFTZ, H. (2002). Multimodal interaction modeling. In *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications*, K. M. Stanney (Ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 2002.
<http://vehand.engr.ucf.edu/handbook/Chapters/Chapter25/Chapter25.doc>
- [52] SCHIFF, W. and IZAKOW, H. (1966). Stimulus redundancy in the tactile perception of histograms. *International Journal for the Education of the Blind*, **16**, S. 1-11
- [53] Section 508 of the Rehabilitation Act (29 U.S.C. 794d), as amended by the Workforce Investment Act of 1998 (Pub. L. No. 105-220), 1998. <http://www.section508.gov>
- [54] SEKULER R. and BLAKE R. *Perception*, McGraw-Hill Publishing Company, New York, USA, 1990
- [55] SJÖSTRÖM, C. (2001). *Using haptics in computer interfaces for blind people*. In CHI '01 extended abstracts on human factors in computing systems (Seattle, Washington, 2001), S. 245-246.
<http://doi.acm.org/10.1145/634067.634213>
- [56] SRINIVASAN, M.A. and BASDOGAN C. (1997). Haptics in Virtual Environments: Taxonomy, Research Status, and Challenges. *Computer & Graphics*, **21(4)**, S. 393-404
- [57] SRINIVASAN, M.A., BEAUREGARD, G.L. et al. (1996). *The impact of visual information on haptic perception of stiffness in virtual environments*. ASME Dynamic Systems and Control Division
- [58] SRIRAM SUBRAMANIAN, S., GUTWIN, C., NACENTA SANCHEZ, M., POWER, C., and LIU, J. (2005). *Haptic and Tactile Feedback in Directed Movements*. Proceedings of GOTH-05. *Guidance on Tactile Human System Interaction: Some Statements*, Proceedings of GOTH-05
- [59] STANNEY, K. M., MOLLAGHASEMI, M., Reeves, L., Breaux, R., and Graeber, D. A. (2003). Usability engineering of virtual environments (VEs): Identifying multiple criteria that drive effective VE system design. *International Journal of Human-Computer Studies*, **58(4)**, 2003, S. 447-481.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00015-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00015-6)
- [60] STUART, R. *The Design of Virtual Environments*, New York, McGraw-Hill, 1996
- [61] *Telecommunications Act Accessibility Guidelines* (36 CFR, Part 1193), 1998. <http://www.access-board.gov/telecomm/html/telfinal.htm>
- [62] VAN ERP, J. B. (2002). *Guidelines for the use of vibro-tactile displays in human computer interactions*. Proceedings of EuroHaptics 2002. <http://www.eurohaptics.vision.ee.ethz.ch/2002/vanerp.pdf>
- [63] VERRILLO, R. T., FRAOLI, A. J. and SMITH, R. L. (1969) Sensation magnitude of vibrotactile stimuli, *Perception Psychophysics*, **7**, S. 366-372
- [64] VON DER HEYDE, M. and HÄGER-ROSS, C. (1998). *Psychophysical experiments in a complex virtual environment*. The Third PHANToM User's Group Workshop, Cambridge, Massachusetts, USA, MIT
- [65] WELCH, R. B. and WARREN, D. H. (1980). Immediate Perceptual Response to Intersensory Discrepancy, *Psychological Bulletin*, **88(3)**, S. 638-667
- [66] WUNSCHMANN, W. and FOURNEY, D. (2005). *Haptic and Tactile Feedback in Directed Movements*, Proceedings of GOTH-05. *Guidance on Tactile Human System Interaction: Some Statements*, Proceedings of GOTH-05