

DIN EN ISO 9241-920



ICS 13.180; 35.080; 35.180

Einsprüche bis 2016-01-27

Entwurf

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –
Teil 920: Anleitung zu taktilen und haptischen Interaktionen
(ISO 9241-920:2009);
Deutsche und Englische Fassung FprEN ISO 9241-920:2015**

Ergonomics of human-system interaction –
Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions (ISO 9241-920:2009);
German and English version FprEN ISO 9241-920:2015

Ergonomie de l'interaction homme-système –
Partie 920: Lignes directrices relatives aux interactions tactiles et haptiques
(ISO 9241-920:2009);
Version allemande et anglaise FprEN ISO 9241-920:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-11-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an naerg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 71 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN ISO 9241-920:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159, 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 Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der FprEN ISO 9241-920 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

ISO 9241 wurde ursprünglich als eine siebzehnteilige Norm zu ergonomischen Anforderungen an Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten erarbeitet. Als Teil des Normenüberarbeitungsprozesses wurde eine größere Nestrukturierung der ISO 9241 vereinbart, um den Anwendungsbereich zu erweitern, weitere relevante Normen einzubeziehen und die Nutzbarkeit zu verstärken. Der Titel der überarbeiteten ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ spiegelt diese Änderungen wider und richtet die Norm an dem Haupttitel und dem Anwendungsbereich des ISO/TC 159/SC 4 aus. Die überarbeitete mehrteilige Norm ist als eine Reihe von Normen aufgebaut, die in „Hundertern“ beziffert ist; z. B. behandelt die Normenreihe ISO 9241-100 die Software-Schnittstellen, die Normenreihe ISO 9241-200 das auf den Menschen gerichtete Design, die Normenreihe ISO 9241-300 behandelt Sichtanzeigen, die Normenreihe ISO 9241-400 behandelt physikalische Eingabegeräte usw.

DIN EN ISO 9241 besteht aus folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten*:

- Teil 1: Allgemeine Einführung
- Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung
- Teil 6: Leitsätze für die Arbeitsumgebung
- Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit
- Teil 12: Informationsdarstellung
- Teil 13: Benutzerführung
- Teil 14: Dialogführung mittels Menüs
- Teil 15: Dialogführung mittels Kommandosprachen
- Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation

DIN EN ISO 9241 besteht ebenfalls aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*:

- Teil 20: Leitlinien für die Zugänglichkeit der Geräte und Dienste in der Informations- und Kommunikationstechnologie
- Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung

- Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung*
- Teil 129: Leitlinien für die Individualisierung von Software
- Teil 143: Formulardialoge
- Teil 151: Leitlinien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für das World Wide Web
- Teil 154: Dialogführung mittels Sprachdialogsystemen
- Teil 161: User-Interface Elemente*
- Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software
- Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme
- Teil 300: Einführung in die Anforderungen an elektronische optische Anzeigen
- Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen
- Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen
- Teil 304: Prüfverfahren zur Benutzerleistung für elektronische optische Anzeigen
- Teil 305: Optische Laborprüfverfahren für elektronische optische Anzeigen
- Teil 306: Vor-Ort-Bewertungsverfahren für elektronische optische Anzeigen
- Teil 307: Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen
- Teil 391: Anforderungen, Analysen und Prüfverfahren zur Konformität zur Verringerung epileptischer Anfälle ausgelöst durch photosensitive Reize*
- Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte
- Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte
- Teil 420: Auswahlverfahren für physikalische Eingabegeräte
- Teil 910: Rahmen für die taktile und haptische Interaktion
- Teil 960: Rahmen und Anleitung zur Gestensteuerung*

ISO 9291-2 wurde als DIN EN 29241-2 (*Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben — Leitsätze*) übernommen.

Die übrigen Teile dieser Normenreihe wurden nicht übernommen.

* Liegt als Entwurf vor.

— Leerseite —

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

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

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

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: formelle Abstimmung
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.7g

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 Anleitungen 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 Vorsehen alternativer Eingabeverfahren	11
3.1.8 Aufrechterhaltung der Kohärenz zwischen Modalitäten	12
3.1.9 Kombination von Modalitäten	12
3.1.10 Darstellung realistischer Erfahrungen	13
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	14
3.3 Unbeabsichtigte Wahrnehmungen des Benutzers	14
3.3.1 Einschränkung der akustischen Ausgabe einer taktilen/haptischen Anzeige	14
3.3.2 Begrenzung des Wärmezuwachses von Kontaktflächen	14
3.3.3 Vermeidung sensorischer Anpassung	14
3.3.4 Erholung von sensorischer Anpassung	15
3.3.5 Vermeidung unbeabsichtigter Wahrnehmungsstörungen	15
3.3.6 Verhinderung zeitlicher Verdeckung	15
4 Attribute taktiler und haptischer Informationskodierungen	15
4.1 Anleitungen 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	16
4.1.4 Sensorische Ersatzvarianten nutzen	16
4.1.5 Verwendung einer geeigneten räumlichen Ansteuerbarkeit und Auflösung	16
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	17
4.1.10 Verhinderung räumlicher Verdeckung	17

4.2	Leitlinien zu spezifischen taktilen/haptischen Attributen zur Informationskodierung.....	17
4.2.1	Auswählen der Größen für die Informationskodierung.....	17
4.2.2	Unterscheidung zwischen Attributwerten.....	18
4.2.3	Begrenzung der Anzahl von Attributwerten	18
4.2.4	Kombination von Eigenschaften	18
4.2.5	Begrenzung der Komplexität	18
4.2.6	Kodierung durch Objektform.....	18
4.2.7	Informationskodierung durch zeitliche Muster	19
4.2.8	Informationskodierung mit Hilfe von Schwingungsamplituden	19
4.2.9	Informationskodierung durch Schwingungsfrequenz	19
4.2.10	Kodierung durch Ort	19
4.2.11	Kodierung durch Temperatur	19
4.2.12	Kodierung durch Wärmeleitfähigkeit	20
4.2.13	Feststellung von Informationswerten	20
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	21
5.2.3	Verwendung von Orientierungspunkten auf taktilen Karten.....	21
5.2.4	Bereitstellung von Maßstäben für taktile Karten	21
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 Steuerhandlungen	21
5.3.4	Nutzung von Kraft zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung.....	22
5.3.5	Interaktion mit Steuerelementen.....	22
6	Gestaltung taktiler/haptischer Objekte und Räume	23
6.1	Taktile/haptische Anzeigeräume.....	23
6.1.1	Leichtigkeit der Wahrnehmung mehrerer taktiler/haptischer Objekte.....	23
6.1.2	Leichtigkeit des Erkennens benachbarter taktiler/haptischer Objekte	23
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	24
6.2.1	Verwendung geeigneter Objektgrößen.....	24
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.....	25
7.1	Navigieren im taktilen/haptischen Raum.....	25
7.1.1	Bereitstellung von Navigationsinformationen.....	25
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 Explorationsstrategien (-verfahren)	26
7.2	Neukonfigurierung	26

7.2.1	Neukonfigurierung des taktilen/haptischen Raums.....	26
7.3	Interaktionstechniken.....	26
7.3.1	Implementieren von Interaktionstechniken.....	26
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 FprEN ISO 9241-920:2015 durch das Technische Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9241-920:2009 wurde vom CEN als FprEN ISO 9241-920:2015 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.

Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe von Technischen Komitees ist es Internationale Normen zu erarbeiten. Internationale Norm-Entwürfe, die von Technischen Komitees verabschiedet wurden, werden den Mitgliedsorganisationen zur Abstimmung zur Verfügung gestellt. 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 9241-920:2009 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159, *Ergonomics*, Subcommittee SC 4, *Ergonomics of human-system interaction*, erarbeitet.

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

- *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 ebenfalls 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) [Technischer Bericht]*
- *Part 309: Organic light-emitting diode (OLED) displays [Technischer Bericht]*
- *Part 400: Principles and requirements for physical input devices*
- *Part 410: Design criteria 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 Sprachdialogsysteme sind in den zukünftigen Teilen ISO 9241-143 und ISO 9241-154 behandelt.

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 unterstützenden Technologien. Zwar gibt es zu diesem Gebiet umfassende Forschungen, 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 Ergonomieempfehlungen für taktile und haptische Hardware- und Software-Interaktionen, einschließlich einer Anleitung zur Gestaltung und Beurteilung 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 Anleitung zur Gestaltung und Beurteilung von Hardware, Software und Kombinationen aus Hardware- und Software-Interaktionen, darunter

- die Gestaltung/ der Gebrauch von taktilen/haptischen Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen von Eingaben und Ausgaben, mit einer allgemeinen Anleitung zu Gestaltung und Gebrauch von taktilen und haptischen Interaktionen in Kombination mit anderen Modalitäten oder als die ausschließliche Interaktionsmodalität,
- die taktile/haptische Informationskodierungen einschließlich Textdaten, Graphikdaten und Steuerelemente,
- die Gestaltung taktiler/haptischer Objekte,
- das Layout des taktilen/haptischen Raums und
- Interaktionstechniken.

Dieser Teil liefert keine Empfehlungen spezifisch zur Braille-Schrift, kann aber ebenfalls auf Interaktionen, die Braille 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 evaluiert 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 diese zur Feststellung der Produktanforderungen und zur Evaluierung des Produkts angewendeten Verfahren festgelegt werden. Der Detaillierungsgrad der Festlegung ist von den beteiligten Parteien zu verhandeln.

3 Taktile/haptische Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen

3.1 Allgemeine Anleitungen 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 Operationen zu steuern.

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

- c) Bevorzugung einer aktiven Exploration gegenüber einer passiven Exploration, sofern angebracht.

ANMERKUNG 2 Dies kann die kinästhetischen Wahrnehmung erhöhen.

- d) Operation mit mehreren Berührungspunkten, wenn möglich und angebracht.

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

BEISPIEL Die Benutzung beider Hände beim Lesen von Braille 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, Konflikte 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, wobei unwesentlich ist, ob diese Beschreibungen automatisch präsentiert werden oder nicht.

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

3.1.4 Verwendung einheitlicher Beschriftungen

Beschriftungen von Benutzerschnittstellenelementen, die in einer taktilen/haptischen Modalität dargeboten 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 Stelle, an der sich der Körper beim Reizempfang befinden soll,
- sorgfältige Auswahl des Verfahrens, mit dem der Kontakt mit dem Körper hergestellt wird,
- sorgfältige Auswahl der Reizfrequenz,
- Wahl der geringsten wirksamen Reizgröße,
- 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 Vorsehen 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 angebracht, die Kohärenz zwischen der taktilen/haptischen Modalität und anderen Modalitäten wahren, was sich auch auf die Beschreibung von Handlungen bezieht.

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 dargeboten werden.

ANMERKUNG 1 Die sich ergebenden Kombinationen können das räumliche Gedächtnis und die Identifizierung und Exploration 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

Zwar kann die Nutzung realer Erfahrungen (z. B. nach den Gesetzen der Physik) das Verständnis des Benutzers verbessern, eine Abweichung von realen Erfahrungen darf jedoch 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 durch Aktivierung eines in der Nähe befindlichen Schnittstellenelements verhindern.

BEISPIEL 1 Da ein hohes Risiko einer unbeabsichtigten Schwingung besteht, bei der das in der Nähe befindliche Bedienteil 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 dargeboten 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 gegebenenfalls 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 Genauigkeit 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 dargebotener 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

- a) die Kontaktfläche nicht verformen,
- b) die haptische Wahrnehmung des Benutzers nicht stören,
- c) die Haut des Benutzers nicht verletzen,
- d) die haptische Schnittstelle nicht 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 Größe 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 dauern 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 bis zur 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 dargeboten, 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 dargeboten werden.

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

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

ANMERKUNG 4 Die Darbietung 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 Anleitungen höherer Ebene zur taktilen/haptischen Informationskodierung

4.1.1 Anwendung vertrauter taktiler/haptischer Muster

Sofern verfügbar sollten zur Informationsdarbietung 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 zu unterscheiden sind.

BEISPIEL Zur Bereitstellung von Richtungshinweisen wird eine Anordnung von am Rumpf befestigten Taktoren (kleinen Wählern, 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 Objekte schwer zu verstehen sind.

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 Aktoren, 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 aktualisierbare 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 Spüren 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 Leitlinien 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.