

## DIN EN ISO 9241-410



ICS 13.180; 35.180

Ersatz für  
DIN EN ISO 9241-410:2008-05

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –  
Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte  
(ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012);  
Deutsche Fassung EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012**

Ergonomics of human-system interaction –  
Part 410: Design criteria for physical input devices (ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012);  
German version EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012

Ergonomie de l'interaction homme-système –  
Partie 410: Critères de conception des dispositifs d'entrée physiques  
(ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012);  
Version allemande EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012

Gesamtumfang 115 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN



## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“, Unterkomitee SC 4 „Ergonomics of human-system interaction“, Arbeitsgruppe WG 3 „Controls, workplace and environmental requirements“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, deren Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, erarbeitet.

Die Mitarbeit im ISO/TC 159/SC 4 „Ergonomics of human-system interaction“ wird über den NA 023-00-04 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAErg/NIA: Ergonomie für Informationsverarbeitungssysteme“ des Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN wahrgenommen.

Beginn und Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch Textmarken **A1** **A1** gekennzeichnet.

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen.

ISO 9241-5:1998	siehe	DIN EN ISO 9241-5:1999-08
ISO 9241-400:2007	siehe	DIN EN ISO 9241-400:2007-05
ISO 11690-1	siehe	DIN EN ISO 11690-1

## Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 9241-410:2008-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in den normativen Verweisungen wurde ISO/TS 9241-411 ergänzt;
- b) Abschnitt 10 „Konformität“ wurde ergänzt.

## Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 9241-4: 1999-01  
DIN EN ISO 9241-4 Berichtigung 1: 2002-06  
DIN EN ISO 9241-9: 2002-03  
DIN EN ISO 9241-410: 2008-05

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 9241-5:1999-08, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung (ISO 9241-5:1998); Deutsche Fassung EN ISO 9241-5:1999*

DIN EN ISO 9241-400:2007-05, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte (ISO 9241-400:2007); Deutsche Fassung EN ISO 9241-400:2007*

DIN EN ISO 11690-1, *Akustik — Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion —  
Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte  
(ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012)**

Ergonomics of human-system interaction —  
Part 410: Design criteria for physical input devices  
(ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012)

Ergonomie de l'interaction homme-système —  
Partie 410: Critères de conception des dispositifs  
d'entrée physiques  
(ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. Februar 2008 angenommen und beinhaltet die Änderung A1, diese wurde vom CEN am 23. Juni 2012 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

**Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

## Inhalt

Seite

<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Vorwort zu A1 .....</b>	<b>5</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Normative Verweisungen .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>8</b>
<b>4 Prozedur der Anwendung für diese Norm .....</b>	<b>10</b>
<b>5 Erfüllungskriterium.....</b>	<b>12</b>
<b>6 Gebrauchstauglichkeitsrelevante Merkmale von physikalischen Eingabegeräten .....</b>	<b>12</b>
<b>7 Generische Gestaltungsanforderungen für physikalische Eingabegeräte .....</b>	<b>12</b>
<b>8 Gerätespezifische Anforderungen an die Gestaltung.....</b>	<b>16</b>
<b>9 Dokumentation.....</b>	<b>17</b>
<b>10 Konformität.....</b>	<b>17</b>
<b>Anhang A (informativ) Überblick über die Normen der Reihe ISO 9241 .....</b>	<b>18</b>
<b>Anhang B (normativ) Tastaturen .....</b>	<b>22</b>
<b>Anhang C (normativ) Maus .....</b>	<b>43</b>
<b>Anhang D (normativ) Puck .....</b>	<b>53</b>
<b>Anhang E (normativ) Joysticks .....</b>	<b>62</b>
<b>Anhang F (normativ) Rollkugel (Trackball).....</b>	<b>71</b>
<b>Anhang G (normativ) Touchpads .....</b>	<b>79</b>
<b>Anhang H (normative) Tablettis und Overlays .....</b>	<b>87</b>
<b>Anhang I (normativ) Griffel und Lichtgriffel .....</b>	<b>98</b>
<b>Anhang J (normativ) Berührungsbildschirme .....</b>	<b>104</b>
<b>Anhang K (informativ) Gestalten von Eingabegeräten für den Bedarf von unterschiedlichen Benutzern .....</b>	<b>109</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>111</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-410:2008) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomics“ erarbeitet, 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 August 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte 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, 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, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Diese erste Ausgabe von EN ISO 9241-410 ersetzt, zusammen mit EN ISO 9241-400, EN ISO 9241-411<sup>1)</sup>, EN ISO 9241-420<sup>1)</sup> und EN ISO 9241-421<sup>1)</sup>, teilweise die Normen EN ISO 9241-4:1998 und EN ISO 9241:2000, die wie folgt technisch überarbeitet worden sind:

- Die Begriffe wurden von EN ISO 9241-4 und EN ISO 9241-9 nach EN ISO 9241-410 verlagert;
- alle Grundsätze wurden in EN ISO 9241-400 verlagert und vereinheitlicht, so dass sie nun mit dem neuen Anwendungsbereich der neuen Reihe EN ISO 9241 zu entsprechen;
- die Grundsätze aus DIN EN ISO 9241-400 werden zur Entwicklung von Festlegungen für die Produktgestaltung angewendet;
- um die weniger Eigenschafts-orientierte als vielmehr Usability-orientierte Struktur der neuen 400er Normenreihe der EN ISO 9241 zu reflektieren, wurde in EN ISO 9241-410 ein Verfahren für die Anwendung der Norm beschrieben;
- für die leichtere Anwendbarkeit wurde für jedes Gerät ein getrennter Anhang formuliert;
- am Ende der Norm wurde ein informativer Anhang für alle Gerätetypen hinzugefügt, in dem Aspekte der Zugänglichkeit angesprochen werden.

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

- Teil 1: Allgemeine Einführung
- Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben — Leitsätze
- Teil 3: Anforderungen an visuelle Anzeigen
- Teil 4: Anforderungen an die Tastatur
- Teil 5: Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung
- Teil 6: Leitsätze für die Arbeitsumgebung

---

1) In Planung oder Vorbereitung.

- *Teil 7: Anforderungen an visuelle Anzeigen bezüglich Reflexionen*
- *Teil 8: Anforderungen an Farbdarstellungen*
- *Teil 9: Anforderungen an Eingabemittel, ausgenommen Tastaturen*
- *Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit — Leitsätze*
- *Teil 12: Informationsdarstellung*
- *Teil 13: Benutzerführung*
- *Teil 14: Dialogführung mittels Menüs*
- *Teil 15: Dialogführung mittels Kommandosprachen*
- *Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation*
- *Teil 17: Dialogführung mittels Bildschirmformularen*

Der folgende Teil befindet sich in Vorbereitung:

- *Teil 129: Leitlinien für die Individualisierung von Software*

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

- *Teil 20: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Informations- und Kommunikationstechnik und Dienstleistungen*
- *Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*
- *Teil 151: Leitlinien zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen für das World Wide Web*
- *Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software*
- *Teil 300: Einführung in Anforderungen und Messtechniken für elektronische optische Anzeigen*
- *Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen*
- *Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen*
- *Teil 304: Prüfverfahren zur Benutzerleistung*
- *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 308: Surface-conduction electron-emitter displays (SED) [Technischer Bericht]*
- *Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte*
- *Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte*
- *Teil 920: Guidance on haptic and tactile interactions*

Das Thema *Framework for tactile and haptic interaction* wird im zukünftigen Teil 910 behandelt werden.

#### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 9241-410:2008 wurde vom CEN als EN ISO 9241-410:2008 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.



## **Vorwort zu A1**

Dieses Dokument (EN ISO 9241-410:2008/A1:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, 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 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 9241-410:2008/Amd.1:2012 wurde vom CEN als EN ISO 9241-410:2008/A1:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Eingabegeräte sind Mittel für Benutzer zur Eingabe von Daten in interaktive Systeme. Im Allgemeinen stellt ein Eingabegerät einen Sensor dar, der Änderungen des Verhaltens des Benutzers (Gestik, Fingerbewegungen usw.) feststellt und diese in Signale transformiert, die das interaktive System interpretieren kann. Ein „Eingabegerät“ wird als Kombination von Hardware und der Software betrachtet, die für ihre Nutzung entwickelt worden ist (z. B. ein Treiber).

Dieser Teil von ISO 9241 legt Gestaltungskriterien für Produkte auf der Basis der relevanten in ISO 9241-400:2007 festgelegten Merkmale von physikalischen Eingabegeräten fest. Um die Entwicklung von Test- und Bewertungsmethoden zu beschleunigen, werden Prüfverfahren für den Einsatz im Labor in den zukünftigen Teilen der Normenreihe ISO 9241 behandelt.

Die meisten der in dieser Norm genutzten Grundsätze waren bereits in früheren Normen für Tastaturen und sonstige Eingabegeräte festgelegt oder umrissen (ISO 9241-4 und ISO 9241-9). Um die Definitionen auf alle Eingabegeräte anwenden zu können, wurden diese wo erforderlich umformuliert.

ISO 9241 war ursprünglich als siebzehnteilige Internationale Norm zu ergonomischen Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten entwickelt worden. Im Rahmen des Normenüberprüfungsprozesses wurde eine grundsätzliche Neustrukturierung von ISO 9241 vereinbart mit dem Ziel, den Anwendungsbereich zu erweitern, andere relevante Normen einzubinden und die Anwendung zu verbessern. Der übergeordnete Titel der überarbeiteten ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ – spiegelt diese Änderungen wider und ist ausgerichtet auf den Gesamttitel und -anwendungsbereich von ISO/TC 159 *Ergonomie*, Unterkomitee SC 4 *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*. Die überarbeitete mehrteilige Norm ist strukturiert als eine Serie von Normen, die in Hunderterschritten nummeriert sind: so befasst sich die 100-Reihe mit Software-Schnittstellen, die 200-Reihe mit benutzerorientierter Gestaltung, die 300-Reihe mit visuellen Anzeigen, die 400-Reihe mit physikalischen Eingabegeräten und so weiter.

Anhang A gibt einen Überblick über die Normenreihe ISO 9241.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 9241 beschreibt Gestaltungskriterien auf der Basis ergonomischer Regeln für die physikalischen Eingabegeräte interaktiver Systeme, einschließlich Tastaturen, Mäusen, Pucks, Joysticks, Rollkugeln (Trackballs), Trackpads, Tablets und Overlays, Berührungsbildschirmen (Touchscreens), Griffeln und Lichtgriffeln, sprachgesteuerten Geräten und Gestik gesteuerten Geräten und berücksichtigt die Fähigkeiten und Grenzen der Benutzer. Dieser Teil von ISO 9241 enthält generische Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte sowie spezifische Kriterien für jeden Gerätetyp. Anforderungen an die Produktgestaltung erfolgen entweder auf der Basis kontextunabhängiger Aspekte oder können auf der Basis spezifischer Gestaltungskriterien für die vorgesehene Nutzung bestimmt werden, welche im Allgemeinen, sofern möglich, in aufgabenorientierte Kategorien unterteilt wurden.

**BEISPIEL** Die Auflösung eines Zeigegerätes wird in Abhängigkeit von den vier Schwierigkeitsgraden ( $I_D$ ) des Fitts-Tests angegeben. Die erforderliche Kategorie für die Auflösung kann bestimmt werden auf der Basis der Aufgabenmerkmale, der Benutzerpopulation und des Nutzungskontextes für die vorgesehene Anwendung.

Dieser Teil von ISO 9241 bestimmt nicht die Kategorien die für Geräte angemessen sind, da ein Produkt entsprechend dem Gebrauchstauglichkeitskonzept keine *inhärente* Gebrauchstauglichkeit besitzt. Die Wahl der Kategorie für eine bestimmte Geräteeigenschaft ist Gegenstand der Produktgestaltung.

Dieser Teil von ISO 9241 ist vorgesehen für die Hersteller von physikalischen Eingabegeräten einschließlich Produktdesigner und Prüforganisationen, um die Gestaltungsmerkmale eines Gerätes für den vorgesehenen Nutzungskontext zu bestimmen (Benutzerpopulation, Aufgabe, Software oder Umgebung usw.).

Die Daten für die Beschreibung der Merkmale der Produkte, die von den Anwendern dieses Teils der ISO 9241 ermittelt werden, können dazu genutzt werden, das geeignete Gerät für einen aktuellen Nutzungskontext auf der Basis der Elementaraufgaben auszuwählen, die für die Aufgabe der bestimmten Benutzerpopulation und für das Erreichen des geforderten Grades von Effizienz und Effektivität für ein bestimmtes System von Bedeutung sind.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment — Index and synopsis*

ISO 9241-400:2007, *Ergonomics of human-system interaction — Part 400: Principles and requirements for physical input devices*

**[A1]** ISO/TS 9241-411, *Ergonomics of human-system interaction — Part 411: Evaluation methods for the design of physical input devices* **[A1]**

ISO/IEC 9995 (alle Teile), *Information technology — Keyboard layouts for text and office systems*

IEC 60417-DB, *Graphical symbols for use on equipment* <sup>2)</sup>

---

2) Ständig aktualisierte Datenbank.

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach ISO 9241-400 und die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **prellfreier Schalter**

Schalter, der bei Aktivierung ein eindeutiges Signal generiert

#### 3.2

##### **Kategorie**

Teil eines Systems, in das Merkmale eines Betrachtungsobjektes eingeordnet werden können

#### 3.3

##### **Klasse**

Kategorie eines Produktmerkmals mit einer Rangordnung

ANMERKUNG 1 Klasse 1 ist die günstigste, und Klasse n die ungünstigste, Ausprägung eines bestimmten Merkmals von einem Produkt, wobei „n“ die Anzahl der Klassen ist.

ANMERKUNG 2 Ein Beispiel für ein Merkmal ist die Haltbarkeit von Bezeichnungen einer Taste. Gehört eine Taste zu der höchsten Klasse, erfüllt sie auch die Anforderungen der niedrigeren Klassen.

#### 3.4

##### **Kompakttastatur**

Tastatur, die die meisten Merkmale einer Volltastatur aufweist, wobei der Editierbereich in den alphanumerischen Bereich integriert ist

ANMERKUNG Eine Kompakttastatur kann einen numerischen Bereich einschließen.

#### 3.5

##### **Kraftrückmeldung**

Anwendung einer physikalischen Kraft als Antwort auf eine Benutzereingabe

BEISPIEL In Spielen genauso wie bei Fahr- und Flugsimulationen.

#### 3.6

##### **Volltastatur**

Tastatur, die alle Bereiche und Zonen enthält, die in ISO/IEC 9995-1 beschrieben sind

#### 3.7

##### **Gruppe**

Kategorie eines Produktmerkmals ohne Rangordnung

ANMERKUNG Einige Merkmale wie die Tastengröße bieten keinen Vorteil an sich ohne zusätzliche Erwägungen. Für solche Merkmale kann die Kategorisierung helfen, zwischen Objekten zu differenzieren, ohne dass man in der Lage ist, einen Rang im Hinblick auf das bestimmte Merkmal zu bestimmen.

BEISPIEL Eine bestimmte Tastengröße für das kontinuierliche Blindschreiben, eine geringere bei handgehaltenen Geräten und eine größere Tastengröße bei Nutzung mit Handschuhen.

#### 3.8

##### **haptisch, adj.**

sich auf den Tastsinn beziehend oder im Zusammenhang mit dem Tastsinn stehend oder vom Tastsinn her-rührend

#### 3.9

##### **haptische Anzeige**

Anzeige, die Informationen präsentiert, die durch den Tastsinn erfasst werden, hauptsächlich durch Gebrauch von Händen und Fingern, aber nicht begrenzt darauf

### 3.10

#### **haptische Schnittstelle**

Benutzungsschnittstelle auf der Basis von Berührung, die die Bewegungen des Benutzers als Eingabe und den Tastsinn als Ausgabe nutzt

BEISPIEL „Krafrückmeldung“-Joysticks, Braille Bildschirm-Lesegeräte.

### 3.11

#### **Gehäuse**

schützende Abdeckung, die dafür gestaltet ist, eine technische Komponente aufzunehmen oder zu tragen

ANMERKUNG Ein Eingabegerät ist entweder in sein eigenes Gehäuse integriert oder in eine andere Einheit, die weitere Einheiten einschließt (z. B. Steuerpult, Schalttafel, Telefon).

### 3.12

#### **Schwierigkeitsgrad**

$I_D$

Maß für die Benutzergenauigkeit, die bei einer Aufgabe gefordert wird

ANMERKUNG Der Schwierigkeitsgrad wird in Bit gemessen und wird für Auswahl-, Zeige- oder Ziehaufgaben errechnet durch:

$$I_D = \log_2 \frac{d + w}{w}$$

Für Nachziehaufgaben wird dieser bestimmt durch:

$$I_D = \frac{d}{w}$$

Dabei ist

$I_D$  der Schwierigkeitsindex;

$d$  der Bewegungsabstand zum Zielobjekt;

$w$  die Breite des dargestellten Zielobjekts in Richtung der Bewegung für Auswahl-, Zeige- und Ziehaufgaben und senkrecht dazu bei Nachziehaufgaben.

### 3.13

#### **Tastenanordnung**

räumliche Organisation von Tasten oder einer Tastatur, die bestimmten Gestaltungsregeln oder Konventionen folgt

BEISPIEL Verschiedene Tastaturlayouts für Schreibmaschine, Taschenrechner oder Telefon zum Erzeugen von Codes für Ziffern (numerische Tasten für die Ziffern 0 bis 9) bei Büromaschinen.

### 3.14

#### **Tastenblock**

funktionale Einheit, die mindestens eine Tastengruppe enthält, die für eine bestimmte Funktionalität vorgesehen und angeordnet ist und möglicherweise weitere Tasten enthält, die eine damit zusammenhängende Funktionalität unterstützt

BEISPIEL Numerische Tasten, „Eingabe“-Taste eines Tastenblocks.

### 3.15

#### **Multitap**

alphanumerische Eingabe mit mehrfachem Tastendruck

### 3.16

#### **Bereich**

<Tastatur> funktionelle Gruppe innerhalb einer Tastatur, für die unterschiedliche Regeln für das Layout gelten können

ANMERKUNG Einige Bereiche von existierenden Tastaturen folgen bei der Anordnung über hundert Jahre alten Konventionen.

### **3.17**

#### **Aufgabengenaugigkeit**

Maß der Genauigkeit, die für eine der Elementaraufgaben Zeigen, Auswählen oder Ziehen gefordert wird, durch den Schwierigkeitsgrad quantifiziert

### **3.18**

#### **Touchpad**

berührungsempfindliches Plättchen, das die Lage des Fingers einer Person auf seiner Oberfläche erfasst

### **3.19**

#### **Arbeitsfläche**

Fläche, auf der Arbeitsmittel und Arbeitsmaterialien benutzt werden

[ISO 9241-5:1998, Begriff 3.25]

### **3.20**

#### **Zone**

<Tastatur> kleinere Einheit innerhalb eines Tastaturbereichs mit unterschiedlicher Funktionalität

**BEISPIEL** Das Layout der alphanumerischen Tasten für die Eingabe graphischer Zeichen (alphanumerische Zone) gruppiert mit Funktions- und Umschalt-Tasten wie „STRG“, „ALT“, „TAB“ oder „Rückschritttaste“.

## **4 Prozedur der Anwendung für diese Norm**

Im Allgemeinen ist die Gesamtheit der Anforderungen für die Gesamtgestaltung eines Produktes das Ergebnis einer Abwägung von Aspekten aus einer Vielzahl von Ausgangspunkten, z. B. Technik, Sicherheit, Umweltschutz, Wirtschaftlichkeit, Marketing oder dem Konzept der Gebrauchstauglichkeit (siehe ISO 9241-400).

Dieser Teil der ISO 9241 behandelt Anforderungen, die sich auf Produktmerkmale beziehen, die mit der Gebrauchstauglichkeit von physikalischen Eingabegeräten zusammenhängen. Die Anwendung erfordert die Durchführung der im Folgenden beschriebenen Schritte a) bis d) durch den Anwender.

### **a) Ermitteln der für die Gebrauchstauglichkeit relevanten Gerätemerkmale**

Zuerst sind jene Merkmale zu ermitteln, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, d. h. bedeutsam für die Effektivität und Effizienz der Nutzung und für die Zufriedenstellung der Benutzerbedürfnisse. Einige der Merkmale sind bekannt (z. B. Tastenbezeichnungen für Tastaturen) und hierfür existieren Anforderungen für bestimmte Nutzungsbereiche (z. B. Mindestgröße der Tastenbezeichnungen von Volltastaturen).

### **b) Anwenden von generischen Gestaltungsanforderungen**

Andere Merkmale sind durch Anwenden der generischen Gestaltungsanforderungen auf ein bestimmtes Gerät zu ermitteln (z. B. Anwenden von Steuerbarkeit auf Tastaturen oder Mäuse). Die Anforderungen für diese Merkmale können für unterschiedliche Nutzungskontexte unterschiedlich ausfallen. Für diese Merkmale werden die Anforderungen in Kategorien unterteilt - Klassen oder Gruppen. Der Anwender dieser Norm muss festlegen, welcher Kategorie ein Gerät zugeordnet ist. Das Gerät muss den Anforderungen genügen, die für diese Kategorie gelten.

### **c) Anwenden von gerätespezifischen Gestaltungsanforderungen**

Für jedes relevante Merkmal werden die Anforderungen an ein bestimmtes Gerät festgelegt (siehe Anhänge B bis J). In Bild 1 sind diese Anforderungen beispielhaft zusammengefasst.

### **d) Bewerten des Erfüllungskriteriums**

Stellen Sie sicher, dass ein Gerät die Anforderungen erfüllt, die aus den Festlegungen dieses Teils der ISO 9241 unter Berücksichtigung der vorgesehenen Anwendung des Produktes abgeleitet werden.

**ANMERKUNG** Unter einem Produkt wird eine beliebige Kombination von Hardware und Software verstanden, die für eine bestimmte Aufgabe verwendet werden.

Relevante Merkmale			
Merkmal			Klasse/Gruppe/Werte
1 Übereinstimmung mit allgemeinen Gestaltungsanforderungen	Angemessenheit	Effektivität	■ ■ ■ □
		Effizienz	■ ■ ■ □
		Dimensionierung	■ ■ ■ ■
		Softwareabhängigkeit	✓
		Zusatzgerät	○ ← 2
	Handhabbarkeit	Eindeutigkeit	■ ■ ■ ■
		Vorhersehbarkeit	■ ■ ■ ■ ← 3
		Richtige Reihenfolge	■ ■ ■ □
		Konsistenz	■ ■ ■ □
		Kompatibilität	■ ■ ■ □
	Steuerbarkeit	Ansprechbarkeit	■ ■ ■ ■
		Störungsfreiheit	■ ■ ■ ■
		Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs	■ ■ ■ ■
		Angemessenheit des Gerätezugriffs	■ ■ ■ ■
		Kontrollsteuerung	■ ■ ■ ■
	Biomech. Belastung	Körperhaltungen	■ ■ □ □
		Anstrengung	■ ■ ■ □
Funktionsmerkmale	Tasten	Größe	○ ○ ● ○ ← 4
		Anschlagspuffer	■ ■ ■ □
		Haltbarkeit von Bezeichnungen	■ ■ □ □
	Bereiche und Zonen	Alphanumerisch	✓ ← 5
		Numerisch	○
		Editieren	✓
		Funktion	✓
		Multimedia	-- ← 6

### Legende

- 1 Anforderung abgeleitet aus einem Grundsatz
- 2 nicht relevant
- 3 Merkmal mit Anforderungen in vier Gruppen
- 4 Merkmal mit Anforderungen in vier Klassen
- 5 Merkmal mit Anforderungen
- 6 Merkmal ohne Anforderungen in diesem Dokument

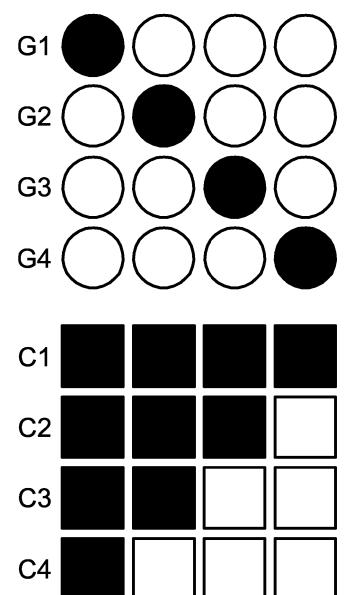


Bild 1 — Beispiel für eine zusammenfassende Tabelle

## **5 Erfüllungskriterium**

Das Eingabegerät muss für seine vorgesehene Anwendung gebrauchstauglich sein. Es wird als gebrauchstauglich betrachtet, wenn Benutzer einen zufriedenstellenden Erfüllungsgrad für eine bestimmte Aufgabe erreichen unter Wahrung eines annehmbaren Grads von Anstrengung und Zufriedenheit. Dieses Ziel ist erreicht, wenn den Gestaltungsanforderungen und -empfehlungen (siehe Anhänge B bis J) in dem relevanten Anhang genügt wird.

Ist für die Aufgabenerledigung die Nutzung von mehr als einem physikalischen Gerät erforderlich, müssen bei der Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit alle vorgesehenen Elemente als eine Einheit behandelt werden.

## **6 Gebrauchstauglichkeitsrelevante Merkmale von physikalischen Eingabegeräten**

Merkmale von physikalischen Eingabegeräten mit Relevanz für die Gebrauchstauglichkeit können in Gruppen von Merkmalen unterteilt werden. Anforderungen können entweder von einem generischen Gestaltungsgrundsatz abgeleitet werden, zu dem verschiedene Merkmale beitragen können, oder das relevante Merkmal kann ermittelt werden ohne dass ein Grundsatz gebraucht wird. Merkmale mit gruppenorientierten Anforderungen dienen dazu, Produkte zu kategorisieren, ohne diese einer Klasse zuordnen zu können, während sonstige Merkmale in Klassen mit einer Rangordnung kategorisiert werden können:

- Funktionsmerkmale;
- technische Merkmale;
- elektrische Merkmale;
- instandhaltungsbezogene Merkmale;
- Sicherheit und Gesundheit bezogene Merkmale;
- Wechselwirkung mit Software;
- Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung.

Für diese Merkmale existieren Anforderungen und Empfehlungen, die auf technischem Wissen, wissenschaftlichen Erkenntnissen oder Konventionen basieren. Die Relevanz von weiteren (oder manchmal auch den gleichen) Merkmalen kann unter Berücksichtigung der generischen Gestaltungsgrundsätze ermittelt oder festgelegt werden, die in ISO 9241-400 genannt sind. Dieser Teil von ISO 9241 benennt Gestaltungsanforderungen für jedes Eingabegerät, die auf diesen Gestaltungsgrundsätzen basieren. Andere Merkmale, die nach einem bestimmten Grundsatz gleichwertig sind oder besser entsprechen, können anstelle dessen genutzt werden.

**BEISPIEL 1** Die Gehäuseform einer Maus ist relevant, wenn der Benutzer keine gleichwertigen oder besseren Mittel zur Wahrnehmung der Ausrichtung des Gerätes hat (Grundsatz Steuerbarkeit, Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs).

**BEISPIEL 2** Die Ausrichtung eines Schaltelementes zur Minimierung der Fingerauslenkung ist relevant, wenn das Schaltelement auf einer Maus platziert ist, wo das Schaltelement betätigt werden soll, ohne die Kontrolle über das Gerät zu verlieren (Grundsatz: Steuerbarkeit, Zugriff auf Stellteile). Für andere Schaltelemente hingegen kann die Ausrichtung unbedeutend sein.

## **7 Generische Gestaltungsanforderungen für physikalische Eingabegeräte**

### **7.1 Allgemeines**

Die vorgesehene Nutzung eines physikalischen Eingabegerätes muss angegeben werden, es sei denn, dass diese offensichtlich ist oder dass das Produkt für den allgemeinen Gebrauch gestaltet ist. Die Beschreibung muss technische Bedingungen für den Nutzungskontext enthalten, die für eine zufriedenstellende Nutzung des Gerätes (z. B. Betriebssystem, Treiber, Auflagefläche usw.) realisiert werden müssen.



Jedes physikalische Gebilde besitzt eine Reihe von Merkmalen, von denen einige für seine Gebrauchstauglichkeit relevant sind. Da ein Gerät keine Gebrauchstauglichkeit an sich haben kann, werden, wo möglich, jedem relevanten Merkmal, das Gegenstand einer Gestaltungsanforderung ist, vier Kategorien zugeordnet. Liegt genügend Wissen vor, eine Kategorie zu empfehlen, wird dies angegeben.

**ANMERKUNG** Die für eine bestimmte Aufgabe, eine Benutzerpopulation und/oder für einen Nutzungskontext (z. B. stationär, tragbar, handgehalten und in verschiedenen Umgebungen) erforderliche Kategorie kann ermittelt werden, indem den beschriebenen Prozeduren eines zukünftigen Teils von ISO 9241 gefolgt wird.

## **7.2 Generische Gestaltungsanforderungen**

### **7.2.1 Allgemeines**

Dieser Abschnitt leitet generische Gestaltungsanforderungen von den ergonomischen Grundsätzen ab, die für alle Eingabegeräte gelten, die in ISO 9241-400:2007, 4.2, definiert sind. Diese sind

- Angemessenheit,
- Handhabbarkeit,
- Steuerbarkeit und
- biomechanische Belastung.

### **7.2.2 Angemessenheit**

Die Gestaltung muss angemessen sein für den vorgesehenen Benutzer, die vorgesehenen auszuführenden Aufgaben und die vorgesehene Nutzungsumgebung. Ein angemessenes Eingabegerät bzw. eine angemessene Kombination von Geräten ermöglicht dem Benutzer, den erforderlichen Grad an Effektivität zu erreichen, und ist effizient und zufriedenstellend für die vorgesehene Benutzerpopulation und die vorgesehene Nutzung.

Die Dimensionierung eines Eingabegerätes und seiner Teile muss mit den relevanten anthropometrischen Abmessungen des Körperteils der vorgesehenen Benutzerpopulation in einem Ausmaß übereinstimmen, dass relevante Gestaltungsziele erreicht werden können (vorgesehener Grad an Effektivität, vorgesehener Grad an Effizienz).

Wenn die Gestaltungsziele nicht ohne zusätzliche Werkzeuge (z. B. Griffel für Eingabe über Tasten geringer Größe) erreicht werden können oder wenn für das Erreichen des vorgesehenen Grads an Angemessenheit eine Verbesserung durch Software oder die zusätzliche Nutzung eines anderen Gerätes als das betrachtete erforderlich ist, so muss dies angegeben werden.

### **7.2.3 Handhabbarkeit**

#### **7.2.3.1 Allgemeines**

Ein Eingabegerät muss handhabbar sein, d. h. seine vorgesehene Nutzung eindeutig, vorhersehbar und konsistent.

#### **7.2.3.2 Eindeutigkeit**

Die Eindeutigkeit der vorgesehenen Nutzung kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 feststellbar durch ausprobieren durch den Benutzer;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

### **7.2.3.3 Vorhersehbarkeit**

Vorhersehbarkeit der Eingabe ist gegeben, wenn die Bewegung oder Aktivierung eines Eingabegerätes gleich bleibend eine unmittelbar korrespondierende Bewegung der Anzeige oder gewünschte Systemaktion bewirkt, z. B. erzeugt die Bewegung eines Eingabegerätes in einer der Hauptrichtungen (auf, ab, links, rechts) oder ein Sprachbefehl mit der gleichen Wirkung gleich bleibend eine Bewegung des Zeigers in derselben Richtung auf dem Bildschirm.

### **7.2.3.4 Konsistenz der Funktion**

Konsistenz der Funktion ist gegeben, wenn das Gerät in dem angegebenen Nutzungskontext auf gleiche Art und Weise funktioniert und reagiert. Auf gleiche Art und Weise funktionieren bedeutet, dass derselbe Grad an Effektivität bei dem vorgesehenen Nutzungskontext gewahrt wird.

Auf gleiche Art und Weise reagieren bedeutet, dass der Benutzer die gleiche Rückmeldung über die gleichen Kanäle (z. B. taktil, visuell oder akustisch) erhält.

### **7.2.3.5 Benutzerkompatibilität**

#### **7.2.3.5.1 Allgemeine Anforderung**

Physikalische Eingabegeräte müssen benutzerkompatibel sein, d. h., ihre Gestaltung trägt den anthropometrischen Eigenschaften und den biomechanischen Fähigkeiten der vorgesehenen Benutzer Rechnung.

#### **7.2.3.5.2 Durchsatz**

Den anthropometrischen Eigenschaften der vorgesehenen Benutzerpopulation kann in vier Klassen Rechnung getragen werden:

C1 voll und ganz kompatibel, ermöglicht höchstmöglichen Grad an Durchsatz und Genauigkeit;

C2 begrenzt (Niveau 1), maximal erreichbarer Grad für Effektivität 90 %, Effizienz 90 %;

C3 begrenzt (Niveau 2), maximal erreichbarer Grad für Effektivität 80 %, Effizienz 80 %;

C4 Gebrauch erfordert zusätzliche Hilfen.

#### **7.2.3.5.3 Kraft und Haltung**

Die Kompatibilität mit biomechanischen Fähigkeiten der vorgesehenen Benutzerpopulation kann durch das Ausmaß der maximalen Fähigkeit (z. B. Gelenkwinkel, Kontraktionsmuskelkraft) kategorisiert werden, die für die Bedienung des Gerätes benötigt wird.

**ANMERKUNG** Der aktuelle Wissensstand erlaubt nicht die Formulierung von derartigen Kategorien, die für alle Eingabegeräte gültig sind. Daher enthält dieser Teil von ISO 9241 keine Kategorien für den Gelenkwinkel und die Kontraktionsmuskelkraft.

### **7.2.3.6 Rückmeldung**

Ein Eingabegerät muss eine angemessene Rückmeldung vermitteln. D. h., dem Benutzer wird ein unmittelbar wahrnehmbarer und leicht verständlicher Hinweis gegeben, dass das Gerät auf die Betätigung durch den Benutzer reagiert (siehe ISO 9241-400). Die durch die Betätigung eines Eingabegerätes ausgelöste Rückmeldung wird den Benutzern nur teilweise durch dieses Gerät vermittelt, z. B. durch taktile Rückmeldung bei der Betätigung eines Schaltelementes. Einige Eingabegeräte wie Gestik sensitive Kameras bieten keine Rückmeldung außer der durch das System. Somit ist die Angemessenheit der Rückmeldung in hohem Maße abhängig von der Software.

Ein Eingabegerät muss entweder eine angemessene Rückmeldung geben durch seine eigene Funktionalität oder ein Signal erzeugen, das dem System ermöglicht, eine Rückmeldung zu liefern. Die Rückmeldung ist angemessen, wenn der Benutzer Folgendes erkennen kann, ohne weitere Funktionen auslösen zu müssen:

- aktueller Gerätezustand;
- Ergebnis der letzten Aktion (z. B. Eingabe angenommen, geforderte Aktion ausgelöst);
- irgendeine Aktion, die als Folge der letzten Aktion gefordert wird.

Benutzer mit besonderen Erfordernissen oder Nutzungsbedingungen können bestimmte Arten von Rückmeldung benötigen. Zum Beispiel kann eine Rückmeldung durch denselben Kanal (taktile Rückmeldung durch das Schaltelement, das betätigt worden ist) erforderlich sein, wenn eine visuelle oder akustische Rückmeldung wahrscheinlich nicht erfolgreich sein wird. In anderen Fällen kann eine Rückmeldung über einen unterschiedlichen Kanal vorteilhaft sein, wenn der Kanal, der für eine Aktion genutzt worden ist, die Antwort nicht annimmt, z. B. kann die Annahme eines diktierten Textes nicht kontinuierlich akustisch bestätigt werden, aber durch visuelle oder taktile Rückmeldung.

## **7.2.4 Steuerbarkeit**

### **7.2.4.1 Allgemeines**

Die Benutzung eines Eingabegerätes muss steuerbar sein. Das heißt

- das Gerät muss ansprechbar sein und seine Benutzung darf die eigene Funktionalität nicht einschränken,
- die Gestaltung des Gerätes muss dem Benutzer einen angemessenen und zuverlässigen Zugriff ermöglichen,
- die Ausführung muss einen unbeabsichtigten Verlust der Kontrolle bei der vorgesehenen Nutzung verhindern, z. B. ein Rutschen aus der Hand für handbediente Geräte.

ANMERKUNG Siehe ISO 9241-110 für Details zur Steuerbarkeit bei der Dialoggestaltung.

### **7.2.4.2 Ansprechbarkeit**

Ansprechbarkeit eines Eingabegerätes ist vorhanden, wenn die seiner Aktivierung folgende Rückmeldung konsistent und hinreichend ist.

BEISPIEL Das Aktivieren einer Zeichentaste auf einer Tastatur wird immer begleitet durch ein erzeugtes Zeichen auf dem Bildschirm und durch eine taktile Rückmeldung, die für alle Tasten dieser Tastatur gleich ist.

### **7.2.4.3 Störungsfreiheit**

Ein Eingabegerät darf nicht seinen eigenen Gebrauch stören. Das bedeutet, dass auf alle Funktionen, die zu diesem Gerät gehören, zugegriffen werden kann und diese bedient werden können, ohne die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes zu mindern. Funktionale Elemente, die für den Datentransport vom Gerät zum System und umgekehrt benötigt werden (Kabel, Infrarotstrahl), dürfen die Leistung und die Genauigkeit nicht beeinflussen.

BEISPIEL 1 Die Hand oder der Arm des Benutzers blockiert einen Infrarotstrahl.

BEISPIEL 2 Das Kabel einer Maus zieht an dieser durch seine Steifigkeit und sein eigenes Gewicht während der vorgesehenen Nutzung.

### **7.2.4.4 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs**

Eine angemessene Steuerung eines Eingabegerätes ist gegeben, wenn seine Gestaltung bei der vorgesehenen Nutzung einem unbeabsichtigten Verlust der Steuerung vorbeugt.

#### **7.2.4.5 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Die Gestaltung eines Eingabegerätes muss dem Benutzer während der vorgesehenen Nutzung einen schnellen und leichten Zugriff ermöglichen (z. B. Greifen, Positionieren, Handhaben), ohne dass sich dies auf die Ausführung der Aufgabe nachteilig auswirkt.

**ANMERKUNG** Die Anordnung eines Gerätes hängt von seiner Gestaltung und von der Gestaltung und Einstellung der Arbeitsstation sowie der Position des Benutzers ab.

#### **7.2.4.6 Zugriff auf Stellteile**

Stellteile eines Eingabegerätes müssen schnell und einfach ausfindig gemacht und betätigt werden können, ohne die Gesamtnutzung des Gerätes zu stören.

**BEISPIEL** Die Aktivierung einer Maustaste verschiebt nicht den Fokus des Zeigers.

### **7.2.5 Biomechanische Belastung**

#### **7.2.5.1 Allgemeines**

Die Gestaltung des physikalischen Eingabegerätes muss die biomechanische Belastung des Benutzers minimieren. Für den Zweck dieses Teils der ISO 9241 werden nur Körperhaltungen und muskuläre Anstrengung betrachtet.

**ANMERKUNG** Manche Eingabegeräte enthalten Funktionen, die die statische Muskelbelastung reduzieren helfen. Dies kann ein Mechanismus sein, der die Dauer des Haltens des Gerätes ohne Benutzungsaktionen misst und den Benutzer daran erinnert, eine neutralere Haltung einzunehmen, beispielsweise durch ein taktiles Signal.

#### **7.2.5.2 Körperhaltungen**

Ein Eingabegerät muss bei der vorgesehenen Nutzung ohne übermäßige Abweichung von der neutralen Körperhaltung bedienbar sein.

**ANMERKUNG** Eine adäquate Einstellung des Gerätes als Teil des gesamten Arbeitsplatzes ist hinsichtlich der Förderung von neutralen Arbeitshaltungen am Arbeitsplatz wie die richtige Einstellung der Tischhöhe oder Platzierung der Tastatur bedeutsam.

#### **7.2.5.3 Anstrengung**

Ein Eingabegerät, das für eine effiziente Nutzung gestaltet worden ist, muss bei der vorgesehenen Nutzung ohne übermäßige Anstrengung bedienbar sein.

**ANMERKUNG** Eine adäquate Einstellung des Gerätes als Teil des gesamten Arbeitsplatzes ist für den effizienten Gebrauch ohne exzessive Anstrengung förderlich (Einstellung der Tischhöhe oder Platzierung der Tastatur usw.).

## **8 Gerätespezifische Anforderungen an die Gestaltung**

Während generische Gestaltungsanforderungen dieses Teils der ISO 9241 Aspekte abdecken, die auf jede physikalische Einheit anwendbar sind, die als Eingabegerät genutzt werden kann, sind einige Anforderungen in hohem Maße geräteabhängig. An das gleiche Objekt können unterschiedliche Anforderungen gestellt werden, wenn es für einen anderen Kontext bestimmt ist. So können z. B. Tastaturen, Mäuse, Rollkugeln und Joysticks „Knöpfe“ (Schaltelemente) in der Konstruktion enthalten, die jedoch möglicherweise unterschiedlichen Zwecken dienen. Während diese auf einer alphanumerischen Tastatur für schnelles Tippen mit zehn Fingern gestaltet worden sind, ist ein Knopf auf einem Joystick dazu vorgesehen, von dem Daumen gedrückt zu werden. So können die zu erfüllenden Anforderungen an ein bestimmtes Schaltelement abhängig von dem bestimmten Gerät unterschiedlich ausfallen.

Die folgenden Anforderungen werden als gerätespezifische Anforderungen an die Gestaltung in diesem Teil der ISO 9241 behandelt:

- Funktionsmerkmale;
- technische Merkmale;
- elektrische Merkmale;
- instandhaltungsbezogene Merkmale;
- Sicherheit und Gesundheit bezogene Merkmale;
- Wechselwirkung mit Software;
- Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung.

## 9 Dokumentation

Die Dokumentation eines Produktes muss die Produktbeschreibung und die Bedienungsanleitung einschließen. Die Produktbeschreibung muss alle für die Auswahl des geeigneten Gerätes relevanten und gebrauchstauglichkeitsrelevanten Informationen enthalten.

Da alle Eingabegeräte durch einige Veränderungen bei zumindest einem Körperteil bedient werden, können relevante Informationen für ihren Gebrauch dynamische Darstellungen erforderlich machen (z. B. Videoclips, Animationen usw.). Konstrukteure werden angeregt, den geeigneten Informationstyp für den jeweiligen Informationsteil auszuwählen.

Das Benutzen der meisten Geräte erfordert ein anfängliches Lernen, aber auch ein Langzeittraining zur Entwicklung von Geschicklichkeit. Einige Geräte mit potentiellen Vorteilen werden aufgrund von fehlender Information über den Trainingsumfang, der erforderlich ist, um einen bestimmten Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen, von den Benutzern nicht akzeptiert. Daher sollte die Dokumentation auch eine Information über den Zeitrahmen enthalten, der für die Entwicklung einer hohen Geschicklichkeit benötigt werden kann.



## 10 Konformität

Zur Feststellung der Konformität mit diesem Teil der ISO 9241 sind die Prüfmethode nach ISO/TS 9241-411 anzuwenden.

## Anhang A (informativ)

### Überblick über die Normen der Reihe ISO 9241

Dieser Anhang bietet einen Überblick über die Normen der Reihe ISO 9241 (siehe Tabelle A.1): Ihre Struktur, Regelungsgegenstände und den aktuellen Stand von veröffentlichten und noch in Arbeit befindlichen Teilen mit Stand vom Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Teils der Normenreihe. Der aktuellste Stand dieses Überblickes ist zu erhalten unter:

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

**Tabelle A.1 — Überblick über die Normen der Reihe ISO 9241**

Teil Nr.	Gegenstand/Titel	Aktueller Stand
1	General introduction	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO/TR 9241-1 und ISO/TR 9241-130)
2	Guidance on task requirements	Internationale Norm
3	Visual display requirements	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-300 Unterreihe)
4	Keyboard requirements	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-400 Unterreihe)
5	Workstation layout and postural requirements	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-500)
6	Guidance on the work environment	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-600)
7	Requirements for display with reflections	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-300 Unterreihe)
8	Requirements for displayed colours	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-300 Unterreihe)
9	Requirements for non-keyboard input devices	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-400 Unterreihe)
11	Guidance on usability	Internationale Norm
12	Presentation of information	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-111 und -141)
13	User guidance	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-124)
14	Menu dialogues	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-131)
15	Command dialogues	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-132)
16	Direct-manipulation dialogues	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-133)
17	Form filling dialogues	Internationale Norm (geplante Ersetzung durch ISO 9241-134)
20	Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services	Internationale Norm

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Teil Nr.	Gegenstand/Titel	Aktueller Stand
<b>Software-Ergonomie</b>		
100	Introduction to software ergonomics	Geplant
<b>Leitsätze</b>		
110	Dialogue principles	Internationale Norm
111	Presentation principles	Geplant als Überarbeitung und teilweiser Ersatz von ISO 9241-12
112	Multimedia principles	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 14915-1
113	GUI and controls principles	Geplant
<b>Benutzerunterstützung (unabhängig von Dialogtechniken)</b>		
121	Presentation of information	Geplant
122	Media selection and combination	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 14915-3
123	Navigation	Geplant als Überarbeitung und teilweiser Ersatz von ISO 14915-2
124	User guidance	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 9241-13
129	Individualization	Geplant
<b>Dialogtechniken</b>		
130	Selection and combination of dialogue techniques	Geplant als Ersatz von ISO 9241-1:1997/Amd 1:2001
131	Menu dialogues	Geplant als Ersatz von ISO 9241-14
132	Command dialogues	Geplant als Ersatz von ISO 9241-15
133	Direct-manipulation dialogues	Geplant als Ersatz von ISO 9241-16
134	Form based dialogues	Geplant als Ersatz von ISO 9241-17
135	Natural language dialogues	Geplant
<b>Komponenten und Technologien für Benutzungsschnittstellen</b>		
141	Controlling groups of information (including windows)	Geplant als teilweiser Ersatz von ISO 9241-12
142	Lists	Geplant
143	Media controls	Geplant als Überarbeitung und teilweiser Ersatz von ISO 14915-2
<b>Anwendungsbereich-spezifisch</b>		
151	Guidance on World Wide Web software user interfaces	Internationale Norm
152	Interpersonal communication	Geplant
153	Virtual reality	Geplant

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Teil Nr.	Gegenstand/Titel	Aktueller Stand
<b>Zugänglichkeit</b>		
171	Guidance on software accessibility	In Vorbereitung
<b>Benutzerorientierte Gestaltung</b>		
200	Introduction to human-centred design standards	Geplant
210	Human-centred design of interactive systems	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 13407
<b>Prozesse Referenzmodelle</b>		
220	Human-centred lifecycle processes	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO/PAS 18152
<b>Methoden</b>		
230	Human-centred design methods	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO/TR 16982
<b>Ergonomische Anforderungen und Messtechniken für elektronische optische Anzeigen</b>		
300	Introduction to electronic visual display requirements	Zu veröffentlichen
302	Terminology for electronic visual displays	Zu veröffentlichen
303	Requirements for electronic visual displays	Zu veröffentlichen
304	User performance test methods	Zu veröffentlichen
305	Optical laboratory test methods for electronic visual displays	Zu veröffentlichen
306	Field assessment methods for electronic visual displays	Zu veröffentlichen
307	Analysis and compliance test methods for electronic visual displays	Zu veröffentlichen
308	Surface conduction electron-emitter displays (SED)	Technischer Bericht
<b>Physikalische Eingabegeräte</b>		
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	Geplant
420	Selection procedures for physical input devices	In Vorbereitung
421	Workplace test and evaluation methods for the use of physical input devices	Geplant



Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Teil Nr.	Gegenstand/Titel	Aktueller Stand
<b>Arbeitsplatz</b>		
500	Workstation layout and postural requirements	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 9241-5
<b>Arbeitsumgebung</b>		
600	Guidance on the work environment	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 9241-6
<b>Leitzentralen</b>		
710	Introduction to ergonomic design of control centres	Geplant
711	Principles for the design of control centres	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-1
712	Principles for the arrangement of control suites	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-2
713	Control room layout	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-3
714	Layout and dimensions of control centre workstations	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-4
715	Control centre displays and controls	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-5
716	Control room environmental requirements	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-6
717	Principles for the evaluation of control centres	Geplante Überarbeitung und Ersatz von ISO 11064-7
<b>Taktile und haptische Interaktionen</b>		
900	Introduction to tactile and haptic interactions	Geplant
910	Framework for tactile and haptic interactions	Geplant
920	Guidance on tactile and haptic interactions	In Vorbereitung
930	Haptic and tactile interactions in multimodal environments	Geplant
940	Evaluation of tactile and haptic interactions	Geplant
971	Haptic and tactile interfaces to publicly available devices	Geplant

## Anhang B (normativ)

### Tastaturen

#### B.1 Merkmale der Tastatur

##### B.1.1 Funktionsmerkmale

###### B.1.1.1 Gestaltung der Tasten

Funktionsmerkmale von Tasten einer Tastatur (nicht einzelnen Schaltelemente), die für die Gebrauchstauglichkeit einer Tastatur relevant sind, sind

- Größe (über alles),
- Form des Tastenkopfs,
- Anschlagfläche,
- Hub,
- Kraft,
- Hub/Kraft-Charakteristik,
- Rückmeldung,
- Federung,
- Anschlagspuffer,
- Bezeichnung und
- Haltbarkeit der Bezeichnungen.

###### B.1.1.2 Bereiche und Zonen

Eine Tastatur enthält mindestens einen Tastenblock. Komplexere Anordnungen können unterschiedliche Tastenblöcke enthalten, die in sinnvolle Bereiche eingeteilt sein sollten. Die folgenden Bereiche sind in ISO/IEC 9995 definiert:

- alphanumerischer Bereich;
- numerischer Bereich;
- Editierbereich;
- Funktionsbereich.

Eine Tastatur kann jeden dieser Bereiche, Kombinationen davon und zusätzliche Bereiche und Zonen enthalten. Die erforderliche Mindestanzahl an Bereichen für eine Tastatur und an Zonen innerhalb dieser Bereiche wird bestimmt durch die vorgesehene Nutzung der Tastatur. Auch eine maximale Anordnung kann durch die Aufgabe bedingt werden, aber ihre Realisierung kann durch räumliche Beschränkungen oder vorrangige Aspekte wie Tragbarkeit oder Einpassbarkeit in die menschliche Hand begrenzt werden.

### B.1.2 Mechanische Merkmale

Die mechanischen Merkmale einer Tastatur, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Tastenmittenabstand,
- Höhe,
- Breite,
- Neigung,
- Profil,
- Oberflächenbeschaffenheit,
- Gewicht,
- Material,
- thermische Leitfähigkeit,
- Verstellbarkeit und
- Handballenaufgabe.

### B.1.3 Elektrische Merkmale

Für Tastaturen, die keine eigene Energieversorgung benötigen, sind elektrische Merkmale der Tastatur nicht relevant für die Gebrauchstauglichkeit.

Für Tastaturen mit eigener Energieversorgung müssen folgende gebrauchstauglichkeitsrelevante Merkmale berücksichtigt werden:

- Einfluss der Verkabelung (Tastaturen mit externer Energieversorgung);
- Einfluss von Festlegungen für elektrische Sicherheit;
- elektromagnetische Einflüsse auf andere Einrichtungen;
- Gewicht (batteriebetriebene Geräte).

### B.1.4 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Merkmale von Tastaturen, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind die folgenden:

- Oberflächen der Tastenköpfe (Reinigung);
- Oberflächen von Abdeckungen, die für bestimmte Umgebungen erforderlich sind (Reinigen oder Freihalten von Bakterien in Bereichen mit hohen hygienischen Ansprüchen).

Für Tastaturen mit eigener Energieversorgung ist es erforderlich, folgende gebrauchstauglichkeitsrelevanten Aspekte zu berücksichtigen:

- Abhängigkeit der Betriebseigenschaften von der Energieversorgung (Spannung und Strom);
- Haltbarkeit der Batterien (batteriebetriebene Tastaturen);
- Anzeigen für unzureichende Energieversorgung (z. B. geringe Spannung).

### **B.1.5 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale**

Folgende Merkmale von Tastaturen erfordern eine Berücksichtigung im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit:

- Elektrische Sicherheit (Geräte mit externer Energieversorgung);
- Gewicht (handgehaltene Geräte für ständigen Betrieb);
- Chemische Sicherheit (z. B. Ausdünstungen);
- Mechanische Sicherheit (z. B. scharfe Kanten).

### **B.1.6 Wechselbeziehung mit Software**

Einige relevante Eigenschaften von Tastaturen können durch Software beeinflusst werden.

**BEISPIEL 1** Bestimmte Anwendungssoftware kann die Datenübertragung vom physikalischen Gerät zum System einschränken.

In bestimmten Fällen kann die Benutzung des Standardtreibers die Gebrauchstauglichkeit der Tastatur beeinträchtigen.

Die Funktionalität einer physikalischen Tastatur kann, wie bei allen anderen Geräten und Stellteilen, durch eine angemessene Software gesteigert werden.

**BEISPIEL 2** Wenn die Aufgabe erfordert, dass eine bestimmte Taste gegen unbeabsichtigte Betätigung geschützt sein muss (z. B. „Breiter-Finger-Fehler“), kann der beabsichtigte Schutz realisiert werden

- a) durch geeignete physikalische Merkmale der Taste und durch seine Lage innerhalb der Anordnung kann die Taste eine höhere Betätigungskraft als die umgebenden Tasten benötigen und/oder kann an einer Stelle angeordnet sein, wo es unwahrscheinlich ist, dass sie unbeabsichtigt betätigt wird,
- b) durch geeignete physikalische Merkmale und Software: Die Ausführung des durch die Taste ausgelösten Befehls wird absichtlich verzögert und erfordert, dass die Taste über einen bestimmten Zeitraum gedrückt bleibt und
- c) allein durch Software. Die Ausführung des durch die Taste ausgelösten Befehls erfordert eine Bestätigung.

Die Optimierung der Wechselbeziehungen von physikalischen Merkmalen einer Tastatur und Software erfordert Kenntnis vom Nutzungskontext, von der Aufgabe und der Benutzerpopulation.

### **B.1.7 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung**

Die Benutzung einer Tastatur sollte unabhängig von der Nutzungsumgebung erfolgen. Der Betrieb einer Tastatur kann die Nutzungsumgebung zu einem bestimmten Grad beeinflussen (z. B. durch Lärm) und durch Umgebungsbedingungen wie die Stabilität der Aufstellfläche und deren Größe oder durch mechanische Vibrationen, die sich auf die Aufstellfläche oder den Benutzer auswirken, beeinflusst werden. Beide Einflüsse können zu unerwünschten Folgen führen.

Die Nutzung einer Tastatur kann die Umgebung beeinflussen durch

- Lärm,
- Reflexionen auf dem Bildschirm,
- Belegen von freiem Platz.

Die Nutzung einer Tastatur kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinflusst werden:

- Vibrationen;
- Instabilität der Aufstellfläche;
- Beleuchtung (Glanz, Bildung von mehrfachen Schatten usw.).

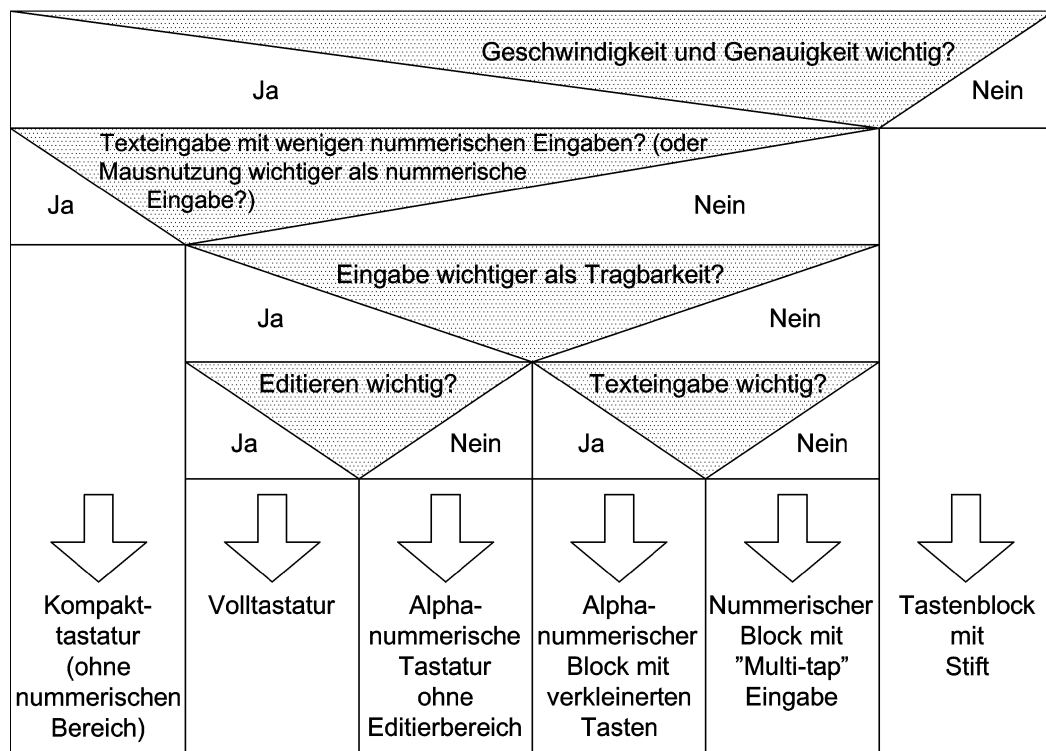
Diese Einflüsse können zu unerwünschten Folgen führen.

## B.2 Gestaltungsanforderungen und -empfehlungen

### B.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### B.2.1.1 Angemessenheit von Tastaturen

Ein Produkt kann unterschiedliche Ausprägungen von Angemessenheit aufweisen. Bei Tastaturen müssen Systemorganisatoren oder Benutzern Informationen zur Verfügung stellen, um die Auswahl eines für die vorliegende Aufgabe angemessenen Gerätes zu ermöglichen (siehe Bild B.1).



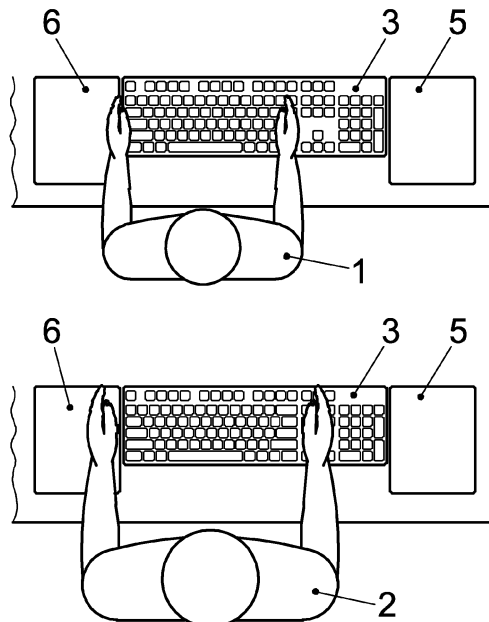
**Bild B.1 — Anleitung für die Auswahl einer angemessenen Tastatur**

Sind Geschwindigkeit und Genauigkeit der Eingabe nicht wichtig, kann ein Tastenblock mit einem Griffel aus verschiedenen Gründen (Größe, Gewicht, Platzbedarf) angemessen sein.

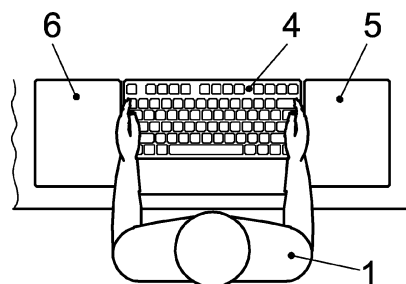
Für Texteingabe mit nur geringer numerischer Eingabe ist eine Tastatur mit voll ausgeprägtem alpha-numerischen Bereich aber ohne numerischen Bereich angemessen, da damit die Nutzung einer Maus oder eines anderen Eingabegerätes zusammen mit der Tastatur eine entspannte und neutrale Haltung erreicht wird.

Eine Volltastatur mit allen Bereichen entsprechend ISO/IEC 9995 wird benötigt, wenn Texteingabe und numerische Eingabe und das Editieren von vorhandenen Daten wichtig sind. In diesem Fall wird es aber keinem Benutzer möglich sein, eine Position einzunehmen, die die Nutzung der Tastatur und einer Maus unter Beibehaltung einer neutralen Körperhaltung erlaubt (siehe Bild B.2).

Ist Tragbarkeit wichtiger als Eingabeeffizienz kann die Tastengröße verringert werden. Ist Texteingabe von geringerer Bedeutung kann ein „Multi-Tap“-Block auch für Texteingabe genutzt werden.



a) Position einer Volltastatur für Benutzer des 5. Perzents (weiblich, oben) und 95. Perzents (männlich, unten) beide europäischen Ursprungs



b) Position einer Kompaktastatur für einen Benutzer des 5. Perzents (weiblich) europäischen Ursprungs mit besserer Erreichbarkeit der Fläche für die Mausbedienung

#### Legende

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | europäischer Benutzer, 5. Perzentil (weiblich)  | 5 | Bereich für die Mausnutzung mit der rechten Hand |
| 2 | europäischer Benutzer, 95. Perzentil (männlich) | 6 | Bereich für die Mausnutzung mit der linken Hand  |
| 3 | Volltastatur                                    |   |  |
| 4 | Kompaktastatur                                  |   |  |

**Bild B.2 — Anordnung einer Tastatur (Optimierung für Tippen)**

## **B.2.1.2 Handhabbarkeit von Tastaturen**

### **B.2.1.2.1 Eindeutigkeit**

Eine Tastatur muss entweder der Klasse C1 für Eindeutigkeit zugehören (bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen) oder der erforderliche Umfang an Anweisungen muss angegeben sein.

### **B.2.1.2.2 Vorhersehbarkeit**

Die Vorhersehbarkeit für eine Tasteneingabe wird erreicht, wenn ein unbeabsichtigtes Mehrfachsignal, das von einer einzelnen Tastenbetätigung ausgeht, vermieden wird und die Tastatur jede Tastenaktivierung in der richtigen Reihenfolge erkennt.

Das Vermeiden eines unbeabsichtigten Mehrfachsignals ist erzielt, wenn die Tastatur entweder mit prellfreien Schaltern versehen ist oder mit einem Mittel, das sicherstellt, dass Prellen nicht zu einer unbeabsichtigten Aktivierung führt.

Das Erkennen jeder Tastenaktivierung in der richtigen Reihenfolge ist erzielbar durch angemessene Anschlagspuffer bei den Tasten. Die geforderten Eigenschaften des Anschlagspuffers hängen von der Eingabegeschwindigkeit ab. Zur Kennzeichnung ihrer diesbezüglichen Eigenschaften können Tastaturen folgenden Klassen zugeordnet werden:

- C1 unbegrenzt (übersteigt maximale Leistung bei beidhändiger Betätigung), n-Tasten-Anschlagspuffer oder gleichwertig;
- C2 maximale Leistung für 90 % beidhändige Eingabe, 2-Tasten-Anschlagspuffer oder gleichwertig;
- C3 kein Anschlagspuffer, d. h., die zuerst betätigte Taste muss losgelassen werden bevor die folgende Taste erkannt werden kann;
- C4 verzögerte Eingabe gefordert, d. h., nachdem die zuerst betätigte Taste losgelassen worden ist, muss eine bestimmte Zeit gewartet werden, bevor die folgende Taste erkannt werden kann.

Tastaturen müssen entweder der Klasse C1 gehören oder sonst muss angegeben werden, zu welcher Klasse ein Produkt gehört.

### **B.2.1.2.3 Konsistenz der Funktion von Tastaturen**

Für eine Konsistenz der Funktion ist erforderlich, dass die Effektivität in verschiedenen Situationen innerhalb des vorgesehenen Nutzungskontexts gleich ist. Die Rückmeldung beim vorgesehenen Nutzungskontext gleich sein. Das bedeutet, dass sich die Effektivität und die Rückmeldung unter Bedingungen nicht ändern, für die eine bestimmte Abweichung erlaubt ist (z. B. ein Temperaturbereich).

Tastaturen müssen entweder der Klasse C1 gehören (ermöglicht maximalen Durchsatz und Genauigkeit) oder es muss angegeben werden, zu welcher Klasse ein Produkt gehört.

### **B.2.1.2.4 Kompatibilität mit biomechanischen Fähigkeiten**

Das wichtigste Merkmal von Tastaturen im Hinblick auf anthropometrische Eigenschaften einer Benutzerpopulation ist der Tastenmittenabstand, d. h., der Abstand zwischen benachbarten Tasten, gemessen von Tastenmitte zu Tastenmitte. Bei schnellem Tippen, das vorheriges Training und Langzeiterfahrung benötigt, ist es wichtig, für alle Systeme, die schnelle und gleichmäßige Eingabe von Tastatur erlauben, den gleichen Abstand zu haben. Dieser Abstand ist durch Konvention auf 19 mm festgelegt.

**ANMERKUNG** Bestimmte Tasten können mehr als eine Position im Gitter belegen. Die Einschränkung von 19 mm von Mitte zu Mitte kann dann möglicherweise nicht mehr einhaltbar sein, sowohl in vertikaler als auch horizontaler Richtung (siehe ISO/IEC 9995-1).

Bestimmte Benutzerpopulationen mit besonderen Erfordernissen können einen größeren Abstand benötigen, während für andere 19 mm zu groß sind (z. B. für Kinder). Ein größerer Abstand als 19 mm kann auch für bestimmte Umgebungen erforderlich sein (z. B. kalte Umgebungen, in denen Benutzer Schutzkleidung benötigen oder instabile Umgebungen wie in Autos, Flugzeugen oder Zügen).

Eine Vielfalt an Gründen spricht für kleinere Tastenmittenabstände, somit auch für kleinere Tasten. Die Tragbarkeit eines Gerätes mit integrierter Tastatur ist einer dieser Gründe, das Einpassvermögen eines Gerätes in die menschliche Hand ist ein anderer. Es gibt zurzeit keine anerkannten ergonomischen Regeln für einen akzeptablen Kompromiss.

Für den Tastenabstand gelten für die erwachsene Benutzerpopulation folgende Gruppen:

- G1 voll und ganz kompatibel für erwachsene Benutzerpopulation, 19 mm;
- G2 begrenzt, maximal erreichbarer Grad an Effektivität 90 % und Effizienz 90 %, 14 mm;
- G3 begrenzt, maximal erreichbarer Grad an Effektivität 80 % und Effizienz 80 %, 12 mm;
- G4 Nutzung erfordert zusätzliche Hilfe (z. B. Griffel) und/oder eine besondere Tastenform, kleiner als 10 mm.

Für Benutzer mit kleinen Händen (z. B. Kinder, Frauen mit einer Handgröße unterhalb des 5. Perzentils) können Tasten mit kleineren Abständen („Teilung“) vorteilhaft sein. Solche Tastaturen haben einen Abstand zwischen Gruppe G2 und Gruppe G3.

Bei sehr jungen Kindern, deren Feinmotorik geringer ausgeprägt ist, können größere Tasten (mehr als 19 mm) besser funktionieren. Tastaturen mit derartigen Tasten sind auch vorteilhaft für andere Benutzer, deren Motorik an Präzision verloren hat (z. B. ältere Personen). Ist es nicht möglich, andere Tastenabstände als 19 mm vorzusehen, kann eine zusätzliche mechanische Führungsvorrichtung für die Finger dazu beitragen, einen gewissen Verlust an Motorik auszugleichen. Solche Hilfen können auch in Umgebungen vorteilhaft sein, wo das Tippen durch Vibrationen beeinflusst wird.

#### **B.2.1.2.5 Rückmeldung**

Die Rückmeldung von Tastaturen kann visuell, kinästhetisch, akustisch oder in einer Kombination davon erfolgen. Die Rückmeldung kann teilweise durch andere Systemkomponenten erfolgen, indem das von der Tastatur erzeugte Signal genutzt wird.

Die für die Gebrauchstauglichkeit geforderten Eigenschaften der Rückmeldung hängen von der jeweiligen Aufgabe ab. Die am schnellsten wahrnehmbare Rückmeldung beim Tasten ist die kinästhetische Rückmeldung, während die visuelle Rückmeldung auf einem zweiten Gerät die langsamste und wenig effektivste sein kann. Die kinästhetische Rückmeldung ist auch die effektivste und effizienteste Rückmeldung, weil sie kontinuierlich informiert über die Betätigung und Aktivierung einer Taste, wohingegen die auditive und die visuelle Rückmeldung nur die Aktivierung anzeigen.

Rückmeldung kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 kontinuierliche kinästhetische Rückmeldung, hinreichend für beidhändiges Tippen;
- C2 Rampenaktion und akustische Rückmeldung;
- C3 akustische Rückmeldung;
- C4 verzögerte visuelle Rückmeldung.

#### **B.2.1.3 Steuerbarkeit von Tastaturen**

Ansprechbarkeit einer Tastatur ist gegeben, wenn die ihrer Aktivierung folgende Rückmeldung im gleichen Maße konsistent und genau ist.

**BEISPIEL** Die Aktivierung einer Zeichentaste wird auf einer Tastatur immer begleitet durch ein erzeugtes Zeichen auf dem Bildschirm und durch eine taktile Rückmeldung, die für alle Tasten einer Tastatur gleich ist.



Die Ansprechbarkeit einer Tastatur kann durch Software verändert werden. Zuverlässiger Zugriff auf eine Tastatur, die für eine Nutzung auf einer Stellfläche gestaltet worden ist, ist gegeben, wenn Benutzeraktionen beim bestimmungsgemäßen Gebrauch diese nicht zum Rutschen oder Verrücken bringen. Getrennte Tastaturen müssen für einen angemessenen Zugriff eine leichte Verschiebbarkeit auf der Auflagefläche aufweisen.

Für handgehaltene Geräte ist Steuerbarkeit gegeben, wenn der erforderliche Grad an Effektivität und Effizienz erreicht werden kann ohne die Hilfe einer Aufstellfläche für das Gerät und/oder der oberen Extremitäten in Anspruch zu nehmen.

Angemessener Zugriff auf Stellteile für eine Tastatur, die dafür gestaltet ist, auf einer Stellfläche ruhend genutzt zu werden, ist gegeben, wenn sie trennbar ist und die Anforderungen an die technische Gestaltung von Tastaturen erfüllt (siehe B.2.3).

Angemessener Zugriff auf Stellteile für eine Tastatur, die für Betätigung in Handhaltung gestaltet ist, ist gegeben, wenn die geforderte Effektivität erreicht werden kann unter Berücksichtigung der Übereinstimmung mit biomechanischen Fähigkeiten der vorgesehenen Benutzerpopulation, und die Benutzer die Tastatur betätigen können, ohne den Blickkontakt zu der Anzeige zu verlieren.

## **B.2.2 Anforderungen für Funktionsmerkmale**

### **B.2.2.1 Anforderungen für die Gestaltung von Tasten**

#### **B.2.2.1.1 Anforderungen für Volltastaturen**

Diese Anforderungen a) bis m), siehe unten, gelten für die Volltastaturen, für die (siehe Bild B.1)

- Geschwindigkeit und Genauigkeit wichtig sind,
- Mauseinsatz weniger wichtig ist als numerische Eingabe,
- Eingabeeffizienz wichtiger als Tragbarkeit ist,
- Editieren wichtig ist,
- eine C1-Handhabbarkeit gegeben ist (übersteigt höchste Leistung bei beidhändiger Betätigung) und
- eine C1-Benutzerkompatibilität gegeben ist (erwachsene Benutzerpopulation).

#### **a) Form des Tastenkopfes**

Die Tastenköpfe von normal großen Tasten im alphanumerischen Bereich, im Cursorbereich und im numerischen Bereich müssen entweder konkave oder ebene Anschlagflächen haben. Die Leertaste darf eben oder konvex sein.

#### **b) Anschlagfläche**

Die Anschlagfläche von Tastenköpfen von alphanumerischen Tasten muss mindestens eine Fläche von  $110 \text{ mm}^2$  aufweisen, die Breite der Anschlagfläche muss zwischen 12 mm und 15 mm liegen. Die Mindestanschlagflächen gelten für Tasten in alphanumerischen und numerischen Zonen. Außerhalb dieser Bereiche dürfen die Anschlagflächen kleiner sein, jedoch nicht kleiner als  $64 \text{ mm}^2$ .

**ANMERKUNG** Die geeigneten Abmessungen des Tastenkopfes (Tastenkappe) hängen von der Tastenbreite, dem Tastenmittenabstand sowie von der Anschlagfläche und dem Tastenhub ab.

Auf den geeigneten Tasten der Grundreihe des alphanumerischen Bereichs (d. h. auf den Positionen C04 und C07 nach ISO/IEC 9995-1) und des numerischen Bereichs (d. h. C52 nach ISO/IEC 9995-1) sollten fühlbare Markierungen vorgesehen werden.

### c) Hub

Der Tastenhub muss zwischen 1,5 mm und 6,0 mm liegen. Der Tastenhub beträgt zwischen 2,0 mm und 4,0 mm.

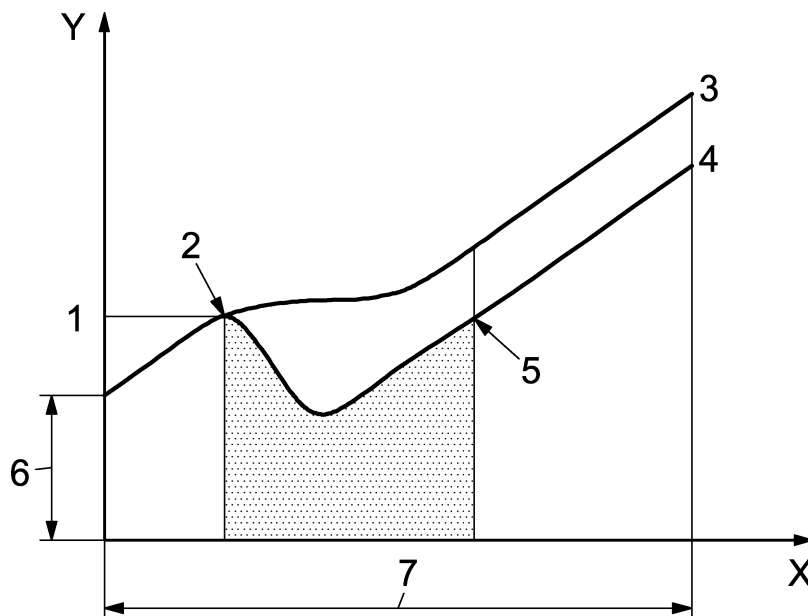
### d) Kraft

Die Kraft am Auslösepunkt oder beim Druckpunkt sollte zwischen 0,5 N und 0,8 N und muss zwischen 0,25 N und 1,5 N liegen.

### e) Kraft-/Weg-Charakteristik

Bei Tastaturen mit einem Tastenweg (siehe Bild B.3) muss der Ausgangswiderstand (Anfangskraft bzw. Vorspannung) zwischen 25 % und 75 % der Kraft beim Auslösepunkt (bei Rampenfunktion) oder beim Druckpunkt (bei Schnappfunktion) betragen. Die Auslösung der Schnappfunktion muss nach dem Schnapppunkt auftreten, jedoch bevor der Tastenwiderstand wieder den Wert am Schnapppunkt erreicht hat. Die Aktivierung sollte etwa bei dem geringsten Wert der Kraft nach dem Schnapppunkt erfolgen.

Die Kraft/Weg-Charakteristik von alphanumerischen Tasten sollte konsistent sein. Die Kraft/Weg-Charakteristik einer Taste sollte nicht davon abhängen, welcher Teil der Anschlagfläche bei der Betätigung berührt wird.



#### Legende

X Hub, mm

Y Kraft, N

- 1 Kraft am Schnapppunkt zwischen 0,5 N und 0,8 N (bevorzugt), bzw. 0,25 N und 1,5 N (zulässig)
- 2 Schnapppunkt
- 3 Rampenfunktion
- 4 Schnappfunktion
- 5 Auslösepunkt – nach dem Schnapppunkt – bei einem Widerstand gleich oder geringer als beim Schnapppunkt
- 6 Anfangswiderstand zwischen 25 % und 75 % der Kraft am Schnapppunkt
- 7 voller Hub 2 mm bis 4 mm (bevorzugt), 1,5 mm bis 6 mm (zulässig)

**Bild B.3 — Zusammenhang zwischen Tastenhub und Tastenkraft**

#### **f) Rückmeldung**

Die Betätigung einer Taste muss von einer Rückmeldung begleitet sein. Die Rückmeldung kann kinästhetisch, akustisch oder in beliebiger Kombination davon erfolgen. Wenn die Gestaltung nur ein Verfahren zulässt, dann wird die kinästhetische Rückmeldung bevorzugt.

Die Tastenbewegung mit Rampenfunktion liefert allein keine ausreichende taktile Rückmeldung und sollte von einer akustischen Rückmeldung begleitet sein.

Akustische Rückmeldung sollte immer dann vorgesehen werden, wenn taktile Rückmeldung nicht vorgesehen ist. Ist die primäre Rückmeldung akustisch, muss das Signal in der Nutzungsumgebung wahrnehmbar sein. Das akustische Signal sollte ein Impulsschall sein (z. B. das Klicken eines Relaiskontaktes) oder ein Ton (z. B. ein Glocken- oder Piepton). Ergänzende akustische Rückmeldung muss unterdrückbar sein (z. B. durch eine Lautstärkereglerposition „AUS“). Die Rückmeldung muss innerhalb von 100 ms nach der Tastenaktivierung auftreten.

Visuelle Rückmeldung sollte genutzt werden, um einen Langzeitzustand einer bestimmten Taste oder bestimmter Tasten (z. B. Umschaltung, Zustandsanzeige) anzuzeigen. Eine derartige Rückmeldung sollte für den Benutzer gut sichtbar sein. Visuelle Rückmeldung kann durch die Taste selbst oder auf der Tastatur angezeigt werden, wobei sich im letzteren Fall die Anzeige angrenzend oder in unmittelbarer Nähe zu der Taste befinden sollte. Für den Fall, dass die Rückmeldung auf dem Bildschirm erscheint (zum Beispiel Meldebereich der Maske), sollte sie eindeutig anzeigen, in welchem Zustand sich die Taste oder die Tasten befinden.

#### **g) Prellwirkung**

Um das unbeabsichtigte Erzeugen von Mehrfachsignalen zu verhindern, muss die Tastatur entweder mit prellfreien Schaltelementen ausgerüstet sein oder mit einem Mittel zur Sicherstellung, dass das Prellen keine unbeabsichtigte Aktivierung verursacht.

#### **h) Tastenwiederholfunktion**

Ist eine Wiederholfunktion vorgesehen, muss die feste Wiederholrate zwischen 10 und 20 Aktivierungen je Sekunde nach einer Anfangsverzögerung zwischen 500 ms und 750 ms liegen, nachdem die Taste betätigt worden ist. Wird die Wiederholfunktion durch eine höhere Druckkraft auf die Taste ausgelöst, darf die Verzögerungsdauer verringert werden.

ANMERKUNG Anfangsverzögerungen von mehr als 750 ms werden vermutlich als zu lang empfunden.

Eine durch den Benutzer einstellbare Wiederholrate ist zu bevorzugen.

Bei bestimmten nicht umkehrbaren Funktionen (z. B. beim Befehl „Löschen“) sollte die Möglichkeit der Wiederholfunktion unterdrückbar sein.

#### **i) Tasten-Anschlagspuffer**

Tastaturen, die für stationäre Nutzung gestaltet sind, müssen mit einem n-Tasten Anschlagspuffer entsprechend der Klasse C1 ausgestattet sein (siehe B.2.1.2.2). Alternativ darf jedes Mittel genutzt werden, das sicherstellt, dass jede Tastenaktivierung in der richtigen zeitlichen Reihenfolge wahrgenommen wird.

#### **j) Geometrische Gestaltung der Tastenbezeichnungen**

Alle Bezeichnungen auf Tasten müssen aus der Bezugskörperhaltung heraus lesbar sein (siehe ISO 9241-5 [2]). Die Höhe der Zeichenerstbelegung auf alphanumerischen Tasten darf nicht kleiner als 2,6 mm sein. Wird ein graphisches Symbol, ein ganzes Wort oder eine allgemein bekannte Abkürzung genutzt, darf die Höhe nicht kleiner als 2,2 mm sein. Die Breite der Großbuchstaben (ausgenommen I und W) muss zwischen 50 % und 100 % der Höhe betragen. Das Verhältnis von Höhe zu Strichdicke sollte zwischen 5 : 1 und 14 : 1 liegen. Für Zeichenerstbelegungen muss bei allen Tasten der Leuchtdichtekontrast zwischen der Leuchtdichte des Untergrundes und der Leuchtdichte des Zeichens im Minimum 3 : 1 sein. Zeichenzweitbelegungen sollten sich von der Zeichenerstbelegung auf derselben Taste wahrnehmbar unterscheiden. Bezeichnungen sollten scharfe Konturen aufweisen. Für helle Umgebungen werden dunkle Zeichen auf hellem Untergrund empfohlen.

## **k) Bildhafte Symbole**

Wenn bildhafte (graphische) Symbole genutzt werden, so müssen diese mit ISO/IEC 9995 und falls zutreffend mit ISO 7000 und IEC 60417-DB übereinstimmen.

## **l) Anzahl und Lage von Bezeichnungen**

Die Anzahl der Bezeichnungen sollte auf jeder Taste auf ein Minimum beschränkt sein. Die Lage der Bezeichnungen muss in Übereinstimmung mit ISO/IEC 9995-1 erfolgen wenn zutreffend.

Sind Bezeichnungen zu lang für den Tastenkopf oder können sich die Funktionen der Tasten ändern (z. B. bei Emulationen), können Tastenbezeichnungen auch auf einer Auflage erfolgen. Werden Bezeichnungen auf einer Auflage oder auf dem Tastaturgehäuse angebracht, sollten sie angrenzend an die Tasten, zu denen sie gehören, angebracht werden oder in nächster Nähe. Kann diesen Empfehlungen aus Platzgründen nicht gefolgt werden, sollte eine Referenzkarte vorgesehen werden. Auflagen und Referenzkarten müssen eine matte Oberfläche haben.

Manche Tastaturen beinhalten elektronische Anzeigen für ihre Tasten. In diesem Fall muss die umprogrammierbare Taste mit einer dem Inhalt der in diese einprogrammierten Funktion entsprechenden Bezeichnung versehen werden.

## **m) Haltbarkeit der Bezeichnungen**

Die Bezeichnungen müssen für die gesamte vorgesehene Produktlebensdauer lesbar sein. Die Bezeichnungen müssen widerstandsfähig und dauerhaft sein, so dass sie normaler Abnutzung einschließlich üblicher Reinigung widerstehen können.

**ANMERKUNG** Zurzeit wird die vorgesehene Lebensdauer von Schreibtischastaturen für kontinuierliches Tippen auf den Buchstaben „E“ über den Arbeitstag während der vollen Produktlebensdauer berechnet, wobei die ungefähre Häufigkeit des Zeichens „e“ in europäischen Sprachen vorausgesetzt wird.

### **B.2.2.1.2 Anforderungen an Kompakttastaturen**

Als Anforderungen für die Gestaltung von Tasten von Kompakttastaturen müssen die Anforderungen für Volltastaturen in B.2.2.1.1 a) bis l) herangezogen werden. Die Anforderungen für die Haltbarkeit der Bezeichnungen sind wie folgt:

Die Bezeichnungen müssen für die gesamte vorgesehene Produktlebensdauer lesbar sein. Die Bezeichnungen müssen widerstandsfähig und dauerhaft sein, so dass sie normaler Abnutzung einschließlich üblicher Reinigung widerstehen können.

Ist das Gerät für die Nutzung als gleichwertiger Ersatz für eine Volltastatur gestaltet, so ist die vorgesehene Produktlebensdauer die gleiche, wie die von Volltastaturen. Bei Geräten, die als Bestandteil in tragbaren Einheiten (z. B. Laptop Computer) gestaltet sind, kann von einer weniger intensiven Nutzung der Tasten ausgegangen werden.

**ANMERKUNG** Zurzeit wird die vorgesehene Lebensdauer von Schreibtischastaturen für kontinuierliches Tippen auf den Buchstaben „E“ über den Arbeitstag während der vollen Produktlebensdauer berechnet, wobei die ungefähre Häufigkeit des Zeichens „e“ in europäischen Sprachen vorausgesetzt wird.

## **B.2.2.2 Bereiche und Zonen**

### **B.2.2.2.1 Anforderungen an Volltastaturen**

Eine Volltastatur muss alle Bereiche und Zonen nach ISO/IEC 9995 enthalten. Dies sind:

- alphanumerischer Bereich;
- numerischer Bereich;
- Editierbereich;
- Funktionsbereich.

Die Hauptbereiche einer Tastatur nach ISO/IEC 9995-1 müssen deutlich unterscheidbar sein. Dieses kann erreicht werden durch eine räumliche, vertikale und horizontale Trennung mit einem Abstand von mindestens einer halben Taste oder durch visuelle Unterscheidungsmerkmale.

### **B.2.2.2.2 Anforderungen an Kompakttastaturen**

Eine Kompakttastatur muss die folgenden Bereiche und Zonen enthalten, wie in ISO/IEC 9995-1 definiert:

- alphanumerischer Bereich;
- Editierbereich;
- Funktionsbereich.

Die Hauptbereiche einer Tastatur nach ISO/IEC 9995-1 müssen deutlich unterscheidbar sein. Dieses kann erreicht werden durch eine räumliche, vertikale und horizontale Trennung mit einem Abstand von mindestens einer halben Taste oder durch visuelle Unterscheidungsmerkmale. Räumliche Gruppierung der Tasten des Funktionsbereichs ist nicht erforderlich.

## **B.2.3 Anforderungen für die technische Gestaltung von Tastaturen**

### **B.2.3.1 Anforderungen an Volltastaturen**

Die Anforderungen a) bis m), siehe unten, gelten für Tastaturen, für die (siehe Bild B.1)

- Geschwindigkeit und Genauigkeit wichtig sind,
- Mausnutzung weniger wichtig ist als numerische Eingabe,
- Eingabeeffizienz wichtiger ist als Tragbarkeit,
- Editieren wichtig ist,
- eine C1-Handhabbarkeit gegeben ist (übersteigt höchste Leistung bei beidhändiger Betätigung) und
- eine C1-Benutzerkompatibilität gegeben ist (erwachsene Benutzerpopulation).

#### **a) Mittenabstand**

Die Gestaltung der Tasten muss ISO/IEC 9995 entsprechen. Die horizontalen und vertikalen Abstände zwischen zwei benachbarten Tasten müssen, gemessen von Mitte zu Mitte, für den alphanumerischen Bereich  $19 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  betragen. Außerhalb des alphanumerischen und numerischen Bereichs sind andere Mittenabstände zulässig, sie sollten jedoch nicht kleiner als 15 mm sein.

**ANMERKUNG** Bestimmte Tasten können mehr als eine Position im Gitter belegen. Die Einschränkung von 19 mm von Mitte zu Mitte kann dann möglicherweise nicht mehr einhaltbar sein, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung (siehe ISO/IEC 9995-1).

#### **b) Höhe der Grundreihe**

Die bevorzugte Höhe der Grundreihe ist so gering wie möglich und nicht größer als 30 mm. Die Höhe der Grundreihe darf jedoch nicht 35 mm überschreiten. Wenn eine Einstellvorrichtung vorgesehen ist, muss es mindestens eine Einstellung geben, die die Übereinstimmung mit der Höhenanforderung zulässt.

#### **c) Breite und Tiefe**

Um Effizienz für die Tastaturnutzung zu erzielen, muss die Gesamtgröße eines Gerätes unter Berücksichtigung der Anzahl der Tasten und der geeigneten Gruppierung in Bereiche und Zonen festgelegt werden. Dem Konzept der kleinstmöglichen Grundfläche folgend, sollte die Größe einer Tastatur darauf begrenzt sein, was erforderlich ist, um die vorgesehene Funktionalität zu erzielen.

Da die meisten Tastaturen wahrscheinlich mit einer Maus von rechtshändigen Personen genutzt werden, sollte das Tastaturgehäuse sich nicht mehr nach rechts ausdehnen als aufgrund der technischen Bedingungen erforderlich.

Die Gesamttiefe einer Tastatur ist weniger kritisch als die Breite aufgrund der Tatsache, dass flache Bildschirme mehr Freiheit für die Aufstellung der Tastatur geben. An Arbeitsplätzen mit begrenztem Platz kann die Tiefe für die Gebrauchstauglichkeit kritisch sein. Aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, die Tiefe der Tastatur so gering wie möglich zu halten.

#### **d) Tastaturneigung**

Die empfohlene Neigung beträgt 0° bis 12° zur Horizontalen. Die Neigung der nicht verstellten Tastatur muss zwischen 0° und 15° im positiven Bereich liegen.

#### **e) Tastaturprofil**

Das Tastaturprofil kann geneigt, schüsselförmig, gestuft, geformt oder eben sein.

#### **f) Tastaturoberflächen und Materialeigenschaften**

Die sichtbaren Oberflächen der Tastatur müssen matt sein. Der Oberflächenglanz sollte nicht über seidenmatt liegen (entspricht 45 Glanzeinheiten oder einem 60-Grad-Reflektometerwert von 20), um mögliche Reflexionen zu vermeiden.

Für helle Umgebungen sollte der diffuse Reflexionsgrad der Tastatur Werte zwischen 0,15 und 0,75 aufweisen, um einen übermäßigen Leuchtdichtekontrast zu den Arbeitsmitteln oder anderen Gegenständen innerhalb des Gesichtsfeldes zu vermeiden (siehe ISO 9241-5:1998, 5.4.4).

Die Tastatur sollte keine scharfen Kanten und Ecken aufweisen, die eine Verletzung oder Beeinträchtigung des Benutzers verursachen könnten. Die Mindestradien an den Ecken und Kanten des Tastaturgehäuses sollten 2 mm betragen und an den Ecken größer sein.

#### **g) Numerischer Tastenblock**

Die zehn Ziffern von null bis neun müssen Tasten im numerischen Bereich in einer der beiden folgenden Arten zugeordnet werden, entweder in Form der Telefonanordnung 1-2-3 oder der Tischrechneranordnung 7-8-9. Die Telefonanordnung wird empfohlen.

**ANMERKUNG** Gestaltung und Zuordnung des numerischen Bereichs sind in ISO/IEC 9995 festgelegt.

#### **h) Cursortasten und Tasten im Editierbereich**

Tasten für die Steuerung der Cursorbewegung müssen vorhanden sein.

ANMERKUNG Die Anordnung der Cursortasten wird in ISO/IEC 9995 behandelt.

Tasten, die Lösch- oder Entfernen-Funktionen aktivieren, sollten so angeordnet werden, so dass einer unabsichtlichen Auslösung vorgebeugt wird.

#### **i) Gewicht**

Es sollte beachtet werden, dass das Gewicht des Gerätes für die Gebrauchstauglichkeit des Produktes relevant sein kann (beugt unbeabsichtigter Bewegung und Rutschen vor).

#### **j) Material**

Materialeigenschaften von Tastaturen für stationären Gebrauch sind von Bedeutung im Hinblick auf die Wärmeleitung und Abnutzung (zu Haltbarkeit von Bezeichnungen siehe B.2.2.1.1).

#### **k) Thermische Leitfähigkeit**

Das Material der Oberfläche, mit der der Benutzer häufig in Berührung kommt, sollte keine ungünstigen Wärmeleitungseigenschaften aufweisen.

#### **l) Einstellbarkeit**

Die Tastaturneigung sollte einstellbar sein. Eine Verstellvorrichtung darf die Stabilität und die Aufstellung nicht gefährden. Einstellungen dürfen nicht unbeabsichtigt vorgenommen werden. Für Einstellzwecke darf kein Werkzeug erforderlich sein.

ANMERKUNG Aufstellflächen oder andere Vorrichtungen, die für die Aufstellung oder Aufnahme von Tastaturen konstruiert worden sind (z. B. Tastaturhalterungen, die in x-, y- und z-Richtung verstellbar sind und Einstellvorrichtungen für die Neigung haben), sind Gegenstand von Gestaltungsfestlegungen in ISO 9241-5.

#### **m) Handballenauflage**

Ist eine Handballenauflage enthalten, sollte eine Tiefe von 50 mm bis 100 mm vor der Tastenreihe A vorgesehen sein.

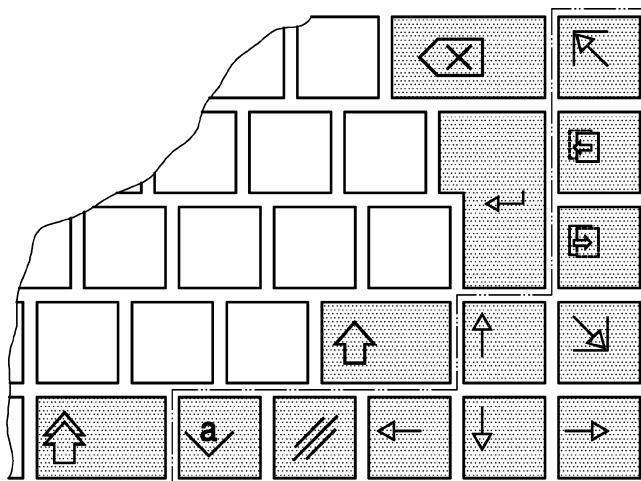
Ist eine Handballenauflage nicht vorgesehen, sollte der Bereich vor der Reihe A so nahe wie möglich an der Vorderkante der Tastatur liegen.

#### **B.2.3.2 Anforderungen für Kompakttastaturen**

Die Anforderungen a) bis l), siehe unten, gelten für Tastaturen, für die (siehe Bild B.1)

- Geschwindigkeit und Genauigkeit wichtig sind,
- Mauseingabe wichtiger ist als numerische Eingabe,
- Eingabeeffizienz und Tragbarkeit wichtig sind,
- Editieren wichtig ist,
- eine C1-Handhabbarkeit gegeben ist (übersteigt höchste Leistung bei beidhändiger Betätigung),
- eine C1-Benutzerkompatibilität gegeben ist (erwachsene Benutzerpopulation).

Die Zuordnung von Tastenpositionen zu Funktionen darf abweichend von ISO/IEC 9995-1 erfolgen. Die Tasten des Editierbereichs sollten rechts vom alphanumerischen Bereich oder vor diesem auf der rechten Seite angeordnet werden (siehe Bild B.4):



**Bild B.4 — Anordnung des Editierbereichs**

#### a) Mittenabstand

Die horizontalen und vertikalen Abstände zwischen zwei benachbarten Tasten müssen, gemessen von Mitte zu Mitte, für den alphanumerischen Bereich  $19 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  betragen.

**ANMERKUNG** Bestimmte Tasten können mehr als eine Position im Gitter belegen. Die Einschränkung von 19 mm von Mitte zu Mitte kann dann möglicherweise nicht mehr einhaltbar sein, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung (siehe ISO/IEC 9995-1).

#### b) Höhe der Grundreihe

Die Tastatur sollte so flach wie möglich und die bevorzugte Höhe der Grundreihe sollte so gering wie möglich und nicht größer als 30 mm sein. Die Höhe der Grundreihe darf nicht 35 mm überschreiten.

#### c) Breite

Um Effizienz für die Tastaturnutzung zu erzielen, muss die Gesamtgröße eines Gerätes unter Berücksichtigung der Anzahl der Tasten und der geeigneten Gruppierung in Bereiche und Zonen festgelegt werden. Dem Konzept der kleinstmöglichen Grundfläche folgend, sollte die Größe einer Tastatur darauf begrenzt sein, was erforderlich ist, um die vorgesehene Funktionalität zu erzielen. Zu diesem Zweck ist der Editierbereich der Tastatur in den alphanumerischen Bereich integriert.

#### d) Neigung

Für die Neigung von Kompakttastaturen gelten die Bestimmungen von B.2.3.1 d) für Volltastaturen.

#### e) Profil

Das Profil kann geneigt, schüsselförmig, gestuft, geformt oder eben sein.

#### f) Tastaturoberflächen und Materialeigenschaften

Für die sichtbaren Oberflächen der Kompakttastaturen und Materialeigenschaften gelten die gleichen Bestimmungen von B.2.3.1 f) für Volltastaturen.



#### **g) Cursortasten und Tasten im Editierbereich**

Tasten für die Steuerung der Cursorbewegung müssen vorhanden sein. Diese Tasten können wie in Bild B.4 angeordnet werden, wenn der Editierbereich in den alphanumerischen Bereich integriert wird.

Tasten, die Lösch- oder Entfernen-Funktionen aktivieren, sollten so angeordnet werden, dass einer unabsichtlichen Auslösung vorgebeugt wird.

#### **h) Gewicht**

Es sollte beachtet werden, dass das Gewicht des Gerätes unmittelbar relevant ist für Produkte, die im Hinblick auf Tragbarkeit und Nutzung auf stabilen Flächen gestaltet sind. Das Gerätegewicht kann für die Gebrauchstauglichkeit eines Produktes relevant sein (beugt unbeabsichtigter Bewegung und Rutschen vor).

#### **i) Material**

Materialmerkmale von Kompakttastaturen sind im Hinblick auf thermische Leitfähigkeit und Abnutzung von Bedeutung.

#### **j) Thermische Leitfähigkeit**

Für die thermische Leitfähigkeit von Kompakttastaturen gelten die Bestimmungen von B.2.3.1 k) für Volltastaturen.

#### **k) Einstellbarkeit**

Für die Einstellbarkeit von Kompakttastaturen gelten die Bestimmungen von B.2.3.1 l) für Volltastaturen.

#### **l) Handballenaufgabe**

Für die Handballenaufgabe von Kompakttastaturen gelten die Bestimmungen von B.2.3.1 m) für Volltastaturen.

### **B.2.4 Elektrische Merkmale**

#### **B.2.4.1 Anforderungen für Volltastaturen**

Schreibtischastaturen erhalten ihre Energie-Versorgung entweder über Niedrigspannungskabel von dem Computer oder von Teilen davon oder durch (meistens) aufladbare Batterien. Festlegungen für elektrische Sicherheit können nur in Ausnahmefällen mit Gebrauchstauglichkeitsaspekten in Konflikt geraten.

Kabel, die an physikalische Eingabegeräte angebracht sind, sollten so angeordnet oder so an das Eingabegerät angebracht sein, dass sie den Gebrauch nicht stören. Das Gewicht, die Biegsamkeit, die Spannung sowie der Ort der Befestigung des Kabels und dessen Möglichkeit des Sichverfangens sollten bei der Gestaltung der Verkabelung berücksichtigt werden.

Kabel jeglicher Art belegen einen bestimmten Teil des Schreibtischs und sind eine potentielle Behinderung für den Fall, dass der belegte Platz für andere Geräte oder Aktivitäten benötigt wird. Die Störung der Gebrauchstauglichkeit durch Verkabelung kann durch angemessene Gestaltung des Gerätes oder des Kabels selber verringert werden.

Die Kategorien für die Gerätegestaltung sind (siehe Bild B.5)

- C1 kein Kabel benötigt,
- C2 das Kabel kann unter Berücksichtigung der Erfordernisse an dem einzelnen Platz an verschiedenen Stellen eingesteckt werden,
- C3 das Kabel ist ungefähr in der Mitte des Gerätes befestigt,
- C4 das Kabel ist an einem Ende des Gerätes befestigt.

Die Gestaltung des Kabels kann sich störend am Platz auswirken, wenn z. B. das Kabel zu dick, zu steif oder zu lang ist (siehe Bild B.6).

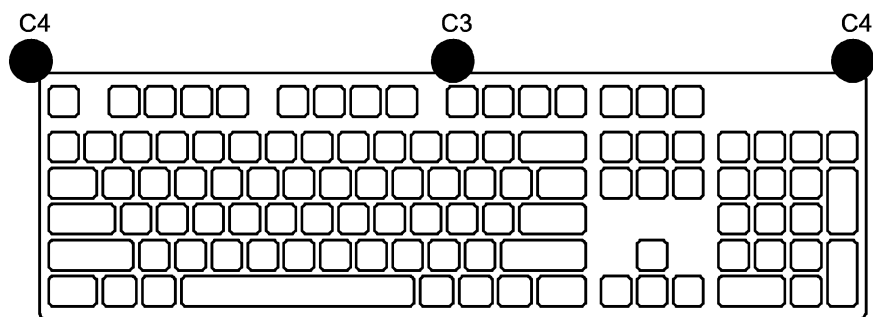
Die Kategorien für die Gestaltung des Kabels sind

- C1 kein Kabel benötigt,
- C2 dünnes biegsames Kabel,
- C3 Spiralkabel, wobei die Spirale an der Tastatur endet,
- C4 dickes oder unbiegsames Kabel aus anderen Gründen.

Elektromagnetische Einflüsse auf andere am selben Arbeitsplatz genutzte Geräte können aufgrund von Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als bedeutungslos betrachtet werden.

Das zusätzliche Gewicht von Batterien von Tastaturen ist bei stationärem Gebrauch für die Gebrauchstauglichkeit nicht relevant.

Ein steckbares Kabel mit Anschlüssen an beiden Enden kann die Wartung bzw. den Austausch von Tastaturen erleichtern.



#### Legende

- C3 Kabel wird in der Mitte verbunden
- C4 Kabel wird an einem Ende des Gerätes verbunden

ANMERKUNG 1 C2 erlaubt eine Kabelverbindung mit einem Minimum an Störung, während sich bei C3 die Verbindung in der Mitte des Gerätes befindet. C4 nutzt nur eine der Verbindungen an jedem Ende der Tastatur.

**Bild B.5 — Mögliche Kabelverbindungen einer Tastatur**



**Bild B.6 — Kabelkategorisierung im Hinblick auf eine mögliche Störung anderer Geräte auf dem Schreibtisch**

#### **B.2.4.2 Anforderungen an Kompakttastaturen**

Für die elektrischen Merkmale von Kompakttastaturen, die als getrennt zu nutzende Einheiten gestaltet sind, gelten dieselben Anforderungen wie für stationäre Tastaturen (siehe B.2.4.1). Für Kompakttastaturen, die in andere Geräte integriert sind (z. B. tragbare Computer), erfolgen in diesem Teil der ISO 9241 keine getrennten Überlegungen für elektrische Merkmale.

#### **B.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale**

##### **B.2.5.1 Anforderungen für Volltastaturen**

In bestimmten Bereichen kann das Reinigen der Tastenköpfe eine wichtige Betrachtung sein, wenn z. B. aus hygienischen Gründen eine glatte Oberfläche der Tastenköpfe erforderlich ist. Wenn solche Anforderungen bestehen, braucht die Oberfläche der Tasten nicht matt zu sein.

Die Beeinträchtigung der Sichtbarkeit durch Glanz kann durch eine geeignete Beleuchtung reduziert werden. In einigen Umgebungen muss die gesamte Tastatur aus hygienischen Gründen abgedeckt werden. Die Störung der Effektivität und der Effizienz des Tippens und der Sichtbarkeit von wichtigen Teilen der Tastatur infolge der Abdeckung sollte minimiert werden.

Wenn die Betriebseigenschaften einer batteriebetriebenen Tastatur infolge einer unzureichenden Energieversorgung leiden können, muss eine leicht wahrnehmbare Anzeige des Batterieladezustandes vorgesehen werden (z. B. Anzeigelampe, Alarmton oder eine mechanische Anzeige).

Die Haltbarkeit der Batterien und ihre elektrischen Eigenschaften müssen sicherstellen, dass der Benutzer nach erfolgter Warnung die letzten Aktionen ohne hohen Zeitdruck beenden kann. Dies ist der Fall, wenn die Tastatur nach der Anzeige des Batteriezustandes für mindestens 5 min ordnungsgemäß funktioniert.

##### **B.2.5.2 Anforderungen für Kompakttastaturen**

Instandhaltungsbezogene Anforderungen für Kompakttastaturen, die für eine Nutzung als getrennte Geräte gestaltet sind, unterscheiden sich nicht von denen, die für stationären Gebrauch gestaltet sind.

Kompakttastaturen, die in andere Geräte integriert sind, erhalten ihre Energie von diesem Gerät und es gelten keine besonderen Anforderungen im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit.

#### **B.2.6 Sicherheits- und gesundheitsrelevante Merkmale**

**WARNHINWEIS — Tastaturen sollten keine Materialien enthalten oder aus Materialien gemacht sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

##### **B.2.6.1 Anforderungen für Volltastaturen**

Die elektrische Sicherheit von Computergeräten wird im Allgemeinen in anderen Internationalen Normen geregelt (z. B. IEC 60950 [14]).

##### **B.2.6.2 Anforderungen für Kompakttastaturen**

Kompakttastaturen gehören zu Computergeräten, deren elektrische Sicherheit im Allgemeinen in anderen Normen geregelt ist (z. B. IEC 60950 [14]).

Das Tastaturgewicht kann für die Bequemlichkeit beim Tragen von tragbaren Einheiten relevant sein, aus Überlegungen zur Gebrauchstauglichkeit können keine Anforderungen abgeleitet werden.

Kompakttastaturen, die in andere Geräte (z. B. tragbare Computer) integriert sind, tragen im Allgemeinen nicht wesentlich zu dem Gewicht des Gerätes bei.

## **B.2.7 Dokumentation**

### **B.2.7.1 Allgemeines**

Die Dokumentation einer Tastatur muss angeben, ob zum Erzielen des vorgesehenen Grads der Gebrauchstauglichkeit (Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung) Folgendes benötigt wird:

- besonderes Training;
- zusätzliche physikalische Werkzeuge;
- besondere Softwareunterstützung.

### **B.2.7.2 Anforderungen an Volltastaturen**

Tastaturen, die für den stationären Gebrauch gestaltet sind (Volltastaturen) bilden eine Produktgruppe mit der größten Verbreitung in der Welt. Daher wird das Training für eine effiziente Nutzung nicht als „besonderes Training“ betrachtet. Die Dokumentation von diesen Produkten muss kein Training für Benutzer angeben.

Die Nutzung dieser Produkte benötigt für den einzigen Zweck, für den diese gestaltet worden sind (alphanumerische Eingabe), keine zusätzlichen Werkzeuge. Die Dokumentation muss keine anderen physikalischen Werkzeuge angeben.

Ist eine besondere Softwareunterstützung erforderlich, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen, muss dies in der Dokumentation (siehe Abschnitt 9) angegeben werden.

### **B.2.7.3 Anforderungen an Kompakttastaturen**

Für Kompakttastaturen gelten dieselben Anforderungen an die Dokumentation wie bei den Volltastaturen.

## **B.2.8 Wechselbeziehung mit Software**

### **B.2.8.1 Anforderungen an Volltastaturen**

Dieser Teil von ISO 9241 stellt keine Anforderungen, die die Wechselbeziehung zwischen physikalischen Eigenschaften einer Tastatur und Software betreffen, da die Optimierung der Wechselwirkung wesentlich von dem Nutzungskontext, z. B. der Aufgabe und der Benutzerpopulation abhängt. Das bedeutet nicht, dass die Wechselbeziehung gering oder unwesentlich ist. Das Gegenteil ist der Fall, wie die Bemühungen vieler Hersteller in der Vergangenheit oder in den letzten Jahren zeigen, die den Gebrauch ihrer Software durch Änderungen der Tastaturgestaltung zu optimieren versuchen. Das Wissen hierzu ist jedoch nicht ausreichend für die Ausnahme in eine Internationale Norm.

Der offensichtlichste und ärgerlichste Effekt der Wechselwirkung zwischen Tastatur und Software ist die Verringerung der Leistung auf ein Niveau unterhalb der individuellen Geschwindigkeit eines Benutzers. Dieser Effekt wird jedoch meistens durch die Anwendungssoftware verursacht.

**BEISPIEL** Bei einer Tabellenkalkulation, die während der Eingabe Berechnungen durchführt oder durch ein Layoutprogramm, das kontinuierlich die Seitenumbrüche während der Eingabe neu berechnet.

### **B.2.8.2 Anforderungen für Kompakttastaturen**

Kompakttastaturen unterscheiden sich von Volltastaturen hauptsächlich durch die Integration des Editierbereichs in den Bereich, der von dem alphanumerischen Bereich und seiner Umgebung belegt ist. Einige Tasten können kleiner sein als bei der Volltastatur (z. B. Cursortasten). Und der numerische Bereich kann fehlen. Daher können einige Aktivitäten (z. B. Navigation mit dem Cursor) weniger effektiv und effizient sein.

Allerdings wird das Arbeiten mit Software, die auf Betriebssystemen mit graphischer Benutzungsoberfläche basiert, verbessert, da die Nutzung eines zusätzlichen Eingabegerätes (im Allgemeinen ein Zeigegerät, meistens eine Maus) begünstigt wird. Da dieser Kompromiss Überlegungen bei der Entwicklung der Software erfordert und nicht bei der Gestaltung der Tastatur, gibt es keine besonderen Anforderungen.

**ANMERKUNG** Probleme können entstehen, wenn Tasten, die im numerischen Bereich doppelt vorliegen, wie zum Beispiel =, \*, -, +, /, mit anderen Bedeutungen belegt sind als jene in anderen Bereichen.

## B.2.9 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

### B.2.9.1 Anforderungen für Volltastaturen

In vielen Nutzungsumgebungen erzeugt die Tastatur mehr und kontinuierlichen Lärm als Geräte wie Drucker, die für eine kurze Zeit über den Arbeitstag aktiv sind. Dagegen kann in lauten Umgebungen Tastaturlärm kaum wahrnehmbar sein. Aus diesem Grund kann aus ergonomischer Sicht kein Einzelwert für die Geräuschemission von Tastaturen gerechtfertigt werden. Allerdings sollte die Schallemission der Tastatur soweit wie möglich verringert werden, jedoch ohne die Gebrauchstauglichkeit der Tastatur zu beeinträchtigen.

Die Geräuschemission kann unter Berücksichtigung des vorgesehenen Anwendungsbereichs und dessen typischen Umgebungsgeräuschpegels (siehe ISO 9241-6) kategorisiert werden. Die Klassen können festgelegt werden mit Hilfe der Geräuschexpositionsdaten aus ISO 11690-1:

C1 geeignet für Besprechungsräume oder für Aufgaben, die Konzentration erfordern  
[35 dB (A) bis 45 dB (A)];

C2 geeignet für Routinearbeit im Büro [45 dB (A) bis 55 dB (A)];

C3 geeignet für Industriearbeitsplätze [75 dB (A) bis 80 dB (A)].

Die Angaben in eckigen Klammern geben die Bereiche der Geräuschexposition an.

ANMERKUNG 1 Es existiert keine Klasse 4, da ISO 11690-1 zur Geräuschexposition drei Werte angibt. Es gibt eine sehr viel feinere Bestimmung der Geräuschexposition in der Norm, aber es scheint unrealistisch, dass Tastaturen hergestellt und vermarktet werden können, die geeignet sind für sieben oder acht Stufen der Geräuschexposition.

ANMERKUNG 2 Akustische Rückmeldung von Tastaturen wird nicht als „Lärm“ betrachtet, da sie eine funktionale Anforderung sein kann. Sie kann trotzdem Personen belästigen, die nichts mit der Nutzung des Gerätes zu tun haben (z. B. Kollegen im gemeinsamen Büroraum).

In den meisten Umgebungen können als eine Form der Wechselwirkung mit der Umgebung Reflexionen der Tastatur auf dem Bildschirm erfolgen. Allerdings wird dies in den meisten Fällen unmerklich bleiben. In dunklen Umgebungen können derartige Reflexionen Benutzer stören. Für bestimmte Aufgaben, bei denen die genaue Bestimmung von Farben wesentlich für die Aufgabe ist, kann die Effektivität der Arbeit beeinträchtigt werden.

In Umgebungen, wo Reflexionen der Tastatur auf dem Bildschirm ein Ärgernis sein können oder sogar einen Verlust an Effektivität bewirken können, sollten dunkle Tastaturen genutzt werden.

Die Tastatur belegt einen beträchtlichen Teil der Arbeitsfläche vor dem Benutzer und für eine ordnungsgemäße Nutzung ist es erforderlich, dass diese in naher Reichweite des Benutzers platziert ist. Lösungen können gefunden werden entweder durch angemessene Organisation des Arbeitsplatzes (siehe ISO 9241-5 [2]) oder durch die Gestaltung des Gerätes. Die Festlegungen in B.2.2 sind verfasst worden, um Anleitungen zu geben für eine Reduzierung des Platzbedarfs, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu gefährden. Die Anleitung in Bild B.1 ist formuliert worden, um Hilfestellung zu geben, die geeignete Tastatur bei begrenztem Platz zu finden.

Vibrationen und Instabilität der Aufstellfläche sind beeinträchtigende Umgebungsfaktoren für den Betrieb einer Tastatur. Beides reduziert die Leistung, führt zu mehr Fehlern und erhöht die biomechanische Belastung. Für die Gestaltung von Tastaturen für stationären Betrieb kann angenommen werden, dass Vibrationen auf ein Maß begrenzt sind, dass die Störung nicht wesentlich ist. Zudem kann angenommen werden, dass die Aufstellflächen stabil genug sind für einen effektiven und effizienten Tastaturbetrieb.

ANMERKUNG 3 Fehler bzw. verringerter Durchsatz können durch geeignete Software kompensiert werden.

Beleuchtung kann zu Störungen bei der Nutzung der Tastatur führen, wenn die Tasten nicht matt sind. Daher ist es eine Anforderung dieses Teils von ISO 9241 (siehe B.2.3.1), dass die Tastaturoberflächen matt sein sollen. In Fällen, wo Oberflächen nicht matt sein können, können geeignete beleuchtungsbezogene Maßnahmen ergriffen werden (siehe ISO 9241-6), die nicht Inhalt dieses Teils der ISO 9241 sind.

Gerichtetes Licht kann durch Modellierung des Erscheinungsbildes der Oberfläche in gewisser Weise ebenfalls zu Störungen bei der Nutzung von Tastaturen führen. Da diese Störung unter ganz bestimmten Umständen erfolgen kann, kann keine allgemeine Empfehlung für die Gerätegestaltung gegeben werden.

### **B.2.9.2 Anforderungen für Kompakttastaturen**

Für Kompakttastaturen gelten die gleichen Anforderungen wie an Volltastaturen. Wenn eine Kompakttastatur als tragbares Gerät oder als Teil eines tragbaren Gerätes dient, wird empfohlen, bei der Schallemission die Anforderungen für die Klasse C1 zu erfüllen (geeignet für Besprechungsräume oder für Aufgaben, die Konzentration erfordern [35 dB (A) bis 45 dB (A)]).

Bezüglich der Reflexionen auf dem Bildschirm gelten dieselben Anforderungen wie für Volltastaturen.

Kompakttastaturen werden beeinflusst durch Vibrationen und Instabilitäten der Aufstellflächen entweder im selben Maße wie Volltastaturen (bei Nutzung auf feststehenden Aufstellflächen) oder sogar stärker bei mobiler Nutzung. Mögliche Hilfsmittel dagegen sind mechanische Führungsvorrichtungen, ähnlich jenen, die für Benutzer gefertigt sind, die an Spastiken leiden, oder Software mit erhöhten Möglichkeiten der Filterung und Korrektur von falsch eingegebenen Wörtern. Zurzeit gibt es keine aus wissenschaftlicher Sicht gerechtfertigten Anforderungen für eine Norm für die Gestaltung von Geräten.

Die Wechselwirkung mit der Beleuchtung der Nutzung von Kompakttastaturen erfolgt an organisierten Arbeitsplätzen im gleichen Maße wie bei Volltastaturen. Bei mobiler Nutzung werden die Probleme öfters auftreten, da die Eigenschaften der Beleuchtung wahrscheinlich weniger günstig sein werden. Zum Beispiel verursachen Scheinwerfer oder Halogenglühlampen mehr störende Reflexionen auf Tastaturen als Leuchtstofflampen, die bei der Bürobeleuchtung genutzt werden. Die daraus resultierenden Anforderungen sind eine matte Oberfläche für das Produkt und häufiges Reinigen für die Nutzung. Reflexionen stören weniger, wenn der diffuse Reflexionsgrad der Tastatur hoch ist.

## Anhang C (normativ)

### Maus

#### C.1 Merkmale der Maus

##### C.1.1 Funktionsmerkmale

Funktionsmerkmale der Maus hängen mit Folgendem zusammen:

- Verankern der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes benötigt werden, auf dem Gerät oder auf der Arbeitsfläche;
- korrektes Platzieren des Zeigers auf dem vorgesehenen Ziel;
- Ansteuerung des Zielobjektes.

Die relevanten Merkmale für die Verankerung sind die mechanische Gestaltung des Gehäuses und der Schaltelemente. Für die Platzierung des Zeigers sind die Auflösung und die Konsistenz der Auflösung wichtig. Für die Auswahl des Zielobjektes sind auch die Lage des Sensors, die dynamischen Merkmale des Schaltelementes (Bewegung, Betätigung und die Wechselwirkung der Betätigung mit der Steuerung des Gerätes) wichtig.

##### C.1.2 Mechanische Merkmale

Die mechanischen Merkmale einer Maus, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form, Profil (zwei Richtungen),
- Reibung auf der Unterlage (Änderungsverhalten, z. B. beim Ansammeln von Schmutz, Biegsamkeit des Kabels),
- Größe (Länge, Breite, Höhe),
- Oberfläche, Reibung in der Hand,
- Schaltelemente (Position, Form, Kraft, Rückmeldung),
- Rad (Widerstand, „Ratscheneffekt“, Position, Höhe, Durchmesser, Breite) und
- Rückmeldung (Vibration, Ton/Geräusch, Kraft).

##### C.1.3 Elektrische Merkmale

Die elektrischen Merkmale der Maus, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Verkabelung,
- elektromagnetische Einflüsse durch das Gerät auf die Umgebung und
- Batterien, falls im Gerät untergebracht.

### C.1.4 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Gebrauchstauglichkeitsrelevante Merkmale, die sich auf die Instandhaltung beziehen, betreffen

- die Reinigung des Gerätes oder von Teilen davon und
- die Energieversorgung für batteriebetriebene Mäuse.

### C.1.5 Sicherheits- und gesundheitsrelevante Merkmale

Die folgenden Merkmale von Mäusen erfordern eine Berücksichtigung im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit:

- elektrische Sicherheit (Geräte mit externer Energieversorgung);
- Gewicht (handgehaltene Geräte für dauerhaften Betrieb);
- chemische Sicherheit (z. B. Ausdünstungen);
- mechanische Sicherheit (z. B. scharfe Kanten).

### C.1.6 Wechselbeziehung mit Software

Der Betrieb einer Maus ist in hohem Maße softwareabhängig. Üblicherweise ist es dem Benutzer erlaubt, einige relevante Änderungen bei der Software durchzuführen, die die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes erheblich ändern kann. Die wichtigste Änderung, die Benutzer durchführen können, ist die Einstellung des Übertragungsfaktors nach persönlichen Präferenzen.

Üblicherweise wird eine Maus mit einer eigenen Software ausgeliefert und betrieben, die ihre gesamte Funktionalität unterstützt, oder sie kann mit Hilfe des Standard-Maustreibers betrieben werden. Dieser Treiber kann dem Gerät nur begrenzte Funktionalität bieten.

Besondere Software kann helfen, die Begrenztheit der Fähigkeiten des Benutzers zu überwinden.

**BEISPIEL** Die meisten Menschen sind unfähig, einen geraden Strich zu ziehen, unabhängig von dem Gerät, das sie nutzen (Stift, Griffel oder Maus). Das elektronische Gegenstück zu einem mechanischen Lineal ermöglicht selbst Menschen mit sehr beschränkten Fähigkeiten, präzisere Striche zu ziehen als geübte Zeichner und dies in hohem Maße unabhängig von der Umgebung (z. B. in schwankenden Fahrzeugen).

### C.1.7 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung

Die Nutzung einer Maus beeinflusst die Umgebung eines Arbeitsplatzes wahrscheinlich nicht, außer dem Geräusch des Klickens.

Die Nutzung einer Maus kann insbesondere durch folgende Umgebungsbedingungen beeinflusst werden:

- Vibrationen;
- Größe und Lage des verfügbaren freien Platzes;
- Instabilität der Auflagefläche;
- Oberflächeneigenschaften der Auflagefläche;
- Staub und Schmutz.



## C.2 Anforderungen an die Gestaltung

### C.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### C.2.1.1 Angemessenheit der Maus

Die Maus ist ein Zeigegerät, das für die Steuerung mit der Hand und dem Unterarm gestaltet ist. Daher ist es empfehlenswert, eine angemessene Universalgestaltung den Benutzern zu ermöglichen, die maximale Leistung für diese Körperteile zu erzielen. Mäuse können eine Präzision entsprechend der Klasse C1 erzielen (Schwierigkeitsgrad größer als 6, siehe C.2.2.2).

Kein abschließendes Wissen liegt im Hinblick auf die Kompatibilität der Maus mit anthropometrischen Abmessungen der vorgesehenen Benutzerpopulation vor. Aus diesem Grund werden in diesem Teil von ISO 9241 keine Anforderungen formuliert. Dennoch sollte bei der Gestaltung einer Maus berücksichtigt werden, dass eine neutrale Haltung von Fingern und Handgelenk die notwendigen Kräfte gering halten und die statische Muskelbelastung minimieren kann.

**ANMERKUNG** Während ein bestimmtes Gestaltungsmerkmal (z. B. Länge) dazu beitragen kann, die Körperhaltung bis zu einem gewissen Grad zu verbessern (geringere Streckung des Handgelenks), kann dieselbe Maßnahme Effektivität und Effizienz der Nutzung verringern. Einige Mäuse weisen die doppelte Größe anderer auf, während einige andere Mäuse viel höher als vergleichbare Produkte sein können. Konventionelle Vorgehensweisen (Dimensionierung für einen bestimmten Prozentsatz einer Benutzerpopulation) sind nicht sehr hilfreich, da eine Reihe von anthropometrischen Maßen beteiligt sind (Länge und Breite des Handballens; Länge der beteiligten Finger usw.) sowie eine Anzahl von Gestaltungsparametern (wie z. B. Länge, Breite und Höhe der Maus; Anzahl und Lage der Schaltelemente und Nutzung einer Mauseauflage).

Aus den angeführten Gründen erfolgen in diesem Teil der ISO 9241 zur Angemessenheit keine Anforderungen.

#### C.2.1.2 Handhabbarkeit der Maus

Die Eindeutigkeit von Mausbetätigungen kann in vier Klassen kategorisiert werden:

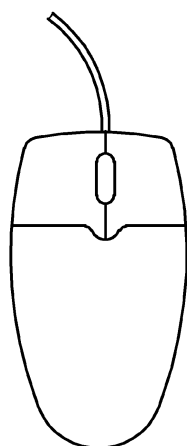
- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C2 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und durch Anfänger erreicht werden. Für Geräte mit der Klasse C3 und Klasse C4 müssen die relevanten Informationen in der Dokumentation enthalten sein. Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm in den Hauptrichtungen kann vorausgesetzt werden, wenn der Benutzer die Richtung des Gerätes ohne visuellen Kontakt wahrnehmen kann und das Gerät sich nicht unbeabsichtigt bewegt, wenn der Benutzer den Griff löst (siehe Bild C.1).

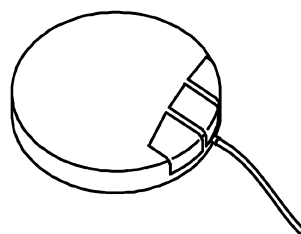
Bezüglich der Konsistenz der Funktion (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) können Mäuse wie folgt kategorisiert werden:

- C1 unabhängig von den Eigenschaften der Auflagefläche;
- C2 benutzbar auf einer glatten Oberfläche;
- C3 Benutzung erfordert ein Mauspad;
- C4 Benutzung erfordert ein Mauspad mit besonderen Eigenschaften.

Ist das Kabel im Verhältnis zu der Reibung gegenüber der Auflagefläche dick und schwer, wird sich die Maus wahrscheinlich jedes Mal drehen, wenn der Benutzer den Griff löst.



a) Angemessene Form einer Maus



b) Weniger angemessene Form einer Maus

**Bild C.1 — Leicht wahrnehmbare Ausrichtung durch die entsprechende Form**

### C.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit der Maus

Die Gestaltung von Mäusen kann anthropometrischen Eigenschaften der Benutzerpopulation „Erwachsene Benutzer“ zu einem Grad entsprechen, dass Leistung und Genauigkeit für Zeigeaufgaben durch die Fähigkeiten der beteiligten Gliedmaßen (Arm, Hand und Finger) begrenzt werden, nicht aber durch die Eigenschaften des Gerätes. Daher werden Mäuse im Allgemeinen als voll kompatibel und ganz betrachtet (Klasse C1). Begrenzt die Gerätegestaltung die Effektivität und/oder Effizienz der Funktion „Zeigen“, muss dies angegeben werden.

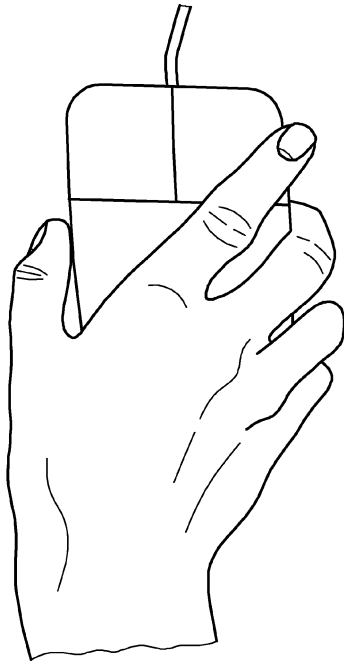
**ANMERKUNG 1** Allem Anschein nach begrenzt die Maus als Gerät nicht die Fähigkeiten des Arms bzw. der Hand per se. Daher kann die Maus als voll kompatibel angesehen werden, während dies z. B. für Joysticks nicht gilt.

Es konnten keine eindeutigen Erkenntnisse gefunden werden, ob Mäuse, die für Erwachsene gestaltet sind, auch für Kinder oder Benutzer mit ähnlich kleinen Händen passend sind.

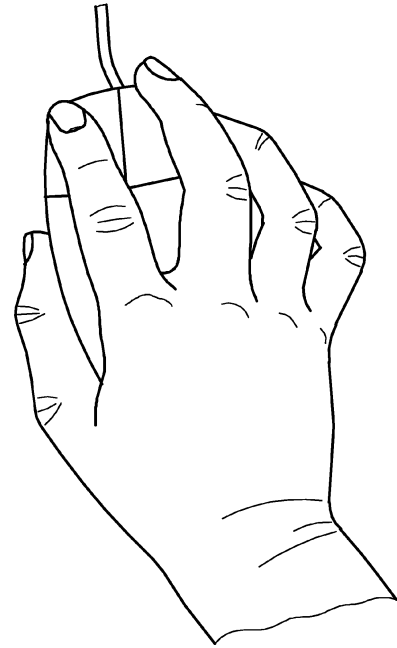
**ANMERKUNG 2** Einzelberichte lassen vermuten, dass Personen mit kleinen oder großen Händen Geräte, die ihrer Handgröße passen, als angemessener empfinden.

Bezüglich der Gelenkwinkel sind der Unterarm, das Handgelenk und die Finger relevant. Als die neutrale bzw. am besten entspannte Haltung des Unterarms wird eine mit einer Handdrehung von 30° von der Vertikalen zur Handfläche angenommen. Die meisten Mäuse erfordern eine Pronation des Unterarms bis zu 60°, d. h. horizontal ausgerichtete Hände. Manche Mäuse verringern die Abweichung von der neutralen Haltung (siehe Bild C.2).

Die Kontraktionskraft der Muskeln ist für die Finger relevant, die die Schaltelemente betätigen und den Daumen, der in die Bewegung des Gerätes eingebunden ist. Es kann angenommen werden, dass die Mausgestaltung nicht mehr als ein 1 % der Maximalkraft der beteiligten Muskeln in Anspruch nimmt.



a) Weniger neutrale Haltung  
Unterarm mit Pronation und Handgelenk mit  
Deviation



b) Maus, die eine neutralere Haltung  
des Unterarms ermöglicht

**Bild C.2 — Darstellung der Tendenz zur Pronation und Deviation, die durch die Orientierung des Geräts und durch den Zugriff auf das Schaltelement hervorgerufen wird**

#### C.2.1.4 Rückmeldung

Die Maus als hand- und fingerbetätigtes Gerät vermittelt dem Benutzer direkte taktile Rückmeldung über seine relative Lage und, wenn richtig gestaltet, auch über seine Ausrichtung am Platz. Ist sie mit einem angemessen funktionierenden System verbunden, wird ein optisches Signal erzeugt, um die relative Lage auf dem Bildschirm anzuzeigen.

Die wichtigste von der Maus erzeugte Rückmeldung ist visuell (Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm). Diese Rückmeldung bleibt konsistent, wenn sie nicht absichtlich verändert wird durch das System (z. B. durch Umwandlung in taktile oder akustische Rückmeldung).

Die Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm muss ohne unangemessene Verzögerung angezeigt werden. Dies ist der Fall, wenn für die visuelle Rückmeldung die Signalausgabe vom Eingabegerät zum System innerhalb von 20 ms erfolgt.

**ANMERKUNG** Jede Verzögerung in der Hand/Auge-Koordination verursacht möglicherweise einen Verlust bei der Leistung des Benutzers. Eine Verzögerung von bis zu 20 ms verringert nicht die Benutzerleistung, da sie üblicherweise nicht wahrgenommen wird. Eine Verzögerung von 40 ms führt zu einer Verringerung der Benutzerleistung um 10 % und eine Verzögerung von 100 ms verursacht eine Verringerung der Benutzerleistung um 50 % im Vergleich zu einer Situation, in der keine wahrnehmbare Verzögerung erfolgt.

Die Rückmeldung für die Betätigung der Schaltelemente wird zumindest teilweise durch das System erzeugt. Sind die Schaltelemente so gestaltet, dass sie kinästhetische Rückmeldung vermitteln, sollte der Mindesthub 0,5 mm betragen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

### C.2.1.5 Steuerbarkeit der Maus

#### C.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs

Für die Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs muss die Maus dem Benutzer ermöglichen, die Ausrichtung des Gerätes ohne visuellen Kontakt wahrnehmen zu können (siehe C.2.1.2, Vorhersehbarkeit der Bewegung des Zeigers).

#### C.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs

Der schnelle und einfache Zugriff zu einer Maus (Griff, Position, Handhaben) wird hauptsächlich bestimmt durch die Eigenschaften der Auflagefläche und durch zusätzliche physikalische Eingabegeräte, die mit ihr zusammen genutzt werden müssen. Der Betrieb einer Maus erfordert eine freie glatte horizontale Fläche mit einer Größe von etwa einem Blatt A4-Papier (hochkant), vorzugsweise innerhalb des nahen funktionellen Greifraums des Benutzers.

ANMERKUNG Dieser Teil von ISO 9241 legt keine diesbezüglichen Anforderungen für die Gestaltung der Maus fest.

#### C.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung eines Schaltelementes oder einer Kombination von Schaltelementen nicht den Fokus des Zeigers bewegt.

Die Schaltelemente sollten so angeordnet sein, dass eine Fingerstreckung oder eine andere Bewegung oder Positionierung, die eine Beanspruchung des Fingers verursachen können, minimiert werden (siehe Bild C.3).



a) Ursprüngliche Anordnung, die eine Streckung erzwingt

b) Neigung nach vorne, um die Anfangsposition der Finger zu einer Beugung zu verwandeln

**Bild C.3 — Ausrichtung des Schaltelementes auf der Maus zur Minimierung einer Fingerstreckung**

### C.2.2 Funktionsmerkmale

#### C.2.2.1 Verankerung

Die Maus ist ein Eingabegerät, das für die Feinpositionierung gestaltet ist. Daher muss es möglich sein, Teile der Finger, der Hand, des Handgelenks oder des Arms entweder auf dem Eingabegerät oder auf der Arbeitsfläche zu verankern, um eine stabile Verbindung zwischen der Hand und der Stelle der Betätigung zu erzielen.

#### C.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenauigkeit)

Eingabegeräte sollten so gestaltet sein, dass sie eine Auflösung erreichen, die die aufgrund der relevanten Elementaraufgabe erforderliche Genauigkeit unterstützt. Da die wichtigste Aufgabe für eine Maus das Zeigen ist, wird die erforderliche Auflösung durch diese Elementaraufgabe bestimmt.

Die Aufgabengenauigkeit kann in folgende Klassen kategorisiert werden:

- C1 hoch (Schwierigkeitsgrad größer als 6);
- C2 mittel (Schwierigkeitsgrad größer als 4 und weniger oder gleich 6);
- C3 gering (Schwierigkeitsgrad größer als 3 und weniger oder gleich 4);
- C4 sehr gering (Schwierigkeitsgrad gleich 3 oder weniger).

Ein Produkt kann die erforderlichen Grade der Auflösung entweder in einer Umgebung erzielen, in der andere physikalische Eingabegeräte bedeutungslos für den Betrieb sind oder unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Gerätes. Die Methode mit der der Grad der Aufgabengenaugkeit ermittelt wird, muss angegeben werden.

Für den Gebrauch einer Maus mit einem Betriebssystem, das auf einer graphischen Benutzungsschnittstelle basiert (GUI), muss für Universalanwendungen die Kategorie ermittelt werden für die folgende Benutzung der Tastatur (siehe Bild B.2):

- Volltastatur, bei der die alphanumerische Zone mittig vor dem Benutzer angeordnet ist;
- Schulterbreite des 5. Perzentils weiblich der vorgesehenen Benutzerpopulation;
- Gesamtlänge der Tastatur: Mindestbreite einer Volltastatur (420 mm).

ANMERKUNG Diese Haltung ist keine optimale Arbeitshaltung.

### **C.2.2.3 Lage des Sensors**

Die bewegungsempfindliche Stelle (wie die Rollkugel auf der Unterseite einer typischen Maus) sollte eher unter den Fingern angeordnet sein als unter dem Handballen.

ANMERKUNG „Finger“ schließt den Daumen ein.

### **C.2.2.4 Gestaltung des Schaltelementes**

#### **C.2.2.4.1 Bewegung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger beim bestimmungsgemäßen Gebrauch Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Auslenkung von der neutralen Lage betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachung muskulärer Beanspruchung.

#### **C.2.2.4.2 Betätigung des Schaltelementes**

Es sollte möglich sein, die Schaltelemente einer Maus zu drücken, ohne die Kontrolle über das Gerätes zu verringern.

#### **C.2.2.4.3 Aktivierung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es beim bestimmungsgemäßen Gebrauch robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

#### **C.2.2.4.4 Form des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen.

#### **C.2.2.4.5 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,5 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

Die Betätigungskraft sollte auf ein Minimum reduziert werden, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu gefährden.

#### **C.2.2.4.6 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **C.2.2.4.7 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass weder eine unbeabsichtigte Betätigung des Schaltelementes noch seine beabsichtigte Auslösung eine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **C.2.2.4.8 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein müssen.

#### **C.2.2.5 Berücksichtigung der Händigkeit**

Eingabegeräte sollten mit jeder Hand bedienbar sein oder es sollten Geräte für Rechts- und Linkshänder verfügbar sein.

Die Form und Lage der Stellteile (Schaltelemente, Rad) sollten so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **C.2.2.6 Konsistenz der Auflösung**

Die Auflösung einer Maus muss sowohl unabhängig von der Position des Gerätes auf der Arbeitsfläche als auch von der Position des Zeigers auf der Anzeige sein.

Die Auflösung darf aber durch die Software oder den Benutzer geändert werden.

### **C.2.3 Mechanische Merkmale**

Eine Anleitung für mechanische Merkmale ist in C.2.1 und C.2.2 gegeben.

### **C.2.4 Elektrische Merkmale**

Für Mäuse, die keine externe Energieversorgung erfordern, weisen elektrische Merkmale keinen Bezug zur Gebrauchstauglichkeit auf.

Der Einfluss der Verkabelung kann doppelt eintreten. Erstens erfordert das Kabel eine freie Fläche über die Fläche hinaus, die die Maus für die Bewegung benötigt. Zweitens kann das Kabel an der Maus ziehen oder diese drehen, wenn es zu schwer oder zu starr ist.

Für die Verkabelung gelten folgende drei Klassen:

- C1 kein Kabel;
- C2 Kabel, das die Mausnutzung nicht stört;
- C3 Kabel, das die Mausnutzung stört, so dass der Benutzer zusätzliche Hilfsmittel benötigt, um diese Störung zu beenden.

Elektromagnetische Einflüsse auf andere Geräte an derselben Arbeitsstation können aufgrund von Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unwesentlich betrachtet werden.

Das Gewicht der Maus ist für die Reibung zwischen der Auflagefläche und der Unterseite des Gerätes von Bedeutung. Zusätzliche Batterien beeinflussen die Reibung wenn überhaupt nur geringfügig.

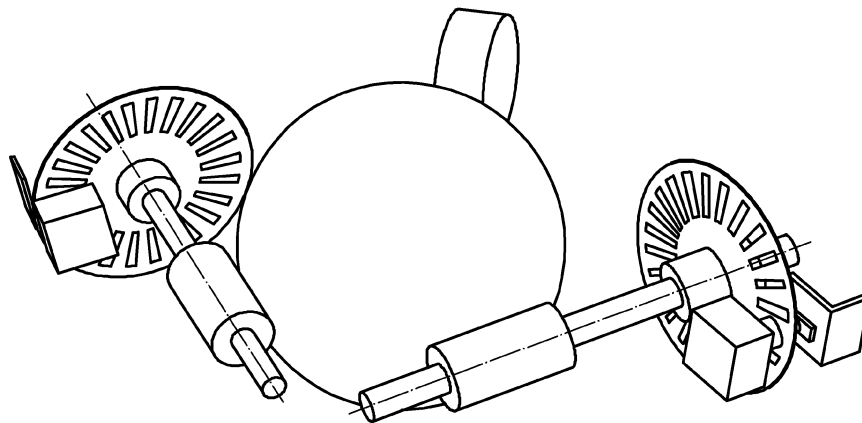
### C.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Merkmale von Mäusen, die im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit betrachtet werden müssen, sind:

- Oberfläche der Kugel (Reinigung) und
- Gehäuse der Kugel.

ANMERKUNG Optische Mäuse besitzen keine Kugel und benötigen deswegen einen geringeren Wartungsaufwand.

Diejenigen Teile einer Maus, die einer Reinigung bedürfen, sind die Kugel selbst und/oder die Bewegungssensoren (siehe Bild C.4). Die Gestaltung der Maus muss es dem Benutzer ermöglichen, diese Teile ohne Benutzung von Werkzeugen zu erreichen.



**Bild C.4 — Mechanische Teile einer Maus, die einer Reinigung bedürfen  
(Kugel und die Bewegungssensoren)**

Für Mäuse mit eigener Energieversorgung ist es erforderlich, folgende gebrauchstauglichkeitsrelevante Aspekte zu berücksichtigen:

- Abhängigkeit der funktionalen Merkmale von der Energieversorgung (Spannung und Strom) (batteriebetriebene Mäuse);
- Haltbarkeit der Batterien;
- Anzeigen für unzureichende Energieversorgung (z. B. geringe Spannung)

### C.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

**WARNHINWEIS — Mäuse sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Es liegen keine Erkenntnisse vor zu der technischen Gestaltung einer Maus, die eine Betrachtung in Verbindung mit der Sicherheit des Benutzers erfordert, ausgenommen die Vermeidung von scharfen Ecken und Kanten.

Ecken und Kanten von Mäusen dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt.

Das Gewicht von Mäusen ist im Allgemeinen gering, so dass selbst handgehaltene Geräte ständig genutzt werden können, ohne dass das Gewicht des Gerätes ein Problem für den Benutzer verursacht.

Mäuse mit einem Kabel können durch die Spannung des Kabels weggezogen werden, wenn das Gewicht zu gering ist. In diesem Fall tendieren Benutzer dazu, die Maus fest in der Hand zu halten mit dem Ergebnis einer statischen Muskelbeanspruchung. Um einen derartigen Effekt zu vermeiden, sind Gegenmaßnahmen wie eine ausreichende Reibung zwischen dem Gerät und der Auflagefläche erforderlich. Erfordert der Betrieb des Gerätes eine besondere Fläche mit bestimmten Eigenschaften (z. B. Mauspad, Schreibtischoberfläche) sollte die erforderliche Reibung für diese Oberfläche ermittelt werden. Ist die Maus für eine Nutzung auf beliebiger Oberfläche gestaltet, sollte die Reibung für die Oberfläche mit dem geringsten Reibungskoeffizienten bestimmt werden.

### **C.2.7 Wechselwirkung mit Software**

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation angeben (siehe C.3), wie das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität zu erzielen.

Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.

### **C.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung**

Potentielle Mittel gegen Vibration des Benutzers und/oder der Auflagefläche können durch eine adäquate Software realisiert werden. Da dieser Teil der ISO 9241 sich nur mit physikalischen Eingabegeräten befasst, erfolgen hier keine Festlegungen.

Die Größe und Lage des verfügbaren freien Platzes für die Bewegung der Maus beeinflussen nicht nur die Gebrauchstauglichkeit der Maus sondern auch die Arbeitsbelastung des Benutzers. Ist der Platz nur durch die Reichweite des Benutzers begrenzt und nicht durch die Gestaltung der Auflagefläche oder anderer dort genutzter Einrichtungen, ist eine Maus mit konstantem Übertragungsfaktor gleichwertig mit einer Maus mit variablem Übertragungsfaktor, bei der sich das Verhältnis Anzeige/Steuerung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Bewegung ändert. Für begrenzte Platzverhältnisse bietet die Maus mit variabler Umsetzung einige Vorteile. Damit besteht eine eindeutige Wechselwirkung zwischen Eigenschaften der Umgebung, Softwaremerkmalen und der Gebrauchstauglichkeit des Gerätes.

## **C.3 Dokumentation**

Der oben beschriebenen Interdependenz kann durch eine angemessene Benutzerinformation entsprochen werden. Diese muss Folgendes enthalten:

- optimale Lage der Maus für beste Effektivität, Effizienz und bequeme Körperhaltung als Indikator für Zufriedenstellung des Benutzers;
- günstigste Lage des Gerätes für gleichzeitige Nutzung mit einer Tastatur;
- Einstellung des Übertragungsfaktors für eingeschränkten Platz für Benutzung.

Oberflächeneigenschaften der Aufstellfläche können Effektivität und Effizienz beeinflussen.

Erfordert das Erreichen des maximalen Grads an Effektivität und Effizienz für ein bestimmtes Gerät bestimmte Eigenschaften, müssen die relevanten Anforderungen in der Dokumentation angegeben sein.

Mäuse mit mechanischen Kugeln sind von anderen Eigenschaften der Auflagefläche betroffen als optische Mäuse. Im Allgemeinen ist der Betrieb von optischen Mäusen unabhängiger von den Eigenschaften der Auflagefläche.

Staub, Sand oder Schmutz können den Betrieb einer Maus stören. Für übliche Arbeitsbereiche oder Lebensbereiche werden Vorkehrungen für eine einfache Reinigung als ausreichend betrachtet. Für Industriebereiche oder Außenbereiche mit einem erheblichen Aufkommen an Verschmutzung kann es berechtigt sein, eine organisierte Reinigung und Prüfung der Geräteeigenschaften zu vorzusehen.



## Anhang D (normativ)

### Puck

#### D.1 Merkmale des Pucks

##### D.1.1 Allgemeines

Pucks sind Geräte, die in Verbindung mit einem Eingabetablett für eine präzise Positionierung genutzt werden. Auch wenn ein Puck einer Maus gleicht, die Funktion ist unterschiedlich. Während eine Maus die relative Positionierung nutzt, ist der Puck an die absolute Position auf dem Tablett gebunden. Für die Zielersteuerung benötigt der Puck zumindest ein Schaltelement oder Äquivalentes.

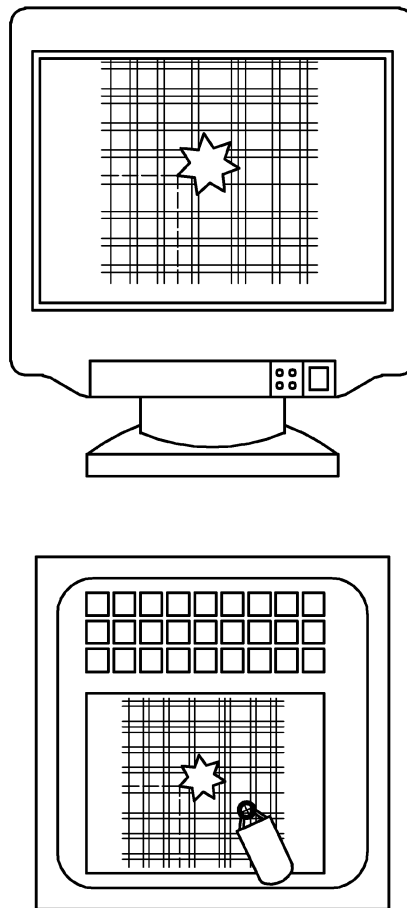


Bild D.1 — Feste Beziehung zwischen der Puck-Position und der Zeiger-Position auf dem Bildschirm

## **D.1.2 Funktionsmerkmale**

Funktionsmerkmale des Pucks hängen mit Folgendem zusammen:

- Verankern der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes benötigt werden, auf dem Gerät oder auf der Arbeitsfläche;
- korrektes Positionieren des Fensters mit dem Fadenkreuz auf dem Ziel;
- Ansteuerung des Zielobjektes.

Die relevanten Merkmale für die Verankerung sind die mechanische Gestaltung des Gehäuses und der Schaltelemente. Für das Auffinden des Zielobjektes sind die Auflösung des Tablett und die Vergrößerung des Bildes unter dem Fenster mit dem Fadenkreuz deren Konsistenz wichtig. Für die Auswahl des Zielobjektes sind die Lage des Sensors, die dynamischen Merkmale des Schaltelementes (Bewegung, Betätigung und die Wechselwirkung der Betätigung mit der Steuerung des Gerätes) wichtig.

## **D.1.3 Mechanische Merkmale**

Mechanische Merkmale eines Pucks, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form, Profil (2 Richtungen),
- Größe (Länge, Breite, Höhe),
- Schaltelemente (Position, Form, Kraft, Rückmeldung) und
- Größe des Fensters mit dem Fadenkreuz.

## **D.1.4 Elektrische Merkmale**

Elektrische Merkmale des Pucks, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Verkabelung,
- elektromagnetische Einflüsse durch das Gerät auf die Umgebung und
- Batterien, wenn im Gerät untergebracht.

## **D.1.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale**

Instandhaltungsbezogene Merkmale, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, beziehen sich auf die Reinigung des Gerätes oder von Teilen davon und die Energieversorgung für batteriebetriebene Pucks.

## **D.1.6 Sicherheits- und gesundheitsrelevante Merkmale**

Folgende Merkmale von Pucks erfordern eine Berücksichtigung im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit

- elektrische Sicherheit (Geräte mit externer Energieversorgung),
- chemische Sicherheit (z. B. Ausdünstungen),
- mechanische Sicherheit (z. B. scharfe Kanten).

## **D.1.7 Wechselbeziehung mit Software**

Der Betrieb eines Pucks ist in hohem Maße softwareabhängig. Üblicherweise ist es dem Benutzer erlaubt, einige relevante Änderungen bei der Software durchzuführen, wodurch sich die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes erheblich ändern. Der Benutzer kann z. B. die empfindliche Tablettfläche in verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Eigenschaften aufteilen und eine unbestimmte Anzahl an virtuellen Schaltelementen festlegen.

Ein Puck wird üblicherweise mit einem bestimmten Tablett und einer bestimmten Software (Treiber) ausgeliefert und betrieben. Beide können die Funktionseigenschaften des Pucks erweitern oder beschränken.

### D.1.8 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung

Die Nutzung eines Pucks beeinflusst die Umgebung eines Arbeitsplatzes wahrscheinlich nicht, außer dem Geräusch des Klickens. In bestimmten Fällen können die Signale auf Kabeln anderer Geräte in Nähe des Tablettts beeinflusst werden.

Die Nutzung eines Pucks kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinflusst werden:

- Größe und Lage der empfindlichen Tablettfläche;
- Instabilität der Auflagefläche;
- Blendung durch Reflexionen im Fenster mit dem Fadenkreuz;
- Parallaxenfehler, wenn das Tablett zu weit weg vom Benutzer positioniert ist.

## D.2 Anforderungen an die Gestaltung

### D.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### D.2.1.1 Angemessenheit des Pucks

Da der Puck ein Zeigegerät ist, das für die Steuerung über das Auge, mit der Hand und dem Unterarm gestaltet ist sollte eine angemessene Universalgestaltung den Benutzern ermöglichen, die maximale Leistung für diese Körperteile zu erzielen. Pucks können eine Präzision entsprechend der Klasse C1 erzielen (Schwierigkeitsgrad größer als 6, siehe D.2.2.2).

#### D.2.1.2 Handhabbarkeit des Pucks

Die Eindeutigkeit von Puckbetätigungen kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

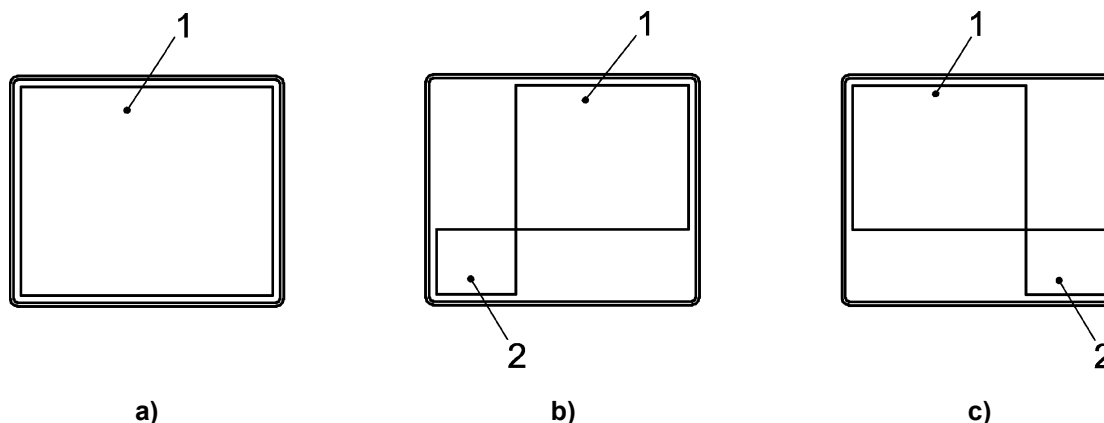
Die Klasse C2 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und durch Anfänger erreicht werden.

ANMERKUNG Pucks sehen wie eine Maus aus, funktionieren aber anders. Während Mäuse die Veränderung und die Geschwindigkeit der Veränderung erfassen, erfasst ein Puck nur die Position. Man muss wissen, wie sie funktionieren, und parallaxenfrei durch das Fenster schauen. Wenn man eine Maus ohne lineare Bewegung um ihre Achse dreht, bleibt der Zeiger auf seiner Position, während der Fokus vom Puck woanders liegt. Daher ist die Benutzung eines Pucks nicht so eindeutig wie die einer Maus.

Für Geräte der Klassen C3 und C4 müssen die relevanten Informationen in der Dokumentation enthalten sein. Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm in den Hauptrichtungen kann immer als gegeben angesehen werden, da alle Änderungen der Lage des Pucks an das System übertragen werden. Der Zielpunkt des Pucks entspricht dem Zeiger auf dem Bildschirm.

Bezüglich der Konsistenz der Funktion (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) benötigen Pucks keine Kategorisierung, da das Gerät immer auf einem bestimmten Tablett betrieben wird. Inkonsistenzen (z. B. unterschiedliche Reaktion in verschiedenen Teilen des Tablettts) können aus Einstellungen der Software resultieren. Derartige Inkonsistenzen werden allerdings absichtlich herbeigeführt, um bestimmte Fähigkeiten der Anwendung zu verbessern (siehe Bild D.2).

Die wichtigste von dem Puck erzeugte Rückmeldung erfolgt örtlich (Lage des Gerätes auf dem Tablett) und visuell (Lage des Zeigers auf dem Bildschirm). Diese Rückmeldung bleibt konsistent, wenn sie nicht absichtlich verändert wird durch das System (z. B. durch Umwandlung in taktile oder akustische Rückmeldung).



Fläche „1“ in a), b) und c) entsprechen dem gesamten Bereich auf dem Bildschirm, der für die Anwendung genutzt wird. Zur Begrenzung der Bewegungen des Arms und der Hand, die für eine bestimmte Aktion benötigt werden, kann die Empfindlichkeit des Tablets so geändert werden, dass entweder Bereich „1“ oder „2“ in b) und c) demselben Bildschirmbereich entsprechen.

**Bild D.2 — Unterschiedliche Nutzung des sensitiven Bereichs eines Tablets**

#### D.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit dem Puck

Die Gestaltung von Pucks kann anthropometrischen Eigenschaften der Benutzerpopulation „Erwachsene Benutzer“ zu einem Grad entsprechen, dass Leistung und Genauigkeit für Zeigaufgaben durch die Fähigkeiten der beteiligten Gliedmaßen (Arm, Hand und Finger) begrenzt werden, nicht aber durch die Eigenschaften des Gerätes. Daher werden Pucks im Allgemeinen als voll kompatibel betrachtet (Klasse C1). Begrenzt die Gerätegestaltung die Effektivität und/oder Effizienz der Funktion „Zeigen“, muss dies angegeben werden.

Die Genauigkeit des Betriebs desselben Pucks kann auf Tablets unterschiedlicher Größe unterschiedlich ausfallen. Der Unterschied ist sowohl abhängig von der Größe des Gerätes als auch von seiner Lage in Bezug auf den Benutzer.

Für die Benutzerkompatibilität vom Puck in Bezug auf die anthropometrischen Eigenschaften der vorgesehenen Benutzerpopulation existieren keine verwertbaren Erkenntnisse. Aus angegebenen Gründen werden daher in diesem Teil von ISO 9241 keine Anforderungen formuliert. Allerdings sollte die Gestaltung eines Pucks neutrale Positionen des Finger und der Handgelenke für die unterschiedlichen Perzentile berücksichtigen, die erforderlichen Muskelkräfte gering halten und statische Muskelbelastungen minimieren. Obwohl die Gestaltung eines Pucks der einer Maus ähnelt, fällt die Beteiligung der Hand und des Armes unterschiedlich aus. Zudem ist visuelle Kontrolle wichtig für die Bedienung.

Es konnten keine Erkenntnisse gefunden werden, ob Pucks, die für Erwachsene gestaltet sind, auch für Kinder oder Benutzer mit ähnlich kleinen Händen passend sind.

**ANMERKUNG** Einzelberichten zufolge empfinden Personen mit kleinen oder großen Händen Geräte, die ihrer Handgröße passen, als angemessener.

Bezüglich der Gelenkwinkel sind der Unterarm, das Handgelenk und die Finger relevant. Da die Gestaltung der meisten Pucks keine konstante Abweichung des Handgelenks von der neutralen Position erfordert, könnte die Klasse C1 (Abweichung unter 10 % des Maximums) als üblich betrachtet werden. Studien zeigen jedoch, dass eine ulnare Deviation von mehr als 15° üblich ist. Der Grund hierfür ist die Benutzung der Schaltelemente, die diese Körperhaltung herbeiführt (siehe Bild C.2).

Die Nutzung eines Pucks erfordert eine Pronation des Unterarms, allerdings in einem geringeren Maße als beim Gebrauch einer Tastatur.

Die Kontraktionskraft der Muskeln ist sowohl für die Finger relevant, die die Schaltelemente betätigen, als auch für den Daumen, der in die Bewegung des Gerätes eingebunden ist. Es kann angenommen werden, dass die Puckgestaltung nicht mehr als ein 1 % der Maximalkraft der beteiligten Muskeln in Anspruch nimmt.

#### **D.2.1.4 Rückmeldung**

Der Puck als hand- und fingerbetätigtes Gerät vermittelt dem Benutzer direkte taktile Rückmeldung über seine relative Lage. Er vermittelt auch eine visuelle Rückmeldung, da seine Position auf dem Tablett der Position des Zeigers auf dem Bildschirm entspricht. Ist er mit einem angemessenen funktionierenden System verbunden, wird ein optisches Signal erzeugt, um die relative Lage auf dem Bildschirm anzuzeigen.

Es gibt keine Notwendigkeit, die Bewegung des Cursors auf dem Bildschirm ohne unangemessene Verzögerung anzuzeigen, da die visuelle Kontrolle der Positionierung von dem Bild des Objektes auf dem Tablett abhängt. Die Anwendung eines Pucks ist weniger empfindlich gegenüber dem richtigen Timing der visuellen Anzeige der Eingabe.

Die Rückmeldung für die Betätigung der Schaltelemente wird zumindest teilweise durch das System erzeugt. Sind die Schaltelemente so gestaltet, dass sie kinästhetische Rückmeldung vermitteln, sollte der Mindesthub 0,5 mm betragen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **D.2.1.5 Steuerbarkeit des Pucks**

##### **D.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs**

Der unbeabsichtigte Verlust der Steuerung während der vorgesehenen Nutzung ist unwahrscheinlich, da die Positionierung eines Pucks keine kontinuierliche Aktion erfordert. Die Bewegung kann sogar mehrmals für unbestimmte Zeit unterbrochen werden.

##### **D.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Der schnelle und einfache Zugriff zu einem Puck (Griff, Position, Handhaben) wird hauptsächlich bestimmt durch die Eigenschaften der Auflagefläche und durch zusätzliche physikalische Eingabegeräte, die mit ihm zusammen genutzt werden müssen. Der Betrieb eines Pucks erfordert ein Tablett innerhalb des kleinen Greifraums. Üblicherweise entsprechen die Oberflächeneigenschaften des Tablett der Erfordernissen der Anwendung.

**ANMERKUNG** Dieser Teil von ISO 9241 enthält keine spezifischen Anforderungen, die die Gestaltung des Gerätes betreffen.

##### **D.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile**

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung eines Schaltelementes oder einer Kombination von Schaltelementen nicht den Fokus des Zeigers bewegt. Die Schaltelemente sollten so angeordnet sein, dass eine Fingerstreckung minimiert wird (siehe Bild D.3).

#### **D.2.2 Funktionsmerkmale**

##### **D.2.2.1 Verankerung**

Der Puck ist ein Eingabegerät, das für die Feinpositionierung gestaltet ist. Daher muss es möglich sein, Teile der Finger, der Hand, des Handgelenks oder des Arms entweder auf dem Eingabegerät oder auf der Arbeitsfläche zu verankern, um eine stabile Verbindung zwischen der Hand und der Stelle der Betätigung zu erzielen.

### **D.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenaugigkeit)**

Eingabegeräte sollten so gestaltet sein, dass sie eine Auflösung erreichen, die die aufgrund der relevanten Elementaraufgabe erforderliche Genauigkeit unterstützt. Da die wichtigste Aufgabe für einen Puck das Zeigen ist, wird die erforderliche Auflösung durch diese Elementaraufgabe bestimmt. Im Allgemeinen gehören Pucks zu den Eingabegeräten, die die höchste Auflösung ermöglichen.

Die Aufgabengenaugigkeit, die für einen Puck gefordert wird, kann in folgende Klassen kategorisiert werden:

- C1 hoch (Schwierigkeitsgrad größer als 6);
- C2 mittel (Schwierigkeitsgrad größer als 4 und weniger oder gleich 6);
- C3 gering (Schwierigkeitsgrad größer als 3 und weniger oder gleich 4);
- C4 sehr gering (Schwierigkeitsgrad gleich 3 oder weniger).

Ein Produkt kann die geforderten Grade der Auflösung entweder in einer Umgebung erzielen, in der andere physikalische Eingabegeräte bedeutungslos sind für die Anwendung oder unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Gerätes. Im Gegensatz zu Mäusen werden Pucks oftmals für Aufgaben eingesetzt, wo die Arbeit mit dem Zeigegerät die gesamte Arbeit beherrscht. Daher kann angenommen werden, dass der Puck die optimale Lage einnehmen wird.

Für den Gebrauch eines Pucks mit einem Betriebssystem, das auf einer graphischen Benutzungsschnittstelle basiert (GUI), muss für Universalanwendungen die Kategorie ermittelt werden für die folgende Benutzung der Tastatur (siehe Bild B.2):

- Volltastatur, bei der die alphanumerische Zone mittig vor dem Benutzer angeordnet ist;
- Schulterbreite des 5. Perzentils weiblich der vorgesehenen Benutzerpopulation;
- Gesamtbreite der Tastatur ist mindestens die Breite einer Volltastatur (420 mm).

Die Methode, mit der der Grad der Aufgabengenaugigkeit ermittelt wurde, muss angegeben werden.

ANMERKUNG Diese Haltung ist keine optimale Arbeitshaltung.

### **D.2.2.3 Gestaltung des Schaltelementes**

#### **D.2.2.3.1 Bewegung des Schaltelementes**

Das Gerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger beim bestimmungsgemäßen Gebrauch Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Abweichung von einer neutralen Körperhaltung betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachung muskulärer Beanspruchung.

Die Kontaktflächen der Schaltelemente sollten senkrecht sein zu der Hubrichtung des Schaltelementes und der Bewegung des Fingers während der Beugung.

#### **D.2.2.3.2 Betätigung des Schaltelementes**

Es sollte möglich sein, die Schaltelemente eines Pucks zu drücken, ohne das Gerät unbeabsichtigt zu bewegen.

#### **D.2.2.3.3 Aktivierung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es beim bestimmungsgemäßen Gebrauch robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

#### **D.2.2.3.4 Form des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen.

#### **D.2.2.3.5 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,5 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

ANMERKUNG Die Betätigungskraft sollte auf ein Minimum reduziert werden, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu gefährden.

#### **D.2.2.3.6 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **D.2.2.3.7 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass unbeabsichtigtes Betätigen eines Schaltelementes keine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **D.2.2.3.8 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein müssen.

#### **D.2.2.4 Berücksichtigung der Händigkeit**

Eingabegeräte sollten mit jeder Hand bedienbar sein oder es sollten alternative Geräte für Rechts- und Linkshänder verfügbar sein.

Die Form und Lage der Stellteile (Schaltelemente, Rad) sollte so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **D.2.2.5 Konsistenz der Auflösung**

Die Auflösung eines Pucks muss unabhängig sein von der Position des Gerätes und des Tablett.

ANMERKUNG Die Auflösung kann aber durch die Software oder den Benutzer geändert werden. Es kann zudem nützlich sein, unterschiedliche Einstellungen für verschiedene Teile des Tablett vorzunehmen.

### **D.2.3 Mechanische Merkmale**

#### **D.2.3.1 Unbeabsichtigtes Rutschen**

Der Puck sollte gegen unbeabsichtigtes Rutschen widerstandsfähig sein, wenn er auf einer geneigten Fläche genutzt wird.

#### **D.2.3.2 Lage des Fadenkreuzes**

Das Fenster mit dem Fadenkreuz sollte so gestaltet und auf dem Puck angeordnet sein, dass dieser betrieben werden kann, ohne den Kopf übermäßig um mehr als 15° bewegen zu müssen (Flexion).

### D.2.3.3 Fadenkreuzfenster

Das Fadenkreuzfenster sollte ausreichend transparent und frei von Aberrationen sein, um eine angemessene Lesbarkeit zu ermöglichen.

### D.2.4 Elektrische Merkmale

Für Pucks, die keine externe Energieversorgung erfordern, weisen elektrische Merkmale keinen Bezug zur Gebrauchstauglichkeit auf.

Der Einfluss der Verkabelung kann doppelt sein. Erstens erfordert das Kabel eine freie Fläche über die Fläche hinaus, die der Puck für die Bewegung benötigt. Zweitens kann das Kabel an dem Gerät ziehen oder dieses drehen, wenn es zu schwer oder zu starr ist.

Elektromagnetische Einflüsse auf andere Geräte an derselben Arbeitsstation können aufgrund von Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unwesentlich betrachtet werden.

Das Gewicht des Pucks ist für die Reibung zwischen der Auflagefläche und der Unterseite des Gerätes von Bedeutung. Es wird nicht durch zusätzliche Batterien beeinflusst.

### D.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Merkmale von Pucks, die im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit betrachtet werden müssen, sind

- Oberfläche des Fadenkreuzfensters (Reinigung) und
- Energieversorgung mit Batterien.

Das Fadenkreuzfenster sollte so gestaltet sein, dass eine Reinigung erleichtert wird. Wenn die Reinigung bestimmte Vorsichtsmaßnahmen erfordert, muss dies in der Dokumentation angegeben werden.

Die Haltbarkeit der Batterien, sofern vorhanden, und ihre elektrischen Eigenschaften müssen sicherstellen, dass der Benutzer nach erfolgter Warnung die letzten Aktionen ohne hohen Zeitdruck beenden kann. Der Puck sollte nach der Warnung noch mindestens eine Minute ordnungsgemäß funktionieren.

### D.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

**WARNHINWEIS — Pucks sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Ecken und Kanten von Pucks dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt.

### D.2.7 Wechselwirkung mit Software

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation angeben, wie das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen.

Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.



### D.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

Potentielle Maßnahmen gegen Vibrationen des Benutzers und/oder der Auflagefläche können durch eine adäquate Software realisiert werden. Da sich dieser Teil von ISO 9241 nur mit physikalischen Geräten befasst, erfolgen hierzu keine Festlegungen.

## D.3 Dokumentation

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten:

- optimale Lage des Tablett und des Pucks für beste Effektivität, Effizienz und bequeme Körperhaltung als Indikator für Zufriedenstellung des Benutzers;
- günstigste Lage des Gerätes für gleichzeitige Nutzung mit einer Tastatur;
- Möglichkeiten der Hardware/Software, die Körperhaltung zu verbessern oder biomechanische Belastung verringern (z. B. Aufteilung des Tablett in kleinere Bereiche mit unterschiedlicher Auflösung).

Oberflächeneigenschaften der Aufstellfläche können Effektivität und Effizienz beeinflussen. Erfordert das Erreichen des maximalen Grads an Effektivität und Effizienz für ein bestimmtes Gerät bestimmte Eigenschaften, müssen die relevanten Anforderungen in der Dokumentation angegeben sein.

Staub, Sand oder Schmutz können den Betrieb eines Pucks stören. Für übliche Arbeitsbereiche oder Lebensbereiche sind keine Festlegungen erforderlich. Für Industriebereiche oder Außenbereiche mit einem erheblichen Aufkommen an Verschmutzung kann es berechtigt sein, eine organisierte Reinigung und Prüfung der Geräteeigenschaften vorzusehen.

## Anhang E (normativ)

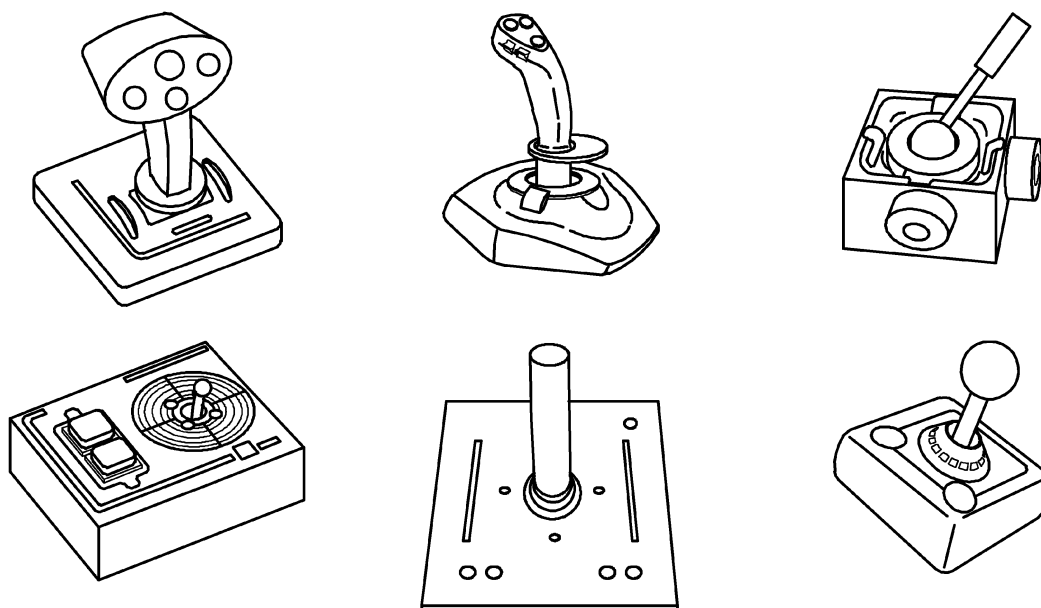
### Joysticks

#### E.1 Merkmale von Joysticks

##### E.1.1 Allgemeines

Joysticks sind Geräte für eine dreidimensionale Eingabe. Sie können eine Anzahl an Stellteilen enthalten wie Schaltelemente, Schieber und Schalter und können auch als haptische Anzeigen genutzt werden. Somit kann ein Joystick als haptische Schnittstelle verwendet werden. Allen Geräten dieser Art gemeinsam ist ein mechanischer Hebel („Stick“) von einer Größe, die von einigen Millimetern (tragbare Computer) bis zu Armlänge (Schwertransporter) reicht. Der Hebel und das Gerätegehäuse können eine unbegrenzte Anzahl an Stellteilen unterschiedlicher Funktionalität enthalten.

Joysticks gehören zu den vielseitigsten Gestaltungselementen. Sie können für besonders anspruchsvolle Aufgaben wie Flugzeug- oder Raketensteuerung von trainierten Personen genutzt werden, aber auch von Schwerbehinderten, die nur wenige Muskeln in oder um ihren Mund herum bewegen können (z. B. zungenbetätigte Joysticks) (siehe Bild E.1).



**Bild E.1 — Verschiedene Ausführungen von Joysticks**

Die große Vielfalt unterschiedlicher technischer Gestaltung und Anwendungen von Joysticks begrenzt die Standardisierung von relevanten Merkmalen, die allen gemeinsam sind.

## E.1.2 Funktionsmerkmale

Funktionsmerkmale von Joysticks hängen mit Folgendem zusammen:

- Verankern der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes benötigt werden (Hand, Finger und Daumen);
- Verankern des Gerätes auf der Arbeitsfläche oder an anderen Gegenständen;
- Ansteuerung des Zielobjektes;
- zusätzliche Eingabe über Schaltelemente, Schieber, Schalter usw.

Die für das Verankern relevanten Merkmale sind die mechanische Gestaltung des Hebels, des Gehäuses und der Schaltelemente.

Für die Auswahl des Zielobjektes sind die Eigenschaften des Hebels, die Lage der Sensoren, die dynamischen Merkmale der Schaltelemente (Bewegung, Betätigung und die Wechselwirkung der Betätigung mit der Steuerung des Gerätes) wichtig.

## E.1.3 Mechanische Merkmale

Die mechanischen Merkmale eines Joysticks, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form des Hebels,
- Form und Lage der Schaltelemente und
- Form, Lage und Sichtbarkeit anderer Stellteile.

## E.1.4 Elektrische Merkmale

Elektrische Merkmale von Joysticks, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Verkabelung,
- elektromagnetische Einflüsse durch das Gerät auf die Umgebung und
- Batterien, wenn im Gerät untergebracht.

## E.1.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Merkmale, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, beziehen sich auf die Reinigung des Gerätes oder von Teilen davon und die Energieversorgung für batteriebetriebene Joysticks.

## E.1.6 Sicherheits- und gesundheitsrelevante Merkmale

Sicherheit und Gesundheit relevante Merkmale beziehen sich auf die Materialauswahl.

## E.1.7 Wechselbeziehung mit Software

Der Betrieb eines Joysticks ist in hohem Maße softwareabhängig. Üblicherweise ist es dem Benutzer erlaubt, viele relevante Änderungen bei der Software und den mechanischen Stellteilen durchzuführen, die die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes erheblich ändern können.

Ein Joystick wird üblicherweise mit einer bestimmten Software (Treiber) ausgeliefert und betrieben. Anders als Treiber, die eine Änderung der Einstellungen erlauben, werden die Treiber von Joysticks auch durch mechanische Schaltelemente, Schieber usw. gesteuert. Diese können alle die Funktionseigenschaften des Gerätes erweitern oder beschränken.

## **E.1.8 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung**

Die Nutzung eines Joysticks beeinflusst die Umgebung eines Arbeitsplatzes wahrscheinlich nicht, außer dem Geräusch des Klickens.

Die Nutzung eines Joysticks wird in den meisten Fällen nicht ernsthaft durch Umgebungsbedingungen wie Vibrationen und Beschleunigungen beeinflusst, was auch ein Grund ist für den Einsatz derartiger Geräte in Flugzeugen, Fahrzeugen, Schiffen oder in anderen Maschinen.

## **E.2 Anforderungen an die Gestaltung**

### **E.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen**

#### **E.2.1.1 Angemessenheit von Joysticks**

Joysticks sind Zeigergeräte, die für die Steuerung mit der Hand, dem Unterarm und den Fingern gestaltet ist. Daher sollte eine angemessene Universalgestaltung den Benutzern ermöglichen, die maximale Leistung für diese Körperteile zu erzielen.

Im Hinblick auf die Benutzerkompatibilität mit den anthropometrischen Abmessungen für die vorgesehene Benutzerpopulation liegt kein abschließendes Wissen vor, das verallgemeinert werden kann. Aus den angeführten Gründen erfolgen in diesem Teil von ISO 9241 keine Anforderungen. Allerdings sollte die Gestaltung eines Pucks neutrale Positionen des Finger und der Handgelenke für die unterschiedlichen Perzentile berücksichtigen, die erforderlichen Muskelkräfte gering halten und statische Muskelbelastungen minimieren.

**ANMERKUNG** Der Joystick gehört zu einem der ersten Eingabegeräte, die Gegenstand ergonomischer Forschung und Bewertung waren (er wurde seit dem Ersten Weltkrieg für militärische Zwecke in der Luftfahrt genutzt). Viele heutige Ausführungen, die für Spiele genutzt werden, ähneln Geräten, die vor mehreren Jahrzehnten entwickelt worden sind. Es stellt sich die Frage, ob heutige Geräte den gleichen Gestaltungsrichtlinien aufgrund ihrer Bewährung folgen oder nur als Ergebnis der Konvention.

#### **E.2.1.2 Handhabbarkeit des Joysticks**

Die Eindeutigkeit der Betätigung von Joysticks kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C2 oder Klasse C3 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und durch Anfänger erreicht werden. Nur sehr einfache Geräte mit einem Hebel, der sich in die Hauptrichtungen bewegen lässt, gehören zur Klasse C1. Für Geräte der Klassen C3 und C4 müssen die relevanten Informationen in der Dokumentation enthalten sein.

Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Anzeigers auf dem Bildschirm in den vier Hauptrichtungen kann als gegeben angenommen werden, wenn das Gerät zweidimensional benutzt wird. Aufgrund verschiedener Manipulationen der Wahrnehmbarkeit der Bewegung des Zeigers bei komplexeren Betätigungen (z. B. 3D-Anwendungen mit Beschleunigungen in Teilen des Raums) kann keine präzise Empfehlung gegeben werden.

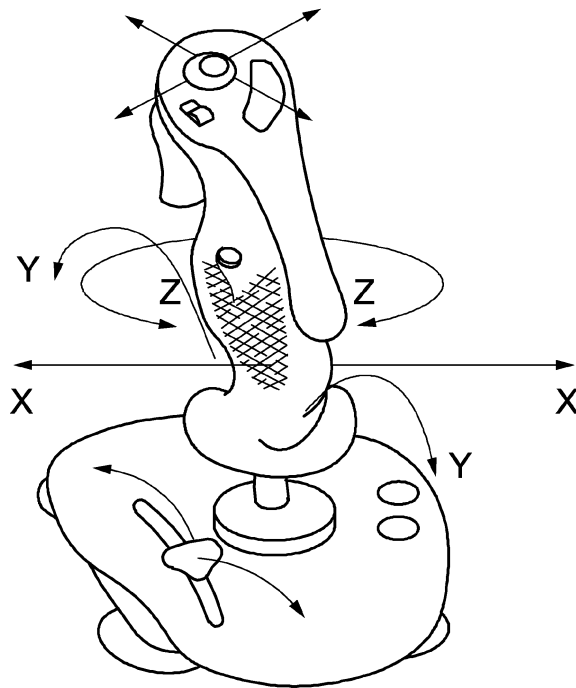
Bezüglich der Konsistenz der Funktion (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) gehören Joysticks aufgrund ihrer vorteilhaften Unabhängigkeit von der Umgebung zu den besten verfügbaren Produkten. Joysticks können selbst mit unüblichen Körperhaltungen konsistent betrieben werden.

Die Rückmeldung, die ein jeweiliger Joystick bieten kann, kann sehr unterschiedlich sein. Ein isometrischer Joystick gibt zum Beispiel nur eine (passive) Kraft-Rückmeldung, während andere auch kinästhetische Rückmeldung bieten. Während die Rückmeldung des isometrischen Joysticks passiv ist, was bedeutet, dass die Anwendung diese nicht manipuliert (die Benutzer fühlen den Druck gegen den Hebel, den sie selber ausüben), bieten Geräte, die als „Kraftrückmeldung“-Joysticks klassifiziert sind, unterschiedliche Arten der Rückmeldung und liefern Informationen, die weit über eine einfache Antwort hinausgehen.

### E.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit dem Joystick

Die Beurteilung der Benutzerkompatibilität von Joysticks ist im Allgemeinen extrem schwierig, da die Größe von einigen Millimetern (kleines Schaltelement in einer Tastatur, mit der Fingerkuppe zu bedienen) bis zu Schwerlasthebeln für kraftvollen Umfassungsgriff reichen kann. In einem Gerät können Stellteile eingebaut sein, die alle möglichen Arten von Griffen erfordern können, von denen unter Umständen mehr als einer gleichzeitig betätigt werden muss (siehe Bild E.2).

Ein derart komplexes Gerät im Hinblick auf Benutzerkompatibilität im Sinne dieser Norm zu bewerten, scheint auf der Basis des konventionellen Wissens über menschliche Faktoren nicht möglich. Der Grund liegt darin, dass nahezu alle Muskeln eines oberen Gliedmaßes und alle Muskeln die mit deren Aktivierung zusammenhängen, betroffen sind.



**Bild E.2 — Gestaltung eines Joysticks mit drei Freiheitsgraden für den Hebel und zwei für ein Stellteil (Spitze) und mit verschiedenen zusätzlichen Stellteilen**

Derart komplexe Mechanismen können bewertet werden auf der Basis des Ergebnisses der Benutzeraktionen, z. B. durch Leistung (Performance) und/oder Fehler (Genauigkeit).

Neue Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass der Joystick im Hinblick auf Leistung und Genauigkeit einigen anderen Eingabegeräten (Touchpad, Rollkugel und Maus) unterlegen ist (siehe Literaturquelle [15]). Dies ist ein Anzeichen für eine geringere Kompatibilität mit Benutzereigenschaften.

Es muss jedoch betont werden, dass es kein Gerät gibt, das vergleichbar ist im Hinblick auf die Funktionalität.

Es gibt wenig überzeugende Erkenntnisse in der Literatur bezüglich der Benutzerkompatibilität der Form von Joysticks und ähnlicher Geräte mit Hebelnutzung. Allerdings ist die Empfehlung, Teile, die mit der Hand ergriffen werden, nicht „anthropomorph“ zu gestalten, aufgrund der anthropometrischen Unterschiede der menschlichen Hand gerechtfertigt. Die Empfehlung basiert auf der Überlegung, dass damit zwar für eine kleine Anzahl von Benutzern eine gute Kompatibilität mit der Hand erzielt werden kann, aber große Probleme für den gesamten Rest der Benutzerpopulation verursacht werden. Aus diesem Grund wird eine einfache elliptische Form des Hebels empfohlen.

#### **E.2.1.4 Rückmeldung**

Abhängig von der Funktionalität kann ein Joystick mehrere Arten der Rückmeldung geben:

- Kraft (passiv) bei isometrischen und anderen Joysticks;
- Kraft (aktiv) bei geeignet gestalteten Joysticks;
- haptisch im Allgemeinen (Kraft, Vibrationen, Drehmoment, Beschleunigungen usw.);
- visuell (Position des Griffs, der Schieber, der Schaltelemente usw.);
- kinästhetisch (durch Schaltelemente und andere Stellteile).

Bei komplexen Geräten können entweder eine oder auch mehrere dieser Formen der Rückmeldung gleichzeitig oder in enger Reihenfolge erfolgen.

**ANMERKUNG** Aufgrund der Komplexität der Fragestellung wird dieser Teil von ISO 9241 keine partielle Empfehlung für einzelne Elemente des Gerätes geben.

#### **E.2.1.5 Steuerbarkeit von Joysticks**

##### **E.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs**

Der unbeabsichtigte Verlust der Steuerung des Hebels während der vorgesehenen Nutzung ist unwahrscheinlich, da dieser üblicherweise für einen engen Zugriff gestaltet ist (siehe Bild E.1).

##### **E.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Der schnelle und einfache Zugriff zu einem Joystick (Hebel) ist gegeben, wenn das Gerät innerhalb des Greifraums des Benutzers angeordnet ist.

##### **E.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile**

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung eines Schaltelementes oder einer Kombination von Schaltelementen nicht den Fokus des Zeigers bewegt.

Die Schaltelemente sollten so angeordnet sein, dass eine Fingerstreckung minimiert wird.

#### **E.2.2 Funktionsmerkmale**

##### **E.2.2.1 Verankerung**

Joysticks sind Eingabegeräte, die für die Feinpositionierung gestaltet sind. Daher muss es möglich sein, Teile der Finger, der Hand, des Handgelenks oder des Arms entweder auf dem Eingabegerät oder auf der Arbeitsfläche zu verankern, um eine stabile Verbindung zwischen der Hand und der Stelle der Betätigung zu erzielen.

### E.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenaugkeit)

Eingabegeräte sollten so gestaltet sein, dass sie eine Auflösung erreichen, die die aufgrund der relevanten Elementaraufgabe erforderliche Genauigkeit unterstützt. Da die wichtigste Aufgabe für einen Joystick das Zeigen ist, wird die erforderliche Auflösung durch diese Elementaraufgabe bestimmt. Im Allgemeinen kann ein Joystick nicht zu den Eingabegeräten gezählt werden, die die höchste Auflösung ermöglichen.

Die Aufgabengenaugkeit, die für einen Joystick gefordert wird, kann in folgende Klassen kategorisiert werden:

- C1 hoch (Schwierigkeitsgrad größer als 6);
- C2 mittel (Schwierigkeitsgrad größer als 4 und weniger oder gleich 6);
- C3 gering (Schwierigkeitsgrad größer als 3 und weniger oder gleich 4);
- C4 sehr gering (Schwierigkeitsgrad gleich 3 oder weniger).

Für den Gebrauch eines Joysticks mit einem Betriebssystem, das auf einer graphischen Benutzungsschnittstelle basiert (GUI), muss für Universalanwendungen die Kategorie ermittelt werden für die folgende Benutzung der Tastatur (siehe Bild B.2):

- Volltastatur, bei der die alphanumerische Zone mittig vor dem Benutzer angeordnet ist;
- Schulterbreite des 5. Perzentils weiblich der vorgesehenen Benutzerpopulation;
- Gesamtbreite der Tastatur ist mindestens die Breite einer Volltastatur (420 mm).

Die Methode mit der der Grad der Aufgabengenaugkeit ermittelt wird, muss angegeben werden.

ANMERKUNG Diese Haltung ist keine optimale Arbeitshaltung.

### E.2.2.3 Gestaltung des Schaltelementes

#### E.2.2.3.1 Bewegung des Schaltelementes

Das Gerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger beim bestimmungsgemäßen Gebrauch Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Abweichung von einer neutralen Körperhaltung betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachung muskulärer Beanspruchung.

Die Kontaktflächen der Schaltelemente sollten senkrecht sein zu der Hubrichtung des Schaltelementes und der Bewegung des Fingers während der Beugung.

#### E.2.2.3.2 Betätigung des Schaltelementes

Es sollte möglich sein, die Schaltelemente eines Joysticks zu drücken, ohne das Gerät unbeabsichtigt zu bewegen.

#### E.2.2.3.3 Aktivierung des Schaltelementes

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es beim bestimmungsgemäßen Gebrauch robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

#### E.2.2.3.4 Form des Schaltelementes

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen.

#### **E.2.2.3.5 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,5 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

Die Betätigungskraft sollte auf ein Minimum reduziert werden, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu gefährden.

#### **E.2.2.3.6 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **E.2.2.3.7 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass unbeabsichtigtes Betätigen eines Schaltelementes keine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **E.2.2.3.8 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein müssen.

#### **E.2.2.4 Berücksichtigung der Händigkeit**

Eingabegeräte sollten mit jeder Hand bedienbar sein oder es sollten Geräte für Rechts- und Linkshänder verfügbar sein.

Die Form und Lage der Stellteile (Schaltelemente, Rad) sollte so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **E.2.2.5 Konsistenz der Auflösung**

Die Auflösung eines Joysticks muss unabhängig sein von der Position des Hebels, wenn es nicht absichtlich gestaltet ist, um einen höheren Grad der Gebrauchstauglichkeit zu erzielen.

Die Auflösung kann aber durch die Software oder den Benutzer geändert werden. Es kann zudem nützlich sein, unterschiedliche Einstellungen für unterschiedliche Teile eines Zielobjektes vorzunehmen.

### **E.2.3 Mechanische Merkmale**

#### **E.2.3.1 Unbeabsichtigtes Rutschen**

Die Basis des Gerätes darf sich während der vorgesehenen Nutzung nicht unbeabsichtigt bewegen.

#### **E.2.3.2 Betätigungskraft**

Die Kraft für die Verstellung bei fingerbetätigten Joysticks sollte zwischen 0,05 N und 1,1 N liegen.

#### **E.2.3.3 Verstellung**

Bei handbetätigten Verschiebungsjoysticks sollte die Verstellung nicht mehr betragen als 45° in Links- und Rechts-Richtung, 30° in Vorwärtsrichtung (weg vom Benutzer) und 15° in Rückwärtsrichtung (zum Benutzer hin).



#### E.2.3.4 Lage der Schaltelemente

Die Funktionsschaltelemente eines fingerbetätigten Joysticks sollten am oberen Teil des Griffs platziert sein, so dass die Schaltelemente mit dem Zeigefinger betätigt werden können.

Die Funktionsschaltelemente eines handbetätigten Joysticks sollten oben oder seitlich platziert sein, so dass sie mit dem Daumen betätigt werden können oder dem Zeige- oder Mittelfinger.

#### E.2.4 Elektrische Merkmale

Für Joysticks, die keine externe Energieversorgung erfordern, weisen elektrische Merkmale keinen Bezug zur Gebrauchstauglichkeit auf.

Der Einfluss der Verkabelung auf die Anwendung eines Joysticks wirkt sich nicht auf die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes aus.

Elektromagnetische Einflüsse auf andere Einrichtungen an derselben Arbeitsstation können aufgrund von Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unwesentlich betrachtet werden.

Das Gewicht des Joysticks ist für die Anwendung ohne Bedeutung, mit der Ausnahme von handgehaltenen Geräten.

#### E.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Im Hinblick auf instandhaltungsbezogene Merkmale von Joysticks liegen keine Erkenntnisse vor, die aus Gründen der Gebrauchstauglichkeit betrachtet werden müssen.

#### E.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

**WARNHINWEIS — Joysticks sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Die Teile von Joysticks, die während des Gebrauchs ergriffen werden, sollten eine niedrige Wärmeleitfähigkeit haben.

Ecken und Kanten von Joysticks dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt.

#### E.2.7 Wechselwirkung mit Software

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation (siehe E.3) angeben, wie das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen.

Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.

#### E.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

Da die Anwendung dieses Gerätes in hohem Maße unabhängig ist von der Nutzungsumgebung, werden in diesem Teil von ISO 9241 keine Festlegungen gemacht.

### **E.3 Dokumentation**

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten:

- optimale Lage des Tablett und des Joysticks für beste Effektivität, Effizienz und bequeme Körperhaltung;
- günstigste Lage des Gerätes für gleichzeitige Nutzung mit einer Tastatur;
- Möglichkeiten der Hardware/Software, die Körperhaltung zu verbessern oder die biomechanische Belastung verringern (z. B. Belegung für verschiedene Schaltelemente, Änderung der Einstellungen, die darauf abzielen, Finger und Daumen zu entlasten).

## Anhang F (normativ)

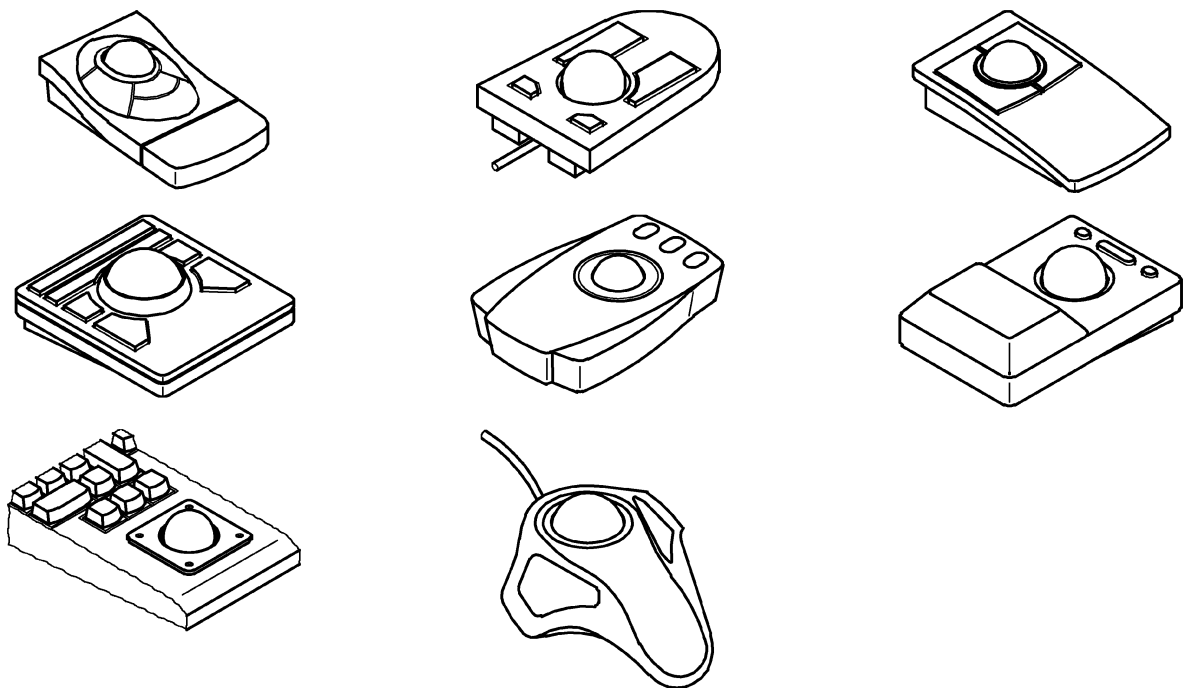
### Rollkugel (Trackball)

#### F.1 Merkmale der Rollkugel

##### F.1.1 Allgemeines

Rollkugeln sind Geräte für eine zweidimensionale Eingabe. Obwohl auch auf eine dritte Dimension zugegriffen werden kann, so kann dies doch nicht zeitgleich mit den ersten beiden erfolgen. Der Wahrnehmungsmechanismus einer Rollkugel ist nahezu identisch mit dem einer Maus. Der wesentliche Unterschied ist, dass der Gebrauch einer Maus eine translatorische Bewegung der Hand erfordert, die in eine Rotationsbewegung der Kugel umgesetzt wird, während bei der Rollkugel die Kugel selbst durch die Hand in eine Rotationsbewegung versetzt wird.

**ANMERKUNG** Rollkugeln gehören zu den ältesten Ausführungen von Eingabegeräten, die lange bevor Computer mit graphischen Benutzungsschnittstellen populär geworden sind, genutzt worden sind. Es gibt heute einige Fälle, bei denen eine Rollkugel in eine Maus integriert ist.



**Bild F.1 — Verschiedene Trackball-Ausführungen**

##### F.1.2 Funktionsmerkmale

Funktionsmerkmale von Rollkugeln hängen mit Folgendem zusammen:

- Verankern der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes benötigt werden (Hand, Finger und Daumen);
- Verankern des Gerätes auf der Arbeitsfläche oder anderen Gegenständen;
- Ansteuerung des Zielobjektes;
- zusätzliche Eingabe durch Schaltelemente, Schalter usw.

Die relevanten Merkmale für die Verankerung sind die mechanische Gestaltung des Gehäuses, der Kugel und der Schaltelemente.

Für das Ansteuern des Zielobjektes sind die Auflösung der Kugel, die Lage des Sensors, die dynamischen Merkmale der Schaltelemente (Bewegung, Betätigung und die Wechselwirkung der Betätigung mit der Steuerung des Gerätes) wichtig.

### **F.1.3 Mechanische Merkmale**

Die mechanischen Merkmale einer Rollkugel, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form, Profil des Gehäuses,
- frei liegender Bereich der Kugel (Länge, frei liegender Bogen),
- Schaltelemente (Position, Form, Kraft, Rückmeldung) und
- Form, Lage und Sichtbarkeit anderer Stellteile.

### **F.1.4 Elektrische Merkmale**

Die elektrischen Merkmale von Rollkugeln, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Verkabelung und
- Batterien, wenn im Gerät untergebracht.

### **F.1.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale**

Instandhaltungsbezogene Merkmale, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, beziehen sich auf die Reinigung des Gerätes (Kugel).

### **F.1.6 Sicherheits und gesundheitsrelevante Merkmale**

**WARNHINWEIS — Rollkugeln sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Es liegen keine Erkenntnisse vor zu der technischen Gestaltung einer Rollkugel, die eine Betrachtung in Verbindung mit der Sicherheit des Benutzers erfordern.

### **F.1.7 Wechselbeziehung mit Software**

Der Betrieb einer Rollkugel ist in hohem Maße softwareabhängig. Üblicherweise ist es dem Benutzer erlaubt, einige relevante Änderungen bei der Software durchzuführen, die die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes erheblich ändern kann. Die wichtigste Veränderung, die ein Benutzer durchführen kann, ist die Einstellung des Übersetzungsfaktors auf persönliche Präferenzen.

Eine Rollkugel wird üblicherweise mit einer eigenen Software ausgeliefert und betrieben, die ihre gesamte Funktionalität unterstützt, oder sie kann betrieben werden mit Hilfe des Standardtreibers. Dieser Treiber kann möglicherweise nur begrenzte Fähigkeiten des Gerätes anbieten.

**BEISPIEL** Eine besondere Software hilft, die Begrenztheit der Fähigkeiten des Benutzers zu Zeichnen zu überwinden. Beispielsweise befähigt das elektronische Gegenstück zu einem mechanischen Lineal selbst Menschen mit sehr beschränkten Fähigkeiten, präzisere Striche zu ziehen als geübte Zeichner und dies in hohem Maße unabhängig von der Umgebung (z. B. in schwankenden Fahrzeugen).

### F.1.8 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung

Die Nutzung einer Rollkugel beeinflusst die Umgebung eines Arbeitsplatzes wahrscheinlich nicht, außer dem Geräusch des Klickens. Sie benötigt viel weniger Platz für die Anwendung als eine Maus.

Die Nutzung einer Rollkugel kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinflusst werden:

- Vibration;
- Instabilität der Aufstellfläche;
- Staub und Schmutz, Flüssigkeiten.

Auch Hautfett an den Fingern und der Hand des Benutzers sowie Schmutz und feuchte Finger beeinflussen eine Rollkugel in ähnlicher Weise wie Schmutz aus der Umgebung.

## F.2 Anforderungen an die Gestaltung

### F.2.1 Übereinstimmung mit allgemeinen Gestaltungsanforderungen

#### F.2.1.1 Angemessenheit von Rollkugeln

Rollkugeln sind Zeigergeräte, die für die Steuerung mit der Hand und den Fingern gestaltet sind. Daher wird eine angemessene Universalgestaltung empfohlen, um den Benutzern zu ermöglichen, die maximale Leistung für diese Körperteile zu erzielen. Allerdings zeigen Studien, die verschiedene Eingabegeräte vergleichen, dass die Maus der Rollkugel hinsichtlich der Effektivität und Effizienz überlegen ist, wenn sie einzeln bewertet werden. Rollkugeln können sich allerdings als geeigneter erweisen, wenn sie zusammen mit einer Volltastatur für die meisten Anwendungen mit einer graphischen Benutzungsschnittstelle oder in einer Umgebung mit begrenztem Platz genutzt werden.

#### F.2.1.2 Handhabbarkeit von Rollkugeln

Die Eindeutigkeit von Rollkugelbetätigungen kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C2 oder Klasse C3 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und Anfänger erreicht werden. Für Geräte der Klassen C3 und C4 müssen die relevanten Informationen in der Dokumentation enthalten sein.

Die Vorhersehbarkeit der Zeigerbewegung auf dem Bildschirm in den Hauptrichtungen kann als gegeben betrachtet werden, wenn das Gerät zweidimensional betrieben wird. Aufgrund verschiedener Manipulationen der Wahrnehmbarkeit der Bewegung des Zeigers bei komplexeren Betätigungen (z. B. 3D-Anwendungen mit Beschleunigungen in Teilen des Raums) kann keine Empfehlung gegeben werden.

Im Hinblick auf die Konsistenz der Anwendung (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) gehören Rollkugeln aufgrund ihrer Abhängigkeit von der Umgebung (Vibration, Beschleunigungen) nicht zu den besten verfügbaren Geräten.

Die Rückmeldung einer Rollkugel kann sehr unterschiedlich erfolgen. Während alle Rollkugeln kinästhetische Rückmeldung liefern, sind einige Geräte für eine zusätzliche Kraftrückmeldung gestaltet. Rollkugeln können als haptische Anzeigen gestaltet sein.

### **F.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit Rollkugeln**

Die Gestaltung von Rollkugeln kann anthropometrischen Eigenschaften der Benutzerpopulation „Erwachsene Benutzer“ zu einem Grad entsprechen, dass Leistung und Genauigkeit für Zeigeaufgaben durch die Eigenschaften des Gerätes begrenzt werden. Daher werden Rollkugeln im Allgemeinen nicht als voll kompatibel betrachtet werden (Klasse C2).

Neue Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Rollkugel einigen anderen Eingabegeräten (Maus und Touchpad) im Hinblick auf Leistung und Genauigkeit [14] unterlegen ist. Dies ist ein Anzeichen für eine geringere Kompatibilität mit Benutzereigenschaften.

### **F.2.1.4 Rückmeldung**

Abhängig von der Funktionalität kann eine Rollkugel mehrere Arten der Rückmeldung geben:

- Kraft (aktiv) bei geeignet gestalteten Geräten;
- haptisch im Allgemeinen (Kraft, Vibrationen, Beschleunigungen usw.);
- kinästhetisch (durch Schaltelemente und andere Stellteile).

Bei komplexen Geräten (z. B. bei einer in eine Maus integrierten Rollkugel mit verschiedenen Schaltelementen) können entweder eine oder auch mehrere dieser Formen der Rückmeldung gleichzeitig oder in enger Reihenfolge erfolgen. Aufgrund der Komplexität der Fragestellung wird dieser Teil von ISO 9241 keine partielle Empfehlung für einzelne Elemente des Gerätes geben.

ANMERKUNG Aufgrund der Komplexität dieser Fragestellung werden in diesem Teil der ISO 9241 keine konkreten Hinweise zu den individuellen Aspekten dieser Geräte gegeben.

### **F.2.1.5 Steuerbarkeit von Rollkugeln**

#### **F.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs**

Der unbeabsichtigte Verlust der Steuerung der Kugel während der vorgesehenen Nutzung kann unter ungünstigen Verhältnissen vorkommen. Dies kann öfter erfolgen als beim Gebrauch einer Maus oder eines Touchpads unter den gleichen Verhältnissen.

#### **F.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Der schnelle und einfache Zugriff zu einer Rollkugel ist gegeben, wenn das Gerät innerhalb des Greifraums des Benutzers angeordnet ist.

#### **F.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile**

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung eines Schaltelementes oder einer Kombination von Schaltelementen nicht den Fokus des Zeigers bewegt.

Die Schaltelemente sollten so angeordnet sein, dass eine Fingerstreckung minimiert wird.

## **F.2.2 Funktionsmerkmale**

### **F.2.2.1 Verankerung**

Rollkugeln sind Eingabegeräte, die für die Feinpositionierung gestaltet sind. Daher muss es möglich sein, Teile der Finger, der Hand, des Handgelenks oder des Arms entweder auf dem Eingabegerät oder auf der Arbeitsfläche zu verankern, um eine stabile Verbindung zwischen der Hand und der Stelle der Betätigung zu erzielen.

### F.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenaugkeit)

Eingabegeräte sollten so gestaltet sein, dass sie eine Auflösung erreichen, die die aufgrund der relevanten Elementaraufgabe erforderliche Genauigkeit unterstützt. Da die wichtigste Aufgabe für eine Rollkugel das Zeigen ist, wird die erforderliche Auflösung durch diese Elementaraufgabe bestimmt. Im Allgemeinen kann eine Rollkugel nicht zu den Eingabegeräten gezählt werden, die die höchste Auflösung ermöglichen.

Die Aufgabengenaugkeit, die für eine Rollkugel erforderlich ist, kann in folgende Klassen kategorisiert werden:

- C1 hoch (Schwierigkeitsgrad größer als 6);
- C2 mittel (Schwierigkeitsgrad größer als 4 und weniger oder gleich 6);
- C3 gering (Ein Schwierigkeitsgrad größer als 3 und weniger oder gleich 4)
- C4 sehr gering (Schwierigkeitsgrad gleich 3 oder weniger).

Für den Gebrauch einer Rollkugel mit einem Betriebssystem, das auf einer graphischen Benutzungsschnittstelle basiert (GUI), muss für Universalanwendungen die Kategorie ermittelt werden für die folgende Benutzung der Tastatur (siehe Bild B.2):

- Volltastatur, bei der die alphanumerische Zone mittig vor dem Benutzer angeordnet ist;
- Schulterbreite des 5. Perzentils weiblich der vorgesehenen Benutzerpopulation;
- Gesamtbreite der Tastatur ist mindestens die Breite einer Volltastatur (420 mm).

ANMERKUNG Diese Haltung ist keine optimale Arbeitshaltung.

Ist das Gerät Teil einer komplexeren Einheit (z. B. tragbarer Computer) muss die Kategorie für den typischen Gebrauch dieses Gerätes ermittelt werden.

Die Methode mit der der Grad der Aufgabengenaugkeit ermittelt wurde, muss angegeben werden.

### F.2.2.3 Gestaltung des Schaltelementes

#### F.2.2.3.1 Bewegung des Schaltelementes

Das Gerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger beim bestimmungsgemäßen Gebrauch Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Abweichung von einer neutralen Körperhaltung betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachen muskulärer Beanspruchung.

Die Kontaktflächen der Schaltelemente sollten senkrecht sein zu der Hubrichtung des Schaltelementes und der Bewegung des Fingers während der Beugung.

#### F.2.2.3.2 Betätigung des Schaltelementes

Es sollte möglich sein, die Schaltelemente einer Rollkugel zu drücken, ohne das Gerät unbeabsichtigt zu bewegen.

#### F.2.2.3.3 Aktivierung des Schaltelementes

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es beim bestimmungsgemäßen Gebrauch robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

#### **F.2.2.3.4 Form des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen.

#### **F.2.2.3.5 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,5 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

Die Betätigungskraft sollte auf ein Minimum reduziert werden, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu gefährden.

#### **F.2.2.3.6 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **F.2.2.3.7 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass unbeabsichtigtes Betätigen eines Schaltelementes keine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **F.2.2.3.8 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein müssen.

#### **F.2.2.4 Berücksichtigung der Händigkeit**

Rollkugeln sollten mit jeder Hand bedienbar sein oder es sollten Geräte für Rechts- und Linkshänder verfügbar sein.

Die Form und Lage der Stellteile sollte so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **F.2.2.5 Konsistenz der Auflösung**

Die Auflösung einer Rollkugel muss unabhängig von der Position der Kugel sein.

Die Auflösung kann aber durch die Software oder den Benutzer geändert werden. Es kann zudem nützlich sein, unterschiedliche Einstellungen für verschiedene Teile des Zielobjektes vorzunehmen.

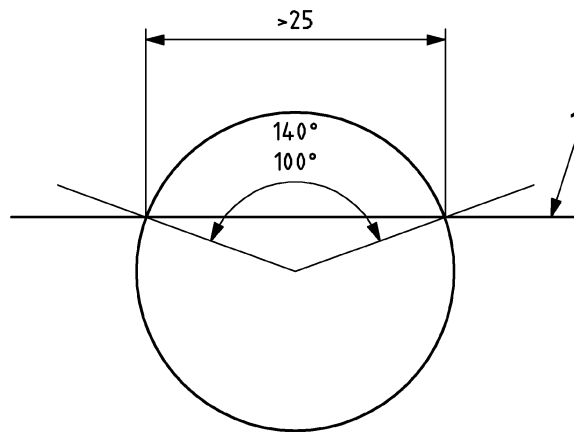
### **F.2.3 Mechanische Merkmale**

#### **F.2.3.1 Größe**

Der Durchmesser des unverdeckten Kugelsegmentes der Rollkugel sollte mindestens 25 mm betragen. Der Öffnungswinkel des unverdeckten Kugelsektors sollte, gemessen vom Mittelpunkt der Rollkugel, nicht weniger als 100° und nicht mehr als 140° betragen (siehe Bild F.2). Der empfohlene Öffnungswinkel beträgt 120°.



Maße in Millimeter



#### Legende

1 Oberfläche des Eingabegerätes

**Bild F.2 — Durchmesser und Öffnungswinkel des unbedeckten Kugelsektors einer Rollkugel**

#### F.2.3.2 Unbeabsichtigtes Rutschen

Der Sockel der Rollkugel darf sich beim bestimmungsgemäßen Gebrauch nicht unbeabsichtigt bewegen lassen.

#### F.2.3.3 Rollwiderstand beim Betätigen

Der Rollwiderstand einer Rollkugel sollte zwischen 0,2 N und 1,5 N liegen. Der Anfangswiderstand sollte 0,2 N bis 0,4 N betragen.

#### F.2.3.4 Verschiebung (Hub)

Eine Rollkugel ist kein Verschiebungsgerät.

#### F.2.3.5 Lage der Schaltelemente

Die Schaltelemente müssen so angeordnet sein, dass ihre Nutzung nicht die Bedienung der Kugel stört.

Die Form und Lage der Stellteile (Schaltelemente, Rad) sollten so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### F.2.4 Elektrische Merkmale

Für Rollkugeln, die keine externe Energieversorgung erfordern, weisen elektrische Merkmale keinen Bezug zur Gebrauchstauglichkeit auf.

Der Einfluss der Verkabelung auf die Anwendung einer Rollkugel beeinflusst die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes nicht. Elektromagnetische Einflüsse auf andere Einrichtungen an derselben Arbeitsstation können aufgrund von Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unwesentlich betrachtet werden.

Das Gewicht der Rollkugel ist für ihre Anwendung nicht von Bedeutung. Dies gilt nicht für handgehaltene Geräte.

#### F.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Die Kugel sollte zum Reinigen leicht entfernbar sein.

Für Umgebungen, in denen Staub oder Flüssigkeiten den Betrieb des Gerätes beeinflussen können, können Rollkugeln mit robuster Ausführung genutzt werden (z. B. versiegelte, staubdichte, gegen Flüssigkeiten widerstandsfähige Geräte).

### **F.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale**

**WARNHINWEIS — Rollkugeln sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Ecken und Kanten von Rollkugeln dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt.

### **F.2.7 Wechselwirkung mit Software**

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation (siehe F.3) angeben, auf welche Art das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen. Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.

### **F.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung**

Der Einfluss von Vibrationen kann durch geeignete Gestaltung derjenigen Teile des Geräts verringert werden, die bei der Bedienung zum Ankern von Teilen der Hand und der Finger dienen.

Potentielle Abhilfen gegen Vibrationen des Benutzers und/oder der Auflagefläche können durch eine adäquate Software realisiert werden. Da sich dieser Teil von ISO 9241 nur mit physikalischen Geräten befasst, erfolgen hierzu keine Festlegungen.

## **F.3 Dokumentation**

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten:

- optimale Lage des Gerätes für beste Effektivität, Effizienz und bequeme Körperhaltung;
- günstigste Lage des Gerätes für gleichzeitige Nutzung mit einer Tastatur;
- Möglichkeiten der Hardware/Software, die Körperhaltung zu verbessern oder biomechanische Belastung verringern (z. B. Einstellungen für verschiedene Schaltelemente, Änderung der Einstellung des Gerätes zum Entlasten von Fingern und Daumen usw.).

## Anhang G (normativ)

### Touchpads

#### G.1 Merkmale der Touchpads

##### G.1.1 Allgemeines

Touchpads funktionieren ähnlich wie Tabletts, aber ohne die für das Tablett typische mechanische Vermittlungseinrichtung (wie Griffel oder Puck) zwischen der Hand und dem Wahrnehmungsmechanismus, daher das Synonym „berührungsempfindliches Tablett“.

Wie alle Tabletts ermöglichen Touchpads eine zweidimensionale Eingabe. Anders als Mäuse und Joysticks kann ein Touchpad eingerichtet werden, um mehrere Kontaktpunkte gleichzeitig wahrzunehmen.

Touchpads können in verschiedenen Größen ausgeführt werden, meistens aber sind sie klein (mehrere cm<sup>2</sup>) und in tragbaren Geräten eingebaut. Sie können in einteilige Konstruktionen eingelassen sein, so dass Rillen vermieden werden, wo sich Schmutz ansammeln kann. Dies macht sie geeignet für sehr saubere Umgebungen (z. B. Krankenhäuser) oder sehr schmutzige (z. B. Produktionsstätten).

Touchpads können in Bereiche mit unterschiedlichen Funktionalitäten aufgeteilt werden (z. B. Wahrnehmung von Bewegung, Lage und Druck). Touchpads können für absolute (Wahrnehmung der Lage) oder relative Eingabe (Wahrnehmung der Bewegung) genutzt werden. Am häufigsten werden sie für die relative Eingabe bei tragbaren Computern als Ersatz für die Maus genutzt.

##### G.1.2 Funktionsmerkmale

Funktionsmerkmale von Touchpads hängen mit Folgendem zusammen:

- Verankern der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes benötigt werden (Hand, Finger und Daumen);
- Verankern des Gerätes auf der Arbeitsfläche oder anderen Gegenständen;
- Ansteuerung des Zielobjektes;
- zusätzliche Eingabe durch Schaltelemente, Schalter usw.

Die relevanten Merkmale für die Verankerung sind die mechanische Gestaltung des Gehäuses und der Schaltelemente.

Für das Ansteuern des Zielobjektes sind die Merkmale des Pads, die dynamischen Merkmale der Schaltelemente (Bewegung, Betätigung und die Wechselwirkung der Betätigung mit der Steuerung des Gerätes) wichtig.

##### G.1.3 Mechanische Merkmale

Die mechanischen Merkmale eines Touchpads, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form, Profil des Gehäuses,
- Größe des empfindlichen Bereichs,
- Glätte des empfindlichen Bereichs,
- Schaltelemente (Position, Form, Kraft, Rückmeldung) und
- Form, Lage und Sichtbarkeit anderer Stellteile, wenn vorhanden.

### **G.1.4 Elektrische Merkmale**

Die elektrischen Merkmale von Touchpads, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Verkabelung und
- Batterien, wenn im Gerät untergebracht.

### **G.1.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale**

Instandhaltungsbezogene Merkmale, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, beziehen sich auf die Reinigung des Gerätes.

### **G.1.6 Sicherheits- und gesundheitsrelevante Merkmale**

**WARNHINWEIS** — Touchpads sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.

Es liegen keine Erkenntnisse vor zu der technischen Gestaltung eines Touchpads, die eine Betrachtung in Verbindung mit der Sicherheit des Benutzers erfordern. Allerdings müssen die Oberflächeneigenschaften des berührungsempfindlichen Bereichs (Reibung, Glätte) berücksichtigt werden.

### **G.1.7 Wechselbeziehung mit Software**

Der Betrieb eines Touchpads ist in hohem Maße softwareabhängig. Üblicherweise ist es dem Benutzer erlaubt, einige relevante Änderungen bei der Software durchzuführen, wodurch sich die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes erheblich ändern kann. Die wichtigste Veränderung, die ein Benutzer durchführen kann, ist die Einstellung des Übertragungsfaktors auf persönliche Präferenzen.

Ein Touchpad wird üblicherweise mit einer eigenen Software ausgeliefert und betrieben, die seine gesamte Funktionalität unterstützt, sonst kann es mit Hilfe des Standard-Treibers betrieben werden der ihm möglicherweise nur begrenzte Fähigkeiten anbietet.

Besondere Software kann helfen, die Begrenztheit der Fähigkeiten des Benutzers zu überwinden.

**BEISPIEL** Die meisten Menschen sind unfähig, einen geraden Strich zu ziehen, unabhängig von dem Gerät, das sie nutzen (Stift, Griffel oder Maus). Das elektronische Gegenstück zu einem mechanischen Lineal ermöglicht selbst Menschen mit sehr beschränkten zeichnerischen Fähigkeiten, präzisere Striche zu ziehen als geübte Zeichner und dies in hohem Maße unabhängig von der Umgebung (z. B. in schwankenden Fahrzeugen).

### **G.1.8 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung**

Die Nutzung eines Touchpads beeinflusst die Umgebung eines Arbeitsplatzes wahrscheinlich nicht, außer dem Geräusch des Klickens. Sie benötigt viel weniger Platz für die Anwendung als eine Maus.

Die Nutzung eines Touchpads kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinflusst werden:

- Vibration;
- Instabilität der Aufstellfläche;
- relative Luftfeuchte (indirekt durch den Schweiß auf den Fingerkuppen);
- Temperatur (indirekt durch den Schweiß auf den Fingerkuppen).

Auch Hautfett an den Fingern und der Hand des Benutzers beeinflussen ein Touchpad in ähnlicher Weise wie Schmutz aus der Umgebung.

## G.2 Anforderungen an die Gestaltung

### G.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### G.2.1.1 Angemessenheit von Touchpads

Touchpads sind Zeigegeräte, die für die Steuerung mit der Hand und den Fingern gestaltet sind. Daher ist es empfehlenswert, durch eine angemessene Universalgestaltung es den Benutzern zu ermöglichen, die maximale Leistung für diese Körperteile zu erzielen. Allerdings zeigen Studien, die verschiedene Eingabegeräte vergleichen, dass die Maus dem Touchpad hinsichtlich der Effektivität und Effizienz überlegen ist, wenn sie für sich allein bewertet werden. Trotzdem können Touchpads sich häufig als angemessener erweisen, wenn sie zusammen mit einer Volltastatur für Anwendungen mit einer graphischen Benutzungsschnittstelle oder in einer Umgebung mit begrenztem Platz genutzt werden.

Falls Touchpads mit Software mit der erforderlichen Funktionalität ausgestattet sind, so können sie ohne zusätzliche Hardware wie Schaltelemente oder andere Stellteile für Zeigen, Ziehen und Klicken genutzt werden. Daher kann ein Touchpad für einige Aufgaben eine höhere Angemessenheit aufweisen als eine Maus.

Touchpads haben ein sehr flaches Profil und können in andere Einrichtungen wie Schreibtische und Tastaturen mit flachem Profil integriert werden. Diese Integration verringert die Rückkehrzeit von der Tastatur zu dem Zeigegerät und umgekehrt. Dies bietet für tragbare Geräte viele Vorteile.

Die einfache Konstruktion von Touchpads ohne bewegliche Teile führt zu verlässlichem und langlebigem Betrieb und macht sie damit geeignet für Umgebungen, wo sie intensiver Nutzung ausgesetzt sind oder wo Verlässlichkeit entscheidend ist.

Touchpads können in verschiedenen Zuständen betrieben werden. Zum Beispiel kann ein und dasselbe Gerät als Zeigegerät genutzt werden und gleichzeitig eine Anzahl anderer unterschiedlicher Geräte simulieren, z. B. numerischer Block, Schieber.

#### G.2.1.2 Handhabbarkeit von Touchpads

Die Eindeutigkeit von Touchpadbetätigungen kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C1 oder Klasse C2 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und Anfänger erreicht werden, da das Touchpad im Hinblick auf die Direktheit zwischen Handlung und Reaktion das zweitbeste Gerät nach dem Berührungsbildschirm ist.

Für Geräte der Klassen C3 und C4 müssen die relevanten Informationen in der Dokumentation enthalten sein. Derartige Geräte müssen wahrscheinlich mit zusätzlichen Tasten für Klicken und Doppelklicken (oder als Ersatz für die linke und rechte Maustaste) genutzt werden.

Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm in den Hauptrichtungen kann als gegeben betrachtet werden, wenn das Gerät zweidimensional betrieben wird. In dieser Hinsicht ist das Touchpad eine der besten Lösungen für Eingabegeräte.

Im Hinblick auf die Konsistenz der Anwendung (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) gehören Touchpads aufgrund ihrer geringen Abhängigkeit von der Umgebung (Vibration, Beschleunigungen) zu den besten verfügbaren Geräten. Allerdings kann die Nutzung eines Touchpads mehr oder weniger stark durch das Schwitzen des Benutzers aufgrund der relativen Luftfeuchte, der Umgebungstemperatur oder der vorangegangenen Arbeit des Benutzers erschwert werden.

### **G.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit Touchpads**

Die Gestaltung von Touchpads kann anthropometrischen Eigenschaften der Benutzer zu einem Grad entsprechen, dass Leistung und Genauigkeit für Zeigeaufgaben durch die Eigenschaften des Gerätes begrenzt werden. Daher können Touchpads im Allgemeinen nicht als voll kompatibel betrachtet werden (Klasse C2).

Neue Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass das Touchpad im Hinblick auf Leistung und Genauigkeit der Maus unterlegen ist [15]. Dies ist ein Anzeichen für eine geringere Kompatibilität mit Benutzereigenschaften. Für viele Anwendungen ist die Leistung allerdings ausreichend.

### **G.2.1.4 Rückmeldung**

Touchpads vermitteln eine visuelle Rückmeldung.

### **G.2.1.5 Steuerbarkeit von Touchpads**

#### **G.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs**

Im Hinblick auf die Wahrscheinlichkeit, die Kontrolle unbeabsichtigt zu verlieren, sind Touchpads die zuverlässigsten Geräte.

#### **G.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Der schnelle und einfache Zugriff zu einem Touchpad ist gegeben, wenn das Gerät innerhalb des Greifraums des Benutzers angeordnet ist. Der Zugriff auf das Gerät ist einfach und ohne Zwischengeräte möglich.

#### **G.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile**

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung eines Schaltelementes oder einer Kombination von Schaltelementen nicht den Fokus des Zeigers bewegt.

Die Schaltelemente sollten so angeordnet sein, dass eine Fingerstreckung minimiert wird.

## **G.2.2 Funktionsmerkmale**

### **G.2.2.1 Verankerung**

Bei der Nutzung von Touchpads für die Feinpositionierung muss es möglich sein, Teile der Finger, der Hand, des Handgelenks oder des Arms entweder auf dem Eingabegerät oder auf der Arbeitsfläche zu verankern, um eine stabile Verbindung zwischen der Hand und der Stelle der Betätigung zu erzielen. Die Gestaltung des Gerätes braucht keinen Platz für eine Verankerung zu enthalten, sollte jedoch diesen Aspekt in seiner Gestaltung berücksichtigen.

### **G.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenauigkeit)**

Eingabegeräte sollten so gestaltet sein, dass sie eine Auflösung erreichen, die die aufgrund der relevanten Elementaraufgabe erforderliche Genauigkeit unterstützt. Da die wichtigste Aufgabe für ein Touchpad das Zeigen ist, wird die erforderliche Auflösung durch diese Elementaraufgabe bestimmt. Im Allgemeinen kann ein Touchpad nicht zu den Eingabegeräten gezählt werden, die die höchste Auflösung ermöglichen.

Die Aufgabengenauigkeit, die für ein Touchpad erforderlich wird, kann in folgende Klassen kategorisiert werden:

- C1 hoch (Schwierigkeitsgrad größer als 6);
- C2 mittel (Schwierigkeitsgrad größer als 4 und weniger oder gleich 6);
- C3 gering (Schwierigkeitsgrad größer als 3 und weniger oder gleich 4);
- C4 sehr gering (Schwierigkeitsgrad gleich 3 oder weniger).

Für den Gebrauch eines (getrennten) Touchpads mit einem Betriebssystem, das auf einer graphischen Benutzungsschnittstelle basiert (GUI), muss für Universalanwendungen die Kategorie ermittelt werden für die folgende Benutzung der Tastatur (siehe Bild B.2):

- Volltastatur, bei der die alphanumerische Zone mittig vor dem Benutzer angeordnet ist;
- Schulterbreite des 5. Perzentils weiblich der vorgesehenen Benutzerpopulation;
- Gesamtbreite der Tastatur ist mindestens die Breite einer Volltastatur (420 mm).

ANMERKUNG Diese Haltung ist keine optimale Arbeitshaltung.

Ist das Gerät Teil einer komplexeren Einheit (z. B. tragbarer Computer) muss die Kategorie für den typischen Gebrauch dieses Gerätes ermittelt werden.

Die Methode mit der der Grad der Aufgabengenaugigkeit ermittelt wurde, muss angegeben werden.

### **G.2.2.3 Gestaltung des Schaltelementes**

#### **G.2.2.3.1 Bewegung des Schaltelementes**

Das Gerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger beim bestimmungsgemäßen Gebrauch Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Abweichung von einer neutralen Körperhaltung betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachung muskulärer Beanspruchung.

Die Kontaktflächen der Schaltelemente sollten senkrecht sein zu der Hubrichtung des Schaltelementes und der Bewegung des Fingers während der Beugung.

#### **G.2.2.3.2 Betätigung des Schaltelementes**

Es sollte möglich sein, die Schaltelemente eines Touchpads zu drücken, ohne das Gerät unbeabsichtigt zu bewegen.

#### **G.2.2.3.3 Aktivierung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es beim bestimmungsgemäßen Gebrauch robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

#### **G.2.2.3.4 Form des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen.

#### **G.2.2.3.5 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,5 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

ANMERKUNG Die Betätigungskraft sollte auf ein Minimum reduziert werden, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu gefährden.

#### **G.2.2.3.6 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **G.2.2.3.7 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass unbeabsichtigtes Betätigen eines Schaltelementes keine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **G.2.2.3.8 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein müssen.

#### **G.2.2.4 Berücksichtigung der Händigkeit**

Touchpads sollten mit jeder Hand bedienbar sein oder alternativ sollten Geräte für Rechts- und Linkshänder verfügbar sein. Während die Form des Touchpads dies immer erlaubt, kann ein Problem durch die Form und Lage der anderen Stellteile entstehen oder durch die Positionierung des Touchpads auf einem anderen Gerät (z. B. Tastatur).

Die Form und Lage der Stellteile sollte so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **G.2.2.5 Konsistenz der Auflösung**

Die Auflösung eines Touchpads muss unabhängig von der Lage sein.

Die Auflösung kann aber durch die Software oder den Benutzer geändert werden. Es kann zudem nützlich sein, unterschiedliche Einstellungen für verschiedene Teile des Zielobjektes vorzunehmen.

### **G.2.3 Mechanische Merkmale**

#### **G.2.3.1 Größe**

Obwohl die absolute Größe des empfindlichen Bereichs eine gewisse Beziehung zu der maximal erreichbaren Effektivität und Effizienz aufweist, bestimmen hauptsächlich sowohl Software als auch die Berührungstrategie die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes. Aus diesem Grund kann für die absolute Größe der Geräte mit vergleichbarer Größe keine Empfehlung gegeben werden.

#### **G.2.3.2 Unbeabsichtigtes Rutschen**

Der Sockel des Touchpads darf sich bei der vorgesehenen Nutzung nicht unbeabsichtigt verschieben lassen.

#### **G.2.3.3 Betätigen (Ziehen des Fingers)**

Die Oberflächeneigenschaften des Wahrnehmungsmechanismus sollte so gewählt werden, dass es dem Benutzer möglich ist, das Gerät ohne unangemessenen Druck zu steuern. Ist der Druck zu hoch, kann die Effizienz leiden. Zudem können auch die Fingerkuppen durch die Reibung zwischen dem Gerät und der Haut leiden.

#### **G.2.3.4 Verschiebung (Hub)**

Ein Touchpad ist kein Verschiebungsgerät.

#### **G.2.3.5 Lage der Schaltelemente**

Die Schaltelemente müssen so angeordnet sein, dass ihre Nutzung nicht die Bedienung des Touchpads und/oder der Tastatur stört, wenn das Gerät und die Tastatur im gleichen Gehäuse eingebaut sind.

Die Form und Lage der Stellteile (Schaltelemente, Rad) sollten so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.



## G.2.4 Elektrische Merkmale

Bei Touchpads, die keine externe Energieversorgung erfordern, weisen elektrische Merkmale keinen Bezug zur Gebrauchstauglichkeit auf.

Der Einfluss der Verkabelung auf die Anwendung eines Touchpads beeinflusst die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes nicht.

Elektromagnetische Einflüsse auf andere Einrichtungen an derselben Arbeitsstation können aufgrund von Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unwesentlich betrachtet werden.

Das Gewicht von Touchpads ist nur für die Reibung zwischen der Auflagefläche und der Unterseite des Gerätes von Bedeutung. Zusätzliche Batterien beeinflussen sie nicht.

## G.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Touchpads erfordern außer Reinigung keine Instandhaltung durch den Benutzer. Da ihre einfache mechanische Ausführung sie weniger als andere Eingabegeräte dafür anfällig macht, Staub oder Schmutz zu sammeln und auch widerstandsfähiger gegen eingedrungene Getränke usw. ist, können Touchpads eine gute Wahl für Arbeitsbereiche sein, wo andere Geräte wahrscheinlich versagen.

## G.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

**WARNHINWEIS** — Touchpads sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.

Ecken und Kanten von Touchpads dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt.

## G.2.7 Wechselwirkung mit Software

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation angeben, in welcher Art das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen. Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.

## G.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

Die Wechselwirkung zwischen der Anwendung des Touchpads und der Nutzungsumgebung ist ziemlich gering. Dadurch, dass das Gerät keinen Puck besitzt, der wegrutschen oder weggestoßen werden kann, bleibt der Zeiger auf dem Bildschirm stehen, wenn er einmal platziert ist. Dadurch ist das Gerät gut geeignet für Zeigeaufgaben in Umgebungen, die Vibrationen oder Bewegungen ausgesetzt sind (z. B. Autos, Züge, Boote, Cockpits).

Der Einfluss von Vibrationen kann durch die geeignete Gestaltung der Teile reduziert werden, die für die Verankerung von Teilen der Hand oder Finger während der Betätigung genutzt werden.

### **G.3 Dokumentation**

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten:

- optimale Lage des Gerätes für beste Effektivität, Effizienz und bequeme Körperhaltung;
- günstigste Lage des Gerätes für gleichzeitige Nutzung mit einer Tastatur;
- Möglichkeiten der Hardware/Software, die Körperhaltung zu verbessern oder biomechanische Belastung verringern (z. B. Einstellung verschiedener Schaltelemente, Änderungen der Einstellung um Finger oder Daumen zu entlasten usw.);
- Instruktionen zur Verbesserung der Nutzung zusätzlicher Möglichkeiten (z. B. Mehrfachtippen auf das Pad anstatt die Schaltelemente zu nutzen).

## Anhang H (normative)

### Tabletts und Overlays

#### H.1 Merkmale der Tabletts und Overlays

##### H.1.1 Allgemeines

Tabletts sind Geräte, die zur Eingabe der absoluten Information über die Lage bestimmt sind. Ihre Benutzung erfordert ein mechanisches Übertragungsmittel (z. B. einen Griffel oder Puck) zwischen der Hand und der abtastenden Vorrichtung. Tabletts erlauben eine zweidimensionale Eingabe. Anders als Mäuse oder Joysticks kann ein Tablett so eingerichtet werden, dass gleichzeitig mehrere Kontaktstellen erkannt werden.

Tabletts werden in verschiedenen Größen ausgeführt, von klein bis groß. Sie können in Bereiche mit unterschiedlicher Funktionalität (z. B. in bewegungs-, positions- und druckempfindliche Bereiche) oder unterschiedlicher Auflösung aufgeteilt werden und können für die absolute (Ermittlung der Lage) und relative (Ermittlung der Bewegung) Eingabe eingesetzt werden.

##### H.1.2 Funktionsmerkmale

Funktionsmerkmale von Tabletts betreffen Folgendes:

- Verankerung der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes notwendig sind (Hand, Finger und Daumen);
- Verankerung des Gerätes auf der Arbeitsfläche oder auf anderen Objekten;
- Ansteuerung des Zielobjekts;
- zusätzliche Eingabe durch Knöpfe, Schalter usw.

Die für die Verankerung relevanten Merkmale sind die mechanische Gestaltung des Gehäuses und der Schaltelemente.

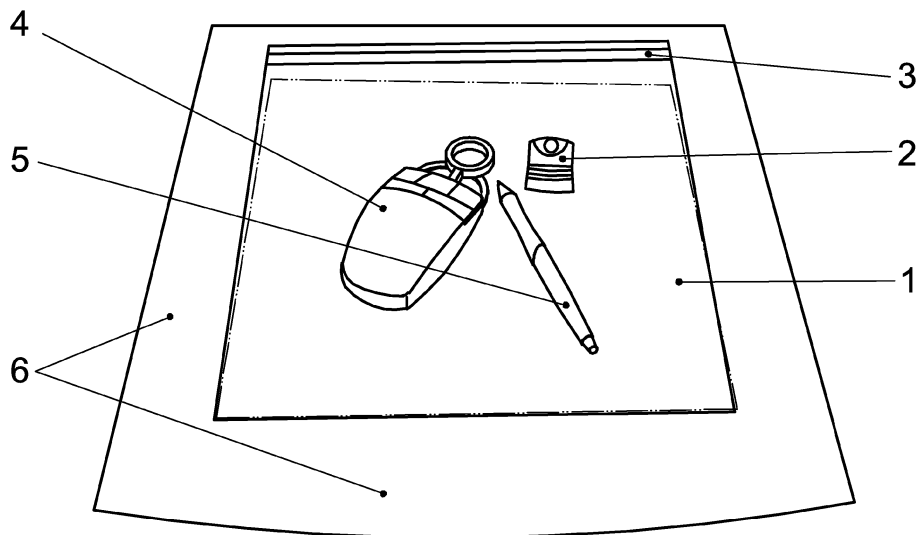
Für die Auswahl des Zielobjektes sind die Merkmale des empfindlichen Bereichs, die Position und die dynamischen Eigenschaften der Schaltelemente (Bewegung, Betätigung und die Beeinflussung der Steuerung des Gerätes durch die Betätigung) wichtig.

##### H.1.3 Mechanische Merkmale

Die mechanischen Merkmale eines Tabletts (siehe Bild H.1), die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form, Profil des Gehäuses (Höhe, Tiefe und Neigung),
- Abmessungen des empfindlichen (aktiven) Bereichs,
- Abmessungen des inaktiven Bereichs,
- Schaltelemente (Position, Form, Kraft, Rückmeldung),
- Form, Position und Sichtbarkeit anderer Stellteile, wenn vorhanden,

- Ablageeinrichtung für den Griffel,
- Glätte der Oberfläche (wichtig für die Reflexblendung und die Führung des Griffels) und
- Transmissionsgrad der Abdeckung (wichtig für die Benutzung von Overlays).



#### Legende

- 1 empfindlicher Bereich, Abdeckung des Overlays
- 2 Ablageeinrichtung des Griffels
- 3 Bereich mit virtuellen Schaltelementen
- 4 Puck
- 5 Griffel
- 6 inaktiver Bereich

**Bild H.1 — Tablett mit Bereichen und Zubehör**

### H.1.4 Merkmale bezüglich Lesbarkeit und Sichtbarkeit

Tablets und Overlays weisen Oberflächen mit einer recht großen Ausdehnung auf, auf denen teilweise visuelle Information präsentiert wird, z. B. Zeichen, andere graphische Symbole oder Icons. Für die Gestaltung der visuellen Information gelten ähnliche Anforderungen wie für sonstige visuelle Anzeigen. Die Wahrscheinlichkeit von Fehlern und Störungen infolge Reflexblendung fällt etwas höher aus als bei Bildschirmen, weil die meisten Tablets horizontal ausgerichtet sind.

Relevante Merkmale, die in diesem Teil der ISO 9241 behandelt werden, sind

- Lesbarkeit von Bezeichnungen und graphischen Symbolen,
- Größe von Bezeichnungen und graphischen Symbolen,
- Farbe und Kontrast von Bezeichnungen und graphischen Symbolen und
- Reflexionen und Blendung auf dem Tablett oder dem Overlay.

### H.1.5 Elektrische Merkmale

Die elektrischen Merkmale von Tablets, die relevant für Gebrauchstauglichkeit sind, sind

- Verkabelung und
- Batterien, wenn im Gerät untergebracht.

### H.1.6 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Die instandhaltungsbezogenen Merkmale, die relevant für Gebrauchstauglichkeit sind, beziehen sich auf die Reinigung des Gerätes und seines Zubehörs. Bei manchen Geräten kann ein Austausch der Spitze des Griffels erforderlich werden.

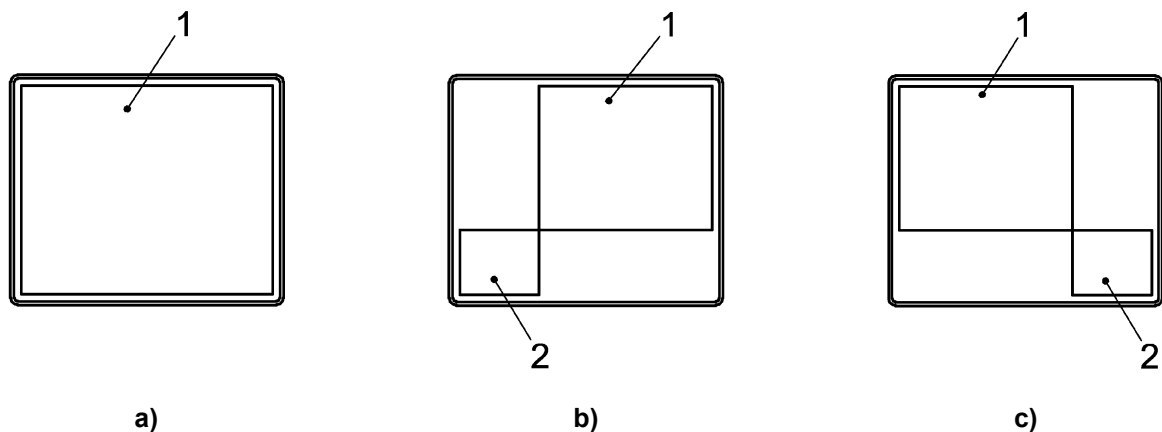
### H.1.7 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

Bezüglich der Sicherheit der Benutzer sind keine allgemeinen Probleme bekannt, die sich aus den mechanischen Eigenschaften von Tablettis ergeben können.

Die Anwendung von Tablettis erfordert längeren Hautkontakt mit der Oberfläche. Daher müssen chemische Merkmale (Material, Emissionen) sowie thermische Merkmale berücksichtigt werden.

### H.1.8 Wechselbeziehung mit Software

Der Betrieb von Tablettis ist in hohem Maße softwareabhängig. Üblicherweise wird den Benutzern gestattet, einige relevante Einstellungen der Software vorzunehmen, die möglicherweise die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes erheblich beeinflussen. Die wichtigste Änderung, die der Benutzer vornehmen kann, besteht in der Aufteilung des aktiven Bereichs des Gerätes, um ihn den persönlichen Präferenzen anzupassen. Diese Maßnahme kann nicht nur im Allgemeinen die Gebrauchstauglichkeit eines bestimmten Gerätes ändern, sondern auch die biomechanische Belastung in einem erheblichen Maße verändern (Bild H.2).



ANMERKUNG Fläche „1“ in a), b) und c) entsprechen dem gesamten Bereich auf dem Bildschirm, der für die Anwendung genutzt wird. Zur Begrenzung der Bewegungen des Arms und der Hand, die für eine bestimmte Aktion benötigt werden, kann die Empfindlichkeit des Tablettis so geändert werden, dass entweder Bereich „1“ oder „2“ in b) und c) demselben Bildschirmbereich entsprechen.

**Bild H.2 — Aufteilung eines Tablettis beispielsweise für die Benutzung mit der rechten und linken Hand**

### H.1.9 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung

Es ist unwahrscheinlich, dass die Nutzung eines Tablettis die Nutzungsumgebung beeinflusst. Allerdings kann ein Tablett je nach Größe viel Platz beanspruchen. Der inaktive Bereich um den empfindlichen Bereich herum kann bis zu 50 % der Gesamtfläche des Gerätes belegen.

Die Nutzung eines Tablettis kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinträchtigt werden:

- Vibrationen;
- Instabilität der Auflagefläche.

## H.2 Anforderungen an die Gestaltung

### H.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### H.2.1.1 Angemessenheit von Tablettis

Da Tablettis Zeigergeräte sind, die durch den Arm, die Hand und die Finger gesteuert werden, ist es empfehlenswert durch eine angemessene Universalgestaltung den Benutzern zu ermöglichen, die größtmögliche Geschwindigkeit und Genauigkeit für diese Organe zu erreichen. Im Allgemeinen werden Tablettis mit dem Ziel gestaltet, die größtmögliche Eingabegenauigkeit zu erreichen. Um dieses Ziel zu erreichen, wird ein Kompromiss zwischen räumlichen Anforderungen und erreichbarer Effektivität eingegangen. Da die meisten Anwendungen den Einsatz eines weiteren Eingabegerätes erfordern (meistens einer Tastatur), hängt die Angemessenheit eines vorgegebenen Tablettis von der Bedeutung dieses weiteren Eingabegerätes für die Anwendung ab.

Selbst wenn eine Volltastatur mit der kleinstmöglichen Grundfläche eingesetzt und das Tablett so nahe wie möglich an diese herangerückt wird, ist das äußere Ende des aktiven Bereichs eines Tablettis mit einer Größe von etwa einem Blatt A4-Papier etwa 600 mm von der Medianebene (sagittal) des Körpers entfernt. Da die Schulterbreite von Erwachsenen zwischen 323 mm (5. Perzentil weiblich, europäischer Abstammung) und 388 mm (95. Perzentil männlich, europäischer Abstammung) beträgt, wird jeder Benutzer eine Armbewegung weit außerhalb des Greifraums ausführen müssen, um auf die entsprechende Stelle auf dem Bildschirm zugreifen zu können. Wenn ein Griffel benutzt wird, wird zudem dessen Spitze leichter ausrutschen, weil die Neigung des Griffels in dieser Position größer ist. Das bedeutet, dass sowohl die unter diesen Bedingungen gemessene Effektivität und Effizienz weit unter den Werten bei optimalen Bedingungen liegen werden (Tablett im optimalen Greifraum angeordnet). Das bedeutet, dass ein kleineres Tablett angemessener sein kann als ein Gerät mit einem größeren aktiven Bereich. Das bedeutet aber auch, dass andere Eingabegeräte mit einer geringeren nominellen Auflösung eine höhere Angemessenheit erreichen können als ein Tablett mit einer viel größeren Auflösung und einem ausgedehnteren aktiven Bereich.

#### H.2.1.2 Handhabbarkeit von Tablettis

Die Eindeutigkeit von Betätigungen auf dem Tablett (Zeigen) kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C1 oder Klasse C2 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und Anfänger erreicht werden, weil das Tablett bezüglich der Direktheit zwischen Aktion und Reaktion den zweitbesten Gerätetyp nach dem Berührungsbildschirm darstellt. Manche Tablettis enthalten sogar einen Bildschirm, um die gleiche Direktheit wie ein Berührungsbildschirm zu erreichen, allerdings bei einer viel höheren Effektivität. Der Zugriff auf erweiterte Funktionalität (Nutzung unterschiedlicher Modi, Programmieren von virtuellen Schaltelementen usw.) kann weitere Instruktionen erforderlich machen, wodurch die Benutzung schlechter durchschaubar wird. Bei Geräten, die den Klassen C3 und C4 genügen, muss die Dokumentation die relevante Information enthalten.

Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Anzeigers auf dem Bildschirm in den vier Hauptrichtungen kann als gegeben angenommen werden, wenn das Gerät zweidimensional benutzt wird. In dieser Hinsicht stellt das Tablett eine der bestmöglichen Lösungen für Eingabegeräte dar.

Bezüglich der Konsistenz der Funktion (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) gehören Tablettis wegen der Abhängigkeit ihrer Benutzung von der Nutzungsumgebung (Vibrationen, Beschleunigungen) nicht zu den besten der verfügbaren Produkten. Trotzdem ist das Verhalten von Tablettis in gut eingerichteten bzw. geschützten Arbeitsumgebungen und bei einer Anbringung auf stabilen Auflageflächen mit großer Wahrscheinlichkeit konsistent.

### H.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit Tablettis

Die Gestaltung eines Tablettis kann den anthropometrischen Eigenschaften der Benutzer zu einem Grad entsprechen, dass Leistung und Genauigkeit für Zeigeaufgaben nicht durch die Eigenschaften des Gerätes beschränkt werden. Das heißt, dass im Allgemeinen angenommen werden kann, dass Tablettis benutzerkompatibel sind (Klasse C1), wenn sie angemessene Abmessungen aufweisen und angemessen im Greifraum angeordnet werden.

Das für Zeigen am meisten genutzte mechanische Übertragungsmittel (Griffel) führt zu einer Körperhaltung, die im Vergleich zur Mausenutzung näher bei der neutralen Körperhaltung liegt, und scheint somit ein aus biomechanischer Sicht besseres Eingabegerät zu sein. Zudem erfordert die Eingabe der absoluten Lageinformation weniger repetitive Bewegungen als bei der relativen Eingabe mit Ziehen und Anheben der Maus.

### H.2.1.4 Rückmeldung

Tablettis geben eine visuelle Rückmeldung.

### H.2.1.5 Steuerbarkeit von Tablettis

#### H.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs

Bezüglich der Wahrscheinlichkeit des unbeabsichtigten Verlustes der Steuerung gehören Tablettis zu den zuverlässigsten Geräten.

#### H.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs

Ein schneller und leichter Zugriff zu einem Tablett ist gegeben, wenn das Gerät im Greifraum des Benutzers angebracht ist. Der Gerätezugriff erfordert mechanische Übertragungsmittel, die Zeit für Ablage und angemessene Positionierung erfordern.

#### H.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung von jedem Schaltelement oder von Kombinationen von Schaltelementen den Fokus des Zeigers nicht bewegt.

## H.2.2 Funktionsmerkmale

### H.2.2.1 Verankerung

Die Benutzung von Tablettis für eine Feinpositionierung erfordert, dass Teile der Finger, der Hand oder des Handgelenks auf dem Eingabegerät oder auf der Arbeitsfläche verankert werden, um eine stabile Beziehung zwischen der Hand und dem Ort der Aktivität aufzubauen. Die Konstruktion des Gerätes muss nicht notwendigerweise Platz für eine Verankerung vorsehen. Allerdings sollte sie diesen Aspekt berücksichtigen. Im Allgemeinen kann die gesamte Fläche eines Tablettis zur Verankerung der Hand dienen. Das Zeigen auf die äußersten Positionen des aktiven Bereichs erfordert entweder einen inaktiven Bereich rechts und links von dem Gerät und vor dem aktiven Bereich oder ein flaches Profil, das dem Benutzer die Benutzung der Auflagefläche zum Verankern ermöglicht.

### H.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenaugkeit)

Eingabegeräte sollten so gestaltet sein, dass sie eine Auflösung erreichen, die die durch die Elementaraufgabe geforderte Genauigkeit unterstützt. Da die wichtigste Elementaraufgabe für ein Tablett das Zeigen bildet, bestimmt diese Elementaraufgabe die erforderliche Auflösung. Im Allgemeinen gehören Tablettis zu Eingabegeräten, die die höchste Auflösung für die Eingabe ermöglichen.

Die für ein Tablett erforderliche Aufgabengenaugkeit kann in folgende Klassen eingeteilt werden:

- C1 hoch (Schwierigkeitsindex größer als 6);
- C2 mittel (Schwierigkeitsindex größer als 4 und kleiner oder gleich 6);
- C3 gering (Schwierigkeitsindex größer als 3 und kleiner oder gleich 4);
- C4 sehr gering (Schwierigkeitsindex 3 oder geringer).

Für die Nutzung eines Tablets unter Betriebssystemen mit einer graphischen Benutzungsoberfläche (GUI) für Universalanwendungen muss die Kategorie für die folgende Nutzung der Tastatur bestimmt werden (siehe Bild B.2):

- Volltastatur, bei der die alphanumerische Zone mittig vor dem Benutzer angeordnet ist;
- Schulterbreite des 5. Perzentils weiblich der vorgesehenen Benutzerpopulation;
- Gesamtbreite der Tastatur ist mindestens die Breite einer Volltastatur (420 mm).

ANMERKUNG Diese Haltung stellt keine optimale Arbeitshaltung dar.

Die Methode mit der der Grad der Aufgabengenaugkeit ermittelt wird, muss angegeben werden.

### **H.2.2.3 Gestaltung des Schaltelementes**

#### **H.2.2.3.1 Allgemeines**

Die Nutzung eines Tablets für Zeigen ist nicht notwendigerweise mit der Nutzung von physikalischen Schaltelementen verbunden. Falls Schaltelemente eingesetzt werden, können sie auf dem Tablett selbst oder auf dem Puck und dem Griffel angebracht sein. Für bestimmte Aktionen können die Tasten der Tastatur genutzt werden. Die in diesem Teil der ISO 9241 gegebene Anleitung gilt nur für die Schaltelemente auf dem Tablett, sofern sie physikalisch vorhanden sind.

#### **H.2.2.3.2 Bewegung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger beim bestimmungsgemäßen Gebrauch Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Auslenkung aus einer neutralen Körperhaltung heraus betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachen muskulärer Beanspruchung.

Die Berührungsfläche des Schaltelementes sollte senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elementes und der Finger bei der Beugung ausgerichtet sein.

#### **H.2.2.3.3 Betätigung des Schaltelementes**

Es sollte möglich sein, die Schaltelemente eines Tablets zu drücken, ohne das Gerät unbeabsichtigt zu bewegen.

#### **H.2.2.3.4 Aktivierung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es beim bestimmungsgemäßen Gebrauch robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

#### **H.2.2.3.5 Form des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen.



#### **H.2.2.3.6 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,5 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

Die Betätigungskraft der Schaltelemente sollte minimiert werden, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu beeinträchtigen.

#### **H.2.2.3.7 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **H.2.2.3.8 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass eine unbeabsichtigte Betätigung des Schaltelementes keine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **H.2.2.3.9 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein müssen.

#### **H.2.2.4 Berücksichtigung der Händigkeit**

Tabletts sollten mit jeder Hand benutzt werden können, oder alternativ sollten Geräte für die Benutzung mit der rechten und linken Hand verfügbar sein. Während die Form von Tabletts dies immer ermöglicht, kann ein Problem z. B. durch falsche Aufteilung entstehen. Derartige Probleme sind allerdings entweder mit der Software verbunden oder werden durch eine fehlerhafte Benutzung verursacht. Daher kommt den Instruktionen in der Dokumentation eine besondere Bedeutung zu (siehe Abschnitt 9 und H.3).

Die Form und Lage der Stellteile sollten so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **H.2.2.5 Konsistenz der Auflösung**

Die Auflösung eines Tabletts muss unabhängig von der Position sein. In der Praxis entspricht das der Anforderung, dass mindestens eine Einstellung existieren muss, bei der die Auflösung überall gleich ist.

Für bestimmte Zwecke kann es sinnvoll sein, dass ein Tablett mit Teilflächen ausgestattet wird, die unterschiedliche Auflösung und Funktionalität aufweisen. In diesem Fall gilt die Anforderung für den zusammenhängenden Bereich, der für das Zeigen vorgesehen ist.

Allerdings darf die Auflösung durch die Software oder durch den Benutzer geändert werden. Unter Umständen kann es auch sinnvoll sein, unterschiedliche Auflösungen für verschiedene Bereiche eines Zielobjektes vorzusehen.

#### **H.2.2.6 Übertragungsfaktor Stellelement zu Anzeige**

Der Übertragungsfaktor Stellelement zu Anzeige sollte entsprechend zu den vorgesehenen Benutzerbedürfnissen und Anforderungen der Aufgaben einstellbar sein.

#### **H.2.2.7 Betätigungskraft auf dem Tablett oder Overlay**

Für Funktionen, die eine Eingabe mit Unterbrechungen erfordern, sollte die größte für die Eingabe erforderliche Kraft 1,0 N nicht überschreiten.

## H.2.3 Mechanische Merkmale

### H.2.3.1 Größe

Obwohl die absolute Größe des empfindlichen Bereichs eine bestimmte Beziehung zur höchsten erreichbaren Effektivität und Effizienz aufweist, wird die Gebrauchstauglichkeit eines Gerätes hauptsächlich durch die Software und die Berührungsstrategie bestimmt. Zudem kann die Gebrauchstauglichkeit eines Tablett mit einer Ausdehnung größer als der Greifraum des Benutzers von der Körperhaltung (sitzend oder stehend) und der Ausrichtung des Gerätes im Raum (horizontal, vertikal oder näher zu horizontal oder vertikal) abhängen. Aus diesen Gründen kann keine Empfehlung für die absoluten Abmessungen von Geräten mit vergleichbaren Dimensionen gegeben werden.

### H.2.3.2 Höhe, Tiefe und Neigung

Wenn das Tablett in der Arbeitsstation eingebaut ist, so sollte die Gestaltung des Tablett (Höhe, Tiefe und Neigung) es dem Benutzer ermöglichen, die Bezugskörperhaltung einzunehmen.

### H.2.3.3 Kontaktfläche von Tablett und Overlay

Die Fläche von Tablett und Overlays, mit der der Benutzer in Kontakt kommt, sollte flach und glatt sein. Sie sollte ein Abrutschen der Spitze des Griffels verhindern.

### H.2.3.4 Unbeabsichtigtes Rutschen

Die Basis des Gerätes sollte sich bei der bestimmungsgemäßen Verwendung nicht unbeabsichtigt bewegen lassen.

### H.2.3.5 Betätigung (Drücken zum Klicken)

Die Oberflächeneigenschaften des aktiven Bereichs (Glätte, Reibungskoeffizient) sind relevant für die Gebrauchstauglichkeit der Nutzung des Tablett in Verbindung mit einem Griffel. Um weiter entfernte Teile des Tablett zu erreichen, muss der Benutzer die Neigung des Griffels verändern, wodurch er leichter ausrutscht. Wenn die Einstellung der Software ein Drücken gegen die Fläche erfordert, kann sich das Zielobjekt während oder nach der Aktion bewegen.

Die Oberflächeneigenschaften sollten so ausgewählt werden, dass der mit der Auswahl des Zielobjektes verbundene Effekt so weit wie möglich vermieden wird. Da dieser Effekt auch mit den Merkmalen des Griffels, den Einstellungen der Software sowie den Abmessungen und der Position des Gerätes im Greifraum zusammenhängt, kann in diesem Teil der ISO 9241 diesbezüglich keine normative Anforderung gestellt werden.

### H.2.3.6 Verstellung

Ein Tablett arbeitet nicht mit Verstellungen.

### H.2.3.7 Lage der Schaltelemente

Sofern Schaltelemente vorgesehen werden, müssen diese so angeordnet sein, dass ihre Nutzung nicht mit der Nutzung des Griffels bzw. des Pucks in Konflikt kommen kann.

Die Form und Lage der Stellteile (Schaltelemente, Rad) sollten so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

### H.2.3.8 Overlays – Anordnung, Entfernen und Ebenheit

Das Overlay sollte einfach und leicht am Tablett angebracht und vom Tablett entfernt werden können. Es sollte sich nicht während der üblichen Bedienung unbeabsichtigt vom Tablett trennen können.

Das Overlay sollte bei einer Platzierung auf dem Tablett flach aufliegen.

## **H.2.4 Merkmale bezogen auf Lesbarkeit und Sichtbarkeit**

### **H.2.4.1 Lesbarkeit von Bezeichnungen und graphischen Symbolen**

Alle Bezeichnungen auf dem Tablett und Overlay müssen aus der vorgesehenen Sehentfernung lesbar sein. Graphische Symbole sollten aus der vorgesehenen Sehentfernung erkennbar sein.

### **H.2.4.2 Größe von Bezeichnungen und graphischen Symbolen**

Die Nomenklatur für die Symbole, Großbuchstaben und Zahlen auf dem Tablett und dem Overlay muss eine kleinste wahrgenommene Höhe von 16' (Bogenminuten) bei der vorgesehenen Sehentfernung aufweisen.

Die empfohlene wahrgenommene Höhe beträgt 20' (Bogenminuten).

### **H.2.4.3 Höhen-/Breitenverhältnis von Bezeichnungen**

Das Verhältnis der Breite eines Großbuchstabens (Ausnahme Großbuchstabe i: l) zur Höhe des Buchstabens muss zwischen 0,5 : 1 und 1 : 1 liegen.

### **H.2.4.4 Das Höhen-/Strichdickenverhältnis von Bezeichnungen**

Das Verhältnis der Höhe von einem Großbuchstaben zu seiner Strichdicke muss zwischen 5 : 1 und 14 : 1 liegen.

### **H.2.4.5 Farbe und Kontrast von Bezeichnungen und graphischen Symbolen**

Bei Farben, die der Unterscheidung von Information dienen, sollte der Farbunterschied sinnfällig und leicht wahrnehmbar sein.

Die Bezeichnungen und Symbole der Primärbelegung müssen einen Mindestkontrast der Leuchtdichten von 3 : 1 aufweisen. Ein geringerer Leuchtdichtekontrast für die Bezeichnung und Symbole der nicht primären Belegung ist zulässig, wenn Farbunterschiede dafür sorgen, dass sie erkennbar sind.

### **H.2.4.6 Oberflächenreflexionen auf Tablett und Overlays**

Reflexionen oder Blendung von der Oberfläche des Tablett und des Overlays sollten weder die Sichtbarkeit der aufgedruckten Darstellungen auf dem Tablett oder dem Overlay beeinträchtigen noch die Sehleistung bzw. den Sehkomfort mindern.

ANMERKUNG Overlay-Darstellungen können auf dem Tablett aufgedruckt sein oder aus entfernbarem Material bestehen.

### **H.2.4.7 Gruppierung nach Funktionen**

Funktionsgruppen eines Overlays oder Tablett sollten leicht und schnell unterscheidbar sein.

## **H.2.5 Elektrische Merkmale**

Bei Tablett ohne externe Energieversorgung sind elektrische Merkmale ohne Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit.

Der Einfluss der Verkabelung auf die Nutzung eines Tablett beeinflusst nicht die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes.

Elektromagnetische Einflüsse sonstiger Einrichtungen an der gleichen Arbeitsstation können aufgrund der vorhandenen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unbedeutend angesehen werden.

ANMERKUNG Tablett können mit der Verkabelung anderer Geräte in der Nähe in Konflikt geraten und Signale auf diesen Leitungen stören.

## H.2.6 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Tabletts erfordern vom Benutzer keine andere Instandhaltungsmaßnahme als eine Reinigung. Da ihre einfache mechanische Ausführung sie weniger als andere Eingabegeräte dafür anfällig macht, Staub oder Schmutz zu sammeln und auch widerstandsfähiger gegen eingedrungene Getränke usw. ist, können Tabletts eine gute Wahl für Arbeitsbereiche sein, bei denen andere Eingabegeräte (z. B. Mäuse) wahrscheinlich versagen werden.

Ist der Wechsel der Griffelspitze durch den Benutzer erlaubt, sollten hierfür keine Spezialwerkzeuge erforderlich sein.

## H.2.7 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

**WARNHINWEIS — Tabletts sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Das Material der Oberfläche des Tabletts und des Overlays sollte unter Berücksichtigung einer geringen thermischen Energieübertragung ausgewählt werden. Während Gesundheit und Sicherheit bezogene Normen, wie in ISO 13732-1, die oberen Grenzen für berührbare Flächen behandeln, sind für Eingabegeräte eher die niedrigeren Temperaturen relevant. Objekte mit niedrigen Oberflächentemperaturen können zu Energieverlust führen, wenn der Benutzer längeren Kontakt mit ihnen hat. Tabletts gehören zu Oberflächen, bei denen Kontaktzeiten im Bereich von 10 Sekunden bis mehreren Minuten zu berücksichtigen sind.

Der vorhandene Stand des Wissens genügt nicht, Anforderungen für Temperaturen von Tabletoberflächen zu rechtfertigen, die unterhalb der Hauttemperatur des Arms und der Hand liegen.

Ecken und Kanten von Tabletts dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt.

## H.2.8 Wechselwirkung mit Software

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation (siehe H.3) angeben, wie das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen.

Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.

## H.2.9 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

Die Wechselwirkung der Nutzung eines Tabletts und der Nutzungsumgebung ist größer als bei der Nutzung von Touchpads. Der wichtigste Faktor hierbei ist die Vibration des Gerätes und/oder des Benutzers. Reflexblendung auf den Oberflächen ist ein anderes wichtiges Thema.

Der Einfluss der Vibration kann durch eine angemessene Gestaltung derjenigen Teile gemindert werden, die zum Verankern der Hand und der Finger während der Betätigung benutzt werden können. Sieht die Gestaltung des Tabletts keinen Platz zum Verankern der Hand und der Finger vor, sollte das Profil des Gerätes dem Benutzer ermöglichen, irgendwelche Körperteile auf der Arbeitsfläche verankern zu können.

Eine Reduzierung des Platzbedarfs kann die Körperhaltung, insbesondere bei einer gleichzeitigen Nutzung mit einer Tastatur, und die Effektivität erheblich verbessern und deshalb sollte der inaktive Bereich so klein wie möglich sein, ohne die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes zu beeinträchtigen.

Festlegungen zur Reflexblendung sind in H.2.4 enthalten.

### H.3 Dokumentation

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten:

- optimale Position des Gerätes für beste Effektivität, Effizienz und eine bequeme Körperhaltung;
- beste Position des Gerätes für gleichzeitige Benutzung mit einer Tastatur;
- Merkmale der Hardware/Software, die die Körperhaltung verbessern oder biomechanische Belastungen mindern können (z. B. Einrichtung von verschiedenen Schaltelementen; Veränderungen der Einstellungen, um Finger und Daumen je nach Aufgabe zu entlasten; Aufteilen des aktiven Bereichs, um die Körperhaltung zu verbessern usw.);
- Instruktionen zur Verbesserung der Nutzung zusätzlicher Merkmale, die biomechanische Belastungen verringern können (z. B. Einrichten eines Schaltelementes zur Generierung eines Doppelklicks mit einer Einzelbetätigung; Einstellen der Software, um Objekte ohne kontinuierliches Drücken von Schaltelement zu ziehen usw.);
- Instruktionen zur Verbesserung der Lesbarkeit der Symbole und zur Verringerung der Reflexblendung für den Fall, dass sichtbare Oberflächen nicht matt gestaltet werden können, ohne die Gebrauchstauglichkeit zu beeinträchtigen (z. B. wenn ein Overlay aus hygienischen Gründen nicht matt ausgeführt sein kann).

## Anhang I (normativ)

### Griffel und Lichtgriffel

#### I.1 Merkmale von Griffeln und Lichtgriffeln

##### I.1.1 Allgemeines

Griffel und Lichtgriffel sind handgehaltene Zeigegeräte. Während die Nutzung eines Griffels einen empfindlichen Bereich auf einem tablettartigen Gerät (Tablett, Bildschirm usw.) benötigt, in dem die Anwesenheit der Spitze festgestellt werden kann, werden Lichtgriffel mit einem lichtempfindlichen Gerät zusammen benutzt.

##### I.1.2 Funktionsmerkmale

Die Funktionsmerkmale von Griffeln und Lichtgriffeln hängen mit Folgendem zusammen:

- Verankern der Körperteile, die für das Halten und Steuern des Gerätes notwendig sind (Greifen mit der Hand, den Fingern und dem Daumen);
- Auswahl des Zielobjekts;
- zusätzliche Eingabe durch Knöpfe, Schalter usw.

Die für das Verankern relevanten Merkmale sind die mechanische Gestaltung des Gehäuses und der Schaltelemente.

Für die Auswahl des Zielobjektes sind die Lage und die dynamischen Merkmale der Schaltelemente (Bewegung, Betätigung und die Störung der Steuerung des Gerätes durch den Vorgang der Betätigung) wichtig.

##### I.1.3 Mechanische Merkmale

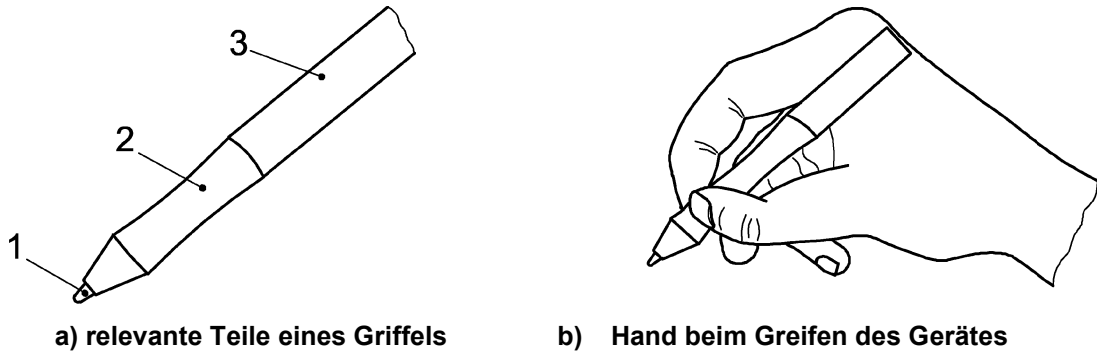
Die mechanischen Merkmale eines Griffels (siehe Bild I.1), die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Form, Profil des Gehäuses (Durchmesser, Länge und Gewicht),
- Schaltelemente (Position, Form, Kraft, Rückmeldung) und
- Ablageeinrichtung des Griffels.

##### I.1.4 Elektrische Merkmale

Die elektrischen Merkmale von Griffeln und Lichtgriffeln, die relevant für die Gebrauchstauglichkeit sind, sind

- Verkabelung, wenn vorhanden und
- Batterien, wenn im Gerät untergebracht,



#### Legende

- 1 Spitze
- 2 Bereich für das Verankern der Finger und des Daumens
- 3 Stiel

Bild I.1 — Griffel

### I.1.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Merkmale, die relevant für die Gebrauchstauglichkeit sind, beziehen sich auf das Wechseln der Griffelspitze.

### I.1.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

Bezüglich der Sicherheit und Gesundheit der Benutzer sind keine allgemeinen Probleme bekannt, die sich aus der mechanischen Gestaltung von Griffeln und Lichtgriffeln ergeben können.

Die Nutzung eines Griffels und Lichtgriffels erfordert längeren Hautkontakt mit der Oberfläche. Daher müssen chemische Merkmale (Material, Emissionen) berücksichtigt werden.

### I.1.7 Wechselbeziehung mit Software

Der Betrieb von Griffeln ist softwareabhängig. Benutzer können den optimalen Bereich für die Neigung einstellen für einen besseren Zugang zu weiter entfernten Teilen des Tablets, für die Empfindlichkeit der Spitze und die Funktion des Schaltelementes (z. B. Klicken, Doppelklicken, Klickfeststellen).

### I.1.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Benutzung eines Griffels oder Lichtgriffels die Umgebung beeinflusst, ist gering.

Die Nutzung beider Geräte kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinträchtigt werden:

- Vibrationen;
- Instabilität der Aufstellfläche.

Diese Probleme existieren allerdings in ähnlicher Art auch für Tablets und andere Geräte, die mit den betrachteten Geräten gemeinsam benutzt werden.

## I.2 Anforderungen an die Gestaltung

### I.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### I.2.1.1 Angemessenheit von Griffeln und Lichtgriffeln

Griffel und Lichtgriffel ähneln in ihrer mechanischen Form einigen der ältesten Werkzeuge, die je gebaut worden sind. Ihre Nutzung wird durch die Nutzung zusätzlicher Eingabemittel nicht nennenswert beeinträchtigt. Daher braucht die Angemessenheit dieser Geräte nicht getrennt von ihrer Gebrauchstauglichkeit betrachtet zu werden.

#### I.2.1.2 Handhabbarkeit von Griffeln und Lichtgriffeln

Die Eindeutigkeit von Betätigungen (Zeigen) kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Nutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C1 oder Klasse C2 kann für allgemeine Zwecke genutzte Geräte und Anfänger für einfache Aktionen erreicht werden. Der Zugriff auf erweiterte Funktionalitäten (z. B. Nutzung unterschiedlicher Modi, Programmieren von Schaltelementen für unterschiedlich komplexe Aktionen wie die Ausführung von Makros usw.) kann weitere Instruktionen erforderlich machen, wodurch die Benutzung schlechter durchschaubar wird. Bei Geräten, die den Klassen C3 und C4 genügen, muss die Dokumentation die relevante Information enthalten.

Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Anzeigers auf dem Bildschirm in den vier Hauptrichtungen kann als gegeben angenommen werden, wenn das Gerät zweidimensional benutzt wird.

Bezüglich der Konsistenz der Funktion (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) gehören Tablets und ähnliche Geräte wegen der Abhängigkeit ihrer Benutzung von der Nutzungsumgebung (Vibrationen, Beschleunigungen) nicht zu den besten verfügbaren Produkten. Daher kann die Nutzung von Griffeln und Lichtgriffeln in ähnlicher Weise beeinträchtigt werden. In gut eingerichteten bzw. geschützten Arbeitsumgebungen und bei einer Anbringung auf stabilen Auflageflächen ist es wahrscheinlich, dass das Verhalten von Tablets – und der mit Ihnen verwendeten Griffel und Lichtgriffel – konsistent ist.

#### I.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit Griffeln und Lichtgriffeln

Da die mechanische Gestaltung von Griffeln und Lichtgriffeln manchen der ältesten Werkzeuge ähnelt, kann die Benutzerkompatibilität als gegeben angesehen werden, wenn die Anforderungen in I.2.2 und in I.2.3 erfüllt sind.

#### I.2.1.4 Rückmeldung

Griffel geben eine kinästhetische Rückmeldung.

#### I.2.1.5 Steuerbarkeit von Griffeln und Lichtgriffeln

##### I.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs

Im Hinblick auf die Wahrscheinlichkeit eines unbeabsichtigten Verlustes der Steuerung sind Griffel und Lichtgriffel sehr zuverlässige Geräte.



#### **I.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Ein schneller und leichter Zugriff zu einem Griffel und Lichtgriffel ist gegeben, wenn das Gerät im Greifraum des Benutzers angebracht ist. Der Zugriff kann eine zusätzliche Einrichtung für die Ablage erfordern.

#### **I.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile**

Die Gestaltung des Gerätes muss sicherstellen, dass die Betätigung von jedem Schaltelement oder von Kombinationen von Schaltelementen den Fokus des Zeigers nicht bewegt.

### **I.2.2 Funktionsmerkmale**

#### **I.2.2.1 Verankern**

Die Benutzung von Griffeln für eine Feinpositionierung erfordert, dass Teile der Finger oder der Hand auf dem Eingabegerät verankert werden (siehe Bild I.1).

#### **I.2.2.2 Auflösung (Aufgabengenaugkeit)**

Die Auflösung wird eher durch andere Einrichtungen bestimmt als durch die physikalische Gestaltung des Griffels.

#### **I.2.2.3 Gestaltung des Schaltelementes**

##### **I.2.2.3.1 Allgemeines**

Griffel können mit Schaltelementen bestückt sein, aber es gibt auch Ausführungen ohne Schaltelement oder irgendwelche vergleichbaren Stellteile.

##### **I.2.2.3.2 Bewegung des Schaltelementes**

Das Gerät sollte so gestaltet sein, dass die Finger während der vorgesehenen Nutzung Kontakt herstellen können und Schaltelemente ohne übermäßige Auslenkung von der neutralen Lage betätigt werden können.

ANMERKUNG „Übermäßig“ bedeutet zum Beispiel Beeinträchtigung der Genauigkeit oder Verursachung muskulärer Beanspruchung.

Berührungsflächen von Schaltelementen sollten senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elementes und der Finger während der Beugung sein.

##### **I.2.2.3.3 Betätigung des Schaltelementes**

Es muss möglich sein, die Schaltelemente eines Griffels zu drücken, ohne eine unbeabsichtigte Bewegung des Gerätes zu verursachen.

##### **I.2.2.3.4 Aktivierung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass es während der vorgesehenen Nutzung robust gegen unbeabsichtigte Aktivierung der Schaltelemente ist.

##### **I.2.2.3.5 Form des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten so geformt sein, dass sie die Finger bei der Positionierung und bei der Betätigung des Schaltelementes unterstützen. Die Form der Schaltelemente sollte unter Berücksichtigung der Haltung gewählt werden, die die Hand beim Greifen einnimmt.

Eine Wahltaste sollte einen Kontaktbereich haben, der eine kreisförmige Fläche mit einem Durchmesser nicht unter 5 mm aufweist.

#### **I.2.2.3.6 Betätigungskraft des Schaltelementes**

Schaltelemente sollten eine Verstellkraft im Bereich von 0,3 N bis 1,5 N vor der Aktivierung aufweisen.

#### **I.2.2.3.7 Verstellweg des Schaltelementes (Hub)**

Schaltelemente, bei denen eine kinästhetische Rückmeldung vorgesehen ist, sollten einen Minimalhub von 0,5 mm aufweisen. Der Maximalhub muss 6 mm betragen.

#### **I.2.2.3.8 Unbeabsichtigte Zeigerbewegung**

Das Eingabegerät sollte so gestaltet sein, dass eine unbeabsichtigte Betätigung des Schaltelementes keine unbeabsichtigte Bewegung des Zeigers verursacht.

#### **I.2.2.3.9 Verriegelung des Schaltelementes**

Das Eingabegerät muss so gestaltet sein, dass eine Hardware- oder Software-Verriegelung für Schaltelemente vorgesehen werden kann, die für die Dauer einer Elementaraufgabe wie Ziehen, Nachziehen und Freihandeingabe ständig gedrückt sein muss.

#### **I.2.2.4 Berücksichtigung der Händigkeit**

Die Form und Lage der Stellteile sollten so gewählt werden, dass das Gerät mit beiden Händen gleichermaßen geschickt genutzt werden kann.

#### **I.2.2.5 Betätigungskraft auf dem Tablett oder Overlay**

Für Funktionen, die eine Eingabe mit Unterbrechungen erfordern, sollte die größte für die Eingabe erforderliche Kraft 1,0 N nicht überschreiten.

#### **I.2.2.6 Aktivierungskraft**

Für ständige Eingabe mittels Griffel sollte die Kraft für die Aktivierung nicht größer als 1,5 N sein.

### **I.2.3 Mechanische Merkmale**

#### **I.2.3.1 Größe**

Zylindrisch geformte Griffel und Lichtgriffel sollten eine Länge zwischen 120 mm und 180 mm und einen Durchmesser zwischen 7 mm und 20 mm aufweisen.

#### **I.2.3.2 Gewicht**

Griffel und Lichtgriffel sollten eine Masse zwischen 10 g und 25 g aufweisen.

#### **I.2.3.3 Greiffläche**

Die Greiffläche von Griffeln und Lichtgriffeln sollte rutschhemmend ausgeführt sein. Dies kann erreicht werden durch Auswahl geeigneter Oberflächeneigenschaften oder Formgebung oder einer Kombination von beiden.

### **I.2.4 Elektrische Merkmale**

Bei Geräten ohne externe Energieversorgung sind elektrische Merkmale ohne Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit.

Der Einfluss der Verkabelung auf die Benutzung eines Griffels oder Lichtgriffels kann die Gebrauchstauglichkeit des Gerätes beeinträchtigen. Allerdings ist es unwahrscheinlich, dass eine Verkabelung, sofern benötigt, unter Berücksichtigung der elektrischen Sicherheit ausgewählt werden muss. Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Konstrukteur frei ist, ein Kabel auszuwählen, das die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinflusst. Viele Geräte funktionieren kabellos.

Elektromagnetische Beeinflussung sonstiger Einrichtungen an der gleichen Arbeitsstation kann wegen der vorhandenen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit als unbedeutend angesehen werden.

### I.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Probleme für Griffel und Lichtgriffel sind einfach zu lösen. Ist der Wechsel der Griffelspitze durch den Benutzer erlaubt, sollten hierfür keine Spezialwerkzeuge erforderlich sein.

### I.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

**WARNHINWEIS — Griffel und Lichtgriffel sollten keine Materialien enthalten oder daraus gefertigt sein, von denen bekannt ist, dass sie Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit durch Hautkontakt oder Emissionen verursachen.**

Ecken und Kanten von Griffeln und Lichtgriffeln dürfen keine Beeinträchtigung oder Verletzung verursachen. Diese Anforderung kann erfüllt werden, wenn der Mindestradius für Kanten 2 mm und für Ecken 3 mm beträgt. Diese Anforderung gilt nicht für Schaltelemente.

### I.2.7 Wechselwirkung mit Software

Wird ein Gerät ohne eigene Software ausgeliefert, muss die Dokumentation (siehe I.3) angeben, auf welche Art das Gerät zu betreiben ist, um den vorgesehenen Grad an Effektivität und Effizienz zu erzielen. Die Dokumentation muss die Einrichtung des Gerätes beschreiben. Üblicherweise ist die diesbezügliche Information in der Dokumentation des Tablett oder eines sonstigen Gerätes enthalten, mit dem der Griffel zusammen genutzt wird.

Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Wirkungen der Einstellungen zu testen.

### I.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung

Die Wechselwirkung der Nutzung eines Tablett und der Nutzungsumgebung ist größer als bei der Nutzung von Touchpads. Der wichtigste Faktor hierbei ist die Vibration des Gerätes und/oder des Benutzers. Abhilfemöglichkeiten gegen diese Einflüsse werden in Anhang G oder H, soweit anwendbar auf das Gerät.

## I.3 Dokumentation

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten (wenn nicht bereits in der Dokumentation des Tablett oder des sonstigen zusätzlichen Gerätes enthalten):

- Merkmale von Hardware/Software, die die Körperhaltung verbessern oder biomechanische Belastungen mindern können (Einrichtung verschiedener Schaltelemente sowie Veränderungen der Einstellungen, um die Finger und den Daumen je nach Aufgabe zu entlasten usw.);
- Anleitungen zum Einsatz zusätzlicher Merkmale, die biomechanische Belastungen verringern können (z. B. Einrichten eines Schaltelementes zur Generierung eines Doppelklicks mit einer Einzelbetätigung, Einrichten des Geräts, um das Ziehen eines Objektes ohne kontinuierliches Drücken zu ermöglichen usw.).

## Anhang J (normativ)

### Berührungsbildschirme

#### J.1 Merkmale von Berührungsbildschirmen

##### J.1.1 Allgemeines

Berührungsbildschirme sind Geräte mit einem berührungsempfindlichen Bereich, der sowohl als Anzeige als auch der Manipulation von Objekten dient. Ihre Größe kann von wenigen Quadratzentimetern bis hin zu Einheiten reichen, die ganze Wände einnehmen. Die meisten Geräte, die mit diesem Namen verbunden werden, sind Geräte, die handelsüblichen Computerbildschirmen ähneln, die mit funktionalen Elementen ausgestattet sind, die die Position des Fingers ermitteln. Berührungsbildschirme sind die direktesten Eingabegeräte.

##### J.1.2 Funktionsmerkmale

Die Funktionsmerkmale von Berührungsbildschirmen, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, betreffen Folgendes:

- Größe des berührungsempfindlichen Bereichs;
- inaktiver Bereich des Zielobjektes;
- zusätzliche Eingabe durch Knöpfe, Schalter usw.

##### J.1.3 Mechanische Merkmale

Die mechanischen Merkmale eines Berührungsbildschirms, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, sind

- Gesamtgröße des berührungsempfindlichen Bereichs und
- Abmessungen des Gerätes (Lage im Greifraum).

##### J.1.4 Elektrische Merkmale

Elektrische Merkmale von Berührungsbildschirmen sind in der Regel nicht relevant für die Gebrauchstauglichkeit, d. h., für die Gebrauchstauglichkeit relevante Eigenschaften von Berührungsbildschirmen können ohne Berücksichtigung der Energieversorgung und der elektrischen Sicherheit bestimmt werden.

##### J.1.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale

Instandhaltungsbezogene Merkmale von Berührungsbildschirmen, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind, beziehen sich auf die Reinigung des Bildschirms, auf dem sich in der Regel Hautfett von den Fingern ansammelt, in das sich später Staub und Schmutz einlagern.

**ANMERKUNG** Berührungsbildschirme können eingesetzt werden, um den Wartungsaufwand zu reduzieren, den der Betrieb bestimmter Geräte oder Funktionseinheiten bedingen.

### J.1.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale

Bezüglich der Sicherheit und Gesundheit der Benutzer sind keine allgemeinen Probleme bekannt, die sich aus den mechanischen Eigenschaften von Berührungsbildschirmen ergeben können.

**ANMERKUNG** Bestimmte frühere Ausführungen wurden im Rahmen von Rückrufaktionen zurückgerufen, weil sich Teile überhitzt hatten. Allerdings stehen solche Vorkommnisse nicht mit dem spezifischen Merkmal in Verbindung, das bei dem Gerät für die Berührungsempfindlichkeit sorgt.

Die Position eines Gerätes im Greifraum kann einen Sicherheitsaspekt bilden, wenn diese das Anheben des Arms über die Schulterhöhe des Benutzers bedingt. Üblicherweise entsteht eine solche Bedingung durch die Gesamtgestaltung der Einheit, in die der Berührungsbildschirm integriert ist.

### J.1.7 Wechselbeziehung mit Software

Der Betrieb von Berührungsbildschirmen ist softwareabhängig.

### J.1.8 Wechselbeziehung mit der Nutzungsumgebung

Es ist unwahrscheinlich, dass die Nutzung eines Berührungsbildschirms die Nutzungsumgebung beeinflusst.

Die Nutzung eines Berührungsbildschirms kann durch folgende Umgebungsbedingungen beeinträchtigt werden:

- Staub und Schmutz;
- Beleuchtung.

## J.2 Anforderungen an die Gestaltung

### J.2.1 Übereinstimmung mit generischen Gestaltungsanforderungen

#### J.2.1.1 Angemessenheit von Berührungsbildschirmen

Da die Gebrauchstauglichkeit eines Berührungsbildschirms in erheblichem Maße lageabhängig ist, hängt deren Angemessenheit sehr stark von der Art und Weise ab, wie das Gerät angebracht ist (Ausrichtung in vertikaler oder horizontaler Richtung, relative Höhe in Bezug auf den Benutzer, Neigung, Beleuchtung usw.)

#### J.2.1.2 Handhabbarkeit von Berührungsbildschirmen

Die Eindeutigkeit von Betätigungen von Berührungsbildschirmen (Zeigen) kann in vier Klassen kategorisiert werden:

- C1 bekannt oder sichtbar ohne zusätzliche Anweisungen und Informationen;
- C2 durch den Benutzer feststellbar durch Ausprobieren;
- C3 erlernbar durch einfache Anweisungen;
- C4 erlernbar durch besonderes Training.

Die Klasse C1 kann für Universalgeräte und Anfänger für einfache Aktionen erreicht werden, bedingt durch die Natur dieses Eingabegerätes (die direkteste absolute Eingabe durch Zeigen von virtuellen Objekten). Dies ist auch der Grund dafür, warum Berührungsbildschirme für Selbstbedienungsterminals für Kunden, elektronische Verzeichnisse, Anzeigen für Werbung und für öffentliche Informationsverzeichnisse in Empfangshallen, Einkaufszentren oder bei Messeveranstaltungen eingesetzt werden.

Die Vorhersehbarkeit der Bewegung des Zeigers auf dem Bildschirm in den Hauptrichtungen kann als gegeben angenommen werden.

Bezüglich der Konsistenz der Funktion (Gerät funktioniert und reagiert auf gleiche Art und Weise) gehören Berührungsbildschirme wegen der Unabhängigkeit ihrer Benutzung von der Nutzungsumgebung (Vibrationen, Beschleunigungen) zu den besten verfügbaren Produkten.

### **J.2.1.3 Benutzerkompatibilität mit Berührungsbildschirmen**

Die Benutzerkompatibilität kann als gegeben angesehen werden, wenn die Anforderungen in J.2.2 und in J.2.3 erfüllt sind.

### **J.2.1.4 Rückmeldung**

Berührungsbildschirme geben visuelle Rückmeldungen.

### **J.2.1.5 Steuerbarkeit von Berührungsbildschirmen**

#### **J.2.1.5.1 Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs**

Bezüglich der Wahrscheinlichkeit des unbeabsichtigten Verlustes der Steuerung gehören Berührungsbildschirme zu den zuverlässigsten Geräten.

#### **J.2.1.5.2 Angemessenheit des Gerätezugriffs**

Ein schneller und leichter Zugriff zu einem Berührungsbildschirm ist gegeben, wenn das Gerät im Greifraum des Benutzers angebracht ist und eine optimale Neigung aufweist. Die Angemessenheit des Gerätezugriffs ist in hohem Maße von der relativen Position des Gerätes zum Benutzer abhängig.

Die Wahl einer akzeptablen Lage für ein Gerät erfordert einen Kompromiss zwischen unterschiedlichen Gesichtspunkten. Selbst unter der Bedingung, dass vollständige Unabhängigkeit im Hinblick auf andere Aspekte besteht, muss ein Kompromiss zwischen gutem Sehen (optimale Position der Anzeige) und Haltung (optimale Position für manuellen Zugriff) gefunden werden. Soll das Gerät gemeinsam mit anderen Eingabegeräten (z. B. Tastatur) benutzt werden, fällt das Finden des günstigsten Kompromisses schwieriger aus.

Bei der Gestaltung sollte berücksichtigt werden, dass es wahrscheinlich ist, dass das Gerät nicht im günstigsten Teil des Greifraums des Benutzers angeordnet bzw. benutzt wird. Das bedeutet beispielsweise, dass die Ausdehnung des Zielobjektes für eine eingeschränkte Auflösung der Fingerbewegungen ausgewählt werden sollte, oder dass die optischen Eigenschaften des Bildschirms und des Zielobjektes so ausgewählt werden sollten, dass eine gute Erkennbarkeit unter sub-optimalen Bedingungen ermöglicht wird.

#### **J.2.1.5.3 Zugriff auf Stellteile**

Da das Zielobjekt unter dem Finger das Zentrum des Zeigers bildet und die gleiche Hand nicht für den Zugriff auf andere Stellteile genutzt wird, ist ein guter Zugriff auf Stellteile gegeben.

## **J.2.2 Funktionsmerkmale**

### **J.2.2.1 Berührungsempfindlicher Bereich**

Bei Systemen, die mit der Erstkontaktberührungstechnik arbeiten, sollten die Abmessungen des berührungsempfindlichen Bereichs mindestens den Abmessungen vom 95. Perzentil (männlich) des zweiten Fingers entsprechen. Der berührungsempfindliche Bereich sollte vergrößert werden, wenn die Leistungsfähigkeit durch Parallaxenwirkung gemindert wird.

### J.2.2.2 Inaktive Fläche um das Zielobjekt

Bei Berührungsbildschirmen, die für eine Betätigung durch Erstkontaktberührung ausgelegt sind, sollte eine inaktive Fläche von mindestens 5 mm Breite um jedes Zielobjekt herum vorgesehen werden.

ANMERKUNG Bei Berührungsbildschirmen, die für eine Betätigung durch Letztkontaktberührung ausgelegt sind, kann die Breite der inaktiven Fläche weniger als 5 mm betragen.

### J.2.2.3 Verfolgen eines Zielobjektes

Während eines Ziehvorgangs sollte das bewegte Objekt oder der bewegte Zeiger dem Finger oder dem Griffel folgen, sowohl zeitlich als auch räumlich.

### J.2.2.4 Sichtbarkeit des Zielobjektes (Zeichengröße und -kontrast)

Der Bereich des Bildschirms mit dem berührungsempfindlichen Bereich muss so gestaltet werden, dass die Benutzer graphische Symbole und deren Untertitel leicht erkennen und alphanumerische Information zuverlässig lesen können. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es erforderlich, bestimmte Eigenschaften in Bezug auf Reflexblendung und Abbildungsgüte zu realisieren. Relevante Informationen für die Gestaltung und den Betrieb von visuellen Anzeigen werden in der Normenreihe ISO 9241-300 gegeben.

Für Bildschirme, die horizontal orientiert sind, können zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung von Reflexblendung erforderlich werden, da sich alle relevanten Normen mit Bildschirmoberflächen befassen, die nahezu vertikal orientiert sind.

## J.2.3 Mechanische Merkmale

### J.2.3.1 Räumliche Ausrichtung

Wenn Sichtbarkeit das ausschlaggebende Kriterium für die Wahl der räumlichen Ausrichtung eines Gerätes bildet, beträgt die optimale Neigung 30° bis 35° (Bezugskörperhaltung für Sitzen und Stehen nach ISO 9241-5). In diesem Fall ist der manuelle Zugriff zu einem bestimmten Grad suboptimal.

Bildet der manuelle Zugriff das ausschlaggebende Kriterium für die Wahl der räumlichen Ausrichtung eines Gerätes, sollte das Gerät etwa horizontal ausgerichtet werden. In diesem Fall befindet sich der Bildschirm in einer Position, bei der Reflexblendung oder Kontrastverlust infolge Fremdlichteinfalls ein Problem verursachen können, dessen Ausmaß von der jeweils benutzten Technologie und der Form der Bildschirmoberfläche abhängt.

Ist die endgültige Gestaltung der technischen Einheit, in die der Berührungsbildschirm eingebaut wird, nicht bekannt, sollten die Merkmale des Bildschirms entsprechend der vorgesehenen Nutzung ausgesucht werden.

### J.2.3.2 Position des Zielobjekts

Berührungsbildschirme mit vertikaler Orientierung müssen es ermöglichen, Zielobjekte unter der Schulterhöhe zu positionieren.

Das bedeutet, dass ein vertikal orientierter Berührungsbildschirm neigbar, beweglich und höhenverstellbar ist, damit er von der vorgesehenen Benutzerpopulation mit auf der Arbeitsfläche abgestütztem Arm/Ellenbogen innerhalb des Greifraums genutzt werden kann.

Berührungsbildschirme mit horizontaler Orientierung müssen es ermöglichen, Berührungszielobjekte in oder unter Ellenbogenhöhe und innerhalb des Greifraums der vorgesehenen Benutzerpopulation zu positionieren.

## J.2.4 Elektrische Merkmale

Bezüglich der elektrischen Sicherheit sind keine Anforderungen bekannt, die sich auf die Gebrauchstauglichkeit von Berührungsbildschirmen störend auswirken können.

### **J.2.5 Instandhaltungsbezogene Merkmale**

Die berührungsempfindliche Fläche sollte eine leichte Reinigung ermöglichen.

Der Abstand zwischen der sichtbaren Oberfläche des Bildschirms und dem physikalischen Ort, an dem das Sehobjekt erzeugt wird, ist maßgeblich für den Unschärfefeffer durch den Schmutzfilm auf dem Bildschirm. Daher leiden CRT-(Katodenstrahlröhren)-Bildschirme mit einer dicken Glasvorderseite stärker als Flachbildschirme unter diesem Problem.

### **J.2.6 Sicherheits- und gesundheitsbezogene Merkmale**

Die Anforderungen in J.2.3.2 sind anwendbar für bekannte Sicherheit und Gesundheit bezogene Aspekte.

### **J.2.7 Wechselwirkung mit Software**

Die Anforderungen in J.2.2 sind anwendbar bekannte softwarebezogene Aspekte.

### **J.2.8 Wechselwirkung mit der Nutzungsumgebung**

Staub und Schmutz können die Nutzung von Berührungsbildschirmen in weit größerem Umfang beeinträchtigen als die Nutzung von anderen Eingabegeräten und von Bildschirmen, die nicht mit den Fingern berührt werden.

Außerdem ist der Einfluss der Beleuchtung größer, sowohl für horizontal als auch für vertikal orientierte Berührungsbildschirme. Horizontal orientierte Bildschirme sind anfälliger gegen Reflexblendung.

## **J.3 Dokumentation**

Die Benutzerinformation muss Folgendes enthalten:

- Merkmale der Hardware/Software, die die Körperhaltung verbessern oder biomechanische Belastungen mindern können (z. B. optimale Ausrichtung des Gerätes zur Optimierung der Sichtbarkeit oder eines besseren manuellen Zugriffs je nach Aufgabe);
- Anleitungen zum Reinigen.



## Anhang K (informativ)

### Gestalten von Eingabegeräten für den Bedarf von unterschiedlichen Benutzern

#### K.1 Allgemeines

Dieser Teil von ISO 9241 gibt Anforderungen und Empfehlungen für die Gestaltung von Eingabegeräten, so dass die Fähigkeiten und Grenzen von allen Benutzern berücksichtigt werden. Dies schließt grundsätzliche Gestaltungsanforderungen für Eingabegeräte ein, die unabhängig vom Nutzungskontext zutreffen, spezifische Gestaltungsanforderungen für jeden Gerätetyp sowie Anleitung dafür, wie ein bestimmtes Gerät für eine bestimmte Aufgabe zu bewerten und einzusetzen ist.

Im Allgemeinen wird bei der Gestaltung eines Eingabegerätes eine Gleichwertigkeit angestrebt; das bedeutet, dass die Gestaltung Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten genügt. Die Bedürfnisse von Benutzern können sich unterscheiden im Hinblick auf ihre Fähigkeit, Informationen wahrzunehmen, die statisch auf dem Eingabegerät oder dynamisch durch das Eingabegerät präsentiert werden, in ihrer Fähigkeit zu verstehen, wie das Gerät zu nutzen ist, sowie in ihrer Fähigkeit das Gerät zu benutzen. Für manche Benutzer kann es möglicherweise erforderlich sein, technische Hilfsmittel mit oder anstelle von Eingabegeräten zu nutzen. Beispielsweise benötigt ein Benutzer mit einem Tremor oder mit einer begrenzten Auge-Hand-Koordination eine Tastatur mit größeren Abständen zwischen den Tasten. Jedoch ist es zu bevorzugen, allen Benutzeranforderungen zu entsprechen anstatt technische Hilfsmittel zu benutzen.

In einigen Fällen kann eher die Nutzung von Software, die dafür vorgesehen ist, mit dem Eingabegerät genutzt zu werden, z. B. Gerätetreiber, die am besten praktikable oder ausführbare Möglichkeit bieten, den unterschiedlichen Benutzern zu entsprechen, als die Änderung der physikalischen Eigenschaften eines Gerätes. Beispielsweise kann es zweckmäßiger sein, die Tastenwiederholgeschwindigkeit über Softwaresteuerung einzustellen als durch eine Realisierung von Aktivierungsverzögerungen im Tastenschalter.

Aufgrund der besonderen Mannigfaltigkeit ist es schwierig, vielleicht sogar unvereinbar, zu versuchen einen einzigen Katalog mit Gestaltungskriterien zu bestimmen, die allen Benutzern entgegenkommen. Beispielsweise kann es für einen Benutzer mit sehr begrenzter Muskelkraft erforderlich sein, dass Tasten eines Eingabegerätes nahezu unmittelbar auf eine leichte Berührung ansprechen, für einen Benutzer mit einem Tremor jedoch erforderlich sein kann, dass Tasten nur auf eine anhaltende, große Krafteinwirkung reagieren. Derzeit reicht die wissenschaftliche Literatur nicht aus, auf diese Anpassungsfragen zu antworten, am wenigsten auf einem Niveau, das die Formulierung von Vorgaben erlaubt.

In ähnlicher Weise erlaubt uns der Stand des Wissens nicht, festzustellen, ob es einen einzigen Katalog mit Gestaltungskriterien gibt, der zu einem universellen Eingabegerät führen würde, das für alle denkbaren Benutzer geeignet wäre. Es ist jedoch möglich, Konstrukteuren einige allgemeine Prinzipien in die Hand zu geben, die sich auf Eigenschaften von Eingabegeräten beziehen, die eine Anpassung unterstützen.

#### K.2 Allgemeine Richtlinien

##### K.2.1 Wahrnehmung

Eingabegeräte, allein oder in Verbindung mit unterstützender Software, sollten die Fähigkeit unterschiedlicher Benutzer unterstützen, statisch wie dynamisch angebotene Informationen wahrzunehmen wie z. B.

- Tastenbeschriftungen,
- Tastenpositionen,
- Rückmeldungen durch die Benutzung des Gerätes und
- Status von Umschalttasten, z. B. Feststelltasten für Großbuchstaben und numerische Eingabe.

## K.2.2 Benutzung

Eingabegeräte, allein oder in Verbindung mit unterstützender Software, sollten die Fähigkeit unterschiedlicher Benutzer in der Nutzung des Gerätes unterstützen:

- durch nicht Begrenzen der Möglichkeiten, alternative Methoden für die Durchführung von Eingabefunktionen zu nutzen wie z. B. technische Hilfsmittel;
- durch Minimieren der Wahrscheinlichkeit von versehentlicher Aktivierung;
- durch Unterstützen der Fehlerbehandlung;
- durch Unterstützen von unterschiedlichen Geschwindigkeiten von Benutzereingaben, z. B. Eingabegeschwindigkeit über die Tastatur.

## K.2.3 Verstehen

Eingabegeräte, allein oder in Verbindung mit unterstützender Software, sollten die Fähigkeit unterschiedlicher Benutzer unterstützen

- Aktionen von Eingabegeräten den dazugehörigen Anzeigen oder Rückmeldungen zuzuordnen und
- die Art und Weise der Gerätenutzung zu begreifen.

## K.3 Literaturquellen

Die folgende Literatur behandelt die genannten Aspekte vertiefend:

North Carolina State University, *Principles of Universal Design*, zu finden unter  
[http://www.design.ncsu.edu/cud/about\\_ud/udprinciples.htm](http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciples.htm)

ISO/JTC 1, Special Working Group on Accessibility. 2005. *User Needs Inventory*, document number ia050025, available at [http://www.incits.org/tc\\_home/ia/iadocreg.htm](http://www.incits.org/tc_home/ia/iadocreg.htm)

ISO 9241-20: *Ergonomics of human–system interaction — Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services*

CWA 14661:2003, *Guidelines to Standardisers of ICT products and services in the CEN ICT domain*

Für weitere Publikationen zu diesem Teil der ISO 9241, siehe Literaturhinweise.

## Literaturhinweise

- [1] ISO 6385, *Ergonomic principles in the design of work systems*
- [2] ISO 9241-5, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 5: Workstation layout and postural requirements*
- [3] ISO 9241-6, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 6: Guidance on the work environment*
- [4] ISO 9241-110, *Ergonomics of human system interaction — Part 110: Dialogue principles*
- [5] ISO 9241-300, *Ergonomics of human-system interaction — Part 300: Introduction to requirements and measurement techniques for electronic visual displays*
- [6] ISO 9241-302, *Ergonomics of human-system interaction — Part 302: Terminology for electronic visual displays*
- [7] ISO 9241-303, *Ergonomics of human-system interaction — Part 303: Requirements for electronic visual displays*
- [8] ISO 9241-305, *Ergonomics of human-system interaction — Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays*
- [9] ISO 9241-306, *Ergonomics of human-system interaction — Part 306: Field assessment methods for electronic visual displays*
- [10] ISO 9241-307, *Ergonomics of human-system interaction — Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays*
- [11] ISO/IEC 9995 (all parts), *Information technology — Keyboard layouts for text and office systems*
- [12] ISO 11690-1, *Acoustics — Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery — Part 1: Noise control strategies*
- [13] ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 1: Hot surfaces*
- [14] IEC 60950, *Information technology equipment — Safety*
- [15] MacKenzie, I. S., Kauppinen, T., Silfverberg, M. (2001): *Accuracy Measures for Evaluating Computer Pointing Devices*. In: Beaudouin-Lafon, Michel, Jacob, Robert J. K. (ed.): *Proceedings of the ACM CHI 2001 Human Factors in Computing Systems Conference*. March 31 – April 5, 2001, Seattle, Washington, USA. p. 9-16
- [16] Silfverberg, M., MacKenzie, I. S., Kauppinen, T. (2001): *An Isometric Joystick as a Pointing Device for Handheld Information Terminals*. In: *Graphics Interface 2001*. June 7 – 9, 2001, Ottawa, Ontario, Canada. p. 119–126
- [17] ISO 9241-4, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 4: Keyboard requirements*
- [18] ISO 9241-9, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 9: Requirements for non-keyboard input devices*