

# DIN EN ISO 9241-910:2011-11 (D)

## Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 910: Rahmen für die taktile und haptische Interaktion (ISO 9241-910:2011); Deutsche Fassung EN ISO 9241-910:2011

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	5
Einleitung .....	7
1 Anwendungsbereich .....	8
2 Begriffe .....	8
3 Einführung in die Haptik .....	10
4 Erforschung der haptischen Wahrnehmung des Menschen .....	11
4.1 Bedeutung des haptischen Sinns.....	11
4.2 Haptische Wahrnehmung und Gesichtssinn.....	12
4.2.1 Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen haptischer Wahrnehmung und Gesichtssinn .....	12
4.2.2 Kollokation des visuellen und haptischen Raums .....	12
4.2.3 Schlussfolgerungen für haptische Anzeigen .....	13
4.3 Manuelle Erkundung von Objekten .....	13
4.4 Training in Erkundungsprozeduren .....	13
4.5 Die Schwierigkeit, mit der haptischen Wahrnehmung einen Überblick über einen Vorgang zu erhalten.....	13
4.6 Physikalische Mindeststimulation: absolute Reizschwellen.....	14
4.7 Für die Wahrnehmung erforderliche Mindestunterschiede .....	14
4.8 Wahrnehmung geometrischer Eigenschaften von Objekten.....	14
4.9 Wahrnehmung der Masse.....	14
4.10 Wahrnehmung der Materialeigenschaften.....	15
4.11 Anzahl und Größe der Kontaktflächen in taktilen/haptischen Geräten .....	15
4.12 Zusammenfassung.....	15
5 Verwendung taktiler/haptischer Interaktionen .....	16
5.1 Allgemeines .....	16
5.2 Zugänglichkeit .....	16
5.3 Desktop-Interaktionen.....	17
5.4 Mobile Interaktionen.....	17
5.5 Robotertechnik .....	18
5.6 Medizinische Anwendungen .....	18
5.7 Spiele .....	19
5.8 Kunst und Kreativität .....	20
5.9 Multimodale Anwendungen und Simulatoren .....	20
6 Gestaltung taktiler/haptischer Interaktionen .....	21
6.1 Gestaltungsrichtlinien für taktile/haptische Interaktion.....	21
6.1.1 Benutzerorientierte Gestaltung.....	21
6.1.2 Gestaltung individueller Interaktionen.....	21
6.1.3 Gestaltung taktiler/haptischer Schnittstellen .....	21
6.2 Gestalten des taktilen/haptischen Raums .....	22
6.2.1 Allgemeines .....	22
6.2.2 Gestalten des logischen Raums .....	22
6.2.3 Gestalten des physikalischen Raums .....	22
6.3 Adressierbarkeit und Auflösung in der taktilen/haptischen Interaktion .....	23
6.3.1 Allgemeines .....	23
6.3.2 Taktile/haptische Adressierbarkeit der Ausgabe.....	23
6.3.3 Taktile/haptische Auflösung der Eingabe.....	24
6.3.4 Taktile/haptische Auflösung und deren Beziehung zur taktilen/haptischen Adressierbarkeit .....	24

7	Durch den Benutzer eingeleitete interaktive Elementaraufgaben .....	25
7.1	Allgemeines .....	25
7.2	Suchen .....	25
7.3	Überblick verschaffen .....	25
7.4	Navigieren.....	26
7.5	Markieren .....	26
7.6	Auswählen .....	26
7.6.1	Allgemeines .....	26
7.6.2	Objekt- oder Funktionsauswahl .....	26
7.6.3	Auswahl der Gruppe.....	27
7.6.4	Auswahl des Raums .....	27
7.6.5	Auswahl der Systemeigenschaft.....	27
7.7	Betätigen.....	27
7.7.1	Allgemeines .....	27
7.7.2	Zoomfunktion .....	27
7.7.3	Neuausrichtung.....	27
7.7.4	Verschieben.....	27
7.7.5	Dimensionierung.....	27
7.7.6	Betrachtung von charakteristischen Eigenschaften.....	28
7.7.7	Erstellen und Löschen .....	28
7.7.8	Verändern von charakteristischen Eigenschaften (charakteristische Eigenschaften und Beziehungen) .....	28
8	Taktile/haptische Interaktionselemente .....	28
8.1	Allgemeines .....	28
8.2	Taktile/haptische funktionale Effekte .....	28
8.2.1	Allgemeines .....	28
8.2.2	Aktivierung und Deaktivierung von Effekten .....	28
8.2.3	Kraftvektor .....	29
8.2.4	Kraftfeld .....	29
8.2.5	Federeffekt.....	29
8.2.6	Dämpfungseffekt.....	29
8.2.7	Masseneffekt .....	29
8.2.8	Temperaturfeld.....	29
8.3	Taktile/haptische Eigenschaften von Objekten .....	29
8.3.1	Objekteigenschaften .....	29
8.3.2	Allgemeine Objekteigenschaften .....	30
8.3.3	Oberflächeneigenschaften.....	30
8.4	Steuerelemente .....	31
8.4.1	Elemente mit haptischer Rückmeldung .....	31
8.4.2	Elemente ohne haptische Rückmeldung .....	31
8.5	Verwendung von Mehrpunkt-Kontaktschnittstellen .....	31
8.6	Kombinieren von Elementen und Effekten .....	32
8.7	Unterscheidbarkeit .....	32
9	Der Bereich der taktilen/haptischen Schnittstellengeräte.....	32
9.1	Allgemeines .....	32
9.2	Auswahlkriterien .....	32
9.2.1	Mobilität .....	32
9.2.2	Geräte-Körper-Schnittstelle.....	33
9.2.3	Freiheitsgrade (en.: Degrees of freedom (DOF)) .....	33
9.2.4	Maximale Steifheit.....	34
9.2.5	Bewegungsbereich .....	35
9.2.6	Kraft und Drehmoment.....	35
9.2.7	Freiraum-Bewegungswiderstand .....	36
9.2.8	Trägheit.....	37
9.2.9	Spitzenbeschleunigung .....	37
9.2.10	Reibung.....	37
9.2.11	Zeitliche Parameter.....	38
9.2.12	Umgebungsfaktoren .....	39
9.2.13	Sicherheit.....	40
9.2.14	Überlegungen zur Körperhaltung .....	41
9.2.15	Adaptierbarkeit.....	42

<b>9.2.16 Wiedergabetreue</b> .....	<b>43</b>
<b>Anhang A (informativ) Taktile Geräte</b> .....	<b>44</b>
<b>A.1 Allgemeines</b> .....	<b>44</b>
<b>A.2 Vibrierendes Funkmeldegerät/Telefon</b> .....	<b>44</b>
<b>A.3 Taktile Linear-Aktuator</b> .....	<b>44</b>
<b>A.4 Vibrierender Handheld-Controller</b> .....	<b>45</b>
<b>A.5 Anzeigen mit Stiftanordnung</b> .....	<b>45</b>
<b>A.6 Shear-Displays</b> .....	<b>46</b>
<b>A.7 Vibrierende Westen und Gürtel</b> .....	<b>46</b>
<b>A.8 Thermische Geräte</b> .....	<b>47</b>
<b>A.9 Elektrische Geräte</b> .....	<b>47</b>
<b>Anhang B (informativ) Taktile/haptische Force-Feedback-Geräte</b> .....	<b>48</b>
<b>B.1 Allgemeines</b> .....	<b>48</b>
<b>B.2 Haptische Geräte mit Reglerhandgriff</b> .....	<b>48</b>
<b>B.3 Force-Feedback Joysticks</b> .....	<b>48</b>
<b>B.4 Force-Feedback Lenkräder und Pedale</b> .....	<b>49</b>
<b>B.5 Auf einem Punkt basierende haptische Geräte</b> .....	<b>50</b>
<b>B.6 Auf einem Griffel beruhende haptische Geräte</b> .....	<b>51</b>
<b>B.7 Auf einer Hand beruhende haptische Geräte</b> .....	<b>51</b>
<b>B.8 Force-Feedback Maus</b> .....	<b>52</b>
<b>Anhang C (informativ) Physiologie der haptischen Wahrnehmung</b> .....	<b>53</b>
<b>C.1 Somatosensorisches System</b> .....	<b>53</b>
<b>C.2 Sensoren des Tastsinns</b> .....	<b>54</b>
<b>C.2.1 Allgemeines</b> .....	<b>54</b>
<b>C.2.2 Mechanorezeptoren</b> .....	<b>54</b>
<b>C.2.3 Thermorezeptoren</b> .....	<b>54</b>
<b>C.2.4 Nozizeptoren</b> .....	<b>55</b>
<b>C.2.5 Chemorezeptoren</b> .....	<b>55</b>
<b>C.2.6 Elektrotaktile Stimulation</b> .....	<b>55</b>
<b>C.3 Kinästhetische Sensoren</b> .....	<b>56</b>
<b>C.3.1 Allgemeines</b> .....	<b>56</b>
<b>C.3.2 Kinästhetische Rezeptoren</b> .....	<b>56</b>
<b>C.3.3 Differenzielle Wahrnehmbarkeitsschwelle (en.: Just noticeable difference (JND))</b> .....	<b>56</b>
<b>C.3.4 Kinästhetisches Empfindungsvermögen</b> .....	<b>56</b>
<b>C.4 Sensorisch-motorische Steuerung</b> .....	<b>57</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>59</b>