DIN EN ISO 9241-940:2025-01 (D)

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 940: Evaluation taktiler und haptischer Interaktionen (ISO 9241-940:2017); Deutsche Fassung EN ISO 9241-940:2022

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 6

Vorwort 7

Einleitung 8

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 11

3 Begriffe 11

4 Konformität 13

5 Anwendung der ISO 9241-940 14
5.1 Struktur 14
5.2 Nutzung dieses Dokuments 15
5.3 Bewertung im Lebenszyklus von Gestaltung und Entwicklung 15
5.4 Planungsaktivitäten 16
5.5 Erstbeurteilung 17
5.6 Einmalige Aspekte der haptischen Interaktion 17

6 Verfahrensarten der Bewertung 18
6.1 Allgemeines 18
6.2 Physikalische Messungen anhand der Anforderungen 18
6.3 Inspektion durch einen Sachverständigen 18
6.4 Prüfung der Gebrauchstauglichkeit 19
6.4.1 Allgemeines 19
6.4.2 Messungskontext 19
6.4.3 Bewertungsdaten 19

7 Qualität der haptischen Interaktion 20
7.1 Qualitätsmodell 20
7.2 Attribute des haptischen Systems 21
7.2.1 Qualitätsattribute 21
7.2.2 Attribute des haptischen Geräts (siehe Anhang A) 22
7.2.3 Attribute der haptischen Benutzungsschnittstelle 23
7.3 Attribute der Gebrauchstauglichkeit 24
7.3.1 Nutzungskontext (siehe Anhang D) 24
7.3.2 Spezifische Nutzungsqualitäten (siehe Anhang E) 24
7.3.3 Menschzentrierte Qualität (siehe Anhang F) 25
7.4 Bewertungsmatrix 25
7.4.1 Attributarten 25
7.4.2 Messung der haptischen Qualität 26

8 Leitfaden zu den Anhängen 29

Anhang A (informativ) Attribute des haptischen Geräts 31
A.1 Allgemeines 31
A.1.1 Überblick 31
A.1.2 Inhalt des Anhangs 31
A.2 Physikalische Eigenschaften 31

A.3 Bedienelemente der haptischen Effekte 35
A.4 Physikalischer Raum und logischer Raum 36
A.5 Taktile/haptische Eigenschaften von Objekten 38
A.6 Interaktionseigenschaften des haptischen Geräts 39
A.7 Vorbeugung von vermeidbaren Schäden 40

Anhang B (informativ) Gestaltungsprinzipien für haptische Effekte 42
B.1 Allgemeines 42
B.1.1 Überblick 42
B.1.2 Inhalt des Anhangs 42
B.2 Leistungsoptimierung 42
B.3 Attribute der virtuellen Umgebung 43
B.4 Kodierung von Informationen 45
B.5 Kodierung von Attributen 46
B.6 Kodierung von Graphikdaten 49

Anhang C (informativ) Aufgabenelemente des haptischen Effekts 50
C.1 Allgemeines 50
C.1.1 Überblick 50
C.1.2 Inhalt des Anhangs 50
C.2 Vorliegen von haptischen Aufgabenelementen 51
C.3 Suchen 51
C.4 Überblick verschaffen 52
C.5 Navigieren 52
C.6 Markieren 54
C.7 Auswählen 54
C.8 Betätigen 55

Anhang D (informativ) Nutzungskontext 57
D.1 Allgemeines 57
D.1.1 Überblick 57
D.1.2 Inhalt des Anhangs 57
D.2 Physikalische Umgebung 57
D.3 Sonstige Aspekte des Nutzungskontexts 59

Anhang E (informativ) Spezifische Nutzungsqualitäten 60
E.1 Allgemeines 60
E.1.1 Überblick 60
E.1.2 Inhalt des Anhangs 60
E.2 Installierbarkeit 60
E.3 Erlernbarkeit 61
E.4 Einfachheit der Handhabung 62
E.5 Adaptierbarkeit 62
E.6 Übertragbarkeit 64
E.7 Zuverlässigkeit 65
E.8 Instandhaltungsfreundlichkeit 65
E.9 Sicherheit 66

Anhang F (informativ) Menschzentrierte Qualität 68
F.1 Allgemeines 68
F.1.1 Überblick 68
F.1.2 Inhalt des Anhangs 68
F.2 Gebrauchstauglichkeit 69
F.2.1 Effektivität 69
F.2.2 Effizienz 69
F.2.3 Zufriedenstellung 69
F.3 Barrierefreiheit 70
F.3.1 Allgemeines 70
F.3.2 Haptische Interaktion als unterstützende Technik 70
F.3.3 Barrierefreiheit der taktilen Anzeigen 71

F.3.4 Barrierefreiheit der Gerätedokumentation 72
F.3.5 Barrierefreiheit für jene mit eingeschränkten körperlichen Fähigkeiten 73
F.3.6 Barrierefreiheit für jene mit eingeschränkten kognitiven Fähigkeiten 75
F.4 Benutzererlebnis 78
F.5 Vermeidung nutzungsbedingter Schäden 78
F.6 Ethische Überlegungen 79

Anhang G (informativ) Gestenattribute 80
G.1 Allgemeines 80
G.1.1 Überblick 80
G.1.2 Inhalt des Anhangs 80
G.2 Ergonomie der Gesten 80
G.3 Verfahren der Gestendefinition 81
G.4 Gestenmerkmale 84
G.5 Timing und Geschwindigkeit 85
G.6 Abfolgen von Gesten 86
G.7 Gestensätze 87
G.8 Gestendokumentation 88

Anhang H (informativ) Beispiele für die Bewertung von Geräteeigenschaften 91
H.1 Beispiele für die Beurteilung von Geräteeigenschaften 91
H.1.1 Allgemeines 91
H.1.2 Attribute des haptischen Geräts 91
H.2 Beispiele für die Beurteilung von Geräten durch Labormessungen 94
H.2.1 Allgemeines 94
H.2.2 Messungen der maximalen Steifheit 94
H.2.3 Messungen des Bewegungsbereichs 96
H.2.4 Messungen von Kraft und Drehmoment 98
H.2.5 Trägheitsmessungen 99
H.2.6 Freiraum-Widerstandsmessungen 102
H.2.7 Beschleunigungsmessungen 103
H.2.8 Reibungsmessungen 103
H.2.9 Bandbreitenmessungen 103

Anhang I (informativ) Einmalige Aspekte der haptischen Interaktion 105
I.1 Allgemeines 105
I.2 Die persönliche Natur der Haptik 105
I.3 Bidirektionale Interaktion 105
I.4 Unidirektionale Interaktionen 105
I.5 Sensorische Substitution 106
I.6 Verteilte Kontaktpunkte 106
I.7 Adaption 106

Anhang J (normativ) Bewertung durch gedanklichen Durchlauf oder Prüfung der Gebrauchstauglichkeitsaufgabe 107
J.1 Allgemeines 107
J.2 Schritte beim gedanklichen Durchlauf oder der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit 107
J.3 Planung der Bewertung 109
J.3.1 Festlegung des Bewertungszwecks 109
J.3.2 Entscheidung, was zu bewerten ist 109
J.3.3 Entscheidung hinsichtlich der Art der Bewertung 109
J.3.4 Festlegung der bestimmungsgemäßen Benutzergruppen 109
J.3.5 Festlegung von zu bewertenden Zielen 110
J.3.6 Festlegung der bei der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit zu erfassenden Daten 110
J.3.7 Entscheidung über die Anzahl der Benutzer für die Prüfung oder der Bewerter für die Inspektion 111
J.3.8 Sicherstellen, dass der Prototyp im vorgesehenen Szenario funktioniert 112
J.3.9 Berücksichtigung ethischer Fragen und Risikobeurteilung 112
J.4 Vorbereitung der Bewertung 113
J.4.1 Rekrutierung der Benutzer oder Festlegung der Prüfer 113

J.4.2 Konfiguration des Produkts oder Vorbereitung des Prototyps ... 113
J.4.3 Festlegung von Prüfszenarien und Zielkriterien ... 115
J.4.4 Festlegung der Umweltbedingungen ... 116
J.4.5 Festlegung des Prüf- oder Inspektionsverfahrens ... 117
J.5 Bei der Prüfung einen Pilotversuch durchführen ... 118
J.5.1 Allgemeines ... 118
J.5.2 Bei der Prüfung den Benutzer über das beabsichtigte Ziel informieren ... 118
J.5.3 Erstellen der Prüfumgebung ... 118
J.6 Durchführung der Bewertung ... 118
J.6.1 Planmäßige Durchführung der Prüfungen ... 118
J.6.2 Auswertung der Ergebnisse ... 118
J.6.3 Herausarbeiten von Schlussfolgerungen ... 119
J.7 Dokumentation der Bewertung ... 119
J.7.1 Erstellung eines Berichts ... 119
J.7.2 Rückmeldung von interessierten Parteien einholen ... 119
J.8 Messungen zur Gebrauchstauglichkeit ... 119
J.8.1 Allgemeines ... 119
J.8.2 Qualität in der Anwendung und Gebrauchstauglichkeit ... 120
J.8.3 Beispiele für Messungen der Gebrauchstauglichkeit ... 121
J.9 Beispiele für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit ... 122
J.9.1 Allgemeines ... 122
J.9.2 Virtuelle Umgebung für Schulungen von Operateuren ... 122
J.9.3 Haptisch unterstütztes Werkzeug für den Geografieunterricht ... 124
J.9.4 Haptisch unterstützte Textverarbeitung ... 125
J.9.5 Fallstudie Bewertung eines taktilen Gurts für die Navigation und Kommunikation bei der Infanterie ... 126

Literaturhinweise ... 130