

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 Prüfscenarien 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