

DIN/TS 35444

ICS 13.180; 17.100

**Verfahren zur Messung von technisch notwendigen manuellen
Betätigungs Kräften**

Method for measuring technically necessary manual actuating forces

Procédé de mesure des forces d'actionnement manuelles techniquement nécessaires

Gesamtumfang 24 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Messgeräte	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Messgerät zur Messung der technischen Betätigungskraft	9
4.3 Messgerät zur Messung eines Kraft-Zeitverlaufs	10
4.4 Ankopplung	10
4.4.1 Ankopplung des Messgeräts an das Messobjekt	10
4.4.2 Ankopplung der Hand an das Messgerät	12
5 Messung	13
5.1 Betriebszustand	13
5.2 Messdurchführung	13
Anhang A (informativ) Messbericht	15
Anhang B (informativ) Beispiele für Anwendungsfälle	16
B.1 Spritzpistole eines Hochdruckreinigers	16
B.2 Öffnen einer Luke	17
Anhang C (informativ) Weitere Anwendungsbeispiele	18
Anhang D (informativ) Messwert-Abweichungen in Abhängigkeit vom Winkel der Kraft-Messrichtung und vom gewählten Ersatz-Kraftangriffspunkt	23
Literaturhinweise	24

Bilder

Bild 1 — Beispielabbildung für einen gesamten Kraft-Zeitverlauf der Betätigung eines Bedienteils. Darstellung der Stellaufgabe mit der technisch notwendigen Betätigungskraft F_t und der Kraft im Anschlag (maximale Betätigungskraft $F_{\max}$).	9
Bild 2 — Beispielabbildung einer Federwaage und eines mechanischen Kraftmessgeräts	9
Bild 3 — Beispielabbildung eines digitalen Kraftmessgeräts	10
Bild 4 — Beispielabbildung einer rutschsicheren Ankopplung mittels Spanngurt	11
Bild 5 — Berechnung des korrigierten Messwertes am Beispiel der Messung an einem alternativen Kraftangriffspunkt F_{Mess} bei einem Hebel	12
Bild 6 — Kraftmessgerät mit ungünstiger Gehäuseform	13
Bild 7 — Federwaage und digitales Kraftmessgerät mit Zusatzhandgriff	13
Bild 8 — Berechnung des Korrekturwertes bei nicht senkrechter Betätigungsrichtung	14
Bild B.1 — Festlegung des Kraftangriffspunkts und der Betätigungsrichtung sowie Start- (linkes Bild) und Endpunkt (rechtes Bild) der Messung zur Bestimmung der technisch notwendigen Betätigungskraft F_t bei einer Spritzpistole	16
Bild B.2 — Festlegung des Kraftangriffspunkts und der Betätigungsrichtung sowie Start- (linkes Bild) und Endpunkt (rechtes Bild) der Messung zur Bestimmung der technisch notwendigen Betätigungskraft F_t bei einer manuell zu öffnenden Luke	17

Tabellen

Tabelle 1 — Spezifikationen für Kraftmessgeräte	8
---	---

Tabelle C.1 — Beispiele für Einsatzfälle zur Messung der Betätigungskraft im Zustand „Ein“ nach „Aus“	18
Tabelle C.2 — Beispiele für Einsatzfälle zur Messung der Betätigungskraft im Zustand „Verriegelt“ nach „Entriegelt“	19
Tabelle C.3 — Beispiele für Einsatzfälle zur Messung der Betätigungskraft im Zustand „Zu“ nach „Auf“	22
Tabelle D.1 — Relative prozentuale Messwert-Abweichungen	23

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 023-00-03 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAERG/NAM: Anthropometrie und Biomechanik“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAERG) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Technische Spezifikationen sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine Technische Spezifikation ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Erfahrungen mit dieser Technischen Spezifikation sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an naerg@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Ergonomie (NAERG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Einleitung

Die Festlegung maximaler Betätigungskräfte (zur Bedienung handbetätigter Bedienteile wie z. B. Druckknöpfe, Handräder, Lukendeckel und Türen) spielt in der Normung eine große Rolle. Mit der Definition und Einhaltung von maximalen Kraftwerten kann die angestrebte Bedienung von allen Nutzergruppen durchgeführt werden, ohne ggf. gesundheitliche Schäden beim Bediener zu verursachen.

In einer Studie der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN-Studie 46: Messanforderungen in Produktnormen) wurden etwa 1 000 Normen untersucht. Obwohl in mehr als 80 davon Bedien-, Stell-, Lenk-, Betätigungs- und Handkräfte definiert werden, existieren in keiner dieser oder anderer Normen exakt definierte Vorgaben zum Messen von Kräften (siehe ISO 11228-2:2007, informativer Anhang D „Suggested approach for measuring push/pull forces“). Um jedoch reproduzierbare Kräfte messen zu können, ist ein genormtes Messverfahren unerlässlich.

In der KAN-Studie „*Betätigungskräfte an Landmaschinen*“ wurden an Landmaschinen Handbetätigungskräfte gemessen und analysiert. Dabei wurden u. a. Spezifikationen für Kraftmessungen (wie z. B. Messgeräte, Messdurchführung) definiert. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse sind in dieser DIN/TS (Technische Spezifikation) mit eingeflossen, um dem Anwender dieser Norm ein geeignetes Instrument zur Messung von Betätigungskräften für die alltägliche Praxis an die Hand zu geben.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN/TS 35444 legt ein mögliches Messverfahren, mit dem manuelle Betätigungskräfte gemessen werden können, fest. Sie ist anwendbar für Kraftmessungen an handbetätigten Bedienelementen, jedoch nicht für Kraftmessungen bei Montagetätigkeiten.

Eine Bewertung der Kräfte ist nicht Bestandteil dieser DIN/TS. Ein Abgleich der gemessenen Werte mit den bekannten Maximalkräften bestimmter Zielgruppen ermöglicht Aussagen zur tatsächlichen Ausführbarkeit für eine Nutzerpopulation. Diese DIN/TS ist für eine Risikobewertung nicht geeignet: Faktoren wie z. B. Häufigkeit und Dauer der Kraftbetätigung, Körperhaltung oder Ergonomie der Griffe werden nicht thematisiert.

Die nach dieser Spezifikation ermittelten technisch notwendigen manuellen Betätigungskräfte können für Bewertungen wie sie z. B. in DIN EN 1005-3:2009-01 durchgeführt werden, herangezogen werden.

Diese DIN/TS richtet sich insbesondere an Hersteller von Bedienteilen, Maschinen mit Bedienteilen, Prüfinstitute und Aufsichtsbehörden.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Bedienperson

Person, die das Bedienteil betätigt

3.2

Messperson

Person, die das Messgerät bedient

Anmerkung 1 zum Begriff: Messperson und Bedienperson können identisch sein.

3.3

handbetätigtes Bedienteil

Teil eines Systems, auf das eine menschliche Kraft mit der Hand ausgeübt wird, um eine Veränderung an einem System zu bewirken, z. B. Druckknopf, Klappen, Hebel oder andere bewegliche Elemente

Anmerkung 1 zum Begriff: Das berührungsempfindliche Betätigen (z. B. mittels Touch-Display) ist nicht mit einbezogen

3.4

Stellaufgabe

Tätigkeit, bei der ein Bedienteil betätigt (bewegt) wird, um eine Veränderung an einem System zu bewirken

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt auch außerhalb der Stellaufgabe angewandte Kräfte. Das können Kräfte sein, die abhängig von der Reaktionszeit des Menschen sind. Diese kommen vor, wenn beispielsweise das Bedienteil in einen Anschlag bewegt wird. Diese Kräfte können nicht reproduzierbar gemessen werden. Die hier definierte Stellaufgabe bezieht sich auf die technisch notwendige Bewegung eines Bedienteils (siehe 4.1).

3.5

Betätigungskraft

dynamische Aktionskraft, die gegen Kontaktflächen von Stellteilen oder gegen andere Gegenstände bei geführten Bewegungen als Antriebs- oder Bremskraft aufgebracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einteilung der Manipulations- und Betätigungskräfte ist im Zusammenhang mit der Messtechnik der Körperkräfte von Bedeutung.

[QUELLE: DIN 33411-1:1982-09, 3.1.3.2.4]

3.6

technisch notwendige Betätigungskraft F_t

mittlere Kraft F_t , die innerhalb einer gesamten Betätigungszeit erforderlich ist, um die für ein handbetätigtes Bedienteil vorgesehene Funktion zu erreichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Als Beispiel kann die Kraft genannt werden, die aufgebracht werden muss, um ein Steuerrad zu drehen, einen Hebel zu betätigen (Zustand „aus“ nach Zustand „ein“) oder eine Luke zu öffnen (Zustand „offen“ nach Zustand „geschlossen“).

3.7

maximale Betätigungskraft $F_{\max}$

bei der Bewältigung einer Stellaufgabe höchste gemessene Kraft

3.8

technisch notwendigen Maximalkraft $F_{t,\max}$

zur Bewältigung einer Stellaufgabe technisch notwendige Kraftanforderung

3.9

Betätigungsrichtung

vom Hersteller vorgesehene Bewegungsrichtung des Stellelements mit idealem (oder minimalem) Kraftaufwand oder minimaler technisch notwendiger Betätigungskraft

3.10

Kraftangriffspunkt

Stelle am Bedienteil, an der die Bedienperson bei üblichem Einsatz mit der Hand greift, um das Bedienteil zu bewegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Angaben des Herstellers des Bedienteils sind zu beachten.

3.11

Betätigungszeit

Zeit, die benötigt wird, um eine Stellaufgabe durchzuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Da die Betätigungszeit auch von der Bedienperson abhängig ist, sollten zu Beginn der Kraftmessung drei Bedienpersonen mit unterschiedlichen körperlichen Fähigkeiten das Bedienteil jeweils fünfmal betätigen. Die dafür benötigten Zeiten sind zu bestimmen und der Mittelwert der Einzelwerte ist zu berechnen. Der Mittelwert gibt vor, in welcher Zeit die Messung durchzuführen ist.

3.12

Schleppzeiger

Zeiger an einem mechanischen Kraftmessgerät, der bei der Messung vom Hauptzeiger „mitgeschleppt“ wird und an der größten Auslenkung verharret, so dass nach durchgeführter Messung die Maximalkraft angezeigt wird

4 Messgeräte

4.1 Allgemeines

Grundsätzlich müssen sowohl Druck- als auch Zugkräfte erfasst werden können, um die meisten Anwendungsfälle abzudecken. Es gibt mechanische und elektronische Messgeräte zur Messung von Kräften.

Alle in diesem Dokument beschriebenen Messungen sind Messungen mit einem separaten Messgerät, das in der Hand geführt wird.

ANMERKUNG 1 Automatisierte Mess-Systeme werden in diesem Dokument nicht thematisiert, sollten aber bei künftigen Überarbeitungen ergänzt werden.

Die Messeinrichtung sollte die Handhabung bzw. das dynamische Verhalten des Systems möglichst nicht beeinflussen.

Die Spezifikationen für mechanische Messgeräte zur Maximalkraftmessung und digitale Messgeräte zur Messung des Kraft-Zeitverlaufs sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 — Spezifikationen für Kraftmessgeräte

Mess-einsatz	Messgerät	Einsatz	Auflösung	Messgenauigkeit im Bereich bis 500 N	Arbeitsfrequenzbereich	Weitere Anforderungen
Maximalkraftmessung	mechanisch (analog)	Zug- und Druckkraft	$\leq 1\%$ vom maximalen Messwert	$-1\% \leq x \leq 1\%$ der Kraft	—	regelmäßige Kalibrierung
Messung des Kraft-Zeitverlaufs	elektronisch (digital)	Zug- und Druckkraft	$\leq 0,1\text{ N}$	$-0,5\% \leq x \leq 0,5\%$ der Kraft	$\geq 100\text{ Hz}$	regelmäßige Kalibrierung

Bei Kraftmessungen muss zwischen der technisch notwendigen Maximalkraft $F_{t,\max}$ und der Maximalkraft $F_{\max}$, die beim manuellen Betätigen des Bedienelements aufgewendet wird, unterschieden werden. Bei Bedienteilen, die nach Ende des Stellvorgangs bzw. Stellaufgabe einen Anschlag berühren, können am Ende des Betätigungsvorgangs am Kraftangriffspunkt sehr hohe Kräfte entstehen. Die hier auftretenden Maximalkräfte sind stark vom Bediener und der Konstruktion abhängig und lassen sich daher nicht reproduzierbar erfassen (im Gegensatz zur technisch notwendigen Maximalkraft).

ANMERKUNG 2 Neben der technischen notwendigen Betätigungskraft F_t führen hohe Kräfte im Anschlag (siehe Bild 1, Punkt 6) zu einer zusätzlichen Belastung des Hand-Arm-Systems. Konstruktive Maßnahmen, wie z. B. elastische Materialien im Anschlag des Bedienteils zur Abfederung bei Kontakt, können diese Kräfte minimieren.

In Bild 1 ist der gesamte Kraft-Zeitverlauf der Betätigung eines Bedienteils (mit Anschlag) exemplarisch dargestellt.