

Sicherheit von Maschinen
Ergonomische Gestaltungsgrundsätze
Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen
und den Arbeitsaufgaben
Deutsche Fassung EN 614-2:2000

DIN
EN 614-2

ICS 13.110; 13.180

Safety of machinery — Ergonomic design principles —
Part 2: Interactions between the design of machinery and
work tasks;

German version EN 614-2:2000

Sécurité des machines — Principes ergonomiques
de conception — Partie 2: Interactions entre la conception
des machines et les tâches du travail;
Version allemande EN 614-2:2000

Die Europäische Norm EN 614-2:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die Europäische Norm wurde am 2000-06-30 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von der Arbeitsgruppe 2 des Technischen Komitees 122 „Ergonomie“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet. Die Sekretariatsführung dieser Arbeitsgruppe liegt bei Deutschland. Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung dieser Norm wurden vom Arbeitsausschuss 10 im Normenausschuss Ergonomie im DIN wahrgenommen.

Fortsetzung 24 Seiten EN

Normenausschuss Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen

Ergonomische Gestaltungsgrundsätze

Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben

Safety of machinery — Ergonomic design principles —
Part 2: Interactions between the design of machinery
and work tasks

Sécurité des machines — Principes ergonomiques de
conception — Partie 2: Interactions entre la concep-
tion des machines et les tâches du travail

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 2000-06-30 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Zentralsekretariat: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	3
4 Grundsätze der Aufgabengestaltung	4
4.1 Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben der Operatoren	4
4.2 Methodik der Aufgabengestaltung in Bezug auf die Gestaltung von Maschinen	6
4.2.1 Festlegung von Gestaltungszielen	8
4.2.2 Funktionsanalyse	9
4.2.3 Funktionszuordnung	10
4.2.4 Spezifikation der Arbeitsaufgaben	10
4.2.5 Zuweisung von Arbeitsaufgaben an die Operatoren	11
4.3 Bewertung der Arbeitsaufgabengestaltung	11
5 Gestaltungsprozess	12
Anhang A (informativ) Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen, Arbeitsaufgaben und Arbeits-tätigkeiten (job design)	13
Anhang B (informativ) Erläuterndes Beispiel: Gestaltung einer Bohrmaschine	18
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	24

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom 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 2001-01, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis 2001-01 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Die Reihe EN 614 besteht unter dem allgemeinen Titel „Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze“ aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze
- Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben

Einleitung

Diese Europäische Norm hilft dem Konstrukteur, ergonomische Grundsätze bei der Gestaltung von Maschinen anzuwenden, indem sie insbesondere auf die Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben abhebt.

Dies ist von grundlegender Bedeutung, da die Qualität der Gestaltung und die Sicherheit von Maschinen davon abhängen, ob die vorgesehenen Operatoren in der Lage sind, ihre Aufgaben an Maschinen sicher und kompetent auszuführen. Die Anwendung ergonomischer Grundsätze auf die Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben zielt darauf ab, Beeinträchtigungen, Ermüdung und andere nachteilige Einwirkungen auf den Operator zu minimieren und trägt somit zum optimalen Funktionieren des Arbeitssystems bei (EN 292-2:1991, Anhang A.1, 1.1.2(d)) und verringert das Risiko negativer Einwirkungen auf die Gesundheit. Eine gute Gestaltung befolgt daher ergonomische Grundsätze, sie beginnt mit der Festlegung der Systemfunktionen und berücksichtigt im voraus, wie der vorgesehene Operator mit Maschinen und anderen Arbeitsmitteln zusammenwirken wird.

Bei der Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben sind die physischen Aspekte der Operatorentätigkeit nicht die einzigen Gestaltungsparameter, die es zu berücksichtigen gilt. Zu den Operatorentätigkeiten zählen auch die Wahrnehmung und Verarbeitung von Information, Festlegung von Strategien, Entscheidungsfindung und Kommunikation.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ergonomische Grundsätze und Verfahren fest, die bei der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben der Operatoren zu befolgen sind.

Diese Europäische Norm befasst sich speziell mit der Gestaltung der Arbeitsaufgabe in Zusammenhang mit der Gestaltung von Maschinen, aber die darin enthaltenen Grundsätze und Methoden können auch auf die Gestaltung von Tätigkeiten (job design) angewandt werden.

Diese Europäische Norm richtet sich an Konstrukteure und Hersteller von Maschinen und anderen Arbeitsmitteln. Sie wird auch denjenigen von Nutzen sein, die sich mit der Anwendung von Maschinen und Arbeitsmitteln befassen, z. B. Führungskräften, Organisatoren, Operatoren und deren Vorgesetzten.

In dieser Europäischen Norm bedeutet Konstrukteur die Person oder Personengruppe, die für die Gestaltung verantwortlich ist.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 614-1:1995, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze.*

EN 894-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen.*

EN 292-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie.*

EN 292-2:1991+A1:1995, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Definitionen der EN 614-1.

4 Grundsätze der Aufgabengestaltung

Die Gestaltung von Arbeitsaufgaben beinhaltet die Analyse und Spezifikation von Funktionen sowie deren Zuordnung zur Maschine oder zum Operator als Teil des Gestaltungsprozesses und hat zum Ziel, zum optimalen Funktionieren des Arbeitssystems beizutragen. Daher folgt eine gute Gestaltung ergonomischen Grundsätzen und berücksichtigt insbesondere den Kontext der Benutzung und die Population der vorgesehenen Operatoren. Grundsätze guter ergonomischer Gestaltung sind in EN 614-1 festgelegt. Das Ziel muss durch weitestgehende Realisierung der in 4.1 aufgeführten Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben der Operatoren, Befolgung der in 4.2 angegebenen Methodik und durch eine Bewertung der Arbeitsaufgaben gemäß 4.3 erreicht werden.

4.1 Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben der Operatoren

Bei der Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben muss der Konstrukteur sicherstellen, dass die folgenden ergonomischen Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben erfüllt werden. Diese Merkmale berücksichtigen die Unterschiede sowie die zeitliche Veränderung von Merkmalen innerhalb der vorgesehenen Operatorenpopulation und werden durch eine aufeinander bezogene Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben erreicht.

Im Gestaltungsprozess muss der Konstrukteur daher

a) **die Erfahrung, Fähigkeiten und Fertigkeiten der bestehenden oder zu erwartenden Operatorenpopulation berücksichtigen.**

Dazu gehören der Stand der Schulbildung und der beruflichen Ausbildung sowie das bei anderen, ähnlichen Arbeitssituationen erworbene Wissen. Hierbei sollte bedacht werden, dass Ausbildungs- und Wissensstand innerhalb der Operatorenpopulation unterschiedlich sind und sich mit der Zeit verändern. Daher sollten beispielsweise Anforderungen an Geschwindigkeit und Komplexität sowie Informationen zur Aufgabendurchführung an alle vorgesehenen Benutzer anpassbar sein.

b) **sicherstellen, dass die durchzuführenden Arbeitsaufgaben als vollständige und sinnvolle Arbeitseinheiten mit deutlich identifizierbarem Anfang und Ende erkennbar sind und nicht einzelne Fragmente solcher Aufgaben darstellen.**

Daher sollte jede Arbeitsaufgabe nicht nur aus Durchführungskomponenten bestehen, sondern auch Vorbereitungs- (z. B. Planung) und Bewertungskomponenten (z. B. Inspektion, Prüfung) beinhalten.

c) **sicherstellen, dass durchgeführte Arbeitsaufgaben als bedeutsamer Beitrag zum Gesamtergebnis des Arbeitssystems erkennbar sind.**

Für den Operator sollte erkennbar sein, wie und in welchem Ausmaß die Durchführung der Arbeitsaufgabe und deren Ergebnis das gesamte Arbeitssystem und dessen Ergebnisse beeinflusst. Daher muss eine unnötige Fragmentierung des Arbeitsprozesses, die zu eng begrenzten Arbeitsaufgaben der Operatoren führt, vermieden werden.

d) **die Anwendung einer angemessenen Vielfalt von Fertigkeiten, Fähigkeiten und Tätigkeiten ermöglichen, insbesondere für eine angemessene Kombination folgender Arten des Verhaltens sorgen:**

- **Fertigkeitsbasiertes Verhalten**, das aus einer unmittelbaren, einfachen, bewussten oder unbewussten Reaktion auf Signale aus dem Arbeitsprozess besteht;
- **Regelbasiertes Verhalten**, das dem Operator durch die Anwendung grundlegender algorithmischer Regeln (z. B. durch das Treffen einfacher Wenn-Dann Entscheidungen) erlaubt, den Arbeitsprozess zu steuern;
- **Wissensbasiertes Verhalten**, das von dem Operator verlangt, komplexe Kenntnisse über die Zusammenhänge innerhalb des Prozesses zu entwickeln und aufrechtzuerhalten, damit er/sie Systemzustände und Fehler feststellen, Lösungen entwickeln und angemessene Tätigkeiten durchführen kann.

e) **für ein angemessenes Maß an Freiheit und Selbständigkeit des Operators sorgen.**

Der Operator sollte bei der Aufgabendurchführung zwischen Alternativen wählen sowie Prioritäten, Arbeitstempo und Arbeitsablauf bei der Erledigung der Arbeitsaufgabe bestimmen können. Streng festgelegte Abfolgen von Arbeitsschritten, Taktzeiten und Arbeitsmethoden müssen vermieden werden.

f) für ausreichende, für den Operator sinnvolle Rückmeldungen in Bezug auf die Aufgabendurchführung sorgen.

Dem Operator müssen Informationen über die Aufgabendurchführung zur Verfügung gestellt werden, die es ihm/ihr ermöglichen zu überprüfen, ob das Ziel erreicht wurde und die Durchführung angemessen erfolgt ist. Dies beinhaltet auch Informationen über Fehlhandlungen und richtige Alternativen.

Bei Arbeitsaufgaben, die mit häufigen Unterbrechungen verbunden sind, müssen bei der Gestaltung von Maschinen Hilfsmittel zur Unterstützung des Gedächtnisses vorgesehen werden, die es dem Operator erleichtern, sich daran zu erinnern, wo er/sie die Arbeitsaufgabe unterbrochen hat.

g) ermöglichen, vorhandene Fertigkeiten und Fähigkeiten auszuüben und weiterzuentwickeln, sowie neue zu erwerben.

Dies sollte erreicht werden, indem verschiedene Wege der Aufgabendurchführung, ein ausreichendes Maß an Selbständigkeit und Abwechslung in Verbindung mit angemessenen Rückmeldungen in Bezug auf die Aufgabendurchführung ermöglicht werden. Dadurch kann der Operator den Betriebsmodus wählen, der dem jeweiligen Stand seiner/ihrer Fachkenntnisse am besten entspricht, sowie versuchen, neue Erfahrungen in Bezug auf verschiedene Wege der Aufgabendurchführung zu erlangen, vorzugsweise durch Kombination verschiedener Arten des Verhaltens.

Bei Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten, insbesondere in hochautomatisierten Systemen, muss der Operator in die Lage versetzt werden, die Fähigkeit zu erwerben, den Prozess zu steuern und sich ein klares Bild der Struktur und der Zusammenhänge innerhalb des Prozesses anzueignen. Dies ist besonders wichtig in Notfallsituationen.

h) Über- und Unterforderung des Operators vermeiden, die zu unnötiger oder übermäßiger Beanspruchung, Ermüdung oder zu Fehlern führen kann.

Häufigkeit, Dauer und Intensität von Wahrnehmungs-, kognitiven und motorischen Aktivitäten müssen so gestaltet werden, dass diese Folgen vermieden werden. Über- oder Unterforderungen müssen nicht nur unter normalen Bedingungen, sondern auch unter anormalen Bedingungen (z. B. Worst-Case-Situationen) berücksichtigt werden. Dies ist besonders wichtig bei Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten, insbesondere in hochautomatisierten Systemen.

Das Auftreten von Über- und Unterforderung variiert innerhalb einer Population und verändert sich mit der Zeit. Daher ist es notwendig, Möglichkeiten zur Anpassung an individuelle Unterschiede, an Entwicklungsphasen und an den Stand der Ausbildung vorzusehen.

i) repetitive Aufgaben vermeiden, die zu einseitiger Arbeitsbelastung und somit zu körperlichen Beeinträchtigungen sowie zu Monotonie- und Sättigungsempfindungen, Langeweile oder Unzufriedenheit führen können.

Kurze Taktzeiten sollten daher vermieden werden. Eine angemessene Vielfalt von Aufgaben oder Tätigkeiten muss für den Operator vorgesehen werden. Falls repetitive Aufgaben nicht vermieden werden können,

- darf die zur Aufgabendurchführung verfügbare Zeit nicht allein auf der Grundlage der unter normalen Bedingungen gemessenen oder geschätzten Durchschnittszeiten festgelegt werden,
- muss Spielraum für Abweichungen von Normalbedingungen vorgesehen werden,
- müssen sehr kurze Taktzeiten vermieden werden,
- muss dem Operator Gelegenheit gegeben werden, nach seinem/ihrer eigenen Arbeitstempo, statt nach einer vorgegebenen Taktzeit zu arbeiten,
- muss die Arbeit an sich bewegenden Arbeitsgegenständen vermieden werden.

j) vermeiden, dass der Operator alleine, ohne Gelegenheit zu sozialen und funktionalen Kontakten arbeitet.

Sichtkontakt, Lärmpegel, Entfernungen zwischen Arbeitsplätzen sowie Selbstbestimmungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz müssen bei der Festlegung von Raum, Lage und Funktionen der Maschinen und anderer Arbeitsmittel in Betracht gezogen werden.

Diese Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben der Operatoren dürfen bei der Gestaltung von Maschinen nicht verletzt werden. Unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit und des Standes der Technik ist es

jedoch unter Umständen nicht möglich, all diese Ziele vollständig zu erreichen. In diesem Fall müssen Maschinen und Arbeitsaufgaben der Operatoren so weit wie möglich in Übereinstimmung mit diesen Zielen gestaltet und ausgeführt werden.

4.2 Methodik der Aufgabengestaltung in Bezug auf die Gestaltung von Maschinen

Die Gestaltung von Arbeitsaufgaben in bezug auf die Gestaltung von Maschinen kann als Verfahren beschrieben werden, das folgende Stufen beinhaltet:

- Festlegung von Gestaltungszielen,
- Funktionsanalyse,
- Funktionszuordnung,
- Spezifikation der Arbeitsaufgabe und
- Zuweisung von Arbeitsaufgaben an die Operatoren.

Bild 1 und Tabelle 1 geben einen Überblick über dieses Verfahren, das in 4.2.1 bis 4.2.5 näher beschrieben ist.

ANMERKUNG Gestaltung ist üblicherweise ein iteratives Verfahren, bei dem der Übergang zwischen den einzelnen Stufen nicht eindeutig sein muss. Die Gestaltungslösung für eine Funktion steht häufig in einem Wirkungszusammenhang mit den Lösungen für andere Funktionen innerhalb des Systems. Daher kann der Konstrukteur innerhalb des Gestaltungsprozesses möglicherweise vor- und zurückgehen, z. B. muss er/sie versuchsweise Lösungen entwickeln und dann zurückgehen, um die Situation erneut zu analysieren oder die Gestaltungsspezifikationen zu überarbeiten.

Durch Befolgung des in dieser Europäischen Norm beschriebenen schrittweisen Verfahrens kann der Konstrukteur:

- Entscheidungen bezüglich der Gestaltung auf der Grundlage der relevanten Informationen treffen,
- die Entscheidungen allen am Gestaltungsprozess beteiligten Personen verständlich machen,
- die Folgen der bei der Gestaltung getroffenen Entscheidung für die von Menschen ausgeübten Tätigkeiten voraussagen und
- so früh wie möglich prüfen, ob die Entscheidungen angemessen sind.

Als allgemeine Regel muss der Konstrukteur während des Gestaltungsprozesses

- in jeder Stufe des Verfahrens die bestehenden Erfahrungen nutzen, z. B. durch Analyse bestehender Gestaltungslösungen und deren Einfluss auf die Tätigkeiten des Operators,
- menschliche und grundlegende technische Faktoren gleichzeitig berücksichtigen,
- Methoden anwenden, bei denen die Wechselwirkungen zwischen dem Operator und den Maschinen und anderen Arbeitsmitteln in Betracht gezogen werden können,
- die Gestaltungsentwürfe in jedem Verfahrensschritt im Hinblick auf die Zielsetzung, die Anforderungen und die in früheren Phasen des Gestaltungsprozesses festgelegten Bewertungskriterien bewerten und
- den Gestaltungsprozess der Arbeitsaufgabe dokumentieren, um nachweisen zu können, dass Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm und den festgelegten Zielen erreicht wurde.