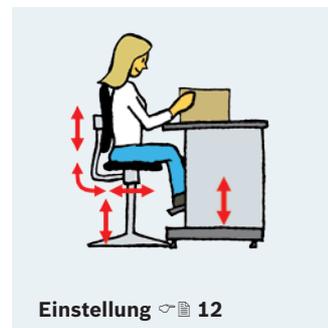
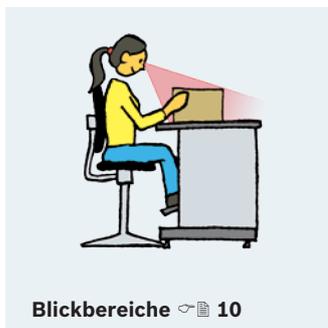
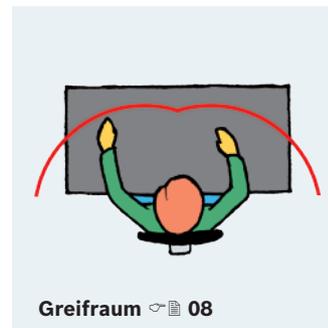


Ergonomieratgeber für Manuelle Produktionssysteme



Die acht ergonomischen Grundregeln für Arbeitssysteme



Von Ergonomie profitieren

Nutzen Sie die Vorteile eines ergonomisch gestalteten Arbeitsplatzsystems. Wir unterstützen Sie dabei und geben Ihnen wertvolle Anregungen. Zum Beispiel mit diesem Ergonomieratgeber, der die acht zentralen Grundregeln der Ergonomie und damit die wichtigsten Aspekte der EN ISO 6385 enthält.

Der Ratgeber dient als Richtschnur und methodische Anleitung zur Planung und Realisierung Ihrer Arbeitsplätze und Regalsysteme. Dabei werden unter anderem die Körpergrößen der Mitarbeiter, die Arbeitsaufgabe und die Beleuchtung berücksichtigt.



Ergonomie – für motivierte Mitarbeiter, höhere Produktivität und bessere Qualität

Ein ergonomischer Arbeitsplatz erleichtert die Arbeit und schont die Gesundheit des Mitarbeiters. Die erfreulichen Ergebnisse: gesteigerte Motivation und Zufriedenheit, höhere Leistungsfähigkeit, Effizienz und Bearbeitungsqualität sowie ein geringerer Krankenstand. Unterm Strich bedeutet das ein dickes Plus beim Thema Produktivität, mehr Wirtschaftlichkeit und einen entscheidenden Vorsprung im Wettbewerb – und damit nachhaltige Erfolge für Ihr Unternehmen.

- 04 Die Körpergröße und Arbeitshöhe
- 06 Der Arbeitsbereich
- 08 Der Greifraum
- 09 Die Teilebereitstellung
- 10 Die Blickbereiche
- 11 Die Beleuchtung
- 12 Die Einstellung der Arbeitsmittel
- 14 Die Planungshilfsmittel



Die Körpergröße und Arbeitshöhe

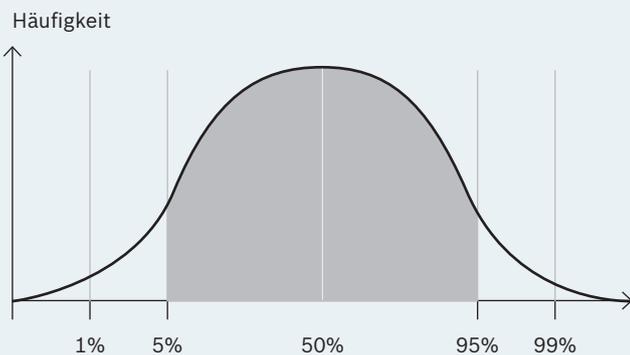
Manuelle Arbeitsplatzsysteme sollten für Personen unterschiedlichster Körpergrößen geeignet sein, damit ein möglichst hoher Prozentsatz der Bevölkerung berücksichtigt wird. Dabei sind länderspezifische Unterschiede und regionale Bestimmungen zu beachten. Für die Dimensionierung eines Arbeitsplatzes gilt beispielsweise in Deutschland die DIN 33406. Die wichtigsten Maße bei der Gestaltung von Arbeitsmitteln sind beispielsweise die Arbeitshöhe, die Dimensionierung von Greifräumen und Beinfreiraum sowie Sehraum-Abmessungen. All diese Maße werden von der „normierten“ Körpergröße abgeleitet.

Einteilung der Körpergrößen

Die Körpergrößen der Bevölkerung können in vier Gruppen eingeteilt werden:

- ▶ Gruppe 1: kleinste Frau (nur 5% sind kleiner)
- ▶ Gruppe 2: durchschnittliche Frau und kleinster Mann
- ▶ Gruppe 3: größte Frau und durchschnittlicher Mann
- ▶ Gruppe 4: größter Mann (nur 5% sind größer)

Gruppierung der Körpergrößen in Deutschland: nach DIN 33 402 sowie DIN EN ISO 7250



Männer:	■ 1.650 mm	□ 1.750 mm	■ 1.855 mm
Frauen:	■ 1.535 mm	■ 1.625 mm	□ 1.720 mm
■ Gruppe 1	■ Gruppe 2	□ Gruppe 3	■ Gruppe 4

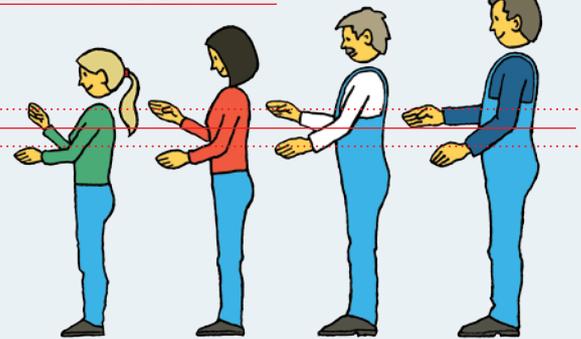
Ermittlung der optimalen Arbeitshöhe

Die optimale Arbeitshöhe richtet sich nach dem Körpergrößenbereich und der Art der ausgeübten Tätigkeit (siehe Tabelle). Unter Berücksichtigung aller Körpergrößen beträgt die durchschnittliche optimale Arbeitshöhe bei mittleren Anforderungen 1.125 mm für Sitz-/Steharbeitsplätze.

Arbeitsinhalt	Arbeitshöhen in mm			
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Hohe Anforderungen an Visuelle Kontrolle Feinmotorik	1.100	1.200	1.250	1.350
Mittlere Anforderungen an Visuelle Kontrolle Feinmotorik	1.000	1.100	1.150	1.250
Geringe Anforderungen an Visuelle Kontrolle Hohe Anforderungen an Bewegungsfreiheit Arme	900	1.000	1.050	1.150
Optimale Arbeitshöhe $\sigma = 1.125$				

Durchschnittliche optimale Arbeitshöhe: für alle vier Bevölkerungsgruppen

1.125 mm \pm 100 mm



Gruppe 1 1.535 mm	Gruppe 2 1.640 mm	Gruppe 3 1.740 mm	Gruppe 4 1.855 mm
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Ermittlung der Tischhöhe

Die Tischhöhe ergibt sich aus der optimalen Arbeitshöhe abzüglich der Werkstück- oder der Einlegehöhe. Um auch für die Körpergrößengruppe 4 ausreichenden Kniefreiraum zu gewährleisten, empfehlen wir eine Mindesthöhe von 1.000 mm für Sitz-/Steharbeitsplätze. Weitere Kriterien, die zu beachten sind:

- ▶ Fuß- und Beinfreiraum, Tiefe und Einstellbereich der Fußauflage
- ▶ Größe und Variation von Werkstückabmessungen
- ▶ Auftretende Kräfte und Gewichte
- ▶ Wechselnde Vorrichtungstypen und Einlegehöhen
- ▶ Stark variierende Sehabstände
- ▶ Standortspezifische Anforderungen (abweichende Körpergrößen, gesetzliche Bestimmungen usw.)
- ▶ Methodische, sicherheitstechnische und wirtschaftliche Aspekte

Das Sitz-/Stehkonzept von Rexroth für die Produktion

Bei dem von Rexroth ausgearbeiteten und empfohlenen Sitz-/Stehkonzept kann bei gleicher Arbeitshöhe im Sitzen wie im Stehen gearbeitet werden. Unterschiedliche Körpergrößen werden dabei weitgehend ausgeglichen. Das Konzept erlaubt wechselnde Körperhaltungen, reduziert somit Belastungen und steigert die Leistungsfähigkeit. Mit reinen Sitz- oder Steharbeitsplätzen ist dies nicht möglich.

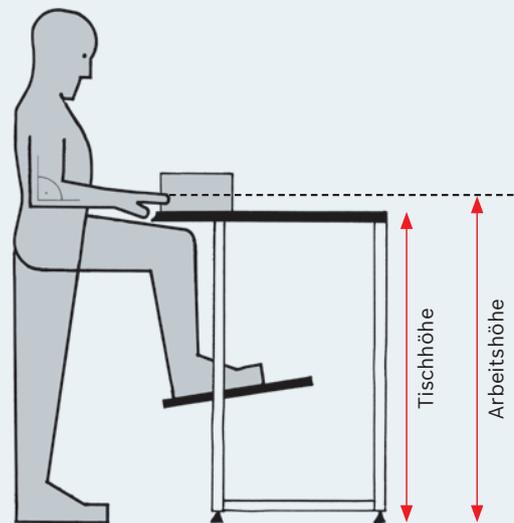
Auslegung von Regalsystemen

Behältergewicht und Art der Tätigkeit sind entscheidend für die Auslegung von Regalsystemen. Wir empfehlen die aus der Abbildung ersichtliche Einteilung. Darüber hinaus sollten folgende Aspekte bei der Zuführung und Entnahme von Material berücksichtigt werden:

- ▶ Gesamtbelastung des Mitarbeiters während seiner Schicht
- ▶ Länderspezifische Bestimmungen und Normen

Relevante Parameter:

bei der Ermittlung der Tischhöhe für einen Sitz-/Steharbeitsplatz



Empfohlene Arbeitshöhen:

A: Höheres Behältergewicht, B: Geringeres Behältergewicht
C: Gelegentliche Handhabung



Der Arbeitsbereich

Auf Basis einer vorgegebenen Zykluszeit werden die erforderlichen Tätigkeiten sowie der Arbeitsablauf festgelegt. Im Rahmen der Methodenanalyse wird unter Berücksichtigung zeitlicher, ergonomischer und wirtschaftlicher Aspekte die bestmögliche Arbeitsmethode ermittelt. Dabei sind auch das tendenziell steigende Alter sowie der Einsatz leistungsgewandelter Mitarbeiter zu beachten. Die Einbeziehung aller beteiligten Mitarbeiter, zum Beispiel aus Montage, Qualitätswesen und Logistik, sorgt dabei erfahrungsgemäß für beste Ergebnisse und stellt die langfristige Akzeptanz der Methode und damit des Arbeitsplatzsystems sicher. Der Arbeitsbereich sollte stets zwischen 800 mm und 1.500 mm Höhe liegen. Dabei gilt es, die folgenden Regeln zu beachten:

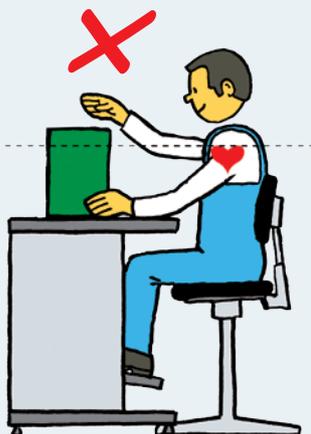
- ▶ **Arbeiten über Herzhöhe (über 1.500 mm) vermeiden:**
Ansonsten wird die Blutzirkulation und damit die Sauerstoffversorgung der Muskeln vermindert, was zur Leistungsabnahme führt. Arbeiten, die Beugen

erfordern (unter 800 mm), belasten den Mitarbeiter überproportional stark und sollten daher vermieden werden

- ▶ **Dynamische Tätigkeiten begünstigen:**
denn statische Haltearbeit hemmt die Blutzirkulation und Sauerstoffversorgung der Muskeln. Dies kann zu Einbußen bei Leistung und Bearbeitungsqualität führen
- ▶ **Belastungswechsel ermöglichen:**
beispielsweise durch Sitz-/Steharbeitsplätze oder Jobrotation. Belastungswechsel reduzieren die körperliche Belastung des Mitarbeiters und steigern seine Leistungsfähigkeit
- ▶ **Belastungen minimieren:**
zum Beispiel durch den Einsatz von Schiebestructen oder Hebehilfen, sowie durch die Wahl leichter Werkstoffe

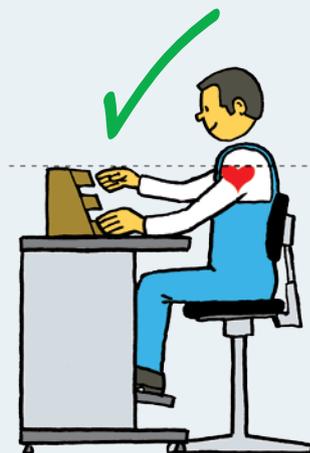
Über Herzhöhe

Arbeitsbereich über Herzhöhe: verminderte Blutzirkulation reduziert die Arbeitsleistung



Unterhalb Herzhöhe

Arbeitsbereich unterhalb Herzhöhe: gute Sauerstoffversorgung der Muskeln und hohe Leistungsfähigkeit





Ergonomische Arbeitsplätze stehen im Mittelpunkt der Fließfertigung

Die Sitz-/Steharbeitsplätze sowie die Behälter zur Materialbereitstellung von Rexroth bieten eine optimale Basis für ermüdungsfreies Arbeiten und können mitarbeitergerecht eingestellt werden.



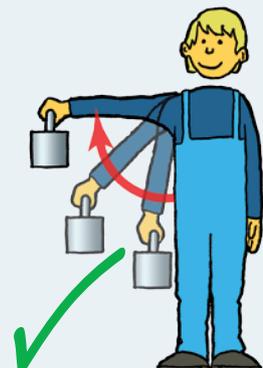
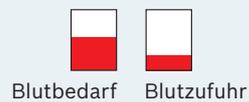
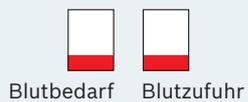
Ruhe

Statische Aktivität

Statische Aktivitäten, wie beispielsweise dauerhaftes Halten, reduzieren die Blut- bzw. Sauerstoffversorgung

Dynamische Aktivität

Bei dynamischer Aktivität ist eine ausreichende Sauerstoffversorgung gewährleistet



Der Greifraum

Bei der ergonomischen Gestaltung des Greifraums gelten folgende Grundsätze: Alle Behälter, Vorrichtungen und Bedienelemente sollten gut zugänglich im anatomisch-physiologischen Bewegungsbereich des Menschen angeordnet sein. Drehen des Rumpfes und Schulterbewegungen, insbesondere auch unter Last (Gewichte ≥ 1 kg), sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

Charakterisierung der drei Greifraumbereiche

Bereich A

- ▶ Optimal für Beidhandarbeit, da beide Hände die Zone erreichen und sich im Gesichtsfeld des Mitarbeiters befinden
- ▶ Für feinmotorische Bewegungen
- ▶ Handhabung geringer Gewichte sowie hoher Kontroll- und Koordinationsaufwand sind möglich
- ▶ Reine Unterarmbewegungen
- ▶ Kleinere Muskelgruppen sind im Einsatz
- ▶ Bereich für Werkstückaufnahme, Werkstückträger oder Vorrichtung

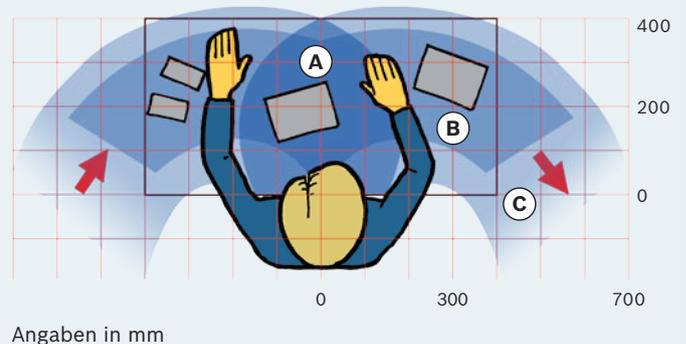
Bereich B

- ▶ Für grobmotorische Bewegungen
- ▶ Bereich für Werkzeuge und Teile, die oft einhändig gegriffen werden
- ▶ Ober- und Unterarmbewegung ohne Schulterbewegung und Rumpfdrehung

Bereich C

- ▶ Für gelegentliche Handhabung, z. B. von Leerbehältern oder Teileweitergabe in den Bewegungsbereich des nächsten Mitarbeiters
- ▶ Mit Schulter- und Rumpfbewegung

Greifraumbereiche für die kleinste Frau (Körpergrößengruppe 1)



Am Arbeitsplatz können drei Greifräume unterschieden werden:

- ▶ **Bereich A:** Arbeitszentrum, Beidhand-Zone
- ▶ **Bereich B:** Großer Greifraum
- ▶ **Bereich C:** Erweiterte Einhandzone

Sitz-/Steharbeitsplatz:

Teileweitergabe über Eco-Flow-Schiebestrecke



Die Teilebereitstellung

Um überflüssige, nicht wertschöpfende Bewegungen und damit Verschwendung zu vermeiden, sollten alle Greifwege möglichst kurz sein. Ideal sind deshalb Greif- beziehungsweise Teilebehälter, die in unmittelbarer Reichweite des Mitarbeiters angebracht sind. Die Position dieser Behälter sollte einen fließenden, bogenförmig ansteigenden, vom Körper weisenden Bewegungsablauf bei der Teileentnahme ermöglichen.

Bei der Teilebereitstellung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- ▶ Positionierung aller Greifbehälter im Bereich A und B
- ▶ Je häufiger auf einen Behälter zugegriffen wird, desto kürzer sollte der entsprechende Greifweg sein
- ▶ Um überflüssige Belastungen (z. B. durch Heben und Senken) zu vermeiden, sollten schwere Teile in den unteren Behältern im Greifbereich gelagert werden
- ▶ Beugen des Rumpfes unter 800 mm belastet Menschen überproportional stark
- ▶ Nutzung geometrischer und physikalischer Teileigenschaften bei der Weitergabe, zum Beispiel durch den Einsatz einer Gleitschiene oder Rollenbahn
- ▶ Auslegung der Behältergröße nach Teilegeometrie, Maximalgewicht und Nachfüllzyklus
- ▶ Reduzierung der Zeit für die Teilebereitstellung und deren Abtransport um bis zu 68% (MTM – Method of Time Measurement). Die Mitarbeiter konzentrieren sich auf wertschöpfende Montagetätigkeiten

▲ **Dauerhaft gesenkte Krankenstände durch den Einsatz von Kistenhungeräten**

▶ **Wechselwagen zur Materialbereitstellung reduzieren Rüstzeiten**



Die Blickbereiche

Zur optimalen Gestaltung von Arbeitsplätzen sollten die ergonomischen Empfehlungen zum Thema Sehbedingungen eingehalten werden.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Blickbereiche:

- ▶ Im Gesichtsfeld (roter Sehbereich) können ohne Augen- und Kopfbewegungen mehrere Objekte gleichzeitig scharf gesehen werden. Ein zusätzliches Fokussieren in der Tiefe kann dabei erforderlich sein
- ▶ Im Blickfeld (hellgrauer Sehbereich) lassen sich Objekte mit Augen-, aber ohne Kopfbewegungen wahrnehmen. Auch hier ist eventuell ein Fokussieren in der Tiefe notwendig

Außerhalb dieser Bereiche sind Kopfbewegungen erforderlich. Die Blickneigung beträgt im Stehen 30° und im Sitzen 45° zur Waagrechten.

Festlegung von Montageplatz und Teilebereitstellung

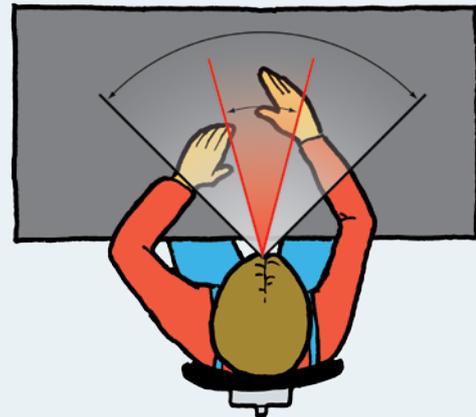
Beim Planen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- ▶ Unnötige Augen- und Kopfbewegungen vermeiden
- ▶ Realisierung möglichst identischer Sehentfernungen macht ein eventuelles Neufokussieren überflüssig
- ▶ Nicht einsehbare Fügestellen vermeiden

Die Beachtung dieser drei Punkte sorgt für Arbeits-erleichterung und steigert die Produktivität. Denn jedes Drehen des Kopfes, jeder Wechsel in der Blickrichtung und jedes Neufokussieren kostet Zeit und damit Geld. Die exakten Werte können mit den MTM-Verfahren ermittelt werden.

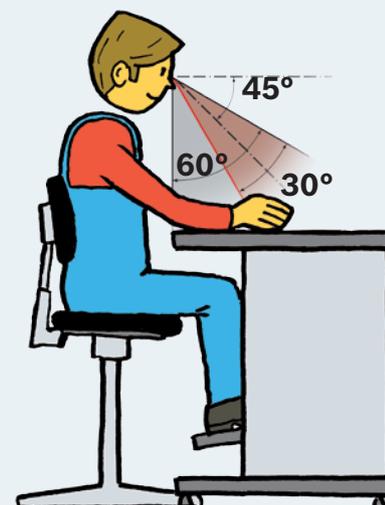
Blickbereich von oben gesehen:

Das Gesichtsfeld ist rot, das Blickfeld hellgrau markiert



Blickbereich seitlich gesehen:

Das Gesichtsfeld ist rot, das Blickfeld hellgrau markiert



Die Beleuchtung

Grundvoraussetzung für hohe Effizienz und Bearbeitungsqualität ist die richtige, auf den jeweiligen Arbeitsplatz und die entsprechende Tätigkeit abgestimmte Beleuchtung. Denn optimale Lichtverhältnisse verhindern vorzeitiges Ermüden, verbessern die Konzentrationsfähigkeit und reduzieren das Fehlerrisiko.

Wichtige Aspekte bei der Planung der Arbeitsplatzbeleuchtung sind:

- ▶ Starke Kontraste vermeiden
- ▶ Blendung und Reflektion vermeiden
- ▶ Erforderliche mittlere Beleuchtungsstärken enthält die DIN EN 12 464 oder die untenstehende Tabelle

Schatten-, flimmer-, blendungsfreies Licht am Prüfarbeitsplatz (siehe Bild)



Die richtige Rexroth Systemleuchte für jede Aufgabe

Berechnungsbeispiel der Beleuchtung auf der Arbeitsplatte

Rexroth SL 78 (Nennbeleuchtungsstärke) 681 Lux
(bei Abstand Leuchte-Tischplatte = 1,25 m)
+ Umfeldbeleuchtung 300 Lux
= Beleuchtung auf der Arbeitsplatte 800 Lux

Arbeitsaufgaben	Erforderliche Beleuchtungsstärke (Lux)	Rexroth SL 36 Duo	Rexroth SL 72 / economic	Rexroth SL 78	Rexroth SL 78 + SL 36 Duo
Grobe und mittlere Maschinen- und Montagearbeiten wie Drehen, Fräsen und Hobeln	300	■ ¹⁾	■ ¹⁾		
Feine Maschinenarbeiten mit zul. Abweichungen	500	■ ¹⁾	■ ¹⁾	■ ¹⁾	
Feine Montagearbeiten, z. B. Telefone, Wickeln von mittleren Spulen, Anreiß-, Kontroll- und Messplätze	750	■■■■ ¹⁾	■■■■ ¹⁾	■ ¹⁾	■ ¹⁾
Montage sehr fein, z. B. Messinstrumente, Werkzeug-, Lehren und Vorrichtungsbau, Präzisions- und Mikromechanik	1.000			■■■■ ¹⁾	■ ¹⁾
Montage feinsten Teile, Prüfen und Justieren	1.500				■■■■ ¹⁾

¹⁾ bei Abstand Tischplatte bis Leuchte: 1,25 m

■ Beleuchtungsstärke der Lampe ausreichend für die Arbeitsaufgabe

■■■■ Beleuchtungsstärke der Lampe + Umfeldbeleuchtung (300 Lux) ausreichend für die Arbeitsaufgabe

Die Einstellung der Arbeitsmittel

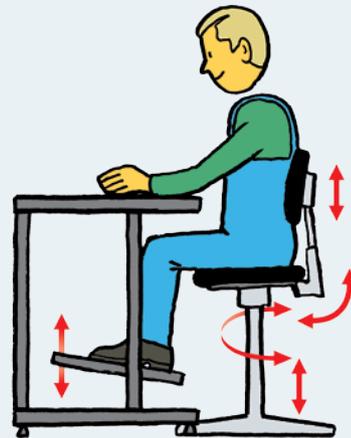
Um den Erhalt der Leistungsfähigkeit und der Produktivität zu fördern sollten sämtliche Arbeitsmittel im Umfeld des Arbeitsplatzes genau auf den Mitarbeiter und dessen Tätigkeit abgestimmt sein.

Alle Rexroth-Komponenten zur Ausrüstung von Arbeitsplätzen bilden ein ergonomisches, perfekt aufeinander abgestimmtes System. Rexroth-Produkte bieten eine Vielzahl von Einstellmöglichkeiten, die eine ermüdungsarme Körperhaltung ermöglichen. Wir machen Ergonomie einfach – Sie profitieren davon.

Die Voraussetzung für Leistungsfähigkeit und Produktivität ist die richtige Sitzhaltung: Ober- und Unterschenkel sollten einen 90° Winkel bilden. Ebenso die Ober- und Unterarme, wobei dieser auch etwas weiter als 90° sein kann.

Denn die richtige Einstellung von Tisch, Stuhl, Fußauflage, Greifbehälter, Werkzeugbereitstellung und Materialwagen trägt zur Reduzierung von Bewegung und somit zur Verringerung von körperlichen Belastungen und Fehlzeiten bei. Die Rexroth-Arbeitsdrehstühle zeichnen sich durch ein kippsicheres Fünffuß-Untergestell aus. Durch die flach auslaufenden Fußenden reduzieren sie die Stolpergefahr.

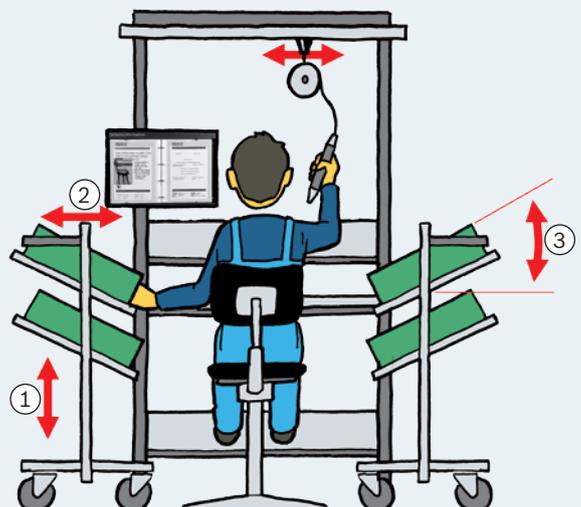
Anpassung des Arbeitsplatzes an den Mitarbeiter



Anpassung von Materialwagen an den Mitarbeiter

Einstellung nach Wunsch:

1 = Höhe, 2 = Tiefe, 3 = Neigung





Hier einige wichtige Hinweise

- ▶ Bei der Einstellung von Arbeitsstuhl und Fußauflage ist darauf zu achten, dass ein rechter Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel entsteht
- ▶ Informationstafeln sollten auf Augenhöhe angebracht sein, um unnötige Kopfbewegungen zu vermeiden
- ▶ Neigung der Ebenen zur Materialbereitstellung sind so einzustellen, dass kurze, direkte Greifwege entstehen
- ▶ Hubgeräte zur Bereitstellung schwerer Teile nutzen
- ▶ Monitorhalterungen und Werkzeugregale lassen sich mit der Profilnut auf jede beliebige Höhe einstellen
- ▶ Die optimale Arbeitshöhe kann bei höhenstellbaren Arbeitsplätzen entsprechend der Personen- und Produktgröße eingestellt werden Hinweise zur Einstellung von Arbeitsvorrichtungen können über Informationstafeln bereit gestellt werden

Separate Einstellmöglichkeit von Materialzuführung und Arbeitshöhe:

Die höhenstellbaren Arbeitsplätze bieten die Möglichkeit, den Arbeitsplatz sowohl auf das herzustellende Produkt als auch auf den Mitarbeiter anzupassen.

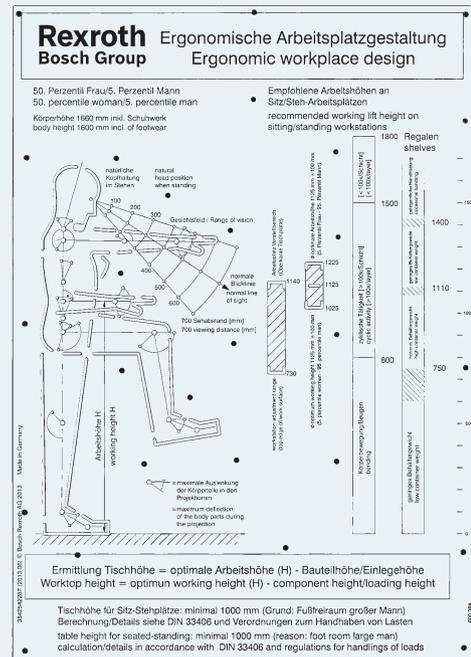
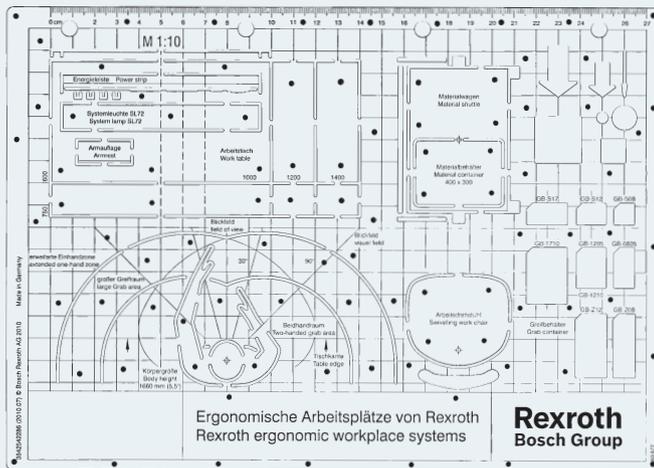
Aufgrund von prozess- oder produktspezifischen Veränderungen sowie wechselndem Personal ist die ergonomische Einstellung der Arbeitsmittel regelmäßig zu überprüfen

Die Planungshilfsmittel

Mit Hilfe der Planungsschablonen können Sie auf einfache Weise Planungsskizzen erstellen oder CAD-Ausdrucke auf ergonomische Auslegung überprüfen. Oder Sie nutzen MTpro – unsere Planungssoftware zur Projektierung von Montagesystemen. Von der Auswahl über die Konfiguration bis zur Bestellung der Produkte werden Sie von Rexroth begleitet.

Ergonomie-Schablonen

Für die durchschnittliche Frau/den kleinsten Mann (Gruppe 2).
Maßstab 1:10, Beide Abbildung nicht in Originalgröße!



◀ Bestellnummer
3 842 542 286

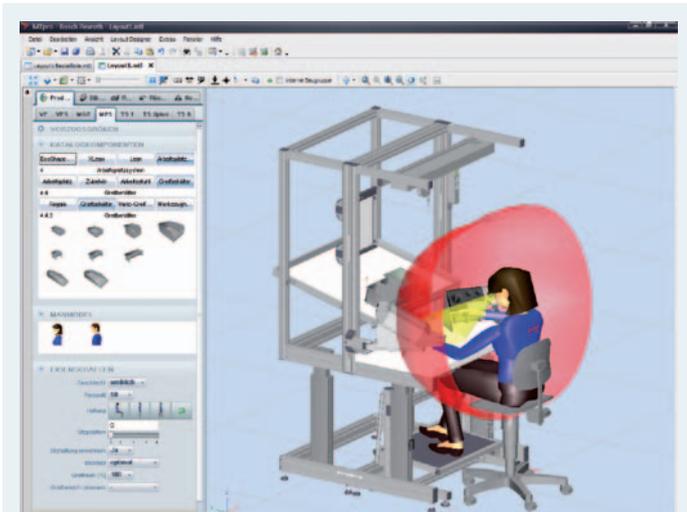
▲ Bestellnummer
3 842 542 287

▶ Bestellnummer
3 842 539 057

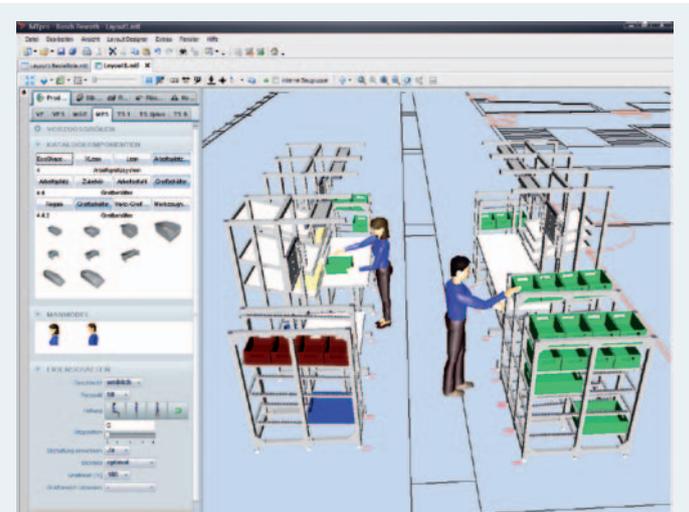


Mit dem „ManModel“ ermöglicht MTpro, Konstruktionen ergonomisch optimal an den Menschen anzupassen – mit dem richtigen Greifraum, der richtigen Entfernung zu Arbeitsmitteln und dem korrekten Blickwinkel. Der gesamte Greifraum – die Arbeitszone unmittelbar vor dem Sitzenden, der große Greifraum und die erweiterte Einhandzone in den Randbereichen – sollte aus der Arbeitsposition heraus gut zu erreichen sein. So werden ungesunde Körperhaltungen vermieden.

Diese besonders anwenderfreundliche Software macht die Planung anwendungsspezifischer Arbeitsplätze, Regale und Materialwagen schneller und einfacher. Auch die komplette Bestellung gelingt im Handumdrehen. Und über eine CAD-Schnittstelle können die Daten auch in Ihre CAD- oder VR (Virtual Reality)-Umgebung überspielt werden.

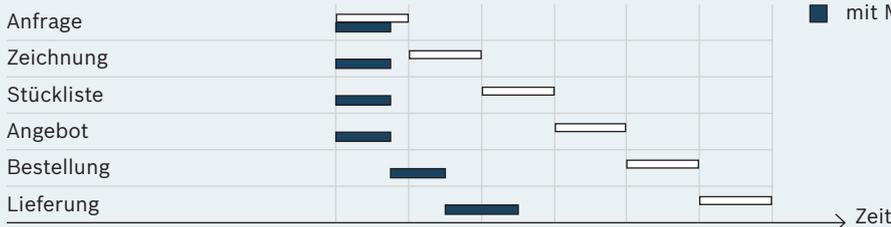


Mit dem MTpro ManModel lassen sich ergonomische Aspekte der Arbeitsplatzgestaltung bereits bei der Planung berücksichtigen



Aus einzelnen Arbeitsplätzen wird eine Produktionslinie, die die Aspekte der Lean Production berücksichtigt

Zeitersparnis



□ ohne MTpro
■ mit MTpro

◀ **MTpro bietet Ihnen:**

- Zeitersparnis
- Flexibilität
- Fehlervermeidung
- Übersichtlichkeit
- Standardisierung

Bosch Rexroth AG

Postfach 30 02 07

D-70442 Stuttgart, Deutschland

www.boschrexroth.com

Ihren lokalen Ansprechpartner finden Sie unter:

www.boschrexroth.com/kontakt