

Sichere Technik

Ergonomische Handwerkzeuge



T 041

Stand: April 2015

Zusammengestellter Auszug

Umfang: 34 Seiten

Alle Rechte vorbehalten.



Jedermann Verlag GmbH
Postfach 10 31 40
69021 Heidelberg
Telefon 06221 1451-0
Telefax 06221 27870
E-Mail: support@jedermann.de
www.jedermann.de

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Die Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

Ausgabe 4/2015 (Überarbeitung der Ausgabe 2/2002)

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg
Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

Inhalt

1	Vorwort	4
2	Ergonomie	6
2.1	Was ist Ergonomie?	6
2.2	Was sind ergonomische Handwerkzeuge?	7
3	Gefährdungsbeurteilung	8
4	Medizinische Aspekte	12
4.1	Anatomische Grundlagen	12
4.2	Folgen muskulärer Belastungen	13
4.3	Folgen übermäßiger Belastung	13
4.4	Arbeitsbedingte Erkrankungen des Hand-Arm-Systems	14
4.5	Belastungsunabhängige Erkrankungen des Hand-Arm-Systems	20
5	Handwerkzeuge im Vergleich	23
6	Entwicklung ergonomischer Handwerkzeuge	28
	Anhang 1: Checklisten für Beschaffung, Nutzung und Gestaltung ergonomischer Handwerkzeuge	30
	Anhang 2: Literaturverzeichnis	31
	Bildnachweis	34

1 Vorwort

Obwohl heutzutage viele Arbeitsschritte automatisiert erfolgen, werden in Betrieben jeden Tag verschiedenste Handwerkzeuge eingesetzt. Sie werden benötigt, um beispielsweise Maschinen umzubauen oder einzustellen, Werkstücke zu entgraten und anfallende Reparaturen oder Wartungsarbeiten durchzuführen.

Neben dem ordnungsgemäßen Gebrauch und Zustand der Werkzeuge spielt deren ergonomische Gestaltung eine immer wichtigere Rolle. Ergonomisch gestaltete Handwerkzeuge dienen nicht nur der Gesunderhaltung der Beschäftigten. Sie unterstützen auch Beschäftigte, die aufgrund chronischer Überlastungen oder belastungsunabhängiger Erkrankungen des Hand-Arm-Systems eingeschränkt sind. Alternde Belegschaften führen zu einem Anstieg altersbedingter Einschränkungen des Muskel-Skelett-Systems, die durch den Einsatz ergonomischer Handwerkzeuge kompensiert oder vermindert werden können.



Abbildung 1: Die Hand – unser wichtigstes Werkzeug

Hält dieses Werkzeug ein Leben lang?

Ergonomisches, nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen konstruiertes Werkzeug trägt dazu bei, dass das wertvollste Werkzeug des Menschen – die Hand – ein Leben lang gesund bleibt.

Es kommt auf das richtige Werkzeug an.

Denn ergonomische Werkzeuge

- › sind leichter zu handhaben,
- › sind bequemer zu halten,
- › mindern den Kraftaufwand,
- › verringern das Unfall-/Verletzungsrisiko,
- › steigern die Zufriedenheit der Beschäftigten und somit die Produktivität.

Durch die Verwendung von ergonomisch konstruiertem Handwerkzeug wird die Muskulatur optimal eingesetzt, die Körperhaltung verbessert und die Kraftübertragung optimiert.

Um Verletzungen zu vermeiden, die Gesundheit der Benutzer/innen von Handwerkzeug zu erhalten und deren physische Leistungsfähigkeit zu fördern, sollte bei der Beschaffung von neuem Werkzeug nicht der niedrigste Preis, sondern die richtige ergonomische Gestaltung ausschlaggebend sein.

Die positiven Effekte von ergonomischem Handwerkzeug können nur eintreten, wenn dessen Nutzung durch die Beschäftigten gegeben ist. In der ersten Zeit empfiehlt es sich, ein besonderes Augenmerk auf die Information der Beschäftigten zu legen. Durch regelmäßige Unterweisung und Training lässt sich nachhaltig Akzeptanz für die Benutzung dieser Werkzeuge herstellen.



Abbildung 2: Ergonomischer Seitenschneider Abbildung 3: Ergonomische Wasserpumpenzange

2 Ergonomie

2.1 Was ist Ergonomie?

Ergonomie ist die Wissenschaft von der Anpassung der Arbeitsbedingungen an den Menschen und dessen Eigenschaften.

Ziel der Ergonomie ist die menschengerechte Gestaltung aller Elemente, die einen Arbeitsplatz ausmachen:
z. B. Werkzeuge, Maschinen, Arbeitsablauf, Arbeitsumgebung.

Um arbeitsbedingten Erkrankungen an Muskeln und Gelenken sowie Haltungsschäden vorzubeugen und Verletzungen zu vermeiden, unterstützen unterschiedlichste ergonomische Handwerkzeuge den Menschen im täglichen Arbeitsprozess. Zudem werden Zufriedenheit und Leistung gesteigert; das erhöht die Produktivität und hilft Kosten zu senken.



Abbildung 4: Ergonomische Bandeisenschnitzschere



Abbildung 5: Ergonomische Flachrundzange

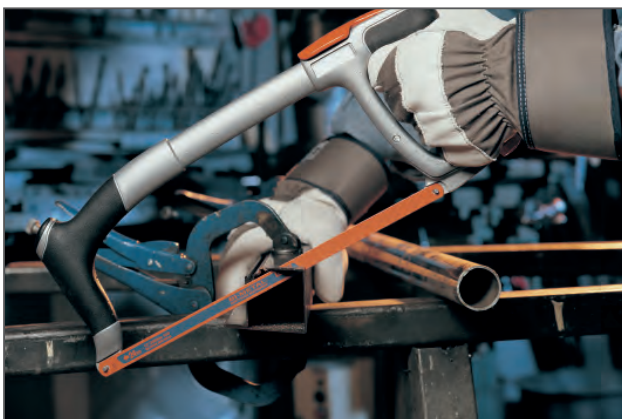


Abbildung 6: Ergonomische Metallsäge



Abbildung 7: Ergonomische Kabelschere mit verstellbaren Teleskopgriffen

2.2 Was sind ergonomische Handwerkzeuge?

Ergonomische Handwerkzeuge

- › verringern die Beanspruchung der Skelettmuskulatur und ermöglichen einen wirkungsvolleren Gebrauch der Gliedmaßen;
- › sind an die Körpermaße des Menschen angepasst und ermöglichen einen besseren Einsatz der menschlichen Kraft;
- › erhalten und fördern die Funktionstüchtigkeit der Hand, da sie ein bequemes und sicheres Halten des Werkzeugs und die Durchführung der Arbeit mit geradem Handgelenk bei guter Balance und korrekter Gewichtsverteilung ermöglichen;
- › haben Griffe, die eine sensorische Rückmeldung geben, wodurch genaues Arbeiten und eine optimale Führung des Werkzeugs möglich sind.



Abbildung 8: Ergonomische Kabelschere

Ergonomisches Handwerkzeug ist nicht am Styling oder Design erkennbar, sondern an seiner praktischen Handhabung.

3 Gefährdungsbeurteilung

Gefährdungsbeurteilungen sind das zentrale Instrument im Arbeitsschutz und der Schlüssel zur Verringerung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Erkrankungen.

Mit Hilfe der Gefährdungsbeurteilung gewinnt man wichtige Informationen und Hinweise über

- › Gefährdungen und Belastungen an Arbeitsplätzen,
- › notwendige technische und organisatorische Schutzmaßnahmen,
- › den erforderlichen Einsatz persönlicher Schutzausrüstungen,
- › Inhalte für Unterweisungen.

Die Pflicht zur Durchführung und Dokumentation von Gefährdungsbeurteilungen durch den Unternehmer ergibt sich aus

- › dem Arbeitsschutzgesetz¹ (§§ 5 und 6) oder
- › der Allgemeinen Bundesbergverordnung² (§ 3).

Diese Anforderung, die auch in der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1)³ genannt ist, wird durch Verordnungen wie die Gefahrstoffverordnung oder die Betriebssicherheitsverordnung konkretisiert.

Die Merkblätter A 016⁴ und A 017⁵ der BG RCI zeigen einen möglichen Weg zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung auf.

Dabei beschreibt das Merkblatt A 016 die Durchführung. Sie kann in sieben Schritte unterteilt werden:

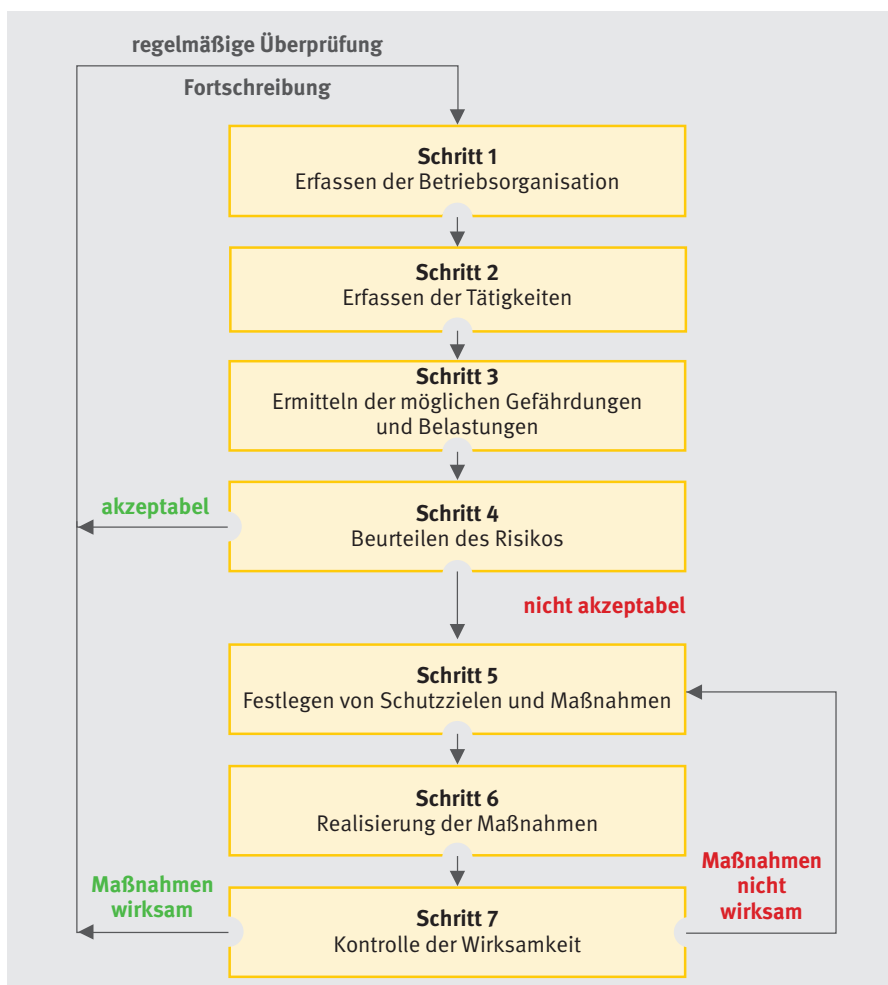


Abbildung 9: Die sieben Schritte der Gefährdungsbeurteilung

1 Siehe Anhang 2 Nr. 4
2 Siehe Anhang 2 Nr. 2
3 Siehe Anhang 2 Nr. 14
4 Siehe Anhang 2 Nr. 19
5 Siehe Anhang 2 Nr. 20

Im Merkblatt A 017 sind typische Gefährdungs- und Belastungsfaktoren, Beispiele für Schutzmaßnahmen sowie relevante Vorschriften und Technische Regeln für die einzelnen Gefährdungsfaktoren zusammengestellt.

Weitere Hilfen zur Gefährdungsbeurteilung finden Sie

- › im Ordner „Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen“⁶,
- › im Downloadcenter unter www.bgrci.de/downloadcenter (GefDok light – unter dem Stichwort „Gefährdungsbeurteilung“),
- › GefDok32 im Kompendium Arbeitsschutz⁷.

Beim Umgang mit Handwerkzeugen sind bei der Gefährdungsbeurteilung vor allem folgende im Merkblatt A 017 aufgeführte Gefährdungs- und Belastungsfaktoren zu berücksichtigen:












1	Grundlegende organisatorische Faktoren (S. 8–27)		<input type="checkbox"/> 1.1 Arbeitsplatzbez. Unterweisung <input type="checkbox"/> 1.2 Arbeitsplatzbez. Betriebsanweisung <input type="checkbox"/> 1.3 Koordinieren von Arbeiten	<input type="checkbox"/> 1.4 Gefährliche Arbeiten <input type="checkbox"/> 1.5 Benutzen persönlicher Schutzausrüstungen <input type="checkbox"/> 1.6 Erste-Hilfe-Systeme	<input type="checkbox"/> 1.7 Alarm- und Rettungsmaßnahmen <input type="checkbox"/> 1.8 Hygiene <input type="checkbox"/> 1.9 Arbeitsschutzorganisationen <input type="checkbox"/> 1.10 Allg. Kommunikation	<input type="checkbox"/> 1.11 Prüfpflichten von Arbeitsmitteln <input type="checkbox"/> 1.12 Beschäftigungsbeschränkungen
2	Gefährdung durch Arbeitsplatzgestaltung (S. 28–37)		<input type="checkbox"/> 2.1 Arbeitsräume <input type="checkbox"/> 2.2 Verkehrswege <input type="checkbox"/> 2.3 Sturz auf der Ebene, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken, Fahltreten	<input type="checkbox"/> 2.4 Absturz <input type="checkbox"/> 2.5 Behälter und enge Räume <input type="checkbox"/> 2.6 Arbeiten am Wasser		
3	Gefährdung durch ergonomische Faktoren (S. 38–49)		<input type="checkbox"/> 3.1 Schwere körperliche Arbeit <input type="checkbox"/> 3.2 Einseitig belastende körperliche Arbeit <input type="checkbox"/> 3.3 Beleuchtung	<input type="checkbox"/> 3.4 Klima <input type="checkbox"/> 3.5 Informationsaufnahme <input type="checkbox"/> 3.6 Wahrnehmungsumfang	<input type="checkbox"/> 3.7 Erschwerte Handhabbarkeit von Arbeitsmitteln <input type="checkbox"/> 3.8 Steharbeitsplätze <input type="checkbox"/> 3.9 Bildschirmarbeitsplätze	
4	Mechanische Gefährdung (S. 50–55)		<input type="checkbox"/> 4.1 Ungeschützte bewegte Maschinenteile <input type="checkbox"/> 4.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen	<input type="checkbox"/> 4.3 Transportmittel <input type="checkbox"/> 4.4 Unkontrolliert bewegte Teile		
5	Elektrische Gefährdung (S. 56–57)		<input type="checkbox"/> 5.1 Grundsätze <input type="checkbox"/> 5.2 Gefährliche Körperströme <input type="checkbox"/> 5.3 Lichtbögen			
6	Gefährdung durch Stoffe (S. 58–70)		<input type="checkbox"/> 6.1 Gesundheitsschädigende Wirkung von Gasen, Dämpfen, Aerosolen, Stäuben, flüssigen und festen Stoffen	<input type="checkbox"/> 6.2 Hautbelastungen <input type="checkbox"/> 6.3 Sonstige Einwirkungen (Gerüche/Sauerstoffmangel)		
7	Gefährdung durch Brände/Explosionen (S. 71–79)		<input type="checkbox"/> 7.1 Brandgefahr durch Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase <input type="checkbox"/> 7.2 Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre	<input type="checkbox"/> 7.3 Thermische Explosionen (durchgehende Reaktionen)	<input type="checkbox"/> 7.4 Physikalische Explosionen (z. B. durch heiße Metallschmelzen und Wasser)	<input type="checkbox"/> 7.5 Explosivstoffe (Sprengstoffe) <input type="checkbox"/> 7.6 Sonstige explosionsgefährliche Stoffe (z. B. Peroxide)
8	Biologische Gefährdung (S. 80–83)		<input type="checkbox"/> 8.1 Gezielte Tätigkeiten <input type="checkbox"/> 8.2 Nicht gezielte Tätigkeiten			
9	Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkungen (S. 84–91)		<input type="checkbox"/> 9.1 Lärm <input type="checkbox"/> 9.2 Ultraschall <input type="checkbox"/> 9.3 Ganzkörperschwingungen <input type="checkbox"/> 9.4 Hand-Arm-Schwingungen	<input type="checkbox"/> 9.5 Nicht ionisierende Strahlung <input type="checkbox"/> 9.6 Ionisierende Strahlung <input type="checkbox"/> 9.7 Elektromagnetische Felder	<input type="checkbox"/> 9.8 Kontakt mit heißen oder kalten Medien <input type="checkbox"/> 9.9 Elektrostatik <input type="checkbox"/> 9.10 Überdruck	
10	Psychische Belastungsfaktoren (S. 92–97)		<input type="checkbox"/> 10.1 Über-/Unterforderung <input type="checkbox"/> 10.2 Handlungsspielraum, Verantwortung	<input type="checkbox"/> 10.3 Sozialbedingungen <input type="checkbox"/> 10.4 Arbeitszeitregelungen <input type="checkbox"/> 10.5 Alkohol- und Drogenmissbrauch		
11	Sonstige Gefährdungs- und Belastungsfaktoren (S. 98–100)		<input type="checkbox"/> 11.1 Außendiensttätigkeit <input type="checkbox"/> 11.2 Menschen <input type="checkbox"/> 11.3 Tiere <input type="checkbox"/> 11.4 Pflanzen			

Abbildung 10: Gefährdungs- und Belastungsfaktoren

⁶ Siehe Anhang 2 Nr. 24

⁷ Siehe Anhang 2 Nr. 36

■ **Gefährdungen/Belastungen**

- Schutzmaßnahmen

Schwere körperliche Arbeit (siehe Abschnitt 3.1 des A 017)

■ **Handhaben von Lasten (z. B. Heben, Absetzen, Schieben, Ziehen, Tragen)**

- Transport- und Tragehilfen zur Verfügung stellen.
- Darauf achten, dass die Last sicher gefasst werden kann.
- Last in ergonomischer Höhe bereitstellen bzw. ablegen.

■ **Tragen schwerer Werkzeugkästen**

- Richtwerte für Heben und Tragen prüfen.
- Lastgewichte verringern (z. B. geeignete Werkzeugkästen aus Kunststoff, Textil oder Aluminium verwenden).
- Transportwagen oder -kästen mit Rollen einsetzen.
- Doppelung von Werkzeug vermeiden.

■ **Anwenden hoher Drehmomente beim Lösen bzw. Anziehen von Schraubverbindungen**

- Ergonomische Handwerkzeuge verwenden, die den Kraftaufwand minimieren.
- Einsatz von Schraubendrehern mit extralangem Doppelgriff, der das Drehen mit beiden Händen gestattet (-> hohes Drehmoment, weniger Anstrengung).

Einseitig belastende körperliche Arbeit (siehe Abschnitt 3.2 des A 017)

■ **Wiederkehrende Bewegungen kleiner Muskeln der Finger, Hände, Arme mit relativ hoher Bewegungsfrequenz**

- Ergonomisch gestaltete Handwerkzeuge verwenden, die die Zahl der Bewegungsvorgänge minimieren, z. B. ergonomisch gestaltete Umschaltknarre.

■ **Zwangshaltungen**

- Ergonomisch gestaltete Handwerkzeuge verwenden, die durch ihre Beschaffenheit das Arbeiten in beengten Verhältnissen erleichtern, z. B. einen Seitenschneider mit abgerundeter und schlanker Kopfform.
- Unergonomische Arbeitshandhaltung durch ergonomisch angepasste Werkzeuge, wie z. B. eine Metallsäge, die mit gestrecktem statt mit abgewinkelter Handgelenk eingesetzt wird, vermeiden.

■ **Halten und Drücken**

- Durch ergonomisch optimierte Zangen, die die Hebelgesetze bestmöglich nutzen, den Kraftaufwand minimieren.

Erschwerte Handhabbarkeit von Arbeitsmitteln (siehe Abschnitt 3.7 des A 017)

■ **Handgeführte Werkzeuge, Handwerkzeuge**

- Sichere und belastungsfreie Handhabung gewährleisten z. B. ein Griff aus mehreren Komponenten, der das Abrutschen verhindert, bei einer ergonomischen Greif- und Schneidzange.
- Gezieltere Auswahl von Handwerkzeugen durch Kennzeichnung (z. B. Farbe, Symbol, Form).

Teile mit gefährlichen Oberflächen (siehe Abschnitt 4.2 des A 017)

■ Ecken, Kanten

→ Ein an die Hand angepasster Griff mit einem abgerundeten Griffende verhindert Druckbildung in der Hand bei einem ergonomischen Schraubendreher.

■ Spitzen, Schneiden

→ Werkzeuge mit offenen Schneidflächen oder Spitzen sicher aufbewahren, z. B. im Köcher, oder Sicherheitsmesser verwenden.



Abbildung 11: Messer mit Hakenklinge und Köcher

→ Unbeabsichtigtes oder selbsttätiges Öffnen von Schneidwerkzeugen verhindern.

Unkontrolliert bewegte Teile (siehe Abschnitt 4.4 des A 017)

■ Kippende, rollende, herabfallende Handwerkzeuge

→ Ergonomische Handwerkzeuge verwenden, die sicher in der Hand liegen.

→ Sicheres Ablegen von Werkzeugen.

→ Abrutschen, Wegrollen verhindern durch ergonomisch geformte Werkzeuge.

Grundsätze (siehe Abschnitt 5.1 des A 017)

→ Nur isoliertes ergonomisches Handwerkzeug verwenden.

4 Medizinische Aspekte

Kann sich der Mensch an die Arbeit oder an das Werkzeug anpassen oder sollte sich die Gestaltung der Werkzeuge nach den Voraussetzungen des Menschen richten?

Ob ein Einsatz ergonomisch gestalteter Handwerkzeuge sinnvoll ist, führt zu grundsätzlichen Überlegungen.

Dazu ist ein Grundverständnis der anatomischen Gegebenheiten, aber auch von häufigen Beschwerden oder Erkrankungen im Zusammenhang mit der Tätigkeit erforderlich.

4.1 Anatomische Grundlagen

Bewegungsapparat

Der Bewegungsapparat des Menschen ist ein Gefüge aus Knochen, Gelenken, Bändern und Sehnen. Die Muskulatur liefert die Kraft, um überhaupt Bewegungen zu ermöglichen.

Belastungen durch die Arbeit können dann zur Überlastung des Bewegungsapparates führen, wenn

- › zu hohe oder zu geringe Kräfte,
- › zu große oder zu geringe Bewegungsumfänge,
- › zu viele Wiederholungsbewegungen erforderlich sind oder
- › Fehlbelastungen in der Statik des Skeletts vorliegen.

Knochen

Der Knochen ist ein Stützgewebe, welches aus organischen und anorganischen Anteilen besteht. Umgeben ist der Knochen von der gefäßreichen Knochenhaut, die für die Ernährung des Knochens wichtig ist. In den Zwischenräumen des Knochens findet sich das blutzellbildende Knochenmark. Der Knochen ist ein lebendiges Gewebe und passt sich im Laufe des Lebens an Druck-, Zug- oder Biegebeanspruchungen an.

Muskeln

Die Muskeln dienen zur Kraftentwicklung und Bewegung. Die Muskelbeanspruchung wird durch Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Flexibilität und Koordination charakterisiert. Dabei ist besonders die Ausdauer durch dynamische Arbeiten am besten trainierbar. Statische Belastungen können durch die Muskelkompression zu einer verringerten Durchblutung des Muskels und damit zu einer schnellen Erschöpfung führen. Deshalb sollte bei Haltearbeiten der Muskel möglichst im mittleren Dehnungsbereich eingesetzt werden.

Die maximal aufbringbare Muskelkraft ist abhängig von der Dehnung des Muskels. Im mittleren Dehnungsbereich ist die maximale Kraft am größten, während sie sowohl bei Verlängerung als auch Verkürzung des Muskels stark abfällt.

Gelenke

Die Knochen des Skeletts sind untereinander durch Gelenke verbunden. Sie bestehen aus Gelenkkopf, -pfanne, -höhle und einem Verstärkungsapparat bestehend aus Bändern. Die Gelenkflächen sind mit Knorpel überzogen, dessen Dicke von der Belastung abhängt. Der Raum zwischen den Gelenkflächen wird als Gelenkspalt bezeichnet. Die Gelenkkapsel umschließt das Gelenk und bildet mit ihrer Innenhaut die Gelenkschmiere, die als Gleitmittel und zur Ernährung des Knorpels dient.

Bänder

Die Bänder bestehen aus festem, sehnenähnlichem Bindegewebe und setzen mechanische Beanspruchung in Zugkräfte um. Sie dienen als Verstärkung der Gelenkkapsel und zur Führung der Bewegung. Sie können aber auch Bewegungen hemmen und so einer Überstreckung von Gelenken entgegenwirken.

Sehnen

Die Sehnen übertragen die Muskelkraft auf das Gelenk. Sie bestehen aus zugfestem Bindegewebe. Der Übergangsbereich zwischen Muskulatur und Sehne wird besonders beansprucht. Lange Sehnen sind durch Sehnenscheiden geführt und geschützt.

Schleimbeutel

Schleimbeutel sind Hohlräume, die Gelenkschmiere enthalten. Sie kommen z. B. zwischen Knochenvorsprüngen und Haut oder Sehnen vor. Sie erleichtern das Aufeinandergleiten und bilden eine Art Druckpolster.

Blutgefäße

Blutgefäße dienen der Versorgung der Körperzellen mit Sauerstoff und Energie. Weiterhin werden Stoffwechselprodukte transportiert. Sauerstoffreiches Blut wird in den Arterien und sauerstoffarmes Blut in den Venen des Körperkreislaufes vom bzw. zum Herz transportiert. Die Gefäße versorgen auch die Muskulatur, wobei starke Muskelanstrengung, Druckbelastung im Verlauf der Gefäße oder eine starke Gelenkbeugung zu einer Verminderung der Blutversorgung führen kann.

Nerven

Die Nerven dienen der Übermittlung von motorischen aber auch sensorischen Signalen. Die Nerven verlaufen meist in Nachbarschaft zu den Blutgefäßen und häufig auch durch anatomische Engstellen, die je nach Belastung zu Beschwerden wie z. B. Schmerzen, Lähmung der Muskulatur oder auch Taubheitsgefühlen führen können. Belastungen der Blutgefäße und Nerven sind insbesondere bei Kompressionssyndromen in Folge von z. B. Unfällen, aber auch chronisch impuls- oder vibrationsintensiven Einwirkungen festzustellen.

4.2 Folgen muskulärer Belastungen

Muskuläre Belastungen sind Folge körperlicher Arbeit und dienen innerhalb bestimmter Grenzen der Gesunderhaltung. Die Dauerleistungsgrenze ist die Leistungsgrenze, die bei der Arbeit während einer Schicht (8 h) nicht zu einer Ermüdung der Muskulatur führt.

Ermüdung

Bei anhaltender Muskelüberlastung können Ermüdungserscheinungen auftreten. Diese zeigen sich z. B. in Form von Koordinationsstörungen, die sich in der Abnahme der Präzision von Bewegungen bemerkbar machen, oder auch im Muskelzittern bei anhaltender statischer Arbeit.

Erschöpfung

Wird bei intensiver Arbeit oberhalb der Dauerleistungsgrenze oder nach wiederholten Höchstleistungen nicht ausreichend Erholung gewährt, tritt Erschöpfung ein. Es kommt zur Leistungsverminderung trotz regelmäßigen Trainings.

Erholung

Erholung tritt ein, sobald eine Aktivität abgebrochen, reduziert oder durch eine andere ersetzt wird. Die Regeneration verläuft zu Beginn der Erholungsphase besonders schnell, sodass viele kurze Pausen empfehlenswerter als wenige lange Pausen sind.

4.3 Folgen übermäßiger Belastung

Körperliches Training führt in einem gewissen Maße zu einer Anpassung des Körpers an Belastungen. Belastungsgrenzen können überschritten werden, wenn eine zu schnelle Steigerung der Belastung eintritt und der Körper noch nicht an diese Belastung angepasst ist. Dadurch können z. B. folgende gesundheitliche Schäden entstehen:

- › Entzündungen im Bereich von Sehenscheiden oder Sehnenansatzpunkten am Knochen,
- › Durchblutungsstörungen (Morbus Raynaud-ähnliche Erkrankungen),
- › Nervenkompressionsphänomene (z. B. Karpaltunnelsyndrom),
- › Degenerative Verschleißerkrankungen (z. B. Daumensattelgelenksarthrose).

Ursachen sind häufig immer wiederkehrende, ungünstige Bewegungsabläufe mit Überdehnung/Überstreckung von Sehnen, Bändern und Gelenken. Aber auch zu hoher erforderlicher Kraftaufwand bei regelmäßig wiederkehrenden Montagearbeiten oder Vibrationen auf das Hand-Arm-System bei handgeführten Werkzeugen/Maschinen können die Erkrankungen begünstigen.

4.4 Arbeitsbedingte Erkrankungen des Hand-Arm-Systems

4.4.1 Schnellender Finger

Die Fingersehnen gleiten im Bereich der Innenhand und der einzelnen Finger durch deren Sehnenscheide. Zur Führung der Beugesehnen bestehen an verschiedenen Stellen Führungsbänder (Ringbänder), die die Sehnen am Knochen in der korrekten Position halten. Die Führungsbänder stellen damit natürliche Engstellen im Verlauf der Sehnen dar.

Der schnellende Finger, oder auch als Schnappfinger bezeichnet, entsteht durch eine Verdickung der Beugesehne im Verhältnis zum Führungsband.

Meist besteht die Einengung über den Fingergrundgelenken. Es können alle Finger der Hand betroffen sein.

Eine Streckung des Fingers nach erfolgter Beugung oder umgekehrt ist häufig nicht mehr möglich. Aufgrund der Verdickung gleitet die Beugesehne nicht mehr frei durch die Engstelle (siehe Abbildung 12). Dabei tritt ein schmerzhaftes Schnappen des Fingers in Abhängigkeit vom Widerstand auf. Nicht selten wird zur Streckung die andere Hand benötigt.

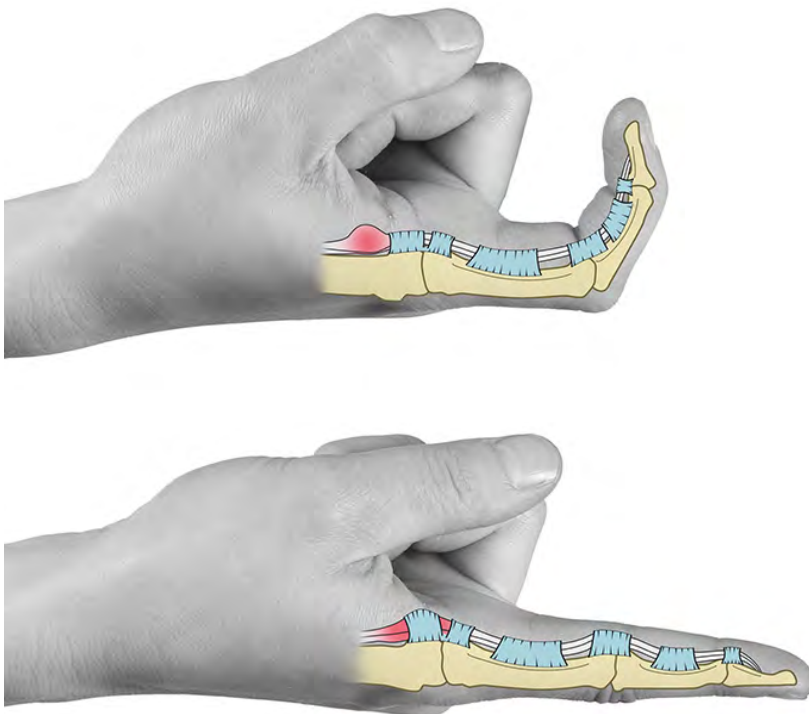


Abbildung 12:
oben) Sehnenverdickung vor dem Ringband
unten) Sehnenverdickung unter dem Ringband

Die Ursachen für den schnellenden Finger sind wiederholte Überbelastungen bei körperlichen Tätigkeiten, sowie chronisch entzündliche Erkrankungen wie z. B. Rheuma, Gicht oder andere Stoffwechselerkrankungen. Am häufigsten sind Daumen, Mittel- und Ringfinger betroffen.

Zu Beginn treten Schmerzen und Schwellungen der Fingergrundgelenke im Bereich der Handinnenfläche und des Handrücken auf. Gelegentlich wird eine Morgensteifigkeit oder ein Spannungsgefühl bemerkt. Erst bei Fortschreiten der Erkrankung kommt es zu dem namensgebenden schnellenden Finger. Bei sehr starker Einengung der Beugesehne kann es im Rahmen der Bewegungsblockade zu einer dauerhaften Beugestellung des Fingers kommen.

4.4.2 Raynaud-Phänomen

Beim Raynaud-Phänomen handelt es sich um Durchblutungsstörungen unterschiedlichster Ursachen, die vorwiegend die Finger betreffen. Dabei werden einzelne oder mehrere Finger blass, und erst nach einiger Zeit kommt es wieder zu einer Normalisierung der Durchblutung (siehe Abbildung 13).

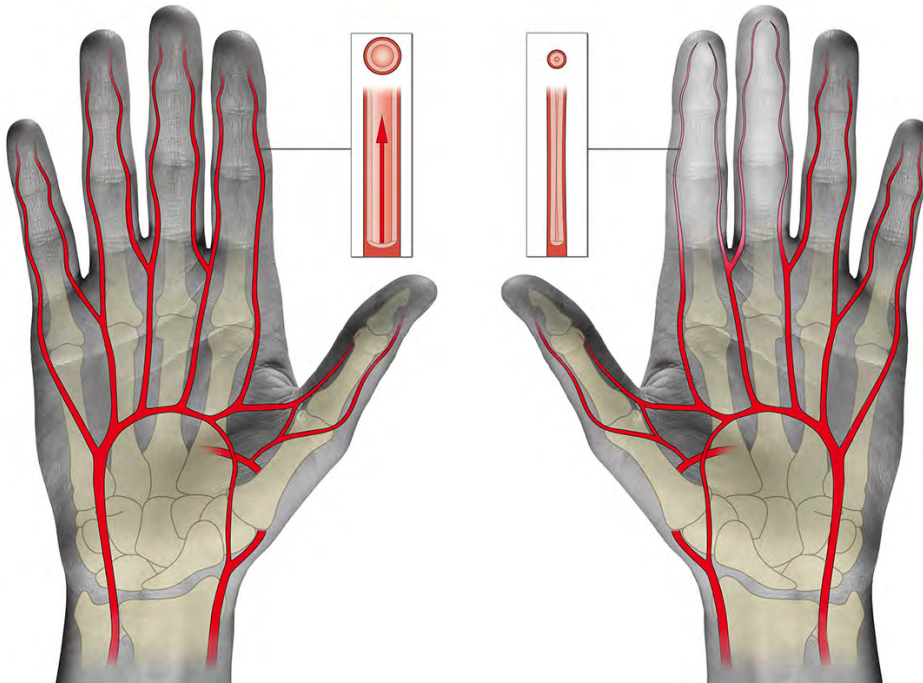


Abbildung 13:
a) normale Durchblutung

b) Verengung der Fingerarterien

Das anfallsartige Auftreten kann mit einem Taubheitsgefühl und Schmerzen einhergehen. Auslöser des Anfalls sind Kälte, Stress oder auch ein plötzlicher Temperaturwechsel, wie er bei der Arbeit in Kühlhäusern, -zellen oder im Freien unterhalb von 10 Grad Celsius auftreten kann. Auch die Berührung kalter Gegenstände, wie z. B. Werkzeuge, Werkstücke oder Gefriergut, aber auch das Händewaschen mit kaltem Wasser, kann die Symptomatik auslösen.

Als weitere Ursachen kommen physikalische Einwirkungen wie z. B. Vibrationen, Erfrierungen, Verwendung der Hand als Schlagwerkzeug (siehe auch Hypothenar-Hammer-Syndrom) in Betracht. Darunter fallen besonders Hand-Arm-Vibrationen, die beispielsweise bei der Arbeit mit Kettensägen, Bohrhämmern oder Pressluftschraubern auf die Hände übertragen werden.

4.4.3 Daumensattelgelenksarthrose

Die Daumensattelgelenksarthrose (Rhizarthrose) ist die am häufigsten vorkommende Verschleißerkrankung der Gelenke im Bereich der Hand. Das Daumensattelgelenk ist das Gelenk zwischen dem ersten Mittelhandknochen und dem großen Vieleckbein.

Durch jahrelange Überbeanspruchung entsteht ein Knorpelschaden. In diesem Stadium kann das Gelenk durch Flüssigkeitseinlagerung schmerzhaft geschwollen sein. Im weiteren Verlauf werden durch den Abrieb des geschädigten Knorpels und weitere entzündliche Vorgänge die Gelenkkapsel und die Bänder des Daumens angegriffen. Es kommt zu einer sichtbaren Verformung des Daumengelenks (siehe Abbildung 14).



Abbildung 14: Zerstörung der Gelenkflächen im Daumensattelgelenk

Bei Beginn der Erkrankung zeigen sich Griffschmerzen etwa beim Anheben eines Buches oder einer Flasche. Auch Drehbewegungen z. B. beim Öffnen von Flaschen oder Gläsern werden beschwerlicher. Das kann dazu führen, dass die Hand nicht mehr belastbar ist.

Die jahrelange Belastung der Hand mit grobmotorischen Arbeiten, wie sie an manchen Montagearbeitsplätzen vorkommen, begünstigt die Entstehung der Erkrankung.

4.4.4 Hypothenar-Hammer-Syndrom

Diese relativ seltene Erkrankung kommt gehäuft bei handwerklichen Berufen vor. Die Hand wird als Schlagwerkzeug (Hammer) eingesetzt.

Durch die stumpfe Gewalteinwirkung im Bereich der Handinnenfläche bzw. des Kleinfingerballens (Handkante bzw. Hypothenar-Region) kommt es infolge einer Schädigung der Gefäßinnenwand zu einer Durchblutungsstörung im Bereich von Mittel-, Ring- und Kleinfinger (siehe Abbildung 15).

Es zeigen sich Symptome wie Taubeits- und Kältegefühl, Schmerzen und Kraftlosigkeit.

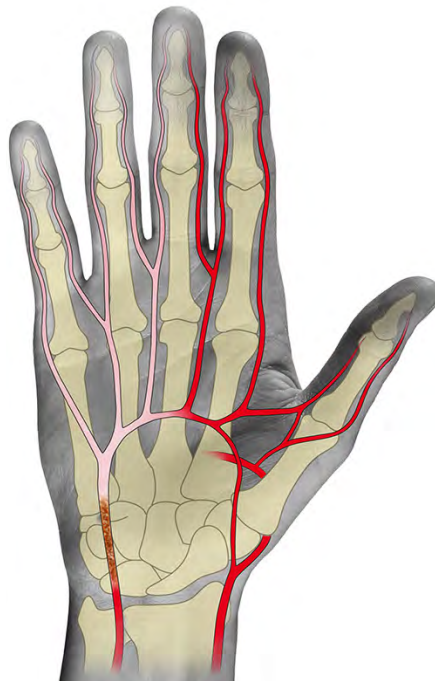


Abbildung 15: Reduzierte Durchblutung durch Verletzung der Gefäßinnenwand

4.4.5 Karpaltunnelsyndrom

Der Karpaltunnel ist ein Kanal im Bereich des Handgelenks, der von Bindegewebe begrenzt wird. Durch diesen Kanal verlaufen die Beugesehnen zu den Fingern und der sogenannte Medianusnerv (siehe Abbildung 16). Der Medianusnerv sorgt für Gefühlsempfindungen an Daumen, Zeige-, Mittel- und Teilen des Ringfingers. Zusätzlich dient er der Bewegung der Daumenballenmuskulatur.

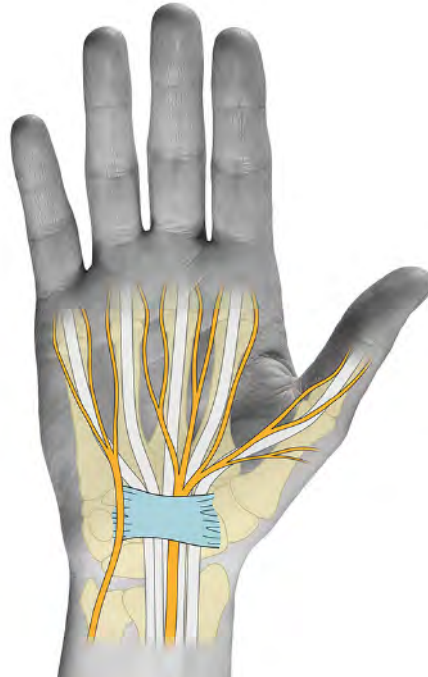


Abbildung 16: Medianusnerv (gelb) und Beugesehnen unterhalb des Karpalbandes

Beim Karpaltunnelsyndrom besteht eine Einengung des Medianusnervs infolge einer Verdickung des Sehnengleitgewebes der Beugesehnen. Durch die Einengung des Nervs entstehen Missempfindungen wie Kribbeln und Taubheitsgefühl. Häufig besteht ein Einschlafen der Finger vom Daumen bis zum Ringfinger. Besonders nachts und in Ruhe treten teils sehr starke Schmerzen auf.

Diese Erkrankung tritt vermehrt durch die Arbeit am Computer mit einer ergonomisch ungeeigneten Tastatur und/oder Maus auf. In Bereichen mit starker manueller Arbeit kann eine Überlastung der Hand, durch gleichartige, immer wiederkehrende Bewegungen entstehen. Die dabei auftretende ständige Verlängerung bzw. Dehnung der Nerven und Sehnen führt über eine längere Zeit hinweg zu einer chronischen Entzündung, die eine Verringerung des Platzes im Handwurzelkanal und damit eine fortschreitende Kompression des Nervs bewirkt.

4.4.6 Sehnenscheidenentzündung

Diese Erkrankungen werden unter dem Begriff „Repetitive Strain Injuries“ (RSI) zusammengefasst.

Unter einer Sehnenscheidenentzündung wird eine schmerzhafte Entzündung im Bereich des Sehnengleitgewebes durch dauernde Überbeanspruchung verstanden (siehe Abbildung 17). Am häufigsten treten Sehnenscheidenentzündungen im Bereich der Handgelenke auf, aber auch an jeder anderen Sehne, die in einer Sehnenscheide läuft. Ursache ist die Entzündung der Sehnenoberflächen, der Sehnenscheiden bzw. des sehnenumgebenden Gleitgewebes als Folge von sich ständig wiederholender einseitiger Bewegung.

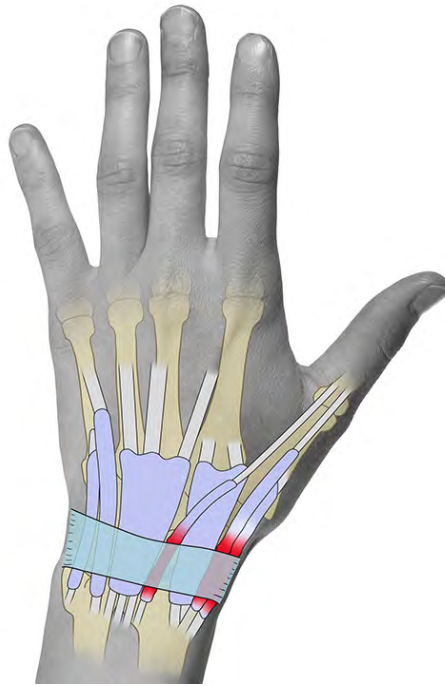


Abbildung 17: Sehnenscheidenentzündung der Daumensehnen

Schmerzen in Ruhe aber auch bei Bewegung im Bereich des Sehnenverlaufs sind erste Anzeichen. Weitere Symptome sind Erwärmung, Schwellung oder Rötung, sowie Druckschmerz und knirschende Geräusche (Schneeballknirschen).

Nicht selten verlaufen diese Erkrankungen chronisch. Häufig resultiert eine Arbeitsunfähigkeit, da auslösende Belastungen vermieden werden müssen. Eine der bekanntesten Sehnenscheidenentzündungen ist der Mausearm.

4.4.7 Überbein

Ein Überbein (Ganglion) ist eine mit Flüssigkeit gefüllte Ausbuchtung einer Gelenkkapsel oder einer Sehnenscheide. Am häufigsten ist es im Bereich des Handgelenks zu finden (siehe Abbildung 18). Aber auch im Bereich der Fingerbeugesehnen oder über einem Fingergelenk. Überwiegend führt es nicht zu Beschwerden und bildet sich von alleine zurück. Speziell bei kleinen Ganglien kann es durch eine Reizung von Nerven in der Umgebung zu starken Schmerzen kommen.



Abbildung 18: Überbein am Handgelenk

Die Ursache für ein Ganglion ist meist unbekannt. Es wird einerseits eine Überbeanspruchung der entsprechenden Strukturen und andererseits eine Spontanbildung diskutiert.

Häufig besteht eine Bindegewebsschwäche bei der Ausbildung eines Überbeins. Es wird vermutet, dass eine Schwäche der Gelenkkapsel in Verbindung mit einer vermehrten Bildung von Gelenkflüssigkeit vorliegt. Dies führt zu einer Ausbuchtung mit Zystenbildung. Oft besteht ein Ventilmechanismus, d.h. die Flüssigkeit kann am Stiel zur Gelenkkapsel oder zur Sehnenscheide in das Ganglion eintreten, aber nicht mehr abfließen.

4.4.8 Kubitaltunnelsyndrom

Das Kubitaltunnelsyndrom (Sulcus-ulnaris-Syndrom) wird durch eine Einengung des Ellenbogens im Ellenbogenkanal (Kubitaltunnel siehe Abbildung 19) verursacht. Der Kubitaltunnel erstreckt sich von etwa 5 cm vor bis ca. 8 cm nach dem Ellenbogen.

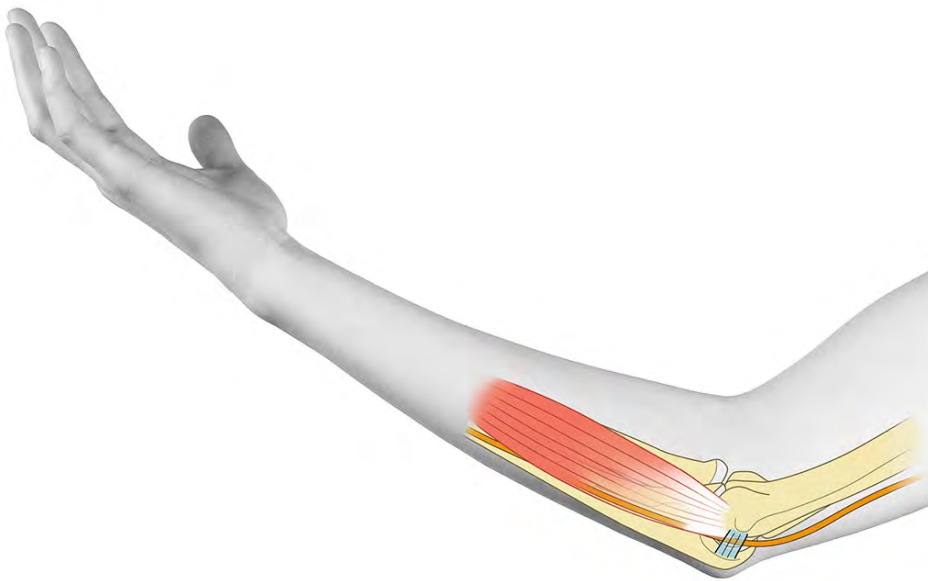


Abbildung 19: Verlauf des Ulnarnervs im Ellenbogengelenk

Typisch für das Kubitaltunnelsyndrom sind Gefühlsstörungen am Kleinfinger, kleinfingerseitigen Ringfinger und der Handkante. Bei länger anhaltender Einklemmung kommt es zu einer Kraftminderung der Hand, was sich z. B. beim Schreiben oder beim Öffnen einer Flasche bemerkbar macht. Im Bereich des Klein- und Ringfingers kann sich eine „Krallenstellung“ im fortgeschrittenen Verlauf ergeben. Auch kommt es zu einem Muskelschwund, der meist zwischen Daumen und Zeigefinger, aber auch am Kleinfingerballen, erkennbar ist.

Die Ursachen für das Kubitaltunnelsyndrom sind unterschiedlich. Hier kann z. B. eine Jahre zurückliegende Ellenbogenverletzung, eine Arthrose des Ellenbogengelenks oder eine chronische Druckschädigung des Nervs vorliegen. Insbesondere die chronische Druckschädigung wird häufig durch ein Aufliegen des Ellenbogens auf einer harten Unterlage, z. B. Schreibtisch, oder auch durch eine lang andauernde starke Beugung des Ellenbogens verursacht.

4.4.9 Tennisarm und Golfarm – Epicondylitis

Bei der Epicondylitis handelt es sich um Schmerzen der Sehnenansätze am äußeren Knochenvorsprung (Tennisarm, siehe Abbildung 20 oben) oder inneren Knochenvorsprung (Golfarm, siehe Abbildung 20 unten) des Ellenbogengelenks, die durch eine chronische Überbelastung entstehen.



Abbildung 20:
oben) Tennisarm: Schmerzpunkt im äußeren Ellenbogenbereich
unten) Golfarm: Schmerzpunkt am inneren Knochenvorsprung des Ellenbogens

Drücken oder später auch nur leichte Berührung des betroffenen Knochenvorsprungs verursacht starke, stechende Schmerzen. Der Faustschluss wird schmerzbedingt immer kraftloser und schon ein Händedruck kann sehr starke Schmerzen auslösen.

Zwar lässt der Begriff Tennisarm bzw. Golferarm einen Zusammenhang mit dem jeweiligen Sport vermuten, aber viel häufiger sind ungewohnte und/oder stark belastende Tätigkeiten ursächlich für die Beschwerden. Das können z. B. Malerarbeiten, aber auch Umgang mit Schraubendrehern oder auch schweres Heben und Tragen sein.

4.5 Belastungsunabhängige Erkrankungen des Hand-Arm-Systems

Es gibt Erkrankungen des Hand-Arm-Systems, die nicht im direkten Zusammenhang mit beruflichen Belastungen stehen. Die dadurch eingeschränkten Handfunktionen Betroffener erfordern umso mehr den Einsatz ergonomischer Handwerkzeuge.

4.5.1 Arthrose

Es handelt sich um degenerative Veränderungen der Gelenke, die sich bei jedem Menschen ab etwa dem 40. Lebensjahr entwickeln. Dabei kommt es zu einer Rückbildung des Knorpelgewebes mit Läsionen des Knochens. Diese Veränderungen betreffen überwiegend die Wirbelsäule, aber es sind auch vor allem die großen Gelenke im Bereich der Extremitäten wie Knie- und Schulter- und Hüftgelenk betroffen. Seltener kommt es zu Problemen im Bereich der kleineren Gelenke an den Händen. Schmerzen treten vor allem unter Belastung auf.

Anfangs kommt es durch den Knorpelschaden zu vermehrten Schub- und Scherkräften an den Gelenkflächenrändern. Dies führt zu einer Ausbildung wulstartiger Knochenvorsprünge, die eine zunehmende Deformierung des Gelenks und Funktionseinschränkung nach sich ziehen. Knorpelabriebprodukte können im Gelenk eine Entzündung hervorrufen, die dann als aktivierte Arthrose bezeichnet wird.

Typische Arthrosen im Bereich der Hände sind die Heberden-Arthrose sowie die Bouchard-Arthrose.

4.5.2 Rheuma

Bei Rheuma handelt es sich um einen Sammelbegriff für zahlreiche Erkrankungen der Stütz- und Bewegungsorgane inklusive des Bindegewebes. Die Ursache ist vielfach unbekannt. Es liegt eine entzündliche Gelenkerkrankung vor, die einzelne, wenige oder auch zahlreiche Gelenke betreffen kann.

Der Unterschied zur Arthrose ist die entzündliche Veränderung der inneren Gelenkkapsel. Typisch sind Schmerzen in Ruhe und die Ausbildung von Gelenkergüssen. Im weiteren Verlauf zeigt sich eine gelenknahe Verringerung der Knochendichte. Ebenso schreitet die Entzündung auf das Knorpelgewebe über. Der Gelenkspalt verringert sich. Zunehmend kommt es zu Funktionseinschränkungen und Zerstörung des Gelenks. Am Ende des chronischen Entzündungsprozesses findet sich häufig eine Gelenkversteifung.

Die häufigste entzündliche rheumatische Erkrankung ist die chronische Polyarthrit. Hier sind überwiegend die Hand- und Fingergelenke betroffen. Zunächst beginnt die Erkrankung mit häufig nicht bemerkten symmetrischen Schwellungen im Bereich der Fingergrund- und -mittelgelenke. Eine Morgensteifigkeit, die nach Gebrauch der Hände wieder verschwindet, ist typisch. Begleitend finden sich häufig auch Sehnenscheidenentzündungen und ein Karpaltunnelsyndrom.

Schmerzen im Bereich der Fingergelenke, z. B. beim Händedruck, sind typisch. Im Verlauf der Erkrankung kommt es zu einer Lockerung der Gelenkkapsel im Bereich der Fingergrundgelenke. Hierdurch entsteht eine Abweichung der Finger zum Ellenknochen hin. Durch weitere Gelenkzerstörungen zeigen sich die für die Erkrankung typischen Handdeformationen.

4.5.3 Dupuytren'sche Kontraktur

Die Dupuytren'sche Kontraktur ist eine Erkrankung des Bindegewebes. Sie beginnt meist mit der Bildung kleiner Knoten in der Handinnenfläche. Im weiteren Verlauf entwickelt sich ein Strang. Das veränderte Bindegewebe verkürzt sich und kann dazu führen, dass die betroffenen Finger nicht mehr richtig gestreckt werden können (siehe Abbildung 21). Man spricht dann von einer Dupuytren'schen Kontraktur. Ein Auslöser ist nicht bekannt. Die Erkrankung ist in der Regel schmerzfrei, wobei die größte Problematik in der Einschränkung der Handfunktion liegt.



Abbildung 21: Dupuytren'sche Kontraktur: Streckung des 4. und 5. Fingers eingeschränkt

4.5.4 Morbus Sudeck

Die Erkrankung Morbus Sudeck wird heute auch als komplexes regionales Schmerzsyndrom (Complex regional pain syndrome, CRPS) bezeichnet.

Ursächlich für die Erkrankung ist eine Verletzung, häufig eine Fraktur der handgelenksnahen Speiche durch einen Sturz, oder eine Operation. Dabei ist der Heilverlauf auf unklare Weise gestört, und es kommt zu einer Entzündungsreaktion. Es zeigen sich Durchblutungsstörungen, Wassereinlagerungen (Ödeme), Hautveränderungen und schließlich auch Funktionsstörungen. Neben ausgeprägten Bewegungsschmerzen sind nicht selten brennende Ruheschmerzen, Berührungsempfindlichkeit, Missempfindungen der Haut, Koordinationsstörungen und Bewegungseinschränkungen zu finden.

Die Haut zeigt typische Entzündungszeichen wie Schwellung, Rötung und Überwärmung. Es können auch Störungen des Haarwuchses, Veränderungen der Hautdurchblutung und Schweißsekretion und im späteren Verlauf ein Gewebeschwund (Atrophie) an Haut, Unterhaut, Muskeln und Nägeln auftreten. Der Knochen zeigt Zeichen der Entkalkung im Röntgenbild.

Meistens ist ein Gelenk, überwiegend Hand oder Fuß, seltener Schulter, Hüfte oder Knie, betroffen. Als Folge der Erkrankung finden sich nicht selten psychische Symptome wie Ängstlichkeit, Depressivität und Labilität.

5 Handwerkzeuge im Vergleich

Im Laufe der Jahrhunderte hat der Mensch Werkzeuge zu den unterschiedlichsten Zwecken verwendet. Der Schwerpunkt lag in der Landwirtschaft und im Handwerk. Viele dieser Werkzeuge wurden nach lokalen Normen gebaut und immer wieder den Einsatzbedingungen angepasst. Andere dagegen blieben praktisch unverändert.

Da heutzutage immer höhere Anforderungen an die verwendeten Handwerkzeuge gestellt werden, sollten diese, um funktional und leistungsfähig zu sein, verstärkt unter Berücksichtigung der Fähigkeiten und Grenzen des Menschen konstruiert werden.

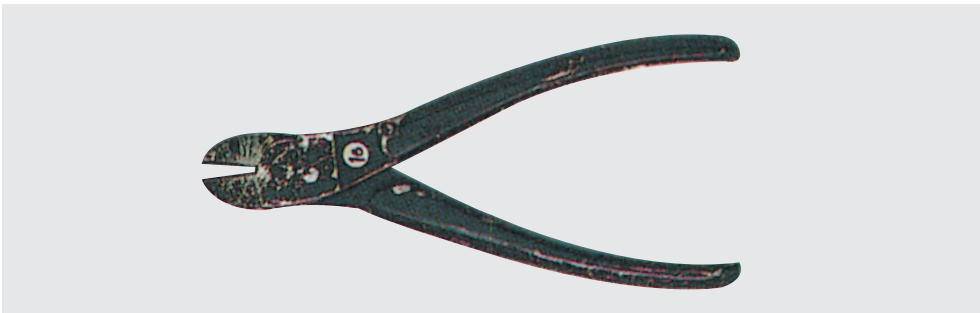


Abbildung 22: Herkömmlicher Seidenschneider

Das alte Handwerkzeug zeigt, dass sich das Konstruktionsprinzip von Zangen seit deren Erfindung nicht wesentlich geändert hat.


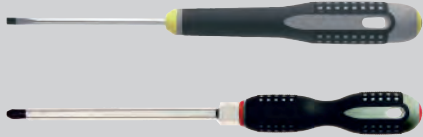


Abbildung 23: Moderner, ergonomischer Seidenschneider



Bei der modernen, ergonomischen Zange wurden Werkstoffe und Formen wesentlich verbessert, sodass ein präziseres, sicheres und ermüdungsfreieres Arbeiten ermöglicht wird.

Geprüfte ergonomische Handwerkzeuge stehen heute für fast alle Einsatzbereiche und Anwendungen zur Verfügung: von Standardzangen, Elektronikzangen, Greifzangen mit Gleitgelenk, Rollgabelschlüsseln, Schraubendrehern und Feilen bis hin zu Umschaltknarren.



Die Vorteile ergonomischer Handwerkzeuge gegenüber herkömmlichen Handwerkzeugen werden in den folgenden Tabellen im Detail aufgezeigt.

herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 24	Abbildung 25
Schraubendreher	Schraubendreher
<ul style="list-style-type: none"> › Die falsche Form der Griffe (zu kurz, zu kleiner Durchmesser, mit scharfen Kanten und Rillen) führt zu Druckkonzentrationen, die Haut- und Blutgefäßschäden verursachen. 	<ul style="list-style-type: none"> › Durch die Form des Griffes sind die Finger korrekt positioniert, sodass schnelles Drehen und genaue Führung möglich sind. Das große, abgerundete Griffende ermöglicht hohe Drehmomente ohne Schmerzbildung im Handteller. Die abgerundeten Formen lassen keine Druckstellen entstehen.
<ul style="list-style-type: none"> › Hartes Griffmaterial ohne Oberflächenprofilierung erhöht die Abrutschgefahr und erfordert eine erhöhte Greifkraft. 	<ul style="list-style-type: none"> › Dreikomponentengriff aus mehreren Materialien: Das weiche, griffige Material mit strukturierter Oberfläche sorgt für eine bessere Handhabung und Kraftübertragung, auch bei ölverschmierter Hand. Das härtere Material verhindert das Festkleben der Hand und ermöglicht ein schnelles Umgreifen. Der Kern sorgt für den sicheren Sitz der Klinge.
<ul style="list-style-type: none"> › Die Größe des Griffes ist nicht an das Drehmoment der Klingengröße angepasst, dadurch erhöhtes Risiko von Klingenschaden und körperlichen Schäden. 	<ul style="list-style-type: none"> › Optimale Größe der Griffe, angepasst an Klingengröße/Drehmoment, bietet hohe Sicherheit beim Arbeiten. Konische Griffe bei kleineren Schraubendrehern verbessern die Genauigkeit beim Arbeiten, auch bei der Handhabung mit Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger.
	<ul style="list-style-type: none"> › Der Doppelgriff gestattet Drehen mit beiden Händen, d. h. ein hohes Drehmoment mit weniger Anstrengung.

herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 26	Abbildung 27
Umschaltknarren	Einhand-Umschaltknarren
<ul style="list-style-type: none"> › Durch zu dünne, gerade Griffe aus Stahl oder Hartstoffen bilden sich Druckpunkte. Die Abrutschgefahr wird erhöht. Der Griff fühlt sich bei niedrigen Temperaturen kalt an. 	<ul style="list-style-type: none"> › Die in Länge und Durchmesser angepasste, gerundete Griffform mit leicht profilierter Oberfläche füllt die Hand aus, kein Abrutschen. „Warmes“ Gefühl durch Kunststoffgriff.
<ul style="list-style-type: none"> › Der Umschalthebel in der Nähe des Kopfes erfordert den Einsatz beider Hände. 	<ul style="list-style-type: none"> › Ein Umstellring ermöglicht die Einhandbedienung. In jeder Position ist die Knarre mit einer Hand umstellbar.
<ul style="list-style-type: none"> › Fehlende Steckschlüsseinsatz-Arretierung erhöht die Unfallgefahr durch Abrutschen der Steckschlüsseinsätze. 	<ul style="list-style-type: none"> › Steckschlüsseinsatz-Arretierung gewährleistet erhöhte Leistung und Sicherheit.
<ul style="list-style-type: none"> › Schlechte Balance. 	<ul style="list-style-type: none"> › Gute Balance, geringer Kraftaufwand.
	<ul style="list-style-type: none"> › Integrierte Schnelldrehscheibe für schnelles Anziehen/Lösen. › Durch geringen Rückschwenkwinkel (z. B. 6°) Einsatz auch bei engsten Raumverhältnissen.



herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 28	Abbildung 29
Feilen	Feilen
<ul style="list-style-type: none"> › Durch zu kleine, zu kurze Griffe sowie durch zu geringe Griffdurchmesser ist mehr Greifkraft erforderlich. Kantige Rillen am Griff sind unangenehm und erhöhen die Druckkonzentration. › Zu harte symmetrische Griffe ohne Profilierung führen zu hoher Abrutschgefahr. Die Feile ist schwer zu handhaben. › Scharfe Kanten werden nicht vom Griff überdeckt. Druckpunkte und Hautverletzungen sind die Folge. 	<ul style="list-style-type: none"> › Verbesserte Form des Griffes durch optimale Länge und optimalen Durchmesser. Der Griff füllt die Hand gut aus. Keine Druckpunkte. › Eine weiche, warme und griffige Oberfläche auf hartem Kern sorgt für einen angenehmen und abrutschsicheren Griff. Die symmetrische Formgebung ermöglicht eine gute Handhabung beider Feilenseiten. › Der Griff überdeckt scharfe Kanten. Keine Bildung von Druckpunkten. Verminderte Verletzungsgefahr.



herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 30	Abbildung 31
Metallsägebogen	Metallsägebogen
<ul style="list-style-type: none"> › Der horizontal angebrachte Holzgriff zwingt zum Arbeiten mit abgewinkeltem Handgelenk. Dies führt zu Langzeitschäden bei Dauerbelastung. › Das hohe Gewicht des Bügels wird in der Regel mit der zweiten Hand abgefangen. Hier besteht Verletzungsgefahr durch die zu bearbeitenden Werkstücke. › Um eine hohe Blattspannung zu erzielen, muss die Flügel-schraube fest angezogen werden. Abrutschen und Blasenbildung sind möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> › Weicher, komfortabler Griff mit Knöchelschutz ermöglicht das Arbeiten mit gerade gestecktem Handgelenk. Verminderte Verletzungsgefahr. › Komfortabler Griff für die zweite Hand am vorderen Bügel sorgt für eine bessere Kraftübertragung und eine sichere und präzise Führung der Säge. Der hohe Rahmen ermöglicht auch die Bearbeitung größerer Durchmesser. › Leicht bedienbarer Spannhebel zum Einspannen des Sägeblatts. Die Blatthalterung ist gefedert, sodass das Blatt beim Wechsel nicht herausfallen kann. Die Blattspannung ist durch die versenkt angeordnete Einstellschraube leichter einzustellen.

herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 32	Abbildung 33
Kombizange	Kombizange
<ul style="list-style-type: none"> › Schlecht an die Hand angepasste Griffform. › Keine oder zu harte Griffhüllen erhöhen die Abrutsch- und Verletzungsgefahr. › Die klobige und breitere Kopfform führt zu eingeschränkter Verwendbarkeit. › Scharfkantiger Abrutschschutz führt zu Druckstellen an der Hand. 	<ul style="list-style-type: none"> › Optimal an die Hand angepasste Griffform. › 2-Komponenten-Griffhüllen mit Hart- und Weichzone verhindern das Abrutschen, auch bei ölverschmiertem Griff. › Die optimierte Bauart und zusätzlich gehärtete Schneiden erleichtern das Schneiden und führen dadurch zu geringerem Kraftaufwand. › Die sanfte Form des Abrutschschutzes bewirkt ein angenehmes Griffgefühl und schützt gegen Abrutschen.

herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 34	Abbildung 35
Seitenschneider	Seitenschneider
<ul style="list-style-type: none"> › Schlecht an die Hand angepasste Griffform. › Zu große/kleine Grifföffnungsweite führt zu extremer Muskelbeanspruchung. › Schlechtes Übersetzungsverhältnis führt zu hohen Handkräften. › Keine oder zu harte Griffhüllen erhöhen die Abrutsch- und Verletzungsgefahr. › Fehlender Abrutschschutz kann zu einem Abrutschen der Hand führen. › Stumpfe Schneiden erfordern mehr Handkraft. › Scharfkantige, stark überdimensionierte Backen erhöhen die Druckkonzentration und führen zu verringerter Verwendbarkeit unter beengten Verhältnissen und schlechter Handhabung. 	<ul style="list-style-type: none"> › Optimal an die Hand angepasste Griffform. › Angepasste Grifföffnungsweite verringert den Kraftaufwand und die Beanspruchung von Muskeln und Sehnen. › Optimiertes Übersetzungsverhältnis führt zu geringen Handkräften. › 2-Komponenten-Griffhüllen mit Hart- und Weichzone verhindern das Abrutschen, auch bei ölverschmiertem Griff. › Die sanfte Form des Abrutschschutzes bewirkt ein angenehmes Griffgefühl und schützt gegen Abrutschen. › Optimierte Schneidengeometrie verringert den Kraftaufwand und verlängert die Lebensdauer des Werkzeuges. › Die abgerundete und schlanke Kopfform ermöglicht ein leichteres Arbeiten unter beengten Raumbedingungen und verhindert Beschädigungen am Werkstück.

herkömmlich	ergonomisch
	
Abbildung 36	Abbildung 37
Wasserpumpenzange	Wasserpumpenzange
<ul style="list-style-type: none"> › Wenige Verstellpositionen bieten nur unzureichende Anpassungsmöglichkeiten der Greifweite. › Schwer einzustellen. › Fehlender Klemmschutz führt zu Quetschungen („Blutblasenzange“). › Keine oder zu harte Griffhüllen erhöhen die Abrutsch- und Verletzungsgefahr. › Unangepasste Griffformen führen zu Druckstellen und einem unangenehmen Greifgefühl. › Unzureichende oder fehlende Selbstklemmung sowie zu kleine Maulöffnung kann zum Durchrutschen des Werkstücks und somit zum Abrutschen führen. 	<ul style="list-style-type: none"> › Viele verschiedene Einstellungen in engen Abstufungen für einfache und vielseitige Anpassungen der Greifweite. › Einfache Verstellmöglichkeit per Knopfdruck oder durch einfaches Zuschieben direkt am Werkstück. › Eingebauter Klemmschutz verhindert Quetschen der Finger. › 2-Komponenten-Griffhüllen mit Hart- und Weichzone verhindern das Abrutschen. › An die Hand angepasste Griffformen führen zu einem angenehmen Greifgefühl und verringern die Ermüdung der Hand. › Selbstklemmung und optimierte Maulgeometrie führen zu einem sicheren Sitz am Werkstück und minimieren damit die Gefahr des Ab- oder Durchrutschens.

herkömmlich	ergonomisch
 <p>Abbildung 38</p>	 <p>Abbildung 39</p>
Bandeisenschere	Bandeisenschere
<ul style="list-style-type: none"> › Große Länge der Schere macht das Arbeiten unhandlich. › Schlecht an die Hand angepasste Griffform mit unergonomischen Griffhüllen führen zu unbequemer Handhabung. › Fehlender Abgleitschutz kann ein Abrutschen der Hand nicht verhindern. Dadurch wird eine höhere Greifkraft angewendet, und es kann zu Verkrampfungen der Hand führen. › Grifföffnung ist so groß, dass beide Hände eingesetzt werden müssen. › Die Schere muss nach dem Schließvorgang manuell geöffnet werden, ein zusätzliches Umgreifen ist dadurch notwendig. Dauernutzung führt zur Ermüdung der Hand. 	<ul style="list-style-type: none"> › Optimierte Länge und Werkzeuggeometrie erleichtern die Handhabung. › Ergonomischer 2-Komponentengriff mit Hart- und Weichzone führt zu einem angenehmen Greifgefühl und verringert die Ermüdung der Hand. › Im Griff integrierter Abgleitschutz verhindert ein Verkrampfen und Abrutschen der Hand. › Durch das optimierte Hebelverhältnis können auch breitere Stahlbänder (bis 32 x 1 mm) problemlos mit einer Hand getrennt werden. › Die Schere öffnet sich nach dem Schließvorgang mittels integrierter Feder selbständig, sodass sich wiederholende Arbeitsabläufe erleichtern.

herkömmlich	ergonomisch
 <p>Abbildung 40</p>	 <p>Abbildung 41</p>
Farbschaber	Farbschaber
<ul style="list-style-type: none"> › Kurzer, harter Griff liegt nicht gut in der Hand, und es bilden sich Druckstellen. › Schlechte Handhabung, bei der viel Kraft aufgewendet werden muss, ruft Ermüdungserscheinungen hervor. › Hohe Gefahr des Abrutschens durch schlechtes Material am Griff. 	<ul style="list-style-type: none"> › Der 2-Komponentengriff und die Griffform sorgen für einen sicheren und festen Halt und gute Handhabung. › Der Farbschaber mit speziellem Zweihandgriff erlaubt beidhändiges Arbeiten und damit ermüdungsfreies Arbeiten. Somit wird eine noch höhere Kraftübertragung möglich. › Der Farbschaber mit Daumenmulde sorgt für sehr präzise Führung und sicheres Arbeiten. › Hartmetallklingen ermöglichen das Abschaben von Farbe, Leim, Lack und Rost auf jeglichem Untergrund, wie z. B. Holz, Metall oder Beton ohne Zusatzstoffe.

6 Entwicklung ergonomischer Handwerkzeuge

Ergonomische Handwerkzeuge werden unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit und der Grenzen der Menschen konstruiert. Einbezogen werden auch die unterschiedlichen Handgrößen und -kräfte der Benutzerinnen und Benutzer und die vielen verschiedenen Möglichkeiten, ein Werkzeug bei bestimmten Arbeiten zu halten. Je nach Arbeitsaufgabe müssen auch der Kraftaufwand, das erforderliche Maß an Feintaktilität und das Bewegungsausmaß berücksichtigt werden. Feintaktile Bewegungen sind grundsätzlich durch kleine Muskelgruppen besser möglich, z. B. bei Benutzung einer Pinzette oder feinmechanischer Werkzeuge.

Die gewählten Formen, Werkstoffe und Strukturen erfüllen alle funktionalen Aufgaben.

Die Entwicklung ergonomischer Handwerkzeuge beginnt mit der Erfassung der Erfahrungen einer Vielzahl von Beschäftigten, die diese Werkzeuge benutzen und deren Verbesserungswünschen.



Abbildung 42: Entwicklungsreihe einer ergonomischen Zange

Diese Informationen werden dann mit Dokumentationen über den Einsatz der Werkzeuge in normalen Arbeitssituationen kombiniert.

Gemeinsam mit Ergonomieexperten und Konstrukteuren aus der Industrie sowie aus Forschungs- und Entwicklungsabteilungen werden vom Hersteller erste Werkzeugmodelle erstellt.

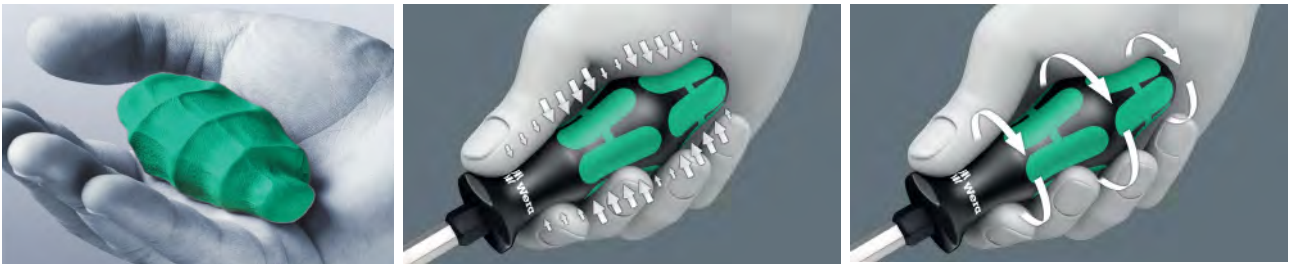


Abbildung 43: Entwicklung eines ergonomisch geformten Schraubendrehergriffs

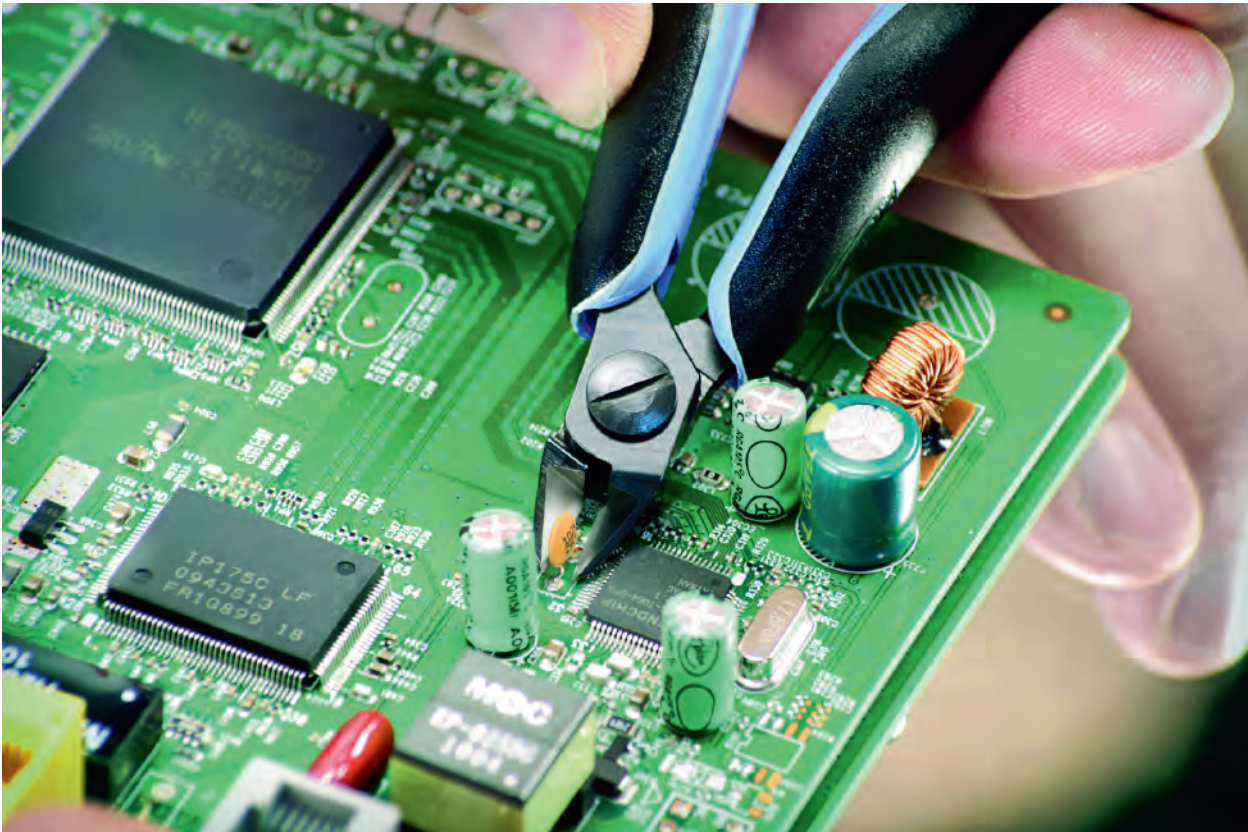


Abbildung 44: Ergonomischer ESD-Seitenschneider mit ovalen Backen

Praktikerinnen und Praktiker testen und bewerten die verschiedenen Werkzeugkonstruktionen und informieren über ihre Eindrücke mit den Werkzeugmodellen.

Im Laufe der Zeit kristallisiert sich die optimale Abstimmung von Formgebung, Werkstoffen und Merkmalen heraus. Erst dann wird ein zweiter verbesserter Satz von Prototypen erstellt und von den Benutzerinnen und Benutzern getestet.

Die Rückmeldung und die Analyse dieser Folgetests bestimmen die endgültige Konstruktion und Produktion der ergonomischen Werkzeuge.

Anhang 1: Checklisten für Beschaffung, Nutzung und Gestaltung ergonomischer Handwerkzeuge

Allgemeine Fragen zur Beschaffung und Nutzung des Handwerkzeugs	Antwort
Für welchen Zweck soll das Handwerkzeug eingesetzt werden? Z. B. zum Schneiden von Drähten, zum Lösen von Schraubverbindungen	
Unter welchen Bedingungen wird es eingesetzt? Z. B. räumliche Enge, Erreichbarkeit, Temperatur, Feuchtigkeit, Öl	
Ist das Werkzeug für die geplante Tätigkeit optimal dimensioniert? Z. B. bzgl. Größe, Gewicht, Kraftaufwand	
Wie oft und wie lange wird das Werkzeug benutzt? Z. B. dauernd bei Herstellung und Instandhaltung, regelmäßig bei Umrüstung oder Wartung, einmalig bei Störung	
Werden die Beschäftigten über die richtige Auswahl und den sicheren Einsatz des Handwerkzeugs unterwiesen? Wie oft findet die Unterweisung statt?	
Wird darauf geachtet, dass die Beschäftigten die ergonomischen Handwerkzeuge verwenden? (ggf. Gründe hinterfragen und erneut unterweisen)	
Findet eine Sichtkontrolle des Handwerkzeugs vor Benutzung statt?	
Wird darauf geachtet, dass das Handwerkzeug nach Benutzung in ordnungsgemäßem Zustand an den vorgesehenen Aufbewahrungsort zurückgelegt wird?	

Allgemeine Fragen zur Gestaltung des Handwerkzeugs ⁸	Antwort	
	Ja	Nein
Verhindert die Griffoberfläche ein Abgleiten der Finger?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Griffoberfläche frei von scharfen Kanten, tiefen Kerben etc.?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liegt das Werkzeug griffig in der Hand bzw. ist der Griff weder zu weich noch zu hart?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Länge des Griffs ausreichend, sodass er nicht in der Mitte der Handfläche endet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Griffoberfläche elektrisch isoliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Griffoberfläche thermisch isoliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das Werkzeug so geformt, dass das Handgelenk während der Benutzung nicht abgeknickt werden muss?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das Gewicht des Werkzeugs für die Benutzung (auch bei langer Nutzungsdauer) geeignet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kann das Werkzeug mit der linken oder der rechten Hand benutzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kann das Werkzeug mit der jeweiligen Führungshand des/der Beschäftigten benutzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kann das Werkzeug auch mit beiden Händen gleichzeitig benutzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das Werkzeug so gekennzeichnet oder farblich markiert, dass es schnell gefunden werden kann?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⁸ Siehe Anhang 2, Nr. 40

Anhang 2: Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind Technische Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Merkblattreihen der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 750 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter bgrci.de/praevention und fachwissen.bgrci.de.

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung unter medienshop.bgrci.de.

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen werden im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung gestellt.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

Seit dem 1. Mai 2014 gilt für das Vorschriften- und Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) eine neue Systematik und Nummerierung.

1. Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln
Freier Download unter <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

- 1 Richtlinie 2009/104/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Zweite Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) bzw. www.baua.de (Technische Regeln)

- 2 Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche (Allgemeine Bundesbergverordnung –ABBergV)
- 3 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
- 4 Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- 5 Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (ASiG)
- 6 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln, insbesondere
- 7 TRBS 1111: Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
- 8 TRBS 1151: Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel, Ergonomische und menschliche Faktoren
- 9 TRBS 1201: Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- 10 TRBS 2111: Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen
- 11 Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV)
- 12 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten bei der Arbeit (Lastenhandhabungsverordnung – LasthandhabV)
- 13 Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)

3. Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin

Freier Download unter publikationen.dguv.de

- 14 DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention
- 15 DGUV Information 203-023: Ergonomie an Nährbeitsplätzen – Ratgeber für die Praxis (bisher BGI 804-2)
- 16 DGUV Information 209-001: Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkzeugen (bisher BGI 533)
- 17 DGUV Information 209-005: Handwerker (bisher BGI 547)
- 18 DGUV Information 250-453: Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“ (bisher BGI/GUV-I 504-46)

Bezugsquellen: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de und Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de, verkauf@jedermann.de

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- 19 Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel
- 20 Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog
- 21 Merkblatt A 026: Unterweisung – Gefährdungsorientierte Handlungshilfe
- 22 Merkblatt A 031: Rückenschmerzen ade! – Wirbelsäulenerkrankungen vermeiden
- 23 Merkblatt T 028: Transport von Hand – Heben, Tragen, Schieben, Ziehen
- 24 Ordner: Gefährdungsbeurteilung – Arbeitshilfen
- 25 Sicherheitskurzgespräch SKG 11: Denk an mich – Dein Rücken! So bleibe ich gesund
- 26 Sicherheitskurzgespräch SKG 12: Denk an mich – Dein Rücken! Informationen für Produktions- und Handwerksbetriebe

Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft Holz und Metall, Isaac-Fulda-Allee 18, 55124 Mainz

Freier Download unter www.bghm.de

- 27 Fach-Information Nr. 0034: Händigkeitsgerechtes Arbeiten. Hinweise in Regelwerken und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse
- 28 Fach-Information Nr. 0035: Ergonomie – Arbeiten mit erhöhtem Kraftaufwand. Hinweise zu Gefährdungsbeurteilung und präventiven Ansätzen

4. Normen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; www.beuth.de

- 29 DIN 33402-1: Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 1: Begriffe, Messverfahren
- 30 DIN 33402-2: Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte
- 31 DIN 33411: Körperkräfte des Menschen (Teile 1–5)
- 32 DIN EN ISO 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen
- 33 DIN EN ISO 7250-1: Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung – Teil 1: Körpermaßdefinitionen und -messpunkte
- 34 DIN EN ISO 26800: Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte
- 35 DIN Taschenbuch 390: Körpermaße und Körperkräfte (2006). ISBN: 978-3-410-16312-1 (490 S. auf 1 CD-ROM)

5. Andere Schriften und Medien

**Bezugsquellen: Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de
und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 101480, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de**

- 36 Kompendium Arbeitsschutz als online-Datenbank oder DVD-ROM (beides kostenpflichtig): Vorschriften- und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programm zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter www.kompendium-as.de

Bezugsquelle: Buchhandel

- 37 Barth, Ch. (2012): Auswahl von Arbeitsmitteln – Stand der Technik zur Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung. 1. Auflage. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund
Freier Download unter <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd3.html>
- 38 Bullinger, H.-J. (1994): Ergonomie – Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-663-12095-7
- 39 Bullinger, H.-J.; Solf, J. J. (1979): Ergonomische Arbeitsmittelgestaltung. Verlag für neue Wissenschaften GmbH, Bremerhaven (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb. 196–198)
- 40 Dababneh, A.; Lowe, B.; Krieg, E.; Kong, Y.-K.; Waters, T. (2004): Ergonomics – A checklist for the ergonomic evaluation of nonpowered hand tools. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1 (12), 135–145
- 41 Handwerkzeuge (2005). In: Sicherheitsbeauftragter. Ausgabe 4/2005, S.6–12. Dr. Curt Haefner-Verlag, Heidelberg
- 42 Hollmann, W.; Strüder, H. K. (2009): Sportmedizin – Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin. 5. Auflage, Schattauer GmbH, Stuttgart. ISBN: 978-3-7945-2546-1
- 43 LASI-Veröffentlichung LV 57: Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei manuellen Arbeitsprozessen, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, 2013. ISBN 978-3-936415-74-2 oder unter http://lasi-info.com/uploads/media/lv57_02.pdf
- 44 Mital, A.; Kilbom, Å.; Kumar, S. (2000): Ergonomics Guidelines and Problem Solving. Elsevier Ergonomics Book Series Volume 1. Elsevier Science Ltd, Oxford. ISBN: 978-0-08-043643-2
- 45 Niethard, F. U.; Pfeil, J.; Biberthaler, P. (2014): Duale Reihe – Orthopädie und Unfallchirurgie. 7. Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart. ISBN: 978-3-131-30817-7
- 46 Paulsen, F.; Waschke, J. (2010): Sobotta – Atlas der Anatomie des Menschen. 23. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München. ISBN: 978-3-437-44070-0
- 47 Rudigier, J.; Meier, R. (2014): Kurzgefasste Handchirurgie. 6. Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart. ISBN: 978-3-131-26426-8
- 48 Schmauder, M. (1999): Händigkeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsmitteln - Denkanstöße für Produktgestalter, Konstrukteure und Designer. 1. Auflage. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund. ISBN: 3-88261-377-7
- 49 Schmidtke, H., Jastrzebska-Fraczek, I. (2013): Ergonomie: Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen. Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, München. ISBN: 978-3-446-43480-6
- 50 Schünke, M.; Schulte, E.; Schumacher, U. (2014): PROMETHEUS – Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 4. Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart. ISBN: 978-3-131-39524-5

Bezugsquelle: Initiative Neue Qualität der Arbeit. c/o Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Nöldnerstraße 40–42, 10317 Berlin, www.inqa.de

- 51 Handlungshilfe zur Vermeidung von arbeitsbedingten Beschwerden und Erkrankungen an Händen, Armen, Ellbogen und Schultern (INQA Projekt 15-07 „Betriebliche Beratungs- und Unterstützungsangebote für die Prävention von Beschwerden am Hand-Arm-System“). Technische Universität Dresden, Institut für technische Logistik und Arbeitssysteme, Professur für Arbeitswissenschaft 2011.
online abrufbar unter http://www.pub.zih.tu-dresden.de/~tlaaw/DLP_EVersion/110630_DLP.pdf

Bildnachweis

Die in dieser Schrift verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung.
Eine Produktempfehlung seitens der BG Rohstoffe und chemische Industrie
wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Die Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild und Abbildungen 4 und 39:

BESSEY Tool GmbH & Co. KG
Mühlwiesenstraße 40
74321 Bietigheim-Bissingen
www.bessey.de

Abbildungen 2, 6, 25, 27, 29, 31, 40, 41 und 44:

Bahco SNA Europe (Deutschland)
Ein Geschäftsbereich der SNA Germany GmbH
Willettstraße 10
40822 Mettmann
www.bahco.com

Abbildungen 3, 5, 7, 8, 23, 33, 35, 37:

KNIPEX-Werk C. Gustav Putsch KG
Oberkamper Straße 13
42349 Wuppertal
www.knipex.de

Abbildung 43:

Wera Werk
Hermann Werner GmbH & Co. KG
Korzerter Straße 21–25
42349 Wuppertal
www.wera.de

Abbildung 11:

BG RCI/Enderlein

Abbildung 21:

Dr. med. Berthold Bickert, Klinik für Hand-, Plastische- und Rekonstruktive Chirurgie,
Schwerbrandverletzentzentrum, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Ludwigshafen

Verschiedene Hersteller von ergonomischen Handwerkzeugen können bei der BG RCI erfragt werden.