

# ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE

Forschungsergebnisse für die Praxis

## Kfz-Werkstätten

*Bolay, Ch., Kelter, J., Lorenz, D.*

### **Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsumgebung in Kfz-Werkstätten**

#### **Inhalt**

- 1 Einleitung**
- 2 Arbeitsplatz**
  - 2.1 Arbeitsplatzlayout**
  - 2.2 Hebebühne**
  - 2.3 Werkbank**
  - 2.4 Arbeitsmittel**
  - 2.5 Sonstige Empfehlungen zur Arbeitsplatzgestaltung**
- 3 Arbeitsumgebung**
  - 3.1 Beleuchtung**
  - 3.2 Farbgebung**
  - 3.3 Lärm und Schwingungen**
  - 3.4 Klima und Luftqualität**
  - 3.5 Werkstattlayout**
    - 3.5.1 Allgemeine Kfz-Reparaturwerkstatt mit angegliedertem Ersatzteillager**
    - 3.5.2 Karosseriespenglerei**
    - 3.5.3 Lackiererei**
- 4 Umweltgesichtspunkte**
- 5 Schrifttum**

Ergebnisse aus dem im Auftrag des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung, Bonn, und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, durchgeführten Forschungsanwendungsvorhaben, dargestellt in der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz – Forschungsanwendung – Fa 9 von

*Kelter, J., Lorenz, D.*

### **Humanisierung in Kfz-Betrieben (I) – Analyse – Gestaltungsansätze und Forschungsdefizite aus ergonomischer Sicht**

Nachdruck und auszugsweise Wiedergabe nur mit ausdrücklicher vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, gestattet.

## 1 Einleitung

Die im Kfz-Handwerk tätigen Mitarbeiter unterliegen einer Vielzahl unterschiedlicher Belastungsgrößen wie z. B.

- Zwangshaltungen bei der Arbeit,
- einseitige Bewegungsabläufe,
- Lärm,
- Klimawechsel,
- Arbeiten an stark verschmutzten Teilen,
- Beeinträchtigung durch Geruchsbelästigungen von Abgasen, Schweißdämpfen, Klebern, Lacken und anderen Hilfsstoffen,
- Termin- und Zeitdruck.

Diese Belastungsfaktoren können sich nachteilig auf

- Arbeitszufriedenheit,
- Leistungsfähigkeit,
- Krankenstand und
- Personalfuktuation

auswirken.

Die Gestaltung der Arbeitsplätze in Kfz-Werkstätten muß sich deshalb an folgenden Gesichtspunkten orientieren, um eine Reduzierung von Gesundheitsrisiken zu erreichen:

- Optimierung körperlicher Beanspruchung,
- Erhöhung der Arbeitssicherheit,
- Verbesserung der Arbeitszufriedenheit und
- Gewährleistung einer wirtschaftlichen Arbeitsausführung.

## 2 Der Arbeitsplatz

Als „Arbeitsplatz“ wird nach DIN 33 400 der räumliche Bereich im Arbeitssystem, in dem die Arbeitsaufgabe verrichtet wird, bezeichnet.

Innerhalb dieses räumlichen Bereichs werden nachfolgende Elemente näher betrachtet:

- Arbeitsplatzlayout,
- Hebebühnen,
- Werkbänke und
- Arbeitsmittel,
- Arbeitsmittelhandseiten und Informationsausgabeelemente (Mensch - Technik - Schnittstelle).

Unter „Arbeitsmittel“ werden all jene Betriebsmittel verstanden, welche nicht ortsfest sind oder häufig anders plziert werden. Darunter fallen alle Werkzeuge, Meß- und Prüfeinrichtungen sowie andere Hilfsmittel (Getriebeheber, Vorrichtungen zur Bremsstaubabsaugung usw.).

Der Arbeitsplatz muß folgenden Bedingungen genügen:

- Stand und Trittsicherheit,
- Geräumigkeit für die Bewegungsabläufe,
- geringstmögliche gesundheitsschädliche Einwirkungen (Lärm, Zugluft, Staub etc.),
- Sicherheitsabstände gegenüber Maschinen, Kranen und Fahrverkehr,
- Anpassung an die menschlichen Körpermaße.

### 2.1 Arbeitsplatzlayout

Eine sinnvolle Ausstattung, Anordnung und maßliche Gestaltung eines Werkstattarbeitsplatzes zur Kfz-Wartung zeigt **Abbildung 1**. Die Grundabmessungen von 3,70 m × 7,20 m pro Stellplatz gewähren die nötige Bewegungsfreiheit zwischen zwei Fahrzeugen (ca. 1,80 m bei Stempelhebebühnen) sowie zwischen Werkbank und Fahrzeugvorderkante (ca. 1,50 m). Bei der Installation der an der Hallendecke federnd aufgehängten Energieampel ist zu beachten, daß die maximale Armreichweite nach oben für den „kleinsten Mann“ (Körperhöhe 1,63 m) ca. 1,90 m beträgt.

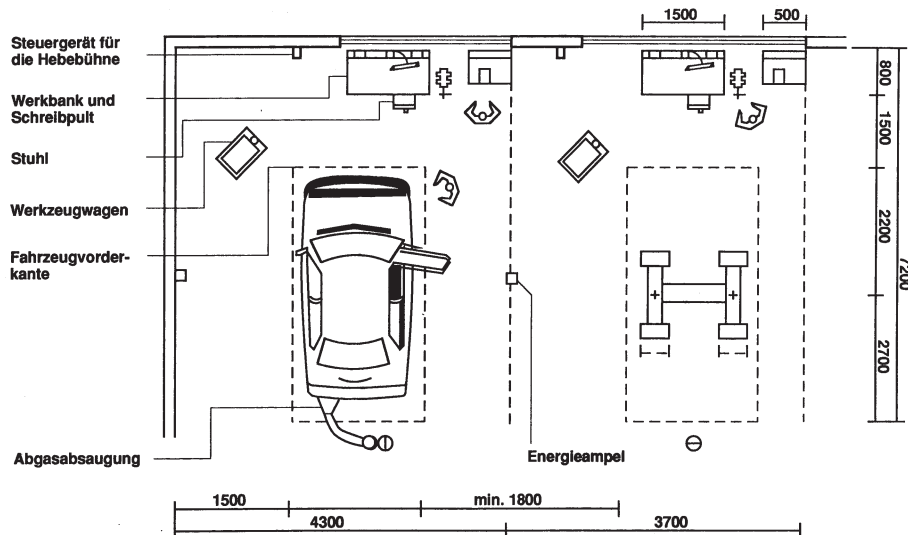


Abb. 1: Arbeitsplatzlayout Kfz-Werkstatt

Durch die waagerechte Stellung des Fahrzeuges und die eingeschränkte Zugänglichkeit vieler Fahrzeugbereiche müssen ohne den Einsatz von Hebebühnen viele Arbeiten in ungünstigen Körperhaltungen und -stellungen durchgeführt werden. Aber auch beim Einsatz von Hebebühnen sind Zwangshaltungen von Kopf, Rumpf und Armen vorzufinden.

## 2.2 Die Hebebühne

Von besonderer Bedeutung ist daher die Überkopfarbeit, die zu einer extremen statischen Muskelbelastung führt. Um der Beanspruchung entgegenzuwirken, sollte die Überkopfarbeit zeitlich stark begrenzt werden und mit ausreichend langen Pausen bzw. anderen „entlastenden“ Arbeiten durchsetzt sein. Neigbare Hebebühnen können die Überkopfarbeit teilweise entfallen lassen. Die Möglichkeit des Einsatzes solcher Hebebühnen sollte geprüft werden.

Überkopfarbeit und Zwangshaltungen führen zu

- schnellerer Ermüdung der Muskulatur,
- verminderter Leistungsfähigkeit des Mitarbeiters und unter Umständen zu
- Beschwerden und Erkrankungen des Stützapparats sowie
- Erkrankungen des Hand-Arm-Systems.

Ein wesentliches Kriterium zur Begrenzung von Zwangshaltungen beim Einsatz von Hebebühnen ist die lichte Weite zwischen Boden und der Unterseite des angehobenen Kraftfahrzeugs. Um unter dem Fahrzeug noch aufrecht stehen zu können, muß dieser Abstand mindestens 1900 mm bis 2000 mm betragen.

Bei 2-Stempel-Hebebühnen ergibt sich durch deren geringeren Platzbedarf ein Raumgewinn, der sich auf die Bewegungsfreiheit am Arbeitsplatz günstig auswirkt.

Bei Triobühnen können durch Beachtung folgender Punkte deutliche Verbesserungen der Arbeitsbedingungen erzielt werden:

- stufenlose Höhenverstellbarkeit bei ausreichender Hubhöhe (bis 2000 mm),
- Vergrößerung der Länge der oberen Arbeitsebene auf etwa 4900 mm,
- Verbreiterung der seitlichen Trittläche der oberen Arbeitsebene auf mind. 1000 mm,
- ausreichende Festigkeit der seitlichen Trittlächen der oberen Ebene, um zu verhindern, daß Verformungen durch langen Gebrauch oder hohe Gewichtsbelastung zum Absinken der äußeren Kante und damit zu einer schräg nach außen abfallenden Trittläche führen,
- Abstimmung der Strom- und Druckluftversorgung auf die unterschiedlichen Arbeitsebenen.

Der Einsatz von Kipp-Hebebühnen schafft die günstigsten Arbeitsbedingungen. Der bei diesem Bühnentyp nutzbare Neigungswinkel wird allerdings dadurch begrenzt, daß ab ei-

nem bestimmten Winkel mit dem Auslaufen von Motorflüssigkeiten oder dem Tankinhalt zu rechnen ist.

Einen kurzen Vergleich der am Markt angebotenen Hebebühnenkonzepte zeigt **Abbildung 2**. Befriedigende Ergebnisse zeigen nur 2-Stempel-Hebebühnen, 2-Säulen-, Kipp- und Triobühnen.

	Grube	4-Säulen-Hebebühne	Triobühne	2-Säulen-Hebebühne	2-Stempel-Hebebühne	Kipp-Hebebühne (Neigungswinkel bis 25°)	Bemerkung
Hubhöhe	--	0	0	0	0	0	Hubhöhe mindestens 2000 mm; stufenlose Höhenverstellung Tellerhöhe des Radfreihebers < 140 mm .
Verstellbereich	--	0	-	0	0	++	Bei der kipp-Hebebühne ist die Kundenakzeptanz zu überprüfen (lose Gegenstände in Fahrzeugraum) .
Körperhaltung	--	0	-	0	0	+	Zwangshaltungen sind durch richtige Einstellen der Hebebühne anzugleichen. Tätigkeiten sollten verstärkt im Sitzen ausgeführt werden .
Zugänglichkeit	-	--	-	0	+	+	Installationen (Druckluft; Strom; Abgasabsaugung) sind entweder ebenerdig zu verlegen oder über eine Hängeampel zuzuführen .
Simultanarbeit	+	-	++	-	0	+	Bei konventionellen Hebebühnen sind Arbeitsteams möglichst aus gleichgroßen Personen zu bilden .
Sehbedingung Beleuchtung	--	0	-	0	0	+	Zusätzliche Beleuchtung (Schwenkarmleuchten, Klemmleuchten etc.) in allen Fällen notwendig .
Gesamt	--	-	0	0	0	++	

Legende	
++	: sehr gut
+	: gut
0	: befriedigend
-	: mangelhaft
--	: sehr mangelhaft

Abb. 2: Tabelle zum Vergleich verschiedener Hebebühnenkonzepte

### 2.3 Die Werkbank

Werkbänke sind so zu gestalten, daß neben stehendem auch sitzendes Arbeiten möglich ist. Auf eine ausreichende Dimensionierung der Arbeitsfläche auch in der Tiefe (mind. 800 mm), auf eine ausreichende und blendfreie Beleuchtung sowie auf eine geringe Entfernung der Werkbank von der Hebebühne ist zu achten. Eine Anpassung an unterschiedliche Körpergrößen ist durch höhenverstellbare Stühle und Fußstützen zu erreichen. Die Gestaltung der Stühle erfolgt nach Maßgabe der DIN 68 877 „Arbeitsdrehstuhl“. Ein sinnvoller Bemaßungs- und Gestaltungsvorschlag des „Sitz-Steharbeitsplatz“ enthält die **Abbildung 3**.

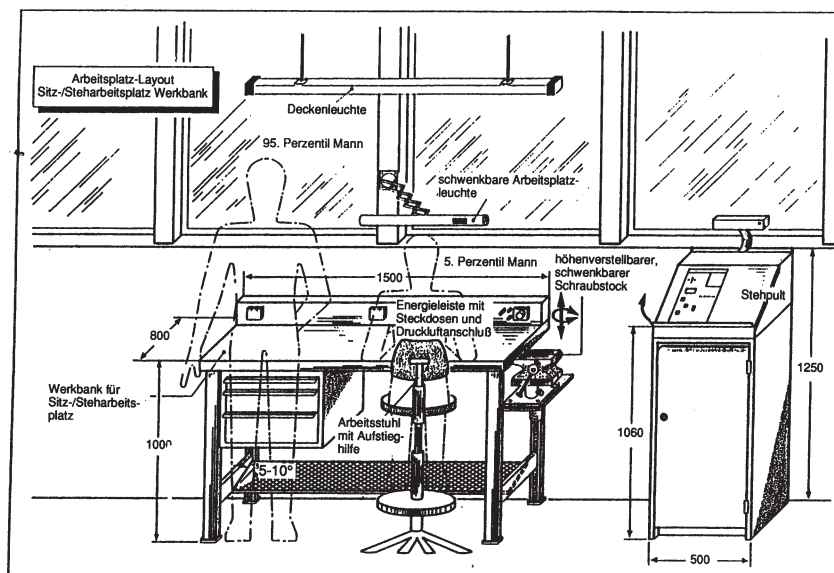
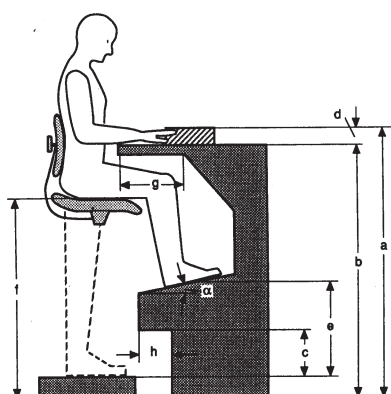


Abb. 3: Bemaßung Sitz-, Steh-, Arbeitsplatz Werkbank

Ein separates Stehpult für Arbeiten in stehender Körperhaltung und zur geordneten Ablage schriftlicher Unterlagen (Reparaturleitfaden etc.) ist sinnvoll und sollte neben der Werkbank plaziert sein. Unabhängig davon muß der Schraubstock höhenverstellbar sein (Verstellbereich  $\pm 100$  mm relativ zur Tischplatte), da unterschiedliche Vorrichtungen aufgenommen werden müssen. Die Prinzipskizze eines empfohlenen Werkbankarbeitsplatzes zeigt die bemaßte **Abbildung 4**. Prinzipiell sind höhenverstellbare Werkbänke anzustreben, da hier die Anpassung an unterschiedliche Körpergrößen leicht möglich ist. Die Arbeitshöhe sollte dabei zwischen 90 cm und 118 cm verstellbar sein. Muß mit nicht höhenverstellbaren Arbeitsplätzen gearbeitet werden, so sind sie nach den Körpergrößen des großen Mannes bzw. der großen Frau auszulegen (**Abbildung 4**). Für kleinere Benutzer ist ggf. eine Anpassung über ein in der Höhe einstellbares Podest vorzunehmen (max. 22 cm Höhe).

Podeste an Steharbeitsplätzen sollten grundsätzlich die Ausnahme bilden, da sie eine Stolper- und Sturzgefahr darstellen können. Bei Verwendung von Podesten müssen diese mindestens 600 mm breit und 500 mm tief sein, die Übergänge sind ausreichend abzuschrägen und die Kanten sind gelb/schwarz-gestreift zu markieren.



Arbeitsplatzmaß	Arbeitspersonen		
	Frauen	Männer	Frauen und Männer
a Arbeitshöhe	102	110	110
b Tischhöhe	a-d	a-d	a-d
c Fußraumhöhe / min.	15	15	15
d Werkstückhöhe	möglichst gering		
e Fußstützenhöhe (verstellbar)	27 - 44	30 - 47	30 - 52
f Sitzhöhe (verstellbar)	72 - 81	80 - 89	80 - 89
g Knieaumtiefe / min.	35	35	35
h Fußraumtiefe / min.	15	15	15
alpha Neigung der Fußaufstellfläche	0 - 10°	0 - 10°	0 - 10°
Alle Maßangaben in cm			

**Abb. 4: Sitz-/Steharbeitsplatz (bemaßt)**

Für den Ein- und Ausbau von Fahrzeugaggregaten werden Hilfsmittel wie Getriebeheber, Flaschenzüge, Laufkatzen u. ä. eingesetzt. Diese Hilfsmittel müssen ergonomischen Kriterien genügen. Ein Getriebeheber beispielsweise muß eine Möglichkeit zur Feinjustage bei ausreichender Höhenverstellbarkeit bieten, um dem Mechaniker statische Muskelarbeit zu ersparen. Zudem muß auf die richtige Gestaltung des Fußteils des Getriebehebers geachtet werden. Zu weit auseinanderliegende Stützen bergen Stolpergefahren, während eine zu kleine Standfläche Kippgefahr bedeutet.

Eine am Getriebeheber integrierte Werkzeugablage und auf die Heberplatte aufsteckbare Stützen, die auf die einzelnen Aggregate (Auspuff, Kardanwelle etc.) abgestimmt sind, werden empfohlen.

Ebenfalls wichtig sind an der Werkstattdecke angebrachte Hebehilfen, welche auch Transportaufgaben übernehmen können. Zur exakten Positionierung müssen sie sowohl in Hallenlängs- als auch in -querrichtung verstellbar sein. Gewichtsgrenzen für das manuelle Heben und Tragen von Lasten sind dem Forschungsbericht 54 „Humanisierung des Arbeitslebens“ zu entnehmen.

Ergonomisch richtig gestaltete Werkzeuge (geringes Gewicht, gute Handseitengestaltung, leise und schwingungsarm) sind die Voraussetzung für belastungsarmes, sicheres und wirtschaftliches Arbeiten. Sie tragen auch wesentlich zur Qualität der Arbeiten und damit zur Kundenzufriedenheit bei.

Hinsichtlich der Verringerung der Geräuschbelastung an den Arbeitsplätzen in der Kfz-Werkstatt gilt es vorrangig, den Lärm am Entstehungsort, also an der Quelle, zu mindern. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem von Maschinen – z. B. handgeführten Werkzeugmaschinen wie Druckluftschraubern oder Trennschleifmaschinen – erzeugten Luftschall und dem durch Bearbeitungsverfahren – wie Hämmern – erzeugten Lärm.

## 2.4 Arbeitsmittel



So sollte schon beim Maschineneinkauf darauf geachtet werden, daß diese möglichst wenig Lärm und Schwingungen erzeugen, d. h. neben der Gebrauchstauglichkeit, der Lebensdauer, der Verarbeitungsqualität und dem Preis sollte auch die Höhe der Geräusch- und Schwingungsemission in die Kaufentscheidung mit einbezogen werden. Kenngröße für die Geräuschemission sind der Schalleistungspegel  $L_{WA}$ , der die von der Maschine bei einem festgelegten Betriebszustand an die Umgebung insgesamt abgestrahlte Luftschallleistung angibt, der arbeitsplatzbezogene Emissionswert  $L_{PA}$ , welcher den Schalldruckpegel an dem entsprechenden maschinennahen Arbeitsplatz beschreibt, und die Impulshaltigkeit  $\Delta L_i$  des Maschinengeräusches. Geräuschemissionswerte von Maschinen werden nach DIN 45 635 ermittelt.

Beim Einkauf neuer Maschinen sollten grundsätzlich vom Hersteller Geräuschangaben auf Grundlage der DIN 45 649 Teil 1/2 angefordert werden. Denn nur so ist es möglich, durch Vergleich der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  von Maschinen verschiedener Hersteller die leiseste auszuwählen. Zudem kann mit Hilfe der jeweils relevanten (z. B. für Druckluftwerkzeuge: VDI 3749) VDI-ETS (Emission technischer Schallquellen)-Richtlinie geprüft werden, ob die zur Wahl stehende Maschine wirklich zu den leiseren auf dem Markt gehört und damit den in der UVV Lärm geforderten Stand der Lärminderungstechnik erfüllt.

In welchem Maße man eine Lärminderung durch die richtige Auswahl einer Maschine erreichen kann, zeigt z. B. die der VDI-ETS-Richtlinie 3761 angegebene Spanne von  $L_{WA} = 86,3$  dB bis  $L_{WA} = 101,1$  dB für die Geräuschemission von Bohrmaschinen bei Leerlauf mit maximaler Drehzahl.

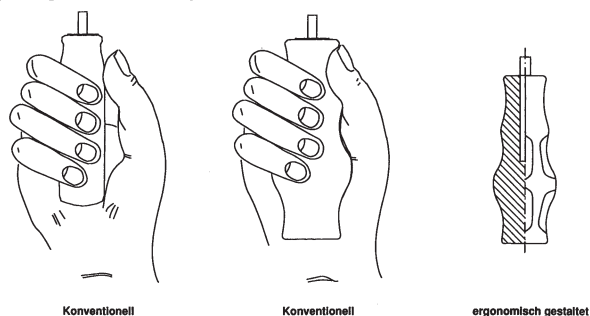
Geht es um die Lärminderung von Bearbeitungsvorgängen, so sind rückprallarme Hämmer beim Richten oder hydraulische Richteinrichtungen, Verbundschleifscheiben und Magnetmatten zu nennen. Insbesondere Magnetmatten können die Schallabstrahlung von durch Bearbeitungsvorgänge zu Schwingungen angeregten Karosserieblechen erheblich verringern, wenn sie bei Schleif- und Richtarbeiten mit dem Hammer auf die angrenzenden Blechteile der Karosserie zwecks Bekämpfung aufgelegt werden (siehe Forschungsanwendungsbericht Fa 3 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz).

Die Schwingungsübertragung von Hand geführter Werkzeuge und Maschinen auf das Hand-Arm-System muß so gering wie möglich sein. Hohe Schwingungsbelastungen können akute und sogar chronische gesundheitliche Folgewirkungen haben, z. B. die Berufskrankheiten Bk 2103 (degenerative Knochen- und Gelenkschäden) und Bk 2104 (die sog. Weißfingerkrankheit).

Eine wirksame Möglichkeit zur Schwingungsminderung besteht beim Neukauf durch Auswahl geeigneter Geräte. Hierbei sollte vom Hersteller bzw. Verkäufer von Geräten, die Schwingungen auf das Hand-Arm-System übertragen, die Angabe des Effektivwertes der bewerteten Schwingungsbeschleunigung verlangt werden. Anhand dieser Werte kann im Vergleich das hinsichtlich der Schwingungsemission günstigste Gerät einer Gruppe ausgewählt werden.

Bei der Beschaffung neuer Geräte empfiehlt es sich nachzuprüfen, ob die Produkte der EG-Maschinenrichtlinie Nr. 89/392/EWG gerecht werden.

Ein Schraubendreher, der den anatomischen und physiologischen Anforderungen angepaßt ist (**Abbildung 5**), kann z. B. aufgrund der verbesserten Kopplungsbedingungen zwischen der Hand und dem Griff bei geringerer Belastung von Hand und Muskulatur um ca. 30 % höhere Drehmomente sowie eine gesteigerte Leistungsausbringung (schnelles Umgreifen und geringere Auswurfgefahr der Klinge) erreichen.



**Abb. 5: Kopplungsbedingungen bei konventionellen (links) und ergonomisch gut gestalteten Kraftschraubendrehern (Mitte und rechts)**

Als weiteres Beispiel für ein vorbildlich gestaltetes handgeführtes Arbeitsmittel wird in **Abbildung 6** eine Blechscherer vorgestellt. Dieses Werkzeug hat gegenüber den üblichen Modellen unter anderem folgende Vorteile:

- Griffe nach der Anatomie der Hand geformt,
- unterschiedliche Reibungsbeiwerte der Werkstoffe, die an der Hand anliegen und denen, die an den Fingern gleiten,
- Noppen zur Verminderung der Abgleit- und Verletzungsgefahr an scharfkantigen Werkstücken und
- gute Kraftübertragung und Hebelwirkung.

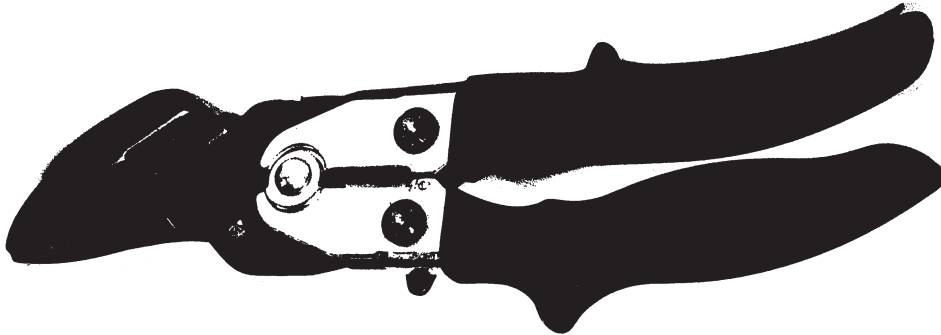


Abb. 6: Ergonomisch gestaltete Blechscherer

Mit teilweise geringem Aufwand kann die Arbeitsqualität in der Kfz-Werkstatt nachhaltig verbessert werden. Exemplarisch genannt seien hier:

- arbeitsplatznaher Abstellplatz für Motoren, Getriebe und andere Großteile,
- Auto- und Motorenwäsche vor Arbeitsbeginn,
- teilweiser Einsatz von Werkstattmitarbeitern in der Kundendienstannahme während der Stoßzeiten,
- Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen im Lager und in den Bürobereichen der Kundendienstannahmen nach den Kriterien der Arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse Nr. 2/79 „Bildschirmarbeitsplätze“ (2. überarbeitete Auflage), der Nr. 55 „Geräuschemission an PC“ und der ZH 1/618, 1980, der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (**Abbildung 7**).

## 2.5 Sonstige Empfehlungen

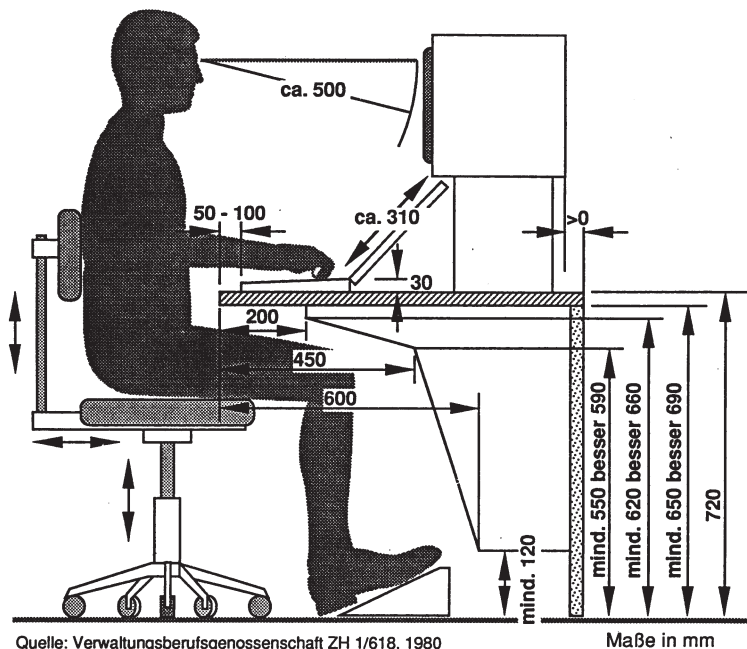


Abb. 7: Ergonomische Gestaltung eines Bildschirmarbeitsplatzes mit nicht höhenverstellbarem Tisch

### 3 Arbeits- umgebung

Der Bereich, in welchem sich die Beschäftigten während der Ausübung ihrer Tätigkeiten aufhalten und welcher Einfluß auf die Umwelt- und Arbeitsbedingungen am Arbeitsplatz hat, wird als Arbeitsumgebung bezeichnet (DIN 33 400).

Beeinflußt wird die Arbeitsumgebung durch die Faktoren:

- Beleuchtung,
- Farbgebung,
- Lärm und Schwingungen sowie
- Klima und Luftqualität

#### 3.1 Beleuchtung

Gute Sehbedingungen und ausreichende Beleuchtung sind in Kfz-Werkstätten von besonderer Bedeutung, da ca. 80 % aller Informationen über das Auge aufgenommen werden.

In Kfz-Werkstätten sind hinsichtlich der Beleuchtung oft folgende Defizite anzutreffen:

- zu niedrige Beleuchtungsstärke (unter 300 Lux),
- unter angehobenen Fahrzeugen und im Motorraum nur 40 Lux – 150 Lux,
- Oberlichter über der Hallenmitte und nicht über den Arbeitsplätzen,
- keine separaten Arbeitsplatzleuchten an Werkbänken und
- ungenügender Schutz vor Sonneneinstrahlung.

Eine sinnvolle Beleuchtung der Arbeitsumgebung in Kfz-Werkstätten kann durch folgende Licht- und Tageslichtquellen erreicht werden:

- Leuchtbänder in den Hallen in etwa 4 m Höhe,
- Leuchten über den Werkbänken, in Gruben und an Hebebühnen,
- Handlampen für schlecht beleuchtete Orte (Motorraum o. ä.),
- Fenster (mit Jalousien),
- Oberlichter (über den Arbeitsplätzen und mit Sonnenschutzeinrichtung) sowie
- lichtdurchlässige Wandflächen mit Glasbausteinen.

Vom Arbeitsplatz ist die Sichtverbindung nach außen wegen des positiven Einflusses auf die Gesundheit unbedingt anzustreben, deshalb stellt Tageslicht die günstigste Art der Beleuchtung dar. Möglichst große Fensterflächen (mindestens 10 % der Raumgrundfläche) sind vorzusehen. Die Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/1 „Sichtverbindung nach außen“ ist zu beachten. Der natürliche Lichteinfall ist möglichst durch Oberlichter weiter zu erhöhen. Für einen ausreichenden Sonnenschutz ist zu sorgen.

Gleiches gilt für im Werkstattinneren angebrachte Leuchtbänder. Um den unterschiedlichen Öffnungswinkeln und -stellungen der Motorhaube gerecht zu werden, wird empfohlen, die Beleuchtungskörper so anzuordnen, daß der Motorraum für die jeweilige Arbeitsaufgabe gut ausgeleuchtet ist. Möglichkeiten zur Grobschätzung der zu installierenden Leistung der Beleuchtungskörper und Werte für die Nennbeleuchtungsstärke  $E_n$  stellt die Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3 „Künstliche Beleuchtung“ zur Verfügung. Für die Ausleuchtung der Fahrzeugunterseite und des Motorraumes sind im Werkstattboden angebrachte Strahler von Vorteil. Für die Beleuchtung von Montage- und Wartungsgruben sind Leuchtbänder gemäß **Abbildung 8** anzubringen.



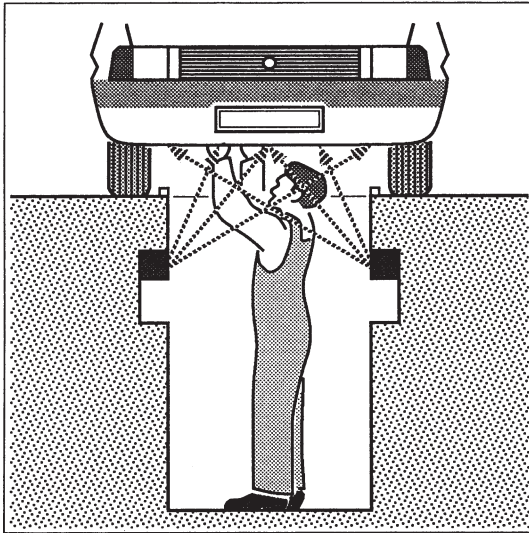


Abb. 8: Leuchtbänder in Montage- und Wartungsgruben

Die geforderten horizontalen Beleuchtungsstärken (ASR 7/3) betragen:

- in Kfz-Werkstätten 300 Lux
- Karosserie-Rohbau 500 Lux
- Karosserie-Oberflächenbearbeitung 500 Lux
- Lackiererei-Spritzkabine 750 Lux
- Lackiererei-Schleifplätze 750 Lux
- Nacharbeit Lackiererei 1000 Lux
- Polsterei 500 Lux
- Karosserie-/Wagenfertigmontage 500 Lux
- Inspektion 750 Lux

Anhand von **Abbildung 9** kann die zur Erzielung der geforderten horizontalen Beleuchtungsstärken zu installierende elektrische Leistung in Watt pro m<sup>2</sup> Raumgrundfläche abgeschätzt werden.

Nennbeleuchtungsstärke in Lux	Install. -Leistung in Watt / m <sup>2</sup> Grundfläche des Raumes		
	Leuchten		
Beleuchtung durch Leuchtstofflampen	ca. 2 m	ca. 3 m	ca. 4 m
	über zu beleuchtender Fläche		
1 000	50	60	64
750	38	45	48
500	25	30	32
300	15	17	19
200	10	11	13
100	5	6	6
50	3	3	4

Bei Ausleuchtung durch andere Lampenarten ist der nach der Aufstellung ermittelte Wert mit einem entsprechenden Faktor - wie nachfolgend aufgeführt - zu multiplizieren :

Lampenart	Faktor
Glühlampe	4
Halogen-Glühlampe	1,6
Leuchtstofflampe	1
Quecksilber-Hochdrucklampe	0,8
Indium-Amalgam-Leuchtstofflampe	0,6
Natriumdampf-Hochdrucklampe	0,5
Halogen-Metaldampf-Lampe	0,5

Abb. 9: Abschätzung der zu Beleuchtungszwecken zu installierenden elektrischen Leistung

### 3.2 Farbgebung

Eine ansprechende, sinnvolle Farbgestaltung ist eine einfache und kostengünstige Maßnahme, um den Eindruck einer freundlichen Arbeitsumgebung zu schaffen. Da durch geeignete Farbwahl Sinnesbelastungen verringert und Arbeitsabläufe unterstützt oder erleichtert werden, trägt dies zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und zum Erhalt der Arbeitsleistung bei.

Die Wirkung von Farben auf Menschen und die zu empfehlende farbliche Gestaltung von Arbeitsräumen ist **Abbildung 10** zu entnehmen.

Farbe	Distanz-	Temperatur-	Psychische	Empfohlen bei:
W I R K U N G				
BLAU	Entfernung	kalt	beruhigend	Werkstatt - bereiche mit hohem Geräuschpegel
GRÜN	Entfernung	sehr kalt bis neutral	sehr beruhigend	
ROT	Nähe	warm	aufreizend u. beruhigend	"Kalt"- Zonen z.B. Waschhallen
ORANGE	sehr nahe	sehr warm	sehr anregend	
GELB	Nähe	sehr warm	anregend	
BRAUN	sehr nahe einengend	neutral	anregend	Hallenböden
VIOLETT	sehr nahe	kalt	aggressiv beruhigend entmutigend	vermeiden

**Abb. 10: Wirkung von Farben auf Menschen**

Um nicht den Eindruck strukturloser Buntheit zu erzeugen, sind eine Begrenzung der Anzahl der gewählten Farbtöne und ein konsequent abgestimmtes Farbkonzept notwendig.

Die Farbauswahl muß nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Decken hell und Böden dunkel streichen, so daß sich ein Hell/Dunkel-Gefälle von oben nach unten ergibt,
- Seitenwände mit ungesättigten Farben streichen, d. h. Grundfarbe plus Weiß,
- Seitenanstrich zur Verminderung der Verschmutzung glatt ausführen,
- keine glänzenden Flächen, weil dadurch die Sehschärfe beeinträchtigt wird.

Bei Werkhallen sind außer den oben angeführten Farbwerten folgende Reflexionswerte einzuhalten:

- Decken: 70 % - 80 %
- Wände: 50 % - 70 %
- Böden: 20 % - 30 %
- Arbeitsmittel: 30 % - 40 %

### 3.3 Lärm und Schwingungen

Karosseriereparaturarbeiten, Reifenwechsel und Motorlaufkontrolle sind die Arbeitsvorgänge in einer Kfz-Werkstatt, die den Geräuschpegel bestimmen. Hier gilt es deshalb, vorrangig Lärminderungsmaßnahmen durchzuführen.

So sollten laute Arbeitsbereiche zusammengefaßt und von leisen getrennt werden, damit die Auswirkungen des z. B. im Karosseriereparaturbereich auftretenden Lärms auf z. B. Arbeitsplätze im Verwaltungs- und Servicebereich möglichst gering sind. Steht für solche lauten Arbeiten keine gesonderte Halle zur Verfügung, so kann die Verlagerung dieser Arbeitsbereiche in Raumecken mit besonders gut schallschluckenden Wand- und Deckenverkleidungen und hohen schallabsorbierenden Trennwänden als Abschirmung zum übrigen Raum schon zu einer erheblichen Minderung der Geräuschbelastung von relativ leisen Arbeitsplätzen führen. Auch das Aufstellen schallisolierter Kabinen für besonders laute Bearbeitungsvorgänge oder z. B. Motorleistungsprüfstände können den Halleninnenpegel verringern.

Hinsichtlich der allgemeinen Anforderungen an die akustischen Eigenschaften des Arbeitnehmers ist durch schallabsorbierende Wände und Decken, z. B. durch gelochte Wandsteine und offenporige Schaumstoffe mit Lochblechverkleidungen als Deckenkonstruktionen die Nachhallzeit zu verringern und die Schallpegelabnahme mit der Entfernung von der Schallquelle zu erhöhen. So fordert die Unfallverhütungsvorschrift Lärm (UVV Lärm, VBG 121) bei den Oktavbandfrequenzen 500 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz eine Schallpegelabnahme pro Abstandsverdopplung von mindestens 4 dB(A). Hinweise zum Bau von Kapseln, zur Abschirmung von Schallquellen und zur Auslegung schallabsorbierender Deckenverkleidungen sind den VDI-Richtlinien 2711, 2720 Blatt 2 und 3755 zu entnehmen.

Da durch eine schallabsorbierende Raumauskleidung lediglich der reflektierte Schall verringert werden kann, gilt es, insbesondere auch die Emission der Schallquellen zu mindern. Dies sind im wesentlichen handgeführte Werkzeugmaschinen, Abgassaugerichtungen und Bearbeitungsvorgänge wie Hämmern, Richten und Schleifen als auch EDV-Drucker im Verwaltungs- und Servicebereich (Ersatzteillager). Durch die Auswahl leiser Maschinen beim Einkauf und einem Vergleich der Werte verschiedener Hersteller untereinander bzw. mit Werten aus einer VDI-ETS (Emission technischer Schallquellen)-Richtlinie lassen sich Lärminderungen an der Quelle um 10 dB(A) – 15 dB(A) erreichen. Entsprechendes gilt für den Einkauf schwingungsarmer Maschinen. Dazu und insbesondere zur Lärminderung von Bearbeitungsvorgängen wird auf die Arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis Nr. 86 „Gestaltung von Arbeitsplätzen in Kfz-Werkstätten“ verwiesen.

In schon vorhandenen Kfz-Werkstätten steht vor der Durchführung von Lärminderungsmaßnahmen die Beschreibung der Ist-Situation hinsichtlich der an den einzelnen Arbeitsplätzen auftretenden Geräuschmissionen. Dazu wird in der Regel der an diesen Arbeitsplätzen auftretende Schalldruckpegel entsprechend DIN 45 645 Teil 1 und 2 als Beurteilungspegel  $L_{Ar}$  ermittelt. Dieser Wert umfaßt sowohl die an diesem Arbeitsplatz erzeugten als auch die dort einwirkenden Geräusche. Er ist frequenz- und zeitbewertet und wird als Mittelwert auf eine achtstündige Arbeitsschicht bezogen. Die einzelnen Arbeitsplätze werden nun mit diesen ortsbezogen ermittelten Beurteilungspegeln gekennzeichnet, die ermittelten Werte in einen Übersichtsplan der Kfz-Werkstatt eingetragen (Kataster) und mit den in der UVV Lärm oder Arbeitsstättenverordnung festgelegten Grenzwerten verglichen. Eine Lärminderung sollte dann an den Arbeitsplätzen beginnen, an denen die Grenzwerte überschritten bzw. die höchsten Beurteilungspegel auftreten.

Mit einer Gefährdung des Gehörs ist bei Beurteilungspegeln  $L_{Ar}$  von über 85 dB(A) zu rechnen (VDI 2058 Blatt 2). Um akute Gehörschäden durch kurzzeitige Schallereignisse zu vermeiden, wie sie z. B. bei Karosseriearbeiten mit dem Hammer auftreten, dürfen Schalldruckpegelspitzen einen von  $L_{Al} = 120$  dB oder  $L_{peak} = 140$  dB (EG-Richtlinie Lärm am Arbeitsplatz – 86/188/EWG) nicht überschreiten. Aber auch bei niedrigeren Geräuschbelastungen können gesundheitliche Beeinträchtigungen und Gefährdungen auftreten (VDI 2058 Blatt 3). So sind Lärmgrenzwerte von  $L_{Ar} = 55$  dB(A) bis 70 dB(A), wie sie bisher im Büro gelten, durch die Einführung von Bildschirmarbeitsplätzen auch in werkstattnahen Bereichen (Ersatzteillager) von Bedeutung.

Ein Großteil der Werkstattarbeiten erfordert einen leichten bis mittleren körperlichen Einsatz und wird im Stehen erledigt. Ein optimaler Klimabereich für derartige Arbeiten ist durch folgende Klimagrundgrößen (DIN 33 403 Teil 1) gekennzeichnet:

- Lufttemperatur: 17 °C bis 22 °C (ASR 6/1,3),
- Luftfeuchte: 30 % bis 85 % r. F. je nach Lufttemperatur (ASR 5),
- Luftgeschwindigkeit: < 0,2 m/s.

Um auch im Sommer gesundheitlich zuträgliche Raumtemperaturen zu erreichen, muß eine Aufheizung der Werkstatt über Fensterflächen und Oberlichter mittels entsprechender Schutzvorrichtungen (Spezialglas, automatisch geregelte Jalousien etc.) begrenzt werden. Für Fragen im Zusammenhang mit der Lüftung der Räumlichkeiten kommt die ASR 5 „Lüftung“ zur Anwendung. Nach den Kriterien der ASR 6/1,3 „Raumtemperaturen“ müssen folgende Temperaturen gemessen werden:

- Arbeitsraum bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit: mindestens 17 °C,
- Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär- und Sanitätsräume: mindestens 21 °C erreichbar,
- Wasch- und Duschräume: Sollwert 24 °C.

Weitere Informationen sind der ASR 6/1,3 zu entnehmen.

## 3.4 Klima und Luftqualität

Für die kalte Jahreszeit ist ein Heizungssystem ausreichender Leistung vorzusehen. Heizungssysteme, welche Warmluft von der Decke oder den Wänden in die Werkstatt blasen, haben folgende Nachteile:

- sie wirbeln die Staubpartikel in der Halle ständig auf,
- die Luft ist meist zu trocken.

Fußbodenheizungen vermeiden nicht nur o. a. Nachteile, sondern haben wegen der geringeren Vorlauftemperatur auch einen geringeren Energieverbrauch. Als angenehme Fußbodentemperatur schlägt ISO 7730 den Temperaturbereich von 19 °C bis 26 °C vor.

Der Ein- und Ausfahrtsbereich stellt bei geringen Außentemperaturen und geöffnetem Hallentor wegen der dort herrschenden starken Temperaturgefälle und Zugluft eine klimatische Problemzone dar (Erkältungsgefahr). Deshalb soll dort entweder kein ständig besetzter Arbeitsplatz vorgesehen oder mittels einer Einfahrtschleuse Abhilfe geschaffen werden. Es ist eine automatische Steuerung per Lichtschranke, Induktionsschleife oder Belastungsschalter im Hallenboden vorzusehen, da handbetätigte Systeme erfahrungsgemäß wenig akzeptiert werden.

Mit dem Hallentor gekoppelte Warmluftvorhänge sind wegen der damit verbundenen Energiekosten und der anfallenden Lärmentwicklung weniger vorteilhaft.

Luftgeschwindigkeit größer als 0,2 m/s können als störende Zugluft empfunden werden und sind möglichst zu vermeiden.

Beim Auftreten von Schadstoffen in der Kfz-Werkstatt ist darauf zu achten, daß die in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900) festgelegten maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) nicht überschritten werden. Die TRGS werden vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung oder vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in ihren Amtsblättern bekanntgegeben.

### **3.5 Werkstatt-Layout**

Die Planung und Gestaltung einer Kfz-Werkstatt sollte sich nicht auf die Anordnung technisch notwendiger Einrichtungsgegenstände beschränken, sondern auch ergonomische, organisatorische und sicherheitstechnische Belange berücksichtigen.

Der Fußbodenbelag im Werkstattbereich verdient besondere Aufmerksamkeit. Er muß folgende Anforderungen erfüllen:

- trittelastisch,
- Lkw-tauglich,
- leicht zu reinigen,
- Einbau einer Fußbodenheizung ermöglichen,
- rutschfest und
- lärmarm.

Alle im folgenden dargestellten, empfehlenswerten Gesamtlayouts für verschiedene Werkstattbereiche sind als exemplarische Bausteine zu verstehen. Sie enthalten zwar die wichtigsten Grundanforderungen, sind aber immer auf die speziellen betrieblichen Größenverhältnisse abzustimmen.

#### **3.5.1 Allgemeine Kfz-Reparaturwerkstatt mit angegliedertem Ersatzteillager**

Um Rangierarbeiten zu vermindern, sind die einzelnen Hebebühnenarbeitsplätze schräg angeordnet. Die dabei entstehenden dreieckförmigen Freiflächen können als Abstellplatz für größere Ausbauteile (Motorblöcke, Getriebe etc.) genutzt werden. Dieses Gestaltungsprinzip eignet sich insbesondere für Werkstätten, die nach dem Durchfahrtsprinzip organisiert sind.

Vom Ersatzteillager zur Werkstatt hin ist eine Glastür vorzusehen, welche die Beschäftigten im Lager vor Zugluft schützt und den Werkstattmitgliedern erlaubt, eventuelle Warteschlangen bei der Teileausgabe vom Arbeitsplatz aus zu erkennen. Unnötige Wege- und Wartezeiten werden dadurch vermieden. Halbverspiegelte Glastüren zum Kundenbereich ermöglichen es den Beschäftigten im Lager außerdem, wartende Kunden zu sehen, während diesen der Einblick ins Lager versperrt ist (**Abbildung 11**).

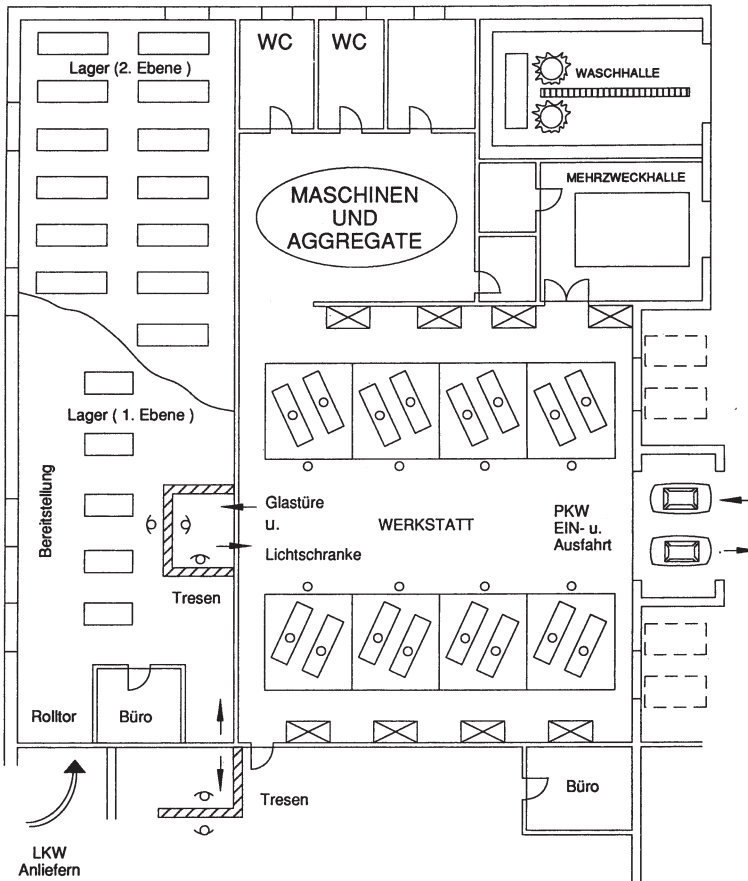


Abb. 11: Layout einer Reparaturwerkstatt mit angegliedertem Ersatzteillager

Bei Layoutüberlegungen für eine Karosseriespenglerei sind insbesondere Maßnahmen des Lärmschutzes vorzusehen (Kapitel 2.3). Für besonders lärmintensive Arbeiten ist es sinnvoll, eine abgeschirmte Kabine vorzuhalten (**Abbildung 12**).

### 3.5.2 Karosseriespenglerei

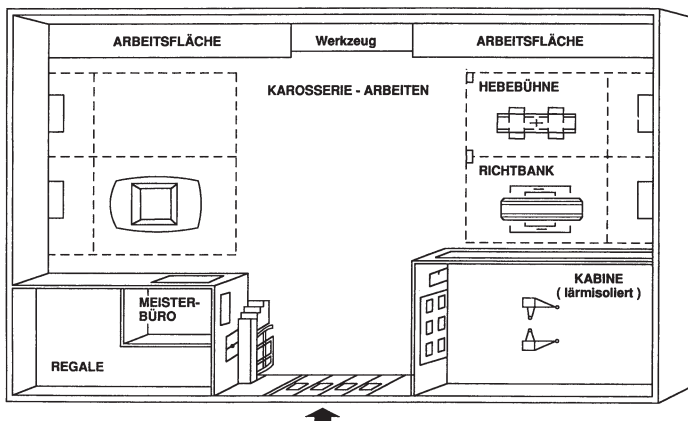


Abb. 12: Layout Karosseriespenglerei



### 3.5.3 Lackiererei

Kontroll- und Nacharbeitszonen sind räumlich von einer Vorarbeitszone zu trennen, um zu verhindern, daß zum Beispiel frisch lackierte Fahrzeuge von Schleifstaub o. ä. verunreinigt werden (**Abbildung 13**).

Zudem ist die Lackierkabine entsprechend zu plazieren und mit einer direkten Ausfahrt in die Nacharbeitszone auszustatten, um ein häufiges und umständliches Rangieren der Fahrzeuge zu vermeiden.

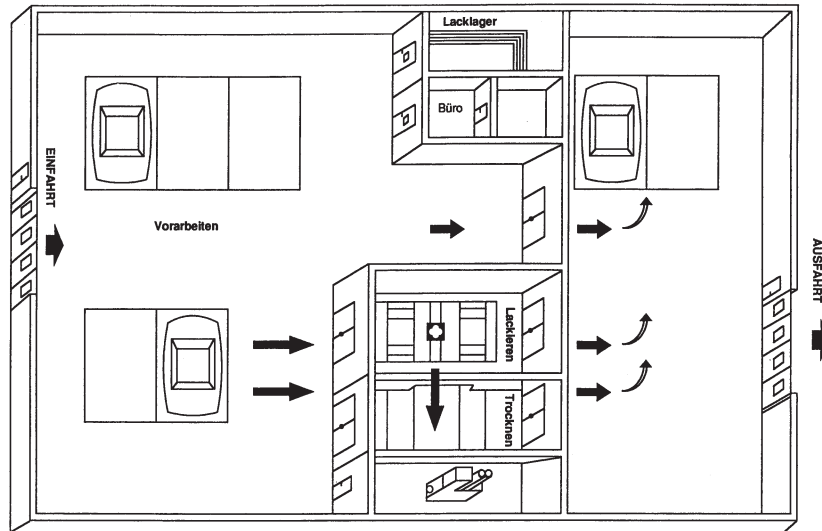


Abb. 13: Layout Lackiererei

## 4 Umweltgesichtspunkte

Eine Kfz-Werkstätte betrifft in dieser Hinsicht in erster Linie die sachgerechte Behandlung und Entsorgung von Schmierstoffen, Öl- und Benzinresten.

Da diese keinesfalls in das normale Abwasser gelangen dürfen, ist eine Ölabscheideanlage für Hallenabwässer vorzusehen. Ist eine Waschanlage vorhanden, so empfiehlt sich eine gemeinsame Ölabscheideanlage für die Abwässer aus Waschanlage und Werkhalle. Diese Abscheideanlage können auch die Oberflächenabwässer, die auf dem Hof anfallen, zugeführt werden.

Es ist darauf zu achten, daß diese Reinigungsanlage ordnungsgemäß betrieben und in regelmäßigen Abständen auch gereinigt wird.

Die Umweltgesetzgebung ist durch das Haftungsprinzip des Verursachers und die Verpflichtung zum Vorsorgeprinzip gekennzeichnet.

Werkstattkehricht ist keinesfalls als normaler Hausmüll, sondern wegen seiner hohen Schadstoffbelastung eher als Sondermüll zu betrachten (siehe auch: Novelle zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel u. a., erhältlich über die Gewerbeaufsichtsämter).

Entsprechende Entsorgungskonzepte (u. U. in Kooperation mit anderen Werkstätten) könnten einer anstehenden gesetzlichen Regelung (1. Gesetz zur Änderung des Chemikaliengesetzes) zuvorkommen und kostensenkend wirken.

Wegen der sich dynamisch verschärfenden Rechtslage in diesem Bereich wird den Betreibern von Kfz-Werkstätten geraten, sich über die ergangenen Auflagen ständig ausführlich zu informieren. Ansprechpartner dazu finden sich z. B. bei den Gewerbeaufsichtsämtern.

Busse, P.: „Beleuchtung von Arbeitsplätzen“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Sonder-schrift Nr. 20, Dortmund, 1985

DEKRA-Fachtagungen, Band 2: „Sicherheit in der Kraftfahrzeugwerkstätte“, Dekra-Aka-demie, Wart, 1981

DEKRA-Fachtagungen, Band 3: „Der Kraftfahrzeugsachverständige“, Dekra-Akademie, Wart, 1982

Eckert, R.: „Gestaltung der Arbeitsumgebung in der Praxis – Grundlage der Schwingungs-belastung und Maßnahmen zu ihrer Beseitigung“, Lehrgangsunterlage der Technischen Akademie Esslingen, 1990

Graunke, H., Julich, H., Petersen, H.-C., u. a.: „Humanisierung der Arbeitsbedingungen beim Dialogverkehr am Datensichtgerät, Band I und II“, Humanisierung des Arbeitslebens, Forschungsbericht HA 82-037 (1-2), Verlag Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik, Eggenstein-Leopoldshafen, 1982

Hettinger, Th.: „Heben und Tragen von Lasten“, Forschungsbericht 54 – HdA, Hrsg. Bun-desminister für Arbeit und Sozialordnung – Referat Presse und Information, Bonn, 1981

Kelter, J., Lorenz, D.: „Humanisierung in Kfz-Betrieben: Analyse, Gestaltungsansätze und Forschungsdefizite aus ergonomischer Sicht“, Schriftenreihe der BAU – Forschungsan-wendung – Fa 9, Dortmund, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1988, ISBN 3-88314-799-0

Läubli, T., Fleischer, A. G., Krueger, H.: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – For-schungsergebnisse für die Praxis Nr. 2/1979, Bildschirmarbeitsplätze (2. überarbeitete Auflage), Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, 1989

König, R.: „Be- und Entlüftung in Schweißwerkstätten“, Schriftenreihe Humanisierung des Arbeitslebens, Band 17, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1981

Lange, W., Kirchner, J.-H., Lazarus, H., Schnauber, H.: „Kleine ergonomische Datensamm-lung“ – Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschungsbericht Nr. 168, Verlag TÜV Rhein-land, Köln, 1985

Ondraschek, D., Ortlieb, K.: „Taschenbuch für Lackierbetriebe 1987“ – Curt R. Vincentz Verlag, Hannover, 1987

Verein Deutscher Ingenieure: „Handbuch der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation“ – VDI-Gesellschaft Produktionstechnik, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1980

Bullinger, H.-J., Solf, J. J.: „Ergonomische Arbeitsmittelgestaltung“, Schriftenreihe der BAU – Forschung – Nr. 196, 197, 198, Dortmund, 1979

Arbeitsstätten-Verordnung und Richtlinien – Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Wirtschafts-verlag NW, Bremerhaven, 1991

Bodmann, H.-W., Eberbach, K., Reuter, P.: „Oberlicht und Sonnenschutz“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Forschungsbericht Nr. 415, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1985

Böcker, W.: „Künstliche Beleuchtung: Ergonomisch und energiesparend“, Schriftenreihe Humanisierung des Arbeitslebens, Band 15, Campus Verlag, Frankfurt/New York, 1981

Gericke, L., Richter, O., Schöne, K.: „Farbgestaltung in der Arbeitswelt“, Verlag Tribüne, Berlin, 1981

Hahne, H.: „Farbe am Arbeitsplatz“, Broschüre der BAU, Dortmund, 1980

Kelter, J., Lorenz, D.: „Humanisierung in Kfz-Betrieben: Analyse, Gestaltungsansätze und Forschungsdefizite aus ergonomischer Sicht“, Schriftenreihe der BAU – Forschungsan-wendung – Fa 9, Dortmund, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1988, ISBN 3-88314-799-0

Neue Datenblätter für gefährliche Arbeitsstoffe nach der Gefahrstoffverordnung: WEKA-Fachverlag, April 1990

*König, R.:* „Be- und Entlüftung in Schweißwerkstätten“, Schriftenreihe Humanisierung des Arbeitslebens, Band 15, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1981

*Rohmert, W.:* „Ergonomische Untersuchung der Belastung und Beanspruchung in bestehenden und neuen Arbeitsstrukturen im Bereich der Aggregatefertigung der Volkswagenwerk AG, Teil 1 + 2“, Humanisierung des Arbeitslebens, Forschungsbericht HA 80-022, HA 80-023, Verlag Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik, Eggenstein-Leopoldshafen, 1980