

Tobias Schäfer

Rechnergestützte
Arbeitssystemmodellierung in der
manuellen Motorradmontage

Studienarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Große Studienarbeit

Rechnergestützte Arbeitssystemmodellierung in der manuellen Motorradmontage

Verfasser:

cand. mach. Tobias Schäfer

Hannover, 27. Februar 2001

Abstrakt

Thema: Rechnergestützte Arbeitssystemmodellierung in der manuellen Motorradmontage

Verfasser: cand. mach. Tobias Schäfer

Abgabedatum: 27. Februar 2001

Ziel der Arbeit war die Darstellung der Einsatzmöglichkeiten und -grenzen des Programmpakets eM-Workplace der Firma Tecnomatix zur Simulation von manuellen Montagevorgängen.

Dazu wurde ein Montagearbeitsplatz der Firma BMW Motorrad AG abgebildet, der Montagevorgang mit dem Modul eM-Human simuliert, Ergonomieanalysen mit dem Modul eM-Human Ergo und MTM-Analysen mit dem Modul eM-Human Time durchgeführt.

Im Ergebnis zeigen die Untersuchungen, dass die dreidimensionale Darstellung komplexer Arbeitsumgebungen gut realisierbar ist, dass aber das Menschmodell durch konzeptbedingte Einschränkungen eine wirklich realistische Darstellung der Arbeitsvorgänge nicht bieten kann. Daher können die Ergebnisse der durchgeführten Analysen lediglich Hinweise auf möglich Probleme hinsichtlich der Ergonomie bzw. Abschätzungen bezüglich des Zeitbedarfs geben.

Schlagwörter: Arbeitsplatzgestaltung, Simulation, Visualisierung, Montage, Ergonomie, OWAS-Analyse, NIOSH-Analyse, Burandt-Schultetus-Analyse, Zeitanalyse, MTM

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	iv
1 Einleitung	1
2 Grundlagen.....	2
2.1 Ergonomische Grunddaten.....	2
2.1.1 Körpermaße und Aktionsräume	2
2.1.2 Körperkräfte	5
2.1.3 Formen der Muskelarbeit	7
2.2 Werkzeuge und Hilfsmittel zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung	8
2.2.1 Berechnung mit Körpermaßtabellen	8
2.2.2 Standard-Arbeitsplatztypen.....	9
2.2.3 Schablonensomatographie	10
2.2.4 Video-Somatographie	10
2.2.5 EDV-gestützte Verfahren	12
2.3 Ergonomie-Analyse-Methoden	16
2.3.1 Die visuelle Begutachtung	17
2.3.2 Die Selbst- und Fremdbeobachtung	17
2.3.3 Die mündliche und schriftliche Befragung.....	18
2.3.4 Die Vornahme von Messungen.....	19
2.3.5 Analyse von Körperhaltungen	19
2.3.6 Analyse von Aktionskräften.....	24
2.3.7 Analyse von manuellen Lastenhandhabungen	30
2.4 MTM-Verfahren.....	37
2.4.1 Die Entwicklung des MTM-Verfahrens.....	37
2.4.2 Die Verbreitung des MTM-Verfahrens	39
2.4.3 Die Grundbegriffe des MTM-Verfahrens	40
2.4.4 Die MTM-Standarddaten.....	43
2.4.5 Rechnerunterstützung für MTM-Verfahren	45

2.5	Das Programmpaket eM-Workplace.....	45
3	Das Gestalten von Szenarien mit eM-Workplace.....	48
3.1	Gestalten von Bauteilen und Einrichtungen.....	48
3.1.1	Erzeugen ebener Geometrien.....	48
3.1.2	Erzeugen dreidimensionaler Geometrien.....	49
3.1.3	Erzeugen und Bearbeiten von Kinematiken.....	51
3.2	Simulation des Menschmodells mit eM-Human	52
3.2.1	Markieren von Punkten	52
3.2.2	Bewegen des Menschmodells	53
3.2.3	Handhaben von Objekten	54
3.2.4	Zusätzliche Möglichkeiten der Ablaufsteuerung.....	55
3.3	Filmerstellung	56
4	Szenario: Montage der Vorderradgabel der BMW R 1100 S	57
4.1	Der Montagearbeitsplatz	57
4.1.1	Darstellung des Arbeitsplatzes in eM-Workplace.....	62
4.1.2	Diskussion	62
4.2	Beschreibung des Montagevorgangs	63
4.2.1	Darstellung des Montagevorgangs in eM-Workplace.....	67
4.2.2	Diskussion	67
5	Ergonomieanalysen im Beispielszenario	72
5.1	OWAS-Analyse.....	72
5.1.1	Durchführung und Auswertung	72
5.1.2	Diskussion	74
5.2	Hand-Arm-Kraft-Analyse nach Burandt und Schultetus	76
5.2.1	Durchführung und Auswertung	76
5.2.2	Diskussion	78

5.3	Die Lift-Analyse für Hebe- und Tragevorgänge.....	80
5.3.1	Durchführung und Auswertung	80
5.3.2	Diskussion	82
5.4	Diskussion.....	84
6	Zeitstudien nach MTM im Beispielszenario.....	85
6.1	Durchführung	85
6.2	Auswertung	87
6.3	Diskussion.....	89
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	91
8	Literaturverzeichnis.....	93

Abkürzungsverzeichnis

AVI	Dateiendung für Filmdateien
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BMA	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung
CAD	Computer Aided Design
CATIA	CAD-System
CD	Compact Disk
DXF	Austauschformat für CAD-Daten
ERA	Dateiendung für die Protokolldatei der Ergonomieanalysen von eM-Human Ergo
GB	Giga-Byte
GEO	Dateiendung für Geometriedateien von eM-Workplace
GIF	Dateiendung für Bild- und Grafikdateien
GRP	Datenformat für Gruppen aus Geometrien von eM-Workplace
iges	Austauschformat für CAD-Daten
KIN	Dateiendung für Kinematikdateien von eM-Workplace
LAY	Dateiendung für Layoutdateien von eM-Workplace
LI	Lifting Index
LMS-Verfahren	Verfahren zur Leistungsnivellierung nach Lowry, Maynard und Stegmerten
MB	Mega-Byte
MFB	Dateiendung der MTM-Protokolldateien von eM-Human Time
MOV	Dateiendung für Filmdateien
MTM	Methods-Time Measurement
MTM-GPD	Methods-Time Measurement General Purpose Data
MTM-SD	Methods-Time Measurement Standard-Daten
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OWAS	Ovako Working posture Analysing System
prEN	prospective Europäische Norm
PRG	Dateiendung für Simulationsprogramme von eM-Workplace
STL	Austauschformat für CAD-Daten
TMU	Time Measurement Unit
VRML2	Austauschformat für CAD-Daten
XLP	Dateiendung der Excel-Ausgangsdaten der MTM-Analyse von eM-Human Time

1 Einleitung

Die Gestaltung von Montagearbeitsplätzen stellt an den Planer hohe Anforderungen. Da die Montage in vielen Firmen das größte Wertschöpfungspotential besitzt, sollte ein neuer Arbeitsplatz von Anfang an optimiert aufgebaut sein und hinsichtlich Ausbringung und Qualität die gewünschten Ergebnisse liefern. Dies ist in vorwiegend manuellen Montagesystemen nur gewährleistet, wenn der Werker ein Tätigkeitsfeld vorfindet, das ihm durch die Anordnung der Einrichtungen sowie der bereitgestellten Bauteile eine wenig belastende und rationelle Arbeitsweise ermöglicht.

Nachdem das Erstellen von Arbeitsumgebungen mit Hilfe von CAD-Systemen seit einigen Jahren Stand der Technik in den Unternehmen ist, sollte ein Montagearbeitsplatz vor seiner Realisierung auch in Hinsicht auf ergonomische Forderungen und Zeitstudien mit Hilfe von Simulationsprogrammen überprüft werden.

Das Programmpaket eM-Workplace der Firma Tecnomatix ermöglicht das Abbilden von Montagearbeitsplätzen, die Simulation der Arbeitsvorgänge, die Überprüfung der Tätigkeiten mit verschiedenen Ergonomieanalyseverfahren sowie die Durchführung von Zeitstudien nach dem MTM-Verfahren.

Am Beispiel eines Montagearbeitsplatzes bei der BMW Motorrad AG in Berlin-Spandau liefert die vorliegende Arbeit einen Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen des Programmpakets. Der Schwerpunkt liegt hierbei in der Durchführung der Ergonomieanalysen und der Zeitstudien.

Zunächst werden die Grundlagen der ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung und der MTM-Verfahren erläutert. Nach einem Überblick über die Vorgehensweise bei der Gestaltung und Simulation von Montagevorgängen in eM-Workplace, wird der reale Arbeitsplatz beim Industriepartner sowie seine Darstellung und Simulation betrachtet. In den beiden darauf folgenden Kapiteln werden die Durchführung der Ergonomie- und MTM-Analysen, die Ergebnisse dieser Analysen sowie Kritikpunkte dargelegt. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse und ein kurzer Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen im Bereich der Montagesimulation.

2 Grundlagen

2.1 Ergonomische Grunddaten

2.1.1 Körpermaße und Aktionsräume

2.1.1.1 Körpermaße

Um einen Arbeitsplatz menschengerecht zu gestalten, d.h. ihn an die Körperform und -funktion des Menschen anzupassen, müssen zunächst die relevanten Abmessungen ermittelt werden. Die Anthropometrie ist die Lehre von den Maßverhältnissen am menschlichen Körper und deren exakten Bestimmung [BULL-94]. Da die Definition eines „Durchschnittsmenschen“ wenig sinnvoll ist, wurden Ober- und Untergrenzen für die Körpermaße breiter Bevölkerungsgruppen festgelegt und diese in Perzentile unterteilt: Ein Perzentilwert gibt an, wie viel Prozent der Menschen in einer Bevölkerungsgruppe - in bezug auf ein bestimmtes Körpermaß - kleiner sind als der jeweils angegebene Wert (Bild 2.1) [BULL-94].

		Frauen			Männer		
		5. Perzentil 1,51 m			5. Perzentil		
		50. Perzentil 1,63 m			50. Perzentil		
		95. Perzentil 1,73 m			95. Perzentil		
		1,84 m			95. Perzentil		

Abmessungen (in cm)	Perzentile					
	männlich			weiblich		
	5.	50.	95.	5.	50.	95.
1 Reichweite nach vorn	66,2	72,2	78,7	61,6	69,0	76,2
2 Körpertiefe	23,3	27,6	31,8	23,8	28,5	35,7
3 Reichweite nach oben (beidarmig)	191,0	205,1	221,0	174,8	187,0	200,0
4 Körperhöhe	162,9	173,3	184,1	151,0	161,9	172,5
5 Augenhöhe	150,9	161,3	172,1	140,2	150,2	159,6
6 Schulterhöhe	134,9	144,5	154,2	123,4	133,9	143,6
7 Ellenbogenhöhe über der Standfläche	102,1	109,6	117,9	95,7	103,0	110,0
8 Höhe der Hand über der Standfläche	72,8	76,7	82,8	66,4	73,8	80,3
9 Schulterbreite	31,0	34,4	36,8	31,4	35,8	40,5
10 Hüftbreite, stehend	36,7	39,8	42,8	32,3	35,5	38,8
11 Körpersitzhöhe (Stammhöhe)	84,9	90,7	96,2	80,5	86,7	91,4
12 Augenhöhe im Sitzen	73,9	79,0	84,4	68,0	73,5	78,6
13 Ellenbogenhöhe über der Sitzfläche	19,3	23,0	28,0	19,1	23,3	27,8
14 Länge d. Untersch. m. Fuß (Sitzflächenh.)	39,9	44,2	48,0	35,1	39,5	43,4
15 Ellenbogen-Griffachsen-Abstand	32,7	36,2	38,9	29,2	32,2	36,4
16 Sitztiefe	45,2	50,0	55,2	42,6	48,4	53,2
17 Gesäß-Knie-Länge	55,4	59,9	64,5	53,0	58,7	63,1
18 Gesäß-Bein-Länge	96,4	103,5	112,5	95,5	104,4	112,6
19 Oberschenkelhöhe	11,7	13,6	15,7	11,8	14,4	17,3
20 Breite über d. Ellenbogen	39,9	45,1	51,2	37,0	45,6	54,4
21 Hüftbreite, sitzend	32,5	36,2	39,1	34,0	38,7	45,1

Bild 2.1: Körpermaße des unbedeckten Menschen [BULL-94]

2.1.1.2 Wirkraum des Hand-Arm-Systems (Greifraum)

Als Greifraum wird jener Bereich bezeichnet, in dem Gegenstände mit der Hand berührt, gegriffen und bewegt werden können (Bild 2.2, Bild 2.3). Der Arbeitsbereich der Hände ist im Sitzen kleiner als im Stehen. Dennoch wird im allgemeinen bei der Auslegung des Greifraums nicht nach sitzender oder stehender Körperhaltung unterschieden. Innerhalb des Greifraums können vier Zonen unterschieden werden, in denen die Bewegungsabläufe und die auftretenden Belastungen grundsätzlich verschieden sind (Bild 2.3) [BULL-94]:

- Zone 1: Arbeitszentrum. Beide Hände arbeiten nahe beieinander im Blickfeld. Montageort.
- Zone 2: Erweitertes Arbeitszentrum. Beide Hände arbeiten im Blickfeld und erreichen alle Orte dieser Zone.
- Zone 3: Einhandzone. Zone zum Lagern von Teilen und Handwerkzeugen, die einhändig gegriffen werden.
- Zone 4: Erweiterte Einhandzone. Äußerste nutzbare Zone.

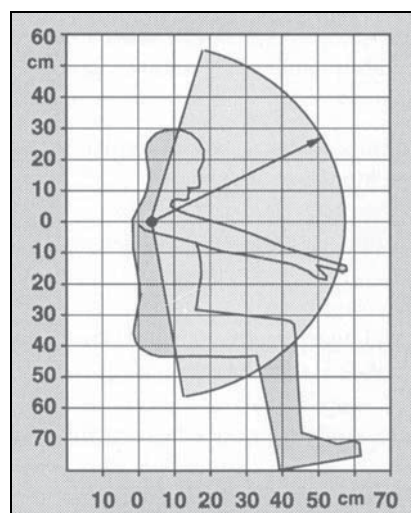


Bild 2.2: Vertikalschnitt durch den Greifraum in der Schultergelenkebene, 5. Perzentil Frau [BULL-94]

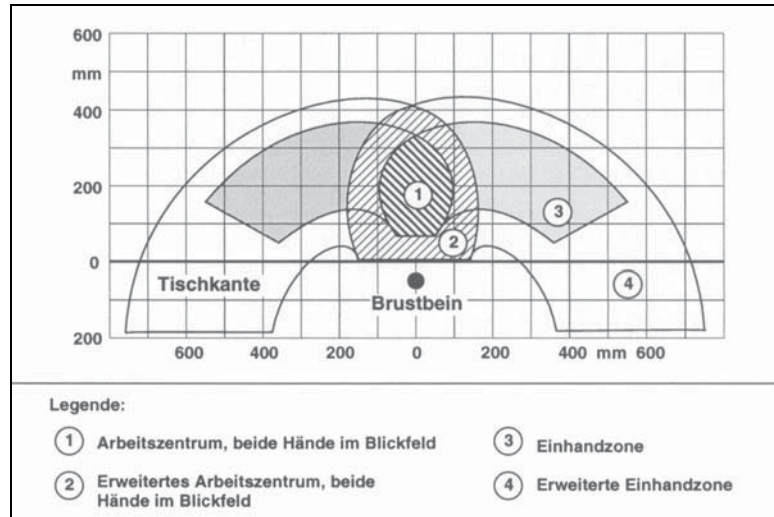


Bild 2.3: Horizontalschnitt durch den Greifraum in Ellenbogenhöhe, 5. Perzentil Frau [BULL-94]

2.1.1.3 Körperstellung und Körperhaltung

Unter Körperstellung versteht man die Stellung des Körpers zur Arbeitsaufgabe. Die Körperhaltung ist eine mögliche Bewegungsvariante innerhalb der Körperstellung (Bild 2.4) [BULL-94]. Aus Bild 2.4 kann ersehen werden, welche Beanspruchungsdifferenzen sich aus den verschiedenen Körperhaltungen ergeben.

2.1.1.4 Bewegungsräume

Bei jeder Arbeit ist ausreichend Bewegungsraum erforderlich. Unter dem Begriff Bewegungsraum ist der Raumbedarf bei verschiedenen Körperstellungen und Körperhaltungen und die Mindestgrundfläche bzw. der Mindestraum je Arbeitsplatz zu verstehen.

Nach § 24 der Betriebsstättenverordnung vom 20.03.1975 muss die freie, unverstellte Fläche so bemessen sein, dass sich die Arbeitnehmer bei ihrer Tätigkeit ungehindert bewegen können. Als unverstellbare Bewegungsfläche am Arbeitsplatz müssen mindestens 1,5 m² pro Beschäftigtem vorgesehen werden, wobei diese an keiner Stelle kleiner als 1 m² sein soll [BULL-94].

Beanspruchungsstufen	Körperhaltung		Erhöhung in Bezug auf L1			Starke Muskelbelastung	Bemerkungen + = günstig - = ungünstig
			E-Umsatz/kcal	Min. J	Puls/Min		
L 1		Liegen	Ruhe-lage	0,00	0,00	0	+ Kreislauf - Bewegungsraum
L 2		Liegen	Arme über Kopf	0,06	0,25	3	Hals, Nacken + Kreislauf - Bewegungsraum - statische Arbeit
S 1		Stehen	normal	0,16	0,67	14	+ Bewegungsraum + Bewegungswechsel - Stabilisierung - Beinbelastung
S 2		Stehen	gebeugt	0,38	1,59	18	Rücken, Schenkel - statische Arbeit + wie S 1 -
S 3		Stehen	stark gebeugt	0,56	2,34	17	Rücken, Schenkel - statische Arbeit + wie S 1 -
S 4		Stehen	Arme über Kopf	0,30	1,26	18	Rücken - statische Arbeit + wie S 1 -
H 1		Hocken	normal	0,27	1,13	10	Waden, Schenkel - Kniekehlen - Stabilisierung
H 2		Hocken	Arme über Kopf	0,28	1,17	14	Schulter, Waden, Schenkel - Kniekehlen - Stabilisierung - Statische Arbeit
K 1		Knien	normal	0,28	1,17	21	- Kniekehlen - Kreislauf
K 2		Knien	gebeugt	0,32	1,34	22	Rücken - Kniekehlen - Kreislauf - statische Arbeit
K 3		Knien	Arme über Kopf	0,36	1,51	26	Rücken, Schulter + wie K 2 -
Si 1		Sitzen	normal	0,06	0,25	7	+ Stabilisierung + Körpergewicht - Gesäßdurchblutung
Si 2		Sitzen	gebeugt	0,15	0,63	13	Rücken + wie S 1 - Atmung - Magen
Si 3		Sitzen	Arme über Kopf	0,16	0,67	13	Rücken, Schulter + wie S 1 - statische Arbeit -

Bild 2.4: Beanspruchungen bei verschiedenen Körperhaltungen [BULL-94]

2.1.2 Körperkräfte

An Montagearbeitsplätzen müssen Kräfte und häufig auch Drehmomente aufgebracht werden. Die hierdurch verursachten Belastungen dürfen zu keiner Überbeanspruchung der Mitarbeiter führen. Hierzu ist die Kenntnis der Körperkräfte des Menschen notwendig [SCHU-87].

Maximale Körperkräfte haben für die praktische Arbeitsgestaltung eine eher untergeordnete Bedeutung. Sie geben nur an, ob eine bestimmte Kraftleistung überhaupt erbracht werden kann. Sehr viel wichtiger sind die Kräfte, die zulässig sind, also als erträglich eingestuft werden können [BULL-94].

Problematisch ist die Vielzahl der Einflussfaktoren, die die Beanspruchung der Arbeitsperson bestimmen und die berücksichtigt werden müssen. Hinzu tritt die Schwierigkeit, den Einfluss der verschiedenen Faktoren zu gewichten. Um praktikabel zu bleiben, kann nur ein Teil der Einflussgrößen berücksichtigt werden [BULL-94].

2.1.2.1 Kraftwerte

In sogenannten Kräfteatlanten und -tabellen sind die maximalen Stellungskräfte des Menschen dokumentiert. Bild 2.5 und Bild 2.6 geben hierzu Beispiele.

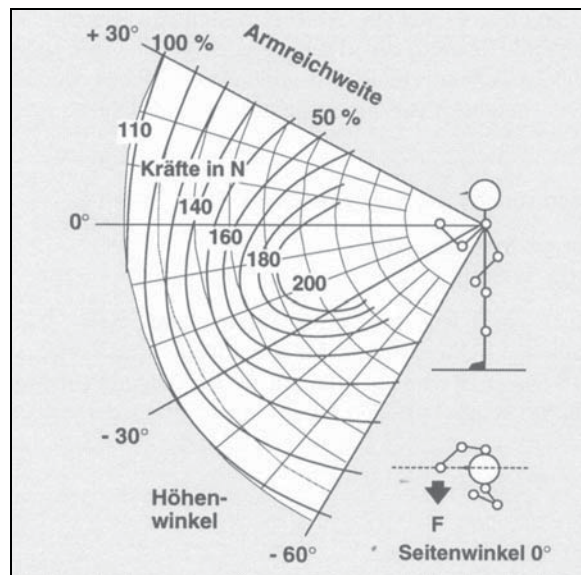


Bild 2.5: Isodyn von waagerechten Arm-Stellungskräften von Männern [BULL-94]

Höhenwinkel	Seitenwinkel	Armreichweite	Vertikale Kräfte [N]		Horizontale Kräfte [N]		Duktionskräfte [N]		Drehmomente [N]		
			nach oben	nach unten	zum Körper hin	vom Körper weg	zur Handfläche hin	zum Handrücken hin	Drehrichtung nach innen	Drehrichtung nach außen	
			Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Pronat.	Supin.	
		R %	VZ	VD	HZ	HD	AD	AB	MP	MS	
I	II	III	1	2	3	4	5	6	7	8	
30°	0°	100	88	185	120	146	110	93	11,0	8,0	
		75	107	262	102	110	135	100	15,2	16,8	
		50	125	343	84	74	161	108	17,2	17,8	
	30°	100	82	146	133	174	110	90	10,0	10,0	
		75	103								
		50									

Bild 2.6: Maximale Stellungskräfte und -momente von Männern im Bewegungsraum des rechten Hand-Arm-Systems, stehend [BULL-94]

2.1.3 Formen der Muskelarbeit

2.1.3.1 Dynamische Muskelarbeit

Bei dynamischer Muskelarbeit wird Arbeit im physikalischen Sinne durch den Muskel geleistet. Es wechseln Anspannung und Erschlaffung des Muskels ab. Man unterscheidet zwischen schwerer dynamischer und einseitiger dynamischer Muskelarbeit (Bild 2.7) [SCHU-87].

2.1.3.2 Schwere dynamische Muskelarbeit

Hierunter wird das Bewegen des Körpers, der Gliedmaßen und von Lasten durch große Muskelgruppen (z.B. Rumpf- und Beinmuskeln) verstanden (Bild 2.7). Schwere dynamische Muskelarbeit führt zu erhöhtem Energieumsatz [SCHU-87].

2.1.3.3 Einseitige dynamische Muskelarbeit

Bei der einseitigen dynamischen Muskelarbeit bezieht die dynamische Tätigkeit kleine Muskelgruppen (z.B. Finger-, Hand-, Arm- oder Fußmuskeln) ein (Bild 2.7). Die häufig hohe Bewegungsfrequenz bei der Arbeit dieser Muskeln kann zu einer hohen Beanspruchung führen, ohne dass der Energieumsatz messbar erhöht ist oder eine Reaktion des Kreislaufs zu beobachten ist [SCHU-87].

2.1.3.4 Statische Muskelarbeit

Bei statischer Muskelarbeit ist keine Bewegung der Gliedmaßen erkennbar. Hier wird der Muskel längere Zeit (länger als 0,1 min.) gegen eine äußere Kraft angespannt (statische *Haltearbeit*). Statische Muskelarbeit tritt auch dann auf, wenn große oder kleine Muskelgruppen lediglich zur Fixierung von Gelenk- oder Körperstellungen eingesetzt werden (statische *Haltungsarbeit*) (Bild 2.7).

Durch die Kontraktion des Muskels wird der Muskelinnendruck erhöht und dadurch die Blutversorgung gedrosselt und die Entschlackung des Muskels stark herabge-

setzt. Der Kreislauf reagiert bei derartiger Belastung mit erhöhter Pulsfrequenz [SCHU-87].

Form der Muskelarbeit	Bezeichnung	Kennzeichen	Beispiele	Kennzeichen der Beanspruchung
statisch	Haltungsarbeit	Keine Bewegung von Gliedmaßen, keine Kräfte auf Werkstück, Werkzeug	Halten des Oberkörpers beim gebeugten Stehen	Durchblutung wird bereits bei Anspannungen von 15 % der maximal möglichen Kraft durch Muskelinnendruck gedrosselt, dadurch starke Beschränkung der maximal möglichen Arbeitsdauer auf wenige Minuten
	Haltearbeit	Keine Bewegung von Gliedmaßen; Kräfte an Werkstück, Werkzeug oder Stellteile	Überkopfschweißen oder -montieren, Tragearbeiten	
dynamisch	Kontraktionsarbeit	Folge statischer Kontraktionen	Gußschleifen	Übergang zu mit statischer Arbeit vergleichbarer Beanspruchung bei geringen Bewegungsfrequenzen
	einseitige dynamische Arbeit	Kleine Muskelgruppen im allgemeinen mit relativ hoher Bewegungsfrequenz	Handhebelpresse, Schere betätigen	maximal mögliche Arbeitsdauer durch Arbeitsfähigkeit des Muskels beschränkt
	schwere dynamische Arbeit	Muskelgruppen > 1/7 der gesamten Skelettmuskelmasse	Schaufelarbeit	Begrenzung durch Leistungsfähigkeit der Sauerstoffversorgung durch Kreislauf

Bild 2.7: Einteilung der Muskelarbeit entsprechend unterschiedlicher Beanspruchung [SCHU-87]

2.2 Werkzeuge und Hilfsmittel zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung

2.2.1 Berechnung mit Körpermaßtabellen

Zur maßlichen Arbeitsplatzgestaltung können anthropometrische Maßtabellen herangezogen und unter Beachtung ergonomischer Gestaltungsregeln die Maße des Arbeitsplatzes berechnet werden (vergleiche Kap. 2.1.1). Die wichtigste Gestaltungsregel fordert, dass die Arbeitsplatzmaße sich nicht an den durchschnittlichen Körpermaßen der Arbeitspersonen orientieren dürfen, sondern dass die Spanne vom 5. Perzentil bis zum 95. Perzentil aller Körpermaße berücksichtigt werden

muss. In Bild 2.8 wird exemplarisch gezeigt, welchen Maßen das 5. und welchen das 95. Perzentil zugrunde gelegt wird [BULL-94].

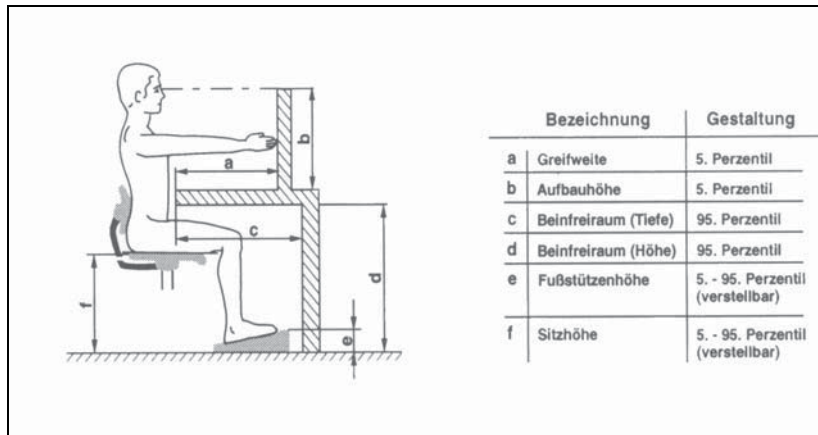


Bild 2.8: Festlegung ausgewählter Maße an einem Sitzarbeitsplatz [BULL-94]

2.2.2 Standard-Arbeitsplatztypen

Insbesondere für Standardarbeitsplätze gibt es in der Literatur vollständige Maßvorschläge. Dabei können in der Regel nur wenige Einflussfaktoren wie Arbeitsperson, Art der Tätigkeit oder Werkstückhöhe berücksichtigt werden [BULL-94].

2.2.2.1 Steharbeitsplatz

Das Einrichten von Arbeitsplätzen, an denen nur stehend gearbeitet wird, ist nur dann angemessen und erlaubt, wenn es organisatorische, technische oder ergonomische Gründe erzwingen [BULL-94].

2.2.2.2 Sitz- / Steharbeitsplatz

Dem arbeitenden Menschen sollte ermöglicht werden, zwischen sitzender und stehender Körperhaltung zu wechseln. Dabei ist der zeitliche Schwerpunkt auf sitzende Tätigkeiten zu legen. Diese Art von Arbeitsplatz entspricht weitgehend der ergonomischen Forderung nach ausgewogener Belastung / Beanspruchung.

Um sicher zu gehen, dass die vorhandene Wechsellmöglichkeit auch genutzt wird, muss der Sitz bei Bedarf schnell bereitgestellt und auch wieder entfernt werden können.

Der menschliche Positions- und Lagesinn reagiert sehr empfindlich auf Änderungen der Arbeitshöhe. Die Augen und Hände sollten sich daher bei beiden Arbeitshaltungen in genau der gleichen Höhe befinden. Stimmen diese beiden Höhen nicht überein, wird eine der beiden Körperhaltungen schnell als unbequem beurteilt [BULL-94].

2.2.3 Schablonensomatographie

Bei der Schablonensomatographie handelt es sich um eine konstruktive Methode, bei der mit Hilfe der technischen Zeichnung das Layout eines Arbeitsplatzes an die Körpermaße und -funktionen der Arbeitsperson angepasst wird. Dabei benötigt man zur Darstellung des menschlichen Körpers Schablonen, die auf Grundlage des somatographischen Körpermaßsystems und gemäß den Regeln der technischen Zeichnungen meistens im Maßstab 1:5 oder 1:10 aus durchsichtigem Material hergestellt werden. Um die räumliche Darstellung mit den entsprechenden Abmessungen eines Arbeitsplatzes zu ermöglichen, bedarf es sowohl für den Arbeitsplatz als auch für den menschlichen Körper der Vorder- und Seitenansicht sowie der Draufsicht. Die Schablonen bieten diese drei Ansichten (Bild 2.9).

Maßstabgetreu sind auf diesen Schablonen auch die Lage der Gelenkmittelpunkte, die maximale Auslenkung der Körperteile in Winkelgrad sowie der Augenmittelpunkt und der Blicklinienbereich angegeben [ELIA-87].

2.2.4 Video-Somatographie

Die Methode beruht auf dem Prinzip der Mischung oder Überblendung mehrerer Bilder von Arbeitsplatz und Arbeitsperson zu einer maßstabgetreuen Darstellung auf einem Bildschirm.

Die technische Ausstattung besteht aus mindestens zwei Videokameras, einem Bildmischer, zwei Monitoren, einem Videorecorder, einer Hardcopy-Einrichtung oder einer Fotokamera.

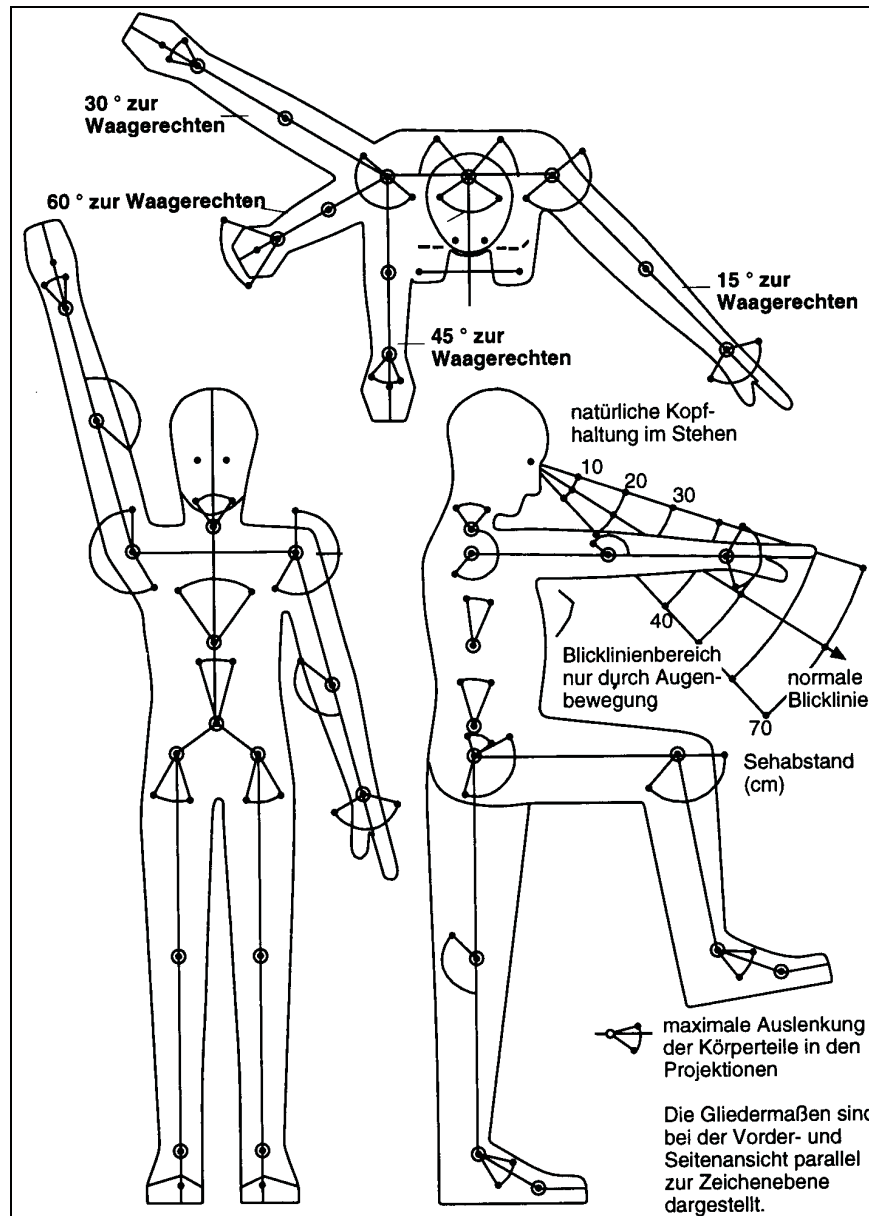


Bild 2.9: Somatographieschablonen [BULL-94]

Das Arbeitsprinzip kann man folgendermaßen beschreiben (Bild 2.10): Die Kamera 1 wird auf die Zeichnung des Arbeitsplatzes gerichtet; die zweite Kamera erfasst die Arbeitsperson in der gleichen Ansicht. Die Signale beider Kameras werden von einem Bildmischer elektronisch gemischt und die entstandenen Bildsignale auf einen oder mehrere Monitore übertragen. Diese Bilder werden mit einem Videorecorder zwecks späterer Analyse aufgezeichnet. Von einem zweiten Moni-

tor kann man mit Hilfe einer Fotokamera verschiedenen Körperstellungen bei der Ausführung der Tätigkeit festhalten [ELIA-87].

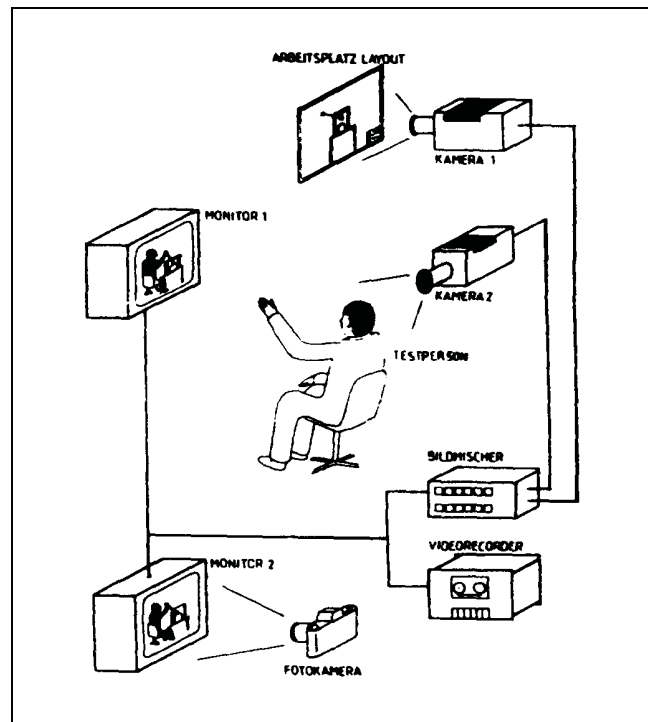


Bild 2.10: Prinzip der Video-Somatographie [ELIA-87]

Statt auf Papierzeichnungen des Arbeitsplatzes können auch direkt CAD-Bildschirmzeichnungen eingesetzt werden. In diesem Fall spricht man von CAD-Video-Somatographie [BULL-94].

2.2.5 EDV-gestützte Verfahren

Der zunehmende Einsatz von CAD-Systemen in den Bereichen der Arbeitsgestaltung eröffnet neue Möglichkeiten zur Erhöhung der Effizienz besonders auch bei der Arbeitsplatzgestaltung. Vor allem die Möglichkeiten der Variantenkonstruktion, der einfachen Änderung von Konstruktionsdetails und des schnellen Variierens einzelner Baugruppen eines Arbeitssystems verbessern die Voraussetzungen für eine umfassende ergonomische Gestaltung ganzer Arbeitssysteme [BULL-94].

Die Anfänge der Rechnerunterstützung in der ergonomischen Arbeitsgestaltung liegen in den 60-er Jahren. Seitdem wird versucht, Teile eines ergonomischen Methodeninventars rechnergestützt ablaufen zu lassen [LAND-97].

Es muss zwischen grafischen Mensch-Modellen und Methoden zur Belastungsbewertung unterschieden werden. Im ersten Fall ist die Modellierung anthropologischer, biomechanischer und physiologischer Daten zu beweglichen 3-D-Mensch-Modellen gemeint, während der zweite Fall Modelle beschreibt, anhand derer auf der Basis von äußeren Kräften und Momenten Prognosen zur physischen Belastung für den arbeitenden Menschen erstellt werden.

Ein Qualitätssprung in der technisch-ergonomischen Arbeitsgestaltung wurde durch die synchrone Anwendung anthropologischer, biomechanischer und physiologischer Methoden erreicht. Durch Einbeziehung weiterer naturwissenschaftlich-technischer Disziplinen und technischer Prinzipien, durch den Einsatz moderner Bildaufzeichnungsverfahren und der Rechentechnik sind weitere Fortschritte erreichbar [LAND-97].

2.2.5.1 Grafische Mensch-Modelle

Die Computeranthropometrie ermöglicht die Substitution herkömmlicher darstellender Methoden (z.B. Schablonensomatographie) und die Integration vorhergehender Anwendungen des Rechnereinsatzes (z.B. CAD-Daten) in Form einer komplexen Applikation.

Für die Entwicklung von Computeranthropometrie-Software waren drei Voraussetzungen ausschlaggebend:

- Das Vorliegen einer Fülle numerischer Daten der Anthropometrie und die Kenntnis biomechanischer Gesetzmäßigkeiten hat in der Ergonomie mathematische Beschreibungswünsche des menschlichen Körpers hervorgerufen. Mit dem verstärkten Aufkommen der Rechentechnik wurde diese Entwicklung entsprechend dem Wissensfortschritt auf einem höheren Niveau fortgesetzt.
- Mit dem Einzug der CAD-Technik in Konstruktion und Projektierung verschwanden teilweise die Medien „technische Zeichnung“ und „gegenständ-