Ergonomische Untersuchung von Schul-Zeichentischen

Autor(en): **Grandjean, Etienne / Kahlcke, Hartwig / Wotzka, Günter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Das Werk : Architektur und Kunst = L'oeuvre : architecture et art**

Band (Jahr): **57 (1970)**

Heft 1: **Bauten für die Landwirtschaft**

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-82140

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

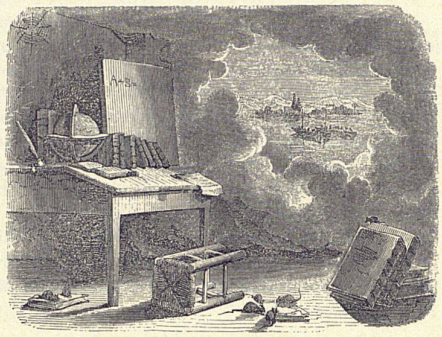
Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ergonomische Untersuchung von Schul-Zeichentischen



von Etienne Grandjean, Hartwig Kahlcke und Günter Wotzka
Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH, Zürich; Direktor: Prof. Dr. med. E. Grandjean

In den letzten Jahren ist von schulärztlicher Seite oft festgestellt worden, daß Haltungsstörungen und Scheuermannsche Krankheit bei der Jugend häufiger geworden sind. *Wespi*[1] hat 1967 beobachtet, daß 60% von 1740 untersuchten Mittelschülern eine abnorme Wirbelsäule aufweisen. Im gleichen Jahr sollen nach *Futter*[2] von 41 674 Jünglingen anläßlich der Rekrutierung 12,5% wegen Wirbelsäulenschäden vom Militärdienst dispensiert worden sein. Die meisten Autoren sind sich darin einig, daß die Ursachen dieser Zunahme unter anderem im beschleunigten Längenwachstum (Akzeleration) und in der Bewegungsarmut der Jugendlichen zu suchen sind. Haltungsschwäche und daraus resultierende abweichende Haltungsformen sind nach Auffassung der Schulärzte und Orthopäden im Wachstumsalter noch beeinflußbar. Die wichtigste präventive Maßnahme sei Haltungsturnen und vermehrte körperliche Tätigkeit. *Scheier*[3] ist der Ansicht, daß die Wirbelsäule letzten Endes die Form bekommt, die der Summe aller Haltungen während des Wachstums entspreche. *Gschwend*[4] und *Schoberth*[5] sind der Meinung, daß die langdauernde Sitzhaltung das bedeutende Wechselspiel von Belastung und Entlastung verhindere, wodurch die aufrichtenden Kräfte unterentwikkelt bleiben. Diese Autoren nehmen an, daß nicht so sehr die momentane Haltung als vielmehr die mangelnde Aufrichtung zur bleibenden Fehlform führe. Aus diesen Überlegungen leitet Gschwend die Forderung ab, daß ein Schulsitz den Wechsel zwischen vorderer und hinterer Sitzhaltung zulasse, wobei keine der Haltungen vom Sitzenden als unbequem empfunden werden darf.

Nach Untersuchungen von *Grandjean* und *Burandt*[6] rufen gebeugte Rücken- und Nackenhaltungen sowie hochgezogene Schultern, wie sie durch falsch angepaßte Tische entstehen, Ermüdungs- und Schmerzzustände im Schulter- und Nackenbereich hervor, die sich nach *Schoberth*[5] bis zu Degenerationserscheinungen der Halswirbelsäule ausweiten können. Aus analogen Gründen fordert *Junghanns*[7] schräggestellte Tischplatten für Schulen.

Von besonderer Bedeutung für die Körperhaltung sind in Gewerbeschulen, technischen Lehranstalten und gewissen Fachbereichen der Hochschulen die Zeichentische. Schüler und Studenten stehen oder sitzen an diesen Zeichentischen während eines Großteils des Arbeitstages. Die präzise Arbeit und die kurze Sehdistanz bedingen langdauernde Zwangshaltungen oder, anders ausgedrückt: unnatürliche Körperhaltungen mit hoher statischer Muskelbeanspruchung. Daraus können schmerzhafte Ermüdungserscheinungen in der Rückenmuskulatur entstehen. Die Arbeit am Zeichentisch bedingt somit nicht nur orthopädisch ungünstige Körperhaltungen, sondern kann auch Anlaß zu unerwünschten Ermüdungsschmerzen geben.

Tanon[8] hat bereits 1951 auf die Folgen ungünstiger Körperhaltungen (Magenbeschwerden und Skelettdeformationen) von Zeichnern in Industriebetrieben hingewiesen. Das *Battelle Memorial Institute*[9] hat in einer Untersuchung festgestellt, daß bei zweckmäßiger Gestaltung von Zeichentischen Zeitgewinne erzielt werden können. Auf Grund einer Befragung von 300 Zeichnern ist außerdem festgestellt worden, daß die stehende Arbeit am horizontalen Brett erheblich mehr Beschwerden verursacht als die stehende Arbeit am aufgerichteten Brett.

Stier[10] analysierte die Beziehungen zwischen Zeichner und Arbeitsplatz. Er fand als günstigste Blickrichtung beim Stehen einen Winkel von 30° zur Horizontalen und beim Sitzen einen Winkel von 38°. Eine Multimomentaufnahme in Konstruktionsbüros ergab, daß in 60 bis 70% der Zeichenzeit stehend gearbeitet wird. Es zeigte sich, daß die Körperhaltung in erster Linie durch den Arbeitsbereich auf dem Zeichenbrett bestimmt wird: die körpernahen Bereiche können sitzend bearbeitet werden, die andern stehend (aufrecht oder gebeugt). Aus diesen Untersuchungen leitete *Stier* ab, daß das Zeichenbrett in Neigung und Höhe verstellbar und der Arbeitsbereich durch geeignete Rollen (oben und unten am Brett) verschiebbar sein sollen.

In der vorliegenden Untersuchung sollten Zeichentische, die in Gewerbeschulen oder höheren technischen Lehranstalten Verwendung finden können, nach arbeitsphysiologischen Gesichtspunkten geprüft und verglichen werden.

Zunächst wurden die wichtigsten Anforderungen an Zeichentische zusammengestellt und hernach 10 verschiedene Typen nach den aufgestellten Kriterien beurteilt.

Anforderungen an Zeichentische

Funktion

Zeichentische müssen im Unterricht für folgende Tätigkeiten benutzt werden können:

a Technisches Zeichnen, Format DIN A2 und DIN A1
b Schreiben und Lesen
c Leichter Modellbau

Zeichentische müssen geeignet sein für Personen vom 15. Altersjahr an.

Arbeitsphysiologische Forderungen

Ein Zeichentisch soll, wie jeder Arbeitstisch, möglichst vielen Benützern ermöglichen, ihre Arbeit in natürlicher, ungezwungener Haltung zu tun.

Grundsätzlich sollte es möglich sein, zwischen sitzender und stehender Arbeitshaltung abzuwechseln.

Beim Zeichnen ist es notwendig, daß der Kopf in eine Lage gebracht wird, die ihm eine Blickrichtung senkrecht auf die Zeichenfläche zuläßt. Diese Forderung kann entweder dadurch erfüllt werden, daß sich der Zeichner über das Brett beugt, oder besser, indem er eine möglichst bequeme Körperhaltung einnimmt und die Zeichenfläche in eine zum Zeichnen günstige Lage bringt. Diese Lage wird durch folgende Faktoren beeinflußt:

a Größe und Haltung des Benützers
b Sehschärfe des Benützers
c Momentaner Arbeitsbereich auf der Zeichnung
d Einfallswinkel der Beleuchtung
e Eventuelle hindernde Konstruktionsteile des Tisches
f Art des Arbeitssitzes

Nach *Stier*[10] kann ein Zeichner an gut schwenk- und höhenverstellbaren Zeichenanlagen nur im unteren Drittel, bei einem kleinen DIN-A1-Brett vielleicht noch im mittleren Drittel, in bequemer Körperhaltung arbeiten.

Ist das Zeichenbrett nicht oder nicht ausreichend verstellbar, muß der Zeichner stark gebeugte oder verkrampfte Körperstellungen einnehmen. Der gleiche Tatbestand kann durch Verstellmechanismen verursacht werden, die unbequem, kompliziert und schwer zu bedienen sind. Der Benützer neigt dann dazu, lieber sich selbst anzupassen, als einen großen Zeitverlust oder die Abwendung der Aufmerksamkeit in Kauf zu nehmen.

Schätzung der Körperlänge

Zum Zwecke der Anpassung an die verschiedenen Körpergrößen einerseits und an die Arbeitsbedingungen anderseits müssen Zeichentische in Höhe und Neigung verstellbar sein.

Nach *Bickel* und *Bodmer*[11] ist in Zürich bei 15jährigen mit einer Durchschnittsgröße von 168,5 cm (Jungen) beziehungsweise 165,0 cm (Mädchen) zu rechnen. 10% sind kleiner als 153,4 cm (Mädchen) und 10% größer als 178,6 cm (Jungen). Nach Schätzung der Schulleitung treten Extreme bis zu 195 cm auf.

Grandjean und *Burandt*[12] fanden 1962 bei anthropometrischen Erhebungen in einem schweizerischen Industriebetrieb eine Durchschnittsgröße von 169 cm, mit Extremen von 140 cm und 191 cm.

Bei einer zufällig ausgewählten Gruppe von 59 Studenten und 7 Studentinnen mit dem Durchschnittsalter von 22,8 Jahren maßen wir Körperlängen von durchschnittlich 177,7 cm mit Schuhen, entsprechend etwa 175,2 cm ohne Schuhe. Diese Messungen stimmen mit den anthropometrischen Angaben des *Dreyfus*-Atlas[13] (175 cm für Männer) gut überein.

Wir glauben, keinen großen Fehler zu machen, wenn wir uns für jugendliche schweizerische Kollektive auf die *Dreyfus*-Angaben stützen. Da wir an der Gewerbeschule jedoch auch mit 15jährigen Heranwachsenden rechnen müssen, werden wir bei der Gestaltung von Tischen auch kleinere Körperlängen zu berücksichtigen haben. Die Verstellbereiche müssen größer sein als bei Einrichtungen, die nur für Erwachsene bestimmt sind.

Auf Grund dieser Überlegungen sind für die Festlegung der Verstellbereiche von Zeichentischen Körpergrößen zwischen 150 und 195 cm zu berücksichtigen.

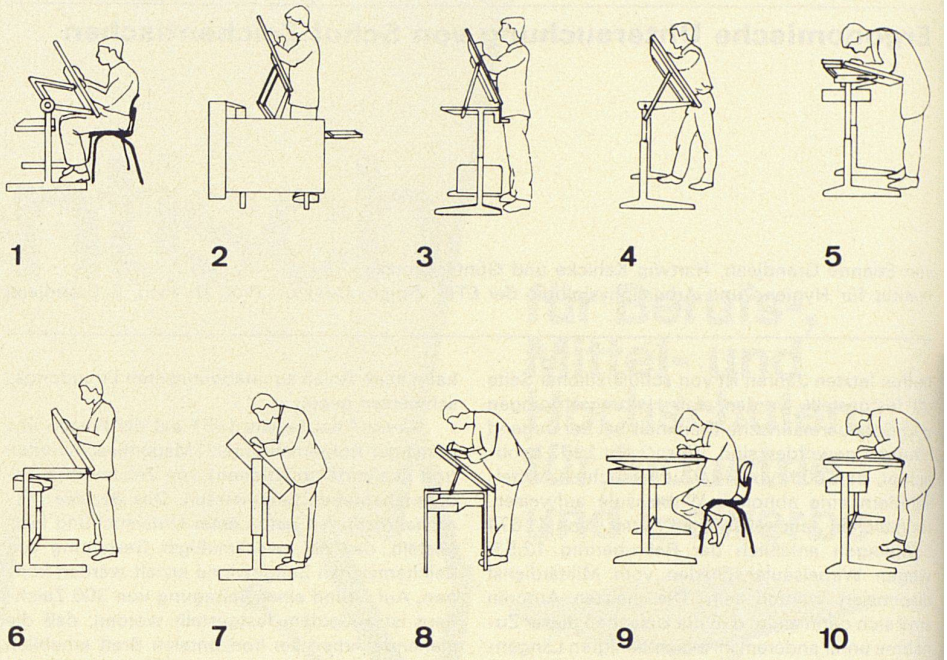


Abbildung 1

Gestaltungsvorschläge

Verstellbereich

Wir kommen zu folgenden Empfehlungen für Verstellbereiche:

Die minimale Höhe für die waagrechte Tischplatte soll 65 cm für Männer und 61 cm für Frauen betragen.

Es empfiehlt sich, 61 cm zu nehmen, da man dann beim Zeichnen im Sitzen die Tischvorderkante bis auf die Oberschenkel absenken kann und dadurch bei schräggestelltem Brett Arbeitsbereiche im mittleren Teil der Zeichenfläche besser erreicht. Dadurch kann eine größere Zahl Benützer sitzend zeichnen.

Für die maximale Höhe der waagrechten Tischplatte empfehlen wir 130 cm.

Bei großen konstruktiven Schwierigkeiten dürften 120 cm noch als ausreichende Lösung betrachtet werden. Solche Höhen sind notwendig für den Modellbau oder für das Zeichnen in Körpernähe beim Stehen.

Die Neigung der Tischplatte sollte im Bereich von 0° bis 75° gegen die Horizontale stufenlos eingestellt werden können.

Beinfreiheit

Unter der Tischplatte dürfen sich keine Ablagefächer oder Zargen befinden.

Im Knieraum dürfen Konstruktionsteile erst 45 cm hinter der Tischvorderkante angebracht sein.

Der Fußraum soll bis mindestens 62 cm hinter der Tischvorderkante frei sein.

Bedienungselemente

Bedienungselemente für Höhen- und Winkelverstellung sollten *leicht* von einer Person mit *einer* Hand oder *einem* Fuß im Stehen wie im Sitzen zu betätigen sein.

Wenn möglich sollte dasselbe Bedienungselement sowohl die Höhen- als auch die Winkelverstellung auslösen.

Im Schwenkbereich der Tischplatte und in der Nähe der Bedienungselemente muß besonders darauf geachtet werden, daß die Hand des Benützers nicht anschlägt oder geklemmt wird.

Ablagen

Im Greifraum der linken Hand sollte eine Ablage für Schablonen und Lineale, im Greifraum der rechten Hand eine Ablage für Zeichengeräte (Bleistifte, Federn, Radiergeräte usw.) angebracht sein.

Empfehlenswert ist noch eine Aufnahmevorrichtung für die Mappe, die jedoch nicht unbedingt im Greifraum des in Zeichenhaltung sitzenden Benützers liegen muß.

Tischfläche

Die Tischfläche sollte groß genug sein, um neben der Zeichnung, an der gearbeitet wird, noch Vorlagen aufzunehmen.

Wenn auf DIN-A1- (84×60 cm) und DIN-A2- (60×42 cm) Formaten gezeichnet werden soll, empfehlen sich für die Größe der Tischfläche mindestens die Maße 90×65 cm, besser 95×70 cm, damit neben einer A2-Zeichnung noch A3- und A4-Vorlagen auf das Brett geklebt werden können. Es ist arbeitsphysiologisch von Vorteil, wenn Vorlage und Zeichnung auf derselben Ebene liegen (*Hildebrandt*[14]).

Die Zeichenfläche soll eine glatte, leicht plastische und elastische Oberfläche haben.

Nach *Hildebrandt*[14] ist es günstig, wenn die Unterlage so beschaffen ist, daß die Zeichenstiftspitze das Papier graviert, so daß der Graphit in Sicken gedrückt wird. Er springt beim Rollen und Falten dann nicht so leicht ab und ergibt eine gute Deckung.

Wenn eine solche Oberfläche nicht für den Modellbau geeignet ist, wäre es vorteilhaft, durch Kehren der Tischplatte eine härtere Oberfläche einzusetzen.

Die Tischplatte soll eine Vorrichtung haben, die verhindert, daß das Zeichenmaterial bei schräggestellter Platte herunterrutscht. Sie muß so gestaltet sein, daß sie die Bewegungsfreiheit auf, vor und unter dem Brett nicht einschränkt.

Allgemein

Im ganzen sollte der Tisch so gestaltet sein, daß er Standsicherheit auch dann noch gewährleistet, wenn sich der stehende Zeichner an das hochgestellte Brett lehnt.

Scharfe Kanten und Bauteile, die den Benützer und dessen Kleidung klemmen oder sonstwie verletzen können, sollten vermieden werden. Reinigungsmöglichkeit und Zerstörungsfestigkeit werden ebenfalls einen wichtigen Punkt bei der Gestaltung von Tischen bilden.

Die Tische sollten zusammen mit verstellbaren Stühlen verwendet werden!

Untersuchung und Bewertung von 10 Zeichentischen

Die untersuchten Tische

Von vier Herstellerfirmen wurden uns 10 Zeichentische, die teilweise im Handel sind und teilweise noch als Prototypen vorliegen, zur Verfügung gestellt. Sie sind auf *Abbildung 1* mit Versuchspersonen in für den jeweiligen Tisch typischen Haltungen dargestellt.

Tabelle 1 gibt einige wichtige Maße der geprüften Tische an.

Die zu prüfenden Tische sind, wie aus Abbildung 1 und Tabelle 1 hervorgeht, teils fest, teils in Höhe über dem Boden und Winkel gegen die Horizontale verstellbar. Die Handhabung und Konstruktion der Verstellmechanismen zeigt von Tisch zu Tisch große Unterschiede. Ebenso stark differiert das Ausmaß der Verstellmöglichkeiten.

Technisch-ergonomische Bewertung

Unter Berücksichtigung der wichtigsten Anforderungen, die weiter oben beschrieben sind, stellten wir die auf *Tabelle 2* gezeigte Bewertungsskala auf. Je nach dem Grad der Erfüllung einer Bewertungsforderung wurde ein Punkt, ein halber oder gar kein Punkt erteilt. Am Ende wurde nach Maßgabe der von den Tischen gesammelten Punkte eine Rangreihe der Tische aufgestellt. Den ersten Rang bekam der Tisch mit den meisten Punkten, also derjenige, der die meisten Forderungen erfüllte; den letzten Rang jedoch der Tisch, welcher die wenigsten Punkte sammeln konnte.

Abbildung 1
Die untersuchten Tische mit Versuchspersonen in einer für den jeweiligen Tisch typischen Haltung.
1 = Embru Notter; 2 = MASSAG, Schaffhausen; 3 = Embru 4669; 4 = Embru 4670; 5 = Embru 4659; 6 = Yverdon; 7 = Reppisch RWD; 8 = Embru-Spezialtisch; 9 = Embru-Normtisch einsitzig; 10 = Embru-Normtisch zweisitzig
Die Reihenfolge der Tische auf der Zeichnung (zeilenweise) gibt die Reihenfolge der Bewertung wieder: Embru Notter, der beste; Embru-Normtisch zweisitzig, der schlechteste

Typ	Tischlänge cm	Tischbreite cm	Tischhöhe (Verstellbereich) cm	Neigungsverstellung Winkel°	
Embru Notter	90	71	79,5 - 110 schräg: 65	71	
MASSAG Schaffhausen	95,5	65	74,5 - 105	90	
Embru 4669	80	75	75 - 100	72	
Embru 4670	99,5	70	67 - 96,5	72	
Embru 4659	80	52 (horizontal: 71)	67,5 - 97,5	15	
Yverdon	89,6	65	65 - 90	90	
Reppisch RWD	90	65	73,5 - 100	90	(Stufen 15°)
Embru Spezialtisch	84,5	65	75	38	
Embru Normtisch einsitzig	99,5	74,5	79,5	-	
Embru Normtisch zweisitzig	180	59	84	-	
Reppisch Bill	89	65	74 oder 80	10	

Tabelle 1

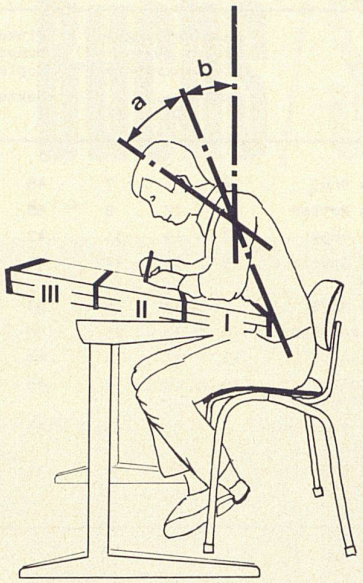


Abbildung 2

	Tischfläche ausreichend für DIN A 1	Tischfläche zum Zeichnen geeignet	Untere Begrenzungskante hindert nicht	Tischhöhe für Schreib- oder Bastelarbeiten im Sitzen	Tischhöhe für Zeichnen im Stehen	Höhenverstellung vorhanden	Höhenverstellung gut zu bedienen	Neigungsverstellung ausreichend	Neigungsverstellung gut zu bedienen	Mappenablage vorhanden	Materialablage vorhanden	Materialablage verstellbar	Summe Punkte	Rangierung
Embru 4669	○	●		●	●	●	○	○	○	●	●	○	8,5	3
Embru Notter	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	11	1
Embru 4659		●		●	●	●	○		●	●	○	○	7,5	4,5
Embru Spezialtisch		●		●					○	●	●		4,5	8
Embru 4670	●	●		●	●	●	○	●	○				7	6
Reppisch	●	●	○	●	●	●		●	○	○			7,5	4,5
Yverdon	●	●		●	○	●		●		●			6,5	7
MASSAG Schaffhausen	●	●		●	●	●	●	●	●		●	○	9,5	2
Embru Normtisch einsitzig	○									●			1,5	9,5
Embru Normtisch zweisitzig	○									●			1,5	9,5

Tabelle 2

Tabelle 1
Einige wichtige Dimensionen und Verstellbereiche der geprüften Tische

Tabelle 2
Technisch-ergonomische Bewertung: ● = zutreffend (1 Punkt), 0 = mit Einschränkung zutreffend (0,5 Punkte)

Abbildung 2
Definition der Neigungswinkel und Tischsektoren für die Photoprotokolle; a = Winkel zwischen Rumpf- und Kopfachse; b = Rumpfneigungswinkel gegen die Senkrechte; I = Unteres Drittel (Sektor) der Tischfläche; II = Mittleres Drittel der Tischfläche; III = Oberes Drittel der Tischfläche

Arbeitsphysiologische Bewertung

Bei dieser Bewertung wurde der Grad des Zwanges zu gebeugten Rücken- und Nackenhaltungen zum Maßstab für die Eignung eines Tisches gemacht. Berücksichtigt wurde auch die Möglichkeit, im Sitzen zu arbeiten.

Die Zeichenplatte wurde gemäß *Abbildung 2* in drei Sektoren aufgeteilt. Drei Versuchspersonen – eine sehr große, eine mittlerer Größe und eine kleinere – mußten in jedem der drei Sektoren an jedem Tisch zeichnen. Sie waren instruiert worden, eine möglichst bequeme Haltung einzunehmen; sie konnten zwischen Sitzen und Stehen wählen und sollten die Verstellmechanismen benutzen.

Von den Haltungen, die die Versuchspersonen beim Zeichnen einnahmen, wurden insgesamt 90 Photoprotokolle angefertigt. Gemäß Abbildung 2 wurden auf den Photos die Winkel des Rumpfes gegen die Horizontale und der Kopfachse gegen die Rumpfachse ausgemessen. Die Häufigkeit der Merkmale «Sitzen» und «gebeugter Rücken» wurde gezählt.

Die gemessenen Winkel und die Häufigkeitsangaben über «Sitzen» beziehungsweise «gebeugter Rücken» (*Tabelle 3*) wurden wieder zu Rangreihen umgearbeitet, die in *Tabelle 4* angegeben sind.

Dabei bekam der Tisch, der die kleinsten Winkel verursacht, die beste Rangordnung (kleinste Rangzahl). Der Tisch, der am häufigsten «Sitzen» erlaubt, bekam unter diesem Kriterium den ersten Rang, und ein Tisch, bei dem am wenigsten das Merkmal «gebeugter Rücken» beobachtet wurde, erhielt in dieser Rubrik die beste Rangzahl 1.

Die arbeitsphysiologische Bewertung wird durch die Durchschnitte aus 12 Rangreihen der Einzelbewertungen dargestellt (letzte Spalte von Tabelle 4). Der beste Tisch ist der mit der niedrigsten, der schlechteste der mit der höchsten durchschnittlichen Rangzahl.

Ergebnisse

In *Tabelle 5* sind zur Übersicht die zusammengefaßten Ergebnisse aller Bewertungskriterien gezeigt. Die Tische sind in der Reihenfolge der Gesamtbewertung aufgeführt, die als Durchschnitt aus der technisch-ergonomischen und der arbeitsphysiologischen Bewertung errechnet ist.

Man kann feststellen, daß die Tische Embru Notter, MASSAG und Embru 4669 (Gruppe I) in hohem Maße die gestellten Anforderungen erfüllen. Eine mittlere Gruppe II erweist sich als unzulänglich, und die beiden Tische der Gruppe III halten wir für ganz ungeeignet.

In der Gruppe I hebt sich der Embru-Notter-Tisch auf Grund seiner Einfachheit und seines Bedienungskomforts heraus, wenngleich auch bei diesem Tisch einige Verbesserungen wünschenswert wären. Vor allem sollte die niedrigste waagrechte Stellung tiefer liegen, die Mappenablage weiter nach hinten versetzt und das Tablett für Zeichengeräte leichter zu verstellen sein.

Beim Embru 4669 müßte die Verstellkurbel unbedingt fest an der Spindel angebracht werden.

Typ	Rumpfneigungswinkel gegen die Senkrechte (°) Sektor I	II	III	Winkel zwischen Rumpf- und Kopfachse (°) Sektor I	II	III	Häufigkeit des Merkmals "Sitzen" Sektor I	II	III	Häufigkeit des Merkmals "gebeugter Rücken" Sektor I	II	III
Embru 4669	4	13	7	48	24	14	3	1	0	3	3	2
Embru Notter	3	12	2	50	20	16	3	3	0	3	3	0
Embru 4659	7	19	31	47	29	25	3	3	2	3	3	3
Embru Spezialtisch	5	12	44	52	26	30	3	3	0	2	3	3
Embru 4670	5	13	8	53	27	20	3	3	0	3	3	1
Reppisch RWD	6	13	25	50	24	34	3	3	0	3	3	3
Yverdon	12	11	6	44	32	24	3	3	0	3	3	2
MASSAG Schaffhausen	10	8	2	48	31	11	3	3	0	3	3	1
Embru Normtisch einsitzig	6	56	65	53	25	16	3	0	0	3	3	3
Embru Normtisch zweisitzig	25	42	55	35	34	21	2	0	0	3	3	3

Tabelle 3

Typ	Rangordnung der Rumpfneigungswinkel gegen die Senkrechte (°) Sektor I	II	III	Rangordnung der Neigungswinkel zwischen Rumpf- u. Kopfachse (°) Sektor I	II	III	Rangordnung der Häufigkeit des Merkmals "Sitzen" Sektor I	II	III	Rangordnung der Häufigkeit des Merkmals "gebeugter Rücken" Sektor I	II	III	Summe der Rangzahlen	Rangdurchschnitt
Embru 4669	2	6	4	4,5	2,5	2	5	8	6	6	5,5	4,5	56	4,7
Embru Notter	1	3,5	1,5	6,5	1	3,5	5	4	6	6	5,5	1	44,5	3,7
Embru 4659	7	8	7	3	7	8	5	4	1	6	5,5	8	69,5	5,8
Embru Spezialtisch	3,5	3,5	8	8	5	9	5	4	6	1	5,5	8	66,5	5,5
Embru 4670	3,5	6	5	9,5	6	5	5	4	6	6	5,5	2,5	64	5,3
Reppisch RWD	5,5	6	6	6,5	2,5	10	5	4	6	6	5,5	8	71	5,9
Yverdon	9	2	3	2	9	7	5	4	6	6	5,5	4,5	63	5,3
MASSAG Schaffhausen	8	1	1,5	4,5	8	1	5	4	6	6	5,5	2,5	53	4,4
Embru Normtisch einsitzig	5,5	10	10	9,5	4	3,5	5	9,5	6	6	5,5	8	82,5	6,9
Embru Normtisch zweisitzig	10	9	9	1	10	6	10	9,5	6	6	5,5	8	90	7,5

Tabelle 4

	Embru Notter	MASSAG Schaffhausen	Embru 4669	Embru 4670	Embru 4659	Yverdon	Reppisch RWD	Embru Spezialtisch	Embru Normtisch einsitzig	Embru Normtisch zweisitzig
Durchschnittliche Rumpfneigungswinkel gegen die Senkrechte	8°	7°	8°	9°	19°	10°	15°	20°	42°	41°
Durchschnittliche Winkel zwischen Rumpf - und Kopfachse	29°	30°	29°	33°	34°	33°	36°	36°	31°	30°
Durchschnittliche Häufigkeit des Merkmals "Sitzen"	2	2	1,3	2	2,7	2	2	2	1	0,7
Durchschnittliche Häufigkeit des Merkmals "gebeugter Rücken"	2	2,3	2,7	2,3	3	2,7	3	2,7	3	3
1. Arbeitsphysiologische Bewertung (Rangzahlen)	1	2	3	4,5	7	4,5	8	6	9	10
2. Technisch - ergonomische Bewertung (Rangzahlen)	1	2	3	6	4,5	7	4,5	8	9,5	9,5
Gesamtbewertung (Durchschnittliche Rangzahlen aus 1. und 2.)	1	2	3	5,3	5,8	5,8	6,3	7	9,3	9,8
		I			II				III	

Tabelle 5

Zusammenfassung

In einem theoretischen Teil werden die grundsätzlichen orthopädischen und arbeitsphysiologischen Gesichtspunkte zur Gestaltung von Zeichentischen erörtert. Auf Grund des heutigen Standes der Kenntnisse wird ein Bewertungsmodus ausgearbeitet.

In einem zweiten Teil werden 10 Zeichentische untersucht. Dabei sind unter anderem die auftretenden Körperhaltungen photographiert und bewertet worden. In einer Gesamtbewertung werden die 10 Zeichentische in eine Rangordnung eingestuft.

Literatur

[1] *Wespi H.:* Haltungsstörung, Scheuermannsche Krankheit und Schularzt. Z. Präventivmed. *14,* 26–35, 1969.

[2] *Futter H.:* Zur Prävention von Haltungsschwächen. Z. Präventivmed. *14,* 15–25, 1969.

[3] *Scheier H.J.G.:* Behandlung des Morbus Scheuermann. Z. Präventivmed. *14,* 36–45, 1969.

[4] *Gschwend N.:* Schulgestühl und Haltungsschäden. Z. Präventivmed. *14,* 8–14, 1969.

[5] *Schoberth H.:* Sitzhaltung, Sitzschaden, Sitzmöbel. Berlin: Springer 1962.

[6] *Grandjean E.* und *Burandt U.:* Das Sitzverhalten von Büroangestellten. Industr. Organisation *31,* 243–250, 1962.

[7] *Junghanns H.:* Wirbelsäule und Arbeit. Arbeitsmedizin 2, 60–61, 1964.

[8] *Tanon L.:* De l'attitude physiologique défectueuse des dessinateurs industriels et de sa pathologie. Ann. Hyg. *6,* 279–284, 1951; zit. nach Stier ([10]).

[9] *Battelle Institute:* Drawing office equipment. Aircraft Production *19,* 156–159, 1957.

[10] *Stier F.:* Untersuchungen am Arbeitsplatz des Zeichners. Forschungsber. Nordrhein-Westfalen Nr. 875. Köln/Opladen: Westdeutscher Verlag, 1960.

[11] *Bickel J.* und *Bodmer H.G.:* Größe und Gewicht von Zürcher Schulkindern. Z. Präventivmed. *12,* 345–353, 1967.

[12] *Grandjean E.* und *Burandt U.:* Körpermaße der Belegschaft eines schweizerischen Industriebetriebes. Industr. Organisation *31,* 239–242, 1962.

[13] *Dreyfus H.:* The measure of Man. New York: Whitney Library of Design, 1959/60.

[14] *Hildebrandt F.:* Untersuchungen zur Verbesserung und Rationalisierung der Arbeit am Reißbrett. Forschungsber. Nordrhein-Westfalen Nr. 875. Köln/Opladen: Westdeutscher Verlag, 1960.

Tabelle 3
Die nach Photoprotokollen gemessenen Neigungswinkel des Kopfes und des Rumpfes und die Häufigkeit der Merkmale «Sitzen» und «gebeugter Rücken». Die Winkelangaben sind Durchschnittswerte von drei Versuchspersonen. Erklärung zu «Sektoren» und «Winkel» siehe Abb. 2.

Tabelle 4
Arbeitsphysiologische Bewertung. Rangordnung der geprüften Tische nach Maßgabe der in Tabelle 3 zusammengestellten Daten

Tabelle 5
Gesamtbewertung. Vergleich der durchschnittlichen Neigungswinkel und Häufigkeiten der Merkmale «Sitzen» und «gebeugter Rücken» und der Bewertungsreihen. Durchschnittswerte aller Versuchspersonen und aller Sektoren auf der Tischplatte