





Grundlagen der Arbeitsphysiologie
Arbeitszeitgestaltung

Dr. rer. nat. Benjamin Steinhilber
 Prof. Dr. Monika A. Rieger
 Ärztliche Direktorin
 Wintersemester 2017/18







Lernziele

- Arbeitsphysiologie**
 - Belastungs-Bearbeitungs-Konzept
 - Leistungsfähigkeit
 - Formen der Muskelarbeit
 - Ermüdung und Erholung
- Arbeitszeitgestaltung**
 - Wirkung langer Arbeitszeiten
 - Pausengestaltung
 - Nacht- und Schichtarbeit

2 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen





Grundlegendes arbeitsphysiologisches Konzept:
Belastungs-Bearbeitungs-Konzept

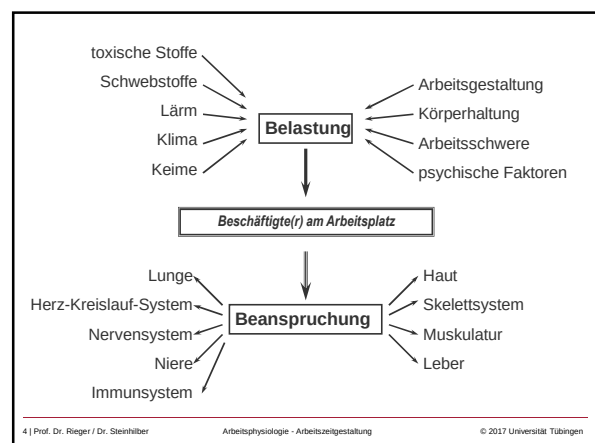
Belastung:
 alle von außen auf den Menschen einwirkenden Einflussfaktoren, die in der Lage sind, eine Reaktion des Organismus auszulösen.

wertfreie Begriffel *in Arbeit und Freizeit*

Beanspruchung:
 jede durch einen äußeren Einflussfaktor hervorgerufene Reaktion

nach Rohmert, W., Rutenfranz, J.: Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen, BMAS, Bonn, 1975

3 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen







Einordnung der Arbeitsphysiologie

sachliche Leistungsvoraussetzungen → **Arbeitsleistung**

menschliche Leistungsvoraussetzungen → **Arbeitsleistung**

Leistungsfähigkeit → **Arbeitsleistung**

Leistungsbereitschaft → **Arbeitsleistung**

Arbeits-Physiologie **Arbeits-Psychologie**

Arbeitsphysiologie:
 Die Lehre von den physiologischen Prozessen im menschlichen Körper, die für Arbeitstätigkeiten relevant sind.

5 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen





Belastung, Beanspruchung, Leistungsfähigkeit

- Belastung** (engl. stress): alle von außen einwirkenden Anforderungen an den arbeitenden Menschen, die sich aus Arbeitsplatz, Arbeitsablauf und physikalischen Einflüssen ergeben.
Handhabung von Lasten, Telefonate, Lärm
- Beanspruchung** (engl. strain): die durch die individuellen Eigenschaften des Menschen geprägten Reaktionen auf von außen einwirkende Belastungen.
Pulsbeschleunigung als Reaktion auf körperliche oder psychosoziale Belastung
- individuelle Leistungsfähigkeit:** Faktor, durch den die Belastung mit der Beanspruchung verknüpft ist.
 → je höher die Leistungsfähigkeit eines Individuums, desto geringer die Beanspruchung bei gleicher Belastung.

6 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Unterteilung der Leistungsbereiche (nach Graf, in Hettinger 1966)

1. automatisierte Körperfunktionen (bis 15% der absoluten Leistungsfähigkeit)
(erfordern keine Willensanstrengung, führen nicht zu Ermüdung)
2. physiologische Leistungsbereitschaft (15-35% der absoluten Leistungsfähigkeit)
(„gewöhnliche“ Arbeitsleistung, erfordert moderate Willensanstrengung, Ermüdung durch Schlaf ausgleichbar, ausreichende Erholung zwischen zwei Arbeitsschichten)
3. gewöhnliche Einsatzreserven (35-65% der absoluten Leistungsfähigkeit)
(durch starke Willensanstrengung maximal erreichbare Leistung, resultierende starke Ermüdung kann u.U. nicht mehr durch die Erholung zwischen zwei Arbeitsschichten ausgeglichen werden)
4. autonom geschützte Einsatzreserven (65-100% der absoluten Leistungsfähigkeit)
(nur durch Pharmaka oder in Extremsituationen zugänglich, Folge: völlige Erschöpfung)

Gestaltung von Erwerbsarbeit

7 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

körperliche Leistungsfähigkeit abhängig von Lebensalter und Geschlecht

Nach: Lohr, in: Luczak, 1993

8 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Dauerleistungsgrenze (DLG)

beschreibt diejenige maximale Arbeitsbelastung, die Arbeit ohne zusätzliche Erholungspausen über einen Zeitraum von 8 Stunden ohne Leistungsabfall zulässt (nicht ermüdende Tätigkeit im Stoffwechselgleichgewicht).

Kennzeichen der Dauerleistungsgrenze für muskuläre Arbeit bei Einsatz großer Muskelgruppen

- 30-35 Pulsschläge (Netto-Herzfrequenz) über der Ruhe-Herzfrequenz
- Ruhe-Herzfrequenz + Netto-Herzfrequenz = Arbeitsherzfrequenz
- entspricht 30-50 % der max. Sauerstoffaufnahme

9 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Einteilung der Muskelarbeit

Form der Muskelarbeit	Ergonomische Bezeichnung	Biomechanische Kennzeichen	Beispiele	Kennzeichen der Beanspruchung
Statisch	Halbungsarbeit	Keine Bewegung von Gliedmaßen, keine Kräfte auf Werkstück, Werkzeug oder Stelleile	Halten des Oberkörpers beim gebeugten Stehen	Durchblutung wird bereits bei Anspannungen auf 15% der maximal möglichen Kraft durch den Muskelinnendruck gedrosselt, dadurch starke Beschränkung der maximal möglichen Arbeitsdauer auf wenige Minuten
	Haltearbeit	Keine Bewegung von Gliedmaßen, keine Kräfte auf Werkstück, Werkzeug oder Stelleile	Überkopfschweißen oder -montieren, Tragearbeiten	fehlende Muskelpumpe maximale Kraft nur ca. 5 sec. lang möglich
Dynamisch	einseitige (dynamische) Arbeit	Kleine Muskelgruppen im Allgemeinen mit relativ hoher Bewegungs-frequenz	Handhebel-presse, Schere betätigen	maximal mögliche Arbeitsdauer durch Arbeitsfähigkeit des beanspruchten Muskels limitiert
	schwere (dynamische) Arbeit	Muskelgruppen > 1/7 der gesamten Skelettmuskelmasse	Schauflerarbeit, Aufladen von Lasten	Begrenzung der Leistungsfähigkeit durch die Sauerstoffversorgung über das Herz-Kreislauf-System

12 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Ermüdung und Pausengestaltung
(Arbeitswissenschaftliche Definition)

Ermüdung = Belastung bewirkt Abnahme der Funktionsfähigkeit

- eines Organs (Organermüdung)
- eines Organismus (Ganzkörperermüdung)

Erholung = Reversibilität der belastungsinduzierten Ermüdung

Pausengestaltung:
Gewünschte Pausenwirkung = Erholung

- Wirkung vor allem in den ersten Minuten

Pausen mit Leistungsgewinn = **lohnende Arbeitspausen**

Länge der Arbeitsschicht: soll an Arbeitsschwere angepasst sein

11 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Lange Wochenarbeitszeit - Beschwerden

mit Zunahme der tatsächlichen Wochenarbeitszeit:

Befindlichkeitsstörungen

z.B.

- Schlafstörungen	nicht:
- Rückenschmerzen	- Husten
- Herzbeschwerden	- Erkältung
	- Allergie

Moderierende Variablen (im Sinne einer zusätzlichen Belastung):
Schichtarbeit, variable Arbeitszeit, Arbeit am Wochenende, Arbeit am Abend

aus Wirtz et al., 2009 (Befragungsdaten)

12 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Schichtarbeit in Deutschland: Häufigkeit

regelmäßige Schichtarbeit (Bundesmann-Jansen 2000):
18% der Arbeitnehmer (Nacht- und Schichtarbeit)
(8%: regelmäßig Nachtarbeit)

Schichtarbeit einschl. Wochenendarbeit (Mikrozensus 2000):
31% der Erwerbstätigen

dauerhafte oder gelegentliche Schichtarbeit (BiBB/BAuA 2006):

- produzierendes Gewerbe (ohne Bau): 33,0%
- Handel, Gastgewerbe, Verkehr: 34,8%
- Öffentliche und private Dienstleistungen: 23,8%

Beermann, 2008 Landau & Pressel, 2008

13 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Circadiane Rhythmen

ohne äußere Taktgeber: 24-25 Stunden

Taktgeber → Tag: Leistung (ergotrope Phase)
Nacht: Erholung (trophotrope Ph.)

Temperatur
soziale Kontakte
regelmäßige Mahlzeiten
Bewusstsein der Uhrzeit

natürlicher Wechsel zwischen Helligkeit und Dunkelheit

14 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Melatonin (N-Acetyl-5-methoxy-tryptamin)

Synthese im Corpus pineale (Zirbeldrüse)

tagesperiodischer Gang: Einbruch der Dunkelheit: Anstieg
früher Morgen: Abfall

Synchronisation physiologischer Rhythmen
z.B. Körpertemperatur, Cortisol, Adrenalin, Darmmotilität, ...

Melatonin-Synthese: Menge & Verlauf

- stabiles, individuelles Merkmal
- vermutlich genetisch determiniert

15 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Phasenlage – interindividuelle Unterschiede

hoch

Morgentypen:
frühere zirkadiane Phasenlage
als Abendtypen

Leistungsfähigkeit

Abendtypen:
längere zirkadiane Periode

gering

früh Uhrzeit spät

16 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Morgentypen – Abendtypen – Schichtarbeit

	Morgentypen	Abendtypen
ins Bett:	früh	spät
Aufstehen:	früh	spät
spät zu Bett:	nicht ausgleichbar	ausgleichbar (z.B. Ausschlafen)
früh Aufstehen:	ausgleichbar	nicht ausgleichbar (kein „Vorschlafen“)
Schlafverhalten:	unflexibel	flexibel
Nachtarbeit:	Schlafdefizit	besser toleriert
sehr frühe Frühschichten:	besser toleriert	Schlafdefizit

17 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Nachtarbeit - biologische Desynchronisation

Arbeit, Nahrungsaufnahme, Schlaf: entgegen Tagesrhythmik

„Anpassung“ der einzelnen Körperfunktionen unterschiedlich

Helligkeit

soziales Umfeld → äußere Taktgeber: Störung der Anpassung
Uhrzeit

„Umstellung“ auf Nachtarbeit ist in der Regel unvollständig
→ soziale & biologische De- oder Teilsynchronisation

18 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Schichtarbeit - soziale Desynchronisation

Einschränkungen, z.B.:

- Familienleben
- Teilnahme am gesellschaftlichen Leben
- Sport (in der Gruppe, im Verein), Gesundheitsförderung
- Mitarbeit in gesellschaftlichen Gremien
- Weiterbildungsangebote
- Hobbies
- Kontakt zu Freunden

→ Spätschicht & Wochenendarbeit oft negativ bewertet
→ hoher Stellenwert individueller Bedürfnisse bei Schichtplanung

19 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Nacht- und Schichtarbeit – erhöhte Krankheitsrisiken(?)

gastrointestinale Beschwerden
kardiovaskuläre Erkrankungen
Übergewicht, Diabetes mellitus
(hormonsensitive) Karzinome

Fehlleistungen, Unfälle

Interaktionen, z.B.:

- soziale Schicht
- Rauchen
- psychomenteale Beanspruchung
- Schlafstörungen

Problem:
Expositionserfassung!
Vergleichsgruppen

20 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Schichtarbeit und Krebs

IARC (WHO) 2007, „Shiftwork that involves circadian disruption“
„wahrscheinlich krebserzeugend beim Menschen“ (Kat. 2A)

Hintergrund:
Tumoren bei Nagern nach hoher kontinuierlicher Lichtexposition;
Hinweise auf Brustkrebs bei Krankenschwestern, Stewardessen
Quelle: IARC Monographs, Vol. 98, 2007; Straif et al., Lancet Oncology“ (2007; 8:1065-1066)

z.B. Mammakarzinom – Nachtschichtarbeit (USA, Nurses' Health)
> 30 Jahre Nachtschichtarbeit: RR 1,36 (95% KI: 1,04-1,78)
Quelle: Schernhammer et al., J Natl Cancer Inst. 2001; 93(20):1563-8

derzeit: Evidenz noch beschränkt
→ wichtig: Charakterisierung „chronodisruptive Schichtarbeit“

21 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Gestaltungsempfehlungen – Schichtarbeit

- Wechsel Früh- / Spätschicht in nicht zu langen Abständen
- maximal 3 Nachtschichten pro Arbeitnehmer
- Frühschichtbeginn nicht zu früh
- vorwärts Rollieren (Früh – Spät – Nacht – Frei)
- keine ungünstigen Schichtfolgen (z.B. "Nacht - Frei - Früh")
- keine Schaukelschichten (z.B. "Früh - Spät - Früh - Spät")
- mindestens eine 24-stündige Freischicht nach Nachtschicht
- Schichtlänge an Arbeitsbelastung der Arbeitsplätze angepasst
- zusammenhängende (Wochenend-)Freizeitblöcke
- freie Tage am Block, möglichst am Wochenende
- keine einzelnen Arbeitstage (Unterbrechung Freizeitblöcke)
- Schichtpläne übersichtlich und vorhersehbar
- konstante personelle Zusammensetzung der Schichtbelegschaft
- Berücksichtigung der persönlichen Interessen der Beschäftigten

www.flexible-arbeitszeiten.de

22 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Nacht- und Schichtarbeit – Demographischer Wandel

mit zunehmendem Alter:

- Phasenverschiebung: Tendenz zum Frühtyp
- Abschwächung des circadianen Rhythmus
- geringere Amplitude von Melatonin

Berücksichtigung bei Schichtplangestaltung
↓
Bevorzugung von Frühschichten

23 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen

Prävention möglicher gesundheitlicher Folgen

Gesetzliche Vorgaben: § 6 Arbeitszeitgesetz

- Schichtplangestaltung nach „gesicherten arbeitswissen-
schaftlichen Erkenntnissen über die menschengerechte
Gestaltung der Arbeit“
- Begrenzung der Dauer einer Nachtschicht auf 8 (-10) Stunden
- Angebot einer arbeitsmedizinischen Untersuchung für
Beschäftigte mit Nachtarbeit
- vor Aufnahme der Nachtarbeit
- regelmäßige Wiederholung (alle 3 Jahre / 1 Jahr)
- Beschäftigungsverbote: MuSchG, JuArbSchG

24 | Prof. Dr. Rieger / Dr. Steinhilber Arbeitsphysiologie - Arbeitszeitgestaltung © 2017 Universität Tübingen