







Wahrnehmung und arbeitsergonomische Aspekte von farbigem und dynamischem Licht





Dr.-Ing. Ahmet Çakir
ERGONOMIC Institut
Berlin

ahmet.cakir@ergonomic.de

Übersicht

-  Die Rolle des Lichts bei der Arbeitsorganisation
-  Befreiung von der begrenzten Verfügbarkeit des Lichts
-  Ergonomie und ihre Ziele
-  Wie und wodurch hat Licht zu Zielen für die Arbeitsgestaltung beigetragen
-  Ansatzpunkte für „dynamisches“ und „farbiges“ Licht
-  Wirkungsebenen für Licht und Strahlung

Folgen eines Diebstahls

-  Erde, Wasser und Luft waren in Reichweite des Menschen, das Feuer musste gestohlen werden.
-  Das Licht des Feuers ermöglichte die Besiedlung geschlossener Räume.
-  Die „Konterbande“ (Rauch, Gestank, Wärme) hielt die Nutzung des Lichts lange in Grenzen.
-  Auch nach Bändigung des Feuers (Erfindung der Glühlampe) hielten die Kosten für Technik und Energie den Einfluss des (künstlichen) Lichts in Grenzen.

Architektur von Arbeitsstätten
wurde vom Tageslicht bestimmt











Ende der Dominanz des Tageslichts

 Die Leuchtstofflampe ändert nicht nur die Bauweisen für Arbeitsstätten.

 „Ein Traum wird wahr“: „Erst die Einführung der LL-Lampen hat es ermöglicht, zwei alte Wünsche der Technik zu erfüllen, nämlich die Arbeit in fensterlosen und genau klimatisierten Räumen und die von der Tageszeit unabhängige kontinuierliche Maschinenarbeit ... (Schober, Licht und Beleuchtung, 1961)



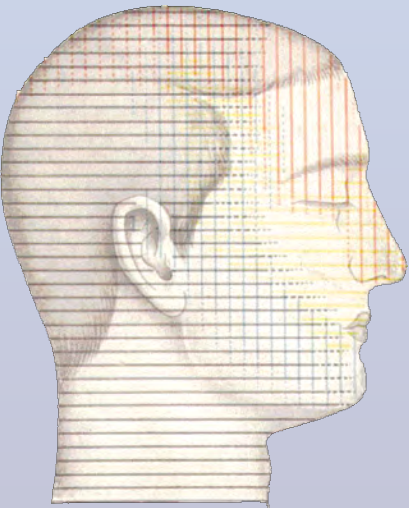
Befreiung von der begrenzten Verfügbarkeit des Lichts

-  Ende 1950 war die zeitliche Beschränkung der Arbeit für früher vorhandene Tätigkeiten weitgehend entfallen.
-  Durch die Verfügbarkeit von elektrischen Lichtquellen wurden zudem neue Techniken und Technologien realisierbar, die neue Tätigkeiten bzw. Arbeitsweisen ermöglichten (z.B. Computerarbeit, Laparaskopie, elektrophotographischer Druck u.v.a.m.)
-  Eine Vielzahl von theoretisch ausführbaren Tätigkeiten wurde praktisch ermöglicht.

Zum Begriff Was ist Ergonomie?

Wissenschaftsdisziplin über das
**Zusammenwirken von Menschen und
Technologie,**

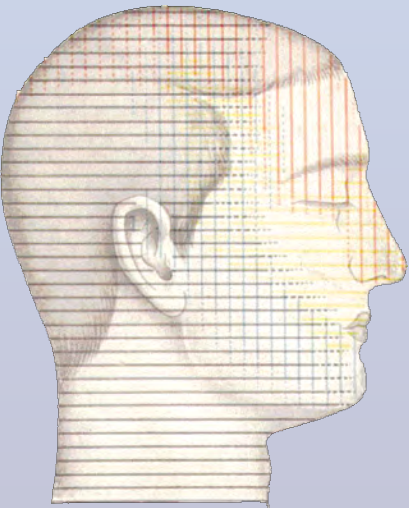
die das aus Humanwissenschaften abgeleitete
Wissen integriert und Tätigkeiten, Systeme,
Produkte und die Umweltbedingungen an die
physischen und psychischen Fähigkeiten der
Menschen und deren Grenzen anpasst.



International Ergonomics Association

Zum Begriff Was ist Ergonomie?

"... um reichlich Früchte zu erhalten
mit geringster Mühe und Zufriedenheit
für das eigene und allgemeine Wohl..."



Jastrzesowski, 1857
Erfinder des Begriffes

Zum Begriff Ziel der Ergonomie

Mensch

Arbeitsmittel

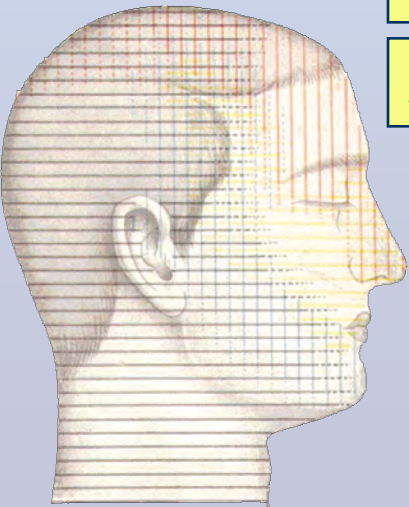
Arbeitsplatz

Arbeitsumgebung



Arbeitsorganisation



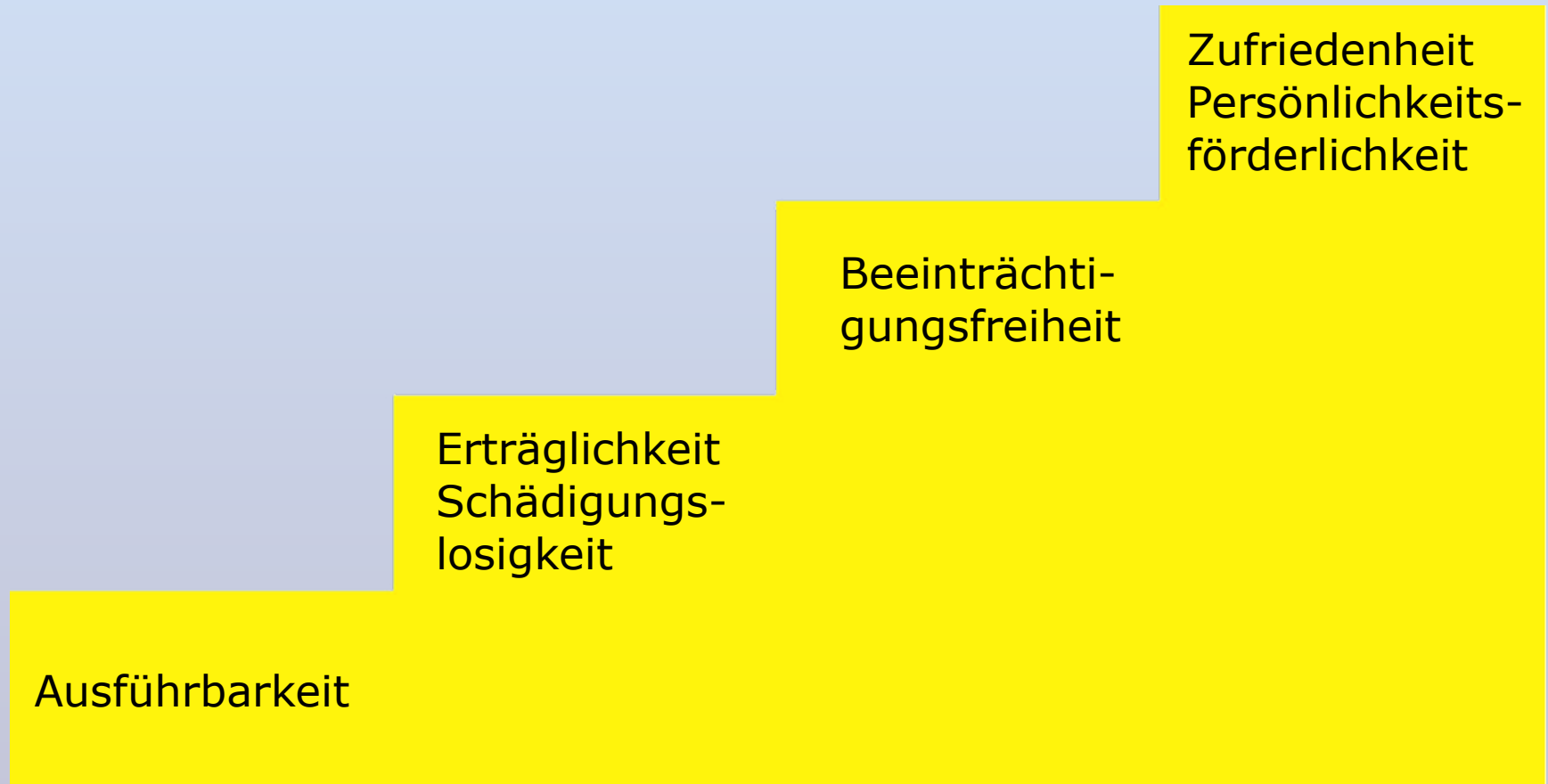
Optimale Beziehung
Mensch-Arbeit



Wie und wodurch hat Licht zu ergonomischen Zielen beigetragen?

-  Hierarchie der Ziele der Arbeitsgestaltung
-  Beiträge, Konzepte, Vorstellungen in der Lichttechnik

Hierarchie der Ziele der Arbeitsgestaltung



Hierarchie der Ziele der Arbeitsgestaltung



Ausführbarkeit

- Hauptziel der Beleuchtung von Arbeitsstätten („Sehleistung“)
- Jedoch: Farben sehen und erkennen nur selten als Sehleistung betrachtet
- Teilweise sogar beeinträchtigt bei der Arbeit mit aktiven Anzeigen (z.B. Tätigkeiten mit hohen Anforderungen an Farberkennen)

Hierarchie der Ziele der Arbeitsgestaltung



Erträglichkeit/ Schädigungslosigkeit

- Angestrebt insbesondere über Blendungsbegrenzung
 - Mittelbar angestrebt über hohe Beleuchtungsniveaus
 - Angestrebt über Maßnahmen zur Unfallvermeidung (direkt oder indirekt wirksam)
 - Aus Sicht neuer Erkenntnisse nicht hinreichend, weil zu „statisch“
- ➔ **Ansatzpunkt für „dynamisches“/“farbiges“ Licht für Beleuchtungszwecke**

Hierarchie der Ziele der Arbeitsgestaltung



Beeinträchtigungsfreiheit („Komfort“)

- Angestrebt insbesondere über Blendungsbegrenzung
 - Nicht hinreichend, weil sich das Empfinden des Menschen über eine beeinträchtigungsfreie Beleuchtung nur begrenzt mit Blendung korreliert ist.
 - Nicht hinreichend, weil Abwehr von negativen Wirkungen allein keine positive Empfindung hervorrufen kann
 - Aus Sicht neuer Erkenntnisse nicht hinreichend, weil „circadiane“ Wirkungen nicht berücksichtigt (anderer Lichtbedarf zu verschiedenen Zeiten)
- ➔ **Ansatzpunkt für „dynamisches“/“farbiges“ Licht für Beleuchtungszwecke**

Hierarchie der Ziele der Arbeitsgestaltung






Zufriedenheit (Zufriedenstellung von Bedürfnissen)

- kein geschlossenes Konzept vorhanden
- Beleuchtungsnormen berücksichtigen individuelle Unterschiede in der Regel nicht
- persönliche Einflussnahme auf die visuelle Umgebung erst seit Kurzem ein Thema
- Beziehungen zwischen Funktionalität („Sehleistung“) und Umweltgestaltung („Ambiente“) diffus

➔ **Ansatzpunkt für „dynamisches“/“farbiges“ Licht für Beleuchtungszwecke**

Lichteinsatz für bewusste Wahrnehmung und physiologische Wirkungen

-  „Beleuchtung“ zielt primär auf bewusste, gezielte, bildhafte Wahrnehmung.
-  Gezielte und bewusste Wahrnehmung von Sehobjekten ist nur Teil der Wahrnehmung
-  Bildhafte Wahrnehmung von Sehobjekten ist nur Teil der Aufgaben des Auges

Wirkungsebenen von Licht und Strahlung



Primär (direkt)

- Sehen
- Hautpigmentierung
- Vitamin D Erzeugung



Sekundär

- Hormonausschüttung
- Aktivierung/Ermüdung
- Befinden








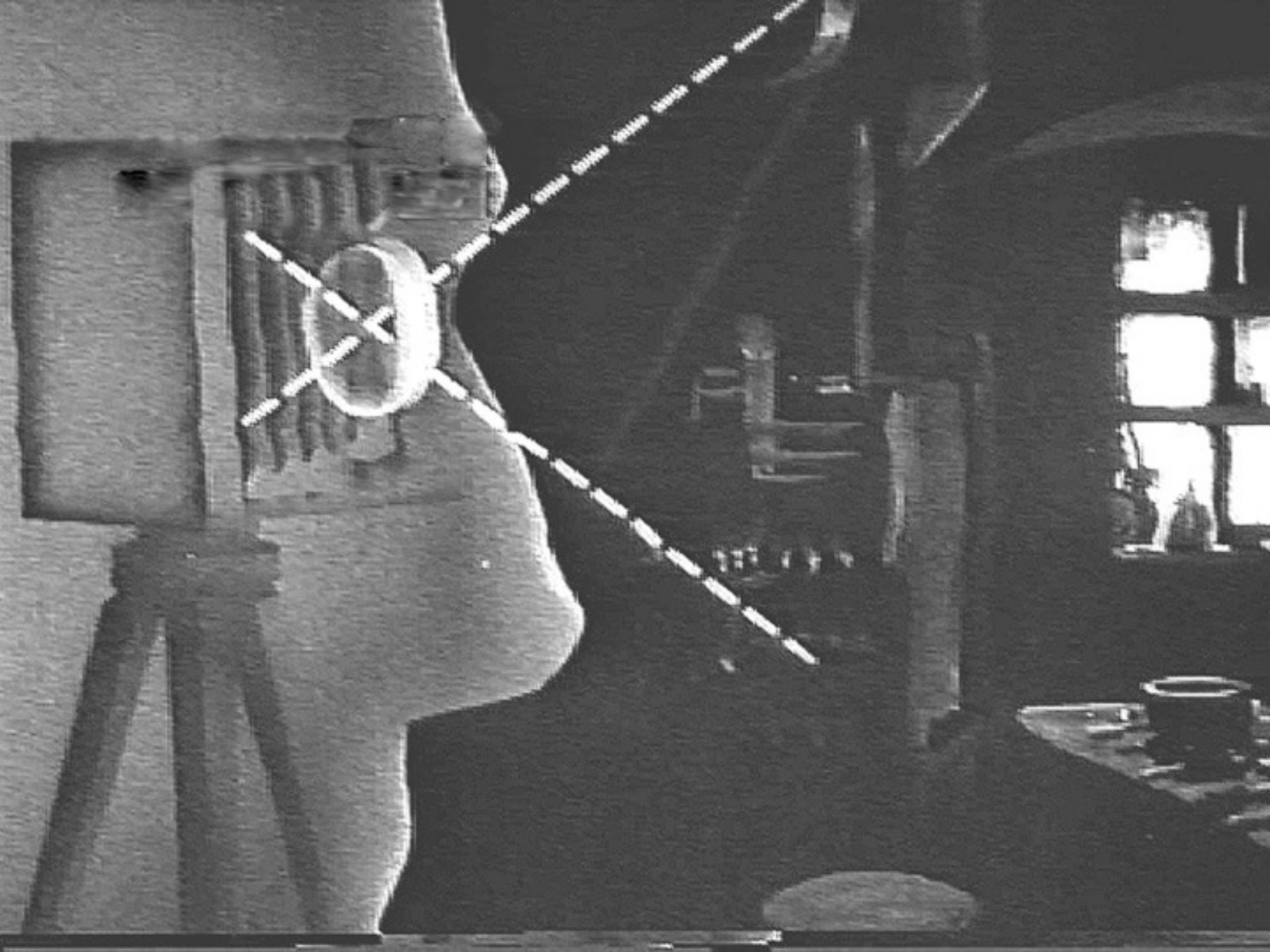
Tertiär

- Immunreaktionen
- Zellenwachstum (Krebs, Körperwachstum etc.)

Wirkungsebenen von Licht und Strahlung






Primäre Wirkung: Bewusstes Sehen

-  Funktioniert entsprechend dem Reiz/Reaktions-Modell (S-O-R, Stimulus-Organismus-Reaktion)
-  S-O-R-Modell liegt auch dem Belastungs-Beanspruchungs-Modell (Ergonomie) zu Grunde
-  Funktioniert ohne „Gedächtnis“ (frühere Ereignisse haben keine Auswirkung, jetzige Ereignisse beeinflussen spätere nicht)
-  Relevante „lichttechnische“ Größen werden aus physikalischen Äquivalenten mit Hilfe der Bewertungskurve der Zapfen berechnet
-  Wird nur durch Licht bestimmt



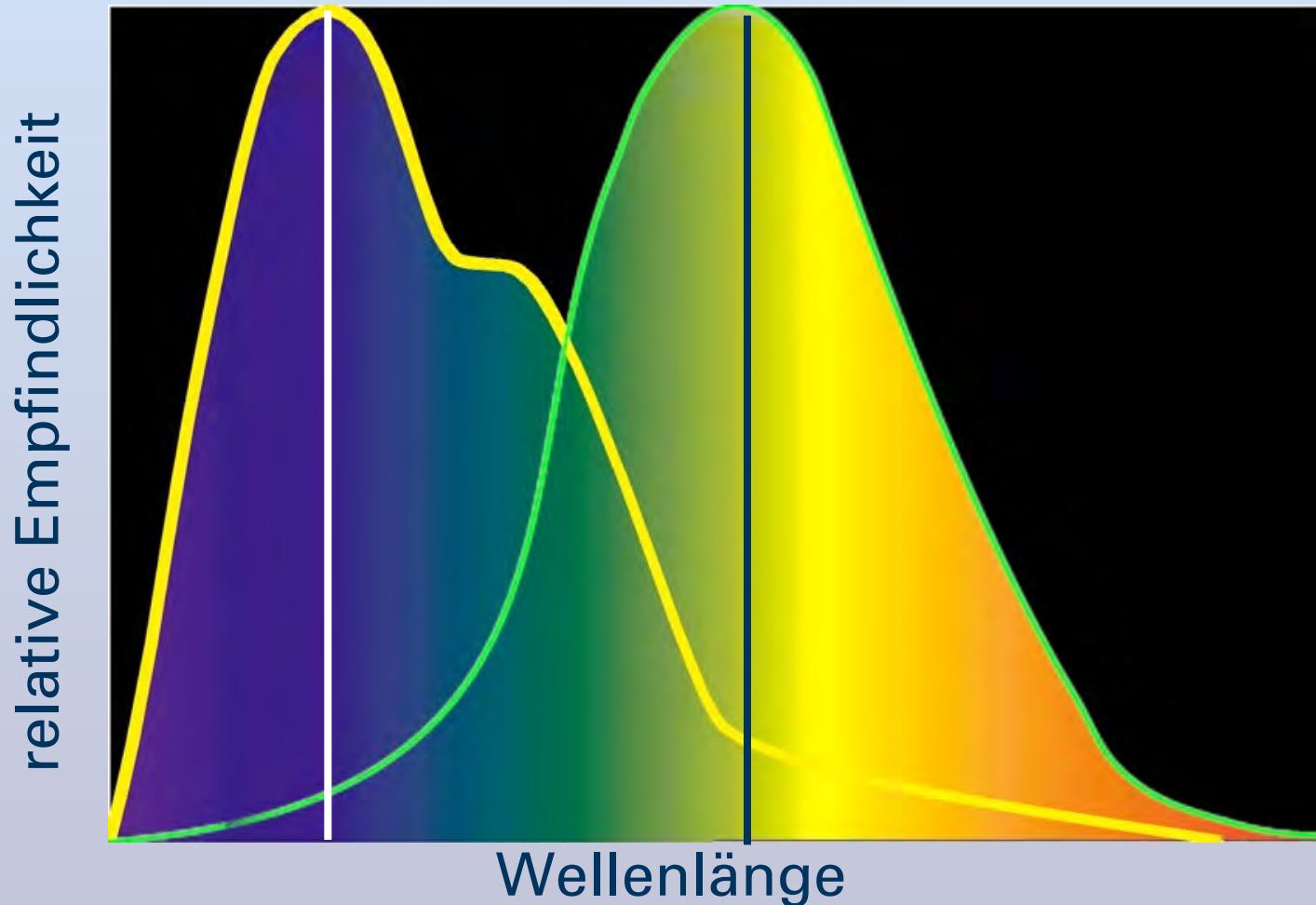
Wirkungsebenen von Licht und Strahlung

Sekundäre Wirkung: Hormonausschüttung

-  Funktioniert nicht nach dem Reiz/Reaktions-Modell: Circadiane Wirkungen können durch „fehlende“ Reize verursacht werden (z.B. helles Licht am Morgen)
-  Kann durch frühere Ereignisse beeinflusst werden (Lichtsituation morgens beeinflusst Menschen abends)
-  Gleicher physikalischer Reiz kann zeitabhängig unterschiedliche Reaktionen auslösen
-  Wird nicht nur durch Licht bestimmt
-  „Licht“ i.S. der Lichttechnik als Reiz wenig aussagefähig

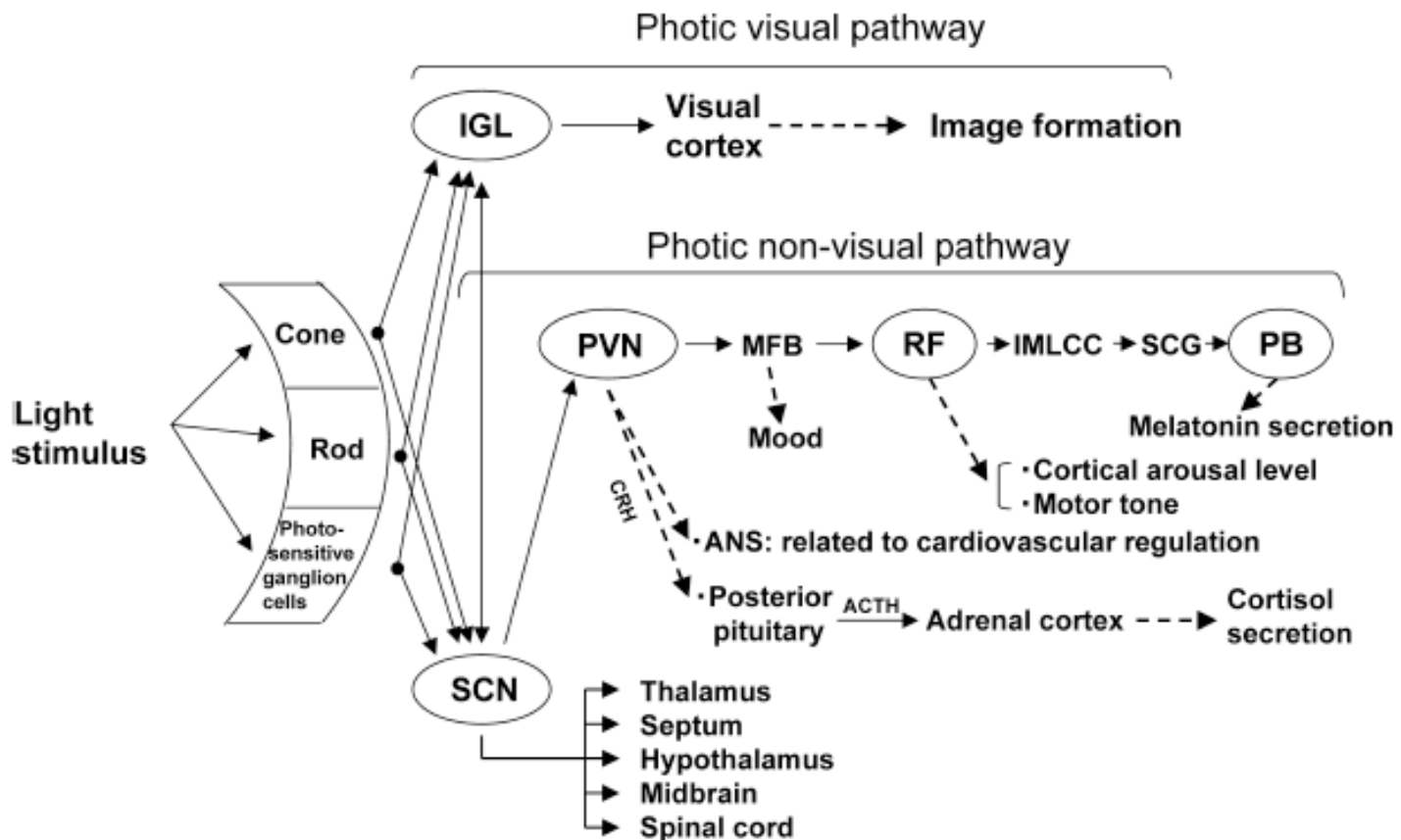
Wirkungsebenen von Licht und Strahlung

Sekundäre Wirkung: Hormonausschüttung

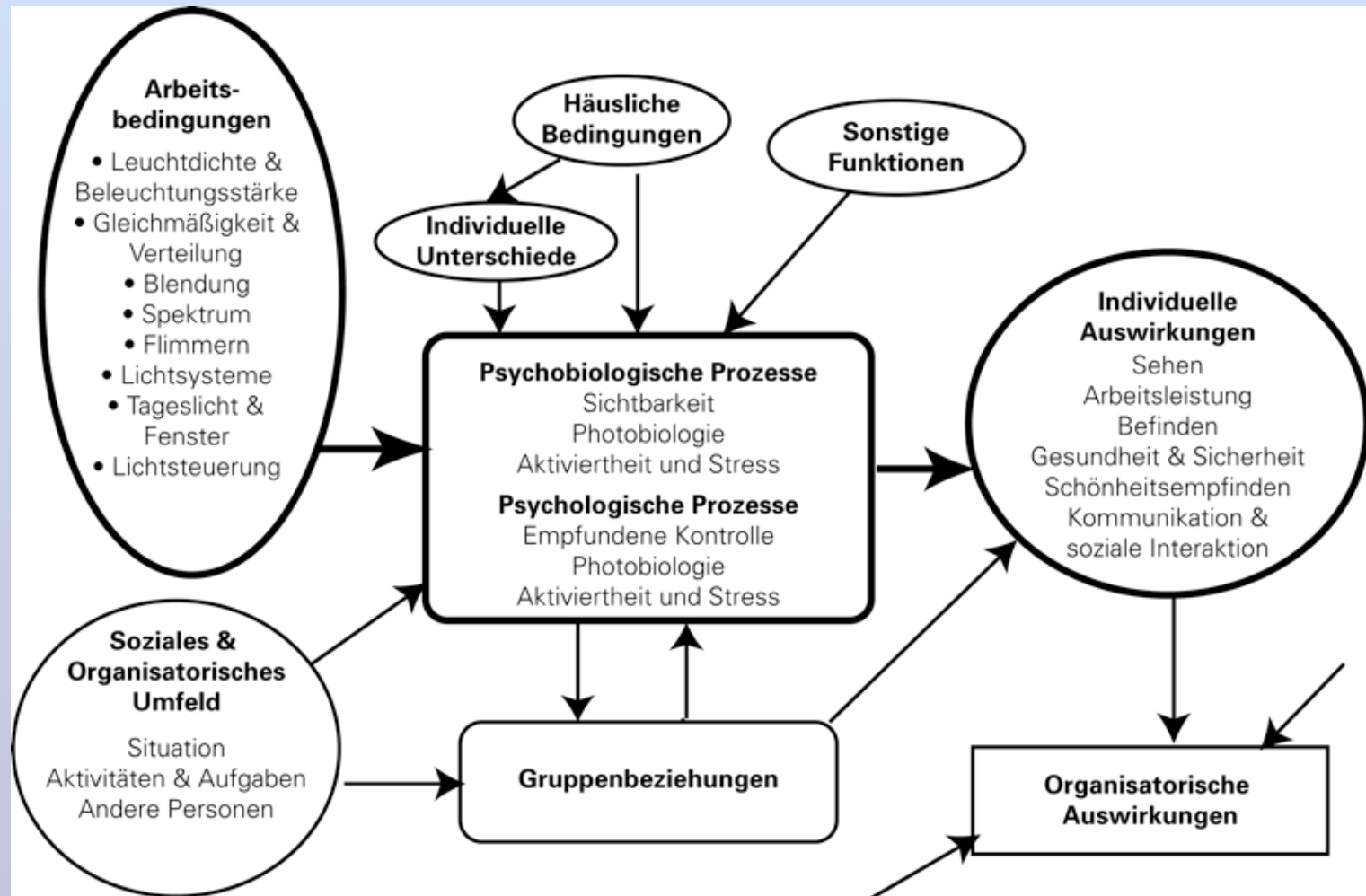


Komplexität Sekundärer Wirkungen





Yasukouchi, A *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 24: 307–312, 2005



Komplexität Sekundärer Wirkungen



Quintessenz

-  Wirkungen, die man mit „farbigem“ und „dynamischem“ Licht erzielen kann, können in unterschiedlichen Ebenen lokalisiert werden.
-  Wirkungen des Lichts, das man unter „Sehen“ subsumiert, können auch negativ betroffen sein.
-  Unser existierendes Instrumentarium reicht nicht einmal aus, um die physikalischen Reize richtig zu messen und zu bezeichnen.
-  Da existierende Vorstellungen in der Technik ergonomische Defizite aufweisen, kommt dem Thema eine große Bedeutung zu.