

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 72 (1954)  
**Heft:** 36

**Artikel:** Licht als Element der Architektur  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61246>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Licht als Element der Architektur

DK 628.9:72

Am 6. Mai dieses Jahres hat im Auditorium maximum der ETH ein stark besuchter Diskussionstag stattgefunden, welcher dem im Titel genannten Thema gewidmet war (Programm siehe SBZ 1954, S. 262). Er wurde veranstaltet vom Schweiz. Beleuchtungskomitee und dem S. I. A. Die Veranstalter haben sich geeinigt, die gebotenen Vorträge dem «Bulletin des SEV» und der SBZ zur Veröffentlichung zu übergeben. Demgemäss werden hier die Vorträge der Professoren E. Grandjean und E. Spieser erscheinen, im «Bulletin SEV» hingegen jene von Arch. P. Suter: «Das Licht und der Architekt» und von Ing. O. Rüegg: «Die Gestaltung der Leuchten».

### Physiologische Forderungen an Licht- und Farbgebung

Von Prof. Dr. med. E. Grandjean, Direktor des Instituts für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH, Zürich.

Achtzig bis neunzig Prozent aller Arbeitshandlungen, die wir im täglichen Leben verrichten, werden durch den Sehapparat kontrolliert und gesteuert. Mehr als die Hälfte des Aufwandes und der Belastung unseres Nervensystems geht auf das Konto des Sehapparates. Dies ist ganz besonders zutreffend bei Schulkindern, bei allen Arten von Bureauarbeiten, bei den Industriearbeiten, also bei den meisten Beschäftigungen, die uns die moderne Zivilisation gebracht hat. Die Physiologie des Sehens und die sich daraus ergebenden Postulate bilden deshalb eine wesentliche Grundlage der Licht- und Farbgebung.

#### I. Die Physiologie des Sehens

1. *Das Auge.* Das Auge ist einem Photoapparat vergleichbar: die Netzhaut entspricht dem lichtempfindlichen Film, während Hornhaut und Linse der Optik der Kamera gleichzusetzen sind. Hornhaut und Linse sind ein System von lichtbrechenden Flächen, welche die einfallenden Lichtstrahlen auf die Netzhaut zentrieren.

2. *Der Sehapparat.* Beim Sehen ist das Auge nur ein Glied in der Kette der verschiedenen beteiligten Funktionen und Organe. In der Netzhaut wird die Lichtenergie in die nervöse Energie der Nervenregung umgewandelt, welche den Sehnerv durchläuft, um zunächst zu mehreren Zwischenstationen im Gehirn zu gelangen. Von hier werden die Augenmuskeln, die Akkomodationsfunktion der Linse und die Pupillenweite reflektorisch gesteuert. Diese Steuerung der Augenfunktionen geht automatisch, ohne unser Bewusstsein, vor sich. Gleichzeitig läuft die Erregung weiter in die Bewusstseinsphäre des Gehirns, wo wir letzten Endes die Summe der Lichtreize als Abbildung der Aussenwelt wahrnehmen und realisieren. Von hier gehen die Impulse weiter, lösen seelische Emotionen, Gedanken und Willensentschlüsse aus, die das Verhalten des ganzen Menschen bestimmen. Das Sehen umfasst somit die Rezeption des einfallenden Lichts im Auge, die Leistung komplizierter nervöser Funktionen, die Steuerung des Auges und die Integration des Gesehenen im Bewusstsein.

3. *Die Akkomodation.* Wir können ein Objekt nur dann gut und deutlich sehen, wenn es durch die Brechkraft von Hornhaut und Linse scharf auf der Netzhaut abgebildet ist, das heisst, wenn die Brennpunktebene mit der Netzhaut zusammenfällt.

Wenn wir mit den Augen einen eigenen Finger fixieren, dann sehen wir ihn scharf, die Objekte, die hinter dem Finger sind, dagegen unscharf. Wenn wir umgekehrt die entfernte Wand fixieren, dann wird der Finger unscharf. Das Auge hat somit das Vermögen, sich auf verschiedene Entfernungen einzustellen; diese Funktion nennt man die Akkomodation.

Diese Akkomodation beruht auf der Fähigkeit des Auges, die Krümmung — und damit die Brechung — der Linse zu variieren. Durch die Anspannung kleiner Ziliarmuskelfasern nimmt die Linse beim Nahesehen eine mehr kugelförmige Gestalt an, während in der Ruhestellung diese Muskelfasern entspannt sind, so dass die Krümmung der Linse geringer wird. Bei der Ruhigstellung des Akkomodationsapparates haben wir

eine Scharfeinstellung des Auges in die Ferne. Wenn das Auge auf naheliegende Objekte fixiert bleibt, bedeutet das, dass der Ziliarmuskel dauernd angespannt wird. Eine langdauernde Arbeit mit scharfer Fixierung in die Nähe belastet deshalb in erster Linie diese Akkomodationsmuskulatur.

4. *Das Anpassungsvermögen der Netzhaut.* Die Netzhaut hat die Eigenschaft, ihre Empfindlichkeit an die Intensität des einfallenden Lichts anzupassen. Am hellen Tag ist die Netzhaut wenig empfindlich, während sie nachts sehr empfindlich ist. Deshalb werden die Scheinwerfer eines Autos am hellen Tag kaum bemerkt, während sie nachts stark blenden. Die Anpassung der Netzhaut beim Wechsel von einer hellen zu einer dunklen Umgebung geht anfänglich sehr rasch vor sich; die volle Umstellung wird jedoch erst nach nahezu einer Stunde erreicht.

5. *Die Pupillenreaktion.* Unter Pupille versteht man die vordere Oeffnung des Auges, deren Durchmesser durch die Tätigkeit der Pupillenmuskulatur reguliert wird. Genau wie beim Photoapparat die Einstellung des Diaphragmas die Ueberlichtung des Filmes verhindert, so hat auch das Auge durch Oeffnung und Schliessung der Pupillen die Möglichkeit, innerhalb gewisser Grenzen die Netzhaut vor einer Ueberfülle von Licht zu schützen. Die Ueberlichtung oder Blendung setzt das Sehvermögen stark herab und ermüdet unnötigerweise die Netzhaut und die Pupillenmuskulatur.

6. *Die Konvergenzbewegungen des Auges.* Voraussetzung für die ungestörte zweiäugige Betrachtung eines Raumpunkts ist, dass die optischen Axen beider Augen im betrachteten Punkt zum Schnitt kommen. Aus diesem Grunde sehen wir alle Objekte doppelt, wenn wir durch Fingerdruck die optische Axe verschieben. Diese Anpassungsbewegungen beider Augen nennt man die Konvergenzbewegungen; sie werden durch die Tätigkeit der äusseren Muskulatur ermöglicht.

Dank dieser Anordnung des doppeläugigen Sehens verfügen wir über eine sehr gute Tiefensehschärfe. Bei vielen Beschäftigungen, insbesondere beim Lesen und Schreiben, bei Handarbeiten und bei allen Arten von feinmechanischen Arbeiten werden an diese Konvergenzbewegungen hohe Anforderungen gestellt. Langdauerndes Fixieren eines Objekts mit beiden Augen führt zu einer Abnahme der maximalen Konvergenzkraft.

7. *Sehschärfe, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Kontrastempfindlichkeit.* Drei Funktionen unseres Sehapparates sind direkt von der Beleuchtungsstärke, bzw. von den Leuchtdichten im Gesichtsfeld abhängig:

a) *die Sehschärfe* (= die Fähigkeit, sehr kleine Einzelheiten zu erkennen);

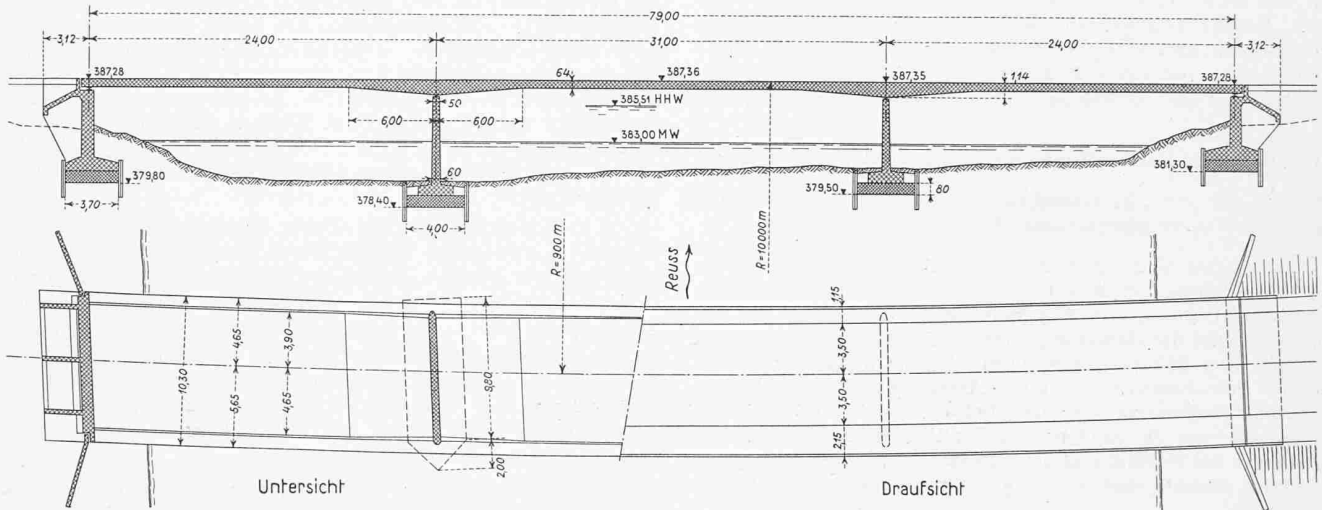
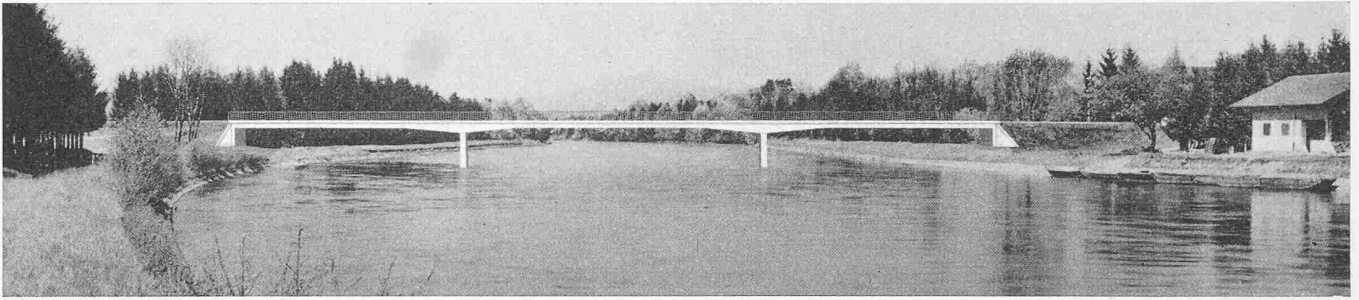
b) *die Geschwindigkeit der Wahrnehmung* (= die Zeit, die verstreicht, bis ein Objekt erkannt ist);

c) *die Kontrastempfindlichkeit* (= die Fähigkeit, sehr kleine Differenzen von Leuchtdichten wahrzunehmen).

In Laboratoriumsversuchen ist festgestellt worden, dass diese drei für das Sehen entscheidenden Funktionen beträchtlich verbessert werden, wenn die Beleuchtungsstärke von 10 Lux (8 asb) auf 1000 Lux (800 asb) erhöht wird.

Andere physiologische Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass während dem Lesen die neuro-muskuläre Spannung, die ein Ausdruck der nervösen Konzentration ist, mit zunehmender Beleuchtungsstärke abnimmt. Ebenso nimmt mit zunehmender Beleuchtungsstärke die Lidschlusshäufigkeit ab, während die Konvergenzkraft der Augen bei hoher Beleuchtung weniger herabgesetzt wird als bei niedriger Beleuchtung.

Aus allen diesen physiologischen Forschungen können wir den Schluss ziehen, dass bei Augenarbeiten mit zunehmender Beleuchtung die nervöse Belastung und Beanspruchung des Menschen abnimmt. Dadurch wird der Aufwand für nutzlose Arbeit geringer, der dafür für nutzbare Arbeit eingesetzt werden kann. Es wird somit durch die Erhöhung der Beleuchtungsstärke der «Wirkungsgrad» des Menschen gesteigert.



Längsschnitt und Grundriss 1:500

Querschnitt 1:100

## Wettbewerb Reussbrücke, Offenbach

1. Preis (5500 Fr.) Projekt Nr. 7

Verfasser:

Dipl.-Ing. HANS EICHENBERGER, Zürich und Brugg,  
Unternehmung AG. HEINRICH HATT-HALLER, Zürich

**Projekt Nr. 7.** Sauber durchgearbeitetes und vollständig dargestelltes Projekt. System: Ueber drei Felder durchlaufende Platte mit Vouten über den Stützen, Gelenke über den Pfeilern und Rollenlager auf den Widerlagern. Volle Massivplatte teilweise vorgespannt nach System

Held und Franke. Sorgfältige und übersichtliche statische Berechnung. Pfeiler und Widerlager sowie Fundation durchwegs gut. Aesthetik: Schönes Verhältnis der Mittelöffnung zu den Seitenöffnungen, gute architektonische Durchbildung. Kosten: Fr. 1 043 727.—

## II. Physiologische Forderungen

Auf Grund unserer heutigen physiologischen Kenntnisse können wir nun folgende Postulate an die Lichtgebung stellen:

1. **Beleuchtungsstärke.** Durch die natürliche und künstliche Lichtgebung muss eine Beleuchtungsstärke gewährleistet werden, die ein müheloses und dauerndes Erkennen aller nötigen Einzelheiten zulässt. Die heute gültigen Normen sind in den meisten Handbüchern und in vielen andern Publikationen veröffentlicht. Alle diese Normen und Empfehlungen können nur den Charakter von allgemeinen Richtlinien haben, da von Fall zu Fall die Beleuchtungsstärke besondere Verhältnisse (Farbe der Wände, Reflexion von Unterlage und Arbeitsobjekt, usw.) berücksichtigen muss.

Hier sei nochmals wiederholt, dass die Beleuchtungsstärke nur «Ursache», die Leuchtdichte hingegen «Wirkung» ist. Je grösser die diffuse Reflexion einer Wand oder eines Objekts, um so geringer muss die Beleuchtungsstärke sein. So erfordert zum Beispiel das Erkennen eines schwarzen Fadens auf weissem Stoff eine Beleuchtungsstärke von 12 Lux, während das Erkennen des selben Fadens auf schwarzem Stoff eine Beleuchtungsstärke von 20 000 Lux nötig macht.

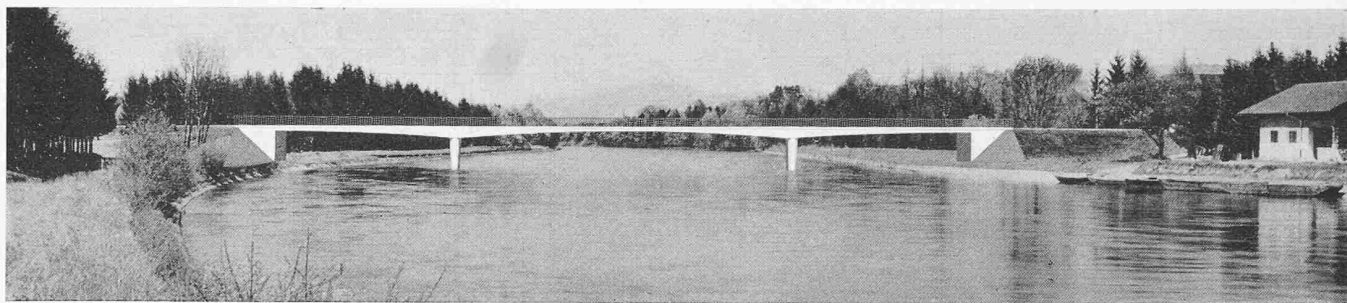
2. **Die Leuchtdichten.** Im ganzen Gesichtsfeld<sup>1)</sup> sollten die Leuchtdichten aller Flächen und Gegenstände möglichst gleicher Grössenordnung sein. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Kontraste zwischen der unmittelbaren Umgebung des Arbeitsobjekts und dem mittleren Gesichtsfeld zwischen

<sup>1)</sup> Unter Gesichtsfeld verstehen wir das ganze Gebiet, welches von den auf einen Punkt fixierten Augen erfasst werden kann.

1:1 und 1:3 variieren sollen. Die Kontraste zwischen der unmittelbaren Umgebung des Arbeitsobjekts und dem äusseren Rand des Gesichtsfelds dürfen hingegen zwischen 1:1 und 1:10 schwanken. Grössere Kontraste beeinträchtigen das Sehvermögen. Die Erfahrung hat ferner gezeigt, dass der Kontrast von der grösseren Leuchtdichte im Zentrum zur geringeren Leuchtdichte an der Peripherie des Gesichtsfelds angenehmer ist als der umgekehrte Kontrast. Einen sehr grossen Leuchtdichtenkontrast brauchen wir lediglich zwischen einem kleinen Arbeitsobjekt (Buchstaben, Nadeln, usw.) und seiner unmittelbaren Umgebung.

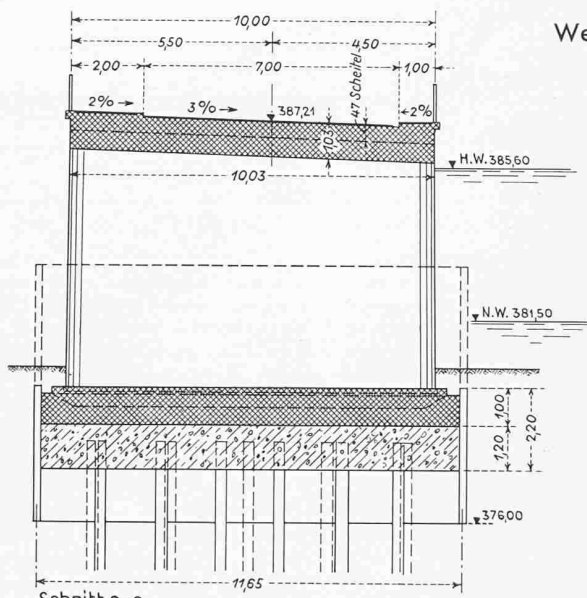
Die Forderung nach ausgeglichenen Leuchtdichten bedeutet ferner, dass ein Fenster, eine weisse Fläche, ein reflektierender Tisch oder ein blanker Teil einer Maschine nicht im Gesichtsfeld einer lesenden oder arbeitenden Person liegen darf. So sollten beispielsweise alle Arbeiten, die mit hohen Anforderungen an die Augen verbunden sind, nicht frontal zu einem Fenster, sondern schräg vom Fenster abgewendet durchgeführt werden. Dies sollte insbesondere in Schulzimmern und in Industriebetrieben berücksichtigt werden. Grundsätzlich gilt diese Forderung aber auch für Wohnräume, für Krankenzimmer und für andere am Tag viel benützte Räumlichkeiten, die so projiziert und eingerichtet werden sollen, dass Fenster und andere helle Flächen das Auge nicht dauernd überlichten können.

3. **Blendungsfreiheit.** Einen extremen Fall von Leuchtdichtenkontrasten stellt die Blendung im Gesichtsfeld dar. Wenn die Lichtstrahlen einer hellen Fläche oder einer blendenden Lichtquelle auf die seitlichen Teile der Netzhaut fal-



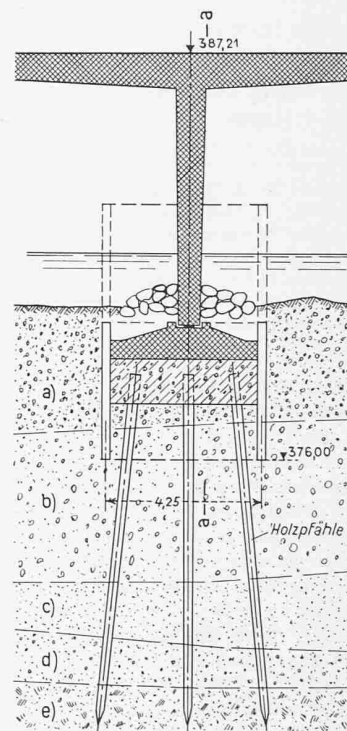
2. Preis (4700 Fr.) Projekt Nr. 31  
 Verfasser:  
 ZÜBLIN & CO. AG., Zürich

**Projekt Nr. 31.** Sauber dargestelltes und sorgfältig ausgearbeitetes Projekt. System: Zweistieliger Rahmen über drei Oeffnungen mit Fussgelenken und Gleitlagern auf den Widerlagern. Vollplatte mit Aussparungen, teilweise Vorspannung nach System Dywidag im Freivorbau. Teilweise zu knappe Betonstärken infolge zu grosser Aussparungen. Schrammbordausbildung und Geländerbefestigung ungenügend. Pfeiler und Widerlagerausbildung sowie Fundation zweckmässig. Ersatz der Holzpfähle durch Zementinjektionen wäre vorzuziehen. Aesthetik: Die zu grosse Mittelöffnung und die konische Form der Stützen sind ästhetisch unbefriedigend. Hervorzuheben ist dagegen die elegante Form des Hauptträgers. Kosten: ziemlich hoch, Fr. 1 124 537.



Schnitte 1: 200

Wettbewerb Reussbrücke, Ottenbach



- a) Lehmyger Feinsand, Grobkies, künstliche Auffüllungen.
- b) Sandiger Kies, relativ dicht gelagert.
- c) Sandiger Kies bis Feinkies, locker bis sehr locker gelagert.
- d) Sand bis Feinsand, lehmfrei, inkohärent.
- e) Wechsellagerung von Schlammsand und Lehm.

e) Wechsellagerung von Schlammsand und Lehm.

len, dann wird reflektorisch die Pupille verengt und die Empfindlichkeit der gesamten Netzhaut herabgesetzt. Die Folge ist eine Herabsetzung der Sehschärfe und der Leistungsfähigkeit des Sehapparates. Versuche haben gezeigt, dass die Sehschärfe mit zunehmender Annäherung einer Lichtquelle an die optische Axe abnimmt.

4. Die zeitlichen Schwankungen der Leuchtdichten. Genau so wie die örtlichen Leuchtdichtekontraste den Sehapparat belasten, führen auch die zeitlichen Schwankungen von Leuchtdichten zu einer Ueberbeanspruchung des Sehapparates. Als Beispiel hierfür seien genannt: das Flimmern einer Lichtquelle, die Bewegungen von blanken Teilen einer Maschine oder eine Beschäftigung, bei welcher der Blick rhythmisch von einer dunklen Fläche auf eine helle Fläche und zurück wandern muss. Bei allen diesen zeitlichen Schwankungen der Leuchtdichten kann die Anpassung der Netzhautempfindlichkeit den Leuchtdichteveränderungen nicht folgen, so dass die Netzhaut überlastet und das Sehvermögen stark herabgesetzt wird.

Wenn die Lichtschwankungen sehr rasch sind und in den Grössenbereich der Verschmelzungsfrequenz des Auges fallen, dann entsteht das sogenannte *Bewegungsflimmern*, das man auch kurz als *stroboskopischen Effekt* bezeichnet. Dieses Bewegungsflimmern setzt ebenfalls das Sehvermögen herab und führt gelegentlich zu unangenehmen subjektiven Symptomen wie Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, u. a. m.

5. Die Folgen ungenügender Lichtgebung. Ist die Lichtgebung ungenügend, sei es, dass die Beleuchtungsstärken zu gering, die Leuchtdichten unzuweckmässig verteilt oder dass andere Fehler vorhanden sind, dann wird der Sehapparat und ein grosser Teil des Nervensystems überlastet. Subjektiv wird die Ueberlastung des Sehapparates als Ermüdung empfunden, welche gelegentlich von folgenden Symptomen begleitet sein kann: Unlustgefühle und Mattigkeit, Reizbarkeit, Kopfschmerzen, Brennen in den Augen, Doppeltsehen, Schwindel, Uebelkeit und Erbrechen. Objektiv kann die Ermüdung an der Abnahme der Sehschärfe, der Kontrastempfindlichkeit, der

Wahrnehmungsgeschwindigkeit, der Konvergenzreserve und der Verschmelzungsfrequenz für intermittierende Lichtreize festgestellt werden. Im Industriebetrieb führt die ungenügende Lichtgebung zu einer Zunahme der Arbeitsfehler, zu Arbeitsunlust und zur Verlangsamung der Arbeit.

6. Farbgebung. Von den verschiedenen Funktionen der Farben, wie zum Beispiel ihre psychologischen Einflüsse, ihre Anwendung zur Kennzeichnung oder zur Warnung, sei hier nur eine hervorgehoben: die *Farbe als Mittel zur Erleichterung der Schaufgabe*.

Am Arbeitsplatz kann mit geeigneter Farbgebung die Aufgabe der Augen beträchtlich erleichtert werden, indem durch Farben Kontrastwirkungen erzielt werden können, die nicht blenden.

Besonders wirksam ist die Erzeugung von Farbkontrasten zwischen Arbeitsgut und Arbeitsunterlage, oder zwischen Griffen, Hebeln, Rädern und der Maschine selbst. Wenn Arbeitsgut und Unterlage ähnliche Farben haben, dann wird das Arbeitsobjekt sozusagen getarnt. Ein solcher Arbeitsplatz erfordert auch grössere Beleuchtungsstärken. Ist das Arbeitsgut aus Stahl oder anderem Metall und von graublauer Farbe, dann eignet sich dunkel elfenbein bis hellbeige besonders gut für den unmittelbaren Arbeitsbereich.

Leuchtdichtekontraste und Farbkontraste sind nicht das selbe. So wirken rot und grün bei gleicher Leuchtdichte nur durch ihre Farben als Kontraste. Wenn aber zwei Farben gleichzeitig auch verschiedene Leuchtdichten haben, dann addieren sich beide Wirkungen, und wir erhalten auf diese Weise



