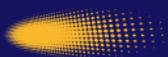




Lichtpraxis



INHALTSÜBERSICHT

Lichtpraxis - Der Inhalt

Darstellung grundlegender Scheinwerfertypen (Gerätekunde)	3
Beleuchtung in Theatern und auf Bühnen	15
Beleuchtung in Film- und Fernsehstudios	21
Planung eines Lichtkonzeptes	28
PC-gestützte Lichtsimulation	35
Die DIN-Scheinwerferschablone in der Praxis	41
Darstellung grundlegender Lampentypen (Lampenkunde)	44
Gängige Lampensockel	53
Leuchtmittel-Vergleichstabelle	55
Licht & Farbe	58
Filter & Folien	65
Filter-Vergleichsliste	68
Planung von Film- und Fernsehstudios	72
Profile für Studio & Theater	85
Lichtsteuerungen	89
Begriffslexikon Lichtsteuerungen	100
Signale zur Steuerung von Licht	109
Ethernet-Netzwerktechnik	119
Auswahl wichtiger Vorschriften	126
Prüffristen	129
Wichtige lichttechnische Grundgrößen	132
Umrechnungen	138
Kleines Wörterbuch Deutsch-Englisch für Fachbegriffe	140
Notizen	152



Scheinwerfertypen

Mit dem Begriff Scheinwerfer charakterisiert man allgemein betrachtet eine Lampe, die in einem Gehäuse eingebaut ist, wobei weitere Einrichtungen im Inneren des Gehäuses eine Veränderung des von der Lampe erzeugten Lichts möglich machen, bevor das Licht aus dem Gerät austritt. Blickt man auf die Konstruktion von Scheinwerfern, so ist ihr grundlegender Aufbau bei allen Typen ähnlich. In einem Gehäuse aus Guss, Blech oder Aluminium befindet sich ein entsprechendes Leuchtmittel, welches durch einen Lampensockel und eine Lampenfassung in der erforderlichen Brennstellung gehalten wird. Hinter der Lampe ist ein Reflektor oder Spiegel angeordnet, mit dessen Hilfe das nach hinten abgestrahlte Licht der Lampe wieder zur Austrittsöffnung des Scheinwerfers reflektiert wird. Soll ein Scheinwerfer die emittierten Lichtstrahlen der Lampe gezielt konzentrieren, besitzt er zusätzlich eine optische Linse aus Glas, welche die Lichtstrahlen sammelt oder streut. Je nach Gerätetyp erlauben entsprechende Fokussiermechanismen die Verstellung des Lampenabstandes zur Linse, wodurch die Konzentration der Lichtstrahlen verändert werden kann.

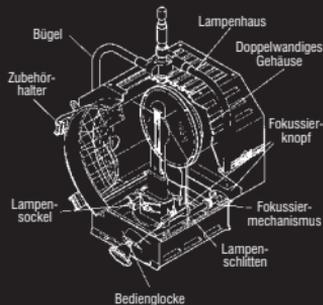
Spiegel sind dabei gewöhnlich aus hochglanzpoliertem oder matt gerauhtem Aluminium gefertigt und kommen in ihren unterschiedlichen Ausführungen in Scheinwerfern mit konzentrierterem Lichtausfall zur Anwendung (z.B. Linsen- und Profilscheinwerfer). Besonders in jüngerer Vergangenheit haben die als Kaltlichtspiegel bezeichneten Glasspiegel mit dichroitischer Beschichtung an Bedeutung gewonnen und kommen heute in vielen Scheinwerfern zum Einsatz. Bei dieser Spiegelart sind die Reflektorschichten auf einen Spiegel aus Glas aufgedampft, wobei der Belag für die Infrarotstrahlen durchlässig ist und die Wärmestrahlung des Lichts so durch den Spiegel in den hinteren Teil des Scheinwerfers abgeleitet wird. Dementsprechend reduziert sich die Wärme im Lichtstrahl eines solchen Scheinwerfers erheblich. Klassische Reflektoren hingegen sind in der Regel in Scheinwerfern zu finden, die eine breite Lichtstreuung erzeugen sollen (z.B. Fluter- und Flächenleuchten), wobei man symmetrische (gleichmäßige Lichtstreuung nach oben und unten) sowie asymmetrische (stärkere Lichtstreuung zu einer der beiden Seiten) Reflektoren unterscheidet.

Die Gehäusefront eines Scheinwerfers besteht aus mehreren Einschüben zur Aufnahme von Zubehör (z.B. Torblenden oder Farbfilterrahmen). Ein entsprechender Scheinwerferbügel ist fest mit dem Gerät montiert und erlaubt die Befestigung sowie Positionierung eines Gerätes. Im einfachsten Fall muss sie Positionierung dabei per Hand durchgeführt werden, besonders in Fernsehstudios kommen gewöhnlich jedoch stangenbedienbare Versionen zum Einsatz, deren horizontale und vertikale Positionierung sowie Fokussierung mit Hilfe von Bedienstangen bequem vom Studioboden aus möglich ist. Ein Höchstmaß an Flexibilität stellen dabei aber nur motorische Scheinwerfer zur Verfügung, deren unterschiedliche Parameter exakt ferngesteuert und reproduziert werden können.

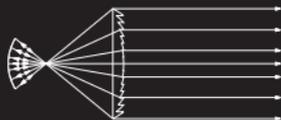
Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Übersicht grundlegender Gerätetypen, die besonders dem weniger erfahrenen Anwender eine Hilfestellung bei der Scheinwerferauswahl bieten soll.



Stufenlinsenscheinwerfer 2kW



Motorischer Stufenlinsenscheinwerfer



Strahlengang

Studio
(DIN 15560)

Bühne



Symbole für Beleuchtungspläne

Stufenlinsenscheinwerfer

Stufenlinsenscheinwerfer stellen universell einsetzbare Beleuchtungsgeräte dar, mit denen Objekte auch aus größerer Entfernung mit großer Helligkeit und hartem Licht angestrahlt werden können. Der von Stufenlinsenscheinwerfern erzeugte Lichtkegel läuft weich aus, Lichtländer sind nicht mehr sichtbar. Aufgrund ihres weich abzeichnenden Lichts eignen sie sich hervorragend für die Ausleuchtung aneinandergrenzender Abschnitte einer Spielfläche, die so flächendeckend akzentuiert werden können. Im Studiobereich dient der Stufenlinsenscheinwerfer als Lichtquelle für Führungs- und Spitzlicht.

Das optische System besteht aus einer Lampe mit dahinter angeordnetem Kugelspiegel sowie einer Stufenlinse (Fresnellinse). Die Stufenlinse stellt dabei eine besondere Ausführung einer Sammellinse dar und geht auf den französischen Physiker "Fresnel" zurück. Aus Gewichtsgründen wird die für die Lichtbrechung verantwortliche gekrümmte Oberfläche einer Sammellinse bei der Fresnellinse in Kreiszonen ineinandergesetzt.

Die Lampe ist mit ihrer Wendel im Brennpunkt des Spiegels fest angeordnet. Beide Einheiten können auf einem Schlitten verschoben werden, wodurch der Abstand der Lampe zur Linse verändert wird (bezeichnet als Fokussiermechanismus). Dadurch kann die Breite des Lichtkegels in einem Bereich zwischen "Spot" (maximale Fokussierung, größte Lichtbündelung) und "Flood" (maximale Streuung, geringste Lichtbündelung) bestimmt werden. Durch die Fokussierung ändert sich auch die Lichtintensität, die bei zunehmender Streuung immer geringer wird. Um gute Ergebnisse hinsichtlich der Lichtstärke und Lichtverteilung zu erzielen, müssen Spiegel und Lampe exakt in der optischen Achse der Stufenlinse positioniert sein. In diesem Zusammenhang sind die heute deutlich kleineren Bauformen von Leuchtmitteln und Scheinwerfern zu nennen, die zu einem besseren Fokussierverhältnis zwischen den beiden Extremeinstellungen "Spot" und "Flood" geführt haben. Die Lampenwendel können dichter an die Linse herangefahren werden, wodurch ein größerer Strahlwinkel erreicht wird.

Gängige Ausführungen

- Leistung: Bis zu 24000W bei Glühlampen
Bis zu 18000W bei Entladungslampen
- Lichtausfallwinkel: 6° bis 65°
- Zubehör: Torblende (zum Begrenzen des Lichtstrahls)
Tuten (zum Begrenzen des Lichtstrahls auf einen bestimmten Durchmesser)
Drahtgaze (zum Reduzieren der Lichtstärke ohne Änderung der Farbtemperatur)
- Bedienung: Handbedienung, Stangenbedienung, motorisiert



Plankonvex-Linsenscheinwerfer

Der Plankonvex-Linsenscheinwerfer funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ein Stufenlinsenscheinwerfer, die optische Linse ist jedoch plankonvex geformt. Der von Plankonvex-Linsenscheinwerfern erzeugte Lichtkegel besitzt eine deutlich stärkere Randzeichnung - vergleichbar mit einem unscharf eingestellten Profil- oder Verfolger-scheinwerfer -, das Licht läuft dementsprechend nicht so weich aus, wie beim Stufenlinsenscheinwerfer beschrieben wurde. Im Studio ist er aus diesem Grund nicht zu gebrauchen, da eine extrem gleichmäßige Ausleuchtung verlangt wird, welche durch den härter begrenzten Lichtausfall des Plankonvex-Linsenscheinwerfers nie erreicht werden könnte, auch wenn man sich noch so viel Mühe beim Einrichten der Geräte geben würde. Im Theater- und Bühnenbereich sind Linsenscheinwerfer dieser Art hingegen relativ häufig anzutreffen. Besonders aus größerer Entfernung eingesetzt bieten Plankonvexlinsen hier den Vorteil, dass die im Vergleich zu Stufenlinsen wesentlich stärkere Lichtbündelung ein geringeres Maß an unvermeidbarem, aber unerwünschtem Nebenlicht zur Folge hat. Speziell bei der Ausleuchtung von Details besitzt man daher eine bessere Kontrolle über den vom Scheinwerfer angeleuchteten Bereich. In professionellen Theatern bedient man sich in solchen Fällen jedoch eher Profilscheinwerfern, die umfangreichere optische Verstellmöglichkeiten bieten und dementsprechend eine noch exaktere Ausleuchtung möglich machen.

Plankonvexlinsen besitzen jedoch den Nachteil, dass der Lichtkegel am Rand ein leichtes Farbspektrum (oft rötlich) aufweist. Der Grund hierfür liegt in der physikalischen Eigenschaft des Lichts. Die Brechung verschiedener Wellenlängen der Lichtstrahlung durch optische Linsen ist nicht gleich stark, und so kommt es, dass kurzwellige Strahlen stärker gebrochen werden als langwellige. Bei Stufenlinsen ist dieser Effekt nicht wahrnehmbar, da ihr Glas aufgeraut und undurchsichtig ist, um ein Abbilden der einzelnen Stufenringe zu verhindern - eine Maßnahme, welche zusätzlich zu einer anderen Art der Lichtbrechung führt. Die heute in professionellen Scheinwerfern verwendeten Plankonvexlinsen sind in der Regel jedoch leicht geriffelt oder auf der Rückseite mit kleinen Erhebungen versehen, wodurch der Brechungsfehler nicht mehr sichtbar ist.

Gängige Ausführungen

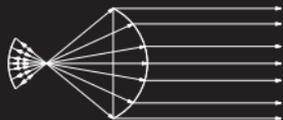
Leistung:	Bis zu 2500W bei Glühlampen
Lichtausfallwinkel:	4° bis 78°
Zubehör:	Torblende (zum Begrenzen des Lichtstrahls)
Bedienung:	Handbedienung, einige Hersteller bieten auch motorisierte Versionen an



Plankonvex-Linsenscheinwerfer 650W



Plankonvex-Linsenscheinwerfer 2000W



Strahlengang

Studio
(DIN 15560)

Nicht vorhanden

Bühne

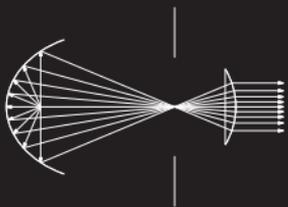




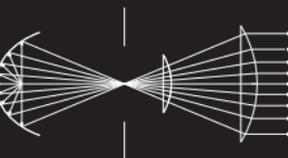
Profilscheinwerfer 36°



Zoom-Profilscheinwerfer 28°-58°



Strahlengang (Ellipsenspiegeloptik)



Strahlengang (Kondensoroptik)

Studio
(DIN 15560)

Bühne



Symbole für Beleuchtungspläne

Profilscheinwerfer

Im Vergleich zu anderen Scheinwerfertypen bietet der Profilscheinwerfer die größten optischen Möglichkeiten und ist wegen seiner vielseitigen Verwendbarkeit ein äußerst wichtiges Gerät bei der Bühnenbeleuchtung. Da er einen scharfen, intensiven Lichtstrahl mit wenig Streulicht liefert und der Lichtstrahl vielseitig begrenzt werden kann, ist er als universeller Bühnen- und Vorbühnen-scheinwerfer genauso einzusetzen wie bei der exakten Ausleuchtung von Objekten. Seine guten optischen Eigenschaften machen ihn ebenfalls zu einem idealen Gerät bei der Projektion von Gobos.

Der grundlegende Unterschied zu Linsenscheinwerfern besteht darin, dass der Reflektor und die Lampe beim Profilscheinwerfer statisch angeordnet sind und die Größe des Lichtstrahls durch ein Verschieben der Linse variiert wird. Die wichtigsten Bestandteile eines Profilscheinwerfers sind ein Reflektor, eine Lampe, eine Blendenöffnung und ein Objektiv. Der größte Teil des emittierten Lichts der Lampe wird vom Reflektor gesammelt und durch die Blendenöffnung zu einer oder mehreren plankonvexen Linsen (dem Objektiv) reflektiert, die das Licht bündeln. In der Blendenöffnung sind 4 (bei einigen Typen auch 6) Blendschieber integriert, mit denen das Strahlenbündel in der vertikalen und horizontalen Ebene exakt begrenzt werden kann. Zu finden ist hier ebenso ein Einschub für Irisblenden oder Gobohalter. Mit Hilfe einer Irisblende kann der Durchmesser des Lichtstrahls variiert werden, der Halter dient zur Aufnahme von Gobos. Sie bestehen gewöhnlich aus einer dünnen Aluminiumscheibe, aus der Umrisse ausgeschnitten oder ausgeätzt wurden, um das entsprechende Motiv im Strahlengang abbilden zu können. Spezielle Gobohersteller bieten heute eine große Palette an Motiven, wobei dichroitisch beschichtete Glass gobos selbst die Projektion farbiger Motive zulassen.

Generell unterscheidet man bei den Profilscheinwerfern zwei unterschiedliche Bauarten, nämlich Geräte mit Ellipsenspiegel und Geräte mit Kondensoroptik. Im zuerst genannten Fall besitzt der Scheinwerfer einen ellipsenförmig konstruierten, asphärischen Spiegel, der das emittierte Licht der Lampe sammelt. Er besitzt zwei Brennpunkte, wobei im hinteren Brennpunkt das Leuchtmittel angeordnet ist und das vom Spiegel reflektierte Licht der Lampe im vorderen Brennpunkt des Ellipsenspiegels abgebildet wird. Der Ellipsenspiegel weist dabei einen hohen Wirkungsgrad auf, da der größte Teil des von der Lampe ausgestrahlten Lichts reflektiert wird und somit als "echte" Lichtausbeute des Scheinwerfers für Projektionszwecke zur Verfügung steht. Besonders in den letzten Jahren ist dabei die Verwendung eines dichroitisch beschichteten Glasspiegels immer populärer geworden, bei dem die



spiegelnde Reflektorbeschichtung für die Infrarotstrahlen durchlässig ist und ein großer Teil der Wärmestrahlen nach hinten abgeleitet wird. Profilscheinwerfer mit Kondensoroptik hingegen sind mit einem Kugelspiegel ausgestattet, der das nach hinten abgestrahlte Licht einer Lampe wieder in Richtung des Brennsystems reflektiert. Als Besonderheit kommt zwischen Lampe und Blendenöffnung eine zusätzliche Linse zum Einsatz, die das reflektierte Licht von Lampe und Spiegel sammelt und für eine noch gleichmäßigere Lichtverteilung im Bereich der Blendenöffnung sorgt. Auf diese Weise wird eine bessere Abbildung von Blendenschiebern und Gobos erzielt.

Ein weiteres wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist die Art des Objektivs. Bei normalen Profilscheinwerfern kommt als Objektiv nur eine Plankonvexlinse zum Einsatz, mit deren Hilfe die Schärfe des Lichtkegels eingestellt werden kann. Die Brennweite solcher Geräte ist festgelegt, kann bei vielen Modellen aber durch einen Austausch des Linsentubus verändert werden, um je nach gegebener Entfernung ein Gerät mit entsprechendem Lichtausfallwinkel zu besitzen. Generell gilt, je größer die Entfernung zur Bühne ist, umso kleiner muss der Lichtausfallwinkel des Gerätes sein, um ihn effizient einsetzen zu können. Ein wesentlich universelleres Arbeiten erlauben Zoom-Profilscheinwerfer. Ihr Objektiv besteht aus zwei individuell einstellbaren Linsen, wodurch die Geräte in einem festgelegten Bereich (z.B. 28°-58°) einen variablen Lichtausfallwinkel besitzen. Die eine Linse lässt dabei die Brennweite (die Größe des Lichtkegels) einstellen, die andere Linse zeichnet den Rand scharf oder weich.

Eine spezielle Art von Profilscheinwerfern stellen Verfolgerscheinwerfer dar, die gewöhnlich eine sehr enggebündelte Optik besitzen, um Personen aus großer Distanz mit Hilfe eines manuell geführten Lichtkegels aus einer Spielfläche hervorheben zu können. Sie verfügen über einen speziell gelagerten Bügel zum sanften Bewegen des Gerätes sowie ein Farbwechselfmagazin und einen Blackout-Verschluss. Verfolger sind in Halogen- oder Tageslichtversion verfügbar, wobei die Geräte regelmäßig relativ weit von der Spielfläche entfernt angeordnet sind und die deutlich höhere Lichtausbeute der Entladungslampen dann die wesentlich bessere Alternative ist.

Gängige Ausführungen

Leistung:	Bis zu 5000W bei Glühlampen Bis zu 2500W bei Entladungslampen
Lichtausfallwinkel:	z.B.: 5°, 10°, 19°, 26°, 36°, 50° (Profilier) z.B.: 7°-17°, 15°-32°, 28°-58° (Zoom-Profilier)
Zubehör:	Gobohalter, Irisblende, Rundmasken
Bedienung:	Handbedienung, Verfolger teilweise auch in elektronischer Ausführung



Halogen-Verfolgerscheinwerfer



Tageslicht-Verfolgerscheinwerfer



Metallgobo



Glasgobos



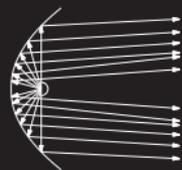
Niedervolt-Parabolspiegelscheinw. (motor.)



Parabolspiegelscheinwerfer 1200W



Blick in den Parabolreflektor



Strahlengang

Studio
(DIN 15560)

Bühne

Nicht vorhanden.



Parabolspiegelscheinwerfer

Parabolspiegelscheinwerfer liefern einen intensiven, eng gebündelten Lichtstrahl mit hoher Lichtintensität, wobei der Parabolspiegel ein asphärischer, symmetrischer Spiegel mit einem Brennpunkt ist. Grundlegend kann man zwei unterschiedliche Gerätetypen unterscheiden:

Der klassische Parabolspiegelscheinwerfer ist ein Spiegelscheinwerfer ohne Linsen und wird mit 12V/24V Niedervoltlampen betrieben, um eine hohe Leuchtdichte zu erzielen. In der Regel finden kuppenverspiegelte Lampenausführungen Verwendung, die am oberen Ende des Lampenkolbens einen aufgedampften Reflektor besitzen, der das nach vorn emittierte Licht der Lampe wieder zum Parabolspiegel reflektiert. Eine Fokussierung ist dabei nur in sehr engen Grenzen möglich. Im Theater ist diese Form des Parabolspiegelscheinwerfers häufig anzutreffen und wird zur Beleuchtung von Flächen aus großer Entfernung (z.B. vom Schnürboden aus) oder als Verfolgerscheinwerfer benutzt. Ihr Nachteil besteht jedoch in dem erforderlichen Transformator zum Betreiben der Niedervoltlampen an der Netzversorgung (in der Regel extern angeordnet) sowie in der trägen Regelcharakteristik dieses Leuchtmittels.

Seit einigen Jahren bietet der Markt jedoch auch Parabolspiegelscheinwerfer mit Tageslichtcharakter an, die mit Entladungslampen betrieben werden und in in vielen Leistungsstufen erhältlich sind. Vom Prinzip her sind sie ähnlich aufgebaut, bieten jedoch eine vielfach höhere Lichtausbeute und können mit Vorsatzlinsen bestückt werden, welche die Lichtabstrahlung des Scheinwerfers verändern. Die Linsen sind mit unterschiedlich strukturierter Oberfläche lieferbar und besitzen somit unterschiedliche Abstrahlcharakteristiken. Die Palette reicht von "Very Narrow Spot" (extrem enge Lichtbündelung) bis hin zu "Extra Wide Flood" (extrem breite Lichtstreuung). Die Linsen sind gewöhnlich in speziellen Haltern untergebracht und können selbst im Betrieb der Geräte gewechselt werden.

Gängige Ausführungen

- | | |
|------------|--|
| Leistung: | Bis zu 1000W bei Niedervolt-Glühlampen
Bis zu 12000W bei Entladungslampen |
| Zubehör: | Ringblende (bei Niedervolt-Geräten zur Reduzierung des Streulichts)
<i>Nur bei Tageslicht-Geräten:</i>
Linsen (zur Veränderung der Lichtabstrahlung)
Tuten (zum harten Begrenzen des Lichtstrahls auf einen bestimmten Durchmesser)
Drahtgaze (zum Reduzieren der Lichtstärke) |
| Bedienung: | Handbedienung, Niedervolt-Geräte auch motorisiert für den Einsatz in Theatern |



PAR-Scheinwerfer

PAR-Scheinwerfer, auch als PAR-Blazer bezeichnet, sind einfach ausgeführte Parabolspiegelscheinwerfer, die grundlegend aus einem einfach konstruierten Gehäuse, einer Lampe, einem Lampensockel, einem Reflektor, einem Schutzgitter (nur bei einigen Versionen) und einer frontseitigen Aufnahme für Zubehör bestehen. Der Markt hält heute viele Größen dieser Scheinwerfer bereit, angefangen beim PAR 16 über den PAR 36 bis hin zu PAR 56 und PAR 64, wobei die beiden zuerst genannten Typen eher für Spezialeffekte oder Architekturlichtanwendungen zum Einsatz kommen. PAR 56 und PAR 64 hingegen sind aus der professionellen Lichttechnik kaum mehr wegzudenken. Geschätzt wird ihr äußerst helles, hartes Licht, das Flächen schnell mit Licht überflutet und das in keiner Disco oder Showproduktion fehlt. Hinzu kommt ihr sehr günstiger Anschaffungspreis.

Beschränken wir uns auf den PAR 56 und PAR 64, so sind im Hinblick auf das Leuchtmittel zwei Versionen zu unterscheiden. Einerseits können Pressglaslampen eingesetzt werden, eine spezielle Reflektorlampe mit Parabolreflektor, bei der Glühwendel, Reflektor und Frontglas zu einer Einheit zusammengefasst sind. Die Leistungsstufen lauten 300W bei PAR 56 bzw. 500 oder 1000W bei PAR 64. Das ausgestrahlte Licht zeichnet sich dabei ellipsenförmig ab, besitzt in den Randbereichen aber keine klare Lichtverteilung mehr und wirkt dort unsauber. Besonders beim Einleuchten dieser Geräte ist die elliptische Lichtverteilung zu beachten, die durch Drehen der Lampe im PAR-Gehäuse in die weniger "kritische" Position platziert werden kann. Da ein PAR keine Fokussiermöglichkeit besitzt, sind die PAR-Lampen in unterschiedlichen Abstrahlwinkeln lieferbar, die durch eine unterschiedliche Strukturierung der Oberfläche des Lampenfrontglases erzielt wird. Die Palette reicht dabei von einer klaren Struktur (extrem enge Bündelung) bis hin zu einer stark geriffelten Oberfläche (extrem breite Streuung). Für den PAR 64 besteht darüber hinaus die Möglichkeit, 500W-Halogenlampen zu benutzen. Der fehlende Reflektor der PAR-Lampe wird durch Einsatz eines "externen" Reflektors (Raylightreflektor) ins PAR-Gehäuse ausgeglichen. Der Lichtausfall dieser PARs ist für Bühnenanwendungen jedoch kaum zu gebrauchen und bleibt daher dem Show-Einsatz vorbehalten, wo Lichteffekte die schnelle Ansprechcharakteristik von Halogenglühlampen benötigen. Ebenso ist eine 1200W PAR-Entladungslampe verfügbar.

Beim Kauf sollte man unbedingt auf eine VBG-geprüfte PAR-Version zurückgreifen, da hier alle Gehäuseteile mit dem Schutzleiter verbunden sind und die hintere Gehäuseöffnung mit einer Platte abgedeckt ist, um ein versehentliches Berühren des Lampensockels zu verhindern.



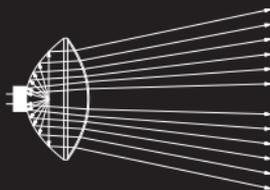
PAR 56



PAR 64 mit Raylight-Reflektor



PAR 64 Floor (Bodenscheinwerfer)



Strahlengang (PAR-Lampe)

Studio
(DIN 15560)Bühne
(DIN 15580)

Nicht vorhanden.





Flächen- und Horizontleuchten

Der Oberbegriff dieser Scheinwerferart ist Flutlichtstrahler und kennzeichnet Lichtquellen, die einen breit gestreuten Lichtausfall besitzen, um große Flächen möglichst mit einer geringen Anzahl an Geräten ausleuchten zu können. Die Geräte bestehen dabei aus einem Lampengehäuse mit Parabol-Wannenreflektor sowie einer Lampe, die gewöhnlich als zweiseitig gesockelte Halogenlampe ausgeführt ist, wobei mittlerweile auch Tageslicht-Fluter mit Entladungslampen verfügbar sind. Je nach Einsatzgebiet dieser Leuchten ist der Reflektor entweder symmetrisch oder asymmetrisch ausgeführt.

Der symmetrische Reflektor erzeugt dabei einen breit gestreuten Lichtstrahl, der in beide horizontale Abstrahlrichtungen gleichmäßig verteilt ist. Geräte dieser Art kommen in der Regel bei großflächigen Ausleuchtungen zum Einsatz, bei denen eine geringe Richtwirkung gefragt ist. Der asymmetrische Reflektor hingegen ist sphärisch geformt und verteilt das Licht zu einer der beiden Seiten stärker als zur anderen Seite. Reflektoren dieser Art sind in Flächenleuchten zu finden, die zum Ausleuchten von Horizontflächen benutzt werden (z.B. Horizontleuchten oder Bodenfluter zur Horizontbeleuchtung), da auf diese Weise eine Horizontausleuchtung von oben oder unten mit geringem Lichtabfall möglich ist. Eine Fokussiermöglichkeit ist normalerweise bei keinem der Geräte zu finden.

Flächen- und Horizontleuchten sind gewöhnlich als einzelne Einheit oder als eine Kombination aus mehreren Einheiten (z.B. Boden- & Oberlichtstrampen, Mehrkammer-Horizontleuchten) zu finden. Am häufigsten kommen dabei Geräte mit 3 oder 4 Kammern zum Einsatz, da dann Farbfilter der traditionellen Farbkombination rot, grün und blau eingesetzt werden können (plus weiß zum Entsättigen), um basierend auf der additiven Farbmischung eine farbige Akzentuierung von Flächen zu ermöglichen. Generell muss jedoch gesagt werden, dass der Einsatz von Farbfiltern nicht ganz unproblematisch ist, da die Filter der direkten Wärmestrahlung des Leuchtmittels ausgesetzt sind (wärmeabsorbierende Linsen fehlen) und es somit zu einer drastischen Verkürzung der Filterlebensdauer kommt. Im Studio geht man deshalb immer mehr dazu über, Horizontflächen aus Opera-Folie mit Hilfe spezieller Leuchtstofflampen-Module von hinten zu beleuchten (Vgl. auch Seite 106).

Gängige Ausführungen

Leistung:	Bis zu 5000W bei Flutern (Tageslicht-Ver. 12kW) Bis zu 1250W bei Horizontleuchten
Zubehör:	Torblende (zum Begrenzen des Lichtstrahls)
Bedienung:	Handbedienung, Stangenbedienung



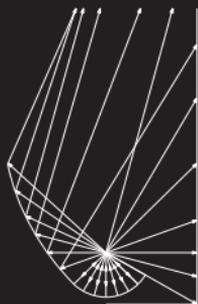
Horizontleuchte mit 4 Kammern



Bodenfluter



Tageslicht-Fluter



Strahlengang (asym. Reflektor)

Studio
(DIN 15560)



Bühne



Symbole für Beleuchtungspläne



Weichstrahler

Weichstrahler stellen eine spezielle Scheinwerferart dar, die im Studiobetrieb zum Aufhellen von Schatten verwendet wird und so zu starke Kontrastumfänge des übrigen Lichts abschwächt. Ihr Einsatz ist unumgänglich, da Stufenlinsenscheinwerfer des Führungs- und Spitzlichts eine zu starke Schattenbildung auf Personen oder Objekten hervorrufen und diese Flächen bedingt durch den geringen Kontrastumfang der Fernsehkamera im späteren Fernsehbild schwarz erscheinen würden (Vgl. auch Seite 119).

Weichstrahler sind als Indirektstrahler ausgelegt, um ein möglichst schattenarmes Licht zu erzeugen, das die zuvor beschriebenen Kontrastprobleme nicht noch verstärkt. Schattenarmes Licht lässt sich allerdings nur durch eine entsprechend große leuchtende Fläche erreichen, wobei der durch die Lampe hervorgerufene Direktlichtanteil vermieden werden muss. Dementsprechend sind die Geräte so konstruiert, dass das von der Lampe emittierte Licht ausnahmslos in einen großen Reflektor strahlt und als Lichtstrahl nur die angestrahlte Reflektionsfläche des Reflektors zu sehen ist. Diese Reflektionsfläche ist entweder weiß lackiert oder als strukturierte Aluminiumoberfläche ausgeführt, die ein etwas härteres Licht erzeugt. Mit Hilfe von Streufiltern und Streumaterialien kann die Lichtverteilung noch weicher gezeichnet werden. Dies funktioniert dementsprechend auch mit Flächenleuchten, die dann als eine Art einfacher Weichstrahler fungieren können. Da die Strahlungsintensität der Weichstrahler gegenüber anderen Lichtquellen relativ gering ist, können diese Geräte nur in geringem Abstand zum auszuleuchtenden Objekt verwendet werden. In größeren Studios wird das Aufhell-Licht des Weichstrahlers daher regelmäßig auch mit Hilfe von Stufenlinsenscheinwerfern erzeugt.

Weichstrahler sind in Halogen-Ausführung (in der Regel zweiseitig gesockelte Halogenlampen 1000/1250W) und für den Filmsektor auch als Tageslicht-Scheinwerfer erhältlich. Viele Halogen-Versionen besitzen dabei mehrere Lampen, die einzeln oder paarweise geschaltet werden können. Eine weitere Bauform von Weichstrahlern sind Geräte mit Kompakt-Leuchtstofflampen, die ebenfalls ein schattenarmes Licht erzeugen und darüber hinaus eine sehr geringe Wärmestrahlung verursachen (Vgl. auch Seite 106).

Gängige Ausführungen

Leistung:	Bis zu 5000W bei Glühlampen (4 x 1,25kW) Bis zu 6000W bei Entladungslampen
Zubehör:	Rasterblende (zum Begrenzen des Lichtaustritts zu den Seiten hin)
Bedienung:	Handbedienung, Stangenbedienung



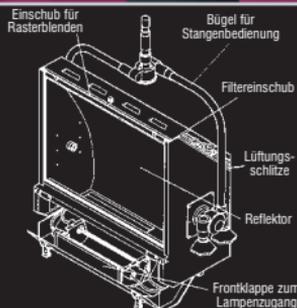
Horizontleuchte mit LL



Weichstrahler 2500W Halogen



Kaltlicht Weichstrahler (220 W)



Studio
(DIN 15560)



Bühne

Nicht vorhanden



Leuchtstoff-Flächenleuchte (stangenbed.)

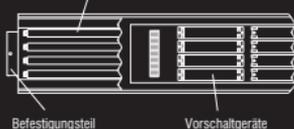


INTEGRA 2i DMX-Adressierung



Leuchtstoff-Hintergrundleuchten im Studio

Leuchtstofflampen weiß, blau, grün, rot



Aufbau einer Hintergrundleuchte

Studio
(DIN 15560)

Bühne



Symbole für Beleuchtungspläne

Leuchtstoff Flächen- & Hintergrundleuchten

Leuchtstofflampen werden in der Bühnen- und Studio-beleuchtung eingesetzt. Ihre Vorteile sind in einer besonders breiten Lichtstreuung (annähernd 360°), einer hohen Lichtausbeute, einer geringen Energieaufnahme und Wärmestrahlung sowie in der fast schattenfreien Lichtstrahlung begründet. Im Vergleich zu Halogen-Glühlampen kann ihre Helligkeit jedoch nicht über einen gewöhnlichen Dimmer geregelt werden, sondern sind entsprechende Zusatzgeräte (Intensiv-Pulsgeräte oder dimmbare Vorschaltgeräte) erforderlich (Vgl. Seite 143).

Im Theater finden Leuchtstofflampen gewöhnlich in Oberlichtern und Fußbrampen Verwendung, um Horizont- oder Dekorationsflächen zu beleuchten. Da sie kaum Wärme abstrahlen und aufgrund ihres großen Abstrahlwinkels nur in geringer Entfernung zum angeleuchteten Objekt angebracht werden müssen, werden sie in Form mobiler Lichtkästen gerne auch direkt an Kulissenteilen befestigt. Darüber hinaus bieten sie im Theater den Vorteil, bei der oft aufwendigen farbigen Lichtgestaltung mitwirken zu können, da angebrachte Farbfilter aufgrund der geringen Wärmeentwicklung der Lampen praktisch eine unbegrenzte Lebensdauer besitzen.

In Film- und Fernsehstudios kann man zwei grundlegende Arten von Leuchten unterscheiden. Einerseits sind hier Leuchtstoff-Flächenleuchten im Einsatz, die aus einem speziell geformten Reflektor und zwei bis sechs Kompakt-Leuchtstofflampen 18 bis 55W bestehen. Sie dienen der gleichmäßigen, fast schattenfreien Ausleuchtung von Flächen, werden zum Erzeugen einer Grundausleuchtung verwendet oder fungieren ähnlich eines Weichstrahlers als Aufheller. Besonders im Studio ist dabei die geringe Wärmeentwicklung und die in weiten Grenzen mögliche Helligkeitssteuerung ohne Farbtemperaturveränderung von Vorteil. Eine zweite Kategorie stellen Hintergrundleuchten auf Leuchtstoff-Basis dar, ein Modul mit vier individuell regelbaren Leuchtstofflampen, das einen Horizont aus Opera-Folie von hinten ausleuchten lässt. Die Leuchtstofflampen besitzen die Farben rot, grün, blau (zur Darstellung aller natürlichen Farben auf Basis der additiven Farbmischung) sowie weiß (zum Entsättigen). Im Vergleich zur normalen Horizontbeleuchtung mit Halogen-Glühlightscheinwerfern bietet diese Verfahrensweise eine wesentlich gleichmäßigere Ausleuchtung, eine deutlich präzisere Darstellung von Farben und erzeugt weniger Wärme bei deutlich geringerer Energieaufnahme. Nicht zuletzt ist das elektronische Stanzen (Heraustrennen von Personen oder Objekten aus einem Set, um diese elektronisch durch andere Bilder ersetzen zu können) durch die exaktere Darstellung der erforderlichen Chroma-key Farben blau und grün vereinfacht worden.

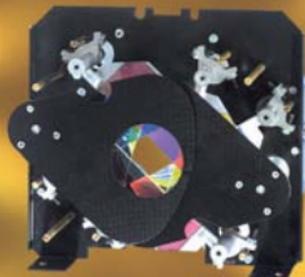


Moving Lights

Neben den zahlreichen heute verfügbaren motorischen Scheinwerfern, in einigen Abschnitten dieses Kapitels wurden Beispiele genannt, hat die Kategorie der Moving Lights in den letzten 10 Jahren erheblichen Zuwachs bekommen. Mit Moving Lights bezeichnet man ganz allgemein Lichtquellen mit fernsteuerbarer Positionierung der vertikalen und horizontalen Achsen, wobei weitere fernsteuerbare Parameter, wie z.B. Farbe oder Motiv des Lichtstrahls, hinzukommen. Als grundlegender Unterschied zu motorischen Scheinwerfern kann der Einsatzzweck genannt werden. Stellen motorische Scheinwerfer ein "Präzisionswerkzeug" bei der Gestaltung szenischer Beleuchtung dar, werden Moving Lights eher zum Erzeugen von Lichteffekten und Projektionen genutzt. Da z.B. aber auch die Positionierungsauflösung von Moving Lights immer höher wird, immer universellere Geräte entwickelt werden, verwischen diese Grenzen zunehmend. Will man sich im Rahmen dieser Darstellungen auf die beiden wesentlichen Bauformen beschränken, so muss man spiegelbewegte und kopfbewegte Moving Lights nennen. Die Geräte der zuerst genannten Kategorie werden auch als Scanner bezeichnet. Die Bewegung des Lichtstrahls wird über einen fernsteuerbaren Spiegel erreicht, der das emittierte Licht der Lampe auf die Spielfläche ablenkt und im vorderen Teil eines Gerätes (dem Spiegelkopf) untergebracht ist. Das Gerät selbst bewegt sich also nicht und hängt starr in seiner Befestigung. Gebaut werden die Geräte in der Regel mit Entladungslampen, wobei die Ausführungen 300, 575, 1200 und 2500W gängige Leistungsstufen darstellen. Für kleinere Anwendungsfälle gibt es auch Geräte mit 150W und 300W Halogen-Glühlampen. Bevor der Lichtstrahl das Gerät verlässt, stehen dem Anwender in Bezug auf die Abbildung des Lichts zahlreiche Möglichkeiten offen. In der Regel besitzen die Geräte Gaboräder mit festen und rotierbaren Gobos, Farbräder oder ein Farbmischsystem aus den Farben cyan, magenta, gelb, Frostfiltereffekte zum Weichzeichnen, Prismeneffekte, eine Irisblende und ähnliches. Die Helligkeitssteuerung erfolgt dabei gewöhnlich über einen mechanischen Shutter. Bei einigen Modellen kann darüber hinaus die Brennweite durch fernsteuerbare Objektive oder Linsenwechsler verändert werden. Eine besonders funktionelle Variante des Scanners wurde vor knapp drei Jahren entwickelt. Zusätzlich zu den genannten Funktionen besitzt dieses Gerät vier fernsteuerbare Blendenschieber. Besonders für Theater ist diese Möglichkeit interessant, da aus dem "Effektscheinwerfer" Scanner so ein fernbedienbarer Profilscheinwerfer geworden ist, der sich sehr gut in schwer zugänglichen Positionen einsetzen lässt, wo ein Einrichten konventioneller Geräte schwierig wäre.



Scanner 1200W HMI



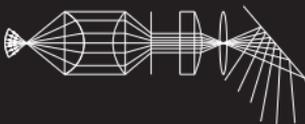
CMY-Farbmischsystem eines Scanners



Gobo-Modul mit Irisblende



Grundlegender Aufbau eines Scanners



Strahlengang Scanner



Kopfbewegtes Washlight 575W HMI



LED Moving Light



Kopfbewegter Effektprojektor 1200W HMI



Grundkörper und Bügel eines kopfbewegten Moving Lights

Studio
(DIN 15560)

Bühne



Symbole für Beleuchtungspläne

Im Vergleich zu kopfbewegten Moving Lights bietet der Scanner eine höhere Geschwindigkeit beim Bewegen des Lichtstrahls, da hier nur ein kleiner Spiegel bewegt werden muss, während dies bei kopfbewegten Systemen auf die gesamte Masse des Lampenkopfes zutrifft.

Im Gegensatz zum Scanner erfolgt die "Animation" des Lichtstrahls bei kopfbewegten Moving Lights durch Bewegen des gesamten Leuchtenkörpers. Ein entsprechendes Gerät besteht aus einem Grundkörper, in dem Teile der Elektronik sowie das Vorschaltgerät untergebracht sind. In ihn mündet ein vertikal fernsteuerbarer Scheinwerferbügel, in welchem der Lampenkopf des Gerätes eingehangen ist und in seiner Neigung motorisch verstellt werden kann. Die Ausführung des Lampenkopfes ist in zwei unterschiedlichen Versionen möglich und bestimmt das Einsatzgebiet dieser Geräte. Beim sogenannten Washlight kann der Lampenkopf mit einem Stufenlinsenscheinwerfer verglichen werden. Es handelt sich hier um einen Leuchtenkörper mit Stufenlinse, der einen weichgezeichneten Lichtstrahl abgibt. Der Lichtaustrittswinkel wird von der Linse bestimmt und kann bei einigen Gerätetypen über Diffusionsfilter verändert werden. Bei anderen Versionen kommen spezielle Linsen mit konkav geformten Waben zur Anwendung. Integrierte Features wie ein subtraktives Farbmischsystem, Spezialfilter für UV- oder Bicolorlicht sowie ein eingebauter Dimmer machen das Washlight zu einer echten Alternative beim Arbeiten mit Stufenlinsen, zumal seine Lichtcharakteristik mit Hilfe des "Beam-Shapings" bei einigen Gerätetypen verändert werden kann und der normalerweise kreisförmige Lichtkegel dann ellipsenartig geformt wird (ähnlich dem Lichtausfall einer PAR-Lampe). Die zweite Geräteart stellen Effektprojektoren dar, deren Einsatzgebiet bei der Projektion von Effekten und Gobos liegt. Ihre Ausstattung umfasst dementsprechend Gaboräder mit Glas- und Metallgobos, eine fernsteuerbare Zoom-Optik, eine Irisblende, ein Farbmischsystem, Prismeneffekte und einen Dimmer. Verfügbar sind kopfbewegte Moving Lights gewöhnlich mit Entladungslampen in den Leistungsstufen 300, 575, 600, 800 und 1200W, wobei seit kurzer Zeit auch Modelle mit einer Leistung von bis zu 4000W entwickelt wurden.

Alle heutigen Moving Lights können mit DMX 512 angesteuert werden, je nach Typ sind weitere, teilweise herstellerbezogene Steuersignale integriert. Zur Ansteuerung sind Moving Light-Controller notwendig, welche die entsprechend erforderlichen Bedienelemente zur Verfügung stellen. Viele der heute am Markt verfügbaren Lichtsteuerungen bieten mittlerweile eine integrierte Lösung an, wodurch konventionelle Dimmer wie auch Farbwechsler und Multifunktionsgeräte gleichermaßen gesteuert werden können.



Grundlagen für das Arbeiten mit Scheinwerfern auf Bühnen

Die im Abschnitt Gerätekunde angesprochenen Scheinwerfertypen stellen zwar das Handwerkszeug jedes Lichtgestalters dar, eine kreative und gleichermaßen künstlerische Beleuchtung kann aber erst durch den optimalen Einsatz jeder einzelnen Lichtquelle erzielt werden. Folgerichtig ist eine umfangreiche Planung notwendig, um als Resultat nicht nur eine hell-funktionelle Beleuchtung zu kreieren, sondern das Phänomen Licht vielmehr als Medium zu nutzen, Gefühl und Atmosphäre zu erzeugen, die eine Szene erst richtig lebendig werden lassen.

Im Rahmen dieser Planungen spielen viele Faktoren eine wichtige Rolle. Hierzu zählen beispielsweise bauliche Gegebenheiten der Bühne, das Bühnenbild, der Einsatz von Farben und Lichteffekten und nicht zuletzt auch die für eine Produktion zur Verfügung stehenden Geräte. Ein zentraler Punkt ist jedoch die Anordnung der einzelnen Scheinwerfer auf der Bühne, da ihre Positionen unterschiedliche Lichtrichtungen zur Folge haben und somit auch bestimmen, wie ein ins Licht gesetztes Objekt wirkt. Als kleine Einführung in die Bühnenbeleuchtung stellt dieser Abschnitt daher grundlegende Lichtrichtungen und Lichtarten dar, die ein wichtiger Ausgangspunkt für die spätere Ausleuchtung einer Szene sind.

Anordnung und Auswahl von Scheinwerfern auf einer Bühne

Das Licht einer Spielfläche setzt sich gewöhnlich aus Lichtquellen verschiedener Leistungsstufen zusammen, deren Lichtausfall aus unterschiedlichen Richtungen auf eine Person oder einen Gegenstand treffen. Isoliert voneinander betrachtet, erzeugt jede Lichtrichtung dabei eine ganz neue Atmosphäre, schafft andere räumliche Dimensionen und vermittelt dem Betrachter einen komplett anderen Eindruck über die dargestellte Szene. Lichtrichtungen sind für den Lichtgestalter daher ein wichtiges Instrument, mit dem er Lichtakzente setzen und so die geplante Wirkung einer Spielszene verdeutlichen kann. In Verbindung mit der Dekoration und den Darbietungen der Akteure kommt es so zur gewünschten Atmosphäre, die der Betrachter als Gefühlseindruck realisieren und wahrnehmen kann.

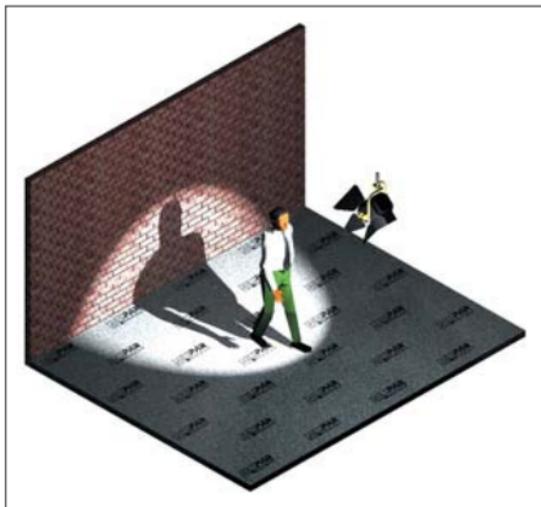
Grundlegend kann man acht unterschiedliche Lichtrichtungen unterscheiden, die in den Abbildungen der folgenden Seiten dargestellt sind. Deutlich werden dabei die Auswirkungen des Lichts auf die beleuchtete Person sowie die Schattenbildung, die bei den unterschiedlichen Lichtrichtungen zu erwarten ist. In der Regel wird man sich zur Ausleuchtung einer Szene allerdings mehrerer Lichtrichtungen bedienen müssen, bestehen in der Praxis unzählige Mischformen und kann die Lichtgestaltung nicht nur auf eine einzelne Person abzielen, sondern wird regelmäßig mehrere Akteure sowie die Akzentuierung eines Raumes umfassen. Dementsprechend muss bei der Planung von Lichtrichtungen der Gesamteindruck aus Raum, Objekten und Personen in Betracht gezogen werden. Die Wirkung einer Person tritt trotz aufwendiger Beleuchtung erst dann richtig in Erscheinung, wenn sie in einen entsprechend akzentuierten Raum eingebunden ist, dessen Ausleuchtung ihre momentane Gefühlslage unterstreicht. Nicht zuletzt vermitteln Personen eigenständig betrachtet nur eine geringe räumliche Dimension und wirken ohne Raumlicht "flach".



Vorderlicht

Das Vorderlicht dürfte eine der am häufigsten eingesetzten Lichtarten sein, um eine Person oder einen Gegenstand zu beleuchten. Das Gesicht eines Darstellers wird zwar gut ausgeleuchtet, die Lichtkreise auf dem Boden sowie die Schattenbildung einer Person oder eines Gegenstandes sind jedoch relativ groß und touchieren zum Teil die übrige Dekoration. Je frontaler der Lichteinfall ist, umso flacher erscheint der Darsteller im Raum und umso größer wird der hervorgerufene Schatten.

Im klassischen Theater wird das Vorderlicht in der Regel durch Scheinwerfer erzeugt, die auf Beleuchterbrücken oberhalb des Zuschauerraums oder in seitlichen Nischen des Saals angeordnet sind. Je nach Art der Bühne kommen auch Lichtzüge im Vorbühnenbereich zum Einsatz.



Vorderlicht



Vorderlicht

Die Scheinwerferauswahl begrenzt sich auf PC- und Stufenlinsen sowie Profilscheinwerfer, deren Licht im Idealfall in einem vertikalen Einfallswinkel von ca. 45° auf die Bühne treffen sollte. Das Arbeiten mit Stufenlinsenscheinwerfern ist besonders bei größeren Distanzen zur Bühne nicht unproblematisch, da ihr wenig begrenzter Lichtausfall für reichlich Nebenlicht sorgt und man so keine exakte Kontrolle über die Wirkung jedes einzelnen Scheinwerfers besitzt. Eine wesentlich bessere Alternative stellen Profilscheinwerfer - bestmöglich mit Zoomoptik - dar, da sie je nach Entfernung zum angeleuchteten Objekt die Einstellung der benötigten Brennweite erlauben.



Oberlicht

Im Gegensatz zum Vorderlicht besitzen die Scheinwerfer zum Erzeugen eines Oberlichts einen steileren Einfallswinkel auf die Bühne und schaffen somit eine Verbindung zum Licht der vorderen Bühnenbereiche. Eine ins Licht gesetzte Person wirft einen wesentlich geringeren Schatten, und auch der sichtbare Lichtkegel des Scheinwerfers wird kleiner. Das Gesicht eines Darstellers wird allerdings nur teilweise ausgeleuchtet, bedingt durch den steileren Einfallswinkel des Lichts bleiben Augenhöhlen und Teile der Gesichtsfäche im Dunklen.

Angeordnet sind entsprechende Scheinwerfer im Portalbrückenbereich oder an entsprechend positionierten Laststangen. Je nach angeleuchtetem Objekt setzt man Linsenscheinwerfer oder Flächenleuchten ein.



Oberlicht



Kopflicht

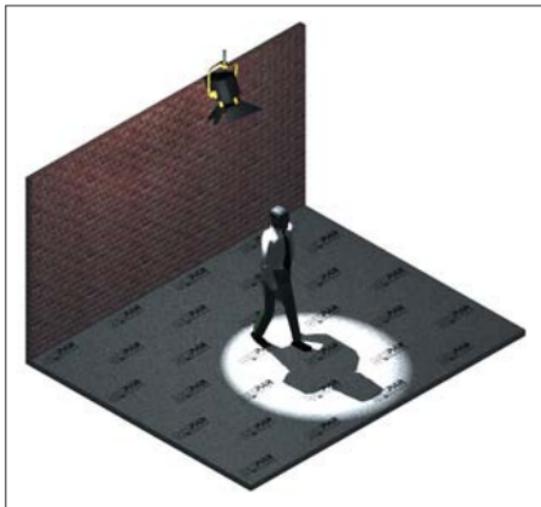
Kopflicht

Das Kopflicht ist eine extreme Form des Oberlichts und besteht aus einer senkrecht über einer Person oder einem Gegenstand platzierten Lichtquelle. Der dadurch hervorgerufene Schatten ist kaum größer als das Objekt selbst. Bei einer so ins Licht gesetzten Person bleiben große Teile der Gesichtspartien dunkel, Nase und Kopf werfen deutliche Schatten auf den übrigen Körper. Als alleinige Lichtrichtung wird das Kopflicht in der Regel nur für Spezialeffekte oder ähnliches angewendet. Zum Einsatz kommen Scheinwerfer mit klar begrenztem Lichtausfall (PC-Linsenscheinwerfer oder Profilscheinwerfer).

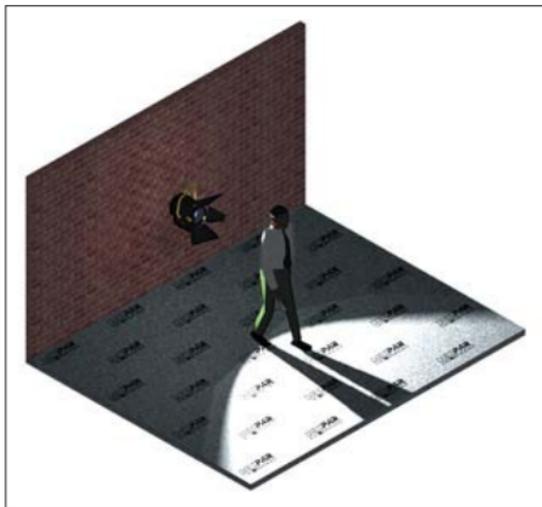


Gegenlicht

Gegenlicht kennzeichnet Lichtquellen, deren Lichtausfall von hinten auf eine Person oder einen Gegenstand auftreffen und dadurch Schatten in Richtung des Zuschauers werfen. Ebenso wie das Vorderlicht ist die Beleuchtung von der Rückseite eine sehr häufig benutzte Lichtrichtung, da sie dem Betrachter ein Gefühl für die Tiefe von Räumen vermittelt, also eine Bühnentiefe erzeugt. In einer gewissen Art werden Spielhandlung und Dekoration voneinander getrennt. Bei einer rückseitig beleuchteten Person sind so nur die Konturen des Körpers zu sehen. Je flacher die Lichtquelle des Gegenlichts angeordnet ist, umso stärker zeichnen sich die Konturen ab. Allerdings nimmt dann auch die Schattenbildung nach vorn erheblich zu.



Schräg einfallendes Gegenlicht, Einfallswinkel 20°



Gegenlicht mit Einfallswinkel von 90°

Da das Gegenlicht nicht auf die Gesichtsfläche eines Darstellers trifft, ist es hervorragend für das Arbeiten mit kräftigen Farben geeignet.

Die Geräteauswahl beschränkt sich auf Lichtquellen, die eine breite Lichtstreuung besitzen. Dementsprechend kommen Stufenlinsen, Flächenleuchten oder Rampen zum Einsatz, die gewöhnlich an Laststangen oder Beleuchterbrücken im hinteren Bühnenbereich angeordnet sind. Oft sind diese Geräte motorisch verstellbar und geben dem Lichtdesigner die Möglichkeit, diese Lichtart jederzeit flexibel einzusetzen. Soll ein Gegenlicht jedoch gezielter nur bestimmte Bühnenbereiche oder ein spezielles Objekt treffen, ohne die gesamte Dekoration einzubeziehen, ist auch der Einsatz von Profilscheinwerfern möglich.



Seitenlicht

Das klassische Seitenlicht erzeugt ein schräg von oben einfallendes Licht, wobei die Lichtquellen seitlich neben einer Person oder einem Gegenstand angeordnet sind. Das Seitenlicht sorgt für einen plastischen Effekt und trägt zur Herstellung einer besonders starken räumlichen Dimension bei. Bei einer Person werden die seitlichen Körperpartien relativ stark beleuchtet, je nach Anordnung und Einfallswinkel des Scheinwerfers sind die nach vorn gewandten Körperteile mehr oder weniger stark beleuchtet. Das Seitenlicht kann mit der Komponente eines Gegenlichts kombiniert werden, wenn die eingesetzten Scheinwerfer seitlich leicht hinter dem auszuleuchtenden Objekt platziert werden. Verwendung finden Profil- und Linsenscheinwerfer.



Seitenlicht von beiden Seiten



Gassenlicht von beiden Seiten

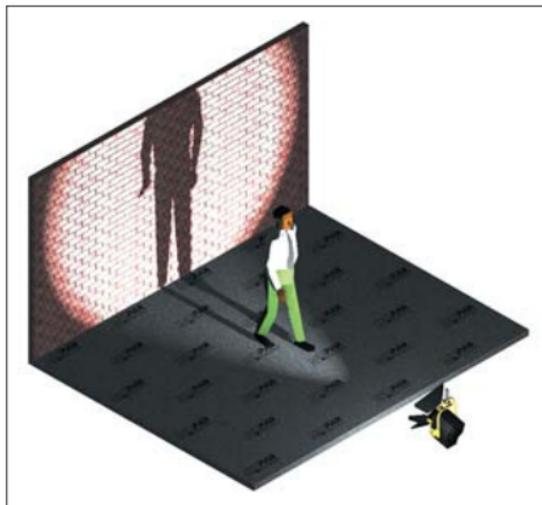
Gassenlicht

Das Gassenlicht ist eine spezielle Form des Seitenlichts und beschreibt Lichtquellen, die seitlich der Bühne in Arbeitshöhe angeordnet sind (beispielsweise in Portaltürmen oder auf Stativen). Da der Einfallswinkel des Lichts extrem niedrig ist, vergrößert sich der plastische Effekt des Seitenlichts. Je nach künstlerischer Intension kann das Gassenlicht so angelegt werden, dass der Lichtausfall auf dem Bühnenboden sichtbar ist (Scheinwerfer sind 2 bis 3m über dem Bühnenboden installiert) oder vom Betrachter nur realisiert wird, wenn ein Darsteller in den Lichtkegel tritt (Scheinwerfer sind knapp über dem Boden installiert).

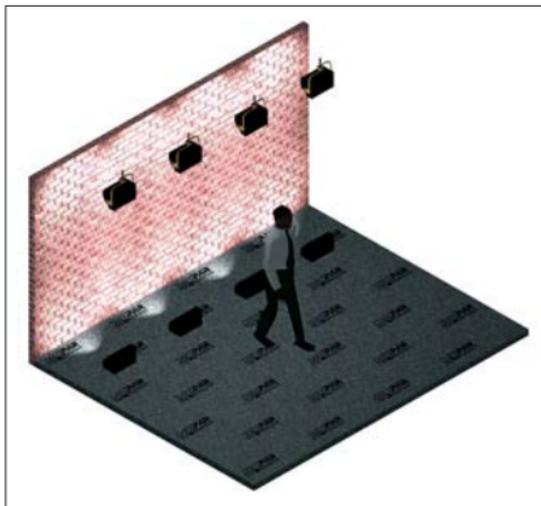


Fußlicht

Fußlicht charakterisiert eine Lichtart, die einem von unten einfallenden Vorderlicht ähnlich ist. Die Lichtquelle wird dabei auf dem Boden liegend schräg nach oben plziert. Durch den Lichteinfall von unten entstehen über große Schatten, die sich je nach Position des angeleuchteten Objektes relativ stark verändern. Je mehr sich ein Darsteller beispielsweise zur Lichtquelle bewegt, um so größer ist die Schattenbildung. Das Fußlicht ist eine spezielle Lichtart und liefert ein leicht mysteriös anmutendes Licht, da bei einer Person alle zum Boden gewandten Körperseiten relativ stark beleuchtet werden. Je nach gewünschtem Effekt kommen Linsenscheinwerfer, Rampen oder zum Erzeugen eines besonders harten Lichts auch Parabolspiegelscheinwerfer zum Einsatz.



Fußlicht



Horizontlicht

Horizont-/ Hintergrundlicht

Das Horizontlicht dient zur Akzentuierung von Dekorationen im hinteren Bühnenbereich. Geschickt gesetzt, kann eine zur restlichen Ausleuchtung veränderte Farbgebung oder Helligkeit interessante Wirkungen hervorrufen und einer Bühne noch mehr räumliche Tiefe geben. In der Regel kommen Fluter und Flächenleuchten mit asymmetrisch gestaltetem Lichtausfall zur Anwendung, installiert auf dem Boden oder an einer Laststange bzw. Beleuchterbrücke in unmittelbarer Nähe zum Horizont. Bei größeren Entfernungen ist der Einsatz von Linsenscheinwerfern ratsam. Besteht der Horizont aus einem transparenten Medium, kann eine Beleuchtung auch von hinten erfolgen.



Grundlagen für das Arbeiten mit Scheinwerfern in Film- und Fernsehstudios

Die Beleuchtung in Film- und Fernsehstudios stellt grundlegend andere Ansprüche an die eingesetzten Scheinwerfer und ihre Positionierung im Set. Kommt es bei der Bühnenbeleuchtung darauf an, die Atmosphäre einer Szene mit Hilfe des Lichts herauszuarbeiten bzw. zu unterstützen, das Medium Licht also dementsprechend für den Betrachter im Zuschauersaal künstlerisch und kreativ einzusetzen, muss sich die Ausleuchtung in Studios zusätzlich an den technischen Gegebenheiten des Aufnahmemediums (der Fernsehkamera) orientieren.

Um eine zufriedenstellende Kameraaufnahme zu ermöglichen, ist ein gewisser Grad an Mindesthelligkeit erforderlich. Diese Helligkeit ist von der Empfindlichkeit und dem optischen System der verwendeten Fernsehkamera abhängig. Um ein gutes Fernsbild zu erzielen, reicht es jedoch nicht aus, eine bestimmte Szene einheitlich hell auszuleuchten. Im Fernsbild wäre das spätere Ergebnis eine Darstellung ohne räumliche Tiefe, würde auf den Betrachter flach und unrealistisch wirken und ein ins Licht gesetztes Objekt hätte weder Substanz noch Form. Der Grund liegt in den extremen Unterschieden zwischen menschlichem Auge und den optischen Systemen der Kameras. Das menschliche Auge ist in der Lage, dreidimensional zu sehen und kann somit Gestalt, Form und Tiefe von Objekten erkennen. Darüber hinaus besitzt es einen Kontrastumfang von min. 1:10000, d.h. eine Fläche kann in ihren verschiedenen Helligkeiten mit bis zu 10000 einzelnen Abstufungen beurteilt werden. Im Gegensatz dazu ist das Fernsehen ein zweidimensionales System und besitzt lediglich einen Kontrastumfang von 1:40. Ist dem menschlichen Auge also das Erkennen räumlicher Dimensionen von Natur aus mitgegeben, muss die notwendige Tiefe im Fernsehen erst mit Hilfe der richtigen Beleuchtung erzeugt werden. Für das Verständnis der Fernsehbeleuchtung ist es daher von großer Bedeutung zu realisieren, dass ein Fernsbild nicht vom eigentlichen Licht, sondern von den dadurch hervorgerufenen Schatten erzeugt wird. Ebenso muss bedacht werden, dass es bedingt durch den geringen Kontrastumfang der Kameras erforderlich ist, extreme Helligkeitsunterschiede zwischen hellstem und dunkelstem Punkt eines angeleuchteten Objektes zu vermeiden. Andernfalls werden die Orte mit sehr heller Ausleuchtung im späteren Fernsbild überbelichtet wiedergegeben, während zuvor relativ dunkle Teile komplett schwarz erscheinen.

Trotz dieser Gegebenheiten bietet auch das Licht in Film- und Fernsehstudios ein enormes Potential an Kreativität und gibt dem Lichtdesigner ebenso die Möglichkeit, Atmosphäre zu erzeugen. Auch im Studio kann man durch unterschiedliche Beleuchtung schnell zwischen Tag und Nacht unterscheiden oder beispielsweise eine düster wirkende Stimmung mit Hilfe einer kontrastreichen Beleuchtung erzeugen.



Im Studiobetrieb liegen die Beleuchtungsstärken gewöhnlich zwischen 600 und 2000 Lux, wobei eine Helligkeit von ca. 1200 Lux für viele Anwendungsfälle als ausreichend beurteilt werden kann, da die meisten Kameras in Abhängigkeit des Lichtpegels mit einer Blendenstellung von zwei bis vier arbeiten.

Für die Installation der Lichtquellen stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. So können entsprechende Scheinwerfer an manuell oder motorisch bedienbaren Scherenleuchtenhängern befestigt werden, um die Geräte je nach erforderlichem Abstand zum Studioboden horizontal positionieren zu können. Die meist in größeren Studios eingebauten Stangenleuchtenhänger bieten Platz zur Aufnahme mehrerer Geräte und sind ebenfalls motorisch horizontal positionierbar. Ein größtmögliches Maß an Flexibilität wird durch den Einsatz von Teleskopleuchtenhängern erzielt, da sie nicht nur in der Höhe, sondern in Laufschienen auch vertikal verfahren werden können. Auf diese Weise kann die Position jedes einzelnen Scheinwerfers exakt ausgewählt werden und das Umrüsten auf eine neue Anordnung der Lichtquellen erfolgt in nur wenigen Minuten.

Die Auswahl der benötigten Scheinwerferleistungen ist von vielen Faktoren abhängig und wird maßgeblich von der Position der Lichtquellen bestimmt. Als Ausgangspunkt spielen die Höhe der Dekoration und die Positionen von Personen im Set eine Rolle, da durch sie die Entfernung des Aufnahmemediums, der Fernsehkamera, bestimmt wird. Soll das spätere Fernsehbild beispielsweise eine Totale des gesamten Sets zeigen, muss die Kamera in größerer Entfernung zum Geschehen aufgestellt werden. Um ein Erscheinen der Scheinwerfer im späteren Fernsehbild zu vermeiden, dürfen die Geräte in diesem Fall also nicht zu niedrig positioniert werden. Wie auf den nächsten Seiten zu sehen sein wird, erfordern die einzelnen Lichtarten nun aber bestimmte Lichteinfallswinkel. Da die Höhe der Scheinwerfer durch die geschilderten Gegenheiten regelmäßig festgelegt ist, kann der erforderliche Einfallswinkel nun also nur dadurch erzielt werden, in dem die Entfernung einer Lichtquelle und, soweit möglich, auch die Höhe zum angeleuchteten Objekt exakt variiert wird. Da eine bestimmte Helligkeit für ein gutes Fernsehbild aber unabdingbar ist, lässt die so ermittelte Entfernung wiederum einen Rückschluss auf die erforderliche Leistungsstufe eines Scheinwerfers zu. In der Praxis kann der Lichtplaner hierfür eine DIN-Schablone nutzen, auf der die Abhängigkeit zwischen Höhe, Einfallswinkel und Entfernung eines Scheinwerfers mit Hilfe von Kurven beschrieben ist (Vgl. auch Seite 133). Zur genauen Festlegung der benötigten Leistungsstufe kann aus ihr der tatsächliche Abstand eines Scheinwerfers zum Objekt ermittelt werden, der bei einer gegebenen Entfernung und vorliegendem Neigungswinkel des Gerätes entsteht. Entsprechende Tabellen der Scheinwerferhersteller geben dann eine Auskunft darüber, ob die von einer bestimmten Scheinwerferleistung zur Verfügung gestellte Helligkeit ausreicht oder nicht.



Lichtarten im Studio

Die Beleuchtung eines Studios besteht im wesentlichen aus vier verschiedenen Lichtarten, mit denen Personen oder Objekte entsprechend den zuvor dargelegten Anforderungen ausgeleuchtet werden. In den folgenden Beispielen beziehen wir diese Lichtarten auf die Ausleuchtung einer Person, die grundlegenden Scheinwerferpositionen können analog aber auch bei der Beleuchtung von Objekten angewendet werden.

Führungslicht

Das Führungslicht kann in gewisser Weise mit dem Vorderlicht der Theaterbeleuchtung verglichen werden und stellt eine Lichtquelle dar, welche die Frontseite einer Person oder eines Objektes beleuchtet. Der Begriff Führungslicht ist von der Bedeutung dieser Lichtart abgeleitet, da sie den Charakter und die Stimmung einer Darstellung wesentlich prägt und auch für die grundlegende Helligkeit eines Sets verantwortlich ist.

Im Gegensatz zum Vorderlicht im Theater sind die Lichtquellen des Führungslichts jedoch in wesentlich geringerer Distanz zum angeleuchteten Objekt angeordnet und müssen in einem ganz bestimmten vertikalen Winkel positioniert werden, um eine gewisse Tiefenwirkung auf dem angestrahlten Objekt zu erzeugen. Gewöhnlich liegt dieser Winkel in einem Bereich zwischen 10° bis 20° aus der Mittelachse heraus, wobei ein horizontaler Lichteinfall von ungefähr 45° die besten Resultate liefert. Bei einem frontaleren Lichteinfall würde das Gesicht einer Person im späteren Fernsehbild vollkommen konturlos und flach wirken.

Als alleinige Lichtart könnte man das Führungslicht allerdings nicht einsetzen, da es nicht im ausreichenden Maße



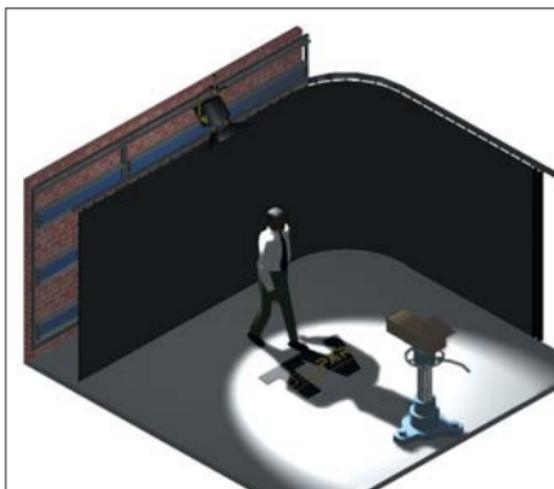
Führungslicht

zu einer Tiefenwirkung des gesamten Bildes beiträgt und die Schattenbildung im Gesicht der Person so stark wäre, dass im Fernsehbild die Augenhöhlen und Bereiche unterhalb der Nase schwarz erscheinen würden. Typische Lichtpegel des Führungslichts liegen in einem Bereich um 1000 Lux, erzeugt durch Stufenlinsenscheinwerfer.

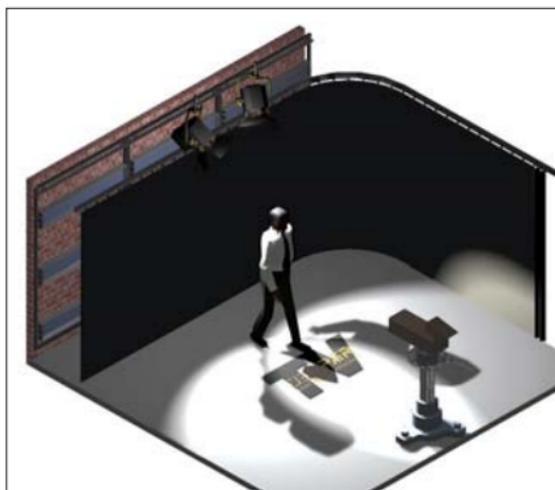


Spitzlicht

Das Spitzlicht, auch als Gegenlicht bezeichnet, steigert die Abhebung des Hintergrundes vom übrigen Geschehen und sorgt im Fernsehbild für ein geeignetes Maß an Raumtiefe. Damit gleicht es die fehlende Tiefenwirkung des Führungslichts aus und sorgt für klare Konturen. Ohne den Einsatz von Spitzlichtscheinwerfern würde am Fernsehschirm die räumliche Zuordnung von im Set befindlichen Personen oder Gegenständen fehlen. Für den Betrachter entstünde dementsprechend der Eindruck, dass sich alle Objekte plan vor der Hintergrundfläche des Studios befinden würden.



Spitzlicht



Von beiden Seiten einfallendes Spitzlicht

Spitzlichtscheinwerfer werden direkt hinter dem entsprechenden Objekt platziert, wobei der Winkel zwischen Spitzlichteinfall und angeleuchtetem Objekt bei 60° liegen sollte. Zum Einsatz kommen Stufenlinsenscheinwerfer, deren Lichtintensität mit der Helligkeit des Vorderlichts identisch ist. Je nach Person oder Gegenstand kann das Spitzlicht auch mit Hilfe von zwei seitlich versetzt angeordneten Scheinwerfern erzeugt werden.



Aufhell-Licht

Aufhell-Licht ist eine weiche Lichtquelle und soll die vom Führungslicht verursachten Kontraste mindern. Da die Fernsehkamera nur einen Kontrastumfang von 1:40 besitzt, darf die Ausleuchtung keine zu starken Unterschiede zwischen hellen und dunklen Flächen aufweisen, da sehr helle Orte im Fernsehbild sonst überbelichtet sind und Flächen mit starkem Kontrast schwarz erscheinen. In Zusammenhang mit dem Führungslicht wurde bereits auf diese Problematik hingewiesen.

Mit Hilfe eines Weichstrahlers werden die durch Schattenbildung des Führungslichts hervorgerufenen dunklen Flächen aufgehellt, um so den starken Kontrast zu gut ausgeleuchteten Teilen einer Person oder eines Gegenstandes abzuschwächen.



Aufhell-Licht über Weichstrahler



Aufhell-Licht über Stufenlinsenscheinwerfer (linkes Gerät)

Da auch Weichstrahler kein schattenloses Licht erzeugen, ist die Positionierung des Aufhell-Lichts äußerst wichtig. In der Regel wird der Weichstrahler auf der nebenliegenden Seite des Führungslichts platziert, etwa 10 bis 20° von der Mittelachse entfernt, mit einer Neigung von ca. 30°.

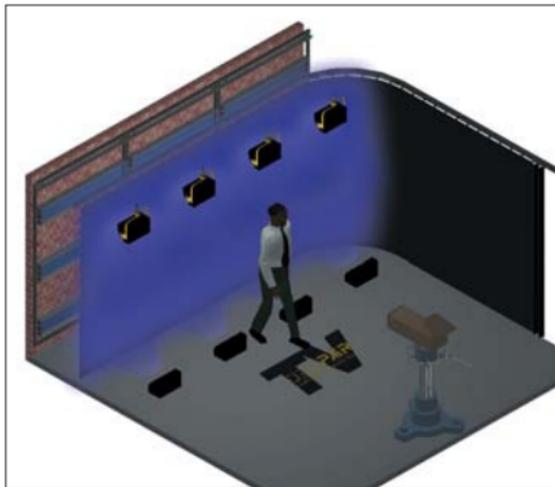
Der Einsatz von Weichstrahlern zur Aufhellung ist aber nur bei kurzen Entfernungen möglich (z.B. in klassischen Nachrichtensstudios). In Studios mit größerer Distanz zur Kamera und der damit verbundenen höheren Positionierung der Scheinwerfer, führt der Weichstrahler nicht zur gewünschten Wirkung. Das Aufhell-Licht muss dann über einen identisch platzierten Stufenlinsenscheinwerfer erzeugt werden, der im Vergleich zum Führungslicht aber eine wesentlich geringere Helligkeit besitzen muss.



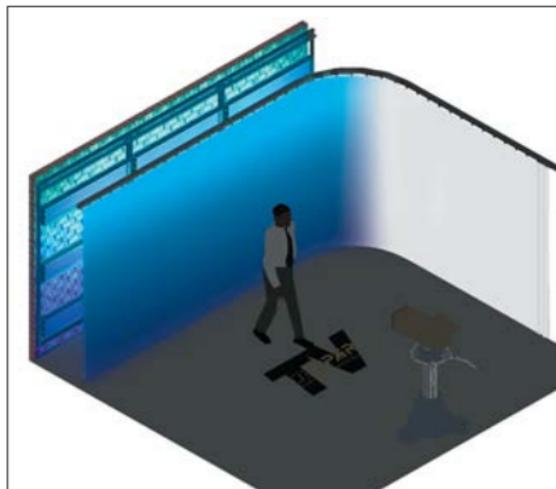
Horizontlicht

In Abhängigkeit des Hintergrundes kann das Horizontlicht im Fernsehstudio zwei unterschiedliche Funktionen erfüllen. Einerseits dient es zur Ausleuchtung einer im hinteren Studiobereich befindlichen Dekoration und schafft dadurch ein noch höheres Maß an Raumtiefe. Andererseits wird es regelmäßig auch zum Erzeugen der Farben blau und grün eingesetzt, die beim elektronischen Stanzverfahren Chroma-key zum Herauslösen von Personen oder Gegenständen aus einer Hintergrundfläche Verwendung finden. Für das Horizontlicht greift man auf geeignete Flächenleuchten und Bodenfluter mit asymmetrisch gestalteten Reflektoren zurück.

Diese klassische Art der Horizontbeleuchtung bringt jedoch einige Probleme mit sich. Beispielsweise ist eine gleichmäßige Ausleuchtung nur



Konventionelles Horizontlicht



Horizontlicht mit Leuchtstoff-Hintergrundleuchten

schwer zu erzielen, müssen eingesetzte Farbfilter häufig ausgetauscht werden und führen in der Nähe angeordnete Spitzlichtscheinwerfer zu einer Schattenbildung auf dem Horizont. Aus diesem Grund geht man in jüngerer Vergangenheit immer häufiger dazu über, einen Horizont von hinten zu beleuchten. Der Hintergrund besteht dabei aus milchig-matter Operafolie, die mit Hilfe von dahinter angeordneten Leuchtstofflampen akzentuiert wird. Die Geräte sind mit einzeln ansteuerbaren Leuchtstoffröhren in den Farben Weiß, Rot, Grün sowie Blau ausgerüstet und erlauben auf Basis der additiven Farbmischung so die Reproduktion aller natürlichen Farben. Der Vorteil liegt hierbei in einer extrem gleichmäßigen Lichtverteilung, wesentlich geringeren Energieaufnahme und exakten Einstellung der benötigten Farben. Dies trifft umso mehr auf die Chroma-key Farben Blau und Grün zu.

Studio, Theater, Event...

... wir haben die Lösungen!



- **Planung**
- **Ausführung**
- **Service**

Unsere Erfahrungen sind die Planung und Ausführung von Studioprojekten und großen Veranstaltungs- und Produktionsstätten. Hierbei haben Sie einen Partner, der Sie bei der Einrichtung berät, eine komplette Planung erstellt und auch für die Ausrüstung bis zur Abnahme und Schulung verantwortlich zeichnet.

- **Eigene Produkte**

Mehr Infos: www.despar-systeme.de



Die Planung und Umsetzung eines Lichtkonzeptes

Auf den vorhergehenden Seiten wurden die grundlegenden Lichtarten zur Ausleuchtung von Theatern und Studios dargelegt. Im Regelfall besteht eine Lichtszene jedoch nicht nur aus einer dieser Beleuchtungsarten, vielmehr kommt es auf den richtigen "Mix" der unterschiedlichen Lichtrichtungen und Helligkeiten an, der eine Beleuchtung erst perfektioniert und die gewünschte Atmosphäre erzeugt. Dies ist schnell gesagt, in der Praxis vergehen gewöhnlich jedoch viele Wochen, bis das Lichtdesign einer Produktion vollendet ist, da neben den Lichtarten auch weitere Parameter - beispielsweise der Einsatz von Moving Lights oder das Arbeiten mit Farben - sorgfältig geplant werden müssen. In den folgenden Abschnitten sollen einige wichtige Entscheidungskriterien genannt werden.

Erste Arbeitsstadien

Grundsätzlich hängt die Entwicklung eines Lichtkonzeptes davon ab, für welche Art von Produktion man es plant. Soll das Licht bei einer klassischen Theateraufführung eher die dramaturgische Bedeutung der Akteure und der Umgebung interpretieren, ohne wesentlich von der Darstellung abzulenken, so verlangen Musicals gewöhnlich ein deutlich höheres Maß an farbigem Licht und Spezialeffekten, um starke visuelle Eindrücke zu erzeugen. Bei Showveranstaltungen kommt es besonders auf die Wirkung starker Lichteffekte an, wodurch die gesamte Palette kräftiger Farben sowie das bewegte Licht und die Projektionsmöglichkeiten von Moving Lights gefragt sind. Im Fernsehstudio hingegen ist eine gleichmäßigere Ausleuchtung und Farbtemperatur des Lichts für das Erzielen eines guten Fernsehbildes unabdingbar.

Bevor mit der Auswahl von Geräten, Lichtarten und Farben begonnen wird, muss man sich mit dem wesentlichen Inhalt und den dramaturgischen Intensionen der einzelnen Szenen einer Produktion vertraut machen. Dies geschieht durch Lesen des Textbuches, des Ablaufplans oder durch Gespräche mit den verantwortlichen Regisseuren und Produzenten. Auf diese Weise erhält der Lichtplaner einen grundlegenden Eindruck über die Stimmung und den Spielort unterschiedlicher Szenen, wobei solche Erkenntnisse bereits in diesem frühen Stadium zur Bildung grober Richtlinien für die erforderlichen Lichtarten und Lichtwechsel führen können. Ebenso ist eine Auseinandersetzung mit der geplanten Dekoration von entscheidender Bedeutung, da der Gesamteindruck einer Szene nicht nur von der Beleuchtung abhängt, sondern wesentlich durch die Kulisse geprägt wird. Eine enge Zusammenarbeit mit Bühnenbildnern und Kulissenbauern ist daher bei allen Veranstaltungen unbedingt erforderlich, wobei der Zeitpunkt solcher Treffen bereits während der ersten Planungen einer Produktion erforderlich ist. Auf diese Art kann die Farbgebung von Bauten erörtert werden, und es besteht genügend Zeit, die Wirkung von Licht auf unterschiedlichen in Frage kommenden Materialien zu testen. Ebenso besteht Gelegenheit, generelle Fragen zu erörtern. Beispielsweise ist bei Bühnenproduktionen zu klären, in welchem Umfang zusätzliche Szenenbauten (z.B. Schals) benötigt werden, um in Bodennähe erforderliche Scheinwerfer so installieren zu können, dass die Geräte vom Zuschauer nicht direkt zu sehen sind (z.B. Seiten- und Gassenlichter). Im Hinblick auf die heute verfügbaren Projektionsgeräte kann sich die enge Kooperation ebenfalls schnell positiv auswirken, da anstelle von Kulissenbauten oft auch Dia- oder Goboprojektionen eine ähnliche Wirkung erzeugen können.



Besonders im Fernsbereich ist die Materialauswahl von Kulissenteilen auch ein entscheidender Faktor für die Qualität des späteren Fernsbildes. Beispielsweise ist die Verwendung stark glänzender Materialien kaum denkbar, da ihre Beschaffenheit eine starke Lichtreflektion zur Folge hat, die im Fernsbild zu einer Überbelichtung solcher Flächen führen kann.

Nicht zuletzt muss man die Möglichkeiten der Beleuchtungsanlage kennen, sprich die in einem Theater oder Studio installierten Scheinwerfer und Dimmeranschlüsse sowie die Orte, an denen Lichtquellen angeordnet sind oder installiert werden können. Der Lichtdesigner im Theater oder Studio kann dabei in der Regel auf eine gut ausgestattete Festinstallation und einen gut sortierten Materialpark zurückgreifen, muss sich bei seinen Planungen allerdings auch an diesen technischen Realitäten orientieren. Bei mobilen Produktionen hingegen kann es erforderlich sein, ein einmal erstelltes Lichtdesign an unterschiedliche Spielorte anpassen zu müssen, da Installationsumgebung und Größenverhältnisse nicht immer identisch sein werden.

Nach Abschluss dieser Vorplanungen wird in der Regel ein Modell des Spielortes angefertigt (besonders bei Theater- und Showproduktionen), welches den Aufbau und die Position von Kulissen in Miniaturausführung wiedergibt, wobei alle Teile so bemalt und dekoriert sind, wie sie später auch real erscheinen sollen. Für den Lichtdesigner bietet das Modell nochmals die Möglichkeit, sich ein noch genaueres Bild von der geplanten Aufführung machen zu können.

Die Entwicklung des Lichtkonzeptes

Mit Kenntnis der zuvor dargelegten Informationen kann die Entwicklung des eigentlichen Lichtkonzeptes beginnen. Grundsätzlich benötigt man dazu einen maßstäblich gezeichneten Plan des Sets, der eine Draufsicht der Spielfläche bietet und in den die wichtigsten Dekorationselemente eingezeichnet sein sollten. Um Neigungswinkel von Scheinwerfern und damit den Verlauf der Lichtstrahlen planen zu können, sollte ein zweiter Plan mit einer Seitenansicht (Schnittzeichnung) vorhanden sein. Hat man die zur Verfügung stehenden Scheinwerfer und Dimmerkreise nicht im Gedächtnis, empfiehlt sich die Aufstellung einer Liste mit den vorhandenen Gerätetypen und Leistungsstufen sowie die Anfertigung einer Zeichnung mit der Position von Dimmeranschlüssen (bei Festinstallationen).

Für jede Szene der Aufführung beginnt nun ein sich immer wiederholender Entscheidungsprozess, in dem die Art und Richtung des Lichts, die dafür verwendeten Scheinwerfer, ihre Positionierung und Helligkeit sowie die Farbgebung des Lichts gemäß der zu vermittelnden Atmosphäre (Bühne) oder der für die Fernsehkamera erforderlichen Ausleuchtung (Studio) festgelegt werden muss. Folgende Einzelentscheidungen sind dabei zu fällen:

● Art des Lichts

Die elementare Frage lautet hier "Welche Arten von Licht müssen eingesetzt werden, um eine gewünschte Wirkung und eine ausreichende Ausleuchtung zu erzielen?" Der erste Schritt liegt in der Bestimmung des Führungslichtes, eine Lichtart, die aus jeder beliebigen Richtung erzeugt werden kann und gewöhnlich leistungsstarke Scheinwerfer erfordert. Das Führungslicht gibt die klarste Lichtrichtung an und kann sich an gegebenen Realitäten einer Spielszene orientieren (z.B. der Lichteinfall durch ein Fenster, der das Licht der Sonne oder des Mondes symbolisieren soll). Als alleinige Lichtart reicht das Führungslicht gewöhnlich jedoch nicht aus, da seine Wirkung zu dominant wäre. So gilt es, über andere Lichtarten räumliche Dimensionen zu erzeugen, zu dunkle Bereiche aufzuhellen, einzelne Objekte hervorzuheben oder Strukturen herauszuarbeiten.



Ebenso muss die Entscheidung fallen, ob bewegtes Licht oder Projektionen zum Einsatz kommen sollen. Für die Ausleuchtung von Personen und Objekten im Studio existieren drei wesentliche Lichtarten, die als Kombination zum Einsatz kommen müssen. Eine Lichtart erzeugt dabei das Führungslicht, die andere bringt als Gegenlicht Tiefe in die Darstellung und eine dritte hellt zu dunkle Bereiche auf, um starke Kontrastunterschiede zu verhindern.

■ Lichtrichtungen

In diesem Punkt geht es um die Frage, aus welcher Richtung der Lichtstrahl einer Lichtquelle auf ein Objekt treffen muss, um die gewünschte Wirkung im Gesamtbild zu erzeugen. Im Theater bieten sich acht wesentliche Lichtrichtungen an, wobei jede Lichtrichtung eine unterschiedliche Darstellung des angeleuchteten Objektes oder Darstellers zur Folge hat und dem Betrachter somit einen bestimmten Eindruck vermittelt (beispielsweise eine mysteriöse Atmosphäre bei Fußlicht). Ebenso können einzelne Lichtarten aus verschiedenen Richtungen angewendet werden und rufen dann unterschiedliche Effekte hervor (z.B. ein Gegenlicht von schräg oben oder von hinten in Höhe des Darstellers). Im Kapitel Bühnenbeleuchtung wurde bereits darauf eingegangen. Im Fernsehstudio sind die Lichtrichtungen der einzelnen Lichtarten klarer definiert, um die notwendige Auswirkung der Lichtart sicherstellen zu können (z.B. wird ein Führungslicht hier nicht von der Seite eingesetzt, sondern leicht versetzt aus der Kameraaufnahmerichtung).

■ Typenauswahl von Scheinwerfern

Sind die gewünschten Lichtarten festgelegt worden, ist zu fragen, welche Scheinwerfer zum Erzeugen des Lichts verwendet werden können. Im Theater gibt es dabei etwas mehr Spielraum, da unterschiedliche Lichtarten mit Hilfe verschiedener Gerätetypen erzeugt werden können. Im Studio wiederum reduzieren sich die sinnvoll nutzbaren Geräte auf Stufenlinsen, Weichstrahler und Horizont-/Flächenleuchten, die direkt den entsprechenden Lichtarten zugeordnet sind.

■ Scheinwerferpositionierung

Die Anordnung von Scheinwerfern wird im wesentlichen von den ausgewählten Lichtrichtungen und den Positionen der auszuleuchtenden Objekte determiniert. Eine wichtige Einflussgröße stellen dabei die technischen Realitäten dar, da nicht an jeder vielleicht gewünschten Stelle ein Scheinwerfer plaziert werden kann. Bei der Lichtplanung muss dieser Umstand beachtet werden. Die Entfernung zum Objekt und die gewünschte Größe des Lichtkegels bestimmen dabei den erforderlichen Lichtausfallwinkel der Geräte. Besonders bei Bühnenproduktionen ist beim Positionieren der Scheinwerfer ebenfalls zu bedenken, dass seitlich im Bühnenbereich oder an Laststangen angebrachte Geräte eventuell für die Zuschauer der vorderen Sitzreihen sichtbar sind. Die Sichtlinie dieser Zuschauer ist daher im Rahmen der Lichtplanung zu prüfen. Fallen entsprechende Scheinwerfer in diesen Wahrnehmungsbereich, können sie z.B. mit Hilfe von Vorhängen weitgehend "unsichtbar" gemacht werden. Im Studio ist die exakte Positionierung von Scheinwerfern noch wichtiger, da die Lichtstrahlen aufgrund der Aufnahmerichtungen in bestimmten Winkeln einfallen müssen, um eine zu starke Schattenbildung zu verhindern, die Höhe ihrer Positionierung regelmäßig jedoch durch die Entfernung der Fernsehkamera und dem damit verbundenen Sichtbereich im Fernsehbild auf ein Mindestmaß festgelegt ist.

■ Helligkeiten

Hier geht es um die Festlegung der benötigten Helligkeiten und damit verbunden auch um die Bestimmung der erforderlichen Leistungsstufen der Scheinwerfer. Wird das Medium "Lichtintensität" im Theater zum Schaffen von Kontrasten verwendet, ist im Studio eine bestimmte Aufnahme-helligkeit (600 bis 1500 Lux) zum Erzielen einer guten Aufnahmequalität zwingend erforderlich.

■ Farben

Die Auswahl von Farben ist speziell bei klassischen Theaterproduktionen nicht ganz einfach, da jede Farbe bestimmte subjektive "Wesenseigenschaften" besitzt, die von verschiedenen Personen jedoch unterschiedlich interpretiert werden können.



Ebenso muss bedacht werden, dass Darsteller (besonders die Gesichtshaut) im Licht von kräftigen Farben unnatürlich wirken, es sei denn, dieser Effekt ist gewollt. Ebenfalls in diesem Punkt ist die Farbtemperatur der verwendeten Lichtquellen zu klären. Im Studio ist man auf eine relativ konstante Farbtemperatur des Lichts angewiesen (ca. 2500 bis 3200 K), da es andernfalls im Fernsehbild zu Farbstichen kommt. Verwendet werden daher ausschließlich entsprechende Glühlightscheinwerfer. Da auch Glühlampen bei unterschiedlichen Helligkeiten Farbabweichungen besitzen, kommen neben der Helligkeitssteuerung über Dimmer Draht-Gazen zum Einsatz, mit denen die Lichtintensität in Stufen von 33 und 50% kontrolliert werden kann. Im Theater kann man sich die unterschiedliche Farbigkeit der verschiedenen Lichtquellen als Gestaltungselement zunutze machen und Tageslicht-Scheinwerfer in ihrer ursprünglichen Form (ohne Farbfilter) als besonders kalte Lichtquelle nutzen. Zudem schätzt man ihre enorme Lichtleistung, die sich als Führungslicht anbietet, sowie ihr starkes Kontrastverhalten zu Glühlightscheinwerfern.

Um eine bessere Kontrolle über die Ausleuchtung der gesamten Spielfläche zu erhalten, kann man die Bühnen- oder Studiofläche in kleine Bereiche unterteilen, denen dann entsprechende Lichtarten, Lichtquellen und Farbgebungen zugeordnet werden. Auf diese Weise ist weitgehend ebenso sichergestellt, dass die Orte der Spielhandlung gleichmäßig ausgeleuchtet sind und Personen gut akzentuiert sind, auch wenn sie sich in unterschiedlichen Bereichen der Spielfläche bewegen. Eine solche Unterteilung kann in der vertikalen und horizontalen Perspektive vorgenommen werden. Als Gesamtbild erhält man eine rasterähnliche Darstellung der Spielfläche, in die nach der Auswahl und Positionierung von Lichtquellen auch deren Lichtkegel und / oder Strahlengänge eingezeichnet werden können.

Die dargestellten Überlegungen werden gewöhnlich mit Stift, Papier und Schablone vorgenommen. Am Schreibtisch wird sozusagen ein theoretisches Lichtkonzept entwickelt, in dem die realen Auswirkungen der unterschiedlichen Lichtquellen vorausgeplant worden sind, die in ihrem Zusammenspiel das erhoffte Ergebnis bringen sollen. Je nach Erfahrung und Können des Planers wird dieses Konzept in der Realität kaum oder stärker korrigiert werden müssen. Die rasante Entwicklung der Computertechnologie hat jedoch auch in diesem Anwendungsbereich nicht Halt gemacht und so sind heute ernstzunehmende Softwarelösungen verfügbar, mit denen der Lichtausfall von Lichtquellen simuliert und dadurch ein komplettes Lichtkonzept am PC getestet werden kann. Hierfür ist es nötig, den Raum und die Dekoration der Spielfläche anzulegen (entweder durch eigenständiges Zeichnen oder durch den Einsatz entsprechender Symbolbibliotheken) und die geplanten Lichtquellen an ihren Positionen einzufügen. Beim Erstellen von Dekorationen kann dabei sogar auf unterschiedliche Materialien eingegangen werden. Meistens gibt es auch für die unterschiedlichen Scheinwerfertypen eine Bibliothek (oft sogar herstellerbezogen), die dort mit ihren realen Lichtverteilungskurven abgelegt sind. Parameter wie Neigungswinkel, Fokussierung, eingesetzter Farbfilter, verwendetes Gobo und Helligkeit ergänzen die notwendigen Einstellungen. Hat man sich die Lichtszene so aufgebaut, kann die Ausleuchtung der Spielfläche in Form eines gerenderten, dreidimensionalen Bildes dargestellt werden. Einige Systeme erlauben dabei die direkte Kopplung mit einer Lichtsteuerung und stellen somit auch Lichtwechsel und bewegtes Licht von Moving Lights dar. Auf den ersten Blick wirken die Darstellungsformen einiger Softwarepakete recht realistisch, ob sie im Rahmen einer professionellen Planung jedoch ausreichen, muss jeder Lichtdesigner für sich entscheiden. Einen Schritt weiter geht das Nachbilden einer Produktion in Miniaturausführung.



Bild einer Bühnensimulation im Maßstab 4:1 (hier das Musical *Tabaluga & Lilli* im 4:1 Scale Design Studio, Köln-Hürth)

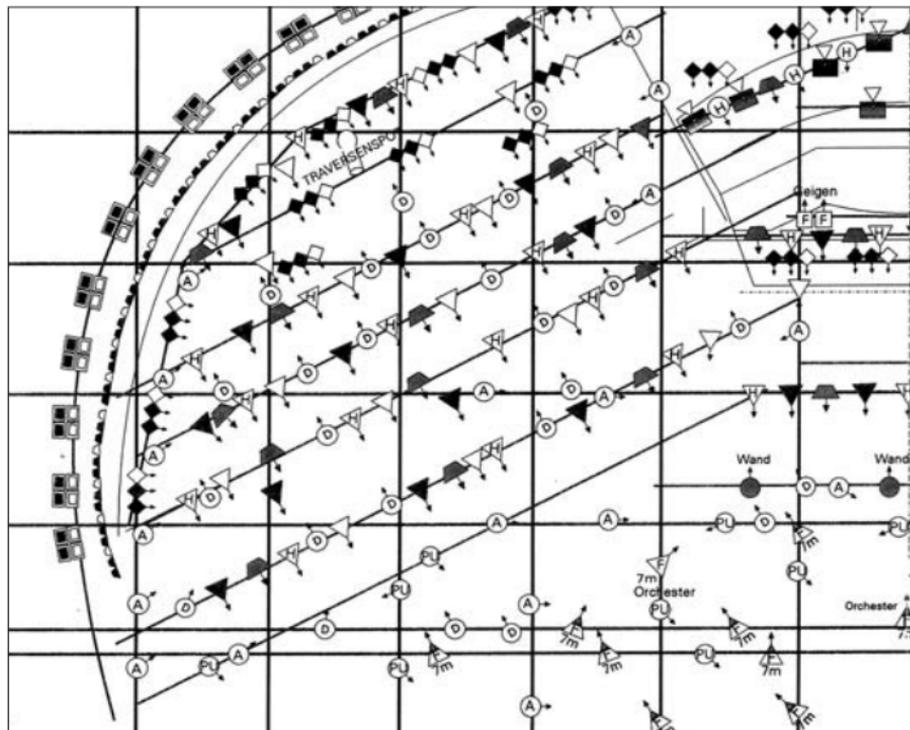
Ähnlich eines Modells werden Spielfläche, Dekorationen und Akteure in einem kleineren Maßstab (in der Regel 4:1) absolut realistisch nachgebildet und entsprechend der Planungen ausgeleuchtet. Dabei sind auch die Scheinwerfer diesen Größenverhältnissen angepasst (teilweise Spezialkonstruktionen oder kleine PAR-Niedervoltscheinwerfer) und können über gewöhnliche Lichtsteuerungen angesteuert werden. Diese Vorgehensweise ist zwar nicht ganz billig, jedoch kann mit ihr die Wirkung von Licht in Verbindung mit Dekorationen und Personen mit großer Genauigkeit und mit hohem Wahrscheinlichkeitsgrad getestet werden. Nicht zuletzt muss man in Betracht ziehen, dass auf diese Art einige zeitraubende Lichtproben oder Änderungen des

Konzeptes vor Ort eingespart werden, die auch mit deutlichen Kosten verbunden sind. In Deutschland bietet das "4:1 Scale Design Studio für Licht- und Bühnensimulation" in Köln entsprechende Möglichkeiten mit großem Erfolg an.

Der Beleuchtungsplan

Sind alle Entscheidungen über Scheinwerfertypen und ihre Anordnung getroffen worden, wird das Ergebnis im Beleuchtungsplan festgehalten. Er enthält einen Grundriss der Spielfläche und zeigt alle Scheinwerfer an den ihnen zugewiesenen Positionen mit ihrer jeweiligen Lichtrichtung an. In der Regel enthält er weitere Angaben, wie z.B. die Stromkreis-/Dimmernummer eines Scheinwerfers, die eingesetzte Farbe oder die eingestellte DMX-Adresse eines Moving Light bzw. Farbwechslers. Der Beleuchtungsplan fasst dementsprechend die technischen Realitäten eines Lichtkonzeptes zusammen und ist ein wichtiges Dokument, da er alle vorgenommenen Planungen dokumentiert und das "Lichtgerüst" einer Produktion immer wieder exakt aufbauen lässt. In der Regel wird er durch weitere wichtige Dokumentationen ergänzt. Hierzu zählen Patchlisten, in denen für jeden Scheinwerfer die Nummer des Dimmers, die Nummer des Anschlusskabels (bei mobilen Produktionen z.B. die Belegungsnummer eines Multicore-Kabels) und die Nummer des entsprechenden Stromkreises der Lichtstellanlage festgehalten sind. Ebenso werden Scheinwerferlisten geführt, in denen jeder Scheinwerfer mit der exakten Position seines Lichtkegels auf der Spielfläche vermerkt ist. Besonders in Spielstätten mit täglich wechselnden Aufführungen ist der Beleuchter beim Einleuchten der Scheinwerfer auf diese Darstellungen angewiesen, da solche exakten Angaben nicht aus dem Beleuchtungsplan zu ersehen sind. Bei Einsatz von Moving Lights und Farbwechslern empfiehlt sich darüber hinaus das Festhalten der Belegung von Gobo-Rädern und Filterrollen. Wie zu sehen ist, hat Lichtgestaltung also nicht nur mit Kunst zu tun, sondern erfordert auch ein hohes Maß an Schreibearbeit.

Die Scheinwerfer werden im Beleuchtungsplan über grafische Symbole dargestellt, die im Studiobereich genormt sind (DIN 15560, Teil 6), bei Bühnenproduktionen jedoch in unterschiedlichsten Ausführungen und Variationen verwendet werden. Das Erstellen von Beleuchtungsplänen kann per Hand mit Hilfe von Beleuchtungsschablonen geschehen (Vgl. auch Seite 133), oder man bedient sich der zahlreichen heute verfügbaren CAD-Programme, für die entsprechende Beleuchtungssymbole verfügbar sind. Die Abbildung auf der rechten Seite zeigt die typische Gestaltung eines Beleuchtungsplan.



Ausschnitt aus einem Beleuchtungsplan einer AÜ-Fernsehproduktion

Die Umsetzung des Lichtkonzeptes in die Praxis

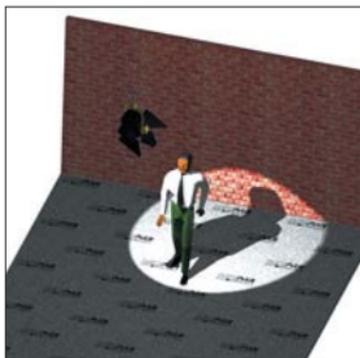
Nach Abschluss aller Planungen und der Beschaffung eventuell erforderlicher zusätzlicher Scheinwerfer, Farbfilter oder ähnlichem muss sich das Lichtkonzept nun in der Praxis bewähren. Je nach Produktionsort startet man bei mobilen Produktionen nun mit den Installationsarbeiten der Beleuchtungsanlage, ergänzt bei fertig ausgerüsteten Bühnen den einen oder anderen mobil eingesetzten Scheinwerfer und fährt die Leuchtenhängersysteme in Studios auf die erforderlichen Positionen. Sind alle Scheinwerfer gemäß des Beleuchtungsplans installiert, angeschlossen und getestet worden, kann mit dem Einleuchten der Geräte begonnen werden. Dabei wird der Lichtkegel jedes einzelnen Scheinwerfers entsprechend seiner Funktion auf das anzuleuchtende Objekt gerichtet und der Lichtausfall entsprechend fokussiert. Dies bedingt natürlich, dass alle Dekorationsteile vorhanden und an ihrem richtigem Platz postiert sind und zur Ausleuchtung von Personen entsprechende Darsteller oder Statisten bereitstehen. Auf der dunklen Spielfläche beginnt man nun mit dem Einstellen der einzelnen Scheinwerfer, wobei man Geräte mit ähnlicher Position gewöhnlich in Gruppen einleuchtet, um den späteren Gesamteindruck eines ausgeleuchteten Objektes beurteilen zu können.



Ebenso sollte das Licht für Personen getrennt von der Beleuchtung der Dekoration fokussiert werden. Im Studio wird zusätzlich ein Lichtmessgerät der ständige Begleiter des Beleuchters sein, um die erzielten Lichtstärken der Ausleuchtung exakt im Auge behalten zu können. Beim Einrichten von Scheinwerfern für Personenlicht ist auf die optimale Wirkung des Lichts zu achten. Eine Person ist nur dann deutlich ausgeleuchtet, wenn die Mitte des Lichtkegels in der Nähe des Oberkörpers plaziert wird und sich die Füße der Person im vorderen Randbereich des am Boden abgebildeten Lichtkreises befinden. Im Hinblick auf das Einrichten von Scheinwerfern in Fernsehstudios muss versucht werden, den Lichtausfall der einzelnen Lichtquellen am Rand des Lichtkegels so exakt wie möglich ineinanderlaufen zu lassen, um eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung ohne hohe Lichteinbrüche zu erzielen. Nach Einrichten aller Scheinwerfer kann mit dem Programmieren der verschiedenen Lichtszenen begonnen werden. Dabei werden die in einer Spielszene beteiligten Scheinwerfer mittels der Lichtstellanlage auf die benötigten Helligkeitswerte gestellt, die notwendigen Farben von Farbwechslern angewählt sowie die gewünschten Parameter der Moving Lights programmiert, um das vorher geplante Gesamtbild erzielen zu können. Spätestens hier zeigt sich der visuelle Effekt der Planung und können Farbkorrekturen, Änderung von Scheinwerfern oder ähnliches notwendig werden. Jede neue Lichtszene wird dabei als individuelle Lichtstimmung gespeichert, mit Blendzeiten versehen und in ihrem Zusammenspiel mit vorhergehenden und nachfolgenden Lichtwechseln überprüft. Als Endresultat dieser Arbeiten erhält man eine Stimmungsliste, die in chronologischer Abfolge zum Spielgeschehen alle Veränderungen von Helligkeiten, Farben oder Moving Light Positionen in Form einzelner Lichtstimmungen enthält. Während einer Aufführung wird diese Liste dann sequentiell abgearbeitet, d.h. die einzelnen Lichtszenen werden am Lichtstellpult zum erforderlichen Zeitpunkt der Lichtwechsel per Tastendruck gestartet (bei Shows häufig auch automatisiert per Timecode-Signal). Auch hier sind gute Notizen notwendig, die diesen Zeitpunkt für jeden Lichtwechsel exakt festhalten (z.B. Lichtwechsel auf Text-Stichwörter). Ebenso ist es ratsam, jede Lichtstimmung mit ihrer wesentlichen Lichtveränderung kurz zu beschreiben. Moderne Lichtstellanlagen bieten für diesen Zweck Texteingaben an und können die Stimmungsliste sowie den Inhalt der einzelnen Lichtstimmungen mit allen gespeicherten Parametern auf einem Drucker ausgeben, wodurch lästiges Schreiben mit der Hand entfällt.



Personenlicht mit falsch eingerichtetem Scheinwerfer



Personenlicht mit richtig eingerichtetem Scheinwerfer



Lichtplanung am PC

Im Rahmen der Ausführungen zur Entwicklung von Lichtkonzepten wurde bereits darauf hingewiesen, dass es mittlerweile ernstzunehmende Möglichkeiten gibt, ein Lichtkonzept vor Umsetzung in die Realität am Computer visualisieren zu lassen oder die Planungen sogar komplett mit Unterstützung entsprechender Software-lösungen durchführen zu können. Dabei sprechen wir hier von einem Anwendungsgebiet der Computertechnologie, das dem Lichtdesigner zukünftig ein enormes Potential an Planungssicherheit bringen kann und vielleicht auch die eine oder andere Beleuchtungsprobe überflüssig machen wird. Für eine detaillierte Auseinandersetzung mit den heute möglichen Darstellungsformen, aber auch den zu beachtenden Einschränkungen, konnten wir Prof. Dr.-Ing. Roland Greule gewinnen, der sich bereits einige Jahre mit dem Thema Lichtsimulation beschäftigt und die am Markt verfügbaren Simulationsprogramme im Rahmen seiner Tätigkeit an der Fachhochschule Hamburg wissenschaftlich untersucht.

Lichtsimulation im Theater- und Fernsehbereich

Prof. Dr.-Ing. Roland Greule, Fachhochschule Hamburg, Fachbereich Medientechnik

Das chinesische Sprichwort, dass ein Bild mehr aussagen kann als tausend Worte, ist in unserer jetzigen Zeit mehr als berechtigt. In sehr vielen Bereichen ist der Computer nicht mehr wegzudenken und ersetzt viele Routinearbeiten, hilft aber auch bei der Darstellung komplizierter Vorgänge. Einzig die Theater und Rundfunkanstalten taten sich lange Zeit mit der Akzeptanz von Lichtsimulationen schwer, obwohl gerade hier die digitale Informationsverarbeitung sinnvoll einsetzbar wäre, da eine eindeutige Bildsprache für die unterschiedlichen Abteilungen notwendig ist und Änderungen im Produktionsprozess stattfinden und vermittelt werden müssen. Der Wunsch, seine Umgebung abzubilden, kann bis in die ältesten Kulturen nachgewiesen werden. Erste Anzeichen einer realistischen Darstellung gab es schon in der Kunst der griechischen Antike, wo bereits durch Überdeckung und Figurenverkürzung perspektivische Wirkung angestrebt wurde. In der Malerei wurden seit dem 14. Jahrhundert die ersten Beleuchtungsmodellierungen und Schattierungen eingesetzt.

Lichtsimulation

Die Lichtwirkung von Scheinwerfern und Leuchten unter Berücksichtigung der Raumgeometrien sowie der Materialeigenschaften der Wände, des Interieurs dem Intendanten, dem Regisseur sowie den weiteren Planungsbeteiligten zu vermitteln, ist sehr schwer und oftmals nur in Ansätzen möglich. Aus diesem Grund werden seit Jahrzehnten Modelle, Skizzen, farbig angelegte Bilder als auch in neuester Zeit Computersimulationen eingesetzt, um die Lichtwirkung zu visualisieren. In den letzten Jahren ist die Computersimulation sehr große Schritte vorangekommen, von einfachen Schwarz-Weiß-Bildern bis hin zu "Fotorealistischen Darstellungen". Die Lichtberechnung und Lichtsimulation dient dabei als Repräsentationsdarstellung und kann auch helfen, allen an der Planung Beteiligten einen ersten Eindruck des Projektes zu vermitteln, wobei man gerade in den letzten Jahren die Wirkung von realitätsnahen oder fotorealistischen Bildern zu schätzen gelernt hat.

Der Autor

Prof. Dr.-Ing. Roland Greule beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit dem Thema Lichttechnik. Nach Abschluss eines Studiums der Elektrotechnik im Jahr 1985 war er vier Jahren lang als wissenschaftlicher Mitarbeiter am lichttechnisches Institut der Universität Karlsruhe tätig, bevor er im 1989 zum Abteilungsleiter Lichtanwendung des Unternehmens Zumtobel berufen wurde. Ein Jahr später führte ihn sein beruflicher Werdegang zum Steinbeis-Transferzentrum Licht in Karlsruhe - zuerst als Projektleiter, später als Leiter des Zentrums -, gefolgt von einer Promotion über das Thema "Konstrastschwellen bei transients Adaption" an der Universität Karlsruhe im Jahr 1993. Seit September 1996 ist er als Professor für Licht- & Beleuchtungstechnik an der Fachhochschule Hamburg, Fachbereich Medientechnik, tätig.



Erstellung einer Szene

Eine Szene setzt grundsätzlich die Bestimmung von 4 Parametern voraus:

■ 3 D-Modell (Wireframe)

Um ein Bühnenstück bzw. eine Bühne darstellen zu können, muss ein 3D-Modell, meist als Drahtkörper (Wireframe), erstellt werden. Basis aller 3D-Modelle sind sogenannte Polygone, d.h. Elemente, die aus mindestens drei Linien bestehen, die an ihren Anfangs- und Endpunkten miteinander verbunden sind. Durch diese Verbindung der Linien (Vektoren) entsteht eine ebene Fläche, ein Dreieck. Eine Vielzahl dieser Flächen (Facetten) miteinander verbunden, ergeben die Oberfläche des Drahtmodells. Je mehr Polygone eingesetzt werden, desto runder wirkt das Objekt, und desto aufwendiger werden die Berechnungszeiten.

Eine andere Methode stellt der Vollkörper-Modelliere - auch Solid Modelling genannt - dar, bei dem die Objekte mit Hilfe von dreidimensionalen Grundkörpern kreiert werden. Diese sogenannten Primitive bestehen nicht mehr aus ihren Oberflächen, sondern liegen mathematisch als Volumen vor. Aus diesen Basiselementen kann dann ein neues Objekt entstehen.

■ Materialbeschreibung

Um den Objekten Oberflächeneigenschaften zuweisen zu können, benötigt man einen sogenannten Material-Editor. Hier können verschiedene Oberflächen wie Stein, Holz etc. ausgewählt oder auch ganz neues Material erstellt werden. Zusätzlich können dem Material auch die Komponenten Farbe, Glanz und Durchsichtigkeit zugeordnet werden. Die Technik des Überziehens bzw. Auflegens von Texturen wird als "Mapping", "Texture Mapping" oder "Picture Mapping" bezeichnet.

■ Beleuchtung

Ein Objekt wird erst sichtbar, wenn es selbst leuchtet oder von einer Lichtquelle angestrahlt wird und das Licht teilweise oder ganz reflektiert wird. Zu den einzelnen Lichtberechnungsmethoden kommen wir noch später.

■ Kameraposition(en)

Für die Berechnung der Szene ist oftmals ein entsprechender Bildausschnitt erforderlich. Der Kamerastandpunkt ist dabei auch immer gleichzeitig Standpunkt des Betrachters. Der abschließende Prozess, um von einem Drahtgitter-Modell eine schattierte Darstellung zu bekommen, ist das sogenannte "Rendering". Rendern bedeutet die Übersetzung der Vektordarstellung einer Szene in eine Pixeldarstellung. Erst beim Rendering der endgültigen Oberflächenberechnung werden sichtbare Flächen des dreidimensionalen Modells mittels entsprechender Algorithmen umgewandelt. Oftmals kann nach Aufruf des Renders dann der Schattierungsalgorithmus "Flat", "Gourand" oder "Phong" ausgewählt werden.

Lichts simulationsprogramme

Man kann die verschiedenen Lichtberechnungsmethoden in zwei Bereiche unterteilen, wobei die Grenzen zwischen diesen beiden Bereichen immer fließender werden.

■ Nachweismethoden

Bei den lichttechnischen Nachweismethoden unterscheidet man Punktbeleuchtungsberechnungs-, Wirkungsgrad- und Interflexionsverfahren bzw. Raumwinkelprojektionsverfahren.

■ Visualisierungsmethoden

Bei den Visualisierungsmethoden unterscheidet man:

1. Shading-Programme
2. Radiosity-Programme
3. Raytracing-Programme
4. Hybrid-Programme (Two Path Methode)

Der Unterschied dieser Programme liegt in der unterschiedlichen Vorgehensweise bei der Berechnung.



Hardware

Zu all dieser Simulation werden Rechner bzw. Prozessoren der mittleren bis gehobenen Rechnerleistung benötigt, wie z.B.: Pentium Rechner, Alpha-Rechner, POWER MAC; SUN Rechner, Silicon Graphics-Rechner. Als Betriebssysteme können dienen: Windows 95/98/NT, UNIX, IRIX und alle Derivate von UNIX.

Software

Unterschieden werden muss zwischen Programmen, die entweder ganz einfach nur als sogenannte Modeller dienen und speziell für die Konstruktion bzw. Darstellungsmethode eingesetzt werden, oder Programme, die Grundfunktionen bereits in einer vollständigen Umgebung integriert haben, wie z.B.: AUTOCAD 14 etc. Aufbauend auf diesen Basisprogrammen gibt es dann eine Vielzahl von zusätzlichen Programmen, die Besonderheiten beinhalten, wie komplizierte Raumelemente, Rendering etc. Umgekehrt muss ein gutes Lichtsimulationsprogramm auch mehr oder weniger ein CAD-Programm sein.

Rechenverfahren

● Renderingprogramme

Ganz allgemein kann man Programme, die nur einfachste Schattierungsalgorithmen besitzen, zu dem Bereich der Rendering-Programme zählen, wobei es dann einen fließenden Übergang zu den anderen Programmvarianten, Shading, Radiosity und Raytracing gibt. Basis dieser Programme ist die Verwendung unterschiedlicher Berechnungsmethoden, bzw. auch Schattierungsmethoden.

● Flat-Shading

Das einfachste Beleuchtungsmodell ist das Flat-Shading. Bei dieser Darstellung wird jede Facette (Polygon) mit einer einzigen Farbe versehen, die in Abhängigkeit von der Lichtquelle berechnet wird. Dadurch ändert sich der Farbton abrupt beim Übergang von einem Polygon zum nächsten. Gekrümmte Flächen erhalten ein facetiertes Aussehen. Dieser Algorithmus ist für eine fotorealistische Darstellung nicht geeignet. Er wird zum sogenannten "Quick-Shading" eingesetzt.

● Gourand-Shading

Für das Gourand-Shading wurde eine lineare Interpolation der Farben innerhalb einer Teilfläche vorgenommen. Für die Eckpunkte des umschließenden Polygons wurde eine Intensität der Helligkeit bestimmt und die Helligkeit der dazwischen liegenden Pixel linear entlang einer Linie interpoliert. Die Qualität dieses Verfahrens ist wesentlich besser als beim Flat-Shading. Mit Gourand-Shading berechnetes Material wird aber noch keine Spiegelungen und Glanzlichter aufweisen. Dies ist erst mit dem Phong-Shading möglich.

● Punkt-zu-Punkt-Verfahren (Raumwinkelverfahren) und Radiosity-Methode

Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten in Innenräumen setzen sich im Prinzip aus der Summe von 2 Komponenten zusammen. Dies ist zum einen die Direktkomponente, zum anderen die Indirektkomponente. Die direkte Beleuchtungsstärke eines Raumpunktes lässt sich exakt berechnen, wenn die Lichtstärkeverteilung (LVK) der Lichtquellen sowie die Geometrie von Lichtquellen und Empfängerort bekannt sind (Photometrisches Grundgesetz). Zur Berechnung des Indirektanteils kann man unterschiedliche Berechnungsverfahren anwenden, wie z.B. das Punkt-zu-Punkt-Verfahren (Raumwinkelverfahren) oder das Radiosity-Verfahren. Beide Verfahren wenden das Prinzip an, dass der Lichtstromaustausch zwischen zwei Flächen i und j , die sich im Raum gegenüberstehen, berechnet wird. Die Flächen können sich dabei auch schräg im Raum befinden. Mit Hilfe sogenannter Lichtstromübertragungsfaktoren wird die Zustrahlung von dem Sender zum Empfänger berechnet (Interflexionen). Nach genügend Interflexionen (üblicherweise 4 Interflexionen) können für den Raum dann die auf den Flächen auftreffende Beleuchtungsstärke bzw. die Leuchtdichtewerte der Flächen ausgegeben werden. Im Gegensatz zum Raytracing rechnet das Radiosity-Modell eine Szene zuerst komplett durch, und erst danach wird ein Blickpunkt zur Visualisierung ausgewählt. Der Vorteil dieser Methode ist jedoch, dass man sich dann im Raum beliebig bewegen kann und nicht jede Blickwinkeländerung neu berechnen muss..



● Raytracing-Verfahren

Ausgehend vom Blickpunkt wird der Strahl verfolgt, bis er einen Gegenstand oder eine Leuchte erreicht hat. Ein vom Blickpunkt ausgehender Strahl wird durch ein Bildelement (Pixel) durchgeschossen und ermittelt, welches Sehobjekt er zuerst trifft. Ist die Objekt-oberfläche reflektierend oder spiegelnd, wird mit Einfallswinkel gleich Ausfallwinkel ein weiterer Strahl abgeschossen; ist das Material teilweise oder ganz lichtdurchlässig, muss zusätzlich auch der gebrochene Strahl weiter verfolgt werden. Je nach Güte des Verfahrens wird diese Rekursion mehrfach wiederholt, bis der Strahl die Szene verlässt oder auf eine Lichtquelle trifft. Für jeden Auftreffpunkt der Strahlen wird eine Helligkeitsberechnung und danach für das Bildelement eine Helligkeitssumma durchgeföhrt. Zusätzlich kann für den Strahl eine Farbanalyse mit durchgeföhrt werden, dies entspricht einer Mischung der Farbe der Lichtquelle mit der Farbe des Objektes je nach Winkel zwischen Lichtstrahl und der Richtung der Lichtquelle.

● Hybrid-Verfahren (Two-Path-Methode)

Um die Vorteile des Raytracing-Verfahrens sowie der Radiosity-Methode zu vereinen, entstehen gegenwärtig erste Programme, in denen die Two-Path-Methode verwirklicht wird. Der zu berechnende Raum wird zu Beginn mit dem Radiosity-Verfahren berechnet. Für interessante Blickwinkel wird dann ein Raytracer nachgeschaltet.

Kritische Betrachtung

Die Simulation der Lichtwirkung in Innenräumen am PC hat gewisse Einschränkungen:

- Die Größe zwischen Realraum und Bildschirm ist sehr unterschiedlich.
- Auf dem Bildschirm werden selbstleuchtende, in der Realität hauptsächlich reflektierende Flächen betrachtet.
- Die Darstellung des Raumes einschließlich seiner Einrichtungsgegenstände kann nur mehr oder weniger schematisch erfolgen.
- In der Realität befindet sich der Betrachter meist im Raum, während er die Simulation als Betrachter von außen erlebt.
- Es ist nicht der gesamte Bereich natürlicher Farben auf dem Bildschirm darstellbar.
- Der Leuchtdichtebereich von Raum und Bildschirm ist unterschiedlich.
- Die meisten Simulationsprogramme arbeiten nicht mit den korrekten Lichtverteilungskurven, die jeweils für jeden Scheinwerfer gemessen werden müssen, sondern meist mit Lichtquellen, wie z.B. Omni Lights, d.h. Leuchten, die punktförmig in alle Richtungen gleichmäßig abstrahlen, oder Ambient Light, das sämtliche Objekte unabhängig von ihrer Position im Raum aufhellt. Programme, die diese Lichtquellen beinhalten, können nicht zur fotorealistischen Darstellung verwendet werden, da sie die lichttechnische Lichtverteilung eines Scheinwerfers nicht korrekt verwenden. Unumstritten kann man mit diesen Programmen natürlich schöne Bilder generieren, nur lichttechnisch stimmen sie nicht.

Ausblick in die Zukunft

Bereits heute kann man mit einigen Programmen, wie z.B. SieView oder Lightscape, sehr gute fotorealistische Darstellungen von Bühnenaufbauten, Theatern etc. simulieren. Aufgrund der zunehmenden Rechnerperformance kann in naher Zukunft damit gerechnet werden, dass die computerunterstützte Lichtplanung ein Standardmittel für die Visualisierung von Räumen, Szenen etc. werden wird, so wie es schon heute bei größeren Gebäuden und der Lichtarchitektur üblich ist. Das heißt, man kann dann vorab die einzelnen Szenenbilder bezüglich Farbe, Ausleuchtung etc. am Bildschirm simulieren und mit den Entscheidungsträgern diskutieren. Mit großem Elan wird zur Zeit in der Forschung auf dem Gebiet der 3D-Bilderzeugung mit den sogenannten 3D-Brillen gearbeitet, sowie den Möglichkeiten, mit Kantenhandschuh etc. auch interaktiv in der 3D-Welt zu agieren. Effekte mit Nebel sind heute bereits darstellbar, die fotorealistische und lichttechnisch korrekte Darstellung von Moving-Lights etc. wird noch einige Zeit dauern.

Studio, Theater, Event, ...

... Produkte für jeden Einsatz



● INTEGRA 2

RGBW – Farbeffektleuchten bis 4 x 80W



● INTEGRA 2 LED

mit 10°, 40° und 140° Abstrahlwinkel
sowie Parametrierung über Netzwerk



● CYCLO-TRACK / TV-TRACK

Horizontschienen CT 40 / CT 70
Lauf-/Stromschienen TT 100 / TT 120 / TT 200
Laufwagen und Zubehör



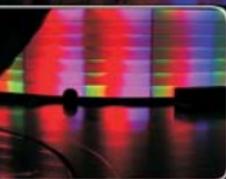
● LIGHT-CLAMP

Die universell einsetzbaren
Hängerohrschellen LC 50 / LC 70 V



TAMED LIGHT SOLUTIONS

kundenspezifische,
Highpower LED Module, LED Leuchten
und intelligente Control Software
Made in Germany



Tamed Light Solutions GmbH&Co.KG
Raiffeisenstr. 5e, D - 63110 Rodgau

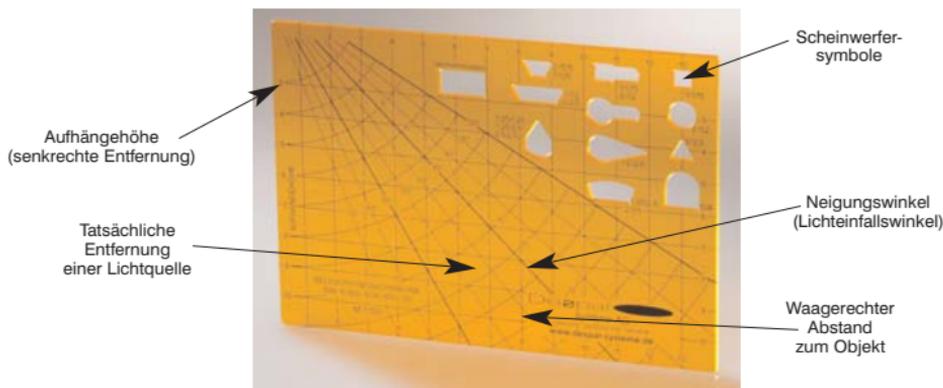
Telefon: +49 (61 06) 82 24 8-0
FAX: +49 (61 06) 82 24 8-10

mail@tamedlights.de
www.tamedlights.de

Die DIN-Beleuchtungsschablone in der Praxis

Grundlage für die Planung einer Lichtgestaltung ist die Überlegung, welche Scheinwerferarten zur Ausleuchtung einer Produktion zum Einsatz kommen und wo die entsprechenden Geräte angeordnet werden. Eine Zusammenfassung darüber zeigt der Beleuchtungsplan, in dem alle Geräte mit Hilfe von grafischen Symbolen an den ihnen zugewiesenen Positionen festgehalten sind. Die dabei für verschiedene Scheinwerferarten verwendeten Symbole sind in der DIN-Norm 15560 Teil 6 beschrieben, wobei sich diese Norm schwerpunktmäßig mit den Symbolen von Studioscheinwerfern beschäftigt. Für Theaterscheinwerfer werden meist andere Symbole verwendet, die allerdings keiner Normung unterliegen. Ebenso bieten viele zur Planung eingesetzte CAD-Systeme andere Darstellungsformen an, die regelmäßig auch von den Festlegungen der Norm abweichen.

In Zeiten der Computertechnologie hat das Zeichenbrett bei der Lichtplanung sicherlich ein wenig an Bedeutung verloren. Wenn man aber an die relativ lange Einarbeitungszeit in entsprechende Computerprogramme denkt, macht es oft Sinn, Beleuchtungspläne noch mit der Hand zu zeichnen. In diesem Fall greift man auf Beleuchtungsschablonen zurück, aus denen die notwendigen Scheinwerfersymbole ausgestanzt sind und je nach Ausführung weitere Skalen und Linien aufgedruckt sind. Ebenso wie die Scheinwerfersymbole beschreibt die erwähnte DIN-Norm auch den Aufbau und die Ausführung normgerechter Beleuchtungsschablonen. Da sie als Hilfsmittel bei der Lichtplanung nicht nur zum Erzeugen von Symbolen sinnvoll sind, sondern auch Entfernungen und Neigungswinkel von Scheinwerfern planen lassen, lohnt eine genauere Betrachtung ihrer Möglichkeiten. Im Rahmen dieses Abschnitts beschäftigen wir uns ausschließlich mit DIN-Beleuchtungsschablonen, auch wenn verschiedene Scheinwerferhersteller eigene Kreationen entwickelt haben, die zum Teil ähnliche Möglichkeiten bieten. Ebenso berät der DIN-Ausschuss *phoki 3.3* zur Zeit die Überarbeitung der DIN-Beleuchtungsschablone.



Beleuchtungsschablone gemäß DIN 15560 Teil 6, Maßstab 1:50



Die DIN-Norm 15560 Teil 6

Die DIN-Norm 15560 Teil 6 legt grafische Symbole für Studio- und Bühnenscheinwerfer fest, die auf Beleuchtungsplänen zum Einsatz kommen können. Ebenso enthält sie die Normung von zwei Beleuchtungsschablonen (Maßstab 1:50 oder 1:100), die als Hilfsmittel bei der Lichtplanung Verwendung finden. In den folgenden Abschnitten werden die genormten Scheinwerfersymbole und die Bedeutung der aufgebrachten Skalen und Linien einer DIN-Schablone dargestellt.

Grafische Scheinwerfersymbole

Die DIN-Scheinwerferschablone bietet für das Zeichnen von Beleuchtungsplänen verschiedene grafische Symbole an, die zur Kennzeichnung der unterschiedlichen Gerätearten und Leistungsstufen benutzt werden. Wie bereits erwähnt, kommen in der Praxis oft aber auch andere oder zusätzliche Symbole zum Einsatz. Entsprechende alternative Darstellungsformen sind im Abschnitt "Gerätekunde" aufgeführt. Die unterhalb dargestellte Tabelle zeigt die Bedeutung der genormten Symbole.

Grafisches Symbol	Reg.-Nr. nach DIN 30600	Benennung	Leistung bei		Symbol-Kurzzeichen Schablone
			Halogen-Glühlampen	Halogen-Metall-dampflampen	
	05615-2	Verteilerkasten	-	-	-
	05616-2	Stufenlinsenscheinwerfer	650W 1kW	575W und geringer	1/575
	05617-2	Stufenlinsenscheinwerfer	2kW	1,2kW	2/1,2
	05618-2	Stufenlinsenscheinwerfer	5kW	2,5kW	5/2,5
	05619-2	Stufenlinsenscheinwerfer	10kW	4kW	10/4
	05620-2	Flächenleuchte	2kW	575W und geringer	2/575
	05621-2	Flächenleuchte	5kW	1,2kW	5/1,2
	05622-2	Flächenleuchte	10kW	2,5kW	10/2,5
	05623-2	Horizontleuchte	1/1,25kW	-	1/1,25
	05624-2	Weichstrahler	1,25/2,5kW 2,5/5kW	-	1,25/2,5 2,5/5
	05625-2	Mehrzweckscheinwerfer	1,25/1,25kW* 1,25/2,5kW 2,5/2,5kW*	-	1,25/1,25 1,25/2,5 2,5/2,5
	05626-2	Projektions-spot	1kW	575W	1/575
	05627-2	Verfolger-scheinwerfer	2kW	1,2kW	2/1,2
	05628-2	Verfolger-scheinwerfer	2kW und größer	2,5kW und größer	>2/2,5

* Für Zweifilament-Glühlampen

Bedeutung der Skalen und Linien

Die Skalen und Linien der DIN-Beleuchtungsschablone helfen bei der Bestimmung der Aufhängepunkte von Scheinwerfern über der Szenerie und lassen dadurch auch Rückschlüsse auf die benötigte Scheinwerferleistung zu.

■ Bedeutung der waagerechten Linien

Die waagerechten Linien stellen die Aufhängehöhe eines Scheinwerfers über dem anzuleuchtenden Objekt dar (senkrechter Abstand zwischen Objekt und Scheinwerfermitte). Abzulesen ist diese Höhe in Metern.

■ Bedeutung der senkrechten Linien

Die senkrechten Linien geben den waagerechten Abstand zwischen dem Scheinwerfer und dem anzuleuchtenden Objekt an. Abzulesen ist dieser Abstand in Metern. Die zugeordneten Meterskalen können direkt zum maßstäblichen Eintragen eines Scheinwerfersymbols in den Beleuchtungsplan verwendet werden, wenn der Plan je nach eingesetzter Schablone im Maßstab 1:50 oder 1:100 angefertigt wurde.

■ Bedeutung der geneigten Linien

Die ausgehend vom Aufhängepunkt des Scheinwerfers schräg von links oben nach rechts unten verlaufenden Linien der Schablone stellen den Neigungswinkel des Scheinwerfers gegenüber der Waagerechten dar. Je nach Schablone sind Neigungswinkel von 20° bis 80° (1:50) oder 30° bis 70° (1:100) aufgedruckt. Mit Hilfe dieser Linien kann die Beziehung zwischen Neigungswinkel sowie waagerechtem und senkrechtem Abstand eines Scheinwerfers zum angeleuchteten Objekt abgelesen werden. Einerseits kann so ermittelt werden, in welcher waagerechten Entfernung zum Objekt ein Scheinwerfer positioniert werden muss, um bei einer festgelegten Aufhängehöhe der Lichtquelle den gewünschten Lichteinfallswinkel zu erzielen. Dies funktioniert ebenso bei einem festgelegten waagerechten Abstand zum Objekt, da in diesem Fall abgelesen werden kann, welche Aufhängehöhe zum Erreichen des gewünschten Lichteinfallswinkels nötig ist. Andererseits kann der Neigungswinkel eines Scheinwerfers bestimmt werden, der bei gegebenen waagerechten und senkrechten Entfernungen des Gerätes zum angestrahlten Objekt entsteht.

■ Bedeutung der Kreisbogenlinien

Die von der linken oberen Ecke der Schablone (Aufhängepunkt des Scheinwerfers) ausgehenden Kreisbogenlinien zeigen die tatsächliche Entfernung eines positionierten Scheinwerfers zum angeleuchteten Objekt an, die bei gegebenem Neigungswinkel sowie waagerechtem und senkrechtem Abstand des Gerätes zum Objekt entsteht. Abzulesen ist diese direkte Entfernung in Metern. Da mit Hilfe der Kreisbogenlinien die tatsächliche "Länge" des Lichtausfalls ermittelt wird, sind sie ein wichtiger Parameter zur Bestimmung der erforderlichen Scheinwerferleistung. Ist eine bestimmte Helligkeit zur Ausleuchtung des Objektes erforderlich, geben die Lichtverteilungskurven und Helligkeitsangaben der Scheinwerferhersteller eine Auskunft darüber, ob die Leistung eines ausgewählten Gerätes bei der gerade ermittelten Entfernung ausreicht oder nicht.



Grundlegende Lampentypen

Die Anzahl der im Bereich professioneller Lichttechnik zum Einsatz kommenden Leuchtmittel ist in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen. Neu konstruierte Geräte, beispielsweise mit immer geringer werdenden Gehäuseabmessungen oder noch höheren Leistungsstufen, führten auch bei den Lampenherstellern zur Entwicklung zahlreicher neuer Lampentypen. Auf den folgenden Seiten finden Sie daher eine kurze Erklärung der im Theater und Studio am häufigsten eingesetzten Leuchtmittel. Im Anschluss daran sind gängige Lampensockel dargestellt.

Glühlampen

Je nach Art der Lichterzeugung unterteilt man die Leuchtmittel in zwei große Gruppen, nämlich Glüh- und Entladungslampen. Glühlampen bestehen dabei aus einem geschlossenen Lampenkolben, in dem ein Draht durch elektrischen Strom zum Glühen gebracht wird. Die Lichtstrahlung einer Glühlampe ist eigentlich aber nur ein Nebenprodukt, da durch die Erhitzung des Drahtes eine große Menge an Wärmestrahlung entsteht und nur ca. 10% der aufgenommenen Leistung als Licht an die Umgebung abgegeben wird. Zur Herstellung des Glühdrahtes bedient man sich des Materials Wolfram, da sein Schmelzpunkt von über 3400°C auch hohen Glühtemperaturen standhält. Die Länge und der Durchmesser des Drahtmaterials ist dabei bei jedem Lampentyp speziell auf die gewünschte Betriebsspannung, die Leistungsaufnahme und Glühtemperatur abgestimmt. Trotz der guten Hitzefestigkeit des Wolframdrahtes unterliegt auch dieses Material einigen Einschränkungen, die den wesentlichen Charakter von Glühlampen bestimmen. Einerseits führen steigende Lampenleistungen zu einer geringeren Lebensdauer, da das Drahtmaterial bedingt durch die steigenden Glühtemperaturen schneller verdampft und nach langer Brenndauer letztendlich komplett schmilzt. Andererseits beschränkt dieser Prozess auch die mit Glühlampen erzielbaren Farbtemperaturen, da eine Erhöhung der Farbtemperatur mit höheren Glühtemperaturen einhergeht und die Lampe somit noch schneller den Zeitpunkt ihres natürlichen Endes erreicht. In der Regel können daher Farbtemperaturen von über 3400 K mit Glühlampen nicht erreicht werden, da man sich andernfalls in zu kritischer Nähe zum Schmelzpunkt des Wolframdrahts befinden würde und die Lebensdauer solcher Lampen extrem kurz wäre. Darüber hinaus führt das verdampfende Wolfram zur Bildung eines schwarzen Belags auf der Innenseite des Lampenkolbens, der mit zunehmender Brenndauer die Farbtemperatur des Lichts absenkt. Diesem Prozess wirkt man heute allerdings durch Füllung der Lampenkolben mit Edelgasen entgegen, die auch bei hohen Temperaturen eine zu schnelle Verdampfung des Wolframdrahtes verhindern. Zusätzlich wird dem Füllgas moderner Glühlampen geringe Mengen eines Halogens (i.d.R. Bromverbindungen) zugemischt, das der Kolbenschwärzung entgegentritt (Halogen-Wolfram-Kreisprozess). Vereinfacht ausgedrückt verbinden sich dabei die verdampfenden Wolfram-Atome in einem Abstand zum Glühdraht mit den Halogenatomen, eine Verbindung, die bis zu einer Temperatur von ca. 250° C bestehen bleibt. Durch kleinere Lampenkolben aus schwer schmelzbarem Glas haben die Hersteller dafür gesorgt, dass die Innenseiten des Lampenkolbens diese Mindesttemperatur schnell annehmen und sich die erwähnte Verbindung dort nicht ablagern kann, vielmehr durch das Füllgas wieder zum Lampenwendel transportiert wird und dort in seine ursprünglichen Bestandteile zerfällt.

Die dadurch zum Einsatz kommenden kleineren, stabilen Lampenkolben erlauben zusätzlich eine Erhöhung des Fülldrucks, eine Maßnahme, welche die Verdampfungsgeschwindigkeit am Wolframdraht vermindert und die Lebensdauer wie auch die Lichtausbeute der Lampen erhöht. Leuchtmittel mit Zugabe von Halogen werden allgemein als Halogen-Glühlampen bezeichnet, eine Leuchtmittelart, die heute in den meisten Glühlightscheinwerfern Verwendung findet. Ihre Vorteile liegen im wesentlichen bei einer gleichbleibenden Farbtemperatur während der gesamten Lebensdauer, einer höheren Lichtausbeute sowie Lampenlebensdauer und kleineren Abmessungen, wodurch nicht zuletzt auch die Gehäusedimensionen von Scheinwerfern reduziert werden konnten.

Halogen-Glühlampen im Studio und Theater

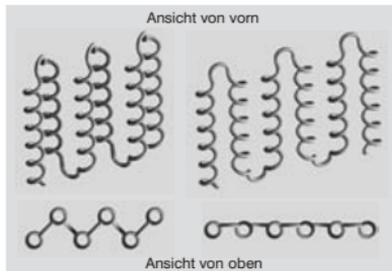
Die Anforderungen an Halogen-Glühlampen in Studios und Theatern sind spezieller Natur und können nicht mit Leuchtmitteln der allgemeinen Beleuchtung verglichen werden. Folgende Kriterien sind für diese Lampenkategorie unabdingbare Voraussetzung:

- **Hoher und konstanter Lichtstrom**, um speziell im Filmsektor hohe Beleuchtungsstärken zu erreichen, da aufgrund kurzer Belichtungszeiten oft weit abgeblendet werden muss.
- **Hohe Lichtausbeute**, um bei gleicher Leistungsaufnahme eine höhere Lichtleistung zu erhalten und den Anteil des sichtbaren Lichts im Verhältnis zur infraroten Wärmestrahlung zu vergrößern (höhere Farbtemperatur, geringe Wärmestrahlung).
- **Hohe Leuchtdichte**, um das abgegebene Licht mit Hilfe von Reflektoren oder Linsen besser in die gewünschte Richtung lenken zu können.
- **Konstante Farbtemperatur**, da besonders bei der Studiobeleuchtung auf eine einheitliche Farbtemperatur aller Lichtquellen geachtet werden muss.
- **Exakter Sitz des Leuchtmittels**, um auch nach einem Lampenwechsel keine Justierung der Lampenstellung vornehmen zu müssen.

Blickt man auf die in Scheinwerfern am häufigsten verwendeten Halogen-Glühlampen, so fallen drei wesentliche Leuchtmittelarten auf, dargestellt auf den folgenden Seiten.

Einseitig gesockelte Halogenlampen

Einseitig gesockelte Halogenlampen bestehen in der Regel aus einem Glaskolben und einem Keramiksockel (in Ausnahmefällen auch Metallsockel) mit Stifffüßen. Um eine optimale optische Abbildung zu erlauben, Streueffekte zu vermeiden und das emittierte Licht gut mit Hilfe von Linsen oder Reflektoren in die gewünschte Richtung lenken zu können, sind die Leuchtdrähte der Lampe gewandelt und die einzelnen Teile so nebeneinander angeordnet, dass sie sich in der Hauptstrahlungsrichtung nicht gegenseitig abschatten. In der Praxis führt dies zur Anordnung in einer Ebene (monoplane Anordnung), wobei auch ein leicht versetzter Aufbau (biplane Anordnung) möglich ist, der die Breite des Leuchtenkörpers weiter reduziert und zu einer noch höheren Leuchtdichte führt. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass bei Niedervoltlampen die Abstände zwischen den einzelnen Wendeln wesentlich geringer als bei Netzspannungslampen sind und dadurch kleinere Lampenkolben möglich sind, die wiederum eine schärfere Grenze zwischen Hell und Dunkel bieten.



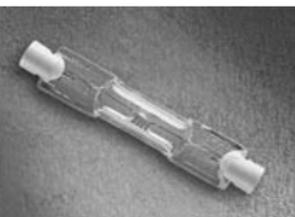
Links: Biplane Wendelanordnung
Rechts: Monoplane Wendelanordnung



Eine Sonderform bilden die häufig in Fernsehstudios eingesetzten Zweifilamentlampen. Sie sind mit zwei separat schaltbaren Lampenfilamenten ausgestattet und können daher zwei (bei identischer Leistung beider Filamente) oder drei Leistungsstufen (bei unterschiedlicher Leistung beider Filamente) zur Verfügung stellen. Gebaut werden einseitig gesockelte Halogenlampen bis zu einer Leistung von 24000W, wobei die Leistungsklassen bis 5000W am häufigsten zum Einsatz kommen dürften.

Zweiseitig gesockelte Halogenlampen

Zweiseitig gesockelte Halogenlampen werden allgemein auch als Halogenstäbe bezeichnet und finden in Flutern, Flächen- und Reportageleuchten Verwendung. Sie bestehen gewöhnlich aus einem länglichen Glaskolben mit beidseitig angeordneten Klemmsockeln aus Keramik, wobei die Glühwendel



Zweiseitig gesockelte Halogenlampe

in Axialform ausgeführt ist. Diese Wendelform ist in nicht segmentierter (ein durchgehender Wendel) und segmentierter Form (ein Wendel mit Teilstücken, an denen ein runder Bügel die Wendel gegen den Glaskolben abstützt) zu finden. Gebaut werden zweiseitig gesockelte Halogenlampen bis zu einer Leistung von 5000W. Entsprechende Scheinwerfer sind jedoch regelmäßig in den Wattzahlen 500, 800, 1000, 1250 und 2000W zu finden. Die verschiedenen Ausführungen einseitig und zweiseitig gesockelter Halogenlampen werden häufig auch in Studio- und Bühnenlampen unterschieden, wobei man bei dieser Trennung auf die unterschiedliche Farbtemperatur

der Lampen abzielt. Für den Zuschauer im Theater ist die Farbtemperatur unterschiedlicher Lampen kaum nachvollziehbar, es sei denn, es handelt sich um extreme Unterschiede (wie z.B. das Licht einer Halogenlampe im direkten Vergleich zur wesentlich höheren Farbtemperatur einer Entladungslampe). Im Fernsehstudio ist eine einheitliche und konstante Farbtemperatur allerdings von großer Bedeutung, da sowohl Fernsehkameras als auch Farbfilme auf eine exakte Farbtemperatur eingestellt sind und Abweichungen zwangsläufig zu Farbstichen führen. Diese Farbtemperatur liegt bei 3200 K, da hier ein bestmöglicher Kompromiss zwischen relativ langer Lebensdauer (bis zu 400 Stunden) und hoher Lichtausbeute (einhergehend mit geringerer Wärmebelastung) erzielt wird. Lampen mit einer Farbtemperatur von 3200 K bezeichnet man daher als Studiolampen. Da eine hohe Farbtemperatur im Theater nicht unbedingt erforderlich ist, gleichzeitig aber zur Verkürzung der Lampenlebensdauer führt, setzt man im Theater 2900 oder 3000K Lampen ein, die gewöhnlich eine Brenndauer bis zu 750 Stunden besitzen. Dementsprechend werden diese Lampen als Bühnenlampen klassifiziert. Da man jedoch auch die Belastung der Akteure mit unvermeidbarer Wärmestrahlung in Betracht ziehen muss, sind Lampen mit höherer Lichtausbeute (und damit auch höherer Farbtemperatur) auch im Theater empfehlenswert, selbst wenn man die leicht höheren Kosten durch schnelleren Lampenwechsel einbezieht.

PAR-Lampen

PAR-Lampen sind Reflektorlampen (ähnlich eines Auto-Scheinwerfers), bei denen die Lampe mit einem Parabolreflektor zu einer Einheit zusammengefasst ist. Zur Anwendung kommen sie in den zahlreichen Variationen der heute erhältlichen PAR-Scheinwerfern



Einseitig gesockelte Halogenlampe

(z.B. PAR36, PAR 56, PAR 64) und sind in Leistungsstufen bis 1000W lieferbar. Die Anordnung der Wendel liegt dabei direkt im Brennpunkt des Parabolspiegels. Durch eine unterschiedliche Strukturierung der Oberfläche des Frontglases können verschiedene Abstrahlwinkel erzielt werden. Die Palette reicht dabei von einer klaren (Very Narrow Spot & Narrow Spot) über eine gepunktete (Spot) bis hin zu einer geriffelten (Flood) oder stark geriffelten Oberfläche (Wide Flood).



PAR-Reflektorlampe

Entladungslampen

Bei den Entladungslampen wird das Licht durch eine elektrische Entladung von gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen erzeugt, wobei zum Betrieb dieser Leuchtmittel ein geeignetes Vorschaltgerät erforderlich ist und zur Einleitung der Entladung ein Zündgerät vorhanden sein muss. Die Zündgeräte sind in der Regel im Lampenkopf von Tageslicht-Scheinwerfern integriert, während die Vorschaltgeräte aufgrund ihrer großen Abmessungen als externe Einheiten konzipiert sind.

Im Vergleich zu Glühlampen bieten Entladungslampen ein Licht im Tageslichtspektrum und besitzen gewöhnlich eine Farbtemperatur von ca. 5200 bis 6000 K. Die unterschiedliche Farbigkeit der Lichtstrahlung wird dabei im Rahmen der Herstellung festgelegt, in dem die Zusammensetzung der verschiedenartigen Füllstoffe variiert wird. Die Lichtleistung von Entladungslampen ist dabei wesentlich höher als bei vergleichbaren Halogenlampen (zum Teil 4-fach höher), wobei auch ihre höhere Leuchtdichte die Konstruktion von Geräten mit enger Strahlenbündelung begünstigt. Entladungslampen können allerdings nicht über einen herkömmlichen Dimmer in ihrer Helligkeit geregelt werden. Elektronische Vorschaltgeräte bieten für diesen Zweck eine integrierte Dimmerfunktion an, die eine Helligkeitsregulierung in einem Bereich von 70% bis 100% zulässt. Unterhalb der Grenze von ca. 70% würde ein weiteres Dimmen zu einer sichtbaren Veränderung der Farbtemperatur führen, ein Effekt, der im Betrieb nicht gewollt ist. Da auf diese Art aber keine komplette Verdunklung möglich ist, setzt man in der Praxis mechanische Verdunklerblenden ein, deren Lamellen in der Regel über ein Lichtstellpult ferngesteuert werden können. Speziell im Theaterbetrieb führt aber auch dies zu Nachteilen, da schnelle Lichtwechsel mit lauten Geräuschen der Verdunklerblenden verbunden sind. In diesem Zusammenhang sind auch die Geräusche zu erwähnen, die kurzzeitig beim Zünden der Lampen entstehen. Einige Arten von Entladungslampen sind darüber hinaus nicht heiß wiederzündbar, müssen für einen erneuten Zündvorgang also erst erkalten. Ebenso ist wichtig zu wissen, dass die volle Lichtleistung einer Entladungslampe erst einige Zeit nach dem Zündvorgang zur Verfügung steht. Dieser Zeitraum kann je nach Leuchtmittel bis zu 4 Minuten in Anspruch nehmen.

Trotz dieser Gegebenheiten sind Scheinwerfer mit Entladungslampen nicht mehr aus der professionellen Beleuchtung wegzudenken. Keine andere Lampenart hat in den letzten 25 Jahren eine so rasche Verbreitung gefunden wie die Entladungslampen. Ihre unterschiedlichen Variationen sind heute in Stufenlinsen- und Parabolspiegelscheinwerfern, Flächenleuchten, Flutern, Verfolgern, Bühnenprojektoren und nicht zuletzt in den zahlreichen Moving Lights zu finden. Die Gründe hierfür sind relativ eindeutig. Einerseits überzeugt die enorme Lichtausbeute, die mit herkömmlichen Halogenlampen nie erreicht werden könnte, um Scheinwerfern auch aus größerer Distanz noch eine ausreichende Wirkung auf die Lichtszene verleihen.



Andererseits führt die Verwendung von Entladungslampen nicht nur zu einer relativ niedrigen Wärmeabstrahlung, sondern ist speziell im Film- und Fernsehsektor grundlegende Voraussetzung für Außenaufnahmen, da hier mit Tageslichtfilmen gearbeitet wird. Diese sind auf eine Farbtemperatur von ungefähr 5600 K angewiesen, und Scheinwerfer mit Halogenlampen könnten nur Verwendung finden, wenn ihr Licht mittels eines Korrekturfilters auf diese Farbtemperatur angeglichen würde. Da hierdurch bis zu 50% der Lichtausbeute verlorenginge, würden die sowieso schon drastisch geringeren Lichtstärken nochmals reduziert und für die Aufnahmen nicht mehr ausreichen. Im Theater wird die Verwendung von Entladungslampen als zusätzliche Lichtart angesehen und aufgrund ihrer hohen Intensität und des harten, kalten Lichtes geschätzt. Direkt unterhalb finden Sie eine Auflistung verschiedener Entladungslampen, wobei wir uns im Rahmen dieser Zusammenstellung auf die wichtigsten Typen beschränkt haben.

Halogen-Metaldampflampen (HMI®)

HMI®-Lampen sind Wechselstrom-Entladungslampen, in denen der Lichtbogen in einer dichten Dampfatmosphäre aus Quecksilber und den aus verschiedenen Metallen bestehenden Halogeniden der sogenannten "Seltene Erden" (Dysprosium, Thulium und Holmium) brennt. Diese Lampen wurden 1970 von OSRAM entwickelt und kommen heute in den meisten Tageslicht-Scheinwerfern zur Anwendung. Andere Leuchtmittelhersteller fertigen Lampen mit identischen Leistungsmerkmalen, die zum Teil jedoch unter anderen Produktnamen vertrieben werden. Charakteristisch für die HMI®-Lampen sind eine sehr hohe Lichtausbeute von bis zu 100lm/W, eine Tageslichtfarbtemperatur von ca. 6000 K, ein Farbwiedergabeindex von $R_a > 90$, eine Helligkeitsregelung von 70% bis 100% sowie eine Wiederzündung im heißen Zustand. Der Halogen-Wolfram-Kreisprozess kommt auch bei den HMI®-Lampen zum Tragen und sorgt für eine Vermeidung von Niederschlägen auf der Innenseite der Kolbenwand, hervorgerufen durch Verdampfungen des Elektrodenmaterials. Weitere Kreisprozesse stellen sicher, dass in den heißen Zonen des Lichtbogens die zur Lichterzeugung erforderliche hohe Konzentration von dampfförmigen Halogeniden erzielt wird. HMI®-Lampen können normalerweise mit Konvektionskühlung betrieben werden, bei besonders leistungsstarken Versionen kann jedoch die Kühlung des Sockels mit Hilfe eines Lüfters notwendig sein.



Einseitig gesockelte HMI-Lampe

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal von HMI®-Lampen ist die Art des Sockels. Einseitig gesockelte Lampen besitzen einen Stiftsockel und sind in den Leistungsstufen 125 - 12000W zu finden, wobei die 6kW und 12kW Lampen in Serienfertigung erst vor kurzer Zeit auf den Markt kamen. In der Regel haben die Brenner einen Doppelkolben, wodurch das Entladungsgefäß mit einer zweiten Glasumhüllung versehen ist. Der Vorteil von einseitig gesockelten Entladungslampen liegt in ihrer kleineren Bauart, die besonders bei leistungsstärkeren Tageslicht-Scheinwerfern zu einer Reduzierung der Gehäuseabmessungen führte. Typische Sockeltypen sind GZY9,5, GZZ9,5, GX 9,5 (in der Regel bis 400W), G22 (in der Regel bis 1200W) und G38 (ab 1200W). Bei Philips werden diese Lampen übrigens unter der Bezeichnung MSR®, bei OSRAM unter der Bezeichnung HMI®-SE geführt.

Zweiseitig gesockelte HMI®-Lampen besitzen einen relativ kurzen Lichtbogen, der eine sehr gute Kontrolle der Lichtführung im Inneren von Scheinwerfern erlaubt. Dies gilt besonders für die von OSRAM entwickelten GS-Versionen mit kurzem Elektrodenabstand. An beiden Seiten der Lampen befinden sich Hülsensockel mit Gewinde- bzw. zylindrischen Stiften. Die verfügbaren Leistungsstufen lauten 125 bis 24000W, als Sockelausführungen können die Typen SFC10-4, SFC15,5-6, SFA 21-12 sowie S25,5 und S30 genannt werden.



Zweiseitig gesockelte HMI-Lampe

HMI® Reflektorlampen

Speziell für den Einsatz in Verbindung mit PAR-Scheinwerfern gedacht, sind HMI®-Lampen mit Parabolreflektor entwickelt worden, die im Vergleich zu den Halogenausführungen auch bei großen Distanzen eine hohe Lichtausbeute bieten und dem PAR ein noch kräftigeres Licht verleihen. Der Lampenreflektor ist dabei dichroitisch beschichtet und somit für den größten Teil der Wärmestrahlung undurchlässig (Kaltlichtreflektor). Ihre Bedeutung ist seit der Verfügbarkeit "echter" Tageslicht-Parabolscheinwerfer jedoch deutlich zurückgegangen, da diese Geräte mit gewöhnlichen HMI®-Lampen betrieben werden können und zusätzlich auch einen Fokussiermechanismus besitzen.

Halogen-Metaldampflampen (HTI®)

HTI®-Lampen gehören ebenso wie die zuvor beschriebenen HMI®-Leuchtmittel zur Kategorie der Halogen-Metaldampflampen, besitzen jedoch einen kürzeren Lichtbogen, der eine noch kompaktere Bauform der Lampen möglich macht. Wesentliche Leistungsmerkmale sind eine außerordentlich hohe Punkthelligkeit sowie eine hohe Lichtausbeute und Leuchtdichte, welche durch die sehr kurze Bogenlänge zustande kommt. Der Aufbau und die Füllung sind mit den HMI®-Brennern nahezu identisch. Man unterscheidet dabei zwei wesentliche Bauarten. Einerseits sind die HTI®-Lampen als einseitig gesockelte Reflektorlampen lieferbar, die einen dichroitischen fokussierenden, ellipsoid ausgerichteten Kaltlichtreflektor besitzen und somit optimale Fokussiereigenschaften bezüglich Spotgröße und Farbhomogenität aufweisen. Zum anderen sind sie in gewöhnlicher Glaskolben-Ausführung ohne Spiegel lieferbar, wahlweise einseitig oder zweiseitig gesockelt, wobei diese Lampenausführungen im Markt der professionellen Lichttechnik eher zur Anwendung kommen. Die meisten Lampentypen erfordern dabei den Betrieb in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten, da sie auf einen Rechteckwechselstrom angewiesen sind. Generell kann man allerdings sagen, dass die HTI®-Lampen aufgrund ihrer Eigenschaften vor allem in kompakt aufgebauten Beleuchtungssystemen mit optischem Strahlengang verwendet werden, die meistens die Möglichkeit eines raschen Farbwechsels bieten (z.B. Scanner kleinerer Leistungsstufen). Weitere Einsatzgebiete sind die Lichtleiterfasertechnik. Als gängige Leistungsstufen können 150, 250, 300, 400, 600, 1200, 2500 und 4000W angeführt werden, die Farbtemperatur liegt je nach Modell zwischen 4000 und 6500 K. Als eine Unterart der HTI®-Lampen sind die HSR®- und HSD®-Brenner zu bezeichnen, die ähnlich konstruiert sind, jedoch keine Heiß-Wiederzündung erlauben.

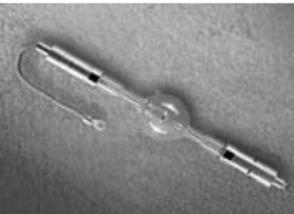


Halogen-Metaldampflampen (HQI®)

HQI®-Lampen sind ebenso Halogen-Metaldampflampen und können als Weiterentwicklung von Quecksilber-Hochdrucklampen bezeichnet werden, da zusätzlich zum Quecksilber Halogenverbindungen verschiedener Metalle verwendet werden, wodurch die Lichtausbeute deutlich gesteigert werden konnte. Ihre Vorteile liegen in den hervorragenden Farbwiedergabe-Eigenschaften, der hohen Lichtausbeute und der relativ langen Lebensdauer. Die Palette der am Markt verfügbaren HQI®-Lampen ist groß und bewegt sich in einem Leistungsbereich von 75 bis 3500W, wahlweise mit Stift-, Klemm- oder Schraubsockeln. Der Verbreitungsbereich dieser Leuchtmittelart liegt jedoch eher bei Beleuchtungsaufgaben der Allgemeinbeleuchtung, wo HQI®-Lampen in Flutlichtanlagen, Straßenleuchten oder Architekturlichtscheinwerfern benutzt werden. Historisch bedingt sind sie aber besonders im Theaterbereich noch relativ häufig anzutreffen. Wohl eher an den Architekturlichtbereich richten sich hingegen die in jünger Vergangenheit erhältlichen 150W-Versionen mit farbiger Lichtstrahlung (Blau, grün, Orange oder Magenta), welche durch die Beimischung spezieller Metalle möglich wurde. Je nach HQI®-Lampe ist eine Heiß-Wiederzündung möglich oder nicht, wobei der Zeitraum für ein erneutes Zünden der letzteren Kategorie bis zu 20 Minuten betragen kann.

Xenon-Lampen

Xenon-Lampen sind Kurzbogenlampen, die mit reinem Xenon gefüllt sind, in welchem der Entladungsbogen unter hohem Druck brennt. Die Xenonfüllung hat dabei einen Überdruck, der sich beim Betrieb der Lampe etwa um das dreifache erhöht. Wesentliche Eigenschaften dieser Lampenart sind eine hohe Leuchtdichte, eine Farbtemperatur von ca. 6000 K, ein hoher Farbwiedergabeindex $R_A > 95$ sowie eine konstante Lichtfarbe über die gesamte Lebensdauer, wobei praktisch der volle Lichtstrom nach dem Zünden der Lampe zur Verfügung steht. Als grundlegender Unterschied zu anderen Entladungslampen ist der zum Betrieb notwendige Gleichstrom, der von speziellen Netzgleichrichtern geliefert wird. Xenon-Lampen fanden früher in vielen Scheinwerfern Verwendung, ihre Bedeutung ist heute aber deutlich in den Hintergrund getreten, da sie im Vergleich zu HMI®-Lampen nur knapp ein Drittel der Lichtausbeute liefern und die Konstruktion von Scheinwerfern mit Gleichstromversorgung relativ aufwendig ist. Das Leistungsspektrum umfasst den Bereich von 75 bis 10000W, wobei diese Lampenart bedingt durch ihre Konstruktion ausschließlich mit zweiseitiger Sockelung existiert.



Xenon-Lampe

UV-Lampen

UV-Lampen, allgemein auch als Schwarzlichtlampen bezeichnet, senden nur ultraviolette Strahlen aus, eine Lichtart, die außerhalb des sichtbaren Bereichs liegt und die Fluoreszenz anregt. Die Lampen besitzen einen Schwarzglaskolben, der das komplette Spektrum des sichtbaren Lichts absorbiert. In der Praxis führt der Einsatz von UV-Lampen auf weißen Flächen zu einer Art Überbelichtung, wobei die so angestrahlten Flächen auf einen Betrachter wirken, als würden sie selber leuchten.

UV-Lampen sind als Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (Schraubsockel, 125W) oder als Leuchtstofflampen (z.B. in 18- oder 36W-Ausführung) lieferbar. Die Leuchtstofflampen besitzen dabei den Vorteil, dass sie sofort nach dem Ausschalten wieder gezündet werden können. Sie werden in der Regel für Spezialeffekte eingesetzt.



Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen besitzen eine viel höhere Lichtausbeute als Glühlampen (ca. 3- bis 5-fach höher) und zeichnen sich durch ihre hohe Lebensdauer und ihre geringe Energieaufnahme aus. Da die Leuchtmittel allerdings relativ groß sind und die Leuchtfläche ihrer Oberfläche niedrig ist, kann das von ihnen emittierte Licht nur schwer gebündelt werden. Generell sind die Leuchtstofflampen den Niederdrucklampen zuzuordnen, wobei der Markt heute unzählige Leistungen (ca. 4 bis 215W), Formen, Röhrenlängen und Röhrendurchmesser sowie Lichtfarben anbietet. Die prinzipielle Arbeitsweise einer Leuchtstofflampe basiert auf einem Röhrenkolben mit zwei Elektroden (ausgeführt als Glühwendel), zwischen denen eine Quecksilberdampfentladung entsteht, die das Leuchtstoffgemisch im Inneren der Röhre zum Leuchten bringt. Genauer betrachtet erzeugt die Entladung eine überwiegend unsichtbare, starke UV-Strahlung, die durch den Leuchtstoffbelag auf der Innenseite der Röhre in sichtbare Strahlung umgewandelt wird und so das emittierte Licht produziert. Je nach Zusammensetzung dieser Leuchtstoffschicht entstehen dabei verschiedene Lichtfarben, die eine Produktion von Leuchtstoffröhren in einem Farbtemperaturbereich zwischen 2800 und 6500 K zulassen.

Um Leuchtstoffröhren jedoch im Theater- und Studiobereich einsetzen zu können, ist eine Helligkeitssteuerung vonnöten. Diese kann nicht wie bei Halogenlampen durch eine Steuerung der Spannung hervorgerufen werden, sondern verlangt eine aufwendigere Technik. Bei den heute weit verbreiteten Leuchtstoffröhren mit 26mm Durchmesser stehen dem Anwender dabei mehrere Möglichkeiten offen, die folgend aufgelistet sind.

- **Kombination aus Intensiv-Pulsgerät und induktivem Vorschaltgerät**
Die exakteste Helligkeitssteuerung von Leuchtstofflampen kann durch den Einsatz eines Intensiv-Pulsgerätes erreicht werden, welches der Lampe bei jedem Zündwinkel zusätzlich eine kurzzeitige, hochfrequente Impulsspannung von ausreichender Leistung zuführt und darüber hinaus die Heizspannung zum Vorwärmen der Elektroden liefert. In Verbindung mit einem induktiven Vorschaltgerät ergibt sich somit ein Regelbereich von 1:10000, wodurch die Röhren bis auf 0% heruntergedimmt werden können. In der Praxis muss dieser Kombination die geregelte Phase eines hochwertigen Thyristordimmers sowie eine separate Heizphase zugeführt werden. Die patentierten Pulsgeräte wurden vom Schweizer Unternehmen "starkstrom-elektronik ag" entwickelt und sind heute unter der Typenbezeichnung "VIP 90" erhältlich.
- **Dimmbare elektronische Vorschaltgeräte**
Dimmbare elektronische Vorschaltgeräte betreiben die Leuchtstofflampen mit einem hochfrequenten Lampenstrom bis etwa 60kHz, der mittels Umformung aus der Netzversorgung der EVGs gewonnen wird. Die Helligkeitssteuerung erfolgt dabei entweder durch die Veränderung der Betriebsfrequenz oder durch die Überlagerung des Lampenstroms mit einer zusätzlichen hochfrequenten Spannung. Eine direkte Ansteuerung der EVGs ist dann mit Hilfe einer Analogspannung von 1 bis 10V möglich, der Anschluss an einen externen Dimmer entfällt. Mit Hilfe elektronischer Vorschaltgeräte ist es jedoch nicht möglich, Leuchtstofflampen exakt bis auf eine Helligkeit von Null herunterzuregeln. Allgemein liegt die Grenze des Machbaren hier bei ca. 0,7%, bevor die Röhre komplett ausschaltet.
- **Dimmbare digitale Vorschaltgeräte**
Relativ neu auf dem Markt sind dimmbare digitale Vorschaltgeräte, die im Hochfrequenzbetrieb zwischen 25 und 70 kHz arbeiten und mit einem digitalen Signal ähnlich dem DMX-Signal zu betreiben sind. Sie erlauben ein Abdunkeln der Röhre bis zu einer Intensität von ca. 1%. Als besondere Merkmale weisen sie eine stark geminderte Netzrückwirkung auf, vermeiden die sonst bekannten Stromstöße beim Einschalten und besitzen eine ausgesprochen hohe Kennlinienpräzision, wodurch eine maximale Lebensdauer sowie eine optimale Lichtqualität der Lampen erzielt wird.



Die Helligkeitssteuerung von Leuchtstoffröhren ist demnach zwar relativ aufwendig, trotzdem ist ihr Einsatz auch im Rahmen der szenischen Beleuchtung weit verbreitet. Durch ihren diffusen Lichtausfall begünstigen sie eine nahezu schattenfreie Ausleuchtung, wobei die geringe Lichtbündelung zu einem großen Lichtausfallwinkel führt, der auch große Flächen aus kurzer Distanz perfekt ausleuchtet lässt. Besonders im Theater von Bedeutung ist ihre geringe Wärmestrahlung, da so auch ein Betrieb in der Nähe von Kulissen problemlos möglich ist und angebrachte Farbfilter praktisch eine unbegrenzte Lebensdauer besitzen.

Besonders in jüngerer Vergangenheit ist der Einsatz von Leuchtstofflampen jedoch auch in Film- und Fernsehstudios immer populärer geworden und hat in bestimmten Anwendungssituationen die konventionelle Horizontbeleuchtung mit Vierkammer-Auflicht und Bodenflutern abgelöst. Gemeint ist damit die Reproduktion der zum Stanzen erforderlichen Chroma-key Farben blau und grün sowie die farbige Akzentuierung von Hintergründen auf Operafolie. Hierfür kommen von DESPAR entwickelte Leuchtstofflampen-Module mit vier Leuchtstoffröhren in den Farben Rot, Grün, Blau und Weiß zum Einsatz,

die in kurzem Abstand hinter einem Horizont aus milchig-matter Operafolie angeordnet sind. Die einzelnen Röhren können dabei individuell in ihrer Helligkeit gesteuert werden, wobei die Farb- röhren zur Reproduktion aller natürlichen Farben benutzt werden, während die weiße Röhre zum Entsättigen zur Verfügung steht. Mit hoher Gleichmäßigkeit kann der Horizont auf diese Art eingefärbt, mit Farbverläufen oder Farbakzenten versehen werden. Nicht zuletzt sind die angesprochenen Chroma-key Farben exakt darstellbar und haben dadurch das elektronische Stanzverfahren weiter optimiert (Vgl. auch Seite 120).



Kompakt-Leuchtstofflampen

Kompakt-Leuchtstofflampen weisen gleiche Lichtströme und Leistungsaufnahmen wie entsprechende stabförmige Leuchtstofflampen auf, sind in ihrer Bauform allerdings deutlich kürzer dimensioniert und begünstigen dadurch die Konstruktion kleinerer Leuchten. Die Helligkeitssteuerung ist dabei ebenso nur über entsprechende Zusatzeinrichtungen (in der Regel Vorschaltgeräte) möglich. Im Film- und Fernsehsektor findet diese Leuchtmittelart bei Leuchtstoff-Flächenleuchten Verwendung, mit deren Hilfe Flächen gleichmäßig und fast schattenfrei ausgeleuchtet werden können. Weitere Einsatzgebiete dieser Geräte sind die Ausleuchtung virtueller Fernsehstudios. Der Vorteil dieses Lampentyps liegt dabei in der deutlich geringeren Stromaufnahme in Vergleich zu Halogen-Leuchtmitteln und der kaum spürbaren Wärmestrahlung. Die Leistungsstufen reichen von 18 bis 55W, wobei sich die angesprochenen Flächenleuchten gewöhnlich der 36- und 55W-Versionen bedienen und in ihrer Helligkeit entweder über ein DMX-Signal, eine Analogspannung oder durch den Anschluss an einen Dimmer regeln lassen.



Leuchtstoff-Flächenleuchte

**Stiftsockel**

Ein überwiegender Teil der gängigen Theater- und Studiolampen ist mit Stiftsockeln ausgerüstet, die eine gute elektrische Verbindung mit den entsprechenden Polen des Lampensockels herstellen und darüber hinaus einen perfekt justierten Sitz des Leuchtmittels in der Fassung gewährleisten. In der Regel besitzen die Lampen zwei Stifte, eine Ausnahme stellen Leuchtmittel mit separat schaltbaren Lampenfilamenten dar (Sockel GX38q). Je nach Lampenausführung können die Stifte einer Lampe in unterschiedlichem Durchmesser ausgeführt sein, der die Einbaurichtung des Leuchtmittels festlegt.

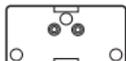
Lampen mit Stiftsockel werden im Sockeltyp allgemein mit einem vorangestellten "G" gekennzeichnet, wobei die nachfolgenden Zahlen den Abstand der Stiftachsen in Millimetern angeben. Weitere Buchstaben in der Bezeichnung des Lampensockels weisen auf Besonderheiten hin. Stiftsockel finden bei Halogenlampen bis zu einer Leistung von 24000W sowie bei einseitig gesockelten Entladungslampen bis zu einer Leistung von 4000W Verwendung.



GZZ9,5 / GZX9,5
DIN 49756
IEC 7004-70B



G9,5
IEC 7004-70



GX9,5
DIN 49638
IEC 7004-70A



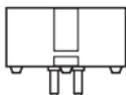
GY9,5 / GZ9,5
DIN 49756
IEC 7004-70B



GY16
DIN 49758
IEC 7004-45



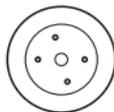
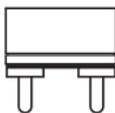
G22
IEC 7004-75



G38
IEC 7004-76



GX16d



GX38q



Klemmsockel

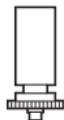
Klemmsockel kommen ausschließlich bei zweiseitig gesockelten Lampen zum Einsatz, da die elektrische Verbindung zwischen Lampensockel und Fassung mit Hilfe eines mechanischen Drucks erzielt wird, der - von beiden Seiten der Fassung anliegend - das Leuchtmittel im Sockel festhält und so einen dauerhaften Kontakt sicherstellt. Gängige Komponenten dieser "Andruckmechanik" sind Lampensockel mit Federkontakten, Bügelverschlüssen oder Rändelmuttern. Häufig eingesetzt wird der Klemmsockel bei Scheinwerfern mit Quarzglas-Halogenstäben (beispielsweise Fluter und Flächenleuchten) sowie bei zweiseitig gesockelten Entladungslampen bis 6000W Leistung. Bei der Typenbezeichnung der Sockel weisen die ersten Zahlen auf den Durchmesser der Sockelhülse, die letzten Zahlen auf den Durchmesser des kleinen Zentrieransatzes am Sockelende hin.



R7s
DIN 49750
IEC 7004-92



SFc 10-4



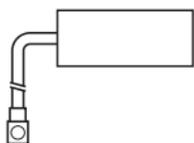
SFc 15,5-6



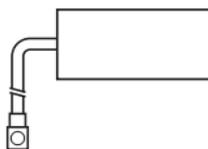
SFa 21-12
DIN 49759

Kabelsockel

Während die Stift- und Klemmsockel für die elektrische Verbindung und die Aufnahme des Leuchtmittels dienen, ist die Lampenhalterung bei den Kabelsockeln vollkommen von der Einspeisung der elektrischen Versorgung getrennt. Die Spannung wird über eine mit Kabelschuhen ausgerüstete Leitung zugeführt, wodurch nicht nur eine gute elektrische Verbindung sichergestellt ist, sondern auch hohe Stromstärken möglich sind. Kabelsockel kommen in der Regel bei zweiseitig gesockelten Entladungslampen mit einer Leistung über 6000W zum Einsatz. Entsprechende Ausführungen gibt es auch für einseitig gesockelte Lampen, die in den folgenden Abbildungen jedoch unberücksichtigt bleiben. Bei der Typenbezeichnung der Sockel weisen die Zahlen auf den Durchmesser der Sockelhülse hin.



S25,5



S30



55 LEUCHTMITTEL-VERGLEICHSTABELLE

Die folgenden Seiten stellen gängige Theater- und Studiolampen mit den Lampencodes der jeweiligen Hersteller dar. Ebenso angegeben sind grundlegende technische Daten.

HALOGEN-QUARZGLASLAMPEN, EINSEITIG GESOCKELT

Leistung	LIF	Sockel	Spann. (V)	Lichtstrom (lm)	Schwerp. (mm)	Farbt. (K)	Lebensd. (h)	Philips	Osram	GE	Sylvania
300W	CP81	GY9,5	230	6900	46,5	3200	150			30456	61122
300W	M38	GY9,5	230	5500	46,5	2900	2000	6874P	64662	29097	
500W	A1/244	GY9,5	230	14500	36,5	3200	50	7389P	64680	A1/244	61731
500W	T25	GY9,5	230	11000	46,5	3000	300	6820P	64670		61542
500W	T18	GY9,5	230	11000	46,5	3050	400		64684	30462	
500W	CP82	GY9,5	230	12500	46,5	3200	150	6873P		30459	61124
500W	M40	GY9,5	230	8500	46,5	2900	2000	6877P	64672		
575W	HPL575	G9,5	230	15000	60,3	3200	300		93728	37128	
600W	HX600	G9,5	230	14000	60,5	3200	250		64716	35376	
650W	T26	GY9,5	230	15000	46,5	3050	400			30479	
650W	T27	GY9,5	230	14500	46,5	3000	400	6823P	64718		61545
650W	CP89	GY9,5	230	16250	46,5	3200	150	6638P	64717	30482	61126
650W	CP23/67	GX9,5	230	16800	55	3200	100	6993P	64720	30428	
650W	T12/21	GX9,5	230	12000	55	3000	750	6998P	64719	30424	
650W	CP39	G22	230	16800	63,6	3200	100	6993Z	64721	20320	
650/1250	CP105	G38q	230	27000	55	3050	250			34056	
800W	HX800	G9,5	230	20000	60,5	3200	250			35663	
1000W	CP77	G9,5	230	23000	60,3	3200	300		93734	31839	61385
1000W	CP70	GX9,5	230	26000	55	3200	200	6995P	64745	30439	61121
1000W	T19	GX9,5	230	20500	55	3000	750	6996P	64744	36525	61548
1000W	CP71	G22	230	26000	63,5	3200	200	6995Z	64747	20285	61116
										CP 40	
1000W	CP106	G38	230	26000	127	3200	200	6995Y	64757	35234	
1200W	T29	GX9,5	230	28600	67	3000	400	6897P	64752	30446	61551
1200W	CP90	GX9,5	230	30000	67	3200	200	6895P	64754	30453	
1200W	CP93	G22	230	30000	63,5	3200	200	6895Z	64756	30384	
1,25/1,25	CP30	GX38q	230	54000	55	3200	300			30513	
1,25/2,5	CP58	GX38q	230	91000	70	3200	300			30515	
2000W	CP72	GY16	230	52000	70	3200	400	6994P	64788	20309	61119
										CP43	CP43
2000W	CP75	G22	230	52000	75	3200	400	6994Y	64787	30394	
2000W	CP92	G22	230	52000	90	3200	400	6975Z	64777	30391	
2000W	CP73	G38	230	52000	127	3200	400	6994Z	64789	31844	61118
										CP41	CP41
2500W	CP91	G22	230	65000	90	3200	400	6894Y	64796	30415	
2500W	CP94	G38	230	65000	127	3200	400		64798	30499	
2,5/2,5	CP32	GX38q	230	127000	143	3200	300		64795	30518	
5000W	CP85	G38	230	135000	165	3200	400	6963Z	64805	30505	61138
10000W	CP83	G38	230	280000	254	3200	400		64815	30507	61140
20000W	CP99	G38	230	580000	354	3200	350		64818		

Bei Zweifilamentlampen bezieht sich die Angabe des Lichtstroms auf die maximal erzielbare Leistungsstufe.



HALOGEN-QUARZGLASLAMPEN, ZWEISEITIG GESOCKET

Leistung	LIF	Socket	Spann. (V)	Lichtstrom (lm)	Länge (mm)	Farbt. (K)	Lebensd. (h)	Philips	Osram	GE	Sylvania
100W	K14	R7s	230	1350	78,3	2850	2000	100T3Q/CL	64690	29112	
150W	K12	R7s	230	2100	78,3	2850	2000	150T3Q/CL	64695	29123	
200W	K13	R7s	230	3000	78,3	2850	2000	200T3Q/CL		29134	
200W	RJ200	R7s	230	3520	117,6	3000	2000	200T3Q/CL	64698	29134	
250W	K15	R7s	230	4000	78,3	2900	2000			29149	
300W	RJ300	R7s	230	5600	117,6	3000	2000	300T3Q/CL	64701	29159	
500W	RJ500	R7s	230	5800	117,6	3000	2000	500T3Q/CL	64702	29165	
625W	P2/10	R7s	230	16900	189,1	3200	200	7775R16		19697	
750W	RJ750	R7s	230	16900	189,1	3000	2000	750T3Q/CL	64560	29173	
800W	P2/11	Rs7	230	22000	117,6	3200	150	13477R		30527	
800W	P2/13	R7s	230	21000	78,3	3200	75	13162R	64571	30347	61321
1000W	P2/20	R7s	230	27000	117,6	3200	200	7786R	64583	30529	61048
1000W	P2/7	R7s	230	27000	189,1	3200	200	13989R	64741	20249	
1000W	RJ1000	R7s	230	24200	189,1	3000	2000	1000T3Q/CL	64740	29180	
1250W	P2/12	R7s	230	33500	189,1	3200	200	6358R	64751	19695	60791
1500W	RJ1500	R7s	230	33000	254,4	3000	2000		64760		
2000W	P2/27	R7s	230	50000	142,8	3200	300		64781	35338	60884
2000W	RJ2000	R7s	230	44000	327,4	3000	2000	2000T3Q/CL	69784	29187	

PAR 56 & PAR 64 PRESSGLASLAMPEN

Leistung	LIF	Socket	Spann. (V)	Lichtstärke (cd)	Ausstrahl	Farbt. (K)	Lebensd. (h)	Philips	Osram	GE	Sylvania
300W	PAR56	NSP GX16d	230	40000	NSP		2000		NSP300	20803	
300W	PAR56	MFL GX16d	230	22000	MFL		2000		MFL300	20836	
300W	PAR56	WFL GX16d	230	9000	WFL		2000		WFL300	20849	
500W	CP86	GX16d	230	240000	VNSP	3200	300		64707/2	30280	
500W	CP87	GX16d	230	140000	NSP	3200	300		64708/2	30283	
500W	CP88	GX16d	230	65000	MFL	3200	300		64709/2	30287	
1000W	CP60	GX16d	230	320000	NSP	3200	300	CP60	64737/3	19909	
1000W	CP61	GX16d	230	270000	SP	3200	300	CP61	64738/4	19911	
1000W	CP62	GX16d	230	125000	FL	3200	300	CP62	64739/3	19913	

Very Narrow Spot (VNSP), Narrow Spot (NSP), Spot (SP), Medium Flood (MFL), Flood (FL), Wide Flood (WFL)



57 LEUCHTMITTEL-VERGLEICHSTABELLE

ENTLADUNGSLAMPEN, EINSEITIG GESOCKELT

Leistung	Bezeichnung	Socket	Spann. (V)	Lichtstr. (lm)	Schwerp. (mm)	Farbt. (K)	Lebensd. (h)	Philips	Osram	Sylvania
125W	MSR 125	GZX9,5	80	9000	39	5600	200	MSR 125		
200W	MSR/ HMI 200W/SE	GZY9,5	70	16000	39	6000	200	MSR 200W/HR	HMI 200W/SE	BA200/ SE HR
250W	ST250C3	GZY9,5	90 265	22000	60	3200	2000	Ceramic ST 250		
400W	MSR/ HMI 400W/SE	GZZ9,5	70	33000	60	6000	650	MSR 400W/HR	HMI 400W/SE	BA400/ SE HR
400W	HSR 400W	GX9,5	67	33000	60	5900	650		HSR 400	
575W	MSR/ HMI 575W/SE	G22	95	49000	70	6000	750	MSR 575W/HR	HMI 575W/SE	BA575/ SE HR
575W	MSR/ HSR 575/2	GX9,5	95	49000	65	5600	750	MSR 575/2	HSR 575/2	
1200W	HSR 1200	G22	100	110000	85	6000	800		HSR 1200	
1200W	MSR/ HMI 1200W/SE	G38	100	110000	107	6000	750	MSR 1200W	HMI 1200W/SE	BA1200/ SE HR
1200W	HMI 1200W PAR	G38	100			6000	1000		HMI 1200W PAR	
2500W	MSR/ HMI 2500W/SE	G38	115	240000	127	6000	500	MSR 2500W	HMI 2500W/SE	BA2500/ SE HR
4000W	MSR/ HMI 4000W/SE	G38	200	380000	142	6000	500	MSR 4000W	HMI 4000W/SE	
6000W	MSR/ HMI 6000W/SE	G38	125	540000	210	6000	500		HMI 6000W/SE	
12000W	MSR/ HMI 12000W/SE	G38	224	1115000		6000	250		HMI 12000W/SE	

SE = Single Ended

ENTLADUNGSLAMPEN, ZWEISEITIG GESOCKELT

Leistung	Bezeichnung	Socket	Spann. (V)	Lichtstr. (lm)	Länge (mm)	Farbt. (K)	Lebensd. (h)	Philips	Osram	Sylvania*
300W	HTI 300/DX	SFc10-4	100	22000	92	6500	750		HTI300/DX	
575W	HMI 575W	SFc10	95	49000	135	6000	750	MSI575	HMI575/GS	575/GS
1200W	HMI 1200W	SFc10-4	100	100000	145	6000	750		HMI1200/S	
1200W	HMI 1200W	SFc15,5	100	100000	220	6000	750	MSI1200	HMI1200/GS	1200/GS
2500W	HMI 2500W	SFa21	115	240000	220	6000	500		HMI2500/GS	2500DE
2500W	HMI 2500W	SFa21	115	240000	355	6000	500	MSI2500	HMI2500/GS	
4000W	HMI 4000W	SFa21	200	380000	405	6000	500	MSI4000	HMI4000	4000DE
6000W	HMI 6000W	SFa21	123	570000	450	6000	500		HMI6000	6000DE
12000W	HMI 12000W	S25,5	224	1150000	470	6000	500		HMI12000	12000DELV
12000W	HMI 12000W	S30	160	1150000	470	6000	500		HMI12000/GS	
18000W	HMI 18000W	S30	225	1700000	500	6000	250		HMI18000	

GS = Gap Shortened, kurzer Elektronenabstand S = Short, verkürzte Bauform

* Bei den Lampenbezeichnungen des Herstellers Sylvania muss die Typenbezeichnung "BA" vorangestellt werden.



Das Arbeiten mit Farben

Eines der wichtigsten Instrumente der Lichtgestaltung ist der Einsatz von Farben. Kein anderes Medium bietet dem Lichtdesigner ein so hohes Maß an Möglichkeiten, wenn es darum geht, die Atmosphäre und die Emotionen einer Spielszene durch farbiges Licht zum Ausdruck zu bringen. Nicht zuletzt sind Farben bei Showproduktionen die wichtigste Grundlage für das Kreieren eindrucksvoller Lichteffekte. Die Farbauswahl für eine spezifische Beleuchtungsaufgabe sollte jedoch nicht willkürlich oder nach eigenem Gefallen erfolgen, vielmehr ist eine fundierte Kenntnis über die Zusammensetzung und das Zusammenspiel verschiedener Farben erforderlich. Ebenso muss im Verlauf dieses Entscheidungsprozesses die physiologische Wirkung einer bestimmten Farbe auf den Betrachter beachtet werden, um den gewünschten Effekt auch wirklich erreichen zu können. In den folgenden Abschnitten sollen daher wichtige Aspekte der Farbgestaltung angesprochen werden, wobei die Darlegungen als kurze Einführung in eine sehr umfangreiche Materie zu verstehen sind.

Zur Theorie

Um die Auswirkungen von Farbkombinationen verstehen zu können, muss man sich zuerst mit der Wirkung von Farben auf das menschliche Auge beschäftigen. Ausgangspunkt ist dabei die physikalische Betrachtung des Phänomens Licht.

Im physikalischen Sinn stellt Licht eine elektromagnetische Strahlung dar, die sich von einer Lichtquelle in Wellenform gleichmäßig in alle Richtungen ausbreitet. Die Wellen unterscheiden sich dabei in ihrer Länge und können vom menschlichen Auge nur in einem Bereich von 380 (Violett/Blau) bis 720 Nanometer (rot) wahrgenommen werden, wobei dieser Wellenlängenbereich als sichtbares Licht bezeichnet wird. Die verschiedenen sichtbaren Wellenlängen wiederum stellen unterschiedliche Lichtfarben dar. Deutlich wird dieses Erkenntnis, wenn das vom Mensch als weiß empfundene Sonnenlicht durch ein Prisma in seine unterschiedlichen Wellenbereiche zerlegt wird, die als Spektralfarben Rot/Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett nahezu kontinuierlich ineinander übergehen (geordnet nach abnehmenden Wellenlängen). Jenseits von Rot und Violett existieren unsichtbare Lichtwellen, wobei die längeren Wellenlängen in die Infrarotstrahlung, die kürzeren Wellenlängen hingegen in den Bereich der ultravioletten Strahlung übergehen. Wellenlängen dieser Art lösen keine Hellempfindungen, sondern nur biologische Wirkungen aus (wie z.B. ein Wärmegefühl oder die Bräunung der Haut).

Die Wahrnehmung spezifischer sichtbarer Farben erfolgt nun durch eine Reizung bestimmter Empfängerelemente im menschlichen Auge, wobei die Netzhaut dafür zwei unterschiedliche Arten

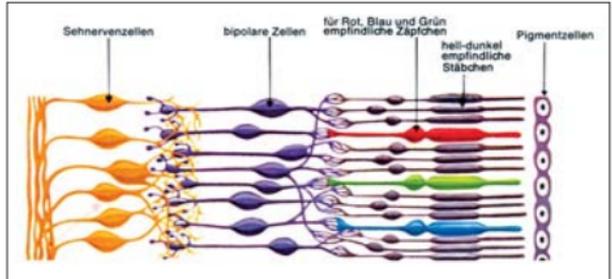


Farbspektrum des sichtbaren Lichts

von Sehzellen besitzt. Die eine Art ist für das Sehen am Tag bestimmt und besteht aus drei farbtüchtigen Zapfen, die für Strahlen der verschiedenen Wellenlängen empfindlich sind und sozusagen die Wahrnehmung von "bunten" Farben ermöglichen.

Daneben existieren die als Stäbchen bezeichneten Sehzellen der zweiten Kategorie, die insbesondere für das Sehen bei sehr geringen Helligkeiten geeignet sind, allerdings nur auf hell und dunkel reagieren und somit für das Empfinden von Helligkeiten zuständig sind. In der Fachsprache bezeichnet man sie als Instrument zur Wahrnehmung "unbunter"

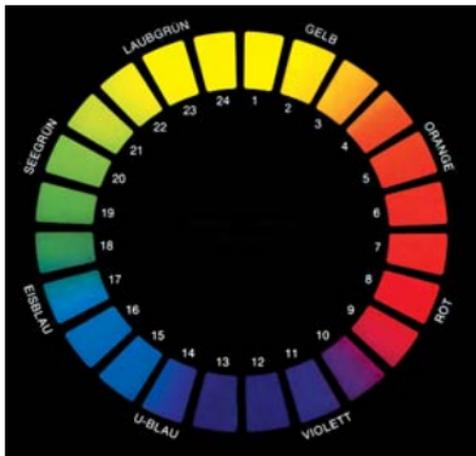
Farben (Schwarz, Weiß und Graustufen). Die drei Zapfen sind dabei entweder rot-, grün- oder blauempfindlich, und dementsprechend nimmt jeder Zapfen einen unterschiedlichen Farbbereich wahr bzw. ist für das Empfinden verschiedener Wellenbereiche des Lichts zuständig. Gemäß ihrer erwähnten Empfindlichkeit kann den drei Zapfen somit das Erkennen der Wellenbereiche Violett/Blau, Grün und Rot/Orange zugeordnet werden. Diese drei Farben stellen die Urfarben dar und sind Ausgangspunkt für die Wahrnehmung unterschiedlichster Farbkombinationen. Detailliert betrachtet ist das Auge nämlich nicht in der Lage, simultan eintreffende Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge getrennt zu erfassen (wie dies z.B. beim Hören von Schallwellen unterschiedlicher Wellenlänge möglich ist), sondern stellt nur den summarischen Effekt aller gleichzeitig auf eine bestimmte Stelle der Netzhaut auftreffenden Lichtstrahlen fest. Dabei werden die einfallenden Lichtwellen der genannten Urfarben als Prozess einer additiven Farbmischung miteinander kombiniert und rufen einen spezifischen Farbton hervor, der dann über die Nerven zum Gehirn weitergeleitet wird. Betrachtet man diesen Kombinationsprozess unter der Maßgabe, dass die Urfarben jeweils mit ihrem maximalen Farbwert auf die Netzhaut treffen, so ergeben sich sieben Grundfarben, ergänzt durch Schwarz. Die folgende Tabelle soll dies verdeutlichen:



Stark vergrößerte Darstellung der Netzhaut

Urfarbe 1	Urfarbe 2	Urfarbe 3	Hervorgerufene Grundfarbe
Violett/Blau	Grün	Rot/Orange	Weiß
	Grün	Rot/Orange	Gelb
Violett/Blau		Rot/Orange	Magenta
Violett/Blau	Grün		Cyanblau
Violett/Blau			Violett/Blau
	Grün		Grün
		Rot/Orange	Rot/Orange

Aus dem täglichen Leben kennen wir selbstverständlich eine wesentlich höhere Anzahl an Farben, als die dargestellten Grundfarben. Die uns bekannte Farbvielfalt wird durch Mischfarben hervorgerufen, die entstehen, wenn Teilmengen von Grundfarben miteinander kombiniert werden. Der abgebildete Farbkreis der nächsten Seite stellt die grundlegenden Arten dieser Mischfarben dar. Gegenüberliegende Farben des Farbkreises sind dabei komplementär zueinander, d.h. ihre additive Mischung ergibt den Eindruck Weiß (bzw. ein helles Grau). Die letztendliche Farbempfindung des Menschen besteht jedoch nicht nur aus der Wahrnehmung einer bestimmten Farbart, sondern setzt sich aus dem grundlegenden Farbton (ob Grund- oder Mischfarbe) sowie der Sättigung (d.h. der Stärke des Buntsteins) und der Helligkeit dieses Farbtons zusammen. Gemeinsam ergeben diese Komponenten eine enorme Vielfalt einzelner Farbabstufungen, die uns täglich begegnen.



Farbkreis mit 24 Teilen

Phänomen wurde in Experimenten untersucht, und man stellte fest, dass ein farbiges Licht einen komplementärfarbenen Schatten hervorruft. Wie dementsprechend im Farbkreis abgelesen werden kann, führt beispielsweise die Ausleuchtung eines Objektes mit gelbem Licht so zu einem violettblauen Schatten, mit grünem Licht zu einem roten Schatten. Bei der Auswahl von Farben verschiedener Lichtquellen sollte dieser Effekt daher berücksichtigt werden, um nicht gewünschte Farberscheinungen im späteren Gesamtbild so weit wie möglich vermeiden zu können. Dabei ist zusätzlich noch zu bedenken, dass die verschiedenfarbigen Schatten unterschiedlicher Scheinwerfer ebenso wieder neue Mischfarben ergeben, wenn sie sich auf dem Boden kreuzen.

Auch die vom Auge realisierte Körperfarbe eines angeleuchteten Objektes hängt von der Art und der Farbe des verwendeten Lichts ab, da der Farbeindruck von nicht selbstleuchtenden Objekten dadurch entsteht, dass die Körper gewisse Farbanteile des auftreffenden Lichts absorbieren, andere hingegen wieder an die Umgebung reflektieren. Ein Objekt wird demnach in der Farbe gesehen, die komplementär zu der Farbe ist, die das Objekt am stärksten absorbiert hat. Bei der farbigen Beleuchtung ist diese Begebenheit jedoch von spezieller Natur, weil das auftreffende Licht nicht mehr alle Wellen des Farbspektrums enthält und ein Objekt je nach Eigenfarbe und Farbe des Lichts so nur noch eingeschränkte Wellenbereiche reflektieren kann oder sogar unbunt bzw. schwarz wirkt, wenn das Licht keine vom Objekt reflektierbaren Strahlen mehr enthält. Ein roter Gegenstand beispielsweise wirkt bei roter Beleuchtung hell (unbunt), bei blauem Licht

violett und bei grünem Licht fast schwarz (dunkel). Im Zusammenspiel zwischen Licht- und Kulissenfarbe ist es daher nützlich, diesen Sachverhalt einzubeziehen.

Farben in der Praxis

Einige wichtige Aspekte bei der Auswahl von Farben wurden bereits in den vorhergehenden Abschnitten angesprochen, jedoch hängt die geplante Wirkung einer Farbgestaltung auch maßgeblich davon ab, wie sich das Erscheinungsbild einer Szene beim Aufeinandertreffen unterschiedlicher Farben verändert und welche emotionale Wirkung verschiedene Farbtöne auf einen Betrachter besitzen.

Die Kenntnis der angesprochenen Komplementärfarben ist für das Arbeiten mit farbiger Beleuchtung von großer Bedeutung. Leuchtet man eine Person oder ein Objekt mit Hilfe eines weißen Lichts aus, so führt dies auf der gegenüberliegenden Seite der Lichtquelle zu einer Schattenbildung. Der Schatten erscheint in diesem Fall schwarz und wird als ein Ort verstanden, der vom angeleuchteten Objekt verdeckt wird und demnach nicht ausgeleuchtet ist. Spätestens beim Einsatz von farbigem Licht wird man diese Einschätzung überdenken müssen, da sich der hervorgerufene Schatten nicht schwarz darstellt, sondern in einem anderen Farbton als die zur Lichterzeugung verwendete Farbe erscheint. Der Grund für dieses

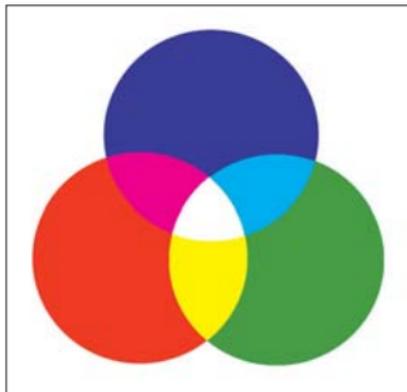


Farbmischungen

Die beiden wichtigsten Prinzipien bei der Kombination verschiedenfarbig leuchtender Lichtquellen sind die additive und subtraktive Farbmischung, deren Auswirkungen man sich bei der Farbplanung einer Produktion zu Nutze machen kann, die bei Nichtbeachtung allerdings auch zu unerwünschten Kombinationseffekte von Farben führen können.

● Additive Farbmischung

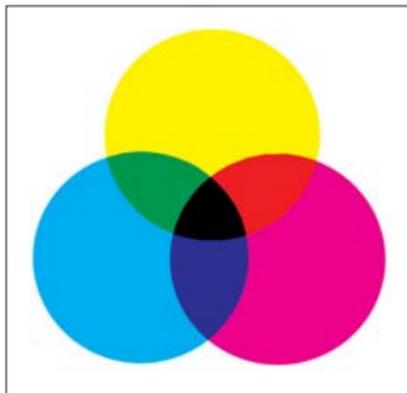
Die additive Farbmischung basiert auf dem Zusammenfügen von Einzelfarben, um dadurch eine neue natürliche Farbe erzeugen zu können. Die drei additiven Grundfarben sind Rot/Orange, Grün sowie Violett/Blau, die zusammengefügt Weiß ergeben. Mischt man nur zwei dieser Farben miteinander, so erhält man die Mischfarben Cyan, Magenta und Gelb, die wiederum mit den Grundfarben der subtraktiven Farbmischung identisch sind. In der Praxis ist man immer dann mit der additiven Farbmischung konfrontiert, wenn man verschiedene Scheinwerfer mit Farbfiltern ausrüstet, die unterschiedliche Farben besitzen. Treffen ihre Lichtstrahlen aufeinander, so erfolgt im Schnittpunkt eine Farbkombination auf Basis dieses Farbmischungsgesetzes. Die additive Farbmischung nutzt man regelmäßig bei der Ausleuchtung von Horizonten, wo drei Lichtquellen mit Farbfiltern in den Farben Rot, Grün und Blau ausgerüstet werden und sich je nach Helligkeitssteuerung der einzelnen Geräte nahezu alle Farben des Farbkreises darstellen lassen. Oft kommt dabei noch ein viertes Gerät ohne Farbfilter zum Einsatz, welches zum Entsättigen genutzt wird. Scheinwerfer dieser Art wären 4-Kammer Horizontleuchten, Bodenfluter-rampen oder energiesparende Leuchtstofflampen-Module mit Leuchtstoffröhren in den entsprechenden Farben (z.B. LHGL/LHGL DMX).



Additive Farbmischung

● Subtraktive Farbmischung

Die subtraktive Farbmischung basiert auf Grundfarben, bei denen einzelne Wellenbereiche des Farbspektrums durch speziell lasierte Schichten des Filtermediums herausgefiltert worden sind. Die Grundfarben lauten hier Cyan, Magenta und Gelb. Filter in subtraktiven Grundfarben sind dabei in der Art aufgebaut, dass sie nur etwa zwei Drittel des Lichtspektrums passieren lassen, dementsprechend nur zwei Zapfentypen der Netzhaut ansprechen und transparent für die beiden anderen Grundfarben sind. Beim Mischen dieser Grundfarben erhält man die Farbtöne Violett/Blau, Grün und Rot/Orange. In der Praxis begegnet man diesem Farbmischungsgesetz beim Arbeiten mit Moving Lights, da deren Farbmischsysteme aus den drei genannten Grundfarben der subtraktiven Farbmischung bestehen. Farbfilter basieren übrigens auch auf dem Prinzip dieses Farbmischungsgesetzes, da das Licht eines Scheinwerfers bei Durchtritt durch einen Farbfilter gefiltert wird und sich im Lichtstrahl danach nur die Farbanteile zum Erzeugen der gewünschten Lichtfarbe befinden.



Subtraktive Farbmischung



Im Vergleich zur additiven Farbmischung bietet dieses Mischsystem in der Praxis den Vorteil, dass bestimmte Farben (wie z.B. ein sattes Orange) wesentlich kräftiger dargestellt werden können. Bekannt sein dürfte die subtraktive Farbmischung auch durch den Mischvorgang von Malfarben, da die Farbkörperteile verschiedene Wellenlängen des Lichts absorbieren und man letztendlich nur die Farbe sieht, deren Anteil von allen Körpern am wenigsten "verschluckt" wird.

Wirkung von Farben auf den Betrachter

Farben besitzen eine physiologische Wirkung auf den Betrachter und lösen in ihm unbewusste Emotionen aus. Dieser Aspekt von Farbe wird heute in nahezu allen Wirtschaftszweigen verwendet, um Produkte vermarkten zu können. Auch für die szenische Beleuchtung ist das Medium Farbe daher bestens geeignet, um in Verbindung mit Kostümen und Dekoration die Wirkung, Atmosphäre sowie Emotionen einer Szene bekräftigen und einem Betrachter übermitteln zu können. Die dabei erzielte Wirkung ist jedoch stark abhängig davon, inwieweit sich ein Zuschauer beeinflussen lassen will und welche Erfahrungen er in Zusammenhang mit den verwendeten Farben gemacht hat. Hat man bei einem Theaterstück eine bestimmte Farbkombination ausgewählt, um eine spezifische Stimmung erzeugen zu können, muss das nicht bedeuten, dass alle Betrachter diese Stimmung in selber Art und Weise deuten. Der Grund hierfür liegt darin begründet, dass die gedankliche Verknüpfung einer Farbe mit einem emotionalen Empfinden subjektiv ist und jeder Betrachter einer Farbe somit unterschiedliche Attribute zuordnet. Einige denkbare Wirkungen von verschiedenen Farben sind nachfolgend aufgeführt:

■ Rot

Rot besitzt eine anregende Wirkung und löst starke Reaktionen aus. Rot ist eine Warnfarbe für einen bedrohlichen Zustand, wobei diese Reaktion durch die enge Verknüpfung dieser Farbe zum Blut des Menschen hervorgerufen wird, dessen Verlust lebensbedrohend ist. Eine weitere Bedeutung der Farbe Rot ist das Feuer, verursacht durch eine Urangst des Menschen. Rot ist jedoch nicht nur mit negativen Attributen besetzt, sie gilt auch als Farbe für Glück, Liebe und Sicherheit. Rot kann anregend wirken, aber auch Aggressionen hervorrufen. Generell ist Rot aber eine sehr vorherrschende Farbe und übt den größten Reiz auf das menschliche Auge aus.

■ Blau

Blau ist ein typisches Symbol für Kälte und Gefühlskälte. Es erzeugt eisige Stimmungen. Es wird zur Verstärkung von Nachtstimmungen eingesetzt, ist jedoch auch positiv besetzt, da es mit dem Blau des Wassers und des Himmels in Verbindung gebracht wird.

■ Gelb/Gold

Gelb als Farbe der Sonne erzeugt ein Gefühl von Wärme und wirkt anregend. In China ist es das Symbol der Macht, denn nur Kaiser durften diese Farbe tragen. Gelb ist darüber hinaus eine Signalfarbe und gilt als Zeichen der Gewährung. Gold symbolisiert Reichtum und wird auf eine damit verbundene Macht assoziiert.

■ Grün

Grün ist die Farbe der Hoffnung, aber auch die des Neids, der Missgunst und Unerfahrenheit. Grün wird eng mit dem englischen Begriff "grow" verknüpft und als Zeichen für die Vegetation, das Wachstum, die Frische und das Leben gedeutet. Grün hat eine besonders belebende Wirkung, was damit zusammenhängen könnte, dass die Empfindlichkeit der Augen für Grün am höchsten ist.

■ Orange

Orange kann Kommunikation, Wärme, herzliche Sinnlichkeit, Reife, Genuss und Fruchtbarkeit symbolisieren. Orange wirkt beschwingend und anregend.



- **Violett**
Violett kann für Magie, Zauberei, Mystik, Sensibilität, Verwandlung stehen. Violett steht aber auch für Demut und Buße, da es von kirchlichen Würdenträgern getragen wird.
- **Braun**
Mit der Farbe Braun verbindet der Mensch in der Regel die Attribute Erde, Boden, Ackerland und somit kann Braun als Farbe für Sicherheit und Behaglichkeit betrachtet werden. Braun suggeriert vollen Geschmack, kraftvolle Ausgereiftheit, Volumen und solide Herkunft.
- **Schwarz**
Schwarz wird als Symbol für den Tod, das Düstere gesehen. In Filmen wird es häufig als Kostüm- oder Haarfarbe für das Böse eingesetzt. Es wird jedoch auch mit den Attributen Schuld, Bedrohung und Chaos gleichgesetzt.
- **Weiß**
Weiß ist das Symbol für Reinheit, Unschuld und das Göttliche. Helligkeit und somit der Tag werden mit dieser Farbe in Verbindung gesetzt. In Form einer weißen Flagge können jedoch auch die Attribute Flucht und Kapitulation in Betracht gezogen werden.

Die dargestellten Beispiele geben mögliche Farbpfindungen wieder, allgemeine Regeln für den bevorzugten Einsatz einer bestimmten Farbe lassen sich jedoch nicht aufstellen, zumal die Farbwahl auch von der Art einer Produktion abhängt. Wird man bei Musical- oder Showproduktionen vermehrt auf satte Farben zurückgreifen können und sind dort harte Übergänge von einer zur anderen Farbe eher möglich, so kommen kräftige Farbtöne bei klassischen Theaterproduktionen oder Fernsehaufnahmen in der Regel nur für bestimmte Beleuchtungsarten in Frage.

Lichtfarbe unterschiedlicher Lichtquellen

Die Farbgebung einer Beleuchtung wird jedoch nicht nur durch den Einsatz unterschiedlicher Farbfilter bestimmt, sondern hängt auch von der Art der verwendeten Lichtquellen ab. Wie im Kapitel "Lampentypen" ersichtlich wurde, besitzen die verschiedenen Lampentypen eine unterschiedliche Lichtfarbe, welche durch die Farbtemperatur eines Leuchtmittels beschrieben wird und in sich bereits zu einer Farbgebung führt. Diese technisch bedingte Farbgebung kann dabei einerseits als gewolltes Gestaltungselement eingesetzt werden, muss andererseits bei den Planungen aber berücksichtigt werden, wenn man die geplante Kombination aus farbigem und "nicht farbigem" Licht weitgehend exakt in die Realität umsetzen möchte. Grundlegend ist die unterschiedliche Lichtfarbe von Kunst- und Tageslicht zu bedenken.

Das Licht von Glühlightscheinwerfern ohne eingesetzte Farbfilter ist dabei keinesfalls weiß, sondern muss zu den warmen Farbtönen gezählt werden, wobei sich je nach Helligkeit dieser Geräte eine große Palette an Zwischentönen ergibt. Besonders bei geringen Lichtstärken besitzt das emittierte Licht von Halogenglühlampen einen sehr hohen Rotanteil und wirkt daher annähernd als Farbton Orange. Gegebenenfalls kann es somit erforderlich sein, entsprechende Geräte mit Farbkorrekturfiltern ausstatten zu müssen, die den hohen Rotlichtanteil des Glühlights abschwächen oder sogar ein Licht mit Tageslichtcharakter erzeugen lassen. Tageslicht zeichnet sich hingegen durch seinen hohen Blaulichtanteil aus und wird im Theatersektor oft auch als realistische Lichtquelle eingesetzt, da es in seiner Lichtfarbe dem tatsächlichen Licht der Sonne und damit den Lichtverhältnissen unserer Umwelt entspricht. Ebenso wird die besonders kalte Wirkung des Tageslichts gegenüber Kunstlicht als kontrastgebendes Instrument geschätzt und lässt sich der beim Zünden von Entladungslampen durch den Verdampfungsprozess hervorgerufene Verlauf in der Lichtfarbe als wirkungsvoller Effekt einsetzen.



Denkt man beispielsweise an eine Dekoration bestehend aus einem Raum, so kann das durch ein Fenster eintretende Sonnen- oder Mondlicht hervorragend mit einem Tageslichtscheinwerfer oder einem Glühlichtscheinwerfer mit Tageslicht-Korrekturfilter erzeugt werden und vermittelt in Verbindung mit den übrigen Lichtqualitäten des Raums - hervorgerufen durch Kunstlichtquellen - ein realistisches Empfinden der Szene. Bei Außenaufnahmen im Film- und Fernsehsektor ist eine Beleuchtung mit Tageslichtcharakter hingegen eine unabdingbare Voraussetzung, da die verwendeten Tageslichtfilme auf die entsprechend hohe Farbtemperatur dieser Lichtart angewiesen sind.

Einige grundlegende Richtlinien

Allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten zur Farbgestaltung lassen sich kaum aufstellen, allenfalls gibt es einige grundlegende Richtlinien, die beim Arbeiten mit Farben in der Praxis hilfreich sein können:

- ### Zartere Farben für das Vorderlicht

Bei der Farbgestaltung von Vorderlicht sollten umso hellere, zartere Farben verwendet werden, je geringer die Entfernung der Lichtquelle zur Person ist. Vorderlicht in besonders kräftigen Farbtönen lässt die Gesichter von Darstellern unnatürlich wirken und ist daher nur für Spezialeffekte sinnvoll.

- ### Intensivere Farben als Gegenlicht oder Horizontbeleuchtung

Der Einsatz intensiver Farben, die durch eine Mischung der erwähnten Grundfarben entstehen, ist eher zur Ausleuchtung von Dekorationen, Hintergrund- und Horizontflächen oder als Gegenlicht sinnvoll. Besonders mit der Beleuchtungsart des Gegenlichts ist es dabei möglich, eine komplette Spielfläche mit farbigem Licht "überfluten" zu können, ohne dass die Gesichter der Darsteller ebenfalls in diesem Farbton erscheinen, sich ihre Körper hingegen aber gut vom übrigen Bühnenbild abheben. Dieser Effekt kann noch verstärkt werden, wenn Scheinwerfer zur Ausleuchtung der Personen dann in hellen Farbtönen oder in Weiß gehalten sind.

- ### Zu Kostümen und Dekorationen abweichende Farbtöne

Um die Konturen eines Bühnenbildes nicht durch die Beleuchtung zu verwischen, sollte man sich bei der Farbgestaltung keinesfalls an die Farben von Kostümen und Dekorationen anlehnen. Die hauptsächlichliche Verwendung eines Farbtons, in dem auch Kulissen und Kostüme gehalten sind, führt zu einem kontrastlosen, langweilig wirkenden Erscheinungsbild und lässt die Beleuchtung "schwammig" wirken.

- ### Einsatz unterschiedlicher farbiger Schattierungen

Bei der farbigen Ausleuchtung eines Objektes von zwei oder mehr Seiten können in den einzelnen Scheinwerfern anstelle identischer Farben unterschiedliche Abstufungen eines Farbtons zum Einsatz kommen, um die Ausleuchtung interessanter zu gestalten. Auf diese Art wird die formgebende Qualität des Lichts deutlich verstärkt.



Farbgestaltung bei einer Musicalproduktion



Farbgestaltung bei einer Fernsehproduktion



Farbgestaltung bei einer Showproduktion



Farbgestaltung bei einer Messe-Präsentation



Veränderung von Licht durch Filter und Folien

Im Gegensatz zu anderen Anwendungsbereichen der Lichttechnik spielt bei der szenischen Beleuchtung eine genaue Kontrolle über das Licht einzelner Lichtquellen eine große Rolle, da man das Medium Licht hier sehr gezielt und exakt gerichtet einsetzt. Grundlegender Ausgangspunkt sind dabei die verschiedenen Scheinwerfertypen, die mit ihren spezifischen optischen Systemen und Einstellmöglichkeiten eine ganz bestimmte und je nach Gerätekategorie charakteristische Abbildung des von einer Lampe emittierten Lichts erlauben. Auch wenn es dabei praktisch für jede Beleuchtungssituation einen Scheinwerfer zum Erzeugen des passenden Lichts gibt, kann es in der Praxis gewünscht sein, die austretenden Lichtstrahlen nochmals zu verändern. Für diese Modifikation greift man auf entsprechendes Filtermaterial zurück, wobei dabei das Einfärben des Lichts über Farbfilter wohl am bekanntesten sein dürfte. Da dies allerdings nur ein Anwendungsgebiet von Filtermaterial darstellt, beschäftigen wir uns in diesem Kapitel mit grundlegenden Filterarten, gefolgt von einer Filter-Vergleichsliste der beiden bedeutendsten Filterhersteller ROSCO und LEE.

Übersicht des verfügbaren Filter-/ Folienmaterials

Dank der Entwicklungen im Bereich der Kunststoffindustrie ist die heute verfügbare Palette an Filtermaterialien recht groß und bietet je nach Anwendungsfall Filter und Folien in unterschiedlichster Beschaffenheit an. Filter, respektive Farbfilter, bestehen dabei aus einem Trägermedium, auf das entsprechende Farbpigmente aufgebracht oder eingelassen sind. Als Trägermedium haben sich die beiden Materialarten Polyester und Polycarbonat herauskristallisiert, da sie einerseits relativ kostengünstig zu produzieren sind, andererseits aber auch eine gute Hitzebeständigkeit besitzen und sich erst ab Temperaturen von ca. 150 °C verformen bzw. anfangen zu schmelzen. Besonders hochwertige Filter setzen dabei auf die Verwendung von Polycarbonat, oft in mehreren Schichten zu einer Folie zusammengestellt, da sich dieses Material in der Praxis als extrem hitzebeständig erwiesen hat, eine gleichbleibende Farbqualität über die gesamte Filterlebensdauer bietet und zusätzlich selbstverlöschend gemäß DIN 4102 ist. Entsprechendes Filtermaterial wird von den Herstellern gewöhnlich als Rolle oder für Kleinabnehmer auch als Bogen angeboten, wobei die gesamte Filterkollektion aus sogenannten Swatchbooks ersichtlich ist, eine Art Musterhefte, die einen kleinen Zuschnitt jedes Filters und regelmäßig auch zusätzliche Angaben zur Lichtdurchlässigkeit und ähnlichem enthalten. In der Regel werden diese Musterhefte kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die folgende Aufstellung zeigt die am Markt verfügbaren Filter- und Folienarten.

● Farbfilter

Farbfilter sind in nahezu allen denkbaren Farbtönen erhältlich und basieren auf dem Prinzip der subtraktiven Farbmischung, da sie die nicht erwünschten Farbanteile des Licht herausfiltern und absorbieren. Die verschiedenen Filterfarben können in sogenannte Farbfamilien untergliedert werden, um sich so einen einigermaßen guten Überblick über die heute verfügbare Farbvielfalt verschaffen zu können.



Musterheft einer Filterkollektion



Eine sinnvolle Unterteilung stellen dabei die Farbbereiche "warmer oder kalter Farbton", "Pastell oder Gesättigt", "Amber", "Pink", "Rot", "Grün", "Lavender" und "Blau" dar. Neben der Farbveränderung des Lichtstrahls führt der Einsatz von Farbfiltern allerdings auch zu einer deutlichen Reduktion der Lichtintensität, wobei diese Reduktion umso größer ist, je dunkler die verwendeten Farben sind und dann mehr als zwei Drittel der ursprünglichen Beleuchtungsstärke betragen kann. Durch das Absorbieren bestimmter Farbanteile erwärmt sich darüber hinaus das Material des Filters, wobei dieser Effekt ebenfalls bei dunklen Farben am deutlichsten auftritt und dann zu einer sehr deutlichen Wärmeentwicklung führt, so dass die Filterlebensdauer dieser Farben entsprechend kürzer ist. Obgleich die Hitzebeständigkeit der heute verwendeten Filtermaterialien als durchaus gut zu beurteilen ist, können Farbfilter auf Folienbasis nicht bei allen Scheinwerferarten zum Einsatz kommen. Speziell bei sehr leistungsstarken Glühlicht- und Tageslichtscheinwerfern ist die Wärmestrahlung des Leuchtmittels so groß, dass Farbfolien nur mit Hilfe von Ausleger-Filterrahmen oder bei Geräten in den größten Leistungsstufen überhaupt nicht verwendet werden können. Auch bei Flutern ist der Einsatz von Farbfolien problematisch, da bei diesen Geräten der Abstand vom Leuchtmittel zum Farbfiltereinschub recht gering ist und die Folien dementsprechend ebenfalls einer großen Hitze ausgesetzt sind. Eine Alternative stellt der Einsatz von Farbfiltern aus Glas dar, wobei das Glas mit Hilfe spezieller Chemikalien eingefärbt und aufgrund einer besseren Hitzebeständigkeit in einzelne Glasstreifen geschnitten ist, die in entsprechende Farbfilterrahmen eingefasst sind. Die Herstellung von Farbglasfiltern ist jedoch sehr aufwendig und so sind Filter dieser Art in ausreichender Farbvielfalt kaum noch zu bekommen.

■ Dichroitische Farbfilter

Dichroitische Farbfilter sind eine sehr gute Alternative zu Farbfolien sowie Farbgläsern und bestehen aus hitzebeständigen Borosilikatglasscheiben, auf die verschiedene Schichten von Oxiden aufgedampft sind, die den Filter nur für bestimmte Wellenlängen des Lichts durchlässig machen. Im Gegensatz zu Farbfolien werden die nicht gewünschten Farbanteile des Lichts jedoch nicht absorbiert, sondern als Restlicht vom Filter reflektiert. Jeder Filter unterteilt das Licht der Lampe somit in einen durchgelassenen und reflektierten Teil auf. Gegenüber Farbfolien sind die dichroitischen Filter dadurch deutlich unempfindlicher gegenüber großer Wärme, besitzen eine deutlich höhere Lichtdurchlässigkeit und eine extrem hohe Farbsättigung. Durch das aufwendige Produktionsverfahren kann die genaue Farbe eines spezifischen Filters zudem sehr präzise festgelegt werden.

■ Korrekturfilter

Korrekturfilter spielen bei der Lichtgestaltung eine große Rolle und erlauben das Anpassen einer Lichtquelle auf die spezifischen Anforderungen eines Anwendungsfalls. Generell kann man drei wesentliche Arten von Korrekturfiltern unterscheiden, wobei es auch Korrekturfilter gibt, die eine gemeinsame Veränderung von Farbtemperatur und Helligkeit zulassen.

1. Korrekturfilter für die Farbtemperatur

Die Farbtemperatur von Lichtquellen unterliegt physikalischen Gesetzmäßigkeiten und kann an der Lampe selbst nicht verändert werden. Wie im Abschnitt "Lampentypen" dargelegt wurde, besitzen Glühlampen eine Farbtemperatur von 2900 bis 3400 K (Kunstlicht), Entladungslampen eine Farbtemperatur von 5200 bis 6000K (Tageslicht). Um das Licht eines Glühlichtscheinwerfers nun auf das Licht eines Tageslichtscheinwerfers (oder auch umgekehrt) anpassen zu können, greift man auf Farbkorrekturfilter zurück, die bestimmte Farbanteile des Lichts herausfiltern und somit einen kälteren Farbton mit mehr Blaulichtanteil (bei Glühlicht auf Tageslicht) oder einen wärmeren Farbton mit mehr Rotlichtanteil (bei Tageslicht auf Glühlicht) hervorrufen. Die Farbkorrektur kann dabei nicht nur in den zwischen den beiden genannten "Reinformen", sondern auch in Teilbereichen (z.B. 3200K auf 4300K) durchgeführt werden.

2. Korrekturfilter für die Helligkeit

Filter dieser Art reduzieren die Helligkeit des Lichts und sind in mehreren Dichtenabstufungen erhältlich. Sie kommen zur Anwendung, wenn die Intensität einer Lichtquelle ohne Veränderung der Farbtemperatur vermindert werden soll.



3. Korrekturfilter für Teile des Farbspektrums

Bei Film- und Fernsehaufnahmen kann es erforderlich sein, das Farbspektrum des Lichts in Teilbereichen verändern zu müssen, um beispielsweise grüne oder rote Farbstiche im Kamerabild zu korrigieren. Speziell für den grünen und magentafarbenen Spektralbereich sind daher spezielle Korrekturfilter vorhanden, mit denen einer Lichtquelle Farbnuancen dieser Farbbereiche hinzugefügt oder aus deren Licht herausgefiltert werden können.

● Kalibrierte Farbeffektfilter

Kalibrierte Farbeffektfilter orientieren sich an der spektralen Empfindlichkeit von Farbfilmern und kommen bei Film- und Fernsehaufnahmen zum Einsatz. Farbfilme besitzen verschiedene Emulsionsschichten, welche die roten, grünen und blauen Farbanteile des Lichts separat aufzeichnen. Um nun eine exakte Kontrolle über die Farbe und das Farbspektrum jeder einzelnen Lichtquelle zu ermöglichen, sind Farbeffektfilter gewöhnlich in den Primärfarben Rot, Grün und Blau sowie in den Sekundärfarben Gelb, Magenta und Cyan aufgebaut. Da im Filmbereich überwiegend mit "Blenden" gearbeitet wird, ist jede Farbe gemäß dem Prinzip für fotografische Dichtenwerte in vier unterschiedlichen, bei der Herstellung exakt kalibrierten Dichten (15, 30, 60 und 90) erhältlich. Die Farben und Farbabstufungen entsprechen damit den einzelnen Blendenstellungen der Kamera (1/2, 1, 2 und 3) und somit lässt sich die Farbwirkung und das Endergebnis für die Filmaufnahmen exakt voraussagen.

● Diffusionsfilter

Diffusionsfilter finden zur Veränderung der Lichtcharakteristik einer Lichtquelle Verwendung oder werden zum gezielten Richten von Licht verwendet. Beispiele wären das Weichzeichnen eines Lichtkegels, oder das Verändern der Lichtabstrahlung in einer optischen Achse, um z.B. den Lichtausfall eines Fluters zu den beiden Seiten hin noch breiter gestalten zu können.

● Reflektionsfolien

Reflektionsfolien kommen gewöhnlich bei Film- und Fotoaufnahmen zum Einsatz und werden dort zur Reflektion des auf die Folien auftreffenden Lichts verwendet, um so z.B. bei Fotoaufnahmen im Freien ohne künstliche Lichtquellen arbeiten zu können.

● Wärmeschutzfilter

Wärmeschutzfilter stellen transparente Schutzfilter auf Teflon-Basis dar, die einen großen Teil der Infrarotstrahlen absorbieren und für ca. 90% des sichtbaren Lichts durchlässig sind. Die Schutzfilter können in den Farbfiltereinschüben hinter entsprechenden Farbfiltern eingesetzt werden oder sind als "Heatshield" standardmäßig in vielen Farbwechsellern integriert, um die Wärmeentwicklung auf das Filtermaterial reduzieren und somit auch die Lebensdauer der Filter erhöhen zu können.

● Matt lackierte Aluminiumfolie

Beidseitig matt lackierte Aluminiumfolie wird bei Scheinwerfern zum Kaschieren des austretenden Neben- und Streulichts verwendet oder kann zur Verhinderung ungewünschter Reflektionen zum Einsatz kommen.

Filter-Vergleichsliste für Farb- und Korrekturfilter

Um die Vielzahl der heute verfügbaren Filter unterscheiden zu können, ist jeder Filtertyp neben einer Filterbezeichnung auch mit einer Farb-/Filternummer versehen. Dieser Wert findet in der Praxis besonders bei der Kennzeichnung von Farben in Beleuchtungsplänen Verwendung und ist im Umgang mit Filtern eher gebräuchlich als die Filterbezeichnung. Da die Numerierung und Bezeichnung von Folien bei den verschiedenen Herstellern nicht absolut übereinstimmen, finden Sie auf den folgenden Seiten eine Vergleichsliste für Farb- und Korrekturfilter der Hersteller ROSCO und LEE. Dabei ist zu beachten, dass kursiv dargestellte Filterbezeichnungen nicht absolut mit den entsprechenden Vergleichsfiltern übereinstimmen, sondern ihnen nur ähnlich sind. Bei Feldern ohne Eintrag sind entsprechende Vergleichsfilter nicht vorhanden.



Farbfilter

ROSCO Supergel	ROSCO E-Colour	LEE-Filter
002 Rose Pink		002 Rose Pink
003 Lavender Tint		003 Lavender Tint
004 Medium Bastard Amber	04 Medium Bastard Amber	004 Medium Bastard Amber
007 Pale Yellow	07 Pale Yellow	007 Pale Yellow
008 Dark Salmon	40 <i>Light Salmon</i>	008 Dark Salmon
009 Pale Amber Gold	09 Pale Amber Gold	009 Pale Amber Gold
010 Medium Yellow	10 Medium Yellow	010 Medium Yellow
013 Straw Tint	13 Straw Tint	013 Straw Tint
015 Deep Straw	15 Deep Straw	015 Deep Straw
017 Surprise Peach		017 Surprise Peach
019 Fire	19 Fire	019 Fire
020 Medium Amber	20 Medium Amber	020 Medium Amber
021 Gold Amber	21 Golden Amber	021 Gold Amber
022 Dark Amber	22 Deep Amber	022 Dark Amber
024 Scarlet	24 Scarlet	024 Scarlet
025 Sunrise Red	25 <i>Orange Red</i>	025 Sunrise Red
026 Bright Red	26 Light Red	026 Bright Red
027 Medium Red	27 Medium Red	027 Medium Red
		029 Plasa Red
035 Light Pink	35 Light Pink	035 Light Pink
036 Medium Pink	36 Medium Pink	036 Medium Pink
039 Pink Carnation		039 Pink Carnation
046 Dark Magenta	46 <i>Magenta</i>	046 Dark Magenta
	48 <i>Rose Purple</i>	048 Rose Purple
052 Light Lavender	52 Light Lavender	052 Light Lavender
	53 Pale Lavender	053 Pale Lavender
058 Lavender	58 Deep Lavender	058 Lavender
061 Mist Blue	61 Mist Blue	061 Mist Blue
063 Pale Blue	63 Pale Blue	063 Pale Blue
	68 Sky Blue	068 Sky Blue
071 Tokyo Blue		071 Tokyo Blue
075 Evening Blue	81 Urban Blue	075 Evening Blue
079 Just Blue	79 Just Blue	079 Just Blue
	85 <i>Deep Blue</i>	085 Deeper Blue
088 Lime Green	86 <i>Pea Green</i>	088 Lime Green
089 Moss Green	89 Moss Green	089 Moss Green
090 Dark Yellow Green	90 Dark Yellow Green	090 Dark Yellow Green
100 Spring Yellow		100 Spring Yellow
101 Yellow	312 Canary	101 Yellow
102 Light Amber	11 <i>Light Straw</i>	102 Light Amber
103 Straw		103 Straw
104 Deep Amber		104 Deep Amber
105 Orange		105 Orange
106 Primary Red	26 <i>Light Red</i>	106 Primary Red
107 Light Rose	31 Salmon Pink	107 Light Rose
108 English Rose	03 <i>Dark Bastard Amber</i>	108 English Rose
109 Light Salmon		109 Light Salmon
110 Middle Rose	38 <i>Light Rose</i>	110 Middle Rose
111 Dark Pink		111 Dark Pink
113 Magenta		113 Magenta
115 Peacock Blue	73 <i>Peacock Blue</i>	115 Peacock Blue
116 Medium Blue Green	95 <i>Medium Blue Green</i>	116 Medium Blue Green



ROSCO E-Colour	ROSCO Supergel	LEE-Filter
117 Steel Blue	66 <i>Cool Blue</i>	117 Steel Blue
118 Light Blue		116 Light Blue
119 Dark Blue	80 <i>Primary Blue</i>	119 Dark Blue
120 Deep Blue	383 <i>Sapphire Blue</i>	120 Deep Blue
121 Soft Green	86 <i>Pea Green</i>	121 Lee Green
122 Fern Green	89 <i>Moss Green</i>	122 Fern Green
124 Dark Green		124 Dark Green
126 Mauve	49 <i>Medium Purple</i>	126 Mauve
127 Smokey Pink	50 <i>Mauve</i>	127 Smokey Pink
128 Bright Pink	339 <i>Broadway Pink</i>	128 Bright Pink
129 Heavy Frost		129 Heavy Frost
130 Clear	00 <i>Clear</i>	130 Clear
131 Marine Blue	370 <i>Italian Blue</i>	131 Marine Blue
132 Medium Blue	80 <i>Primary Blue</i>	132 Medium Blue
134 Golden Amber		134 Golden Amber
135 Deep Golden Amber		135 Deep Golden Amber
136 Pale Lavender	52 <i>Light Lavender</i>	136 Pale Lavender
137 Special Lavender	55 <i>Lilac</i>	137 Special Lavender
138 Pale Green	388 <i>Gaslight Green</i>	138 Pale Green
139 Primary Green	90 <i>Dark Yellow Green</i>	139 Primary Green
140 Summer Blue		140 Summer Blue
141 Bright Blue	69 <i>Brilliant Blue</i>	141 Bright Blue
142 Pale Violet		142 Pale Violet
143 Pale Navy Blue		143 Pale Navy Blue
144 No Color Blue		144 No Color Blue
147 Apricot	317 <i>Apricot</i>	147 Apricot
148 Bright Rose		148 Bright Rose
151 Gold Tint	305 <i>Rose Gold</i>	151 Gold Tint
152 Pale Gold	304 <i>Pale Apricot</i>	152 Pale Gold
153 Pale Salmon		153 Pale Salmon
154 Pale Rose	305 <i>Rose Gold</i>	154 Pale Rose
156 Chocolate		156 Chocolate
157 Pink		157 Pink
158 Deep Orange		158 Deep Orange
159 No Color Straw	06 <i>No Color Straw</i>	159 No Color Straw
161 Slate Blue	367 <i>Slate Blue</i>	161 Slate Blue
162 Bastard Amber		162 Bastard Amber
164 Flame Red	25 <i>Orange Red</i>	164 Flame Red
165 Daylight Blue	67 <i>Light Sky Blue</i>	165 Daylight Blue
166 Pale Red		166 Pale Red
169 Lilac Tint	351 <i>Lavender Mist</i>	169 Lilac Tint
170 Deep Lavender		170 Deep Lavender
172 Lagoon Blue	71 <i>Sea Blue</i>	172 Lagoon Blue
174 Dark Steel Blue		174 Dark Steel Blue
176 Loving Amber	01 <i>Light Bastard Amber</i>	176 Loving Amber
179 Chrome Orange	15 <i>Deep Straw</i>	179 Chrome Orange
180 Dark Lavender	56 <i>Gypsy Lavender</i>	180 Dark Lavender
181 Congo Blue	382 <i>Congo Blue</i>	181 Congo Blue
182 Light Red		182 Light Red
183 Moonlight Blue		183 Moonlight Blue
184 Cosmetic Peach		184 Cosmetic Peach
185 Cosmetic Burgundy		185 Cosmetic Burgundy
186 Cosmetic Silver Rose		186 Cosmetic Silver Rose
187 Cosmetic Rouge		187 Cosmetic Rouge



ROSCO E-Colour	ROSCO Supergel	LEE-Filter
188	Cosmetic Highlight	188 Cosmetic Highlight
189	Cosmetic Silver Moss	189 Cosmetic Silver Moss
190	Cosmetic Emerald	190 Cosmetic Emerald
191	Cosmetic Aqua Blue	191 Cosmetic Aqua Blue
192	Flesh Pink	192 Flesh Pink
193	Rosy Amber	193 Rosy Amber
194	Surprise Pink	194 Surprise Pink
195	Zenith Blue	195 Zenith Blue
196	True Blue	196 True Blue
197	Alice Blue	197 Alice Blue
198	Palace Blue	198 Palace Blue
322	Soft Green	322 Soft Green
323	Jade	323 Jade
325	Mallard Green	325 Mallard Green
327	Forest Green	327 Forest Green
328	Follies Pink	328 Follies Pink
332	Special Rose Pink	332 Special Rose Pink
341	Plum	341 Plum
343	Special Medium Lavender	343 Special Medium Lavender
344	Violet	344 Violet
345	Fuchsia Pink	345 Fuchsia Pink
352	Glacier Blue	352 Glacier Blue
353	Lighter Blue	353 Lighter Blue
354	Special Steel Blue	354 Special Steel Blue
363	Special Medium Blue	363 Special Medium Blue
366	Cornflower	366 Cornflower
	32 Medium Salmon Pink	
	57 <i>Lavender</i>	
	383 <i>Sapphire Blue</i>	
	65 <i>Daylight Blue</i>	
	93 <i>Blue Green</i>	
	395 <i>Teal Green</i>	
	67 <i>Light Sky Blue</i>	
	72 <i>Azure Blue</i>	
	73 <i>Peacock Blue</i>	
	74 <i>Night Blue</i>	

Korrekturfilter

ROSCO E-Colour	LEE-Filter
200	Double Blue
201	Full CT Blue
281	Threequarter CT Blue
202	Half CT Blue
3206	Third Blue
203	Quarter CT Blue
218	Eighth CT Blue
3420	Double CT Orange
3401	Rosco Sun 85
204	Full CT Orange
285	Threequarter CT Orange
205	Half CT Orange
206	Quarter CT Orange
223	Eighth CT Orange
3310	Fluorofilter
441	Full CT Straw
442	Half CT Straw
443	Quarter CT Straw
444	Eighth CT Straw
207	CT Orange +.3 ND
208	CT Orange +.6 ND
298	.15 Neutral Density
	200 Double Blue
	201 Full CT Blue
	281 Threequarter CT Blue
	202 Half CT Blue
	203 Quarter CT Blue
	218 Eighth CT Blue
	204 Full CT Orange
	285 Threequarter CT Orange
	205 Half CT Orange
	206 Quarter CT Orange
	223 Eighth CT Orange
	441 Full CT Straw
	442 Half CT Straw
	443 Quarter CT Straw
	444 Eighth CT Straw
	207 CT Orange +.3 ND
	208 CT Orange +.6 ND
	298 .15 Neutral Density



ROSCO E-Colour	LEE-Filter
209 .3 Neutral Density	209 .3 Neutral Density
210 .6 Neutral Density	210 .6 Neutral Density
211 .9 Neutral Density	211 .9 Neutral Density
299 1.2 Neutral Density	299 1.2 Neutral Density
212 L.C.T. Yellow	212 L.C.T. Yellow
213 WF Green	213 WF Green
236 HMI to Tungsten	236 HMI to Tungsten
219 Fluorescent Green	219 Fluorescent Green
241 Fluorescent 5700K	241 Fluorescent 5700K
242 Fluorescent 4300K	242 Fluorescent 4300K
243 Fluorescent 3600K	243 Fluorescent 3600K
244 Plus Green	244 Plus Green
245 Half Plus Green	245 Half Plus Green
246 Quarter Plus Green	246 Quarter Plus Green
278 Eighth Plus Green	278 Eighth Plus Green
247 Minus Green	247 Minus Green
248 Half Minus Green	248 Half Minus Green
249 Quarter Minus Green	249 Quarter Minus Green
279 Eighth Minus Green	279 Eighth Minus Green
130 Clear	130 Clear
226 U.V. Filter	226 U.V. Filter
214 Full Tough Spun	214 Full Spun
215 Half Tough Spun	215 Half Spun
229 Quarter Tough Spun	229 Quarter Spun
216 White Diffusion	216 White Diffusion
416 Three Quarter White Diff	416 Three Quarter White Diff
250 Half White Diffusion	250 Half White Diffusion
450 Three Eighth White Diff	450 Three Eighth White Diff
251 Quarter White Diffusion	251 Quarter White Diffusion
252 Eighth White Diffusion	252 Eighth White Diffusion
452 Sixteenth White Diffusion	452 Sixteenth White Diffusion
217 Blue Diffusion	217 Blue Diffusion
253 Hanover Frost	253 Hampshire Frost
	255 Hollywood Frost
256 Half Hanover Frost	256 Half Hampshire Frost
257 Quarter Hanover Frost	257 Quarter Hampshire Frost
	258 Eighth Hampshire Frost
228 Brushed Silk	228 Brushed Silk
129 Heavy Frost	129 Heavy Frost
220 White Frost	220 White Frost
221 Blue Frost	221 Blue Frost
224 Daylight Blue Frost	224 Daylight Blue Frost
225 N.D. Frost	225 N.D. Frost
270 Scrim	270 Scrim
342 Black Scrim	
271 Mirror Silver	271 Mirror Silver
272 Soft Gold Reflector	272 Soft Gold Reflector
273 Soft Silver Reflector	273 Soft Silver Reflector



Grundlagen für die Planung der Lichttechnik in Fernsehstudios

Die lichttechnische Ausrüstung von Fernsehstudios setzt im Vergleich zu anderen Veranstaltungsstätten eine noch detailliertere Planung der Scheinwerferpositionen voraus, da die Ausleuchtung entsprechender Produktionen in Anbetracht der spezifischen Anforderungen des Aufnahmemediums (der Fernsehkamera) ganz spezielle Lichteinfallswinkel erfordert (Vgl. auch Seite 115). Um diese erzielen zu können, müssen die verschiedenen Lichtquellen weitgehend exakt in ihrer Höhe und ihrer Entfernung zu den angestrahlten Objekten positioniert werden, was wiederum bedingt, dass an diesen Stellen auch Montage- und Verstellmöglichkeiten für Scheinwerfer vorhanden sind. Speziell in Studios mit wechselnden Produktionen kommt es zusätzlich noch darauf an, die Anordnung der Lichtquellen gemäß den Forderungen individueller Produktionen variabel gestalten und alle Veränderung der Lichtszene möglichst schnell durchführen zu können, um Rüstzeiten - und damit auch Produktionszeiten - auf ein Minimum zu begrenzen. Dementsprechend ist die lichttechnische Installation maßgeblich unter den Prämissen der geplanten Studionutzung zu betrachten und umzusetzen.

Auf den folgenden Seiten haben wir einige grundlegende Kriterien und Einflussgrößen auf die Planung der verschiedenen Systemkomponenten einer Studioinstallation dargestellt.

Einflussgrößen auf grundlegende Bestandteile der Lichtinstallation

Bei Planung der wichtigsten Bestandteile einer lichttechnischen Ausstattung von Fernsehstudios (wie z.B. Leuchtenhängersysteme, Scheinwerfer, Dimmer, Lichtsteuerungen etc.) müssen zahlreiche Kriterien berücksichtigt werden, die letztendlich auch den Ausschlag für eine ganz bestimmte Zusammenstellung von Geräten geben. Einige der wichtigsten Punkte sind nachfolgend aufgeführt:

● Produktionsarten des Studios

Einer der wichtigsten Punkte ist die Frage, für welche Produktionen ein Studio genutzt werden soll und welche wesentlichen Anforderungen sich hieraus für die Lichttechnik ergeben. Handelt es sich beispielsweise um ein zweckgebundenes Studio, d.h. ein Produktionsort, der ausschließlich zur Herstellung einer nahezu immer identisch ablaufenden Sendung (wie z.B. einer Gameshow, Talkshow, Nachrichtensendung) genutzt wird, so sind wesentliche, täglich notwendige Veränderungen in der Anordnung von Scheinwerfern eher die Ausnahme. Die Beleuchtung wird einmalig auf diese spezielle Produktion eingerichtet und in der Regel kaum mehr verändert. Dementsprechend fällt auch der Ausrüstungskomfort der Lichttechnik gering aus, da ein schnelles Einrichten neuer Lichtszenen nicht erforderlich ist. Ganz anders sieht dies allerdings bei Studios aus, in denen täglich - oder sogar im Takt von nur wenigen Stunden - Produktionen unterschiedlichster Art stattfinden und somit ein Umrüsten der Scheinwerferanordnung und Scheinwerferbestückung auf das Set der jeweiligen Sendung notwendig wird. Die Lichttechnik muss nun einen hohen Grad an Flexibilität bieten und erfordert den Einsatz motorischer Leuchtenhängersysteme, mit denen Scheinwerfer motorisch auf ihre neuen Positionen verfahren und in Arbeitshöhe umgehängt werden können.



Um die Rüstzeiten weiter zu verkürzen, ist ebenso eine Steuerung mit abspeicherbaren Positionen denkbar, die einmal eingerichtete Lichtzenen auf Tastendruck wieder exakt reproduzieren lässt. In Kombination mit motorisch fernsteuerbaren Scheinwerfern lässt sich so der höchste Grad an Automatisierung realisieren, der einen Studiobetrieb mit geringsten Produktionszeiten und Produktionskosten zur Folge hat und heute bereits bei vielen großen Studiobauten zu finden ist.

■ Studioabmessungen

Je nach Größe eines Studios bietet sich der Einsatz einer spezifischen Art von Leuchtenhängersystemen besonders an bzw. schließt eine anderen Kategorie weitgehend aus. In kleinen Studios mit geringer Deckenhöhe ist die Höhenverstellung individueller Scheinwerfer besonders wichtig, so dass hier Leuchtenhänger zur Aufnahme mehrerer Geräte (z.B. Stangenleuchtenhänger) nur wenig Sinn machen würden. In großen Produktionshallen hingegen müsste eine zu große Zahl an Einzelaufhängungen zum Einsatz kommen, um eine ausreichend gesättigte Bestückung sicherstellen zu können. Aus diesem Grund greift man dort eher auf die erwähnten Stangenleuchtenhänger oder auf Traversenzüge zurück, wenn die Flexibilität einer horizontalen Positionierung weniger erforderlich ist. Besondere Beachtung verlangt die Höhe eines Studios. Einerseits besitzen die verschiedenen Leuchtenhängerarten unterschiedliche Fahrwegslängen, wodurch sich der Einsatz bestimmter Typen von selbst erübrigt, da ihr maximaler Fahrweg nicht ausreichen würde, um einen aufgehängenen Scheinwerfer bis knapp über den Studioboden (in Montagehöhe) absenken zu können. Bei geringen Deckenhöhen spielen andererseits die Dimensionen der Hänger eine große Rolle, da ihre minimale Höhe im eingefahrenen Zustand in Verbindung mit dem montierten Scheinwerfer zu einem grundlegenden Platzbedarf führt. Diese zusätzliche Höhe muss bei der Planung der Deckenhöhe eines Studios berücksichtigt werden, um sich bei der späteren Nutzung in Bezug auf einsetzbare Dekorationen und mögliche Aufnahmewinkel der Kamera nicht selbst einzuschränken. In diesem Zusammenhang ist zusätzlich die Spielhöhe von Bedeutung, die den faktisch von der Fernsehkamera aufzeichneten Bereich des Studios bei Aufnahmen in der Totalen ausdrückt (siehe auch Grafik auf Seite 166). Sollen die Scheinwerfer und Hänger auch bei Einstellungen dieser Art nicht im gesamten Fernsehbild zu sehen sein, muss die Deckenhöhe auf jeden Fall so ausgelegt werden, dass der Abstand zwischen Studioboden und eingefahrenem Leuchtenhänger mit montiertem Scheinwerfer größer als die ermittelte Spielhöhe ist. Als Faustformel zur Ermittlung der Spielhöhe kann folgende Berechnung dienen:

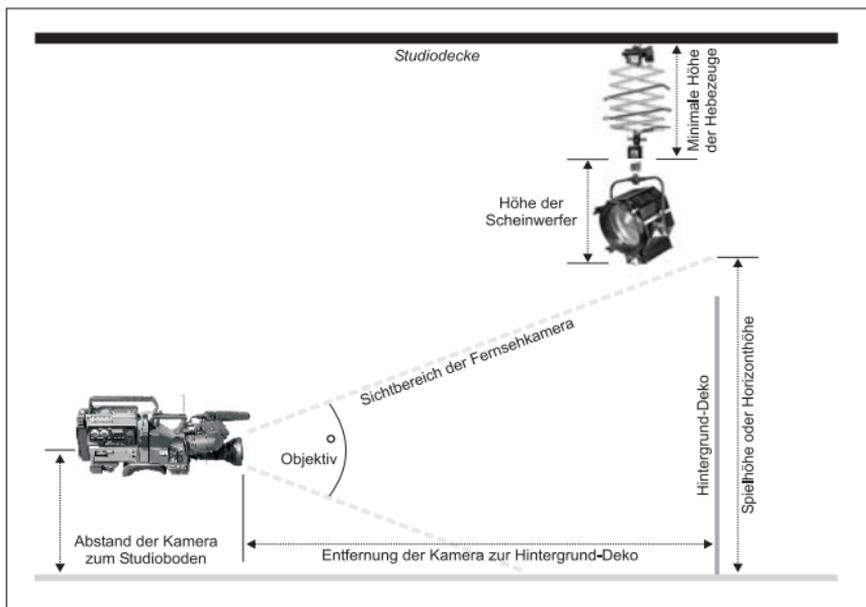
*Entfernung der Kamera zum Hintergrund * Tangens aus der Hälfte des Öffnungswinkels des Kameraobjektivs + Abstand des Kameraobjektivs zum Studioboden*

Bei einer Entfernung von 10m zum Hintergrund, einem Öffnungswinkel des Objektivs von 35° und einem Abstand zum Studioboden von 1,8m würde sich demnach eine Spielhöhe von 4,2m ergeben. Geht man nun von einem Teleskopleuchtenhänger mit 2kW Stufenlinsenscheinwerfer aus, so beträgt die minimale Höhe dieser Einheit ca. 2m. Die Deckenhöhe des Studios muss somit also mindestens 6,2m betragen, um eine Totale des Studios aufnehmen zu können, ohne die gesamte oder ein Teil der Deckenkonstruktion im Bild zu sehen. Ist die Dekoration des Hintergrundes höher als die Spielfläche, muss man bei der Ermittlung der Studiohöhe dementsprechend diesen Wert als Spielhöhe ansetzen.

In punkto Studiohöhe ist ebenso an einen leichten Zugang zu den an der Decke montierten Leuchtenhängern, Zügen und Schienensystemen zu denken, um Wartungs- und Servicearbeiten ausführen zu können. In einem Studio mit einer Höhe von 7 bis 8m ist dies mittels einer Hubbühne vielleicht noch vom Studioboden aus möglich, bei dichter Bestückung oder größeren Höhen allerdings wesentlich problematischer. Ratsam ist daher die Installation von Wartungsstegen oder der Einbau einer Zwischendecke, wobei beide Optionen für eine zusätzliche Studiohöhe von ca. 1m bzw. 2,5m sorgen und der Studiobau dementsprechend teurer wird.



Allerdings besitzt man dann auch einen guten Zugang zu anderen Gerätschaften (z.B. Brandmelder, Allgemeinbeleuchtung etc.).



Berechnung der Spielhöhe als Kriterium bei der Ermittlung der erforderlichen Studiohöhe

Nutzungshäufigkeit

- Beim ersten Punkt dieser Betrachtung wurde bereits darauf eingegangen, dass die Anordnung von Scheinwerfern im Studio je nach Produktionsart, Nutzung und verfügbarer Rüstzeit mehr oder weniger flexibel veränderbar sein muss. Jeder Quadratmeter leerstehender Studiofläche verursacht unproduktive Kosten, so dass man heute eher darauf bedacht ist, die Auslastung eines Studios durch eine Vielzahl möglichst kurz hintereinander ablaufender Produktionen so hoch wie möglich zu gestalten. Das bedingt natürlich, dass auch die Lichttechnik diesen Anforderungen Rechnung tragen muss und einen schnellen Wechsel von einer zur anderen Produktion überhaupt zulässt. Generell kann dabei gesagt werden, dass der Umfang an automatisierter Technik eines Studios umso höher sein muss, je kürzer die Zeitabstände zwischen unterschiedlichen, in diesem Studio herzustellenden Produktionen sein sollen. Kurze Umrüstzeiten und damit auch eine höhere Zahl durchführbarer Produktionen pro Tag können nur durch automatisierte, fernsteuerbare Technik erzielt werden, bei der manuell durchgeführte, zeitaufwendige Abläufe durch motorisierte, reproduzierbare Technologien ersetzt werden.

Personal

- Eine maßgebliche Einflussgröße auf die Art der Scheinwerferaufhängung ist auch der vorhandene oder einzustellende Bestand an Personal. Soll ein Studiobetrieb mit wenig Personal möglich sein, müssen erforderliche Umbauten und Umrüstungen mit weitgehend motorisierter, fernsteuerbarer Technik durchführbar sein, da Arbeiten dieser Art sonst zu zeitaufwendig wären und regelmäßig den Einsatz zusätzlichen Personals erfordern würden.



Im Hinblick auf die Qualifikation des Personals kann es ebenso sinnvoll sein, bei der Ausrüstung eines neuen Studios auch die bereits in anderen Studios des Betreibers eingesetzte und bewährte Technologie in Betracht zu ziehen, da das Personal in der Bedienung und Wartung dieser Technik ausreichend geschult und erfahren ist.

■ Produktionskosten

Bei jeder Investitionsentscheidung sind die späteren Betriebskosten eines Studios zu bedenken, die maßgeblich auch vom erforderlichen Personaleinsatz bestimmt werden. Das Investitionsvolumen der Lichttechnik lässt sich durch den Einsatz einfacher Hängetechnik zwar reduzieren, kann jedoch zu deutlich höheren Produktionskosten führen, wenn im späteren Studio regelmäßig doch Umbauten und Veränderungen im Bereich der Lichttechnik vonnöten sind. Das Umrüsten muss dann weitgehend manuell erfolgen, ist zeit- sowie personalintensiv und die dadurch entstehenden Kosten brauchen den eingesparten Investitionsbetrag in kürzester Zeit auf. Im Gegensatz dazu wäre es allerdings genauso unwirtschaftlich, ein mittel- bzw. langfristig für eine bestimmte Produktion zweckgebundenes Studio kleiner Größe und fester Dekorationseinrichtung mit aufwendiger, automatisierter Studiotechnik auszurüsten, da die entstehenden Investitionskosten in keinem Verhältnis zum eigentlichen Anforderungsprofil der Produktion stehen würden.

Leuchtenhängersysteme für Studios

Im vorhergehenden Abschnitt wurde bereits mehrfach erwähnt, dass es verschiedene Arten von Leuchtenhängern gibt, die zum vertikalen und horizontalen Verfahren von Scheinwerfern Verwendung finden. Generell kann man dabei zwei Gerätekategorien unterscheiden:

■ Geräte für das Aufhängen einzelner Scheinwerfer

Hierzu zählen Scherenleuchtenhänger und Teleskopleuchtenhänger, die mit nur einem Scheinwerfer bestückt werden können (Einpunktaufhängung).

■ Geräte für das Aufhängen mehrerer Scheinwerfer

Hierzu zählen Stangenleuchtenhänger und Traversenzüge, die mit mehreren Scheinwerfern bestückt werden können (Mehrpunktaufhängung), die dann allerdings alle in identischer Höhe positioniert sind.

Nachfolgend finden Sie eine Darstellung der genannten Gerätearten, mit der die Auswahl der für einen spezifischen Anwendungsfall geeigneten Leuchtenhängerart erleichtert werden soll.

Scherenleuchtenhänger (Pantographen)

Scherenleuchtenhänger eignen sich für kleine bis mittelgroße Studios und bestehen aus beweglichen Scherenelementen mit Gelenkpunkten, einem selbsthemmenden Getriebe mit Seilwickelorgan für die Trageleine, einer DIN-Hülse zur Aufnahme der Last sowie einem Steckergehäuse mit CEE- oder Schuko-Steckdose zum Anschluss des Scheinwerfers. Die Vertikalverstellung erfolgt entweder manuell mit Hilfe einer Bedienstange oder durch einen Motorantrieb.

Bei der stangenbedienbaren Version kommt ein selbsthemmendes Getriebe mit Kurbelantrieb zum Einsatz, das über eine Standardbedienglocke mit entsprechenden Bedienstangen bequem vom Studioboden aus bedient werden kann. Die motorisch bedienbaren Pantographen besitzen anstelle des Kurbelantriebs einen an das Getriebe angeflanschten Motor, der für ein motorisches Heben und Senken der Scherenelemente sorgt.



Stangenbedienbarer
Scherenleuchtenhänger



Sicherheitsvorrichtungen wie Schlaffseil-/ Überlastschalter und Positions- sowie Notendschalter sind bei dieser Geräteversion direkt am Pantograph montiert. Die Aufhängung von Pantographen erfolgt über einen am oberen Ende vorhandenen DIN-Zapfen, wodurch ein Gerät mit C-Klemmen oder Rohr-Laufwagen an Rohren oder Rohrraster-Deckensystemen montiert werden kann. Wesentlich komfortabler ist jedoch der Einsatz in Laufschiensystemen, wo die Pantographen mittels eines Laufwagens über die gesamte Länge der Schiene verfahren werden können.

Die Verwendung von Pantographen ist auf Studios mit Deckenhöhen von bis 6m (Kurbelantrieb) bzw. bis zu 7m (Motorversionen) beschränkt, da ihre maximalen Auszugslängen bei 4m bzw. 5m liegen. Da die Aufhängehöhe wiederum auch die maximale Horzhöhe eines Studios bestimmt, können Pantographen sinnvoll nur bei Studiogrößen von bis zu 300 qm zum Einsatz kommen. Der Preisunterschied zwischen den stangenbedienbaren und motorisierten Pantographen ist dabei relativ gering, wodurch man auch bei Studios mit Deckenhöhen von 5m bis 6m auf den Komfort des Motorantriebs zurückgreifen sollte. Bei geringeren Höhen stellen die stangenbedienbaren Pantographen jedoch eine gleichermaßen wirtschaftliche und effektive Methode zur Positionierung von Scheinwerfern dar.

Stangenleuchtenhänger

Stangenleuchtenhänger dienen zum vertikalen Verfahren von mehreren Scheinwerfern und können als Self- oder Deckenclimber konstruiert sein. Beim Selfclimber ist die Antriebstechnik im vertikal beweglichen Teil des Leuchtenhängers untergebracht, während der Motorantrieb beim Deckenclimber fest an der Studiodecke montiert ist. Der Selfclimber kann darüber hinaus in Laufschiensystemen installiert werden, wodurch der



Selfclimber

gesamte Hänger manuell horizontal verfahren werden kann. Diese Lösung ist in der Praxis jedoch eher seltener zu finden, da die Hänger in Reihen hintereinander angeordnet werden und man einen spezifischen Hänger so nur in einem sehr engen Bereich bis zur Position des nächsten Gerätes verschieben kann. Da dies auch nur manuell möglich ist, sind Teleskopleuchtenhänger die bessere Alternative, wenn eine horizontale Positionierung von Schein-

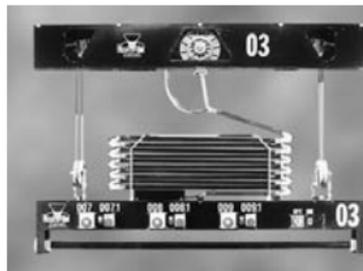
werfern erforderlich ist. Grundlegend bestehen der Self- und Deckenclimber aus einer Hubwinde mit Motorantrieb, vier Stahlseilen als Tragmittel, einer 1,5 bis 3,2m langen Laststange zur Montage von Scheinwerfern und weitreichenden Sicherheitseinrichtungen (wie Betriebs- & Notendschalter, Abschaltvorrichtungen für Schlaffseil, Seilbruch und Überlast). Der bewegliche Teil des Hängers ist mit Dimmeranschlüssen für die maximal pro Gerät vorgesehene Anzahl an Scheinwerfer ausgerüstet und besitzt gewöhnlich auch Anschlussdosen für Direktnetz sowie erforderliche Steuersignale. Je nach Anforderung ist die Integration verschiedenster Steckvorrichtungen sowie eine beliebige Kombination aus Dimmerkreisen, Direktnetz und Datensignalen möglich. Die Kabelzuführung erfolgt über Faltelemente oder spezielle Flachkabel mit eingelegten Last- und Datenkabeln.

Der Einsatz von Stangenleuchtenhängern ist gewöhnlich in größeren Studios sinnvoll, da ihre Vorteile dort voll zum Tragen kommen, die in einer guten Abdeckung größerer Studiobereiche durch individuelle Geräte, ihrer hohen Belastbarkeit von bis zu 150 kg und der Befestigungsmöglichkeit mehrerer Scheinwerfer liegen.

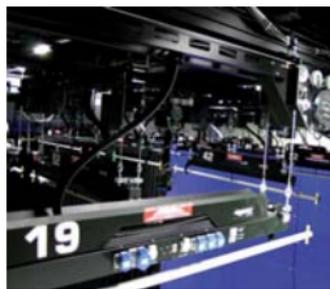
In der Praxis bedeutet dies, dass eine gesättigte Bestückung mit Hilfe von Stangenleuchtenhängern schneller und durch eine geringe Anzahl an Geräten erzielt werden kann, als dies bei Systemen mit Einzelpunktaufhängung möglich wäre. In kleineren Studios besitzen Stangenleuchtenhänger hingegen deutliche Nachteile, im wesentlichen durch folgende Punkte begründet:

- Lücken in der Positionierung von Scheinwerfern**
 Leuchtenhänger werden mit einem festen Raster in Reihen angeordnet, wobei ein Abstand zwischen den einzelnen Hängern von 1,6 bis 2,2m üblich ist. Da die Hänger nicht untereinander verbunden werden dürfen, ergeben sich dementsprechend Bereiche des Studios, wo keine Scheinwerfer positioniert werden können. Speziell bei kleineren Studios ist dieses Raster jedoch zu groß, um eine optimale Anordnung der Scheinwerfer zu ermöglichen. Häufig müssen bei Studios dieser Art einzelne Personen oder Personengruppen ausgeleuchtet werden, was nur dann optimal gelingen kann, wenn nicht zuviele Zwänge bei der Positionierung der Scheinwerfer bestehen.
- Keine Höhenverstellung individueller Scheinwerfer**
 Die an einem Stangenleuchtenhänger befestigten Scheinwerfer können nur auf eine gemeinsame Aufhängehöhe positioniert werden. Besonders in Studios mit geringerer Deckenhöhe ist eine individuelle Kontrolle über die Aufhängehöhe der einzelnen Scheinwerfer vonnöten, da nur so die entsprechend erforderlichen Lichteinfallswinkel erzielt werden können. Um diese Anforderung abdecken zu können, müssten die Stangenleuchtenhänger mit zusätzlichen Pantographen oder Verlängerungsstangen zum Abhängen individueller Scheinwerfer ausgestattet werden, wodurch ein zusätzlicher Investitionsbedarf besteht.

Besonders beim Einsatz von Deckenclimbern ist bei der Planung eines Studiobaus jedoch zu bedenken, dass sich die gesamte Antriebstechnik an der Decke befindet und bei Wartungen oder Servicearbeiten gut zugänglich sein muss. Die Einplanung einer zusätzlichen Zwischendecke als "Serviceebene" ist daher bei großen Raumhöhen unbedingt zu empfehlen, verursacht jedoch eine Vergrößerung der Studio-Gesamthöhe und damit auch zusätzliche Baukosten. Aufgrund dieser Prämissen finden heute gewöhnlich Selfclimber Verwendung, da deren Antriebs- und Sicherheitstechnik direkt im Hänger untergebracht ist und mit ihm bis auf die Studioebene heruntergefahren wird. Auch in diesem Fall kann es von Zeit zu Zeit jedoch erforderlich sein, die Befestigungspunkte und Anschlusskästen an der Decke erreichen zu müssen, was sich ohne Zwischendecke oder Laufstege ebenso schwer gestaltet.



Deckenclimber



Studio mit Stangenleuchtenhängern



Traversenzüge/Leuchtenhänger

In großen Film- und Fernsehhallen mit dreistelliger Quadratmeterzahl bietet sich der Einsatz motorischer Traversenzüge an, eine den Stangenleuchtern ähnlich konstruierte Leuchtenhängerart, die jedoch Fahrwege von bis zu 20m zulässt.



Zollernhof

legten Studiobauten mit nur wenigen Zügen eine optimale Nutzung der Beleuchtung möglich ist. Die Züge können dabei in Form eines Deckenclimbers konstruiert sein, bei dem als Antriebseinheit z.B. ein Bandzug fest an der Decke montiert ist und über eine Trommleinheit mit 2 x 2 Stahlbändern mit der Traverse verbunden ist. Darüber hinaus ist auch der Einsatz als Selfclimber möglich, wobei hier beidseitig je ein Zug direkt an den Tragmitteln befestigt ist. Die Montage von Scheinwerfern erfolgt flexibel an einem mit der Traverse verbundenen Rohr, wobei mehrere Anschlusskästen für eine Versorgung der angebrachten Geräte sorgen, die je nach Anforderung mit Anschlüssen für Dimmerkreise, Direktnetz und Steuersignale (z.B. DMX) bestückt sein können. Die entsprechenden Last- und Datenkabel werden über ein Faltkabel oder Faltelemente zugeführt, welches an der Traverse in einen Kabelkorb mündet. Umfangreiche Sicherheitseinrichtungen wie Betriebs- und Notendschalter sowie Überwachung der Tragmittel in Bezug auf Schlaffseil und Überlast sorgen auch bei dieser Geräteart für einen Betrieb mit höchstem Sicherheitsaspekt.

Grundlegend bestehen Züge dieser Art aus einem Traversenelement zur Aufnahme der Lasten, das mittels eines Motorzugs vertikal bewegt werden kann. Charakteristisch sind die extrem hohe Tragkraft von bis zu 500kg sowie eine mögliche Spannweite der Traverse von bis zu 6m, wodurch auch bei breiter ausge-



MCA Studio mit Leuchtenträgern

Teleskopleuchtenhänger

Teleskopleuchtenhänger bieten die größte Flexibilität bei der Positionierung einzelner Scheinwerfer und repräsentieren ebenso den höchstmöglichen Motorisierungsgrad eines Studio-Hängesystems. Im Gegensatz zu allen anderen Leuchtenhängersystemen erlauben sie neben der Höhenverstellung von Scheinwerfern auch eine motorische horizontale Positionierung und machen somit ein Umrüsten eingerichteter Lichtszenen in kürzester Zeit möglich. Heute üblich ist dabei der hängende Einsatz von Teleskopen, bei dem die Geräte in einem Laufschienensystem eingehangen sind und äußerst schonend verfahren werden können. Früher ebenfalls angewandt wurde eine stehende Ausführung mit Laufwerk auf einer Grildebene, deren Bedeutung heutzutage jedoch in den Hintergrund getreten ist.

Grundlegende Bestandteile eines Teleskopleuchtenhängers sind eine Hubwinde mit Motorantrieb, ein Rohrpaket, zwei Stahlseile als Tragmittel, ein Kabelkorb mit Spiralkabel, ein Laufwagen, eine DIN-Hülse zur Lastaufnahme und die bereits bei den anderen Gerätearten erwähnten Sicherheitseinrichtungen.



Das Rohrpaket besteht je nach Erfordernis aus bis zu neun einzelnen Quadratrohr-Präzisionsprofilen - vorzugsweise aus Edelstahl -, die bei der Hub- und Senkbewegung teleskopisch in- bzw. auseinanderfahren. Die hohe Präzision der Rohre, ihre dünnen Wandstärken und spezielle Rohrführungen sorgen dabei für eine stabile und unempfindliche Positionierung des Scheinwerfers. Laufwagen ermöglichen ein Verschieben des Teleskops und stehen gewöhnlich in verschiedenen Versionen für I-Trägerprofile, Z-Profile oder Grid-Decken (bei stehender Ausführung) zur Verfügung. Der Kabelkorb ist direkt oberhalb der Lastaufnahme befestigt und mit Steckdosen für die Scheinwerferversorgung, Direktnetz sowie Anschlussdosen für Steuersignale ausgestattet. Die Kabelzuführung erfolgt über ein spezielles Spiralkabel, das sich bei der Bewegung selbsttätig aus dem Kabelkorb heraus bzw. in diesen hineinlegt, ohne die Bewegung der Teleskoprohre zu behindern. Die Stromversorgung der Leuchtenhänger und Anschlussdosen wird über Schleppkabel oder Stromschienensysteme bereitgestellt.

Im Hinblick auf die empfehlenswerte Studiogröße für den Einsatz von Teleskopleuchtenhängern kann man sagen, dass sie generell in allen Studios sinnvoll einzusetzen sind, in denen ein besonders schnelles, mit wenig Personal durchführbares Umrüsten des Sets auf neue Produktionen erforderlich ist und die Deckenhöhe einen sinnvollen Einsatz zulässt. Besonders im Hinblick auf größere Studios war man hingegen lange Zeit der Auffassung, dass Teleskopleuchtenhänger hier trotz ihrer hohen Flexibilität klare Nachteile gegenüber Stangenleuchtenhängern besitzen, da für eine ausreichend gesättigte Bestückung zu viele Geräte notwendig seien und die Investitionskosten somit deutlich höher als bei anderen Systemen ausfallen würden. Diese Aussage kann unter vielen Gesichtspunkten jedoch relativiert werden. Zum einen bietet die horizontale Positionierung den Vorteil, dass eine besonders dichte Bestückung nicht unbedingt erforderlich ist, da die Position der Geräte immer auf die entsprechende räumliche Nutzung einer Produktion angepasst werden

kann. Zum anderen besteht der Nachteil von größeren Studios oft auch darin, dass kleinere Produktionen aufgrund der großflächigen Verteilung der Stangenleuchtenhänger und Scheinwerfer nicht optimal auszuleuchten sind. Die Laufschienen von Teleskopleuchtenhängern hingegen sind in einem wesentlich engeren Raster (oft in Abständen von 1m) angeordnet, und somit kann jedes noch so kleine Set auch in großen Studios punktuell ausgeleuchtet werden. Diese Gegebenheit ist besonders dann von Bedeutung, wenn man an die Möglichkeit denkt, ein großes Studio in verschiedene Sektionen aufzuteilen, um simultan mehrere kleinere Produktionen abwickeln zu können. Nicht zuletzt muss die Aufhängung der Scheinwerfer an Stangenleuchtenhängern auch als sehr "weich" beurteilt werden, da die Seilabhängung ohne zusätzliche Stabilisierungsmöglichkeit ausgelegt ist und die gesamte Einheit so beim Verstellen von Scheinwerfern mit Bedienstangen anfängt zu schwingen.



Teleskopleuchtenhänger



HR Studio mit Teleskopleuchtenhängern und motorischen Scheinwerfern

Der Multifunktionskanal ist auch vielseitig in seiner Farbdarstellung!



■ Multifunktionskanal MFC

Der Kanal MFC wird an das Profil TT100 angebaut und dient zur Aufnahme von Anschlussfeldern der Lichttechnik oder der Medientechnik und von Sondereinbauten wie Einbaustrahler oder Leuchtstofflampen sowie der zugehörigen Verkabelung. Die Kombination TT100/MFC kann deckenbündig in Abhangdecken eingebaut werden, womit in Bereichen, wie z.B. Foyers oder Konferenzräumen, jederzeit auch die temporär benötigte Technik mittels Laufwagen oder Track-Clamp angebaut und von den Anschlussfeldern versorgt werden können. Der sonst übliche provisorische Aufbau mit Traversen und fliegender Verkabelung kann damit entfallen.

Die Einbauten sind vertieft in dem MFC-Kanal angeordnet, wodurch z.B. Anschlussarmaturen nicht überstehen. Über Kabelhaken, die in den Laufkanal des Profils TT100 eingeklemmt werden, können die Kabel im Bereich der Schienen geordnet und befestigt werden.

Die Laufschienen und Kanäle werden nach Kundenwunsch verschiedenfarbig eloxiert oder lackiert, womit eine gestalterische Anpassung an die Decke möglich ist.



Die FIX-CLAMP und TRACK-CLAMP für eine schnelle und unkomplizierte Handhabung



■ Schienenklemme TRACK-CLAMP mit DIN-Hülse

Diese Klemme ist für Lasten bis 60kg geeignet und kann an beliebigen Stellen in die Schienen TT 100 oder TT 120 eingefügt werden. Die Klemme ist gegen Herausfallen gesichert, so dass ein zusätzliches Sicherheitsseil entfällt. Das nachträgliche Befestigen von z.B. Scheinwerfern, Lautsprechern oder Monitoren an den Laufschiene ist damit jederzeit möglich.



■ FIX-CLAMP

FIX-CLAMP für TV-TRACK, C-Profile oder Deckenmontage. Einfach und schnell in der Montage.

- Flexible Positionierung ohne Umbau
- Hohe Traglast
- Ideal für Scheinwerfer, Monitore, Lautsprecher etc.



3D-Ansicht einer Studioplanung mit Teleskopleuchtenhängern

Deckensysteme

Die Wahl des in ein Studio einzubringenden Deckensystems hängt von der Art der Scheinwerferaufhängung ab. Denkbar sind drei grundlegende Systemarten:

● Rohrraster-System

Das Rohrraster-Deckensystem stellt die einfachste Lösung dar und besteht gewöhnlich aus Stahlrohren mit einem Durchmesser von 48,3mm, die in einem bestimmten Raster gekreuzt angeordnet und miteinander verschraubt sind. Scheinwerfer können hier direkt mit Hilfe eines Rohrhakens oder - bei unterschiedlichen Höhenanforderungen - per Drop Arm oder Scherenleuchtenhänger befestigt werden. Spezielle Rohrlaufwagen lassen ein Verschieben von Geräten zu, wobei ein Scheinwerfer jedoch nur im engen Bereich einer Rastereinheit bewegt werden kann, da ein Überfahren der Kreuzungspunkte nicht ohne weiteres möglich ist. Rohrraster-Deckensysteme sind daher nur als kostengünstige Lösung für kleinere Studios mit geringer Höhe und geringen Anforderungen an die Verstellbarkeit von Scheinwerfern zu empfehlen.

● Schienensysteme aus Aluminium-Profilen

Schienensysteme aus Aluminium-Profilen kommen zum Einsatz, wenn Scheinwerfer mit Hilfe von Laufwagen über die gesamte Länge eines Studios verfahren werden sollen. Die Systeme bestehen aus hochwertigen, speziell gestalteten Aluminium-Profilen, in die Laufwagen eingesetzt werden können. Gewöhnlich sind die Schienen direkt mit Steckdosen oder Stromlaufschienen ausrüstbar, um die Scheinwerfer mit Dimmerkreisen, Direktstrom oder Steuersignalen versorgen zu können. Bei Verwendung von Stromschienen ergibt sich zusätzlich der Vorteil, dass ein Verfahren der Scheinwerfer ohne Umstecken von Kabeln möglich ist, da die Laufwagen in diesem Fall mit einem Stromabnehmer ausgestattet sind. Die Belastbarkeit der Schienenstrecken bietet sich besonders für den Einsatz von Scherenleuchtenhängern an, die mit Hilfe von Laufwagen ebenso verfahrbar sind und die Scheinwerfer so auf eine effektive, wirtschaftliche Art vertikal und horizontal positionierbar sind.

● Schienensysteme aus Trägern

Der Einsatz von Teleskopleuchtenhängern erfordert das Einbringen einer Stahlkonstruktion aus IPE-Trägern oder ähnlich gestalteten Profilen, da Schienensysteme aus Aluminium-Profilen aufgrund der nun vorherrschenden Gewichts- und Traglastverhältnissen nicht mehr verwendet werden können.



CAN-Bus zur Steuerung motorischer Hängesysteme

Die Ansteuerung von Leuchtenhängern, Teleskopleuchtenhängern und Punktzügen unterliegt einem hohen Sicherheitsaspekt, da es hier nicht nur darauf ankommt, entsprechende Positionsdaten an die Geräte übermitteln zu können, sondern den Daten-transfer auch so sicher wie nur möglich gestalten zu können. Eine Störung in der Kommunikation zwischen Positionssteuerung und Endgeräten oder die Übermittlung fehlerhafter Informationen könnte fatale Folgen auf die Funktionstätigkeit fahrender Hebezeuge haben, die im schlimmsten Fall in einer Bedrohung von Menschenleben enden würden. Bei der Ansteuerung dieser Geräte ist dementsprechend eine Signalverteilung gefordert, mit der elektronisch sicherheitsrelevante Daten in großer Geschwindigkeit und mit besonders hohem Sicherheitsaspekt zwischen einzelnen Komponenten eines Systems übertragen werden können. Um den notwendigen Verkabelungsaufwand so niedrig wie möglich halten und Ausfälle einzelner Komponenten ohne Einfluss auf das Gesamtsystem kompensieren zu können, sollte eine solche Signalverteilung darüber hinaus dezentral aufgebaut sein.

Die Realisierung eines solchen, hochsicheren "Kommunikationsnetzwerkes" ist heute durch den Einsatz des CAN-Bus möglich, ein in den achtziger Jahren von Bosch entwickeltes, sehr störungempfindliches Zweidraht-Bussystem, mit dem elektronisch sicherheitsrelevante Daten in großer Geschwindigkeit direkt zwischen einzelnen, dezentralen Steuerrechnern eines Systems übertragen werden können. Die hohe Spezifikation des Datenprotokolls hat dafür gesorgt, dass in den verschiedensten Industriezweigen - beispielsweise in der Automobilindustrie, in der Medizintechnik oder auch bei Ober- und Untermaschinerien auf Bühnen - jährlich mehr als 60 Millionen CAN-Knoten zum Einsatz kommen und der CAN-Bus weltweit das favorisierte Bus-System darstellt, wenn es um eine gleichermaßen effektive, schnelle und extrem zuverlässige Signalverteilung geht. Weitere Gründe für die hohe Akzeptanz sind darüber hinaus der als ISO-Norm 11898 weltweit standardisierte Aufbau des Systems, die hohe und kostengünstige Verfügbarkeit der CAN-Chips sowie die Möglichkeit, eine offene Kommunikation zu realisieren, d.h. Produkte verschiedenster Hersteller an einem Netz betreiben zu können. Dementsprechend ist damit zu rechnen, dass bis zum Jahrtausendwechsel weltweit knapp 200 Millionen CAN-Chips im Einsatz sein werden. Heutzutage ist man im modernen Studiobetrieb daher in der Lage, die Steuersignale motorischer Hebezeuge nicht nur über eine Netzwerkstruktur äußerst effizient verteilen zu können, sondern den Transport dieser Signale unter dem Gesichtspunkt einer höchsten Datensicherheit zu realisieren, wobei Fehler vollkommen ausgeschlossen werden können.

Der CAN-Bus ist in der Art aufgebaut, dass jeder einzelne Teilnehmer eines Netzwerkes sowohl senden als auch empfangen kann, ohne dass es eines zentralen Rechners bedarf. Das System ist echtzeitfähig, einzelne Rechnerknoten werden nicht adressiert, sondern durch einen Identifier als Objekte klassifiziert. Damit ist es möglich, wichtige Daten (z.B. Überlast eines Zuges in einer Gruppe von Punktzügen) zu priorisieren. Der einzelne Zug mit der wichtigsten Nachricht ("Alle Züge stoppen!") überstimmt so z.B. die Nutzerbedienstelle, an welcher der Bediener gerade alle Züge aufwärts fahren lässt. Die Bus-Geschwindigkeit lässt sich von min. 0 Bit pro sec. (Schlafen ohne Fehlermeldung) bis max. 1 Megabit pro sec. ohne Einschränkungen wählen. Für die Anwendungen im Fernsehproduktionsbetrieb spielt die Zuverlässigkeit eine zentrale Rolle. Das CAN-Bussystem ist Datenwort für Datenwort selbstkorrigierend, wobei bis zu fünf unabhängige Fehler in einem Datenwort erkannt und korrigiert werden können.



Im Vergleich zu anderen Busprotokollen bietet der CAN-Bus damit die leistungsfähigste Fehlererkennungstechnik. Durch die strikt ereignisgesteuerte Kommunikation werden, im Gegensatz zum Polling anderer Systeme, Effektivität und Geschwindigkeit bei gleichzeitiger, prioritätsgesteuerter Nachrichtenübertragung (CSMA/CA) erhöht. Das System kann so selbst bei Ausfall des Masters selbständig in einen sicheren Zustand übergehen. Will man den CAN-Bus grundlegend charakterisieren, so sind folgende Eigenschaften zu nennen:

- Weltweit verbreiteter Bus-Standard für Anwendungen der Automatisierungstechnik, international genormt
- Dezentraler Aufbau
- Echtzeitfähig
- Kurze Reaktions- und Latenzzeiten (0,01 - 10ms)
- Extrem hohe Übertragungssicherheit
- Direkte Verfügbarkeit von Daten
- Keine gegenseitige Beeinflussung der Teilnehmer
- Unterschiedliche Eigenintelligenz der Teilnehmer
- Hohe Übertragungslängen
- Flexible Übertragungsraten
- Geringe Anschlusskosten
- Offene Schnittstellen

Andere Bus-Systeme

Die lichttechnische Ausrüstung von Studios kennt mit dem Profibus noch eine zweite Busart, die als Übertragungsmedium zwischen Positionsteuerungen und motorisierter Hängetechnik zum Einsatz kommen kann. Der Profibus stellt ein Feldbus-System dar, dessen Entwicklung in den Jahren 1987 bis 1990 von der deutschen Regierung als gemeinsames Projekt zwischen Universitäten und Unternehmen gefördert wurde. Wesentlicher Unterschied zum CAN-Bus ist die Erfordernis eines zentralen Rechners, der die Kommunikation steuert und alle ihm zugeordneten Teilnehmer zyklisch abtastet. Diese grundsätzliche Single-Master-Ausrichtung bringt dabei einen wesentlichen Nachteil mit sich, der in den begrenzten ereignisbasierenden Kommunikationsmöglichkeiten des Profibus liegt. Ebenso können wichtige Daten nur über zwei individuelle Prioritätsebenen klassifiziert werden. Weitere Unterscheidungsmerkmale zeigt die folgende Auflistung:

	<i>CAN-Bus</i>	<i>Profi-Bus</i>
Schnittstelle	Open collector / ISO 11898	RS 485
Knoten/Segment	> 64 (Treiberabhängig)	32
Minimale Bitrate	0 kBit/s	9,6 kBit/s
Maximale Bitrate	1000 kBit/s	500 kBit/s
Binäre Signale, Antwortzeit für 1 Slave	0,13 ms	0,66 ms
Übertragungsverfahren	CSMA/CA	FMS
Dezentrale Busarbitrierung	Ja	Nur partial
Multimasterfähigkeit	Ja	Nein
Broadcastbetrieb	Ja	Nein
peer to peer Kommunikation	Ja	Nein
Prioritätsebenen	2032	2
Restfehlerwahrscheinlichkeit	< $4,7 \times 10^{-11}$	Bisher nicht untersucht
Normung	International	Nur BRD/Europa



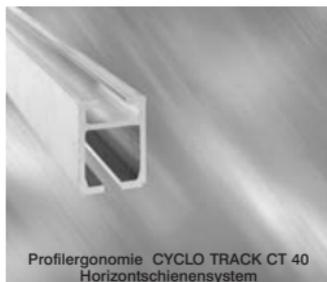
Profile für Studio & Theater

Bei der Ausüstung von Studios, Theatern und ähnlichen Veranstaltungsorten sind regelmäßig Schienensysteme gefragt, die eine Befestigung von Vorhängen und Hintergründen, die Aufnahme von Scheinwerfern oder das Konstruieren kompletter Horizontalanlagen erlauben. Auf den folgenden beiden Seiten finden Sie daher eine Darstellung vier unterschiedlicher Systeme, mit denen Anforderungen der erwähnten Art abgedeckt werden können.

Horizontschienensysteme

Horizontschienensysteme bestehen aus speziell geformten Profilelementen, in die Vorhänge sowie Horizonte eingehangen und über Laufrollen besonders geräuscharm verfahren werden können. Die Systeme sind gewöhnlich so konzipiert, dass komplette Anlagen mit kundenspezifischen Bogenradien, mehrläufigem Schienenaufbau, Weichen zum Übergang von einer zur anderen Schiene und Absenkstationen konstruiert und installiert werden können.

DESPAR bietet mit dem CYCLO-TRACK System ein System dieser Art an, welches als universelle Vorhangschiene in Theatern, Mehrzweckhallen, Film- und Fernsehstudios zum Einsatz kommen kann. Um verschiedenste Anwendungsfälle abdecken zu können, ist das System in zwei Baugrößen (CT 40 & CT 70) lieferbar, die sich in der Größe des Profils und damit in ihrer Belastbarkeit unterscheiden. Beide Profilarten sind aus hochwertigem Aluminium gefertigt, wodurch eine hohe Festigkeit und Tragkraft bei geringstem Eigengewicht erzielt wird und somit auch die Zahl der notwendigen Aufhängungen einer Installation gering ausfällt. Die spezielle Ausformung der Laufflächen gewährleistet einen besonders ruhigen und leichten Lauf der kugelgelagerten Vorhangrollen. Robuste Verbindungselemente stellen dabei perfekte, stoßfreie Kopplungen zwischen den einzelnen Streckenelementen einer Anlage her. Integrierbar sind manuell oder motorisch zu bedienende Weichen, um eingesetzte Vorhänge bei Systemen mit mehreren Schienen von einer in die andere Schiene bewegen zu können. Die Weichen sind als Baukastensystem ausgeführt und können so auf die jeweiligen Anforderungen leicht angepasst werden. Optionale Absenkstationen erlauben das Absenken von Teilstrecken des Systems auf Arbeitshöhe und erleichtern das Einsetzen neuer Vorhänge.



Profilergonomie CYCLO TRACK CT 40
Horizontschienensystem



Vorhangrolle CYCLO TRACK CT 40
Horizontschienensystem



Profilergonomie CYCLO TRACK CT 70
Horizontschienensystem



Vorhangrolle CYCLO TRACK CT 70
Horizontschienensystem



Profilergonomie TV TRACK TT 100
Lauf- und Stromschienensystem



TV TRACK TT 100 mit Stromschiene und
Laufwagen mit Stromabnehmer



TV TRACK TT 200 mit integriertem Lauf-
wagen und seitlicher Abdeckbleche



Links: Laufwagen mit Bremse
Rechts: Laufwagen mit Stromabnehmer

Lauf- und Stromschienensysteme

Laufschienensysteme finden gewöhnlich in kleinen bis mittelgroßen Studios Verwendung. Hier stellen sie ein perfektes Hänge-system für Scheinwerfer, Scheren- und Teleskopleuchtenhänger dar, die über Laufwagen manuell oder motorisch in der Schiene verfahren werden können. Professionell gestaltete Schienensysteme erlauben zusätzlich ein Anflanschen von Stromschienen oder ein direktes Anbringen von Steckdosen am Profil, um die Scheinwerfer mit Direktstrom, Steuersignalen und Dimmerkreisen versorgen zu können.

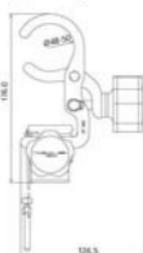
Drei multifunktionelle Profilschienensysteme bietet DESPAR mit dem TV-TRACK TT 100, TT 120 und TT200 an, die ein Umsetzen aller angesprochenen Kriterien zulassen und heute in einer Vielzahl von Studios zum Einsatz

kommen. Das Profil TT 100 ist dabei für kleinere Anwendungsfälle gedacht, während das System TT 120 für höhere Belastungen ausgelegt ist. Die spezielle Profilform und die Verwendung von hochwertigem Aluminium ermöglichen die Realisierung hoher Spannweiten, bei geringstem Installationsaufwand. Die Steckdosen zur Versorgung der Scheinwerfer werden seitlich direkt am Profil angebracht. Die Schiene kann dabei gleichzeitig als Kabelkanal fungieren und macht den zusätzlichen Einsatz von Kabelpritschen überflüssig, wobei das Profil in diesem Fall dann mit Hilfe seitlich befestigter Abdeckbleche vollkommen geschlossen werden kann. Optional ist jedes Profil durch Stromschienen erweiterbar, die seitlich direkt an das Profil montiert werden. Auf diese Weise können die Scheinwerfer ohne Umstecken über die ganze Länge der Schiene verschoben werden. Eine zusätzliche Tragkonstruktion für die Stromschiene ist nicht nötig. Jede Stromschiene bietet dabei bis zu 7 Stromkreise pro Schienenabschnitt mit einer Gesamtbelastbarkeit von 60A pro Schiene. Bei längeren Schienenstrecken können diese in einzelne Abschnitte unterteilt und durch Isolierstücke elektrisch voneinander getrennt werden. Ein Überfahren der Isolierstücke mit Laufwagen ist problemlos möglich. Laufwagen stehen in unterschiedlichen Versionen und Ausführungen zur Verfügung und werden direkt in das Profil eingesetzt. Lieferbar sind sie als manuell verfahrbare Einheit mit stangenbedienbarer Bremse oder mit Stromabnehmer und direkt am Laufwagen angeordneter Anschlussdose zur Versorgung des Scheinwerfers. Der Laufwagen und der Stromabnehmer sind dabei direkt gekoppelt, wodurch die sonst notwendigen Schlepp- oder Spiralkabel entfallen und die Scheinwerfer ohne Umstecken von der Studioebene aus verfahrbar sind. Das System TT200 wurde speziell für Teleskope und Punktzüge entwickelt.

■ LIGHT-CLAMP LC 50 / LC 70 V

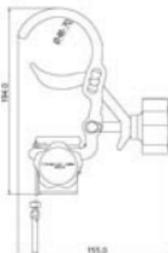
Technische Daten

Light-Clamp LC 50



Alle Maßangaben in Millimetern

Light-Clamp LC 70 V



Belastbarkeitswerte

	LC 50	LC 50-13	LC 70 V	LC 70-13 V
Tragfähigkeit	60kg	120kg	60kg	120kg
Rohrdurchmesser	48,0 - 50,0mm	48,0 - 50,0mm	48,0 - 70,0mm	48,0 - 70,0mm
Eigengewicht	790g	680g	840g	730g
Lastaufnahme	Hülse H28 nach DIN 15560	Bohrung Ø13,0mm	Hülse H28 nach DIN 15560	Bohrung Ø13,0mm



■ CYCLO-TRACK CT 40 / CT 70

Technische Daten

CYCLO-TRACK CT 40

Gewicht: 1,0kg/m
 Material: Al Mg Si 0,5 F22
 Farbe: Alu natur, eloxiert, pulverbesch.
 Kleinstes mög. Kurvenradius: 500mm
 Empfohl. max. Abstand zw. Abhängungen: 1,5 - 1,8m



Alle Maßangaben in Millimetern

CYCLO-TRACK CT 70

Gewicht: 2,6kg/m
 Material: Al Mg Si 0,5 F22
 Farbe: Alu natur, eloxiert, pulverbesch.
 Kleinstes mög. Kurvenradius: 1000mm
 Empfohl. max. Abstand zw. Abhängungen: 2,5m



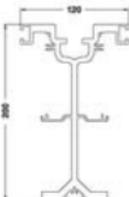
Belastbarkeitswerte

Spannweite (m)	Einzellast (N)		Streckenlast (N/m)	
	CT 40	CT 70	CT 40	CT 70
1,00	720	3284	1152	6566
1,25	461	2627	590	4204
1,50	320	2189	341	2855
1,75	235	1877	215	1798
2,00	180	1506	144	1205
2,25	142	1190	101	846
2,50	115	964	74	617
2,75	95	796	55	463
3,00	80	669	43	357



Technische Daten

TV-TRACK TT 200



Gewicht: 8,8kg/m
 Material: Al Mg Si 0,5 F22
 Farbe: (wahlweise)
 Alu natur,
 eloxiert,
 pulverbesch.

Anzahl mögl.
 Stromschienen: 2
 Empfohl. max.
 Abstand zw.
 Abhängungen: 5m

Alle Maßangaben in Millimetern.

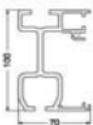
Belastbarkeitwerte

Spannweite (m)	Einzellast (N)		Streckenlast (N/m)	
	TT 200	TT 200	TT 200	TT 200
1,00	27104		54208	
1,50	18069		24092	
2,00	13552		13552	
2,50	10842		8673	
3,00	9035		6023	
3,50	7744		4193	
4,00	6776		2809	
4,50	5549		1973	
5,00	4495		1438	



Technische Daten

TV-TRACK TT 100

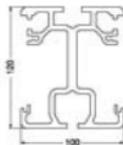


Gewicht: 3,6kg/m
 Material: Al Mg Si 0,5 F22
 Farbe: (wahlweise)
 Alu natur,
 eloxiert,
 pulverbesch.

Anzahl mögl.
 Stromschienen: 1
 Empfohl. max.
 Abstand zw.
 Abhängungen: 2,5m

Alle Maßangaben in Millimetern.

TV-TRACK TT 120



Gewicht: 7,6kg/m
 Material: Al Mg Si 0,5 P22
 Farbe: (wahlweise)
 Alu natur,
 eloxiert,
 pulverb.

Anzahl mögl.
 Stromschienen: 2
 Empfohl. max.
 Abstand zw.
 Abhängungen: 4m

Belastbarkeitwerte

Spannweite (m)	Einzellast (N)		Streckenlast (N/m)		
	TT 100/TT 120	TT 100	TT 120	TT 100	TT 120
1,00	7476	15407	14953	30814	
1,50	4984	10271	6646	13695	
2,00	3738	7704	3468	7704	
2,50	2774	6183	1775	4217	
3,00	1926	4576	1027	2440	
3,50	1415	3362	647	1537	
4,00	1084	2574	433	1030	
4,50	856	2034	304	723	
5,00	694	1647	222	527	



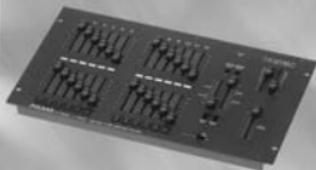


Lichtsteuerungen in der Praxis

Lichtsteuerungen können als "Herz" eines jeden Beleuchtungssystems bezeichnet werden und stellen praktisch die Schnittstelle zwischen Mensch und Technik dar. Mit ihnen werden die Helligkeiten der unterschiedlichen Scheinwerfer eingestellt, Farben von Farbwechslern angewählt und die Positionen bzw. Effektsequenzen von Moving Lights programmiert. Alle Einstellungen zusammen ergeben das Licht einer Spielszene, bezeichnet als Lichtstimmung, die abgespeichert und jederzeit exakt reproduziert werden kann. Da der Markt heute eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme bietet, lohnt eine etwas genauere Betrachtung der grundlegenden Leistungsmerkmale, wie in den folgenden Abschnitten geschehen.

Unterscheidung grundlegender Geräteversionen

Die heutigen Lichtsteuerungen haben sich die rasche Entwicklung des Computerzeitalters zunutze gemacht und basieren im wesentlichen auf Softwarelösungen, die ihre Funktionalität ähnlich eines PC-Betriebssystems über eine Benutzeroberfläche zur Verfügung stellen. Gemeint ist dabei eine Menüstruktur, die den Bediener durch die verschiedenen Arbeitsbereiche führt und ihm somit einen schnellen Zugriff auf die gegenwärtig benötigte Funktion bietet. Integriert ist diese Softwarefunktionalität in eine entsprechende Hardware, einem Pultgehäuse, in dem die erforderlichen Bedienelemente (Steller und Tasten) und regelmäßig auch die Systemelektronik untergebracht sind. Griff man dabei in den Anfängen der Computertechnologie auf Großrechnersysteme zurück, setzt man heute standardisierte PC-Technologie ein, da sich diese in den letzten Jahrzehnten in vielen Bereichen absolut bewährt hat und deren relativ niedrige Hardwarepreise auch zu einer kostengünstigeren Produktion der Lichtstellpulte geführt hat. Zudem kann man sich auf diese Art der enormen Fülle an PC-Zubehöerteilen bedienen, die ursprünglich für andere Anwendungsbereiche konstruiert wurden, sich aber genauso auch für die Belange einer Lichtsteuerung "zweckentfremden" lassen (wie z.B. ein Grafiktableau zum Abrufen von Funktionen mit topografischer Anordnung). Nicht zuletzt dürfte ein großer Teil der Bevölkerung mit der grundlegenden Arbeitsweise der Computertechnik vertraut sein, die in ähnlicher Form auch bei der Benutzeroberfläche von modernen Lichtsteuerungen zu finden ist.



Manuelle Lichtsteuerung mit zwei Voreinstellungen (Presets)



Speicher Lichtstellpult Smart Fade



Lichtstell- und Effektspult Congo



Lichtstell- und Effektspult grandMA



Lichtstellpult Redondo für den Studiobereich mit Posi-Controller



Darüber hinaus bieten die Softwarekonzepte für den Anwender den Vorteil, dass er sein System immer auf den neuesten technischen Stand bringen kann. Für ein einmal erworbenes System gibt es gewöhnlich Software-Updates auf Disketten, die nur auf das Pult aufgespielt werden müssen, um in den Genuss neuer Funktionen kommen zu können. Einige Hersteller setzen anstelle von PC-Technik jedoch auch RISC-Prozessoren ein, die den Vorteil einer deutlich höheren Betriebssicherheit bieten und bei denen das vom PC bekannte Booten vermieden wird. Systeme dieser Art sind daher sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Will man sich einen Überblick über die verschiedenen Konzepte von Lichtsteuerungen machen, so kann folgende Unterteilung helfen, das gegenwärtige Marktgeschehen zu dokumentieren:

Manuelle Lichtsteuerungen

Sie seien an dieser Stelle nur aus Gründen der Vollständigkeit erwähnt und spielen heute aufgrund der geringen Einstiegspreise von Speicherlichtsteuerungen kaum noch eine wesentliche Rolle. Grundlegend bestehen sie aus einer Anordnung von Schieberegler, mit denen die Helligkeiten einzelner Scheinwerfer manuell eingestellt werden können. Jeder Regler stellt dabei gewöhnlich einen einzelnen Kreis dar, der einen entsprechenden Dimmer ansteuert. Bei komfortableren Ausführungen sind für jeden Kreis zwei Schieberegler vorhanden, die in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind. Diese Ebenen bezeichnet man als Voreinstellungen (Presets), die von individuellen Summenstellern gesteuert werden. Gewöhnlich arbeitet man dann in der Art und Weise, dass der Summensteller einer Voreinstellung aktiv ist (einen Wert über Null besitzt) und die aktiven Schieberegler dieser Voreinstellung für eine entsprechende Lichtszene auf der Spielfläche sorgen. Die andere Voreinstellung ist nicht aktiv und ihre Steller können nun zum Aufbau der nächsten Lichtszene benutzt werden, ohne dass dieses Licht auf der Spielfläche zu sehen ist. Wenn der Zeitpunkt des Lichtwechsels gekommen ist, wird der Summensteller der aktiven Voreinstellung auf Null gezogen und der Steller der anderen Voreinstellung in Richtung 100%. Die erste Lichtszene wird durch das zweite Lichtbild ersetzt. Je nach Geräteausführung ist zusätzlich ein Zeitsteller vorhanden, an dem eine Überblendzeit für diesen Lichtwechsel eingestellt werden kann, die nach dem Bewegen der Summensteller für eine zeitgesteuerte Überblendung sorgt. Das Steuersignal dieser Pulte ist gemeinhin eine analoge Steuerspannung, jedoch sind mittlerweile auch DMX-fähige Versionen verfügbar. Lieferbar sind Systeme dieser Art mit bis zu 36 Kreisen, wobei sie heute nur noch bei kleineren Bühnen und Beleuchtungsaufgaben (z.B. Schulen) Verwendung finden.

Speicherlichtsteuerungen

Speicherlichtsteuerungen haben die Kontrolle der Beleuchtung wesentlich vereinfacht, da einmal programmierte Lichtszenen beliebig oft in identischer Ausführung reproduziert werden können. Auf diese Art spart man sich ein hohes Maß an notwendigen Aufzeichnungen, besitzt eine Fülle an weitergehenden Funktionen und hat auch eine weitreichende Automatisierung Einzug in die Steuerung von Licht gehalten. Prinzipiell arbeitet man mit Speicherlichtsteuerung in der Art, dass die Helligkeiten der Scheinwerfer für jede unterschiedliche Lichtszene über die Tastatur oder einen Digitalsteller eingestellt und als individuelle Lichtstimmung abgespeichert werden. Hat man so alle Lichtszenen programmiert, ist im Speicher des Systems eine chronologische Anordnung aller Lichtstimmungen abgelegt, die während einer Aufführung einfach nur per Tastendruck abgerufen werden und somit die gewünschten Lichtwechsel erzeugen. Es versteht sich dabei von selbst, dass Parameter wie Blendzeiten und ähnliches ebenfalls mitgespeichert werden.



Ebenso ist es heute möglich, den Start von Lichtwechseln über ein Zeitsignal (z.B. SMPTE-Timecode) exakt automatisiert ausführen zu lassen, wenn die entsprechende Produktion eine genaue zeitliche Abfolge besitzt. Allerdings hat sich nicht nur das Arbeiten mit Lichtstimmungen vereinfacht. Die Speicher- und Computerfunktionalität hat eine enorme Flut zusätzlicher Funktionalität mit sich gebracht. So können Lichteffekte - eine Anordnung schnell ausgeführter Lichtwechsel - ebenso schnell aufgebaut und abgerufen werden, ist bewegtes Licht mit all seinen unterschiedlichen Facetten steuerbar oder können selbst intelligente Digitaldimmer vom Pult aus überwacht und konfiguriert werden. Zur Archivierung aller vorgenommenen Programmierungen dient bei den größeren Systemen in der Regel eine integrierte Festplatte, jedoch sind auch zusätzliche Speichermedien wie z.B. ein Diskettenlaufwerk oder eine Schreib-/Leseeinheit für Memorykarten vorhanden. Bei kleineren Systemen kommen gewöhnlich ausschließlich diese Arten von Datenträgern zur Anwendung. Eine zusätzliche Archivierung der kostbaren Showdaten auf Disketten oder Memory-Karten ist dabei immer empfehlenswert, da auch Festplatten keine unbegrenzte Lebensdauer besitzen und es bei technischen Problemen so zu Datenverlusten kommen kann. Zur Übertragung der eingestellten Helligkeitswerte zu Dimmern bzw. der Attributwerte zu Multifunktionsgeräten finden digitale Übertragungsprotokolle Verwendung. Das weltweit verbreitete DMX 512 ist dabei in alle heutigen Systeme integriert, je nach Typ und Hersteller sind weitere Signale vorhanden, mit denen die Hersteller teilweise eine Kompatibilität zu älteren Dimmeranlagen sicherstellen. Im Hinblick auf die Kreiskapazität der Speicherlichtstellpulte gibt es kaum Grenzen. Angefangen von 12 bis hin zu 8000 Kreisen ist jede denkbare Ausstattung möglich.

In Bezug auf die Steuermöglichkeiten von Speicherlichtstellpulten gibt es unterschiedliche Konzepte, die nachfolgend dargelegt sind.

● Lichtsteuerungen für konventionelles Licht

Wie die Bezeichnung schon sagt, sind Lichtsteuerungen dieser Art in Bezug auf ihr Konzept und ihre Funktionalität auf die Steuerung von konventionellem Licht ausgelegt. Dementsprechend orientieren sich ihre Funktionen und Bedienelemente an den Belangen, die für eine Verwaltung von Helligkeiten und die Kontrolle von Dimmern erforderlich sind. In einzelnen Fällen können zusätzlich noch die Farben von Farbwechslern gesteuert und mitverwaltet werden, spezielle Bedienelemente und Funktionen für Moving Lights oder motorische Geräte fehlen jedoch. Natürlich können diese Geräte über gewöhnliche Kreise ebenso angesteuert werden, da ihre Parameter allerdings als Helligkeiten verwaltet werden und das Pult nicht auf die spezifischen Anforderungen der einzelnen Gerätefunktionen eingeht, dürfte diese unkomfortable Arbeitsweise eher weniger empfehlenswert sein.

Bis vor einigen Jahren hat man Systeme dieser Art allgemein als Theaterpulte bezeichnet, da ein Einsatz von bewegtem Licht bei klassischen Theaterproduktionen als eher unwahrscheinlich galt. Wie wir wissen, ist diese Einschätzung überholt, da heute kaum eine Produktion ohne den Einsatz von Multifunktionsgeräten auskommt und sich somit kaum eins der neu entwickelten Systeme leisten kann, ohne entsprechende Steuereinrichtungen für Moving Lights auf den Markt zu kommen. Selbst Lichtsteuerungen im unteren Preissegment mit nur wenigen Kreisen besitzen regelmäßig einen Moving Light-Controller, der zumindest grundlegende Funktionen und Befehlsparameter für diese Gerätekategorie bietet.

● Lichtsteuerungen mit integriertem "Steuerungskonzept"

Da die Verbreitung von Moving Lights und motorischen Scheinwerfern in den letzten zehn Jahren deutlich zugenommen hat, begannen die Hersteller von Lichtsteuerungen vor fünf bis sechs Jahren damit, die zuvor beschriebenen klassischen Lichtsteuerungen mit einer Kontrolleinrichtung für Multifunktionsgeräte auszurüsten.



Die allgemein als integrierte Steuerungen bezeichneten Systeme bieten dabei weiterhin alle bekannten und geschätzten Möglichkeiten für das Arbeiten mit konventionellem Licht (teilweise wurden auch diese noch verfeinert), sind nun aber auch mit Bedienelementen und speziellen Funktionen für bewegtes Licht ausgerüstet.

Die Systeme trennen dabei deutlich die Verwaltung von Helligkeiten gegenüber den Funktionsparametern von Moving Lights (auch als Attribute bezeichnet). Dementsprechend interpretiert das Lichtstellpult Helligkeitswerte auf der Basis "Der letzte Wert hat Vorrang (HTP)", wobei damit gemeint ist, dass die höchste eingestellte Helligkeit eines Kreises als aktives Licht ausgegeben wird. Beim Arbeiten mit Multifunktionsgeräten kann dieses Prinzip verständlicherweise keine Anwendung finden, da das Sterngobo eines Scanners keine höhere Bedeutung besitzt als ein Gobo mit einem anderen Motiv. Parameter dieser Art werden somit gemäß dem Zeitpunkt ihrer Eingabe verwaltet, wodurch immer der zuletzt eingestellte Wert eines Attributes wiedergegeben wird (LTP-Basis). Ebenso unterscheiden Systeme dieser Kategorie auch innerhalb der Attribute unterschiedliche Attributtypen. So gibt es Attribute, bei denen identisch zu Helligkeiten eine stufenlose Ansteuerung sinnvoll ist (z.B. der Fokus eines Effektprojektors). Die Funktionalität anderer Attribute hingegen ist in einzelne Wertebereiche unterteilt, die entsprechende Aktionen ausführen lassen (z.B. das Wechseln auf ein anderes Gobo). Die Funktionalität dieser Moving Light-Controller ist dabei heute sehr weitreichend und stellt keinesfalls ein nur notwendiges Beiwerk dar. So sorgen beispielsweise entsprechende Gerätebibliotheken für ein schnelles Patchen von Moving Lights, bieten spezielle Auswahlwerkzeuge einen raschen Zugriff auf identische Funktionen unterschiedlicher Gerätetypen oder kann eine in mehreren Vorstellungsstufen verwendete Lichtposition auf einfachen Tastendruck in allen Szenen geändert werden. Der Vorteil von integrierten Lichtsteuerungen besteht dabei im gemeinsamen Arbeiten mit konventionellen Scheinwerfern, Multifunktionsgeräten und Farbwechslern. Die Programmierung des bewegten Lichts ist genauso wie die Helligkeiten in alle Steuereinstellungen des Systems integriert und so kontrollieren Stimmungen zum Beispiel nicht nur den Wechsel des Lichts, sondern im selben Zug auch die Veränderung von Farbe, Form und Motiv eines Lichtstrahls. Praktisch gesehen besitzt man so also ein Interface zur Einflussnahme auf alle verwendeten Lichtquellen.

■ Moving Light-Steuerungen

Praktisch als Gegenstück zur klassischen Lichtsteuerung existieren auch Systeme, die sich von ihrer Funktionalität und Arbeitsweise her an den Ansprüchen von Multifunktionsgeräten orientieren, wobei die Steuerung konventioneller Scheinwerfer natürlich nicht grundlegend ausgeschlossen ist. Blickt man auf die Möglichkeiten der integrierten Systeme, so fragt man sich nun vielleicht nach dem prinzipiellen Sinn spezieller Moving Light-Steuerungen. Um es gleich vorwegzunehmen, die reinen Moving Light-Steuerungen sind in der Praxis keine Ausnahme, sondern bei einer Produktion regelmäßig als Standardausrüstung mit von der Partie. Die Gründe dafür sind vielfältig. Da sie sich noch mehr als die integrierten Steuerungen auf das Arbeiten mit Moving Lights konzentrieren können, besitzen sie ein noch höheres Maß an Funktionalität, welche direkt auf diese Gerätekategorien zugeschnitten werden kann. Bei großen Showproduktionen könnte die Masse an Scannern, Projektoren und ähnlichem mit integrierten Lichtsteuerungen kaum auf eine so komfortable Art kontrolliert werden und sind spezielle Features für konventionelles Licht auch weniger stark gefordert, da es bei diesen Produktionsformen eine eher untergeordnete Rolle spielt. Ebenso kann es gewollt sein, das Effektlicht vollkommen getrennt vom konventionellen Licht kontrollieren zu können, und nicht zuletzt sind die Besitzer klassischer Lichtstellpulte auf separate Moving Light-Controller angewiesen, wenn eine Produktion den Einsatz dieser Geräte verlangt.

■ Lichtsteuerungen im Studio

Eine spezielle Konstruktion von Lichtsteuerungen für den Studiobetrieb gibt es eigentlich nicht, wobei man auch die anderen dargestellten Systeme keinem speziellen Anwendungsbereich zuordnen sollte.



Die Arbeitsweise mit Lichtsteuerungen bei Studioproduktionen unterscheidet sich gewöhnlich jedoch zu der in anderen Bereichen üblichen Methodik. In der Regel bildet man hier verschiedene Lichtstimmungen, welche sich auf unterschiedliche Teile der Gesamtausleuchtung beziehen. Denkbar wäre beispielsweise eine Unterteilung des Lichts gemäß der ab Seite 115 dargestellten Lichtarten. Diese einzelnen Teilstimmungen werden in individuelle Register (Submaster) abgelegt, mit deren Schiebereglern das benötigte Aufnahmelmisch dann "gemischt" wird. Da die Zahl erforderlicher Lichtwechsel gemeinhin wesentlich geringer als im Theaterbereich ist, besitzt das Arbeiten mit den Playbacks hier auch eine untergeordnetere Rolle. Besonders in jüngerer Vergangenheit hat sich allerdings eine weitere Art von Lichtstellpulten herauskristallisiert, die sich an den Anforderungen der Studiobeleuchtung orientieren. Zusätzlich zu den beschriebenen Möglichkeiten der anderen Systeme bieten sie eine Positionssteuerung für motorische Leuchtenhänger und Züge. Ähnlich eines Moving Light-Controller können entsprechende Geräte exakt in ihrer vertikalen und horizontalen Stellung positioniert werden, wobei ihre aktuelle Position an das Lichtstellpult zurückgemeldet wird und sämtliche Einstellungen ebenfalls archivierbar und jederzeit reproduzierbar sind. Da bei der Steuerung von Geräten dieser Art auch Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden müssen, kommt ein ausfallgeschütztes Sicherheitssystem zur Überwachung der Datenübertragung und zur Unterdrückung von Befehlen auf Grenz- und Fehlerbedingungen (wie Verfahrsposition, Not-End-Positionen und Über-/ Unterlast) zur Anwendung. Die Positionssteuerung umfasst dabei auch die Steuerung von motorischen Scheinwerfern. Auf diese Art ist es praktisch gelungen, die gesamte Lichttechnik eines Studios von nur einer Person steuern zu lassen, da sie eine Kontrolle über konventionelles Licht, Moving Lights und Farbwechsler sowie Leuchtenhänger, Züge und motorische Geräte besitzt.

Grundlegende Bedienelemente einer Lichtsteuerung

Das Arbeiten mit Lichtsteuerungen in der Praxis ist im wesentlichen durch deren wichtigste Funktionsbereiche determiniert. Einen Einblick soll die nachfolgende Auflistung ermöglichen, in der elementare Bedienelemente von Lichtsteuerungen aufgeführt sind. Eine Erklärung von einzelnen Funktionen finden Sie im Anschluss an dieses Kapitel im "Begriffslexikon Lichtsteuerungen".

● Kreissteuerung

Die Kreissteuerung besteht aus einem numerischen Tastenfeld, einem Digitalsteller (wenn vorhanden) und Bedientasten zum Ausführen von Speicher-, Anwahl- und Helligkeitsbefehlen. Mit Hilfe dieser Einrichtungen werden Scheinwerfer und in der Regel auch Farbwechsler ausgewählt und mit einem Helligkeits- bzw. Farbwert versehen.

● Submaster

Submaster stellen Speicherplätze für Helligkeits- und Farbwerte dar, können aber auch mit kompletten Lichtszenen oder Effekten belegt werden. Jedem Submaster ist dabei ein Schieberegler und oft auch eine Blitztaste zugeordnet, um den gespeicherten Inhalt manuell aktivieren zu können. Bei Lichtsteuerungen mit Moving Light-Funktionalität erlauben Submaster auch das Ablegen von Attributwerten dieser Geräte. Submaster werden bei der Lichtgestaltung zum Mischen individueller Lichtbilder eingesetzt und bieten eine gute manuelle Einflussnahme auf aktives Licht.

● Einzelkreissteller

Viele Speicherlichtsteuerungen im unteren Leistungssegment besitzen neben den Submastern regelmäßig auch Einzelkreissteller, mit deren Hilfe die Helligkeit individueller Dimmer gesteuert werden kann. Gemeinhin sind diese Steller per Softwareeinstellung auch als manuelles Abrufsystem konfigurierbar und bieten dann, ähnlich einer manuellen Steuerung, das Arbeiten mit zwei Voreinstellungen an. Auf diese Weise können auch Pultbediener, die nicht mit der Speicherfunktionalität der Systeme vertraut sind, entsprechende Lichtwechsel erzeugen.



Digitalsteller und Trackball



■ Playback-System

Das Playback-System dient zum manuellen oder zeitgesteuerten Abrufen der gespeicherten Lichtstimmungen. Gewöhnlich werden die Stimmungen im Speicher während einer Aufführung sequenziell per Tastendruck aktiviert, um entsprechende Lichtveränderungen zu erzielen. Ebenso ist aber auch ein automatisches Abrufen über MIDI oder SMPTE denkbar. Das Playback-System besitzt gewöhnlich Schieberegler, mit denen manuelle Überblendungen durchführbar sind. Große Systeme sind mit mehreren Abrufsystemen ausgerüstet, um mehrere Überblendungen simultan kontrollieren oder in mehreren Stimmungslisten arbeiten zu können.



Playback-System

■ Effektsteuerung

Die Effektsteuerung lässt den Aufbau von Lichteffekten zu, wobei ein Effekt eigentlich nichts anderes darstellt als eine Verkettung schnell ablaufender Lichtwechsel. Moderne Steuerungen besitzen dabei eine Vielzahl von vordefinierten Wiedergabeeinstellungen, mit denen die einzelnen Schritte eines Effektes in unterschiedlicher Art und Weise abgerufen werden. Je nach System können gespeicherte Effekte in Verbindung mit Lichtstimmungen, Submastern, speziellen Effekt-Playbacks oder auch nur manuell (bei einfacheren Systemen) aktiviert werden.

■ Steuereinrichtungen für Multifunktionsgeräte

Hierzu zählen gemeinhin ein Trackball zum Steuern der X/Y-Achsen von Moving Lights und motorischen Geräten (oft auch als Touchpad ausgeführt),

mehrere Encoder (rotierende Digitalsteller) zum stufenlosen Verändern anderweitiger Attributwerte (z.B. Fokus, Iris, Farbmischsystem) und regelmäßig auch ein Touchscreen, der mit Hilfe von Schaltflächen einen schnellen Zugriff auf Attribute und Funktionen von Moving Lights bieten soll. Je nach Geräteausführungen kommen zusätzliche Bedientasten für Spezialfunktionen hinzu. Dieser Einrichtungen bedient man sich immer dann, wenn es nicht um die Eingabe und Programmierung von Helligkeitswerten geht, sondern sich um einen Zugriff auf intelligente Farbwechsler (Wechsler mit mehreren Funktionsparametern), Moving Lights und motorische Geräte handelt.



GrandMA TOP Keyboard

■ Meistersteller

Der Meistersteller stellt die letzte Kontrolleinrichtung über programmierte Helligkeitswerte dar, bevor diese über das Steuersignal ausgegeben werden. Er ist allen anderen Steuermodulen eines Lichtstellpultes übergeordnet und macht als eine Art Summensteller eine proportionale Veränderung aller Helligkeiten möglich. Gewöhnlich besitzt er zusätzlich eine Blackout-Taste. Attributwerte von Moving Lights werden von ihm nicht beeinflusst.

Grundlegender Aufbau von Beleuchtungsanlagen

Die reine Funktionalität einer Lichtsteuerung nützt isoliert betrachtet jedoch wenig, da die Systeme nur ein Bestandteil einer kompletten Lichtinstallation sind und damit einerseits in ihren Möglichkeiten zu den übrigen Komponenten "passen" müssen, ein spezifisches System andererseits jedoch auch in eine entsprechende Installationsumgebung integriert werden muss. Bei der Anschaffung sollte man daher nicht nur die Funktionalität der verschiedenen Systeme mit den tatsächlichen Anforderungen des Einsatzgebietes vergleichen, sondern auch prüfen, ob andere Systemkomponenten (wie z.B. Dimmer, Verkabelung der Steuersignale usw.) den wesentlichen Leistungsmerkmalen eines ausgewählten Lichtstellpultes Rechnung tragen.



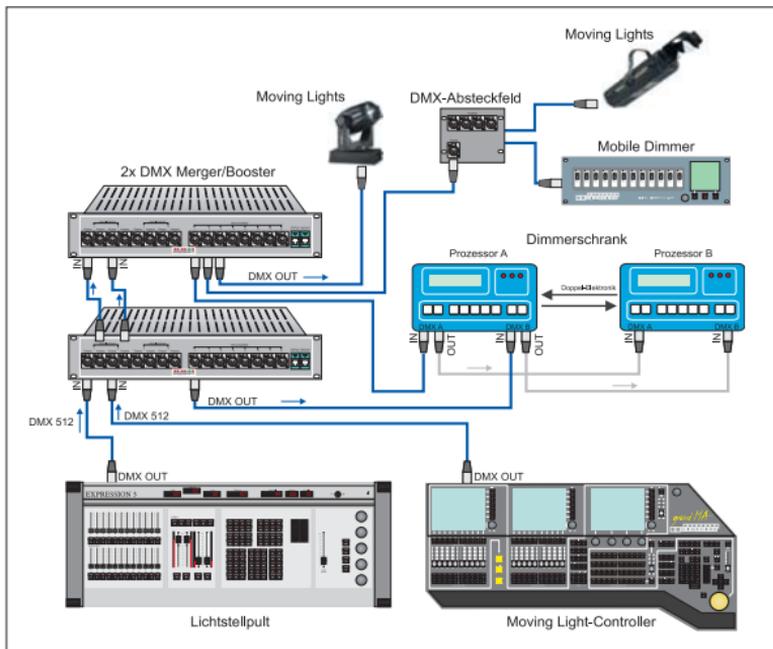
Da man Lichtsteuerungen gewöhnlich für viele Jahre nutzt, sind dabei nicht nur die heute gefragten Merkmale von Bedeutung, vielmehr muss man auch denkbare zukünftige Anwendungsfälle in die Auswahlkriterien einbeziehen.

Blickt man auf das Zusammenspiel zwischen Lichtsteuerung und anderen beleuchtungstechnischen Geräten, so besteht eine Beleuchtungsanlage im denkbar einfachsten Anwendungsfall aus einem Lichtstellpult, das über eine Steuerleitung mit einem Dimmersystem verbunden ist und dadurch die Helligkeiten der an die Dimmer angeschlossenen Scheinwerfer steuert. Die Übertragung der am Pult eingestellten Helligkeiten zu den Dimmern erfolgt in der heutigen Zeit mit Hilfe des Signals DMX 512, ein serielles, digitales Datenprotokoll, welches die eingestellten Werte von bis zu 512 Kreisen nacheinander über eine Steuerleitung sendet. Dieses von der USITT im Jahr 1990 genormte Signal ist heute ein weltweit verbreiteter Standard und kommt nicht nur bei der Ansteuerung von Dimmern zum Einsatz, sondern ist auch in den meisten Zubehörgeräten (Moving Lights, Farbwechslern usw.) integriert, welche die gesendeten Daten dann eben nicht als Helligkeitswerte interpretieren, sondern den Wertebereich jedes einzelnen Kanals auf eine entsprechende Funktion anwenden (z.B. das Goborad). Jede individuelle Funktion benötigt dabei gewöhnlich einen einzelnen Kanal, um separat von anderen Parametern angesprochen werden zu können. Durch die hohe Verbreitung und die Standardisierung von DMX 512 ist ebenso sichergestellt, dass ein Lichtstellpult nahezu alle Geräte einer Lichtinstallation ansteuern kann. Kommen wir auf unser Ausgangsbeispiel zurück, so kann der geschilderte Fall schnell eine höhere Komplexität annehmen, wenn mehr als 512 Dimmer im Einsatz sind oder nur wenige Moving Lights verwendet werden, die in Anbetracht ihrer heutigen Funktionalität durchschnittlich 14 bis 20 DMX-Kanäle pro Gerät beanspruchen. Nun benötigt man mehr als eine DMX-Leitung, ebenso muss das Signal zudem an verschiedenen Orten einer Installation zur Verfügung stehen, um alle Komponenten mit denen am Lichtstellpult eingestellten Werten versorgen zu können. Ebenso kann ein zweiter DMX-Sender in Form einer zweiten Lichtsteuerung (z.B. eine separate Moving Light-Steuerung) zum Einsatz kommen, deren DMX-Signal nun ebenfalls in die Installation integriert werden muss. Dementsprechend wird eine gut durchdachte Signalverteilung erforderlich, müssen lange Übertragungswege durch den Einsatz von Verstärkern (Boostern) ausgeglichen werden und ist auch eine hohe Sicherheit in der Datenübertragung erforderlich. Da das DMX-Signal praktisch gesehen der verlängerte Arm des Pultbedieners ist und die von ihm ausgeführten Aktionen an die entsprechenden Geräte übermittelt, führt eine Störung im Übertragungsweg zum Ausfall aller oder wesentlicher Teile der Beleuchtungsanlage. Um diesem Fall vorzubeugen, werden die wichtigsten Signalverbindungen in der Regel mehrfach ausgeführt und übertragen somit parallel identische Daten.

In der Abbildung auf der folgenden Seite ist der prinzipielle Aufbau einer Beleuchtungsanlage dargestellt, die ein Lichtstellpult, eine zusätzliche Moving Light-Steuerung und ein digitales Dimmersystem mit Doppelektronik umfasst. Die DMX-Verkabelung wird dabei über DMX-Merger/Booster realisiert, eine spezielle Art von Signalkonvertern, mit denen die DMX-Signale von bis zu vier DMX-Eingängen nach dem Höchstwertprinzip zusammengefügt werden können und über je acht parallele DMX-Ausgänge zugänglich sind. Zusätzlich zur Signalkombination erfolgt dabei eine aktive Signalverstärkung, um auch längere Übertragungswege problemlos realisieren zu können. Im genannten Beispiel speisen die Lichtsteuerung des konventionellen Lichts und die Moving Light-Steuerung je eine DMX-Leitung (512 Kanäle) in einen DMX-Merger/Booster ein.



Der Signalkonverter fügt beide Signale zusammen, d.h. jeder der acht Ausgänge stellt nun die DMX-Signale der Lichtsteuerung und des Moving Light-Controllers zur Verfügung. Welche DMX-Kanäle dabei auf einer angeschlossenen Leitung gesendet werden, kann über einen mit dem DMX-Merger/Booster verbundenen PC bestimmt werden. Dies führt zu einer enormen Flexibilität, da man so bei der Versorgung DMX-fähiger Endgeräte nicht mehr auf die starre Zuordnung einzelner Signalverbindungen angewiesen ist. Denkt man nun beispielsweise an ein DMX-Absteckfeld, das mit einem Ausgang des DMX-Merger/Boosters verbunden ist, so können an ihm gleichzeitig DMX-Kanäle des konventionellen Lichts (für den Anschluss mobiler Dimmer) und Kanäle der Moving Light-Steuerung (für den Anschluss von Multifunktionsgeräten) zur Verfügung stehen. Eine Redundanz in der Signalverteilung ist dabei unter mehreren Gesichtspunkten gegeben. Einerseits werden alle Signale zusätzlich auf einen zweiten Signalkonverter geleitet, um einen Havarieschutz bei Ausfall eines dieser Geräte sicherstellen zu können. Andererseits erfolgt die Versorgung des Dimmersystems über zwei separate DMX-Leitungen, die von unterschiedlichen Signalkonvertern abgesteckt sind. Der gezeigte Dimmerschrank ist darüber hinaus mit zwei Systemelektroniken ausgerüstet, die wiederum für eine Redundanz innerhalb der Ansteuerelektronik dieses Systems sorgen.

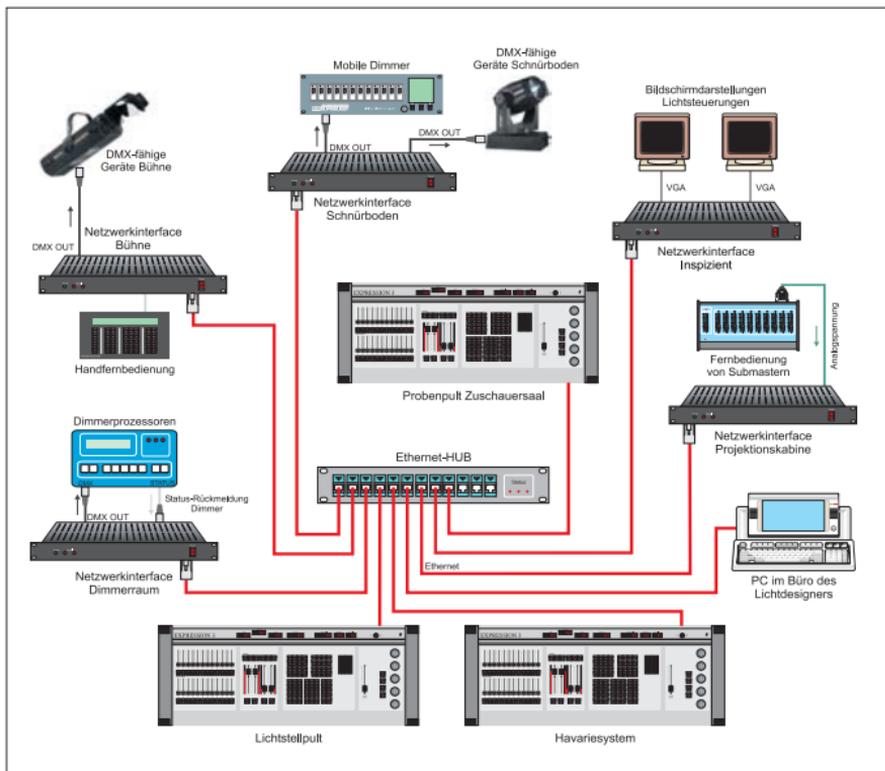


Aufbauschema einer Lichtenanlage für Theater- oder Showproduktionen mit Lichtsteuerung, zusätzlicher Moving Light-Steuerung, Dimmersystem mit Doppel Elektronik und DMX-Signalverteilung über DMX-Merger/Booster



Netzwerksysteme

Die im PC-Sektor schon seit langer Zeit praktizierten Netzwerke haben in den letzten Jahren auch in den Markt der professionellen Lichttechnik Einzug gehalten und die Signalverteilung zwischen Lichtsteuerungen und anderen beleuchtungstechnischen Geräten wesentlich vereinfacht. Ihr Vorteil besteht darin, dass mit Hilfe eines Kabels alle Signalarten und Daten effektiv und kostengünstig zu jedem beliebigen Ort einer Installation geführt werden können. Wäre für den Anschluss einer Handfernbedienung auf der Bühne oder für den Betrieb eines Vorschau-Monitors beim Inspizienten früher ein enormer Verkabelungsaufwand erforderlich gewesen, reicht dazu heute die Installation eines Netzwerkanschlusses und das Herausfiltern der benötigten Signale, die über das Netzwerk gesendet werden. Der Netzwerktyp stellt dabei gewöhnlich ein Ethernet-Netzwerk dar, ein weit verbreitetes lokales Netzwerk (LAN) mit Bus-Topologie, das mit Hilfe von Trägersignalen den simultanen Zugriff auf mehrere Netzwerkkomponenten erlaubt. Der Aufbau solcher Netzwerke ist dabei in unterschiedlicher Art und Weise möglich und wird im wesentlichen von der Netzwerktopologie bestimmt, d.h. die Art der Anordnung und Verkabelung der einzelnen Netzknoten (Vgl. auch Seite 207).



Aufbauschema einer Lichtanlage mit 10BaseT-Netzwerkinstallation im Theater: Lichtsteuerung, Havariesystem, Probenpult, Dimmersystem mit Status-Rückmeldung und STP-Netzwerkverkabelung



Die Ethernet-Technologie ist heute in vielen Lichtsteuerungen zu finden, wobei das Netzwerk im allgemeinen einen Zugriff auf folgende Signale bietet:

- DMX-Signale von Lichtsteuerungen, wobei mittlerweile bis zu 32.000 individuelle DMX-Kanäle gesendet oder empfangen werden können
- Videosignale, um die Darstellungen des Lichtstellpultes auf entfernt platzierten Bildschirmen anzeigen zu lassen (z.B. beim Inspizieren oder während Beleuchtungsproben beim Platz des Lichtdesigners)
- Signale zum Betreiben von Handfernbedienungen.
- Signale von SMPTE-fähigen Geräten, um SMPTE-Timecodes über Netzwerk senden und empfangen zu können
- MIDI-Signale
- Signale zur Ansteuerung von Druckern oder Eingabegeräten (z.B. Grafiktableau)
- Analogsignale zur Einbindung manueller Steuerungen, beispielsweise zur Fernbedienung von Submastern oder zum Abrufen von Aktionen über Taster/Schalter (z.B. Makros)
- Signale der Dimmerüberwachung, um den Status von Dimmern am Lichtstellpult darzustellen oder Dimmer sogar konfigurieren zu können

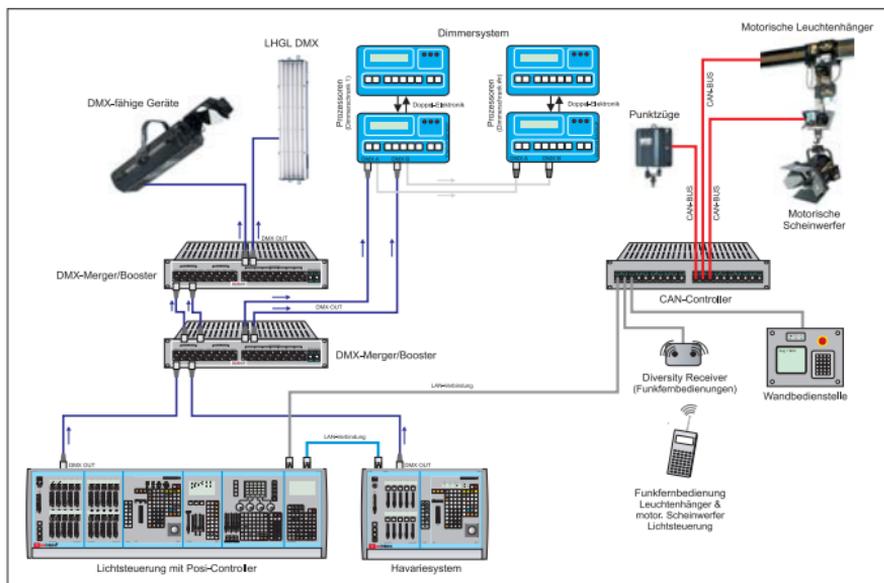
Die Schnittstelle zwischen Netzwerk und beleuchtungstechnischen Geräten wird dabei über sogenannte Netzwerkinterfaces hergestellt, eine Art intelligente Netzknoten, die einen lokalen Zugriff auf die übertragenen Signale des Netzwerkes möglich machen. Diese Geräte werden dementsprechend immer dort in die Netzwerkinstallation eingebunden, wo entsprechende Endgeräte mit einem der genannten Signale versorgt werden müssen bzw. eines der Signale in das Netzwerk einspeisen. Ihr Einsatz ist unabhängig, da es heutzutage neben Lichtsteuerungen kein weiteres Licht-Equipment gibt, das mit einer Ethernet-Schnittstelle ausgerüstet ist und somit direkt als Netzknoten an das Netzwerk angeschlossen werden könnte.

Die Netzwerktechnik offeriert allerdings nicht nur eine effektive Distribution von Datensignalen, sondern hat auch den Datenaustausch zwischen mehreren Lichtsteuerungen vereinfacht. So können mit Ethernet-Ports ausgerüstete Pulte des selben Herstellers miteinander verbunden oder direkt in die Netzwerkinstallation eingefügt werden, um beispielsweise als zusätzliche Steuerungen bei Beleuchtungsproben oder als Havariesysteme fungieren zu können. Im letzteren Fall wird die eigentliche Lichtsteuerung (das Hauptpult) durch ein zusätzliches Pult oder eine zusätzliche Systemelektronik (Havariepult bzw. Havariesystem) ergänzt, wobei beide Systeme über Ethernet einen ständigen Austausch ihres Datenbestandes vornehmen und die an einem System ausgeführten Bedienvorgänge absolut synchron auch am anderen System durchgeführt werden. Fällt während einer Aufführung nun das Hauptpult bzw. die Hauptelektronik aufgrund technischer Probleme aus, erfolgt eine automatische und lichteinbruchfreie Umschaltung auf das zweite System, so dass die Lichtwechsel der Vorstellung problemlos bis zum Ende fortgeführt werden können. Da die Systeme in einer gewöhnlichen PC-Umgebung eingebettet sind, kann ein Havariepult oder ein Probenpult problemlos durch einen handelsüblichen PC (zum Beispiel ein Notebook) ersetzt werden, wenn dieser mit einer Ethernet-Schnittstelle und der entsprechenden Systemsoftware der Lichtsteuerung ausgerüstet ist. Ethernet-Netzwerklösungen sind im Lichtsektor allerdings leider noch nicht standardisiert, so dass eine Netzwerkinstallation nicht mit Lichtsteuerungen und Netzwerkinterfaces unterschiedlicher Hersteller ausgerüstet werden kann. Das Problem liegt dabei nicht im physikalischen Aufbau der Ethernet-Strukturen (die standardisiert sind), sondern in der je nach Hersteller unterschiedlichen Codierung der über Ethernet gesendeten Signale.



Lichtsteuerungen in Fernsehstudios

Die Signalverteilung in Film- und Fernsehstudios folgt gewöhnlich den dargestellten Prinzipien, wird beim Einsatz von motorischen Leuchtenhängern jedoch um eine zusätzliche Komponente erweitert. Da bei der Steuerung motorischer Hängesysteme ein hoher Sicherheitsaspekt einzubeziehen ist, kann ein Signal wie DMX 512 hier nicht zur Anwendung kommen. Gefragt ist ein Bussystem, mit dem elektronisch sicherheitsrelevante Daten in großer Geschwindigkeit zwischen einzelnen Komponenten eines Systems übertragen werden können. Um den notwendigen Verkabelungsaufwand auch hier so niedrig wie möglich halten zu können, sollte ein solcher Bus dezentral aufgebaut sein. DESPAR fand ein solches Bussystem im CAN-Bus, ein weltweit in den verschiedensten Industriezweigen verbreitetes und als ISO 11898 genormtes Zweidraht-Bussystem mit hoher Störunempfindlichkeit, mit dem sicherheitsrelevante Daten in Echtzeit direkt zwischen einzelnen, dezentralen Steuerrechnern eines Systems übertragen werden können. Heutzutage ist man im modernen Studiobetrieb daher in der Lage, die Steuersignale motorischer Hebezeuge nicht nur über eine Netzwerkstruktur äußerst effizient verteilen zu können, sondern den Transport dieser Signale unter dem Gesichtspunkt einer höchsten Datensicherheit zu realisieren, wobei Fehler ausgeschlossen werden können. Die unterhalb abgebildete Darstellung zeigt den Aufbau einer typischen Signalverteilung im Studio. Die Lichtsteuerung ist dabei mit einem Posi-Controller ausgerüstet, dessen Signale direkt mit einem CAN-Controller verbunden sind. Ähnlich dem HUB eines Netzwerkes sorgt er für die Verteilung des CAN-Busses zu den verschiedenen Systemkomponenten. Jeder Zug, Leuchtenhänger oder motorischer Scheinwerfer besitzt einen eigenen Steuerrechner, der den dezentralen Aufbau des Systems charakterisiert. Die CAN-Bus Verbindung arbeitet bidirektional und lässt somit eine Rückmeldung von Positionsdaten an die Lichtsteuerung zu.



Aufbauschema einer Lichtanlage im Studio: Lichtsteuerung mit Posi-Controller, Havarie-System, Dimmersystem mit Doppel- und Dreiphasen, DMX-Signalverteilung über DMX-Merger/Booster und CAN-Bus für motorische Leuchtenhänger, Züge sowie Scheinwerfer



Aktiv (AKTIV/OUTPUT)

Gebräuchlicher Begriff für die derzeit auf der Bühne zu sehende Lichtszene, hervorgerufen durch \Rightarrow *Stromkreise* mit Helligkeitswerten über Null. Bei vielen gängigen Lichtstellpulten wird die Bildschirmdarstellung der aktiven Kreiswerte als AKTIV oder OUTPUT bezeichnet.

Aktuelle Auswahl (CURRENT SELECTION)

Alle über die Zifferntastatur einer Lichtsteuerung aktuell angewählten \Rightarrow *Kreise*, deren Helligkeiten über die Bedienelemente der \Rightarrow *Kreissteuerung* verändert werden können.

Archivieren (ACHIEVE)

Speichern programmierter Vorstellungselemente auf einen Datenträger (z.B. auf Diskette oder die interne Festplatte eines Lichtstellpultes).

ASCII-Lichtstimmung (ASCII LIGHT CUE)

Durch die \Rightarrow *USITT* standardisiertes Datenformat zum Austausch von gespeicherten Lichtstimmungen und Patchlisten zwischen Lichtstellpulten unterschiedlicher Hersteller, die kein gemeinsames Speicherformat besitzen. Lichtstimmungen werden dabei auf dem einen System als ASCII Textdateien gespeichert und können von einem anderen, fremden System eingelesen werden.

Attribut

Attribute kennzeichnen gewöhnlich Kanäle eines Lichtstellpultes, die nicht zur Ansteuerung von \Rightarrow *Dimmern* benutzt werden und dementsprechend keine klassischen Stromkreise sind. In der Regel kontrollieren sie Funktionen von \Rightarrow *Moving Lights* (z.B. Bewegung, Gobowechsel usw.) und \Rightarrow *Farbwechslern* (z.B. Farbwechsel, Lüftergeschwindigkeit usw.). Jedes Attribut besitzt einen bestimmten Datentyp (8-Bit, 16-Bit oder \Rightarrow *Diskret*), der bestimmt, wie viele \Rightarrow *Dimmeradressen* ein Attribut in Anspruch nimmt und wie seine Attributwerte dargestellt werden.

Ausblendung (FADE OUT)

Teil eines \Rightarrow *Crossfades*, der die Kreise umfasst, deren Helligkeitswerte während der \Rightarrow *Überblendung* abnehmen.

Ausblendzeit (FADE OUT TIME)

Zeitwert, der bei einer \Rightarrow *Überblendung* bestimmt, in welcher Zeit die Kreise mit abnehmender Intensität auf ihre neuen Helligkeitswerte gesteuert werden.

Backup-System (BACKUP CONSOLE)

Zweites System eines Lichtstellpultes, entweder in Form eines zweiten Bedienpultes oder einer zweiten Systemelektronik, die bei einer Störung des Hauptsystems die Kontrolle über das aktive Licht übernimmt und ein problemloses Weiterarbeiten möglich macht. In der Regel spricht man von einem synchronisierten Havariesystem, bei dem beide Steuerungen über den gleichen Speicherinhalt verfügen und alle eingegebenen Befehle synchron ausführen. Moderne Lichtsteuerungen stellen diese Systemkommunikation über eine Netzwerkverbindung her.

Befehl (COMMAND)

An einer Lichtsteuerung eingegebene Tastenkombination, die das System zum Ausführen einer Funktion veranlasst. Befehle werden in der Regel in einer Kommandozeile dargestellt. Viele moderne Lichtsteuerungen erlauben die Wahl eines Befehlsmodus, bei dem logisch richtig eingegebene Befehle entweder sofort ausgeführt werden oder abschließend durch eine "Enter"-Taste nochmals vom Bediener bestätigt werden müssen.



Bibliothek (LIBRARY)

Bibliotheken werden beim Arbeiten mit \Rightarrow *Multifunktionsgeräten* eingesetzt und ermöglichen die Archivierung häufig gemeinsam benutzter \Rightarrow *Attribute*. Die Bibliotheken sind besonders zur Erstellung identischer Farb- und Goboauswahlwerkzeuge sinnvoll. Im Gegensatz zu \Rightarrow *Gruppen*, die unterschiedliche Werte für jedes Multifunktionsgerät speichern können, setzen Bibliotheken die entsprechenden Attribute für jedes Multifunktionsgerät auf den selben Attributwert (z.B. auf das Sterngobo bei mehreren Scannern, auch wenn sie unterschiedlichen Typs sind).

Black Out

Komplettes Ausschalten des aktiven Lichts der Bühne. Die Helligkeitswerte aller aktiven \Rightarrow *Kreise* werden dazu auf eine Intensität von 0% gesetzt.

Blendzeit (FADE TIME)

Zeitwert, der bei einer \Rightarrow *Überblendung* bestimmt, in welcher Zeit die *Kreise* auf ihre neuen Helligkeitswerte gesteuert werden. Besitzt eine *Überblendung* separate \Rightarrow *Blendzeiten* für *Kreise* mit abnehmender und zunehmender Helligkeit, spricht man von gesplitteten Zeiten.

Blindes Editieren (BLIND)

Ändern des Speicherinhaltes - beispielsweise einer \Rightarrow *Lichtstimmung* -, ohne dass dies eine unmittelbare Wirkung auf das derzeit aktive Licht der Bühne hat. Auf diese Weise können sogar komplexe Programmierungen und Speicherungen durchgeführt werden, ohne dass Lichtwechsel auf der Bühne zu sehen sind. Moderne Lichtsteuerungen besitzen Bildschirmanzeigen zum blinden Arbeiten mit \Rightarrow *Lichtstimmungen*, \Rightarrow *Submastern* und \Rightarrow *Effekten*.

Blitztaste (FLASH KEY)

Eine spezielle Taste, die bei Betätigung alle ihr zugeordneten \Rightarrow *Kreise* schlagartig auf einen Helligkeitswert von 100% oder auf die höchsten gespeicherten Helligkeitswerte setzt. Sie kann entweder einem einzelnen \Rightarrow *Stromkreis* oder einem \Rightarrow *Submaster* zugeordnet sein. Im letzteren Fall steuert sie dann alle Helligkeiten der im Submaster gespeicherten *Kreise*. Bei modernen Lichtsteuerungen kann ihre Wirkungsweise festgelegt werden (z.B. zeitgesteuerte Wirkungsweise, Taster/Schalter-Funktionalität oder \Rightarrow *Solo-Funktion*).

Blockfade

Eine spezielle Stimmungsart bei Lichtsteuerungen mit \Rightarrow *Tracking-Modus*. Ähnlich eines \Rightarrow *Crossfades* werden in dieser Stimmung alle \Rightarrow *Stromkreise* mit einem Helligkeitswert gespeichert. Unbenutzte *Kreise*, d.h. *Kreise* mit einem Helligkeitswert gleich Null, werden mit einer Intensität von 0% abgelegt. Auf diese Weise wird im Tracking-Modus eine Übernahme von nicht veränderten Helligkeitswerten in die nachfolgende Stimmung verhindert, wobei die Programmierung dann wieder mit einer komplett dunklen Bühne beginnt und die Übernahme unveränderter Kreiswerte in nachfolgende Stimmung neu startet.

Chase

Bezeichnung für einen Laufflichteffekt, bei dem \Rightarrow *Stromkreise* sequentiell nacheinander oder per Zufallsgenerator individuell einblendend und dann wieder ausgeblendend werden. Moderne Lichtsteuerungen erlauben eine Vielzahl von Wiedergabeeinstellungen und Kombinationsmöglichkeiten.

Cue

Englische Bezeichnung für \Rightarrow *Lichtstimmung*.



Crossfade

Ein Crossfade blendet alle Kreiswerte einer \Rightarrow *Lichtstimmung* auf die Werte einer anderen Lichtstimmung über. Als Ergebnis ist nur das Licht der neuen Stimmung auf der Bühne zu sehen. Grundsätzlich werden in einem Crossfade alle - auch Kreise ohne Helligkeit - gespeichert. Bei Lichtsteuerungen ohne Tracking-Modus ist der Crossfade in der Regel die Standardeinstellung beim Speichern von Lichtstimmungen.

Cue Only

Funktion bei Lichtsteuerungen, die sowohl mit \Rightarrow *Crossfades* als auch im \Rightarrow *Tracking-Modus* arbeiten können. Mit Hilfe dieser Bedientaste kann bei der Speicherung einer \Rightarrow *Lichtstimmung* bestimmt werden, dass die Stimmung im derzeit nicht angewählten Systemmodus abgespeichert wird (z.B. als Crossfade bei aktiviertem Tracking-Modus oder als \Rightarrow *Movefade* bei ausgeschaltetem Tracking-Modus). Ebenfalls werden Pulte, die standardmäßig \Rightarrow *Crossfades* speichern, als Cue Only-Pulte bezeichnet.

Demultiplexer (DEMUX)

Signalkonverter, der das digitale Multiplexsignal \Rightarrow *DMX 512* in eine analoge Steuerspannung umsetzt. Benötigt werden Demultiplexer heute nur noch, wenn es darum geht, mit Hilfe einer modernen Lichtsteuerung ältere Analogdimmer oder ähnliche mit Analogspannung anzusteuern Geräte zu kontrollieren.

Digitalsteller (WHEEL)

Der Digitalsteller ist in die \Rightarrow *Kreissteuerung* eines Lichtstellpultes integriert und erlaubt die stufenlose Veränderung von Helligkeitswerten angewählter \Rightarrow *Kreise*. In der Regel ist er als manuell zu bedienendes Laufrad ausgeführt, bei einigen Systemen allerdings auch als Touchpad integriert. Eine Bewegung des Digitalstellers nach vorne führt zu einer Erhöhung von Helligkeitswerten, eine Bewegung nach hinten vermindert sie.

Dimmer

Elektronische Baugruppe, welche die Helligkeit elektrischer Lichtquellen verstellen lässt. Angesteuert wird der Dimmer von einem Lichtstellpult, das die an ihm eingestellten Helligkeitswerte über ein Steuersignal (z.B. \Rightarrow *DMX 512*) zum Dimmersystem überträgt. In der Fachsprache wird der Begriff aber auch benutzt, wenn man die Ausgangskanäle eines Lichtstellpultes (\Rightarrow *Dimmeradressen*) beschreibt.

Dimmeradresse (DIMMER/DIM)

Ausgabemedium eines Lichtstellpultes. Die Dimmeradressen stellen die Kanäle des Steuersignals dar, auf die \Rightarrow *Kreise* und \Rightarrow *Multifunktionsgeräte* zugeordnet (gepatcht) wurden.

Dimmerkurve (DIMMER PROFILE)

Auch als Dimmerprofil bezeichnet. Eine Dimmerkurve besteht aus Wertepaaren, die eine Relation zwischen einer am Lichtstellpult eingestellten Kreishelligkeit und dem tatsächlichen Ausgangswert der entsprechenden \Rightarrow *Dimmeradresse* (d.h. die auf der Bühne sichtbare Helligkeit) beschreibt. Ohne Einsatz von Dimmerkurven ist diese Relation immer linear. Normalerweise werden Dimmerkurven verwendet, um die Regelcharakteristik unterschiedlicher Lichtquellen entsprechend anzupassen, können aber auch für Attributwerte von \Rightarrow *Multifunktionsgeräten* eingesetzt werden.

Diskretes Attribut

Ein Datentyp für \Rightarrow *Attribute* von \Rightarrow *Multifunktionsgeräten*. Ein diskretes Attribut wird gewöhnlich zur Steuerung von Funktionen wie Farb- oder Goborädern benutzt, da den Attributwerten in einem Bereich von 0 bis 255 Klartextbezeichnungen für die unterschiedlichen Stellungen der Räder zugeordnet werden.



DMX 512 (DIGITAL MULTIPLEXING)

Weltweit verbreitetes digitales (Multiplex-) Steuersignal im Lichtsektor, welches alle modernen Lichtsteuerungen zur Übertragung von Kanalwerten zu Dimmersystemen und Multifunktionsgeräten verwenden. Mit Hilfe eines zweiadrigen, abgeschirmten Kabels werden die Werte von bis zu 512 Kanälen in einer Auflösung von 8 Bit übertragen, wodurch pro Kanal 256 Abstufungen zwischen minimalem und maximalem Kanalwert möglich sind. Das Signal wurde 1990 durch die \Rightarrow *USITT* international genormt.

DMX-Startadresse (DMX START)

Die DMX512 Startadresse stellt beim Patchen von Kreisen oder beim Adressieren von Geräten die DMX-Adresse dar, ab der ein DMX-fähiges \Rightarrow *Multifunktionsgerät* oder ein DMX-fähiges Dimmersystem mit seinen Funktionen angesprochen werden kann. Wird ein Scanner auf die Adresse 10 gestellt, muss das Gerät an der Lichtsteuerung auch ab Adresse 10 gepatcht werden.

Effekt (FX)

Eine sich ständig wiederholende Abfolge von verschiedenen Lichtbildern, die in unterschiedlichen Modi abgerufen werden können. Moderne Lichtsteuerungen besitzen eine Vielzahl vordefinierter Effektarten und Wiedergabemodi sowie individuelle Zeitwerte für die einzelnen \Rightarrow *Effektschritte*, wodurch komplexe Programmierungen möglich sind.

Effektschritt (FX STEP)

Einzelne Lichtszene eines \Rightarrow *Effektes*. Jeder Effekt besteht in der Regel aus einzelnen Effektschritten, in denen die Helligkeiten der beteiligten \Rightarrow *Kreise* und/oder Attributwerte von \Rightarrow *Multifunktionsgeräten* abgelegt sind. Beim Starten des Effektes werden die einzelnen Schritte gemäß der eingestellten Effektart zeitgesteuert abgerufen.

Einblendung (FADE IN)

Teil eines \Rightarrow *Crossfades*, der die Kreise umfasst, deren Helligkeitswerte während der \Rightarrow *Überblendung* zunehmen.

Einblendzeit (FADE IN TIME)

Zeitwert, der bei einer \Rightarrow *Überblendung* bestimmt, in welcher Zeit die Kreise mit zunehmender Intensität auf ihre neuen Helligkeitswerte gesteuert werden.

Einstellungen (SETUP)

Funktion eines Lichtstellpultes, die bestimmte Benutzereinstellungen und grundlegende Konfigurationen zulässt (z.B. Anzeigemodi oder Einstellung von Peripheriegeräten).

Encoder

Auch als Wheel bezeichnet. Gemeint ist damit eine Art Drehregler, mit dem Kreiswerte durch Drehen nach links oder rechts stufenlos vermindert bzw. erhöht werden können. Bei den heutigen Systemen finden die Encoder in der Regel zur Steuerung individueller Funktionen von \Rightarrow *Multifunktionsgeräten* Verwendung.

Ethernet

Weit verbreitetes lokales Netzwerk (LAN) mit Bus-Topologie, das mit Hilfe von Trägersignalen den simultanen Zugriff auf mehrere Netzwerkkomponenten erlaubt. Man unterscheidet die Systeme 10Base2, 10BaseT und 10BaseFL, bei denen die verschiedenen Netzwerkknoten entweder mit Hilfe von Koaxialkabel, verdrehten Datenpaaren oder Glasfaserkabel miteinander verbunden sind. Im Lichtsektor findet das Ethernet-Netzwerk bei der Verbindung von Lichtstellpulten und bei der Übertragung von DMX-Signalen sowie Signalen von Handfernbedienungen, Bildschirmen und Druckern Verwendung.



Externer Dimmer (EXTERNAL DIMMER)

Eine Funktion beim Patchen von ⇒ *Multifunktionsgeräten*. Ein solches Gerät benutzt zur Regelung der Helligkeit einen externen ⇒ *Dimmer*, d.h. es besitzt keine integrierte Funktion zur Helligkeitssteuerung (z.B. Shutter). Beim Patchen eines solchen Gerätes muss ihm ein konventioneller Dimmer der Installation zugeordnet werden.

Farbwechsler (COLOR CHANGER)

Vorrichtung vor einem Scheinwerfer, der eine manuelle oder elektronische Anwahl verschiedener Farbfilter erlaubt.

Frame

Ein Frame stellt eine Art Tabelle dar und enthält eine definierbare Anordnung alphanumerischer Namensbezeichnungen, die den verschiedenen Wertbereichen eines ⇒ *diskreten Attributs* zugeordnet werden kann. Wird das ⇒ *Attribut* auf einen Wert gestellt, erscheint auf dem Bildschirm nicht der Wert, sondern die Namensbezeichnung des entsprechenden Wertbereiches (z.B. "Rot" beim Farbrad eines Scanners).

Gerätebibliothek (FIXTURE LIBRARY)

Bei Lichtsteuerungen mit Moving Light-Funktionalität ist dies eine Zusammenstellung aller gängigen ⇒ *Multifunktionsgeräte*, die in dieser Bibliothek mit ihren verfügbaren Parametern und Funktionen abgelegt sind. Beim Einsatz von Multifunktionsgeräten kennt das Lichtstellpult dadurch sofort alle anwählbaren Attribute mit ihren einstellbaren Werten und stellt diese über die entsprechenden Steuereinrichtungen zur Verfügung. Häufig ist sie eine externe Datei, die selbständig bearbeitet werden kann.

Grafiktablett (DESIGNERS WORKSHEET/DIGITIZER)

Peripheriegerät einer Lichtsteuerung. Ein Grafiktablett ist ein Eingabegerät, auf dem in der Regel Funktionen topografisch angeordnet werden können, um einen schnellen Zugriff auf häufig benutzte Befehlsfolgen zu ermöglichen.

Gruppe (GROUP)

Eine Gruppe besteht aus einer beliebigen Anordnung von ⇒ *Stromkreisen* mit Helligkeitswerten und/oder Attributwerten, jedoch ohne weitere Parameter wie Blendzeiten, Kurven oder ähnlichem. Auf diese Weise können beim Aufbau von Lichtszenen häufig benutzte Kreiskombinationen schnell angewählt und mit den entsprechend gespeicherten Kreiswerten versehen werden.

HTP

"Highest Takes Precedence" - "Der höchste Wert hat Vorrang". Eine Bezeichnung für die Arbeitsweise von Lichtsteuerungen, gewöhnlich für das Arbeiten mit Helligkeitswerten von Dimmern. Wird die Helligkeit eines bestimmten Stromkreises von mehreren Steuereinrichtungen eines Lichtstellpultes bestimmt (z.B. durch eine ⇒ *Stimmung*, einen laufenden ⇒ *Effekt* und einem aktiven ⇒ *Submaster*), wird für diesen Kreis der insgesamt höchste dieser verschiedenartig erzeugten Helligkeitswerte ausgegeben.

Kreis (CHANNEL/CHAN)

Auch als Kanal bezeichnet. Steuereinrichtung eines Lichtstellpultes mit einer Nummer, der eine beliebige ⇒ *Dimmeradresse* ansteuert. Von Kreisen spricht man gewöhnlich immer dann, wenn es um die Ansteuerung eines ⇒ *Dimmers* geht (klassischer Begriff: Stromkreis). ⇒ *Multifunktionsgeräte* werden faktisch zwar auch von Kreisen bedient, ihre Anwahl erfolgt in der Regel aber nicht über eine Kreisnummer, sondern über die Auswahl des entsprechenden Gerätes.



Kreissteuerung (CHANNEL CONTROL)

Als Kreissteuerung werden alle Bedienelemente eines Lichtstellpultes bezeichnet, mit denen ➔ *Kreise* angewählt und Helligkeitswerte eingegeben werden können. Zu nennen sind beispielsweise die numerische Tastatur, der ➔ *Digitalsteller* und Funktionstasten wie "Voll" oder "Aus".

Lichtstimmung (CUE/Q)

Eine Lichtstimmung enthält sowohl Helligkeitswerte von Stromkreisen als auch Attributwerte von ➔ *Multifunktionsgeräten*. Ebenso können ihr weitere Parameter wie Blendzeiten und Überblendkurven zugeordnet werden. Lichtstimmungen werden zum Aufbau der gewünschten Lichtszenen gespeichert und während einer Vorstellung sequentiell aus dem Speicher abgerufen (manuell oder automatisiert über ➔ *MIDI*, ➔ *SMPTE*).

LTP

"Latest Takes Precedence" - "Der letzte Wert hat Vorrang". Eine Bezeichnung für die Arbeitsweise von Lichtsteuerungen, gewöhnlich für das Arbeiten mit Attributwerten von ➔ *Multifunktionsgeräten*. Wird beispielsweise die Farbe eines bestimmten Multifunktionsgerätes von mehreren Steuereinrichtungen eines Lichtstellpultes bestimmt (z.B. durch eine ➔ *Stimmung*, einem laufenden ➔ *Effekt* und einen aktiven ➔ *Submaster*), wird der Farbwechsler auf die Farbe gesetzt, die von diesen Steuereinrichtungen als letzte Einstellung hervorgerufen wurde.

Makro (MACRO)

Ein Makro stellt eine eingegebene Befehlsfolge dar, die gespeichert wird und danach beliebig abgerufen werden kann. Nützlich ist das Arbeiten mit Makros bei häufig benutzten Eingabesequenzen.

Manuelle Überblendung (MANUAL FADE/MAN)

Manuelles Abrufen von gespeicherten ➔ *Lichtstimmungen*. Die Lichtstimmungen werden dabei nicht mit ihren gespeicherten Zeitwerten auf Tastendruck oder automatisiert über ➔ *MIDI* oder ➔ *SMPTE* übergeblendet, sondern mit Hilfe von Schiebereglern per Hand ein- und ausgeblendet. Gewöhnlich besitzt ein Lichtstellpult getrennte Abrufsteller für alle ➔ *Kreise* mit zunehmender und abnehmender Intensität.

Meistersteller (GRAND MASTER)

Schieberegler, der als übergeordnete Kontrolleinrichtung das aktive Licht steuert. Der Meistersteller steuert gewöhnlich nur Helligkeiten und keine Attributwerte von ➔ *Multifunktionsgeräten*.

MIDI

Das MIDI-Signal wurde in den achtziger Jahren als Interface zwischen Synthesizern verschiedener Hersteller entwickelt. In Bezug auf Lichtstellanlagen wird das MIDI-Signal heute zur Verbindung von Pulten (z.B. als einfaches Havariesystem) oder zur Fernsteuerung von Systemabläufen des Lichtstellpultes über MIDI-Equipment (z.B. bei Lichteffekten) eingesetzt.

Movefade

Eine spezielle Stimmungsart bei Lichtsteuerungen. Im Gegensatz zu einem ➔ *Crossfade* werden in einer Lichtstimmung immer nur die *Kreise* abgespeichert, deren Helligkeits- und/oder Attributwerte im Vergleich zur vorhergehenden Stimmung verändert wurden. Vereinfacht ausgedrückt, addiert oder subtrahiert ein Movefade Licht von einer bereits auf der Bühne befindlichen ➔ *Lichtstimmung*.



Moving Light

Begriff zur Kennzeichnung einer Lichtquelle mit fernsteuerbarer Positionierung der horizontalen und vertikalen Achsen. Man unterscheidet spiegelabgelenkte Systeme (z.B. Scanner) und kopfbewegte Systeme (z.B. Washlight). Gewöhnlich kennzeichnen Moving Lights Geräte, die zur Effektbeleuchtung eingesetzt werden.

Multifunktionsgerät (FIXTURE)

Genereller Oberbegriff für fernsteuerbare Geräte, mit mehreren Funktionen, die keine Dimmer darstellen (z.B. Scanner, Washlights, Projektoren, ➡ *Farbwechsler* usw.)

Non-Dim (NDIM)

Dieser Parameter kann einer ➡ *Dimmeradresse* zugewiesen werden, wodurch der entsprechende ➡ *Dimmer* dann als Schalter arbeitet. Angegeben werden muss eine Schaltschwelle in Form eines Prozentwertes. Wird dieser Prozentwert als Kreishelligkeit eingestellt oder übersteuert, schaltet der Dimmer auf 100% Leistung. Unterhalb der Schaltschwelle verbleibt der Dimmer auf einer Ausgangsleistung von 0%. Sinnvoll ist der Einsatz bei Verbrauchern, die nicht gedimmt werden können.

Pan

Deutsch: Drehen. Attributbezeichnung für die Schwenkbewegungen von ➡ *Moving Lights*. Viele Lichtstellpulte steuern dieses ➡ *Attribut* im Modus 16-Bit an, wodurch es zur Grobeinstellung das Attribut "Pan", zur Feinjustierung das Attribut "Pan Fine" gibt.

Patch

Eine Liste, in der ➡ *Stromkreise* und verwendete ➡ *Multifunktionsgeräte* des Lichtstellpultes auf ➡ *Dimmeradressen* (Ausgangskanäle) des Steuersignals zugeordnet werden. Von einem 1-zu-1-Patch spricht man, wenn alle Kreise auf Dimmeradressen mit identischer Nummer zugeordnet sind (z.B. Kreis 1 auf Adresse 1, Kreis 2 auf Adresse 2 usw.). Im Patch werden zusätzlich ➡ *Dimmerkurven* oder ➡ *Skalierungsfaktoren* zugewiesen.

Preview

Vorschau auf gespeicherte, aber nicht aktive ➡ *Lichtstimmungen*, ➡ *Submaster* oder ➡ *Effekte*.

Preset Focus

Preset Focus stellt eine leistungsfähige Funktion beim Arbeiten mit ➡ *Multifunktionsgeräten* dar. Im Gegensatz zur herkömmlichen Arbeitsweise - nämlich Multifunktionsgeräte mit ihren Positionen in ➡ *Lichtstimmungen*, ➡ *Effekten* oder ➡ *Submastern* abzulegen - werden die Geräte mit ihren gewünschten Parametern in einer ➡ *Gruppe* gespeichert. Die Gruppe kann nun in eine Stimmung, einen Effekt oder einen Submaster geladen werden, wobei eine Verknüpfung zwischen Gruppe und dem entsprechenden Vorstellungselement erstellt wird. Muss die so eingestellte Position des Multifunktionsgerätes in der betreffenden Lichtszene nun kurzfristig geändert werden, reicht eine Editierung der betreffenden Gruppe aus. Alle mit dieser Gruppe verknüpften Stimmungen, Effekte und Submaster werden automatisch auf diese neue Position aktualisiert. Ein zeitraubendes manuelles Editieren der einzelnen Elemente entfällt.

Prozentuale Änderung (PROPORTIONAL)

Wenn eine Gruppe von ➡ *Kreisen* mit unterschiedlichen Helligkeitswerten über den ➡ *Digitalsteller* zusammen gesteuert werden, ändern sich die Helligkeitswerte der einzelnen Kreise prozentual und nicht um den gleichen Betrag (beispielsweise führt eine Erhöhung um 20% bei einem Kreis mit 25% Helligkeit zu einem neuen Wert von 30%).



Playback

Auch als Abrufsystem bezeichnet. Einrichtung eines Lichtstellpultes zum Abrufen gespeicherter \Rightarrow *Lichtstimmungen*. Jedes Playback verfügt über eine Liste der gespeicherten und ihm zugewiesenen Stimmungen, die gewöhnlich auf Tastendruck sequentiell zeitgesteuert abgerufen werden.

Relative Änderung (RELATIVE)

Wenn eine Gruppe von \Rightarrow *Kreisen* mit unterschiedlichen Helligkeitswerten über den \Rightarrow *Digitalsteller* zusammen gesteuert werden, ändern sich die Helligkeitswerte der einzelnen Kreise immer um den gleichen Betrag (beispielsweise führt eine Erhöhung um 20% bei einem Kreis mit 25% Helligkeit zu einer neuen Intensität von 45%).

Skalierungsfaktor (SCALING)

Durch einen Skalierungsfaktor kann der Ausgangswert einer \Rightarrow *Dimmeradresse* proportional zum ansteuernden Helligkeitswert eines \Rightarrow *Kreises* dieser Adresse dauerhaft skaliert werden. Besitzt eine Dimmeradresse beispielsweise einen Skalierungsfaktor von 80%, so führt eine Kreishelligkeit von 50% zur Ausgabe einer Intensität von 40%.

SMPT E

Standardisiertes Timecode-Signal, mit dem Abläufe von Lichtstimmungen und Effekten mit Hilfe eines Zeitgebers exakt ferngesteuert werden können. Dazu ist es nötig, am Lichtstellpult entsprechende "Events" anzulegen, die dem Pult mitteilen, zu welcher Zeit es welche Bedienvorgänge automatisiert auslösen soll. Der Timecode wird von einem externen Gerät zur Verfügung gestellt (z.B. von einer Bandmaschine).

Solo-Funktion (Solo)

Möglichkeit, alle zur Zeit nicht angewählten \Rightarrow *Kreise* per Tastendruck vorübergehend auszuschalten. Nach Aktivierung der Solo-Funktion bestimmen nur die angewählten Kreise das aktive Licht auf der Bühne. Besonders sinnvoll ist diese Funktion beim Einleuchten von einzelnen Scheinwerfern, die man ohne störendes anderes Licht auf der Bühne sehen will.

Sound-to-Light

Steuerung eines \Rightarrow *Effektes* im Takt der Musik über das Audio-Signal eines angeschlossenen Abspielgerätes.

Stromkreis (INTENSITY CHANNEL)

Klassischer Begriff zur Kennzeichnung eines \Rightarrow *Kreises*, der einen \Rightarrow *Dimmer* ansteuert und demnach zur Einstellung der Helligkeit benutzt wird.

Submaster (SUBMASTER/SUB)

Eine spezielle Einrichtung eines Lichtstellpultes, die komplette Lichtszenen über einen Schieberegler abrufen lässt. Submaster können gewöhnlich \Rightarrow *Blendzeiten* besitzen und in verschiedenen Betriebsmodi arbeiten. Sie sind eine gute Hilfe bei der manuellen Einflussnahme auf aktives Licht oder beim Aufbau von Lichtszenen durch "Mischen" verschiedener Lichtbilder aus gespeicherten Submastern.

Texttastatur (KEYBOARD)

In der Regel ein herkömmliches PC-Keyboard, das an ein Lichtstellpult angeschlossen werden kann. Da Lichtstellpulte gewöhnlich nicht über eine alphanumerische Tastatur verfügen, macht dieses externe Keyboard Texteingaben möglich, bietet bei einigen Herstellern aber auch den Zugriff auf weitere Bedienfunktionen des Systems.



TFT-Monitor

Besonders kompakt aufgebauter, flacher LCD-Farbmonitor mit Flüssigkristalldisplay, der im Betrieb nur sehr geringen Platz beansprucht und daher in Stellwarten mit engen Platzverhältnissen immer häufiger zum Einsatz kommt.

Tilt

Deutsch: Neigen. Attributbezeichnung für die Neigungsbewegungen von \Rightarrow *Moving Lights*. Viele Lichtstellpulte steuern dieses \Rightarrow *Attribut* im Modus 16-Bit an, wodurch es zur Grobeinstellung das Attribut "Tilt", zur Feinjustierung das Attribut "Tilt Fine" gibt.

Touchscreen

Ein LCD-Display, welches in der Regel mit verschiedenen Schaltflächen belegt ist. Bei Berührung einer Schaltfläche führt das Lichtstellpult die entsprechende Funktion aus.

Tracking-Modus (TRACKING)

Typische amerikanische Arbeitsweise mit \Rightarrow *Lichtstimmungen*. Gespeicherte Stimmungen beinhalten immer nur die \Rightarrow *Kreise* und \Rightarrow *Attribute*, deren Werte sich im Vergleich zur vorhergehenden Stimmung verändert haben. Alle unveränderten Kreis- oder Attributwerte werden automatisch aus vorhergehenden Lichtstimmungen übernommen. Gestoppt werden kann die Übernahme unveränderter Werte durch das Speichern eines \Rightarrow *Blockfade*.

Überblendung (FADE)

Prozess des Wechsels von einer Lichtszene auf eine neue Lichtszene.

Überblendkurve (FADE PROFILE)

Normalerweise werden Überblendungen linear durchgeführt, d.h., wenn die \Rightarrow *Überblendung* beispielsweise zu 50% vollzogen ist, sind auch die Wertveränderungen von \Rightarrow *Kreisen* und \Rightarrow *Attributen* zu 50% vollzogen. Mit Hilfe einer Kurve kann die Charakteristik einer Überblendung in Form von Wertepaaren entsprechend angepasst werden.

Undo

Funktion eines Lichtstellpultes, die den zuletzt ausgeführten Befehl rückgängig macht.

USITT

Abkürzung für "United States Institute for Theater Technology, Inc."

Verzögerungszeit (DELAY TIME/WAIT TIME)

Verzögerungszeiten können einer \Rightarrow *Lichtstimmung* zugewiesen werden und bestimmen den Zeitraum, der nach dem Start einer Lichtstimmung abläuft, bevor der eigentliche Überblendprozess startet. In der Regel können getrennte Zeitwerte für Kreise mit zunehmender und abnehmender Helligkeit eingestellt werden.

VGA-Bildschirm

Sichtgerät mit Elektronenstrahlröhre zur farbigen Darstellung von Computerdaten gemäss der VGA-Norm. Alle größeren Lichtstellpulte besitzen mindestens einen VGA-Anschluss.

Voreinstellung (DEFAULT VALUE/DEFAULT)

Eine vom Hersteller festgelegte oder vom Bediener programmierte Standardeinstellung.

Wartezeit (WAIT TIME/FOLLOW TIME)

Auch als Folgezeit bezeichnet. Eine Wartezeit kann einer \Rightarrow *Lichtstimmung* zugewiesen werden und beginnt mit dem Start dieser Stimmung zu laufen. Nach Ablauf der Wartezeit startet die nächste Lichtstimmung der Stimmungsliste dann automatisch.



Grundlegende Signalarten zur Steuerung von Licht

Bei der Betrachtung von Lichtsteuerungen wurde bereits darauf eingegangen, dass alle am Lichtstellpult eingestellten Helligkeiten von Scheinwerfern bzw. die Attributwerte von Multifunktionsgeräten über ein Steuersignal zu den entsprechenden Endgeräten übermittelt werden. Ebenso ist aber auch denkbar, eine Lichtsteuerung mit anderweitigem Show-Equipment verbinden zu wollen, um bestimmte Aktionen fernsteuern zu können. Jeder der beiden genannten Anwendungsfälle bedingt dabei den Einsatz unterschiedlicher Signalarten, deren wichtigsten Typen auf den folgenden Seiten genauer betrachtet werden.

Signale von Lichtsteuerungen zu beleuchtungstechnischen Geräten

Wie bereits mehrfach erwähnt, sorgen die von Lichtsteuerungen generierten Signale für eine Kommunikation der Pulte mit den übrigen beleuchtungstechnischen Komponenten einer Installation. Gewöhnlich fungiert die Lichtsteuerung dabei als Sender von Daten, die von Endgeräten wie Dimmern, Farbwechslern, Moving Lights, motorischen Scheinwerfern oder ähnlichem empfangen und umgesetzt werden. In Ausnahmefällen kann auch ein Lichtstellpult zusätzlich zum Empfänger werden, wenn eine zweite Lichtsteuerung (beispielsweise ein zusätzliches Effektpult) Helligkeits- oder Attributwerte in das erste System einspeist. Die folgende Auflistung zeigt einige der in der Vergangenheit oder heute verwendeten Datenprotokolle zur Steuerung von Licht.

■ Analoge Steuerspannung

Vor den Zeiten digitaler Übertragungsprotokolle, digitaler Dimmersysteme und moderner Lichtsteuerungen war die analoge Steuerspannung eine der am häufigsten eingesetzten Signalarten zur Übermittlung von Helligkeitswerten zwischen Lichtsteuerungen und Dimmern. Grundlegend benötigt man dabei für jeden einzelnen Kanal eines Pultes eine individuelle Leitungssader, auf der eine geringe Gleichspannung übertragen wird, deren Abstufungen zwischen niedrigstem und höchstem Spannungswert die Helligkeiten von 0 bis 100% symbolisieren. Eine Standardisierung des verwendeten Spannungsbereichs existiert bis heute nicht, viele Hersteller halten sich jedoch an einen Bereich von 0 bis 10V DC. Besonders bei größeren Systemen führt diese Signalart zu einem hohen Verkabelungsaufwand, da jedes angesteuerte Gerät direkt mit dem Lichtstellpult verbunden sein muss und ein Weiterschleifen des Signals von einem zum anderen Gerät nicht möglich ist. Ebenso sind längere Übertragungswege aufgrund des Spannungsabfalls im Kabel kaum realisierbar. Heute findet die Analogspannung daher als alleiniges Steuersignal nur noch bei manuellen Lichtsteuerungen mit geringer Kreisanzahl und bei kostengünstigen Dimmerkoffern Verwendung, jedoch sind viele Dimmersysteme aus Kompatibilitätsgründen noch mit einem Analogeingang ausgerüstet.

■ AMX192 (Analog-Multiplex)

AMX 192 stellt ein in den achtziger Jahren entwickeltes und vorwiegend in den USA verbreitetes analoges Multiplexsignal dar, welches pro Leitung die Werte von maximal 192 Kanälen überträgt. Gesendet werden sequentielle Analogwerte in Form von Spannungspegeln, welche ähnlich zur analogen Steuerspannung die Helligkeitswerte eines Dimmers symbolisieren. Eine zusätzliche Signalleitung sendet dabei bestimmte Zeitimpulse, die zur Synchronisation von Lichtsteuerung und Dimmern verwendet werden. Heute spielt diese Signalart jedoch eine untergeordnete Rolle und ist in neueren Systemen nur noch aus Kompatibilitätsgründen zu finden. AMX192 wurde von der USITT genormt.



- **D54**
D54 stellt ein ebenfalls in den achtziger Jahren entwickeltes analoges Multiplexsignal dar, welches pro Leitung die Werte von maximal 384 Kanälen überträgt. Die Funktionsweise ist ähnlich wie bei AMX192 beschrieben, die Synchronisation von Lichtsteuerung und Dimmern wird jedoch auf der selben Datenleitung gesendet und besteht aus Impulsen mit umgekehrter Polarität zwischen den individuellen Analogwerten. Heute ist diese Signalart ohne Bedeutung und in neueren Systemen nur noch aus Kompatibilitätsgründen zu finden.
- **FSK (Frequency Shift Keying)**
FSK stellt ein Frequenz-Multiplexsignal dar, bei dem bis zu 512 Dimmerwerte durch das Senden von unterschiedlich hohen Frequenzen übermittelt werden, die den Helligkeitsbereich 0 bis 100% symbolisieren. Das FSK-Signal kam früher bei Lichtsteuerungen des Schweizer Herstellers SE zum Einsatz, spielt bei neueren Systemen heute jedoch keine Rolle mehr.
- **PMX**
PMX stellt ein von Pulsar und Clay Paky verwendetes Datenprotokoll dar und kommt neben DMX512 als zusätzliche Signalart bei den Steuerungen und Moving Lights dieser Hersteller zum Einsatz.
- **SMX (Symmetric-Multiplex)**
SMX stellt ein digitales Multiplexsignal dar und erlaubt das Übertragen von bis zu 65536 Dimmerwerten über eine Datenleitung. Die Verbindung kann dabei bidirektional ausgelegt sein, wobei die Übertragung eine Paritätsprüfung der übermittelten Daten einschließt.
- **DMX512 (Digital-Multiplex)**
Zum Ende der achtziger Jahre entwickeltes digitales Multiplexprotokoll, das auf einer seriellen Schnittstelle basiert und pro Leitung die Werte von 512 Kanälen in Form einzelner Datenpakete überträgt. Das Signal wurde im Jahr 1990 von der USITT genormt und hat sich im Markt der professionellen Beleuchtung insoweit durchgesetzt, dass heute fast alle beleuchtungstechnischen Geräte mit dem DMX512-Standard ausgerüstet sind.

Wie gezeigt, ist DMX512 heutzutage der Signalstandard bei der Steuerung von Licht und löste vor knapp 10 Jahren die zuvor verwendeten, oft herstellerspezifischen Signalarten weitgehend ab. Heute ist es daher möglich, eine Lichtinstallation mit Geräten verschiedenster Hersteller auszurüsten, die durch die Standardisierung auf ein grundlegendes Datenprotokoll (DMX512) gemeinsam angesteuert werden können. Da detailliertere Kenntnisse dieser Signalart beim Einsatz professioneller Lichttechnik empfehlenswert sind, stellt der folgende Abschnitt die Arbeitsweise von DMX512 dar.

Aufbau des DMX512-Protokolls

Die Entwicklung digitaler Multiplexsignale begann Mitte der achtziger Jahre, als die Elektronik von Dimmern mittlerweile in der Lage war, digitale Datenprotokolle zu verarbeiten, mit denen die Helligkeitswerte mehrerer Dimmer in Form einzelner Datenpakete auf nur einer Steuerleitung übertragen werden konnten. Der Vorteil der digitalen Signaltechnik kann dabei auf drei wesentliche Bereiche bezogen werden.

Zum einen ist die Störanfälligkeit gegenüber der analogen Übertragungstechnik wesentlich geringer, zum anderen sind die Abstufungen der unterschiedlichen Helligkeiten deutlich präziser ausgeführt, wodurch der Helligkeitsbereich 0 bis 100% in eine größere Zahl einzelner Schritte zerlegt werden kann.



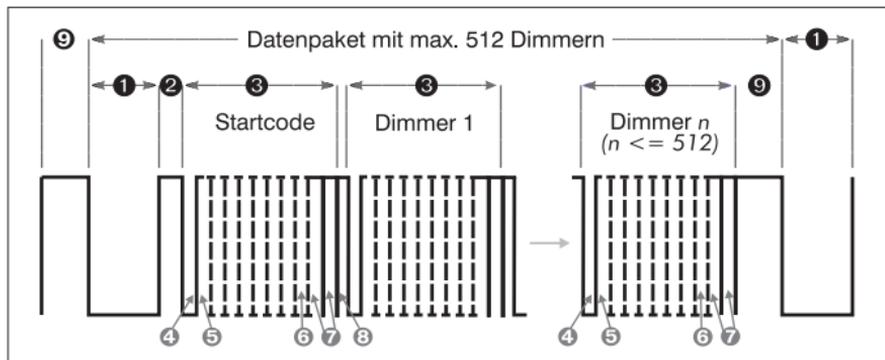
Dies trifft natürlich ebenso auf die Attributwerte von Multifunktionsgeräten zu. Nicht zuletzt fällt der notwendige Verkabelungsaufwand ebenfalls deutlich geringer aus, da nicht jedes Endgerät mit Hilfe einer eigenen Leitungssader mit der Lichtsteuerung verbunden sein muss, sondern auf einer geschirmten, zweiadrigen Datenleitung eine Vielzahl von Kanalwerten übertragen werden können und jedes Endgerät dann die Daten des ihm zugeordneten Kanalbereichs empfängt und in entsprechende Aktionen umsetzt.

Der heute verwendete Signalstandard ist, wie bereits erwähnt, das DMX512-Signal, ein digitales Multiplexprotokoll, bei dem die Werte von 512 individuellen Kanälen in einer seriellen Form digital über eine Leitung übertragen werden. Das Funktionsprinzip dieser Übertragung läuft dabei wie folgt ab:

Betrachtet man als Ausgangspunkt ein Lichtstellpult, so kann einem bestimmten Kanal dort ein Helligkeitswert von 0 bis 100% zugeordnet werden. Dieser eingegebene Wert wird nun digital in ein Datenwort aus 8 Bit codiert, welches den eingestellten Dimmerwert des betreffenden Kanals symbolisiert. Als Dimmerwerte gelten Dezimalwerte von 0 bis 255 (00h bis FFh Hexadezimal), die linear den Eingabewerten Null bis 100% zugeordnet sind. Diese Werte stehen jedoch nicht unbedingt in direkter Beziehung zur tatsächlichen Ausgangsleistung eines Dimmers, da moderne Dimmersysteme eine Einstellmöglichkeit bezüglich der maximalen Ausgangsspannung oder einen Skalierungsfaktor zum Verändern der Relation Steuereingangswert - Dimmerausgangswert besitzen. Zusätzlich zu den genannten 8 Bit wird jeder Kanal mit einem Startbit und zwei nachfolgenden Stopbits versehen, um die verschiedenen Kanäle beim Übertragen voneinander trennen zu können. Diese Anordnung von Bits bezeichnet man dabei als Datenrahmen, wobei jeder Datenrahmen für die Übermittlung eines einzelnen Kanals steht und auf einer DMX-Leitung insgesamt 512 Datenrahmen nacheinander gesendet werden (beginnend mit Dimmerwert 1). Alle 512 Datenrahmen stellen in Verbindung mit den erforderlichen Unterbrechungssignalen ein DMX-Datenpaket dar. Die eigentliche Übertragung startet dann mit dem Senden eines Reset-Signals, welches einer Dauer von mindestens 88 μ s entsprechen muss und alle angeschlossenen Geräte auf den Empfang eines neuen Datenpaketes vorbereitet, d.h. in jedem Fall eine laufende oder noch nicht abgeschlossene Übertragung beendet. Dem Reset-Signal folgt eine weitere kurze Unterbrechung (als Markierung bezeichnet), die den Beginn der Datenübertragung signalisiert. Die Zeit dieser Unterbrechung darf nicht unter 8 μ s liegen, jedoch auch nicht länger als eine Sekunde sein. Nun wird das Startbit des ersten Datenrahmens gesendet (gleich Dimmerwert 1), gefolgt von den 8 Bits des Dimmerwertes sowie den beiden Stopbits, die das Ende des ersten Datenrahmens kennzeichnen. Jedes Bit liegt für eine Zeit von 4 μ s an, wodurch die Übertragung eines Datenrahmens 44 μ s in Anspruch nimmt. Das Startbit wird dabei als ordnungsgemäß formatiertes Zeichen mit dem Wert Null (kein Bit gesetzt) gesendet und identifiziert die nachfolgenden Daten als sequentiell übertragene Dimmerwerte mit einer Auflösung von 8 Bit. Da das Startbit theoretisch auch aus anderen Werten (1 bis 255) bestehen könnte, muss jeder Empfänger für Dimmerwerte so ausgelegt sein, dass er gesendete Datenrahmen als gültige Dimmerwerte erkennt, wenn ein Startbit ungleich Null übermittelt wird. Nach der Übermittlung des ersten Datenrahmens folgt eine weitere Sendeunterbrechung, die benötigt wird, um die nacheinander übertragenen Datenrahmen voneinander trennen und erkennen zu können.



Diese Zeit darf zwischen $0 \mu\text{s}$ und einer Sekunde variieren, wobei der Übertragungskanal für die Dauer der Sendeunterbrechung auf den logischen Zustand 1 gesetzt wird, wenn diese Zeit größer als $0 \mu\text{s}$ ist. Nach der Unterbrechung startet die Übertragung des Startbits des zweiten Datenrahmens und das Senden der Daten läuft in gleicher Art ab, wie gerade beschrieben wurde. Nachdem alle 512 Datenrahmen gesendet wurden, bricht die Übertragung ab und es folgt die Übermittlung eines weiteren Unterbrechungssignals ($0 \mu\text{s}$ bis 1 Sekunde), bevor die Übertragung eines neuen Datenpaketes durch Senden des erwähnten Reset-Signals erneut eingeleitet wird. Die folgende Grafik soll diesen Ablauf nochmals verdeutlichen.



Aufbauprinzip des DMX512-Signals

Es bedeuten:

- ⊞ Reset-Signal ⊞ Markierung zwischen Reset-Signal und Startcode des ersten Datenrahmens
- ⊞ Datenrahmen ⊞ Startbit ⊞ Niederwertigstes Bit ⊞ Höchstwertigstes Bit ⊞ Stopbit
- ⊞ Zeit zwischen zwei Datenrahmen ⊞ Zeit zwischen zwei Datenpaketen

Die Auflösung von DMX 512 beträgt 8 Bit, d.h. zwischen dem denkbar niedrigsten (z.B. 0% Helligkeit) und dem denkbar höchsten Kanalwert (z.B. 100% Helligkeit) existieren 256 Abstufungen, um entsprechende Dimmerwerte erzeugen zu können. Diese Abstufungen werden als Auflösung bezeichnet und bestimmen, wie exakt ein Dimmer oder Multifunktionsgerät angesteuert werden kann. Besitzt ein kopfbewegtes Moving Light beispielsweise einen Schwenkbereich von 360° , so ist die kleinste mögliche Bewegung dieses Parameters bei einer 8-Bit Ansteuerung ca. $1,4^\circ$. Da dies in der Praxis bereits einen relativ großen Bereich darstellt, werden Attribute zur Positionierung gewöhnlich mit zwei separaten DMX-Kanälen kontrolliert, die dann einmal eine grobe Positionierung und eine Feinjustage der eingestellten Position ermöglichen. Viele Lichtsteuerungen besitzen für die Steuerung von Moving Light-Funktionen heute jedoch eine Auflösung von 16-Bit, wodurch die erwähnte Grob- und Feinpositionierung über ein einziges Attribut kontrolliert wird.

Die Standardisierung von DMX512 bezieht sich allerdings nicht nur auf den Ablauf der Signalübertragung und die Festlegung der beim Senden von Daten zulässigen Zeitspannen zwischen einzelnen Datenrahmen oder Datenpaketen. Ebenso legt die Norm die Art der Steckverbinder fest, die zum Einsatz kommen müssen, nämlich 5-polige Steckverbinder des Typs XLR. An Steuerungen und anderen Sendergeräten müssen Buchsen-Steckverbinder (Kupplungen) zum Einsatz kommen, alle Empfängergeräte (wie Dimmer, Farbwechsler, Multifunktionsgeräte usw.) besitzen demnach Stift-Steckverbindungen (Stecker).



Die Pinbelegung dieser Steckverbinder ist wie folgt genormt:

Pin	Signal
1	Signal Masse (Schirm)
2	Dimmer Datenkanal, negatives Potential (Daten 1-)
3	Dimmer Datenkanal, positives Potential (Daten 1+)
4	nicht belegt
5	nicht belegt



XLR-Steckverbinder, 5-polig

Die Pins 4 und 5 sind gewöhnlich nicht belegt, bei bestimmten Geräten, wie beispielsweise Farbwechslern, werden sie jedoch benutzt, um ausgehend von einer Splitterbox eine geringe Gleichspannung zum Versorgen der Geräteelektronik zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise umgeht man den sonst notwendigen Anschluss des Farbwechslers an eine Netzversorgung. Hiervon ist jedoch abzuraten, da eine Verpolung zur Zerstörung von Bauteilen führen kann.

DMX512 in der Praxis

Eine DMX-Verbindung erlaubt den Anschluss von bis zu 32 Geräten an einen Sender, wobei sinnvolle Leitungslängen von bis zu 600m möglich sind. In der Praxis sind DMX-fähige Geräte daher mit einem Ein- und Ausgang ausgestattet, um die DMX-Leitung einzuspeisen, aber auch an nachfolgende Geräte weiterverteilen zu können. Bei langen Leitungen oder bei Hintereinanderschaltung vieler Empfänger können sich am entfernten Ende des DMX-Strangs jedoch Reflexionen bilden, welche die Übertragung beeinträchtigen. Aus diesem Grund ist es unbedingt zu empfehlen, am letzten Gerät einer DMX-Leitung einen DMX-Abschlusswiderstand einzufügen. Viele Geräte besitzen hierfür bereits einen integrierten Abschlusswiderstand, der durch einen Schalter aktiviert werden kann. Andernfalls muss ein XLR-Stecker mit eingelötetem Abschlusswiderstand (120 Ω) auf den DMX-Ausgang des letzten Empfängers einer Verbindung gesteckt werden.

Jeder Empfänger kann eine beliebige Zahl von Adressen empfangen und auswerten. Welche DMX-Kanäle ein bestimmtes Gerät benutzt, muss ihm durch Einstellen einer Startadresse mitgeteilt werden. Ab dieser Adresse werden alle Funktionen eines Gerätes (z.B. bei Moving Lights) bzw. alle Komponenten eines Systems (z.B. die Dimmer eines Dimmerschranks) durch nachfolgende DMX-Kanäle gesteuert. Die Einstellung identischer Startadressen an verschiedenen Geräten führt zu einer simultanen Steuerung. Der Wert dieser Startadresse hängt dabei von den Einstellungen des Lichtstellpultes ab, da dort durch eine Zuordnungstabelle (Patch) bestimmt werden kann, welche Kreisnummern des Systems welche DMX-Kanäle ansteuern. Sind alle Kreisnummern auf DMX-Kanäle mit identischen Nummern gepatcht, spricht man von einer 1-zu-1 Zuordnung. Zu bemerken ist dabei jedoch, dass bei der DMX-Adressierung von Geräten nur Werte von 1 bis 512 möglich sind, auch wenn man es bei einer 1-zu-1 Zuordnung beispielsweise mit einem Dimmerschrank zu tun hat, dessen erster Dimmer vom Kreis 520 gesteuert wird. Der entsprechende DMX-Kanal wird im Patch des Lichtstellpultes regelmäßig zwar als Dimmer 520 dargestellt, stellt in Wirklichkeit aber der achte Kanal der zweiten DMX-Leitung dar, wodurch die DMX-Startadresse dieses Dimmerschranks dann 8 lauten müsste.

Da das DMX-Signal besonders bei größeren Installationen an vielen Orten einer Bühne oder eines Studios verfügbar sein muss, die Anzahl möglicher Empfänger pro Leitung allerdings beschränkt ist, muss eine DMX-Signalverkabelung zum Einsatz kommen, die den Einsatz von Verteilern erfordert.



Ebenso kann es in der Praxis nötig sein, DMX in Verbindung mit Analogtechnik einzusetzen, wodurch man dann auf spezielle Signalumwandler zurückgreifen muss. Einige gängige Geräte für Anwendungsfälle dieser Arten sind nachfolgend aufgeführt:

■ Multiplexer

Multiplexer wandeln analoge Steuersignale in ein digitales Multiplexsignal 512 um und kommen zur Anwendung, wenn ein Lichtstellpult mit analoger Steuerspannung DMX-fähige Endgeräte (z.B. Dimmer) ansteuern soll. Lieferbar sind sie gewöhnlich für die Umwandlung von bis zu 60 Kreisen pro Gerät, wobei Versionen für unterschiedlichste Spannungsbereiche des Analogsignals zur Verfügung stehen.

■ Demultiplexer

Demultiplexer wandeln das DMX-512 Signal in eine analoge Steuerspannung um und werden benötigt, wenn eine DMX-fähige Lichtsteuerung analoge Endgeräte (z.B. ältere Dimmersystem mit Analogsignal) ansteuern soll. Lieferbar sind sie gewöhnlich für die Umwandlung von bis zu 60 Kreisen pro Gerät, wobei Versionen für unterschiedlichste Spannungsbereiche des Analogsignals zur Verfügung stehen. Eine weitere Version stellen Gerätearten dar, die das Ansteuern von Schaltrelais über DMX512 erlauben.

■ Booster

Booster werden bei größeren DMX-Installationen zur Verstärkung des Signals verwendet. Einerseits kann man dadurch auch bei längeren Übertragungswegen eine hohe Betriebssicherheit gewährleisten, andererseits kommen die Geräte beim Aufbau sternförmiger DMX-Verteilernetze zum Einsatz, da ein Booster das empfangene DMX-Signal gewöhnlich parallel über mehrere verstärkte Ausgänge zur Verfügung stellt.

■ Merger

Merger erlauben das Zusammenfügen von zwei DMX-Signalen auf eine gemeinsame Leitung, wobei die beiden Signale auf Basis des Höchstwertprinzips miteinander kombiniert werden. Ein typischer Anwendungsfall ist die Ansteuerung eines Dimmersystems über zwei unabhängige Lichtstellpulte.

Eine neue Art von DMX-Signalkonvertern hat DESPAR in diesem Jahr auf den Markt gebracht, wobei es sich hier um eine Kombination aus herkömmlichem DMX-Merger und DMX-Booster handelt. Die unter der Produktbezeichnung DMX Merger/Booster geführten Geräte sind dabei in der Lage, die DMX512-Signale von zwei oder vier separaten DMX-Eingängen nach dem Höchstwertprinzip auf eine gemeinsame Leitung zusammenzufügen und über acht parallele DMX-Ausgänge zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich zur Signalkombination erfolgt eine aktive Signalverstärkung, wobei die mikroprozessorgesteuerte Systemelektronik die Störungen der bei DMX512 üblicherweise eingesetzten RS485-Schnittstelle deutlich reduziert und selbst stark gestörte Signale wieder regenerieren kann. Ein hohes Maß an Flexibilität in der Praxis eröffnet das DMX-übergreifende Patchen von DMX-Adressen. Jeder Merger/Booster ist mit einer Schnittstelle ausgerüstet, die den Anschluss eines herkömmlichen PC zulässt. Über ihn kann jede eingelesene DMX-Adresse auf beliebige Ausgangspaare des Gerätes zugeordnet werden. Somit kann der Anwender je nach Einsatzfall und ohne Umstecken von Kabeln frei bestimmen, welche Adressen einer oder mehrerer Linien aktuell an einem bestimmten DMX-Port einer Installation bereitgestellt werden.



DMX-Merger/Booster von DESPAR



In Verbindung mit einem zusätzlichen DMX Netzwerk-Controller (GDC) stehen eine Vielzahl weitere Möglichkeiten offen. Mit ihm können alle Merger/Booster einer Installation miteinander vernetzt werden, um eine DMX-Verkabelung mit Netzwerktopologie aufbauen zu können. Ein mit dem GDC verbundener PC erlaubt einen direkten Zugriff auf alle Ein- und Ausgänge des Systems, die so von einem zentralen Ort aus konfiguriert werden können. Bei Installationen dieser Art kann optional eine DMX Statusrückmeldung zum Einsatz kommen, bei der die Merger/Booster den Status ihrer Ein- und Ausgänge an den PC zurückmelden, auf dem alle DMX-Ports der Installation in Form einer topografischen Anordnung dargestellt werden. Bisher einzigartig ist es somit möglich, die Betriebstätigkeit jedes einzelnen DMX-Anschlusses auf einen Blick zentral zu erfassen und Fehler sofort registrieren zu können. Zusätzlich ist die Speicherung von zehn Havariestimmungen möglich, die zusammen mit programmierbaren Blendzeiten systemweit in den Prozessoren der Merger/Booster archiviert werden. Im Gegensatz zu den Presets vieler digitaler Dimmersysteme beziehen sich diese Havariestimmungen auf alle DMX-Kanäle der Installation, und bieten somit einen Havarieschutz für Dimmer, Farbwechsler, Moving Lights und alle andere DMX-fähigen Geräte, die zum Einsatz kommen. Der Abruf kann direkt am PC, über das verwendete Lichtstellpult oder mit Hilfe von Tasten-Abrufstationen erfolgen. An beliebigen Stellen eines Gebäudes verteilt sind so auch Steuerungen für Arbeits-, Putz- oder Saallicht effektiv realisierbar, wobei diese Sonderlichtfunktionen einerseits in die Steuerung der szenischen Beleuchtung integriert, andererseits aber auch vollkommen unabhängig bedient werden können.

Kommunikation zwischen Lichtsteuerungen und Show-Equipment

Ausgangspunkt der vorhergehenden Betrachtungen war die Frage, in welcher Form die an einer Lichtsteuerung erzeugten Helligkeits- oder Attributwerte zu entsprechenden Endgeräten übermittelt werden. Die Lichtsteuerung wurde dabei primär als Sender von Daten gesehen, und dies dürfte im Regelfall auch ihrem primären Einsatzzweck entsprechen, da das gewünschte Licht an ihr programmiert und abgerufen wird. Blickt man dabei auf das Ausführen von Befehlen und Aktionen, so erfolgt dieser Vorgang in der Praxis gewöhnlich durch einen Pultbediener, der Lichtstimmungen oder ähnliches per Tastendruck startet. Die heutigen Systeme sind jedoch mit zahlreichen zusätzlichen Schnittstellen ausgerüstet, mit denen ein Pult gleichermaßen auch zum Empfänger von Datensignalen werden kann, um spezifische Bedienvorgänge fernsteuern zu können. Gängige Möglichkeiten sind hierbei die Einbindung von Lichtstellpulten in Showsteuerungen, bei denen Show-Equipment spezielle Befehle an das Lichtstellpult senden kann, die dort in entsprechende Bedienvorgänge umgewandelt werden. Diese Art der Fernsteuerung kann darüber hinaus mit einem Zeitsignal verknüpft werden, um ein exakt zeitgesteuertes, automatisiertes Ausführen von Befehlsvorgängen zu ermöglichen. Gängige Datensignale zur Fernsteuerung von Lichtsteuerungen sind MIDI sowie SMPTE, die nachfolgend kurz erläutert werden sollen.

MIDI

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) wurde in den achtziger Jahren als Interface zwischen Synthesizern verschiedener Hersteller entwickelt. Grundlegend ist es seitdem möglich, die an einem Keyboard erzeugte Musik in andere Instrumente einzulesen, wobei die Kommunikation durch Übermittlung der gespielten Noten und der Stärke ihres Tastenanschlags erfolgt. Das MIDI-Signal ist dabei als Kommunikationsnetzwerk aufgebaut, da ein MIDI-fähiges Gerät MIDI-Signale über einen Eingang empfangen, über einen Ausgang senden (MIDI OUT) oder eine Kopie der empfangenen Daten über eine zusätzliche Buchse (MIDI THRU) an andere Geräte verteilen kann.



Gewöhnlich besteht ein MIDI-System aus einer Master-Slave-Anordnung, bei der ein Hauptgerät (Master) alle übrigen Komponenten des Systems (Slaves) steuert. Die zum Einsatz kommenden Steckverbinder sind genormt und als 5-polige DIN-Buchsen (Pinanordnung 180°) ausgeführt.

Um den Einsatz von MIDI bei der Steuerung von Licht verstehen zu können, sollte man mit grundlegenden MIDI-Befehlen vertraut sein, die sich eigentlich an den Anforderungen des Musiksektors orientieren, aber auch zur Fernsteuerung von Lichtstellpulten "zweckentfremdet" werden können. Folgende Auflistung soll dabei helfen:

- **MIDI-Kanal (*MIDI Channel*)**

Ein MIDI-Signal besitzt 16 unterschiedliche Kanäle, auf denen unterschiedliche MIDI-Daten übertragen werden können.

- **Note (*Note*)**

Jeder MIDI-Kanal erlaubt das Übertragen von Noten, die einem Zahlenbereich von 0 bis 127 zugeordnet sind und eigentlich die am Keyboard betätigten Tasten symbolisieren. Jede Note wird dabei mit dem Attribut "Betätigt" bzw. "Nicht betätigt" sowie mit der Stärke ihres Anschlags übermittelt. In Bezug auf die Fernsteuerung von Lichtstellpulten werden die MIDI-Noten gewöhnlich zum Übertragen von betätigten Pulttasten verwendet.

- **Stärke (*Velocity*)**

Die Stärke der Tastenbetätigung einer Note bzw. die Lautstärke des gespielten Tons wird für jede Note zusätzlich als Wert zwischen 0 und 127 übertragen. In Bezug auf die Fernsteuerung von Lichtstellpulten werden diese Werte zur Übermittlung von Helligkeiten verwendet.

- **Controller**

Mit Hilfe des MIDI-Befehls Controller kann die gegenwärtige Einstellung von Reglern (z.B. eines Lautstärkereglers) übertragen werden, wobei bis zu 121 verschiedene Regler mit einem Wert von jeweils 0 bis 127 gesendet werden. Bei der Fernsteuerung von Lichtsteuerungen werden auf diese Art beispielsweise die eingestellten Werte von Submaster-, Kreis- oder Überblendstellern übermittelt.

- **Tempo**

Der MIDI-Befehl Tempo gibt die Geschwindigkeit eines Songs wieder, in dem das Zeitsignal des internen MIDI-Zeitgebers zusammen mit entsprechenden Positionszeigern im Lied gesendet wird. Bei Lichtsteuerungen kann dieser MIDI-Befehl zur Geschwindigkeitssteuerung von Lichteffekten in Abhängigkeit von Musik eingesetzt werden.

- **Programmwechsel (*Program Change*)**

Befehle dieser Art werden im Musiksektor zum Wechseln des aktuell gewählten Soundprogramms von Musikinstrumenten (z.B. zum Wechsel auf eine andere Rhythmusmusik bei Keyboards) verwendet. Insgesamt können bis zu 128 individuelle Befehle dieser Art gesendet werden. In Bezug auf die Fernsteuerung von Lichtstellpulten kommen sie gewöhnlich zum Starten von Lichtstimmungen zum Einsatz.

- **System Exclusive**

System Exclusive-Befehle können simultan an alle MIDI-Kanäle gesendet werden und erlauben unterschiedlichen Herstellern, produktspezifische Befehle im MIDI-Format zu senden.

Da das MIDI-Signal einfach zu handhaben war, weltweit genormt wurde und darüber hinaus auch in vielen tontechnischen Geräten zum Einsatz kam, begannen auch die Hersteller von Lichtsteuerungen relativ kurz nach der Entwicklung dieser Signalart mit der Integration von MIDI in ihre Systeme. Eigentlich als Interface im Musiksektor entwickelt, wurde diese Schnittstelle so auf die Belange der Lichtsteuerung adaptiert und fand fortan zur Fernsteuerung von Pultfunktionen und Bedienabläufen Verwendung.



Heute sind nahezu alle gängigen Speicherlichtsteuerungen mit einer weitreichenden MIDI-Funktionalität ausgestattet, die in der Praxis gewöhnlich für folgende Anwendungen zum Einsatz kommt:

- **Steuern von Licht über MIDI**

Die Verbindung einer Lichtsteuerung mit einem MIDI-Sender (z.B. einem Keyboard) erlaubt eine Einflussnahme auf aktives Licht, da entsprechende Stromkreise auf MIDI-Noten zugeordnet werden können und der MIDI-Parameter "Velocity" die Helligkeit der Scheinwerfer in Abhängigkeit zur Stärke der Tastenbetätigung steuert.

- **Verbinden von Lichtstellpulten über MIDI**

Speziell bei Lichtsteuerungen ohne Netzwerkfunktionalität wird das MIDI-Signal regelmäßig zum Verbinden von zwei Lichtstellpulten identischen Typs verwendet, um ein einfaches Havariesystem aufbauen zu können. Die Tastenbetätigungen bzw. die eingestellten Werte von Stellern werden dabei über die MIDI-Befehle "Note" und "Controller" von der einen zur anderen Steuerung übermittelt, um synchrone Bedienvorgänge an beiden Systemen hervorrufen zu können. Fällt das erste System durch ein technisches Problem aus, kann die Vorstellung am zweiten System an der selben Stelle fortgesetzt werden. Diese Art von Havariesystem ist jedoch recht einfach gehalten, da keine automatische Synchronisation beider Systeme erfolgt und der Datenbestand beider Pulte immer identisch sein muss, damit die Synchronisation eingegebener Befehle auch bei beiden Systemen ein identisches Ergebnis hervorruft. Ebenso erfolgt keine automatische Umschaltung der Signalübertragung, wodurch je nach Art der Signalverkabelung ein manuelles Umstecken von Signalleitungen erforderlich wird.

- **Steuern von Effekten über MIDI**

Wie bereits erwähnt, kann der MIDI-Parameter Tempo für die Geschwindigkeitssteuerung von Effekten eingesetzt werden, wodurch die einzelnen Effektschritte dann im Rhythmus der Musik aktiviert werden.

- **Aktivieren von Makros über MIDI**

Bei einigen Systemen können Makros über das MIDI-Signal aktiviert werden, wodurch eine Fernbedienung kompletter Befehlsabläufe möglich wird.

- **Speichern von Befehlseingaben in Echtzeit über MIDI**

Die an einem Lichtstellpult durchgeführten Tastenbetätigungen sowie Stellerbewegungen können mit Hilfe der entsprechenden MIDI-Befehle zu einem MIDI-Sequenzler gesendet werden, der diese Aktionen in Echtzeit abspeichert. Der MIDI-Sequenzler wiederum ist dann zu jedem beliebigen Zeitpunkt in der Lage, die gespeicherten Daten an das Lichtstellpult zurückzusenden, welches die entsprechenden Befehle und Bedienvorgänge dann in der selben Zeit durchführt, in der man diese Daten zuvor abgespeichert hat.

MIDI Show Control (MSC)

Um den Einsatz von MIDI im Showsektor auch in einer gewissen Hinsicht standardisieren zu können, hat man vor einigen Jahren einen sogenannten MSC-Standard ins Leben gerufen. Dieser spezifiziert einen bestimmten Satz an Befehlen, der in Verbindung mit MIDI für die Steuerung von Geräten der Licht-, Ton-, Maschinen-, Video- und Pyrotechnik zur Anwendung kommen kann. Auf diese Weise existieren heute also Standardbefehle, die von vielen gängigen Geräten unterstützt werden und der Start von Lichtstimmungen oder pyrotechnischen Effekten so herstellerunabhängig immer in selber Art und Weise erfolgen kann. Blickt man auf die Möglichkeiten der MSC-Befehle zur Steuerung von Licht, so sind je nach Typ eines Lichtstellpultes eine unterschiedliche Anzahl dieser Befehle integriert, da in der Norm nur die Befehlstypen standardisiert sind, ihre Integration in entsprechende Produkte aber nicht geregelt ist.

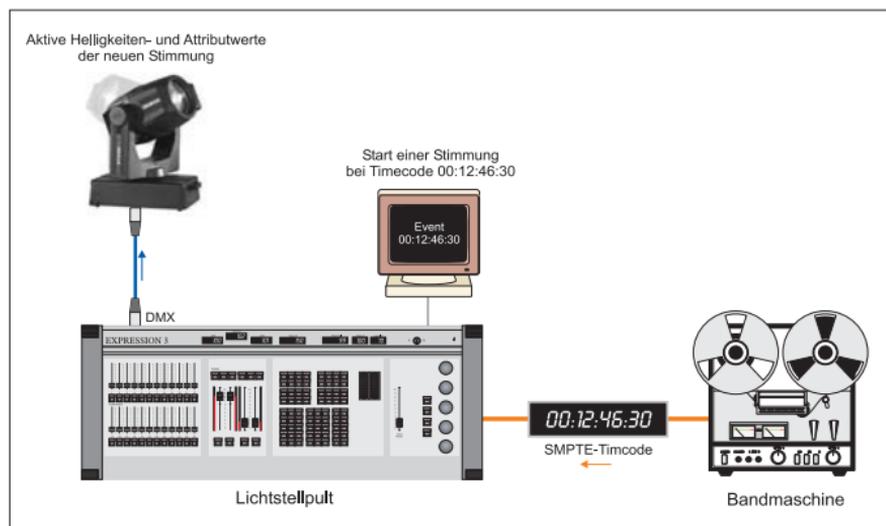


Demnach ist es jedem Hersteller selbst überlassen, welche dieser Befehle er in sein Produkt implementiert oder nicht. Lichtsteuerungen sollten als Basisausrüstung jedoch über die Befehle GO (zum Starten einer Lichtstimmung), STOP (zum Stoppen einer laufenden Überblendung) sowie RESUME (zum Fortsetzen einer gestoppten Überblendung) verfügen.

SMPTE-Timecode

Um Befehlsabläufe an einem Lichtstellpult in Abhängigkeit eines Zeitsignals exakt automatisieren zu können, ist ein Zeitgeber sowie eine Auflistung der Aktionen erforderlich, die bei Erreichen eines bestimmten Zeitwertes ausgeführt werden sollen. In der Praxis kann ein solcher Zeitgeber beispielsweise eine Bandmaschine sein, die einen exakten Timecode in ein Lichtstellpult einspeist. Im Pult selber definiert man eine sogenannte Event-Liste, eine Art Zusammenstellung aller fernzusteuern Bedienvorgänge, in der die gewünschten Aktionen des Pultes den entsprechend dramaturgisch geforderten Zeitwerten zugeordnet sind. Während der Aufführung werden die programmierten Lichtwechsel zu den jeweiligen Zeitpunkten dann automatisiert abgerufen. Moderne Lichtsteuerungen sind dabei in der Lage, ein Zeitsignal zu empfangen, besitzen aber auch einen eigenen Zeitgeber zum Erzeugen eines Timecodes.

Die Idee des Timecodes kommt aus dem Videosektor, wo es beim Schneiden von Filmen erforderlich war, mehrere Abspielgeräte zeitlich synchronisieren zu können. Die kleinste Zeiteinheit des Timecodes ist dementsprechend identisch mit einem Video-Frame und kann in einem Bereich von 24 bis 30 Frames pro Sekunde liegen, wobei der Timecode im Format Stunden/Minuten/Sekunden/Frames angegeben wird. Das Timecode-Signal ist von der "Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)" weltweit standardisiert worden, wodurch man gemeinhin vom SMPTE-Timecode spricht.



Einsatz des SMPTE-Timecodes zum automatisierten Abrufen gespeicherter Lichtstimmungen



Aufbau von Ethernet-Netzwerken in der Praxis

Im Kapitel "Lichtsteuerungen" wurde bereits auf die Ethernet-Netzwerktechnik eingegangen, die in Zusammenhang mit Lichtsteuerungen eine effektive Verteilung der verschiedenen Datensignale einer Beleuchtungsanlage zulässt, gleichzeitig aber auch den Datenaustausch bzw. die Kommunikation zwischen mehreren Lichtsteuerungen wesentlich vereinfacht hat. Die dabei heute gebotenen Möglichkeiten finden Sie auf Seite 185, im vorliegenden Kapitel jedoch soll der physikalische Aufbau dieser Netzwerke näher beleuchtet werden.

Theoretische Grundlagen

Nur wenige Teilgebiete der Informatik und Rechnertechnik haben in den letzten Jahren eine derart rasante Entwicklung vollzogen wie die Technik des Rechner- und Systemverbundes. Als Ursprung in den sechziger Jahren zu finden, hat das Zusammenwirken von Information, Telekommunikation und Nachrichtentechnik völlig neue Formen der Kommunikation zwischen Geräten der digitalen Informationsverarbeitung ermöglicht. Diese allgemein als Netzwerke bezeichneten Kommunikationssysteme können - vereinfacht ausgedrückt - als eine Gruppe von Computer-Systemen beschrieben werden, welche über Kommunikationsleitungen miteinander verbunden sind und bestimmte Informationen beziehungsweise Ressourcen gemeinsam nutzen. In Anbetracht ihrer räumlichen Dimension werden sie in LANs (Local Area Network) oder WANs (Wide Area Network) unterschieden. Die lokalen Netzwerke ermöglichen dabei auf einem räumlich begrenzten Gebiet einen partnerschaftlich orientierten Nachrichtenaustausch innerhalb gleichberechtigter Benutzer, wobei ihre Ausdehnung als Richtwert auf rund zehn Kilometer begrenzt ist. Am bekanntesten dürfte ihr Einsatz in Büros sein, wo ein Server gemeinsam genutzte Daten verwaltet und sie jedem angeschlossenen Computer zugänglich macht. Im Gegensatz dazu sind WANs die klassische Form von Verbindungsnetzen zwischen getrennten Rechneranlagen, als Beispiel kann das Surfen im Internet genannt werden.

Ethernet ist dabei das zur Zeit am häufigsten installierte lokale Netzwerk. Betrachtet man seine Entstehung, so sind erste Ursprünge in den siebziger Jahren zu finden, als DEC, Intel und Xerox ein als DIX-Standard bezeichnetes, einfaches Ethernet Netzwerk mit einer Übertragungsrate von drei Mbit pro Sekunde entwickelten. Anfang der achtziger Jahre folgte dann eine Weiterentwicklung in den Ethernet V1.0 Standard, der nun eine Übertragungsrate von 10 Mbit pro Sekunde sowie eine vervollständigte und präzisierte Spezifikation besaß. Auf Grundlage dieser Entwicklung folgte kurze Zeit später die Standardisierung des heutigen Ethernet-Netzwerkes als IEEE 802.3 Normen, die als ISO-Standard 8802/3 übernommen wurden. Genormt sind dabei die elektrische Spezifikation sowie die Arten der Verkabelung und Steckverbinder. Die Abkürzung IEEE ist übrigens auf das amerikanische Institute of Electrical and Electrical Engineers (IEEE) bezogen, welches für die Standardisierung von Ethernet verantwortlich war. Die Basis-komponenten eines Ethernet-Netzwerks sind schnell aufgezählt: Es besteht grundlegend aus einer Netzwerkverbindung in Form eines Netzkabels unterschiedlicher Spezifikation und aus Netzknoten, also netzwerkfähigen Geräten, die an das Netzkabel angeschlossen sind und Daten empfangen beziehungsweise senden. Jeder Netzknoten besitzt eine eigene und nur einmal vergebene Knotenadresse, mit welcher er als Gerät im Netzwerk identifiziert und individuell angesprochen werden kann.



Die Charakteristik des Ethernet-Standards IEEE 802.3 ist dabei die Nutzung eines einzelnen Kommunikationskanals durch viele Netzknoten, ohne dass jeder Netzknoten den Zugang zum Netzwerk kontrolliert.

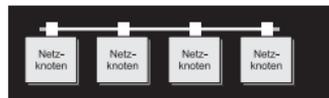
Um Daten zwischen verschiedenen Rechnersystemen über ein Ethernet-Netzwerk transportieren zu können, reicht es jedoch nicht, nur entsprechende Hardware zu besitzen und alle Systeme über ein Netzkabel miteinander zu verbinden. Genauso ist eine Software erforderlich, welche den Transport der Daten sowie die Kommunikation der verschiedenen Netzknoten koordiniert. Solche "Kommunikationsmanager" stellen die verschiedenen Netzwerkprotokolle dar, die in Hülle und Fülle existieren. Als gängige Arten können beispielsweise TCP/IP (zum Einsatz mit Rechnern unterschiedlichster Spezifikation, Grundlage des Internet), IPX/SPX (bekannt durch das Netzwerkbetriebssystem NetWare von NOVELL), NetBIOS (IBM Protokoll für OS/2 Server) oder Apple Talk (zur Kommunikation zwischen Macintosh-Rechnern und Peripheriegeräten) genannt werden. Am Beispiel von TCP/IP, eines der Protokolle, das derzeit auf fast jeder Rechnerplattform zu finden ist, läuft die umfangreiche Netzwerkkommunikation in der Art ab, dass ein Netzknoten vor der Übertragung von Daten zunächst feststellt, ob der Übertragungskanal frei ist. Trifft dies zu, startet er seine Übertragung. Beginnt gleichzeitig ein anderer Knoten des Netzwerks ebenfalls zu senden, liegt eine Kollision vor, und alle sendenden Knoten brechen ihre Übertragung ab. Genauer betrachtet überlagern sich die sinusartigen Signale der sendenden Netzknoten und addieren sich zu einer Überspannung im Kabel, die von den verschiedenen Netzknoten registriert wird und ihre Übertragung abrechnen lässt. Die sendewilligen Stationen warten dann eine zufällige Zeitperiode ab und versuchen ihrerseits dann eine erneute Übertragung. All dies läuft in Bruchteilen einer Sekunde ab.

Aufbau

Der Aufbau von Ethernet-Netzwerken wird maßgeblich von der Netzwerktopologie und der externen Verkabelung bestimmt. Die Netzwerktopologie legt die physikalische Verbindung von Netzknoten fest und charakterisiert dementsprechend den grundlegenden Aufbau eines Netzwerks. Jede einzelne Kabelverbindung wird dabei als Segment bezeichnet, wobei ein LAN aus einer Vielzahl von Segmenten bestehen kann. Drei Netzwerktopologien sind zu unterscheiden:

■ Lineare Anordnung von Netzknoten

Bei der linearen Netzwerktopologie werden alle Netzknoten nacheinander an ein Segment angeschlossen, wobei auf diese Art zwei oder mehr Geräte miteinander verbunden werden können. Querverbindungen zu Netzknoten sind nicht möglich. An beiden Enden des Segments muss die Verbindung über einen Widerstand abgeschlossen werden. Die lineare Anordnung ist nur in kleineren Netzwerken zu empfehlen, da der Defekt eines Netzknotens oder die Beschädigung des Netzkabels sofort die Kommunikationstätigkeit im gesamten Netzwerk beendet. Ebenso kann kein Netzknoten entfernt oder hinzugefügt werden, ohne das gesamte Netzwerk außer Betrieb zu setzen. Da wir es hier mit nur einem Segment zu tun haben und die Anzahl zulässiger Netzknoten pro Segment beschränkt ist, stößt man bei dieser Netzwerktopologie schnell an die physikalischen Grenzen der Technik.



Lineare Netzwerktopologie

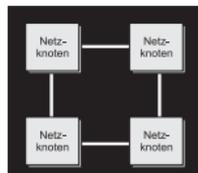


Ringförmige Anordnung von Netzknoten

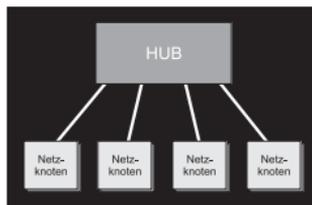
Bei der ringförmigen Netzwerktopologie sind die Netzknoten nacheinander in einer Art Ringleitung angeschlossen, d.h., das Netzkabel geht vom ersten Gerät zum zweiten, vom zweiten zum dritten und vom letzten wieder zum ersten Gerät. Das Ergebnis ist eine in sich geschlossene Kabelverbindung. Auch diese Netzwerktopologie sollte bei größeren Lichtinstallationen nicht zum Einsatz kommen, da hier die selben Probleme wie bei der linearen Anordnung bestehen.

Sternförmige Anordnung von Netzknoten

Bei der sternförmigen Netzwerktopologie sind alle Netzknoten in Form einzelner Segmente an einen zentralen HUB angeschlossen, eine Art Datenkonzentrierer, der die Kommunikation zu den einzelnen Segmenten erzeugt und kontrolliert, die Verbindung zu einem Segment aber auch trennt, wenn in ihm ein Fehler aufgetreten ist. Jedes Segment stellt dabei eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen Netzknoten und HUB dar, wobei beim Ausfall eines Zweiges nur der Netzknoten dieses Segments betroffen ist, die Kommunikationstätigkeit im übrigen Netzwerk jedoch unberührt bleibt. Diese Art von Netzwerktopologie bringt daher nicht nur eine wesentlich höhere Betriebssicherheit mit sich, sondern erleichtert darüber hinaus auch die Fehlersuche bei technischen Problemen, da die Herkunft des Fehlers auf das Gerät des betroffenen Segments eingekreist werden kann. Generell kann man daher sagen, dass die sternförmige Netzwerktopologie die beste Lösung für Netzwerke jeder Größe darstellt und deshalb beim Aufbau von Netzwerkinstallationen im Lichtsektor relativ häufig Verwendung findet.



Ringförmige Netzwerktopologie



Sternförmige Netzwerktopologie

Neben den drei reinen Formen von Netzwerktopologien können auch Mischformen mit Komponenten aus den anderen Topologiearten zum Einsatz kommen, solange die Beschränkungen der einzelnen Kabeltypen sowie die 5-4-3 Regel eingehalten werden. Eine gängige Ausführung kann dabei der Aufbau einzelner sternförmiger Netzwerke sein, deren Hubs in einer Art linearen Topologie über ein Datenkabel (Backbone) miteinander verbunden sind. Ebenso können zusätzliche Datenverstärker (Repeater) zum Einsatz kommen, wenn die erforderlichen Kabellängen höher als die technischen Möglichkeiten des Ethernet sind.

5-4-3 Regel

Bei der Planung eines lokalen Ethernet-Netzwerkes muss die sogenannte 5-4-3 Regel beachtet werden, da nur so eine funktionsfähige Netzwerkstruktur konstruiert werden kann. Die Regel besagt:

- Zwischen zwei beliebigen Netzknoten dürfen nicht mehr als fünf Segmente vorhanden sein.
- Zwischen zwei beliebigen Netzknoten dürfen nicht mehr als vier Verteiler (z.B. HUBs) vorhanden sein.
- Es darf nicht mehr als drei 10Base2 Segmente in einem Netzwerk geben, die direkt mit Knoten verbunden sind.

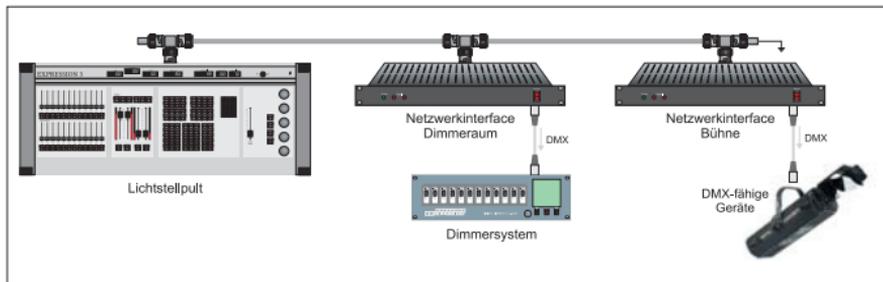
Netzwerk-Verkabelung

Die Verkabelung der verschiedenen Netzknoten einer Installation kann auf unterschiedlichen Übertragungsmedien (Kabeltypen) basieren, wobei die Verwendung einer bestimmten Kabelart maßgeblich vom Anwendungsfall und von der gewünschten Netzwerktopologie bestimmt wird. Nachfolgend sind die für den Lichtsektor wichtigsten Verkabelungsarten aufgeführt.



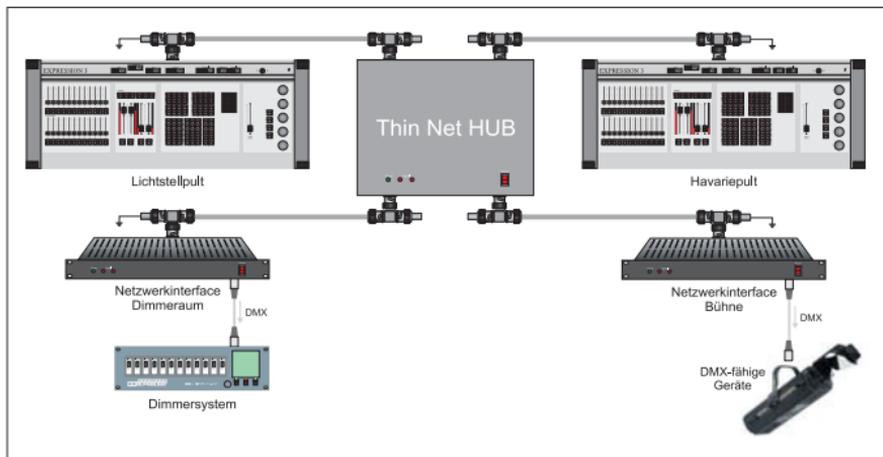
Thin Net (10Base2)

Bei Thin Net-Netzwerksystemen kommt zur Datenübertragung ein 50 Ohm Koaxial-Netzwerkkabel des Typs RG-58 zum Einsatz, und der Anschluss von Netzknoten wird über isolierte 50 Ohm BNC T-Steckverbinder realisiert. Der Aufbau des Netzwerkes kann linear erfolgen, wobei das System dann aus einer einzigen durchgängigen Verbindung mit auf der gesamten Länge linear angeordneten Netzknoten bestehen muss. An beiden Kabelenden ist der Einsatz eines Wellenwiderstandes erforderlich, um die Verbindung abzuschließen.



Grundlegender Aufbau eines 10Base2-Netzwerksystems mit linearer Netzwerktopologie

Ebenso ist auch eine sternförmige Netzwerktopologie möglich, in dem ein spezieller Thin Net HUB als Datenverteiler eingesetzt wird, von dem dann wiederum einzelne Segmente mit linearer Topologie abgehen.



Grundlegender Aufbau eines 10Base2-Netzwerksystems mit sternförmiger Netzwerktopologie (an den einzelnen Segmenten können bis zu 28 weitere Geräte linear angeordnet werden)



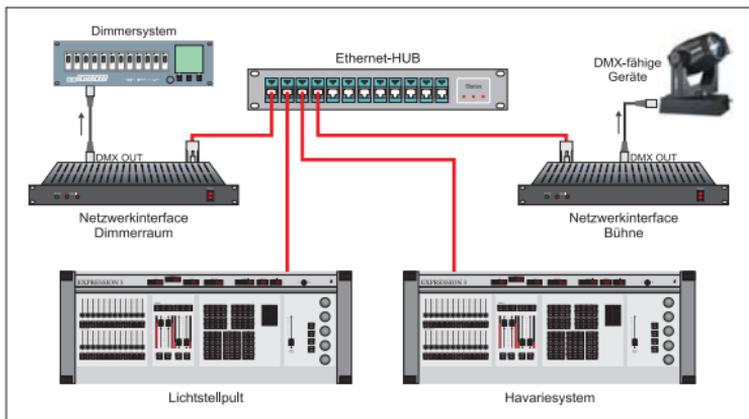
Für den Lichtsektor ist die lineare Anordnung jedoch nur bei sehr kleinen, übersichtlichen Systemen zu empfehlen, da ein Entfernen von Netzknoten, ein Defekt an Systembestandteilen oder eine Unterbrechung der durchgängigen Verbindung sofort die gesamte Kommunikationstätigkeit des Netzwerkes zum Erliegen bringt. Ebenso kann es schnell zu Störungen in der Netzwerkkommunikation kommen, wenn ein Abschlusswiderstand fehlt oder defekt ist. Generell muss auch gesagt werden, dass die BNC-Steckverbinder und das Koaxialkabel recht empfindlich sind und bei der Installation daher eine pflegliche Behandlung erfordern. Der sternförmige Aufbau von Thin-Net-Systemen ist in dieser Hinsicht deutlich störunanfälliger, da eine Störung nur zum Ausfall des betroffenen Segments führt, alle anderen vom HUB abgehenden Verbindungen aber nicht betroffen sind. Nicht zuletzt ist aber zu bedenken, dass ein Thin-Net-System nur eine Datenrate von 10 Mbit pro Sekunde bietet und dem Anwender ein zukünftiger Einsatz des Fast-Ethernet (100 Mbit/s) somit nicht offen steht.

Kurzcharakteristik Thin Net (10Base2)

<i>Übertragungsgeschwindigkeit:</i>	10 Mbit/s
<i>Leitungstyp:</i>	Koaxialleitung RG-58 A/U oder RG-58 C/U (50 Ohm)
<i>Steckverbinder</i>	BNC isoliert (50 Ohm)
<i>Maximale Leitungslänge pro Segment:</i>	185m
<i>Maximale Anzahl an Knoten pro Segment:</i>	30
<i>Minimaler Abstand zwischen zwei Knoten:</i>	0,5m

Twisted Pair (10BaseT/100BaseTX)

Bei Netzwerksystemen dieser Art kommt geschirmtes, paarweise verdrehtes Netzkabel (STP-Kabel) der Kategorie 5 zum Einsatz, welches mit 8-poligen RJ 45 Steckverbindern ausgerüstet ist. Die Leitungen sind dabei beidseitig mit Steckern, die Netzknoten mit Buchsen ausgerüstet. Bei Festinstallationen sollte man auf solides Installationskabel zurückgreifen, da dieses in der Regel kostengünstiger ist und auch eine höhere Zuverlässigkeit bietet. Besonders bei dieser starren Kabelart ist im Rahmen der Installation höchste Vorsicht geboten, da Kabelkrümmungen sowie Kabelquetschungen unbedingt zu vermeiden sind, um die Funktionstätigkeit der Netzwerkverkabelung sicherzustellen. Der lokale Anschluss von Netzknoten vor Ort erfolgt dann über Wanddosen oder Patchfelder, von denen flexible Kabelverbindungen zu den entsprechenden Geräten abgesteckt werden. Der Aufbau von 10BaseT-Netzwerken erfolgt immer sternförmig, wobei im "Zentrum" der Installation mindestens ein HUB angeordnet ist, an den die einzelnen Netzknoten in Form einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung angeschlossen sind. Jede dieser Verbindungen stellt ein eigenes Segment dar, das eine Leitungslänge von 100m nicht überschreiten darf und nur eine Verbindung zwischen einem Netzknoten und dem Verteiler (HUB) herstellen kann. Der Anschluss mehrerer Knoten an ein Segment ist nicht zulässig, d.h., zwei Knoten können über 10BaseT nicht direkt miteinander verbunden werden. Eine Verbindung von zwei Verteilern über 10BaseT kann vorgenommen werden, wenn einer der Verteiler einen speziellen, gekreuzten Eingang besitzt. Der Einsatz von 10BaseT-Netzwerksystemen ist aus zwei wesentlichen Gründen besonders empfehlenswert. Einerseits hat man es hier mit einer relativ kostengünstigen Kabelart und kostengünstigen Steckverbindern zu tun, andererseits sind Systeme dieser Art deutlich betriebssicherer, da der Defekt eines Netzknotens oder einer Kabelverbindung immer nur die Kommunikationstätigkeit des betroffenen Segments beendet, die übrigen Netzwerkkomponenten jedoch nicht betrifft. Darüber hinaus kann diese Verkabelung auch für Fast-Ethernet Systeme (100 Mbit/s) eingesetzt werden, wenn Netzkabel der Kategorie 5 installiert wurden.



Grundlegender Aufbau eines 10BaseT-Netzwerksystems

Kurzcharakteristik Twisted Pair (10BaseT/100BaseTX)

Übertragungsgeschwindigkeit:	10 Mbit/s (100 Mbit/s bei 100BaseTX)
Leitungstyp:	Netzwerkabel CAT5 (2 oder 4 verdrehte Paare)
Steckverbinder	RJ 45 (8-polig)
Maximale Leitungslänge pro Segment:	100
Maximale Anzahl an Knoten pro Segment:	2 (da Punkt-zu-Punkt Verbindung)
Minimaler Abstand zwischen zwei Knoten:	0,6m

Lichtwellenleiter-Netzwerkssysteme (10BaseFL/100BaseFX)

Netzwerkssysteme mit Lichtwellenleiter erlauben die größten Verbindungslängen und zeichnen sich durch höchste Störunempfindlichkeit aus, da zwei Knoten oder Verteiler potentialfrei miteinander verbunden werden können. Die zu übermittelnden Daten werden dabei in Lichtimpulse umgewandelt und in einem Lichtwellenleiter transportiert, wobei Übertragungslängen von über 1000m möglich sind. Ebenso muss kein Mindestabstand zwischen zwei Netzknoten eingehalten werden. Ähnlich wie bei 10BaseT sind Netzwerke dieser Art auch in Form von Punkt-zu-Punkt Verbindungen ausgeführt, die zwischen Verteilern und Netzknoten, Verteilern und Verteilern aber auch zwischen Netzknoten und Netzknoten bestehen können. Jedes individuelle Segment besteht dabei aus zwei Lichtwellenleitern, nämlich einer Signalverbindung zum Senden von Daten, einer weiteren zum Empfangen von Daten. Den genannten Vorteilen des Lichtwellenleiters müssen jedoch die relativ hohen Kosten und die Empfindlichkeit dieses Übertragungsmediums gegenübergestellt werden. In der Praxis finden Lichtwellenleiter daher bisher regelmäßig nur dann Verwendung, wenn Backbone-Verbindungen zwischen weit entfernten Verteilern realisiert werden müssen.

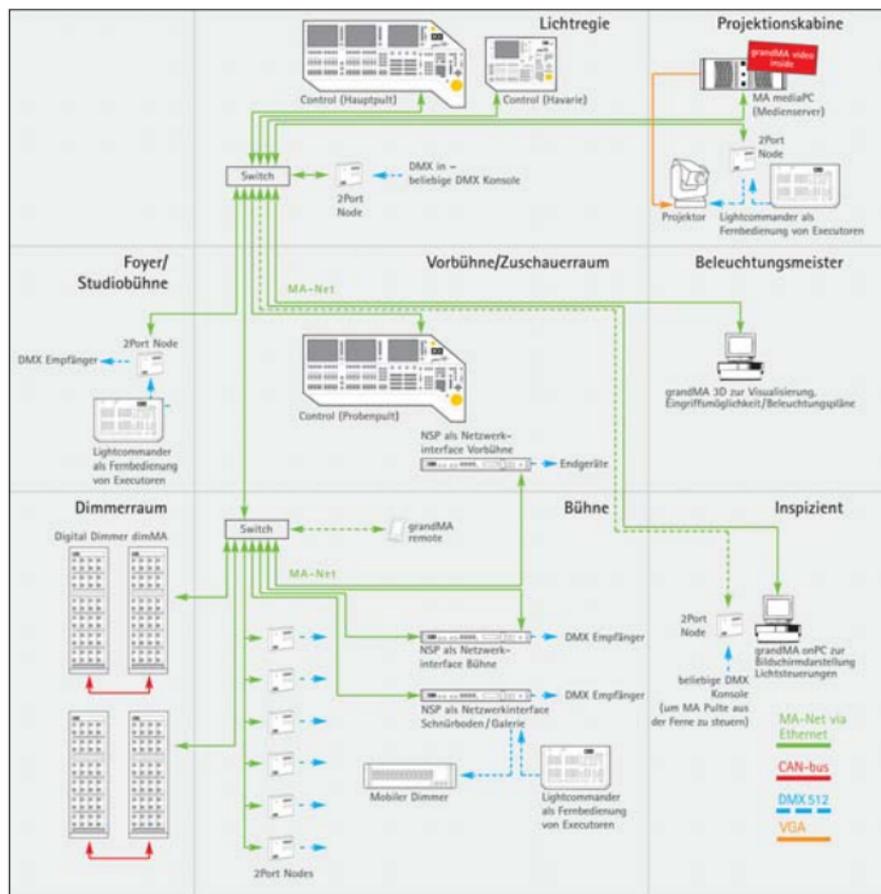
Kurzcharakteristik Lichtwellenleiter-Netzwerkssysteme (10BaseFL/100BaseFX)

Übertragungsgeschwindigkeit:	10 Mbit/s (100 Mbit/s bei 100BaseFX)
Leitungstyp:	Lichtleitfaser
Steckverbinder	ST dual, SC, SMA
Maximale Leitungslänge pro Segment:	ca. 1000m
Maximale Anzahl an Knoten pro Segment:	32
Minimaler Abstand zwischen zwei Knoten:	kein Mindestabstand



Beispiel einer modernen Netzwerkinstallation

Die unterhalb dargestellte Grafik zeigt die Komponenten einer möglichen Netzwerkinstallation in Theatern.



Aufbauschema einer Lichtanlage mit 10BaseT-Netzwerkinstallation im Theater: Lichtsteuerung, Havariesystem, Probenpult, Dimmersystem mit Status-Rückmeldung und STP-Netzwerkverkabelung



Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Zusammenstellung der Vorschriften und Gesetze, die für den Einsatz technischer Geräte im Theater, Film, Fernsehen sowie Veranstaltungsbereich maßgebend sind.

GESETZE / VERORDNUNGEN

ArbStättV / ASR	Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung) mit zugehörigen Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR)
GefStoffV / TRGS	Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
VstättVO	Versammlungsstättenverordnung
LBO	Landesbauordnung der Länder
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
EMVG	EMV-Gesetz
GSGV	Gerätesicherheitsgesetz Sprengstoffgesetz

UNFALLVERHÜTUNGSVORSCHRIFTEN

VBG 1 / GUV 0.1	Unfallverhütungsvorschrift: Allgemeine Vorschriften
VBG 4 / GUV 2.10	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGV - C1 / GUV 6.15	Unfallverhütungsvorschrift Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung
BGV - C1 (ZH 1/222)	Grundsätze für die Prüfung von sicherheitstechnischen und maschinentechnischen Einrichtungen durch den Sachverständigen bzw. Sachkundigen nach der UVV "Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung"
VBG 93 / GUV 2.20	Laserstrahlung
SP 25.1/2	Arbeitssicherheit in Produktionsstätten im Bereich Fernsehen, Hörfunk und Film
GUV 16.15.3 / ZH 1/219	Sicherheitsregeln für Versenkeinrichtungen in Bühnen und Studios
SP 25.1/4	Pyrotechnik in Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung
SP 25.1/5	Prüfung elektrischer Anlagen und Geräte im Bereich Fernsehen, Hörfunk und Film



DIN-NORMEN

- | | |
|-------------------------|--|
| DIN 1055 Teil 3 | Lastannahmen für Bauten, Verkehrslasten |
| DIN 4420 | Arbeits- und Schutzgerüste |
| E DIN 15560 Teile 1-100 | Scheinwerfer für Film, Fernsehen, Bühne und Fotografie |
| Teil 1 | Beleuchtungsgeräte (vorzugsweise Scheinwerfer) für Glühlampen von 0,1 - 10 kW und Halogen-Metaldampfampfen von 0,2 - 12 kW; Optische Systeme; Ausrüstung |
| Teil 2 | Stufenlinsen (Fresnellinsen) |
| Teil 6 | Grafische Symbole für Studioleuchten, Studioscheinwerfer, Bühnenleuchten und Bühnenscheinwerfer auf Beleuchtungsplänen und Beleuchtungsschablonen |
| Teil 7 | Beschriftung und Kennzeichnung für Bühnen- und Studioleuchtungsgeräte |
| Teil 12 | Sphärische Hohlspiegel |
| Teil 23 | Plankonvex- und Meniskuslinsen |
| Teil 24 | Scheinwerfer- und Leuchtenbefestigungselemente, Scheinwerfer-Grundplatte, -rohrschele und Zapfen, Leuchtenhülse für Fotoleuchten und Reportageleuchten |
| Teil 25 | Verbindungselemente und Übergangsstücke |
| Teil 26 | Befestigungsstellen für Scheinwerfer |
| Teil 38 | Einschiebevorrichtung, Farbfolien, Farbscheiben, Farbscheibenrahmen, Farbfolienrahmen |
| Teil 40 | Farbfilter für Bühnen- und Studioscheinwerfer, farbmetrische Kennwerte |
| Teil 45 | Tragkonstruktionen, bewegliche Leuchtenhänger und Bauelemente, Begriffe |
| Teil 46 | Sicherheitstechnische Festlegungen für bewegliche Leuchtenhänger |
| Teil 47 | Sicherheitstechnische Festlegungen für Grid-Decken |
| Teil 100 | Sondernetze und Sondersteckverbindungen |
| DIN 15565 Teile 1-7, 21 | Elektrische Verteileranlagen für Film und Fernsehen; Transportable elektrische Verteileranlagen |
| Teil 1 | Übersichtsschaltpläne, Gehäuse, Kabel, Steckverbinder |
| Teil 2 | Zählerkästen |
| Teil 3 | Schaltkästen |
| Teil 4 | Zwischenverteilerkästen |
| Teil 5 | Endverteilerkästen |
| Teil 6 | Übertragungswagen-Verteilerkästen |
| Teil 7 | Verteilerkästen mit Schutzkontaktsteckdosen SV |
| Teil 21 | Übertragungswagen-Netzanschlusskästen ÜN 125 |
| DIN 15920, Teil 11 | Bühnen- und Studioaufbauten; Podestarten; Sicherheitstechnische Festlegungen für Podeste (Praktikabel), Schrägen, Stufen, Treppen und Bühnengeländer |



DIN-NORMEN

DIN 56912	Sicherheitstechnische Anforderungen für Bühnenlaser und Bühnenlaseranlagen
DIN 56920 Teil 1 bis 7	Theatertechnik; Begriffe
DIN 56950	Veranstaltungstechnik – maschinentechnische Einrichtungen sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN EN 60204-1	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Allgemeine Anforderungen (Maschinenrichtlinie)

VDE-/ EN-BESTIMMUNGEN

DIN VDE 0100	Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN VDE 0105	Bestimmungen für den Betrieb von Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen
DIN VDE 0108 Teil 1+2	Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen; Allgemeines; Baurechtliche Regelungen
DIN VDE 0110-1	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen <i>Teil 1:</i> Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen
DIN VDE 0701 Teil 1	Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte; Allgemeine Anforderungen
DIN VDE 0711 Teil 1	Leuchten; Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
DIN VDE 0711 Teil 217	Leuchten; <i>Teil 2:</i> Besondere Anforderungen; <i>Hauptabschnitt 17:</i> Leuchten für Bühnen, Fernseh- und Filmstudios
DIN VDE 0800	Fernmeldetechnik; Erdung und Potentialausgleich
DIN VDE 0860 / EN 60065	Sicherheitsbestimmungen für netzbetriebene elektrische Geräte
EN 292	Sicherheit von Maschinen: <i>Teil 1:</i> Gestaltungsgrundsätze, Methodik; <i>Teil 2:</i> Technische Leitsätze, Spezifikationen



Prüfung elektrischer Anlagen und Geräte in Theatern & Studios

Lichttechnischen Anlagen und Geräte sowie maschinentechnische Einrichtungen müssen gemäß den Festlegungen der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung in regelmäßigen Abständen auf ihre Funktionstüchtigkeit und Sicherheit hin überprüft werden. In den folgenden Abschnitten werden die in Frage kommenden Anlagen und Geräte sowie Einrichtungen definiert und der Prüfumfang grob festgehalten. Genauere Details hierzu gehen aus der Auflistung der Normen und Bestimmungen bzw. Festlegungen hervor. Die von der BG geforderten oder empfohlenen Prüffristen sind ebenfalls aufgelistet.

Elektrische Anlagen

Unter Anlagen sind technische Einrichtungen zu verstehen, die stationär mit ihrer Umgebung fest verbunden sind (Installationen, Verteilungen, Dimmerschränke, Absteckfelder etc. in Gebäuden oder beispielsweise Anlagen in Übertragungswagen) oder die bestimmungsgemäß nicht stationär für den Betrieb an verschiedenen Orten jeweils auf- und abgebaut werden (transportable Anlagen in Produktionsstätten, z.B. mobile Starkstrom- und Lichtstellverteiler).

Elektrische Geräte/Betriebsmittel

Unter Geräten sind ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel zu verstehen.

Als ortsfest gelten Geräte, die während des Betriebs aufgrund ihrer Masse oder Befestigung nicht bewegt werden können. Beispiele sind ein Kühlschrank, ein Film-abtaster, ein Bühnenprojektor oder Scheinwerfer großer Leistung.

Ortsveränderliche Betriebsmittel sind Geräte, die während des Betriebs bewegt und von einem Platz zum anderen gebracht werden können. Hierzu können beispielsweise Scheinwerfer kleinerer Leistung (einschließlich netzbetriebener Reportageleuchten), Scheinwerfer auf Stativen, Nebelmaschinen oder Werkzeuge und ähnliches gezählt werden.

Maschinentechnische Einrichtungen

Zu den maschinentechnischen Einrichtungen zählen alle für den Betrieb in Bühnen und Studios eingesetzten technischen Anlagen und Betriebsmittel. Beispiele hierzu wären Podien, bewegliche Bühnen, Beleuchtungsbrücken, Griddecken und Galerien, Horizonalanlagen, Flugwerke, Leuchtenhänger, Punkt- und Prospektzüge, hydraulische und elektrische Anlagen und ähnliche Einrichtungen.



Die elektrischen Anlagen und Geräte sowie die maschinentechnischen Einrichtungen von Bühnen und Studios müssen nach BGV - C1 (ehemals VBG 70) verschiedenen Prüfungen unterzogen werden:

● Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme

Bei der Erstprüfung von elektrischen Anlagen und Geräten durch Elektrofachkräfte soll sichergestellt sein, dass die Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit der Anlagen und Geräte gewährleistet ist und eventuell vorhandene Schäden erkannt werden. Bei maschinentechnischen Einrichtungen ist die Erstprüfung hingegen durch einen Sachverständigen (z.B. TÜV) durchzuführen.

● Prüfung nach Änderung und Instandsetzung

Die Prüfung nach Änderung und Instandsetzung (Reparatur) ist insbesondere dann durchzuführen, wenn in sicherheitsrelevante Bereiche der Geräte und Anlagen eingegriffen wurde. Wurden wesentliche Änderungen an maschinentechnischen Einrichtungen vorgenommen, ist für die Prüfung wieder ein Sachverständiger hinzuzuziehen. Dies gilt auch bei Bruch eines Tragmittels oder eines Getriebes.

● Wiederkehrende Prüfungen

Wiederkehrende Prüfungen sind bei elektrischen Anlagen und Geräten durch Elektrofachkräfte oder durch elektrotechnisch unterwiesene Personen, die unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft stehen, in den vorgegebenen Zeitabständen (siehe Tabelle auf der nächsten Seite) durchzuführen. Maschinentechnische Einrichtungen sind im Abstand von einem Jahr durch Sachkundige und im Abstand von vier Jahren durch Sachverständige zu prüfen.

Umfang der Prüfungen

Der einzuhaltende Umfang der genannten Prüfungen ergibt sich aus folgenden Vorschriften:

● Unfallverhütungsvorschriften

<i>VBG 4</i>	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
<i>BGV - C1</i>	Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung
<i>ZH 1/222</i>	Grundsätze für die Prüfung von sicherheitstechnischen und maschinentechnischen Einrichtungen in Bühnen und Studios
<i>SP 25.1/5</i>	Prüfung elektrischer Anlagen und Geräte im Bereich Fernsehen, Hörfunk und Film

● VDE-Bestimmungen

<i>VDE 0100 Teil 600</i>	Erstprüfungen
<i>VDE 0701 Teil 1</i>	Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte
<i>VDE 0105 Teil 100</i>	Wiederholungsprüfungen

● DIN-Normen

<i>DIN 15560 Teil 46</i>	Sicherheitstechnische Festlegungen für bewegliche Leuchtenhänger
<i>DIN 56925</i>	Punktzüge: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung



Prüffristen

Die Prüffristen für elektrische Anlagen und Geräte sind in hohem Maße abhängig von der Beanspruchung und dem Verschleiß, so dass die nachfolgenden Angaben nur empfohlene Mittelwerte darstellen können. Der Unternehmer muss für seinen Betrieb entsprechend der Nutzung und den betrieblichen Gegebenheiten die genauen Fristen in seiner Verantwortung selbständig festlegen.

Geräte-/ Anlagenart	Prüffrist	Gerätebeispiele
Ortsveränderliche Geräte	6 - 12 Monate	Anschluss- und Verlängerungsleitungen mit Steckvorrichtungen, Kleinverteiler, Scheinwerfer im Reportagebetrieb
Ortsfeste Betriebsmittel	12 Monate	Beleuchtungsgeräte im Außenbetrieb, Nebelgeräte, Effektgeräte
Nichtstationäre Anlagen	12 - 24 Monate	Mobile Last-/ Lichtstellverteiler, Lichtstellpulte, Mischpulte
Stationäre Anlagen	24 Monate 48 Monate	Anlagen in Versammlungsstätten Hauptverteilungen, Lichtstellanlagen, Übertragungsfahrzeuge, Regien
Maschinentechnische Einrichtungen	12 Monate 48 Monate	Sachkundigenprüfung von Leuchtenhängern, Punktzügen u. Maschinenzügen, Horizontanlagen, Deckensystemen, Bühnenmaschinerien etc. Sachverständigenprüfung der zuvor genannten Einrichtungen



Absorptionsgrad

$$a = \frac{f_a}{f_o}$$

f_a = absorbierter Lichtstrom, f_o = auftreffender Lichtstrom

Beleuchtungsstärkemesser

Die Beleuchtungsstärke wird praktisch ausschließlich mittels lichtelektrischer Empfänger, vorzugsweise mittels Photoelementen, gemessen. Diese werden dazu in der Form der Luxmeter als Kombination von Photoelement und Drehspulstrommesser oder Transistorverstärker mit Digitalanzeige verwendet.

Beleuchtungsstärke E in Lux (lx)

Die Beleuchtungsstärke ist ein Maß für das auf einer bestimmten Fläche auftreffende Licht (Lichtstromdichte).

$$E = \frac{f}{A} \quad \text{Der Einheit ist Lux [lx]:} \quad \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$$

Die Beleuchtungsstärke wird mit einem Luxmeter (Beleuchtungsstärkemesser) mit Hilfe von Halbleiter-Photoelementen gemessen. Bei schrägem Lichteinfall ist eine sog. Cosinus-Korrektur erforderlich.

CIE-Farbdreieck (Normfarbtafel)

Die Normfarbtafel ist ein Diagramm, in dem alle reell darstellbaren Farben in einer Fläche liegen, die von dem Spektralfarbenzug und der Purpurlinie begrenzt ist. Jeder Farbort ist durch die Farbkoordinaten eindeutig bestimmbar.

Im Farbdreieck liegen die Farborte des "Schwarzen Strahlers" (und damit auch der Glühlampen) in Abhängigkeit seiner Temperatur auf dem Planckschen Kurvenzug.

Farborte, die nicht auf dem Planckschen Kurvenzug liegen, können nicht genügend genau mit der Farbtemperatur beschrieben werden. Hier gilt die "ähnlichste Farbtemperatur" und eine Farbortbestimmung ausschließlich durch die Farbkoordinaten x und y. In dem Diagramm sind außerdem die sog. Juddschen Geraden als Linien konstanter Farbtemperatur eingetragen, aus denen auch Farbstiche abgeleitet werden können. Darstellungen der Normfarbtafel gemäß DIN 5033 und des Planckschen Kurvenzug sind auf den folgenden beiden Seiten dargestellt.



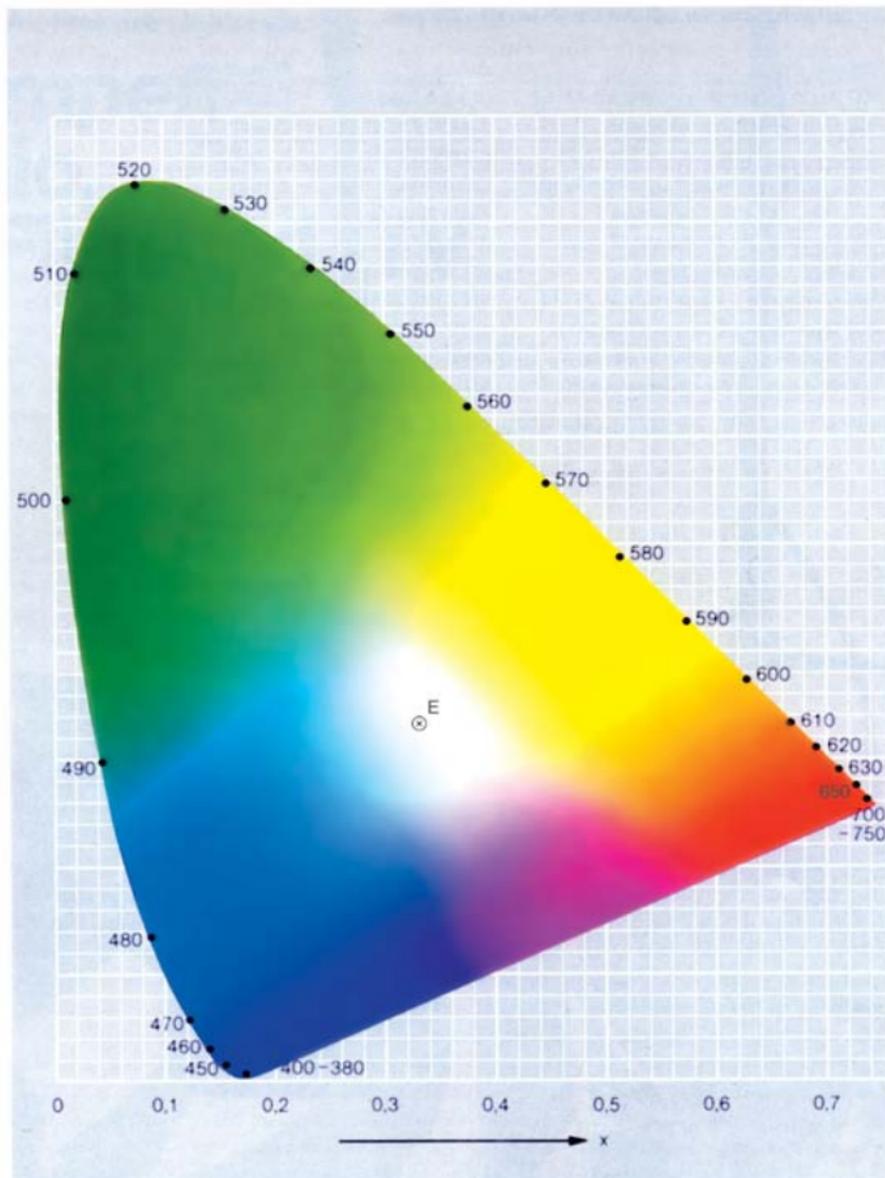
Abbildung eines einfacheren Luxmeters



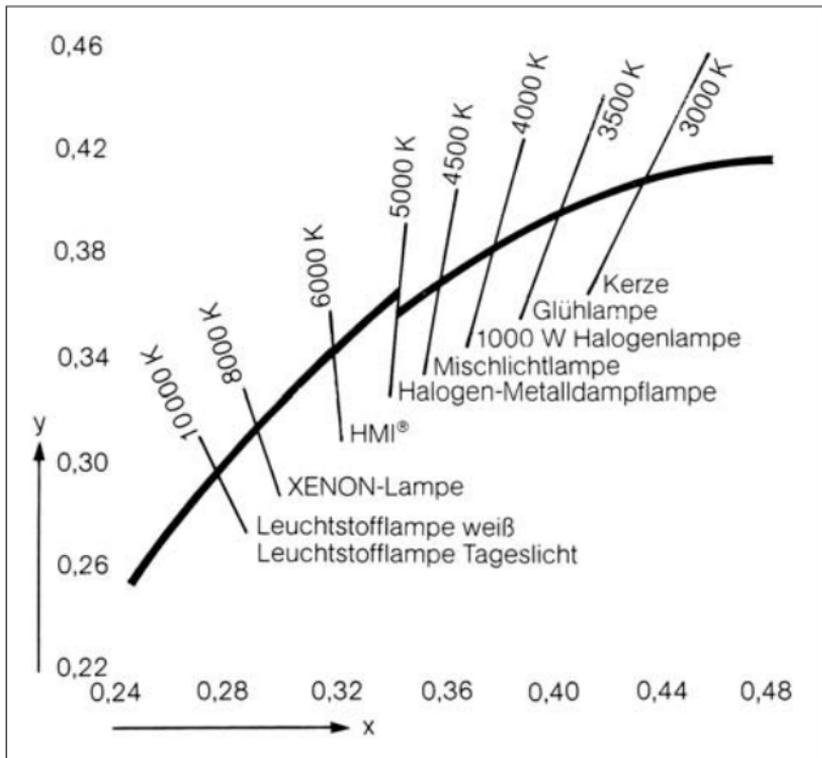
Abbildung eines elektronischen Lichtmessgerätes



WICHTIGE LICHTTECHN. GRUNDGRÖßEN



Normfarbtafel nach DIN 5033



Ausschnitt aus der Normfarbtafel mit Planckschem Kurvenzug und Linien konstanter Farbtemperatur (Juddsche Geraden)

Farbart

Farbton und Sättigung bestimmen zusammen die Farbart. Zum Beispiel ergibt eine Mischung aus spektralem blau und weiß die Farbe hellblau.

Farbsättigung

Die Sättigung gibt den Grad der Buntheit an, d.h. ob eine Farbe kräftig (satt) wirkt oder blass mit höherem Weißanteil.



WICHTIGE LICHTTECHN. GRUNDGRÖßEN

Farbtemperatur

Als Farbtemperatur einer Lichtquelle wird die Temperatur eines "Schwarzen Strahlers (Planckschen)" bezeichnet, bei der dieser die gleiche Farbart erzeugt wie die zu kennzeichnende Lichtquelle. Ein "Schwarzer Strahler" ist ein Temperaturstrahler, der alle auftreffende Strahlung unabhängig von ihrer Wellenlänge, Richtung und Polarisation absorbiert. Das Spektrum von Temperaturstrahlern (Glühlampen) ähnelt dem des "Schwarzen Strahlers", so dass deren Strahlung auch entsprechend durch die Farbtemperatur gekennzeichnet werden kann. Die Farbtemperatur wird in Kelvin (K) angegeben.

Die Strahlung von Entladungslampen ist im Gegensatz zu den Glühlampen nicht kontinuierlich, sondern besteht aus einem diskontinuierlichen Spektrum mit einzelnen diskreten Linien. Zur Charakterisierung der Strahlung einer Entladungslampe kann deshalb nicht die Farbtemperatur des Planckschen Strahlers herangezogen werden. Zur ungefähren Kennzeichnung wird dann die Bezeichnung "ähnlichste Farbtemperatur" gewählt. Eine genaue Angabe zur Farbqualität der Lichtquelle ist nur durch die Farbkoordinaten bzw. den Farbort im CIE-Farbdreieck möglich.

Farbton

Der Farbton kennzeichnet die Art der Buntheit einer Farbe, d.h. ob eine Farbe z.B. blau, rot oder grün erscheint. Er ist das am stärksten ausgeprägte Farbmerkmal.

Farbwiedergabeindex R_a

Dieser Index ist ein Maß für die Lichtgüte einer Lichtquelle. Er gibt an, wie gut die Körperfarben eines angestrahlten Objektes wiedergegeben werden im Vergleich zur Anstrahlung mit einer definierten Bezugslichtart. Für Fernsehaufnahmen soll der Farbwiedergabeindex höher als 85 sein. Folgende Stufen können unterschieden werden:

Stufe 1a	Stufe 1b	Stufe 2a	Stufe 2b	Stufe 3	Stufe 4
R_a : 90 - 100	R_a : 80 - 89	R_a : 70 - 79	R_a : 60 - 69	R_a : 40 - 59	R_a : 20 - 39

Helligkeit

Die Helligkeit wird durch die Leuchtdichte bei Selbstleuchtern oder als eine dem Reflexionsgrad verwandte Größe - dem Remissionsgrad bei Körperfarben - beschrieben. In einem System von Körperfarben wird die Helligkeit - abgesehen von Farbton und der Sättigung - durch die Grauskala veranschaulicht. Die Helligkeit ist in Bezug auf die Leuchtdichte nicht proportional.

Kontrast

Der Kontrast ist definiert als die Leuchtdichtedifferenz eines Sehobjektes zu seiner Umgebungsleuchtdichte, bezogen auf die Umgebungsleuchtdichte. Ein Objekt kann nur dann von uns erkannt werden, wenn seine Leuchtdichte um einen Mindestbetrag von der Umgebungsleuchtdichte unterscheidet.



Leuchtdichte L in cd/m²

Die Leuchtdichte ist ein Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer selbstleuchtenden oder einer beleuchteten Fläche hat.

$$L = \frac{I}{A} \quad \text{Die Einheit ist Candela pro m}^2: \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \quad I = \text{Lichtstärke}$$

Bei schräg betrachteten Flächen ist der Betrachtungswinkel mit zu berücksichtigen. Die Leuchtdichte wird mit einem Leuchtdichtemesser derart gemessen, dass die leuchtende Fläche mit einem Objektiv auf dem Empfänger abgebildet wird und die gemessene Beleuchtungsstärke auf die Empfängerfläche bezogen wird.

Lichtausbeute h (eta) in Lumen/Watt (lm/W)

Die Lichtausbeute ist der Wirkungsgrad einer Lichtquelle und errechnet sich aus dem erzeugten Lichtstrom im Verhältnis zur aufgenommenen elektr. Leistung.

$$h = \frac{\Phi}{P} \quad \text{Die Einheit lautet: } \frac{\text{lm}}{\text{W}} \quad \Phi = \text{Lichtstrom, } P = \text{elektr. Leistung}$$

Lichtgeschwindigkeit

$$c = \lambda \cdot f \quad \lambda = \text{Wellenlänge}$$

$f = \text{Frequenz, } c_0 = 299.792,5 \text{ km/s (Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes im Vakuum)}$

Lichtstärke I in Candela (cd)

Die Lichtstärke ist die in einer bestimmten Richtung abgestrahlte Lichtstromdichte einer Lichtquelle. Die Lichtquellen strahlen im allgemeinen nicht gleichmäßig in alle Richtungen des Raumes. Die Hersteller von Lampen und Leuchten geben deshalb Lichtverteilungskurven (LVK) über die Abstrahlwinkel ihrer Produkte an.

Lichtstrom Φ (phi) in Lumen (lm)

Der Lichtstrom einer Lichtquelle ist die in den gesamten Raum abgegebene Strahlungsleistung, die mit der spektralen Hellempfindlichkeit $v(\lambda)$ des menschlichen Auges bewertet wurde. Der Lichtstrom wird auch als Lichtleistung bezeichnet.

Normlichtart A

Die Normlichtart A entspricht der Strahlung eines schwarzen Körpers bei $T = 2855,4 \text{ K}$ (für Glühlampen).

Normlichtart C

Die Normlichtart C entspricht dem Tageslicht mit der ähnlichsten Farbtemperatur von $T_n = 6774 \text{ K}$ für künstliches Licht im spektralen Bereich (Sonnenlicht+Himmelslicht).



WICHTIGE LICHTTECHN. GRUNDGRÖßEN

Normlichtart D65

Die Normlichtart D65 entspricht dem Tageslicht mit einer ähnlichsten Farbtemperatur von $T_n = 6504$ K (für Film und Fernsehen: Tageslicht-Gasentladungslampen, gefilterte Xenonlampen).

Photometrisches Entfernungsgesetz

Für senkrecht auftreffendes Licht auf eine Fläche sowie für punktartige Lichtquellen gelten folgende Formeln:

$$E = \frac{I * f}{A} = \frac{I}{r^2} \quad r = \text{Abstand der beleuchteten Fläche von der Lichtquelle}$$

Als punktartig gelten Lichtquellen, deren Abstand von der Messfläche mindestens 10mal größer ist als die größte Ausdehnung der Leuchte. Das "photometrische Entfernungsgesetz" besagt, dass die Beleuchtungsstärke mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Reflexionsgrad

$$r = \frac{f_r}{f_o} \quad f_r = \text{reflektierter Lichtstrom, } f_o = \text{auftreffender Lichtstrom}$$

Transmissionsgrad

$$t = \frac{f_d}{f_o} \quad f_d = \text{Lichtstrom (durchgelassener Lichtstrom), } f_o = \text{auftreffender Lichtstrom}$$



Verschiedene Umrechnungsfaktoren

<i>Basis-Einheit</i>	<i>Einheit der Umrechnung</i>	<i>Multiplikationsfaktor</i>
cm	inch	0,3937
m	feet	3,2808
m	yards	1,0936
inch	cm	2,54
feet	m	0,3048
yards	m	0,91444
cm * cm	square inch	0,155
m * m	square feet	10,7369
m * m	square yard	1,196
square inch	cm * cm	6,5416
square feet	m * m	0,0929
square yards	m * m	0,8361
ccm	fluid ounces (US)	0,0338
ccm	pints (US)	2,1134
ccm	quarts (US)	1,0567
ccm	gallons (US)	0,2642
ccm	gallons (GB)	0,22
fluid ounces (US)	ccm	29,5729
pints (US)	ccm	0,4732
quarts (US)	ccm	0,9464
gallons (US)	ccm	3,7854
gallons (GB)	ccm	4,5461
g	grain	15,4323
g	ounces	0,0353
kg	pounds	2,2046
grain	g	0,0648
ounces	g	28,3495
pound	kg	0,4536
Lux	footcandle	0,0929
footcandle	Lux	10,764

**Umrechnungstabelle Footcandles - Lux**

<i>Footcandles</i>	<i>Lux</i>	<i>Lux</i>	<i>Footcandles</i>
0,5	5,4	10000	930
1	11	5000	465
2	22	4000	372
3	32	3000	280
4	43	2500	232
5	54	2000	186
6	65	1000	93
7	75	500	46
8	86	250	32
9	97	200	19
10	107	100	9
50	540	50	5
100	10764	10	1

Umrechnungstabelle Feet - Meter & Inches - Millimeter

<i>Feet</i>	<i>← Feet/Meter →</i>	<i>Meter</i>	<i>Inches</i>	<i>Millimeter</i>
3,28	1	0,304	1	25
6,561	2	0,609	2	50
9,842	3	0,914	3	76
13,12	4	1,219	4	101
16,4	5	1,524	5	127
19,68	6	1,828	6	152
22,96	7	2,133	7	177
26,24	8	2,438	8	203
29,53	9	2,743	9	228
32,81	10	3,04	10	254

Strombelastbarkeit elektrischer Leitungen

<i>Querschnitt in mm²</i>	1,5	2,5	4	6	10	16	25
<i>Sicherung in A</i>	16	20	25	35	50	63	80
<i>Belastbarkeit in A</i>	16	21	27	35	48	65	88

Strombelastbarkeit von Leitungen für feste Verlegung als Schutz gegen zu hohe Erwärmung bei Dauerbetrieb und Umgebungstemperaturen von 30°C nach DIN VDE 0298 Teil 4 und Zuordnung von Überstromschutzeinrichtungen.



Allgemein

A

abfühlen	<i>scan</i>
abgenutzt	<i>worn out</i>
abgleichen	<i>balance</i>
ablesen	<i>read off</i>
Abnahme (einer Maschine)	<i>acceptance</i>
Abnahmeprotokoll	<i>test certificate</i>
abnehmbar	<i>detachable</i>
abnehmen	<i>decrease, drop</i>
abstrahlen	<i>radiate, emit</i>
achteckig	<i>octagonal</i>
altern	<i>age</i>
Anbautisch	<i>add-on desk</i>
ändern	<i>alter, modify, change</i>
anfordern	<i>require, ask for, claim</i>
angelernt	<i>semi-skilled</i>
anheben	<i>raise, lift, elevate, hoist</i>
ankündigen	<i>announce</i>
Anlage	<i>plant, installation, equipment, unit</i>
anstreichen	<i>paint</i>
Anwendung	<i>application</i>
Anwendung (Vorstellung)	<i>performance</i>
Anzeige	<i>display</i>
Arbeitsplatz	<i>workstation</i>
Aufgabe	<i>task</i>
Auflösung	<i>resolution</i>
aufsteigend	<i>rising</i>
aufzeichnen	<i>record</i>
ausbilden	<i>train, instruct</i>
Ausführung	<i>execution</i>
Ausrüstung	<i>equipment</i>
Außenbereich	<i>outdoor</i>
äußerst	<i>extremely</i>
austauschbar	<i>exchangeable</i>
Axial-Lüfter	<i>axial fan</i>

B

beaufsichtigen	<i>supervise</i>
Bedienungs- und Wartungsanleitung	<i>operating and maintenance manual</i>
beeindruckend	<i>impressive</i>
Befehl	<i>instruction, command</i>
Befestigung	<i>attachment</i>
begrenzt	<i>limited</i>
Bein	<i>leg</i>
benutzen	<i>use</i>
beobachten	<i>observe</i>
berühren	<i>touch</i>
Beschaffenheit	<i>consistency</i>
Beschichtung	<i>treatment</i>
Beschriftungsstreifen	<i>label strip</i>
biegen	<i>bend</i>
brennbar	<i>inflammable</i>
Brenner	<i>burner</i>
Bruch	<i>breakage, fracture</i>
Bühnenproduktion	<i>stage production</i>

D

Dauer	<i>duration</i>
Dicke	<i>thickness</i>
doppelseitig	<i>bilateral</i>
Dreieck	<i>triangle</i>
dreieckig	<i>triangular</i>
dreiseitig	<i>trilateral</i>

E

Ebenheit	<i>flatness, evenness, smoothness</i>
Ecke	<i>corner</i>
einbauen	<i>fit, install</i>
einbrennen	<i>burn in</i>
einfügen	<i>insert, fit in</i>
eingebaut	<i>located</i>
einsatzbereit	<i>ready-to-use</i>
einseitig	<i>unilateral</i>
Empfehlung	<i>recommendation</i>
Energieeinsparung	<i>energy saving</i>
entfernen	<i>remove</i>
enthalten	<i>contain</i>
entsprechen	<i>in accordance with</i>
entwickeln	<i>develop</i>
Entwicklung	<i>evolution</i>
Entwurf	<i>design</i>
Erfolg	<i>success</i>
erhitzen	<i>heat up</i>
Erhöhung	<i>increase</i>
erkalten	<i>cool down</i>
erneuern	<i>renew, renovate</i>
Ersatzteil	<i>spare part</i>
ersetzen	<i>replace</i>
erzeugen	<i>generate</i>

F

Facharbeiter	<i>skilled worker</i>
Farbe	<i>colour, paint</i>
Fass	<i>barrel</i>
fehlerfrei	<i>error-free, faultless</i>
fertigen, herstellen	<i>manufacture, produce</i>
feucht	<i>humid, damp</i>
Feuchtigkeit	<i>humidity</i>
feuerfest	<i>fire-proof, fire-resistant</i>
flammschwendend	<i>flame retardant</i>
flüssig	<i>liquid</i>
Folie	<i>foil, sheet</i>
Form	<i>shape</i>
forschen	<i>research</i>
Fortschritt	<i>advance</i>

G

Gebrauchsanweisung	<i>operating instructions</i>
gefährlich	<i>hazardous/dangerous</i>
genau	<i>accurate, precise</i>
Genauigkeit	<i>accuracy</i>
gerade	<i>straight</i>
Gerät	<i>device</i>
Geräusch	<i>noise, sound</i>



geschützt Geschwindigkeit gleichmäßig gleiten	<i>protected speed even, uniform sliding</i>
H	
Händler herkömmlich Hersteller Höhe höhenverstellbar Hülle	<i>dealer conventional manufacturer height, level vertically adjustable envelope</i>
I	
Inbetriebnahme instandhalten	<i>putting into operation maintain, service</i>
K	
Konfiguration kundenspezifisch	<i>configuration customised</i>
L	
Lager (Warenlager) Langzeiteinsatz leicht zu bedienen Lieferant Lieferzeit	<i>stock longterm use easy to operate supplier delivery time</i>
M	
Möglichkeiten Montage Muster	<i>features assembly sample</i>
N	
nach oben nach unten Normen	<i>up down standards</i>
P	
passen Planung Produkthaftung	<i>suit engineering product liability</i>
Q	
qualifiziertes Personal Quelle	<i>qualified personnel source</i>
R	
rechteckig Reihe, Serie Reparaturarbeiten Richtlinie ruhig	<i>rectangular range repair work guide line silent</i>
S	
schnell schrumpfen sechskantig Sonderanfertigung Sonderanforderungen sparen/sichern standhalten	<i>fast shrink hexagonal special design special request save withstand</i>

V	
Verbrauchsgüter Verbrauchsmaterial Verhältnis Versuch	<i>consumer goods consumables ratio attempt, trial</i>
W	
Warenposten, Position Wartung	<i>item maintenance</i>
Z	
Zubehör zugänglich Zuverlässigkeit	<i>accessories accessible reliability</i>

Bau

B	
Balken Baustahl Beton Brandschott	<i>beam mild steel concrete fire proof bulkhead</i>
D	
Decke Dübel, Anker Dübelabstand Durchbruch	<i>ceiling anchor anchor spacing, breakthrough, opening</i>
E & F	
einbetonieren Fenster Fundament Fußboden	<i>embedded in concrete window foundation floor</i>
G & K	
Geländer Geländerstab Kantenabstand	<i>railing railing tube edge distance</i>
M	
Mauerwerk Montageverschluss	<i>brickwork cover cap for assembly holes</i>
R, S, T	
Rohrklammer Schiebetür Stahlbeton Tor Trennwand Treppe Türrahmen	<i>pipe bracket sliding door reinforced concrete door partition wall stairs door frame</i>
U, V, W Z	
Überhang Vorhängefassade Wand Zwischendecke	<i>overhang curtain wall wall grid</i>



Elektrotechnik

A	
Abweichung	<i>drift</i>
Aderendhülse	<i>connector sleeve</i>
Aderendhülse	<i>wire end ferrule</i>
Allgemeinnetz	<i>mains network</i>
Amperemeter	<i>ammeter</i>
	<i>ammeter, current meter</i>
Anschlußfeld	<i>connecting panel</i>
Anschlußkasten	<i>connecting box</i>
Anschlußkästen	<i>connection boxes</i>
Anschlußraum	<i>terminal compartment</i>
Anstiegszeit	<i>rise time</i>
Auflösung	<i>resolution</i>
Automat	<i>circuit breaker</i>
B	
Betriebsspannung	<i>operating voltage</i>
D	
Dauerbelastung	<i>continuous load</i>
Draht	<i>wire</i>
Dreheisen-Instrument	<i>moving-iron instrument</i>
E	
Ein-/Ausschalter	<i>power switch</i>
Eingangsräuschen	<i>input noise</i>
Einstellbereich	<i>adjustment range</i>
Empfindlichkeit	<i>sensitivity</i>
erdfreie Ausgänge	<i>unearthed outputs</i>
Erdschleife	<i>earth loop</i>
F	
Fehler	<i>error</i>
FI-Schutzschalter	<i>earth-leakage circuit breaker</i>
Frequenzbereich	<i>frequency range</i>
Funke	<i>spark</i>
G	
Geber	<i>sensor</i>
Gleichspannung	<i>DC voltage</i>
Gummikabel	<i>rubber cable</i>
H	
Hauptverteilung	<i>mains distribution cabinet</i>
I	
Isolierband	<i>insulating tape</i>
Istwert	<i>actual value</i>
K	
Kabel, Leitung	<i>cable</i>
Kabelabfangeschelle	<i>cable clamp</i>
Kabeleinführung	<i>cable entry</i>
Kabelkanal	<i>cable channel</i>
Kabellänge	<i>cable's length</i>
Kabelpritsche	<i>cable rack</i>
Kabel-Rohr/-Durchführung	<i>cable conduit</i>
Kabelschuh	<i>cable lug</i>
Klemme	<i>terminal</i>

Klemmenleiste	<i>terminal strip</i>
Klemmkasten	<i>terminal box</i>
Klirrfaktor	<i>distortion factor</i>
Kontakt	<i>contact</i>
Kontrolllampe	<i>indicator lamp</i>
Kurzschluss	<i>short circuit</i>
Kurzschlussfest	<i>short-circuit-proof</i>
kurzzeitige Belastungen	<i>peak loads</i>

L	
Labornetzgerät	<i>laboratory power supply</i>
Ladegerät	<i>charger</i>
Leistung	<i>power</i>
Leistungsaufnahme	<i>power consumption</i>
Leistungsfaktor cos phi	<i>power factor</i>
Leistungsregelung	<i>power regulation</i>
leiten	<i>conduct</i>
Leitungslänge	<i>cable distance</i>
Lichterkette	<i>festoon cable</i>
Lochband	<i>punched tape</i>

M	
Masse	<i>ground</i>
Mehradraderkabel	<i>multicore cable</i>
Messbereich	<i>measuring range</i>
Messfeld	<i>metering panel</i>
Messgeber	<i>encoder</i>
Messung	<i>measurement</i>

N	
Netz-/Datensteckverbinder	<i>power/data connector</i>
Netzanschluss	<i>mains supply</i>
Netztausregelung	<i>mains compensation</i>
Netzersatzanlage	<i>emergency generating unit</i>
Netzgerät	<i>power pack</i>
Netzsteckdose	<i>power socket</i>
Not-Aus-Schalter	<i>Emergency stop switch</i>
Not-Aus-Schalter mit Schlüsselbetätigung	<i>key-lock emergency stop</i>
Notschalter	<i>emergency switch</i>

P	
Pegel	<i>level</i>
Personenschutz	<i>operator protection</i>
potentialfrei	<i>potential-free</i>
primärgetaktet	<i>primary-switched-mode</i>
Prüfspannung gegen Masse	<i>test voltage with respect to earth</i>

R	
Regelgenauigkeit	<i>control accuracy</i>
Restwelligkeit	<i>residual ripple</i>
Ringstelltransformator	<i>rotary variable transformer</i>

S	
sägezahnförmig	<i>sawtooth</i>
Schaltbild	<i>circuit diagram</i>
Schutzart	<i>degree of protection</i>
Schutzzerde	<i>protective earth</i>
Sicherung	<i>fuse</i>



sinusförmig	<i>sinusoidal</i>
Spannung	<i>voltage</i>
Spannungsform	<i>voltage waveform</i>
spannungsfrei	<i>de-energized</i>
spannungsführender Leiter	<i>live conductor</i>
Spannungsquelle	<i>voltage source</i>
Spannungsspitze	<i>voltage peak</i>
Spannungsunterbrechung	<i>voltage interruption</i>
Steckdose	<i>socket, socket outlet</i>
Stecker	<i>plug</i>
Steckverbinder	<i>connector</i>
Strom	<i>current</i>
Stromausfall	<i>power failure</i>
Stromkreis	<i>circuit</i>
Stromkreissteckdose	<i>power outlet</i>
Stromquelle	<i>current source</i>
Stromversorgung	<i>power supply</i>

T

Thermoschutz	<i>thermal protection</i>
Trenntransformator	<i>isolating transformer</i>

U

Über-/Unterspannung	<i>over-/undervoltage</i>
Überstrombegrenzung	<i>overcurrent limit</i>
Überwachung	<i>watch dog</i>
Umsetzer	<i>converter</i>
Unterspannung	<i>undervoltage</i>
USV-Anlage	<i>UPS unit</i>

V

Verbindung	<i>connection</i>
Verbrauch	<i>consumption</i>
Verteiler	<i>distributor</i>
Verteilerkasten	<i>distribution box</i>
Voltmeter	<i>voltmeter</i>

W

Wechselspannung	<i>AC voltage</i>
Wendelpotentiometer	<i>helical potentiometer</i>
Wirkungsgrad	<i>efficiency</i>

Z

Zeitbasis	<i>time base</i>
-----------	------------------

Effektlicht/Effektscheinwerfer

B, C, D

beweglicher Bügel	<i>moving yoke/stirrup</i>
Blitz	<i>strobe</i>
CMY	<i>cyan, magenta, yellow</i>
dichroitischer Farbfilter	<i>direct positioning</i>
DMX-Kanal	<i>DMX channel</i>
DMX-Startadresse	<i>DMX start address</i>

E

Effekt	<i>effect</i>
Effektart	<i>effect type</i>

Effektprojektor	<i>effect projector</i>
Effektschritt	<i>effect step</i>
Effekt-Schrittgeschwindigkeit	<i>effect step time</i>

F

Farbfilterrolle	<i>gel string</i>
Farbrad	<i>colour wheel</i>
Farbmischsystem	<i>colour mixing system</i>
Farbwechsler	<i>colour changer</i>
Fernsteuerung	<i>remote control</i>
Fokus	<i>focus</i>

G

Gerät	<i>fixture</i>
Gerätebibliothek	<i>fixture library</i>
Gobo	<i>gobo</i>
Gobomotiv	<i>gobo pattern</i>
Goborad	<i>gobo wheel</i>

I & J

Iris	<i>iris</i>
Justage	<i>calibration</i>

K & L

Kopfbewegter Stufenlinsenscheinwerfer	<i>washlight</i>
Lauflicht	<i>chase</i>

M & N

Mechanischer Dimmer	<i>shutter</i>
MehrfarbfILTER	<i>bicolor filter</i>
Nebelflüssigkeit	<i>fog fluid</i>
Nebelmaschine	<i>smoke machine</i>
Neigen	<i>tilt</i>

O, P, R

optische Möglichkeiten	<i>optical features</i>
optischer Winkelgeber	<i>optical encoder</i>
Positionierung	<i>positioning</i>
Programmierung mit festgelegten Positions-orten	<i>preset focus programming</i>
Rollenfarbwechsler	<i>scroller</i>
Rotierendes Gobo	<i>rotating gobo</i>

S

Schrittmotoren	<i>stepper motors</i>
Schwenken	<i>pan</i>
spiegelbewegter Effektscheinwerfer	<i>scanner</i>
Spiegelbewegungs-geschwindigkeit	<i>mirror speed</i>
Steckdose für Signalarückführung	<i>return socket</i>

V

Verändern des Lichtstrahls in Ellipsenform	<i>beam shaping</i>
Verstärker	<i>booster</i>
Verteiler für Signale	<i>split box</i>
Vorschaltgerät	<i>ballast</i>

Z

weichzeichnender Effekt	<i>frost effect</i>
-------------------------	---------------------



Gripware & Stative

B, D, F

Befestigungsband	<i>gaffer tape</i>
Bodenstativ	<i>floor stand</i>
Dekorationsklemme	<i>scenery clamp</i>
Faltstativ	<i>folding base</i>
Flex. Verstellarm	<i>flexible ball and socket arm</i>

G & H

Gabel (für Styropor)	<i>fork</i>
Gegengewicht	<i>counterweight</i>
Haken	<i>hook</i>
Hülse	<i>female adapter</i>

K & L

Klemmkopf	<i>clamp head</i>
Klettband	<i>velcro tape</i>
Laufрад	<i>wheel</i>
Laufräder Satz	<i>wheel set</i>

R & S

Rohrschelle	<i>halfcoupler</i>
Schleier (Tuch)	<i>veil</i>
Schleierhalter	<i>veil holder</i>
Schwarze Abdeckplatte	<i>black metal flag</i>
Schwarzes Tuch	<i>black cloth</i>
Stahlrahmen	<i>fixed steel frame</i>
Stativ	<i>stand</i>
Stativbein	<i>leg</i>
Stativfüße	<i>stand feet</i>
Stativverlängerung	<i>stand extension</i>

V & W

Verlängerungsarm	<i>extension arm</i>
Wand-/Deckenbefestigungsplatte	<i>wall ceiling plate</i>
Windenstativ	<i>wind-up stand</i>
Winkelklammer	<i>angle bracket</i>

Licht-/Beleuchtungstechnik

A

Ablenkung	<i>deflection</i>
Abstand	<i>distance</i>
Abstrahlung	<i>emission</i>
additive Farbmischung	<i>additive colour mixing</i>
Außenaufnahmen	<i>outdoor shooting</i>
Außenproduktion	<i>outdoor production</i>
Ausstrahlungscharakteristik	<i>beam pattern</i>

B

Beleuchtung für Außenaufnahmen	<i>location lighting</i>
Beleuchtung für Unterhaltung	<i>entertainment lighting</i>
Beleuchtungstechnik	<i>lighting technology</i>
Bodenfluter für Horizont	<i>groundrow cyc light</i>
Bodenlicht	<i>floor light, ground light</i>

E

einseitig gesockelte HMI-Lampe	<i>single ended HMI</i>
einseitig gesockelte Lampe	<i>single ended lamp</i>
Entladung	<i>discharge</i>

F

Farbabgleich	<i>colour balancing</i>
Farbkorrektur	<i>colour balancing</i>
Farbspektrum	<i>colour spectrum</i>
Farbtemperatur	<i>colour temperature</i>
Farbwiedergabeindex	<i>colour rendering index</i>
Fluter	<i>broadlight</i>
Flutlicht	<i>flood light</i>
fokussiert	<i>spot position</i>
Führungslicht	<i>key light</i>
Fülllicht	<i>fill light</i>

G & H

gesättigt	<i>saturated</i>
gestreut/defokussiert	<i>flood</i>
Glühlampe	<i>incandescent lamp</i>
große Außenproduktion	<i>large scale outdoor production</i>
Halogenglühlampe mit Quarzglaskolben	<i>quartz halogen lamp</i>
harter Lichtstrahl	<i>punch</i>
hell	<i>bright</i>
Hinterbeleuchtung	<i>back lighting</i>
Hintergrundbeleuchtung	<i>background illumination</i>
Horizontlicht	<i>cyclorama light</i>

I

im Außeneinsatz	<i>on location</i>
Infrarot	<i>infrared</i>

K

Kaltlicht	<i>cool light</i>
Kurzbogenlampe	<i>short arc lamp</i>

L

Lampe	<i>bulb, lamp</i>
Lampe mit geschlossenem Reflektorsystem	<i>sealed beam lamp</i>
Lampe mit Parabolreflektor	<i>PAR lamp</i>
Leuchtstofflampe	<i>fluorescent lamp</i>
Licht von Glühlampen (Wolfram)	<i>tungsten light</i>
Lichtausbreitung	<i>beam spread</i>
Lichtblende	<i>shutter</i>
Lichtbrechung	<i>light refraction</i>
Lichtpunkthöhe (Lampe)	<i>LCL</i>
Lichtquelle	<i>light source</i>
lichttechnische Daten	<i>photometric data</i>
Lichtverteilung	<i>distribution of light, spread of beam</i>

M

Mondlicht, Sonnenlicht	<i>moonlight, sunlight</i>
Muster, Schablone	<i>pattern</i>



N
Nebenlicht *spill light*

S
schattenfrei *shadow free*
Spiegelung *reflection*
Spitzlicht *back light*
Strahl *beam*
Strahlungsaufnahme *immission*
Strahlungsdurchmesser *beam diameter*
Strahlungswinkel *beam angle*

T
Tageslicht *daylight*
Tageslichtlampe *daylight lamp*
Tageslichtscheinwerfer mit Entladungslampe *daylight discharge*
Theater *fresnel theatre*

V, W, Z
Verteilung (Strahl-) *diffusion*
Wert *value*
zweiseitig gesockelte Lampe *double ended lamp*

Lichtsteuerungen

A
absolute Zuverlässigkeit *fail-safe reliability*
Anpassung *update feature*
Anstiegszeit *risetime*
anwenderfreundlich *user-friendly*
Anzeige *display*
Arbeitsspeicher *random access memory (RAM)*

ausblenden *fade out, downfade*
Ausblendzeit *fade out time*
Ausführung, Planung *design*
Ausgangskreis Pult *dimmer circuit*
Ausgangsspannungsregelung *output voltage regulation*
Ausgangswert *output level*

B
Bedienphilosophie *operating philosophy*
Betriebssystem *operating system*
Bildschirm *video display*
bis *thru*
Blitztaste *bump switch*
Bühne/Live *stage, output*

D
Datenaustausch *data transfer*
Datenunterbrechung *data interruption*
Diskette *disk*
Diskette mit hoher Speicherdichte *high density diskette*
Diskettenlaufwerk *disk drive*
drahtlos *wireless*
Drossel *choke*
Drucker *printer*

E
Effekt *effect*
Effektschritt *effect step*
einblenden *fade in, upfade*
Einblendzeit *fade in time*
Entsperrfunktion *release function*
Ethernet Netzwerk *ethernet network*

F
Fehler *failure*
Fernsteuerung *remote control*
Festplatte *hard drive*
Flüssigkristallanzeige *LCD display*
fortschrittlich *sophisticated*
Funkfernsteuerung *radio remote control*

G
Gerät *fixture*
Gerätebibliothek *fixture library*
gehaltene Kreise *captured channels*
Gesplittete Blendzeiten *split-time fade*
gleichzeitige Überblendungen *simultaneous fades*
Grafiktableau *designers worksheet*
Gruppensteller *submaster*

H
Haltezeit *dwelt time, hold time*
Hauptschalter aus *blackout*
Havariesystem *backup-system*
Hilfe-Funktion *help function*

K
Kabelanschluss *cable connection*
Kabelanschluss oben/unten *top/bottom wiring*
Kreisanzahl Pult *channel capacity*

L
Lastkabel *load cabling*
Laufwerk *drive*
Laufzeit *duration time*
Leistungskreise *power circuitry*
Leiterplatte *PC-board*
Lichtstellpult *lighting control desk*
Lichtsteuergerät/
Dimmer *dimmer*

M
Mehrfachüberblendung *multi part fades*
Meistersteller *grand master*
Möglichkeiten *features*
Motorischer Scheinwerfer *automated fixture*

N
Netzteil *power supply*
Netzwerk-Verbindung *data network*
Nur diese Stimmung *cue only*

P
Patchfeld, Steckfeld *patch panel*
proportionales Steuern *proportional control*
Pult, Konsole *console*



S

Schnittstelle	<i>interface</i>
serielle Schnittstelle	<i>serial port</i>
Simultanes Arbeiten mehrerer Pultbediener	<i>multiuser operation</i>
speicherbare Beleuchtungstechnik	<i>memorized lighting</i>
speichern	<i>record</i>
steckbar	<i>plug-in</i>
Steller	<i>slider</i>
Stellerpaar	<i>fader pair</i>
Stellrad, Digitalsteller	<i>level wheel</i>
Steuerpult	<i>control desk</i>
Steuerspannung	<i>control voltage</i>
Stimmung	<i>cue, Q</i>
Stimmungsfolge	<i>cue sequence</i>
Stimmungsliste	<i>cue sheet</i>
Stromkreis	<i>channel</i>
Stromkreisüberblick	<i>track sheet</i>
Systemkonfiguration	<i>setup</i>

T

Tastatur	<i>keyboard, keypad</i>
Teilstimmung	<i>cue part</i>
Testmöglichkeit	<i>test facility</i>
Tracking-Modus	<i>tracking mode</i>

U

Überblendsystem	<i>playback</i>
übertragen von Daten	<i>download</i>
Unterabläufe	<i>subroutines</i>
unterbrechungsfreie Havarie	<i>seamless backup</i>

V

Verzögerungszeit	<i>delay time / wait time</i>
Voreinstellung	<i>default</i>
Vorschau	<i>preview</i>

W

wählbar vom Anwender	<i>user-selectable</i>
Wandgehäuse	<i>wall mounted enclosure</i>
Wartezeit	<i>wait time / delay time</i>

Z

Zentraleinheit	<i>central processing unit (CPU)</i>
Zugang von vorne/hinten	<i>front/rear access</i>
Zuordnungstabelle Kreise/Dimmer	<i>softpatch / patch</i>

Leuchtenhängersysteme

B, E, F

Bobinentrommel	<i>bobine drum</i>
Bobinen-Wicklung	<i>bobine winding</i>
Eigengewicht	<i>own weight, self working load</i>
Einbaugerät	<i>built-in-unit</i>
Endschalter	<i>limit switch</i>
Feder-Pantograph	<i>spring pantograph</i>

G & H

Gegengewicht	<i>counter balance</i>
Höchstbelastung	<i>maximum load</i>
Höheneinstellung	<i>height adjustment</i>
Hub	<i>stroke, travel, motion</i>
Hubhöhe	<i>travel height</i>
Hubkraft	<i>lifting power, hoisting capacity</i>

K & L

Kabelführung	<i>cable guidance</i>
Klarsichtabdeckung	<i>clear cover</i>
Laststange	<i>barrel</i>

N

Nocken	<i>cam</i>
Not-End-Schalter	<i>emergency stop</i>
Nutzlast	<i>working load</i>

P, Q, R

Punktlast	<i>point load</i>
Punktzug	<i>scenery hoist</i>
quadratisches Rohr	<i>square tube</i>
Ring, Kragen	<i>collar</i>

S

Scherenleuchtenhänger	<i>pantograph</i>
Schienensystem	<i>track system</i>
Schlaffseilschalter	<i>slack rope switch</i>
Schneckengetriebe	<i>worm gear set</i>
Seil	<i>rope</i>
Seilklemme	<i>rope clamp</i>
Seilrolle	<i>pulley</i>
selbsthemmend	<i>selfsustaining</i>
Sicherheitsfangvorrichtung	<i>safety catch</i>
Sicherheitsnormen	<i>safety standards</i>
Stange	<i>barrel</i>
Stangenleuchtenhänger	<i>barrel hoist</i>
Stangenleuchtenhänger als Selbstkletterer	<i>selfclimber</i>
Stromschienensystem	<i>power track, bus bar system</i>

T

Teleskopleuchtenhänger	<i>telescope</i>
Teleskopschiene	<i>telescopic slide</i>
Tragfähigkeit	<i>load capacity</i>
Trommel-Wicklung (linear)	<i>linear winding</i>

U

Überhitzung	<i>thermal overload</i>
Überlastschalter	<i>overload switch</i>
Übersetzungsverhältnis	<i>gear ratio</i>

V

Vorhangschienensystem	<i>curtain track system</i>
-----------------------	-----------------------------

W

Welle	<i>shaft</i>
wickeln	<i>wind</i>
Wickeltrommel	<i>winch drum</i>



Mechanik/Montage

A

abdichten	<i>seal</i>
Abfall(abfallen)	<i>drop</i>
Abfallbeseitigung	<i>waste disposal</i>
abfasen	<i>bevel</i>
abgraten	<i>burr</i>
abnutzen	<i>wear</i>
abplatzen	<i>peel off</i>
Abrieb	<i>abrasion</i>
abscheren	<i>shear off</i>
abschirmen	<i>shield</i>
abschneiden	<i>cut off</i>
abschrauben	<i>unscrew</i>
absenken	<i>lower</i>
abstützen	<i>support</i>
abtragen	<i>erode</i>
Abtragung	<i>erosion</i>
Abtriebsseite	<i>driven side</i>
abweichen	<i>deviate</i>
Achse	<i>axle</i>
Altöl	<i>waste oil</i>
an Rohren montiert	<i>pipe mounted</i>
anbauen	<i>attach, fit</i>
aneinanderfügen	<i>fit together, join together</i>
anfasen	<i>break the corners</i>
anheben	<i>lift</i>
ankleben	<i>glue on</i>
ankörnen	<i>punch to, centre punch</i>
Anlauf	<i>starting, run up</i>
anquetschen	<i>crimp to</i>
ansenken	<i>spotface</i>
Antrieb	<i>drive</i>
anziehen (Schraube)	<i>tighten</i>
Arbeitsplattform	<i>working platform</i>
arretieren	<i>arrest, block</i>
aufbohren	<i>bore</i>
aufdrehen	<i>screw open</i>
aufrauen	<i>roughen</i>
aufreiben	<i>ream</i>
aufrichten	<i>erect</i>
aufwickeln	<i>wind up</i>
ausbessern, reparieren	<i>repair</i>
ausführen	<i>perform, carry out</i>
Ausschnitt	<i>cutout</i>
Außengewinde	<i>male thread</i>

B

bearbeiten	<i>machine</i>
Befestigung	<i>attachment</i>
Befestigungsscheibe	<i>locking plate</i>
Belag	<i>coating</i>
Belastbarkeit	<i>loadability</i>
belasten	<i>load, stress</i>
beranden	<i>rim, bound</i>
beschädigen	<i>damage</i>
beschleunigen	<i>accelerate</i>
biegen	<i>bend</i>

Blindplatte	<i>blank cover</i>
bohren	<i>drill</i>
Bohrer	<i>drill</i>
Bolzen	<i>bolt</i>
Buchse	<i>bushing</i>
Bund, Kragen	<i>collar</i>

D

Deckel	<i>cover</i>
dehnen	<i>extend, strain</i>
Demontage	<i>dismantling, disassembling, dismounting</i>
dichten	<i>seal</i>
dickflüssig	<i>consistent</i>
Dieselmotor	<i>diesel engine</i>
Distanzstück	<i>spacing piece</i>
drallförmig	<i>helical</i>
drehbar gelagert	<i>pivoted</i>
Drehfeder	<i>torsion spring</i>
Drehmoment	<i>torsion</i>
Drehmoment-Schlüssel	<i>torsion key</i>
Drehung	<i>turn, rotation</i>
Drehzahl	<i>rotational speed, rpm (revolutions per minute)</i>
Drehzahlverhältnis	<i>speed ratio</i>
Dreibein	<i>tripod</i>
Druck	<i>pressure, compression</i>
Druckluft	<i>compressed air</i>
druckluftbetätigt	<i>pneumatically</i>
Düse	<i>nozzle</i>

E

eichen	<i>calibrate</i>
einpassen	<i>fit in</i>
Einschub 19°, 3HE	<i>19°-chassis 3U</i>
Endanschlag	<i>limit stop</i>
Endschalter	<i>limit switch</i>
entrostet	<i>derust</i>

F

Feder	<i>spring</i>
federbelastet	<i>spring-loaded</i>
Federmutter	<i>spring nut</i>
Federscheibe	<i>spring washer</i>
Fehler	<i>error</i>
Fehlersuche	<i>trouble shooting</i>
Feinbearbeitung	<i>finishing</i>
Feingewinde	<i>fine thread</i>
festdrehen	<i>tighten</i>
Festigkeit	<i>strength</i>
Fett	<i>grease</i>
Fläche	<i>cross section area</i>
Flansch	<i>flange</i>
fluchtend	<i>aligned</i>
Flügelmutter	<i>wing nut, butterfly nut</i>
fräsen	<i>mill</i>
Frontplatte	<i>front-panel</i>
Führungsschienen	<i>guide rails</i>
Fußset	<i>leg set</i>



G

Gasschweißen	<i>gas welding</i>
gebläsegekühlt	<i>fan-cooled</i>
gebogen	<i>curved</i>
Gegenmutter	<i>lock nut</i>
Gehäuse	<i>case, housing, enclosure</i>
Gelenk	<i>joint</i>
Gelenkarm	<i>hinged arm</i>
geräuschlos	<i>noiseless</i>
geschnittene Länge	<i>cut lengths</i>
Gestell	<i>rack, frame</i>
Getriebe	<i>gear box</i>
Gewinding	<i>ring bolt</i>
Gewindestange	<i>threaded rod</i>
Gitter	<i>grid</i>
glänzend	<i>bright, glossy</i>

H

Haken	<i>hook</i>
Haken, Klammer	<i>hook, bracket</i>
Halben-Profil	<i>halfen channel</i>
Hammerkopfschraube	<i>hammer head screw</i>
Handbedienung	<i>manual operation</i>
Härte	<i>hardness</i>
hartlöten	<i>hard-solder</i>
Härtung, härten	<i>hardening, harden</i>
Hebelarm	<i>lever arm</i>
hobeln	<i>plane</i>
hochglanzpolieren	<i>mirror-finish</i>
Höhe, Niveau	<i>level</i>
Hohlkehle	<i>fillet, round corner</i>
Hutmutter	<i>acorn nut, domed nut</i>
Innengewinde	<i>female thread</i>
Innenvierkant	<i>square hole</i>
instandsetzen	<i>repair, recondition, reservice</i>

K

kalt/heiß gewalzt	<i>cold/hot rolled</i>
Kanister	<i>can</i>
Kante	<i>edge</i>
Kantenschutz	<i>corner guard</i>
Kappe	<i>cup</i>
Kardangelen	<i>cardan joint</i>
Karteneinbauset	<i>card-mounting-set</i>
Kegel	<i>cone</i>
Kegelrad	<i>bevel gear</i>
Kehle, Kerbe	<i>groove</i>
Keil	<i>key, spline</i>
Kiste	<i>case</i>
Klammer	<i>bracket</i>
Klebeband	<i>adhesive tape</i>
kleben	<i>glue</i>
Klettband	<i>velcro tape</i>
Kolben	<i>piston</i>
Kraft	<i>force</i>
Kran	<i>crane</i>
Kugelgelenk	<i>ball joint</i>
Kugellager	<i>ball bearing</i>
Kurbel	<i>crank</i>

L

Laborwagen	<i>laboratory trolley</i>
Lager	<i>bearing</i>
längs	<i>longitudinal</i>
Lattenkiste	<i>crate</i>
Leergehäuse	<i>empty chassis</i>
Lenkrolle	<i>swivel castor</i>

M

Montage	<i>mounting</i>
Montageebene	<i>mounting level</i>
Mutter	<i>nut</i>

N

Niet	<i>rivet</i>
------	--------------

P

Palette	<i>pallet</i>
polieren, abputzen	<i>polish, clean</i>
Popniet	<i>pop rivet</i>

R

Rändelschraube	<i>knurled-head screw</i>
Reibung	<i>friction</i>
Ringmutter	<i>ring nut</i>
Rollcontainer	<i>container cart</i>
ruckfrei	<i>no-slip</i>
Rückwandverkleidung	<i>rear panel</i>

S

Schablone	<i>pattern</i>
Scheibe	<i>washer</i>
Scherkraft	<i>shear force</i>
Schiebeplatte	<i>sliding top</i>
Schienenklammer	<i>rail clip</i>
Schlauch, Rohr	<i>tube</i>
Schlitz	<i>slot</i>
schmelzen	<i>melt</i>
schneiden	<i>cut</i>
Schrank	<i>cabinet</i>
Schraube	<i>screw</i>
Schrittmotor	<i>stepping motor</i>
Sechseckmutter	<i>hexagonal nut</i>
Seitenverkleidung	<i>side panel</i>
Selbstsichernde Mutter	<i>self-locking nut</i>
Spiralfeder	<i>coil spring</i>
stabil	<i>rigid</i>
stabil	<i>rugged</i>
Standard-Länge	<i>standard lengths</i>
stanzen	<i>punch</i>
stapeln	<i>stack, pile</i>
Steigungswinkel	<i>angle of inclination</i>
Stift	<i>pin</i>
Stoßbelastung	<i>shock load</i>
stoßempfindlich	<i>shock sensitive</i>
Stütze	<i>support</i>

T

Tellerfeder	<i>flat washer</i>
Tisch	<i>desk</i>
Torsionsmoment	<i>torsion moment</i>
Tragfähigkeit	<i>load rating</i>
Traglast	<i>load, payload</i>



U

Umbausatz	<i>conversion kit</i>
Unterbau	<i>pedestal</i>
Unterlegscheibe	<i>plate washer, washer</i>

V

Ventil	<i>valve</i>
verstärkt	<i>reinforced</i>
Verstellerschraube	<i>levelling screw</i>
Vibration	<i>vibration</i>

W

Werkzeug	<i>tool</i>
wirksam	<i>effective</i>
Wirkungsgrad	<i>efficiency</i>

Z

Zahn	<i>tooth/teeth</i>
Zahnrad	<i>gear</i>
Zahnritzel	<i>pinion gear</i>
Zahnscheibe	<i>toothed washer</i>

Material

A - V

Aluminium	<i>aluminium</i>
Aluminium-Gussteil	<i>aluminium casting</i>
Asbest	<i>asbestos</i>
beschichtet	<i>coated</i>
Blech	<i>sheet metal</i>
Blei	<i>lead</i>
Bronze	<i>bronze</i>
Buntmetall	<i>non-ferrous metal</i>
Edelstahl	<i>high-quality steel, stainless steel</i>
Eisen	<i>iron</i>
eloxieren	<i>anodise</i>
galvanisieren	<i>electroplate</i>
galvanisiert	<i>galvanized</i>
gebürstet	<i>brushed</i>
gießen	<i>cast</i>
Gummi	<i>rubber</i>
Guss	<i>casting</i>
Gusslegierung	<i>cast alloy</i>
Holz	<i>wood, timber</i>
Korrosionsschutz	<i>corrosion protection</i>
Kunststoff	<i>plastic</i>
Kupfer	<i>copper</i>
Legierung	<i>alloy</i>
löten	<i>solder</i>
Messing	<i>brass</i>
Quecksilber	<i>mercury</i>
Rohstoff	<i>raw material</i>
Sandguss	<i>sand cast</i>
Schmiermittel	<i>lubricant</i>
Schweißen	<i>welding</i>
Spritzguss	<i>die cast</i>
Stahl	<i>carbon steel</i>
verchromt	<i>chromium plated</i>

Scheinwerfer & Zubehör

A

abnehmbar	<i>detachable</i>
Aufhängung	<i>suspension</i>
austauschbar	<i>replaceable</i>
automatisch gesteuert	<i>computer controlled, robotic controlled</i>
automatische Spannungsumschaltung	<i>automatic mains selection</i>

B

Batteriegürtel	<i>battery belt</i>
Bedienstange	<i>operating pole</i>
Beleuchtungsaufsatz	<i>lighting fixture</i>
Belüftungssystem	<i>ventilation system</i>
Betrieb aus der Hand	<i>hand held operation</i>
Betriebsstundenzähler	<i>hour counter</i>
Blende	<i>shutter</i>
Blendschieber	<i>shutter blades</i>
Bügel	<i>stirrup, yoke</i>

D

Dimmbereich	<i>dimming range</i>
DIN-Hülse	<i>DIN-socket</i>
DIN-Zapfen	<i>DIN-spigot</i>
Draht-Gaze	<i>scrim</i>
drehbare 4-flügel-Torblende	<i>four leaf rotating barndoor</i>
drehbare Blende	<i>rotatable shutter</i>
drehbare Fronttür (scharniert)	<i>hinged front door</i>
drehbare Klammer	<i>pivoted bracket</i>
drehbares Linsentor	<i>hinged front door choke</i>
Drossel	

E

Ein-/Aus-Taster	<i>on/off momentary push-button components</i>
Einzelteile	<i>components</i>
Elektronisches Vorschaltgerät	<i>electronic ballast</i>
Entladungslampe	<i>discharge lamp</i>

F

Falltest	<i>drop test</i>
Farbfilter	<i>colour gel</i>
Farbwechsler	<i>colour changer</i>
ferngesteuert	<i>remote operation</i>
Feststellfassung	<i>quick release socket</i>
Feuchteklasse	<i>humidity class</i>
Filterrahmen	<i>colour frame</i>
flache Rasterblende	<i>shallow egg-crate</i>
flackerfrei	<i>flicker free</i>
Fluter mit direktem Lichtaustritt	<i>open-face spotlight</i>
Fokussmechanismus mit Seilantrieb	<i>cable driven focus mechanism</i>
Fokusschlitten	<i>lamp holder carriage</i>
Fokussieren vorn/hinten	<i>front and rear focussing</i>
Fokussiermechanismus	<i>focus mechanism</i>
Fokussierverhältnis	<i>sliding range, focus ratio</i>
Folie	<i>foil</i>
Fokussierstangen	<i>focus rods</i>



G

Gabel	<i>fork</i>
Gehäuse	<i>housing</i>
Gelenkarm	<i>articulated arm</i>
Gelenkarm	<i>flexible ball and socket arm</i>
Gerät	<i>fixture</i>
Glühlicht-Scheinwerfer	<i>quartz halogen spotlight</i>
Gummi-Tülle	<i>rubber bushing</i>

H

Halogen-Metaldampflampe	<i>metal halid discharge lamp</i>
Handbedienung	<i>manual operation</i>
Handgriff	<i>hand grip</i>
hängende Version	<i>hanging version</i>
harte Lichtbegrenzung	<i>hardedged</i>
hitzebeständig	<i>heat resistant</i>
Hochspannung	<i>high-tension voltage</i>

K

Kippschalter	<i>toggle switch</i>
Klammer	<i>bracket</i>
Klebeband	<i>gaffer tape</i>
Koffer	<i>case</i>
Konvektion	<i>convection</i>
Kühlung	<i>cooling</i>
Kupplung	<i>female connector</i>
Kurzbogenlampe	<i>short arc discharge lamp</i>

L

Lampenaustausch	<i>relamping</i>
Lampenentriegelung	<i>bulb release</i>
Lampenfassung	<i>lamp holder, socket</i>
Lampenfilament	<i>lamp filament</i>
Lampenhaus	<i>lamphouse</i>
Lampenschlitten/-träger	<i>lamptray</i>
Lampen-Wiederzündung	<i>lamp restrike</i>
Lampenzentrum (Wendelhöhe)	<i>LCL (lamp centre line)</i>
Leistung	<i>wattage</i>
Lichtaustritte (Lücken, Öffnungen)	<i>light leak</i>
Linse	<i>lens</i>
Linsenbruch	<i>lens breakage</i>
Linsenhalteklammer	<i>lens bracket</i>
Linsenhalter	<i>lens holder</i>
Linsenvorsatz	<i>lens tube</i>
Lüftungskamin	<i>ventilation grill</i>

M

Magnetisches Vorschaltgerät	<i>magnetic ballast</i>
Maschenweite	<i>mesh width</i>

N

neigen	<i>tilt</i>
nicht rücksetzbar	<i>non resettable</i>
nicht rückstellbar	<i>non recessable</i>

P

Projektionsschablone	<i>gobo</i>
Prüfung	<i>approval</i>
Pulverbeschichtung	<i>powder coat</i>

R

Rasterblende	<i>egg-crate</i>
Reflektor	<i>reflector</i>
Regenschutz	<i>rain protection</i>
rostgeschützt	<i>rust proof</i>
ruckfrei, spielfrei	<i>no-slip</i>
Rückseite	<i>rear, back</i>

S

Schalter	<i>switch</i>
Schutzgitter	<i>safety mesh, wire guard</i>
Schutzglas	<i>safety glass</i>
schwenken	<i>pan</i>
Sicherheitsseil	<i>safety cable/bond, safety rope</i>

Sockel	<i>base</i>
Sofortwiederzündung	<i>hot restrike</i>
Stahlblechgehäuse	<i>sheet steel housing</i>
Stahlrohrbügel	<i>tubular steel yoke</i>
Standard-Vorschaltgerät	<i>magnetic ballast</i>
Stange	<i>rod</i>
Stangenbedienung	<i>pole operation</i>
Stativbetrieb	<i>stand mounted</i>
Stecker	<i>male connector</i>
Stufenlinse	<i>fresnel lens</i>
Stufenlinsenscheinwerfer für Außeneinsatz	<i>location fresnel</i>
Stundenzähler	<i>hour counter</i>

T

Tageslicht-Scheinwerfer	<i>daylight luminaire</i>
Teflon-Buchsen	<i>teflon bushing</i>
temperaturbeständig	<i>heat resistant</i>
tiefe Rasterblende	<i>deep egg-crate</i>
Torblende	<i>barndoor</i>

U

Überhitzung	<i>overheating</i>
Umgebungstemperatur	<i>ambient temperature</i>

V

Verlängerungskabel vor Ort	<i>extension cable on site</i>
Vorsatz(Tute)	<i>snoot</i>
Vorschaltgerät	<i>ballast</i>
Vorschaltgerät flickerfrei	<i>flicker-free ballast</i>

W

weich	<i>soft</i>
weicher Rand	<i>soft edged</i>
Weichstrahler	<i>softlight</i>
Weitwinkel	<i>wide angle</i>

Z

Zapfen	<i>spigot</i>
Zubehör	<i>accessories</i>
Zündgerät	<i>igniter</i>
Zündung	<i>strike</i>
Zwangslüftung	<i>forced cooling</i>



Stahlbau/Gerüste/Traversen

A - D

Abhängung	<i>suspension unit</i>
Auflageplatte	<i>bottom plate</i>
Belastbarkeit	<i>maximum load bearing capacity</i>
Bodenstütze für Traversen	<i>ground support tower</i>
Dreiecksknoten	<i>triangle nod</i>
Dreipunkttraverse	<i>triangular truss</i>
Dübel	<i>dowel</i>

F - K

Fußplatte	<i>foot plate</i>
Gewinde	<i>thread</i>
Gewindebohrung	<i>tap hole</i>
Gewindehülse	<i>threaded sleeve</i>
Gewindestift	<i>threaded bolt</i>
Gitterelement	<i>grid panel</i>
Gitterträger	<i>frame girder</i>
Hauptträger	<i>main girder</i>
Hohlkehprofil	<i>groove profile</i>
Klammer	<i>bracket, clip</i>
Konsole	<i>bracket</i>
Kupplungsplatte	<i>junction plate</i>

M - T

Möbelrolle	<i>castor wheel</i>
Montage	<i>installation</i>
Nutprofilstab	<i>grooved tube</i>
Oberfläche	<i>finish</i>
Platte	<i>panel</i>
Schlitzrohr	<i>slotted tube</i>
schweißen	<i>welding</i>
Schweißnaht	<i>welding seam</i>
Schweißverbindung	<i>welding joint</i>
Seilabhängung	<i>cable suspension</i>
Spannhaken	<i>tender hooks</i>
Stahl-/Aluminiumrohr	<i>steel/aluminium tube</i>
Stahlstützen	<i>steel supports</i>
Standfuß justierbar	<i>adjustable foot</i>
statische Berechnung	<i>static calculation</i>
Traversenleiter, Zweipunkttraverse	<i>ladder</i>

U - Z

Unterkonstruktion	<i>subconstruction</i>
Verbindungsrippe M12	<i>connecting piece M12</i>
Verbindungssatz	<i>connecting kit</i>
Verkleidung	<i>cladding</i>
Vierpunkttraverse	<i>square/rectangular section truss</i>
Wandelement	<i>wall element</i>
Würfelnknoten	<i>cube-type node</i>
zerlegen	<i>dismantle</i>

Theater- & Studio-Schienensysteme

A - W

Absenkstation	<i>lifting station</i>
Bogen	<i>curve</i>
einläufig	<i>single-tracked</i>
Endeinspeisung	<i>terminal feed</i>
Isolierstrecke	<i>isolating section</i>
Kurve	<i>curve</i>
Laufschiene	<i>rail</i>
Laufwagen	<i>trolley</i>
Mitteneinspeisung	<i>centered feed</i>
Parkschiene	<i>park rail</i>
Stange	<i>bar</i>
Stromabnehmer	<i>collector</i>
Stromschienen	<i>bus-bars</i>
Vorhang-Laufschiene	<i>curtain track, rail</i>
Vorhangrolle	<i>roller</i>
Weiche	<i>switch</i>

Werkzeug

A - D

Abkantmaschine	<i>folding machine</i>
Abkantpresse	<i>folding press</i>
Amboß	<i>anvil</i>
Bohrmaschine	<i>drilling machine</i>
Bügelsäge	<i>hacksaw</i>
Drehbank	<i>lathe</i>

F - L

Feile	<i>file</i>
Fräsmaschine	<i>milling machine</i>
Gewindebohrer	<i>tap</i>
Heber	<i>jack</i>
Hobel	<i>plane</i>
Kneifzange	<i>pincers, nipper</i>
Kombizange	<i>combination pliers</i>
Körner	<i>centre punch</i>
Lehre	<i>gauge</i>
Lötkolben	<i>soldering iron</i>

M - T

Maulschlüssel	<i>jaw wrench</i>
Meißel	<i>tool</i>
Messer	<i>knife</i>
Reibahle	<i>reamer</i>
Sägeblatt	<i>saw blade</i>
Schraubenschlüssel	<i>wrench, spanner</i>
Schraubenzieher	<i>screw driver</i>
Schraubstock	<i>vice</i>
Senker	<i>counter bore</i>
Spiralbohrer	<i>twist drill</i>
Tisch, Werkbank	<i>bench</i>

U - Z

verstellbarer Schraubenschlüssel	<i>adjustable wrench</i>
Werkstatt	<i>workshop</i>

IMPRESSUM

Herausgeber:

Despar Systeme AG

Hilgestraße 14 . D-55294 Bodenheim

Tel.: +49 (0)6135 93316-0 . Fax: +49 (0)6135 93316-29

info@despar-systeme.de . www.despar-systeme.de

Redaktion:

Rüdiger Kreckel, Dirk Schützenmeister

Der Inhalt wurde weitestgehend aus dem im Jahre 2000 zur Jahr-tausendwende von der Despar Licht- und Bühnentechnik GmbH herausgegebenen „Millenium im Licht“ übernommen und an einigen Stellen aktualisiert.

Überarbeitung: Christoph Kreckel

Der Inhalt darf ohne ein schriftliches Einverständnis des Herausgebers weder im Ganzen, noch in Auszügen kopiert, fotografiert, reproduziert, übersetzt, vervielfältigt oder in eine andere elektronisch oder maschinell lesbare Form gebracht werden.

Die Verwendung ist für kommerzielle Zwecke nicht gestattet.

Bei der Erstellung der Texte und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Eine Haftung für fehlerhafte Angaben, Irrtümer sowie Unvollständigkeit kann vom Herausgeber aber trotzdem nicht ausgeschlossen werden.

Für Verbesserungsvorschläge oder Hinweise auf fehlerhafte Angaben bedankt sich der Herausgeber bereits im Voraus.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

© Despar Systeme AG, März 2009

Despar Systeme AG

Lichttechnik für Studio . Theater . Event
Planung . Ausführung . Service

Hilgestraße 14 . D-55294 Bodenheim

Tel.: +49 (0)6135 93316-0 . Fax: +49 (0)6135 93316-29

info@despar-systeme.de . www.despar-systeme.de