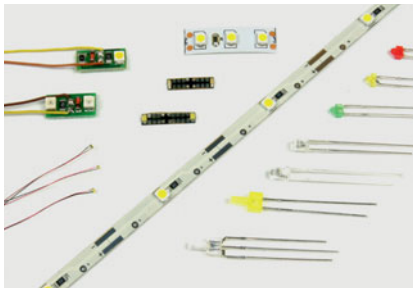
MIBA
DIE EISENBAHN IM MODELL

MODELLBAHN PRAXIS

Maik Möritz

LICHT UND BELEUCHTUNG

Grundlagen, Baupraxis, Effekte, Steuerungen



Deutschland € 12,–
Österreich € 13,20 · Schweiz SFr 19,90
Be/Ne/Lux € 13,80 · Italien, Frankreich,
Spanien € 15,60 · Norwegen NOK 150

MIBA-Modellbahn-Praxis 1/2019
Best.-Nr. 15087457
ISBN 978-3-89610-726-8

01
4 195843 212003

Profitipps für die Praxis

Auf Modellbahn-Anlagen wird bevorzugt der Sommer dargestellt – in saftigem Grün, mit hohem Wiesengras und üppig belaubten Bäumen. Da die Modellbahn jedoch, wie auch ihr großes Vorbild, zu jeder Jahreszeit fahren sollte, zeigt Helge Scholz in der neuesten Ausgabe aus der MIBA-Praxis-Reihe die Darstellung der wichtigsten, saisonal typischen Ausstattungsmerkmale und den Einsatz des entsprechenden Materials der Zubehörindustrie. Das fängt im Frühling an mit erstem zarten Grün, farbenfrohen Blumenwiesen und blühenden Obstbäumen und führt hin bis zu typischer Sommervegetation. Während sich der Herbst mit Windbruch nach einem Sturm oder einfach „golden" mit leuchtenden Lärchen präsentiert, legt „Väterchen Frost" die Modellbahnanlage in eine märchenhafte Winterlandschaft. Nicht weniger als zehn Schaustücke entstanden eigens für diesen praxisnahen Ratgeber!

84 Seiten im DIN-A4-Format, über 250 Abbildungen, Klammerheftung

Best.-Nr. 15087456 | € 12,–

Weitere Titel aus der Reihe MIBA-MODELLBAHN-PRAXIS:

Best.-Nr. 150 87445

Best.-Nr. 150 87446

Best.-Nr. 150 87447

Best.-Nr. 150 87448

Best.-Nr. 150 87449

Best.-Nr. 150 87450

Best.-Nr. 150 87451

Best.-Nr. 150 87452

Best.-Nr. 150 87454

Best.-Nr. 150 87455

Jeder Band mit 84 Seiten im DIN-A4-Format und über 180 Abbildungen, je € 10,–

eBooks VGB

Jetzt als eBook verfügbar!

Best.-Nr. 150 87432-e

Best.-Nr. 150 87427-e

Je eBook € 8,99

Alle lieferbaren und auch längst vergriffenen Bände dieser Reihe gibt es als eBook unter www.vgbahn.de und als digitale Ausgaben im VGB-BAHN-Kiosk des AppStore und bei Google play für Android.

www.facebook.de/vgbahn

Erhältlich im Fach- und Zeitschriftenhandel oder direkt beim VGB-Bestellservice, Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstenfeldbruck, Tel. 0 81 41 / 5 34 81 0, Fax 0 81 41 / 5 34 81 -100, E-Mail bestellung@vgbahn.de, www.miba.de

MIBA DIE EISENBAHN IM MODELL

Erhellendes mit LEDs

Die eintretende Dämmerung auf der Modellbahn hat ihren ganz besonderen Reiz. Wenn im Modellbahnzimmer das Licht erlischt und nach und nach die Lichter auf den Straßen und in den Gebäuden der kleinen Welt eingeschaltet werden, entsteht die vielleicht schönste Stimmung auf der heimischen Modelleisenbahn. Doch Licht ist nicht gleich Licht – wer auf eine harmonische und auch authentische Beleuchtung seiner Modellbahn Wert legt, tut gut daran, das eine oder andere bei der Auswahl der einzusetzenden Leuchtmittel und ergänzenden Produkte zu beachten.

Die einzelnen Glühlampen mit den typischen Schraubfassungen aus früheren Zeiten der Gebäudebeleuchtung haben dabei lange ausgedient und werden heute durch zeitgemäße Lösungen auf LED- oder Lichtleiterbasis ersetzt. Die im Laufe der Zeit immer kleiner gewordenen Bauformen erlauben dabei auch den gezielten Einsatz kleinster Lichtquellen bei der Darstellung feiner Details im Leben der Modellbewohner. Moderne Elektronikbausteine sorgen zusätzlich für authentische Lichteffekte und automatisch ablaufende Lichtsequenzen. Geschickt eingesetzt, bereichern sie jede Modellbahn und jedes Diorama um lebendige Hingucker und stimmungsvolle Szenen. Für das passende Zusammenspiel von Licht und Schatten kommt es neben der Auswahl geeigneter Leuchten und Leuchtmittel aber auch auf die richtige Platzierung an. Nichts stört die vorbildnahe Wirkung einer Modellbahnanlage mehr als falsch gewählte Lichtfarben oder unnatürliche Lichtreflexe.

Eine weitere Steigerung erfährt die beleuchtete Modelleisenbahn durch eine passende Raumbeleuchtung des Modellbahnzimmers. Mithilfe moderner Steuerungen und durch den Einsatz leuchtstarker LED-Streifen kann man die typischen Lichtstimmungen des realen Lebens auch im Modell genießen. Egal, ob es sich um die aufgehende Sonne, die stimmungsvolle rötliche Abenddämmerung oder die mondhelle silbern schimmernde Nacht handelt – jede Tages- und Nachtzeit hat ihren ganz besonderen Reiz. Wenn dann noch durchziehende Wolkenfelder oder Blitz und Donner sowie Regenprasseln in Verbindung mit LED-Spots und einem kräftigen Soundsystem dazukommen, wird die Illusion perfekt. Da ergibt es durchaus Sinn, sicherheitshalber schon einmal einen Regenschirm in einer Ecke des Modellbahnzimmers zu deponieren.

Begleiten Sie mich in den folgenden Kapiteln dieser MIBA-Praxis-Ausgabe auf eine spannende Reise in die facettenreiche Welt der Modellbahnbeleuchtung und erfreuen Sie sich an dem besonderen Flair und den ausgezeichneten Lichtstimmungen im Modell. Zahlreiche Schritt-für-Schritt-Anleitungen und konkrete Materialvorschläge sollen dazu anregen, eigene Ideen zu entwickeln und das Gesehene auf die heimische Modellbahn zu übertragen.

Ich wünsche Ihnen dazu nun recht viel Spaß sowie viel Erfolg und gutes Gelingen.

Ihr Maik Möritz

Maik Möritz erblickte 1969 in Witten im Ruhrgebiet das Licht der Welt. „Getauft mit Wasser vonne Ruhr" lebt der begeisterte Modelleisenbahner seit vielen Jahren mit seiner Frau und drei Kindern im Alter von 14, 19 und 21 Jahren im sauerländischen Altena. Die Liebe zum Ruhrgebiet ist bei all seinen Arbeiten stets gegenwärtig. Schon von Kindesbeinen an haben Lokomotiven und Automobile für ihn die „große weite Welt" bedeutet und das sowohl im Original wie auch im Modell. Diese Begeisterung ist bis heute ungebrochen – so ist es selbstverständlich, dass bei Familie Möritz seit vielen Jahren eine detailgetreu gestaltete Modelleisenbahn mit funktionsfähigem Straßenverkehr im Keller steht. Speziell in der „dunklen Jahreszeit" wird dort viel Zeit im eigens hergerichteten Modellbahnzimmer verbracht. Natürlich kommt dabei auch der ausgiebige Fahr- und Spielbetrieb mit den Lokomotiven und Straßenfahrzeugen nicht zu kurz. In den vergangenen Jahren hat er sich als Fachautor bei vielen Modellbahnern einen Namen gemacht.

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://dnb.de abrufbar.
ISBN 978-3-89610-726-8

©2019 by VGB Verlagsgruppe Bahn GmbH
MIBA-Verlag, Fürstenfeldbruck

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, Reproduktion und Vervielfältigung – auch auszugsweise und mithilfe elektronischer Datenträger – nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Der Einsatz der in dieser Publikation beschriebenen Werkzeuge und Materialien erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen. Die geschilderten Vorgehensweisen und alle Ratschläge sind praxiserprobt. Dennoch ist eine Haftung der Autoren und des Verlages und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ausgeschlossen.

Texte: Maik Möritz
Fotos: Susanne Möritz

Redaktion: Gerhard Peter, Martin Knaden, Gideon Grimmel, Lutz Kuhl

Repro: Fabian Ziegler

Gesamtherstellung: Creo Druck- und Medienservice GmbH, Bamberg

6 Ab Seite 6 geht es zum Einstieg in das Thema „Gestalten mit Licht“ um Farbtemperaturen und Leuchtmittel.

46 Beleuchtete Kraftfahrzeuge beleben das nächtliche Erscheinungsbild der Modellstraßen ungemein.

66 Brandbekämpfung durch Feuerwehreinsätze sind immer ein Hingucker und lassen sich spektakulär in Szene setzen.

72 Stimmungsvolle Ausleuchtung eines Dioramas mit Tag-/Nachtwechsel und passender Hinterleuchtung des Hintergrunds.

Ein Wort zuvor

Erhellendes mit LEDs 3

Impressum und Inhalt

4

Bunte Lichtvielfalt dank LED

Lichtfarben und Farbtemperaturen 6
Ade Glühlampe 9
Von Spannung, Strom und Widerstand 12

Gewusst wie – und ganz nah an Vorbild

Beleuchtete Zimmer 18
Gezielte Lichteffekte 20
Mit Licht gestalten 23
Uhlenbrocks Betriebsgebäude 28

Licht und Schatten

Mit der richtigen Auswahl immer nah am Vorbild 30
Mit richtigem Material zum stimmigen Licht 32
Licht fürs Gewerbe 35
Lichtstimmungen auf und neben den Gleisen 39

Nachts auf Achse

Figuren, Fahr- und Motorräder 42
Authentische Kfz-Beleuchtung 46
Von Ampeln und Radarfallen 53

Lichter in der Stadt

Großer Bahnhof im Detail 56
Öffentlicher Personennahverkehr in 1:87 61
Lichtspektakel am Einsatzort 66

Die Modellbahn im Schrank

Diorama mit Lichtsteuerung 72

Perfektes Licht im Modellbahnzimmer

Das richtige Licht für jede Stimmung 76

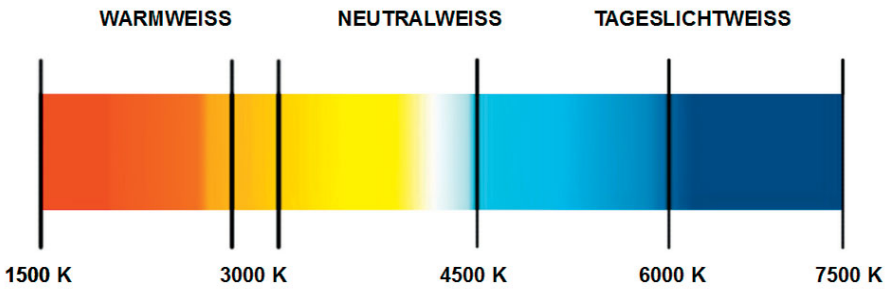
Bezugsquellen

Wer bietet was und was gibt es wo? 80

Von Lampen, Leuchten, Glühbirnen und anderen Obstsorten …

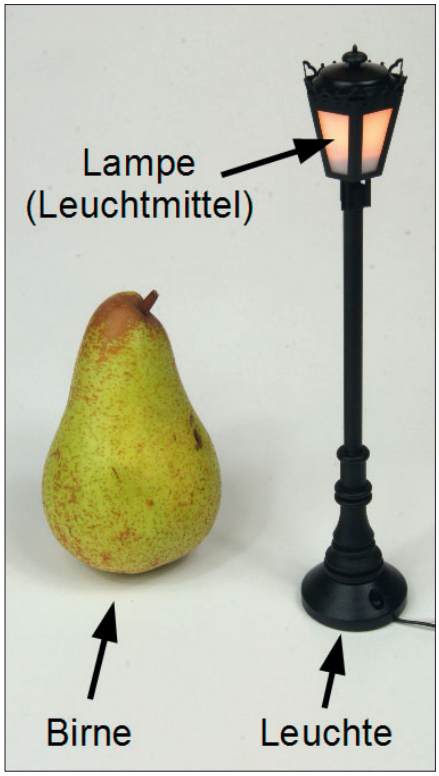
Bunte Lichtvielfalt dank LED

LEDs haben in den vergangenen Jahren auch die Lichttechnik für Modelleisenbahnen revolutioniert. Keine andere Lichtquelle bot bisher ansatzweise vergleichbare Möglichkeiten hinsichtlich der Verwendung und der Gestaltung mit Licht. Der hohe Wirkungsgrad ist ein weiterer Pluspunkt.



Die dargestellten Farben der Illustration stimmen nicht mit den Kelvin-Angaben überein, sondern sollen vielmehr den subjektiven Farbeindruck von eher gelbem, warmem Licht bis hin zu kaltweißem Tageslicht vermitteln.

Mit leichtem Augenzwinkern soll hier der Unterschied zwischen dem im allgemeinen Sprachgebrauch verwendeten Begriff Birne für die birnenförmige Glühlampe, dem Leuchtmittel und der Leuchte dargestellt werden.



Zum Teil bis in die späten 1960er-Jahre verbreiteten die Gaslaternen noch in manchen Straßen ihren schummerigen warmen Lichtschein.

Mit zunehmender Verbreitung der Leuchtstofflampen wurden die Straßen heller und das Licht kälter.

Bevor wir in die Praxis der Modellbahnbeleuchtung einsteigen, möchte ich mit Ihnen zu Beginn einen kleinen Ausflug in die begriffliche Welt der Lichter und Leuchten machen und dabei kurz die wichtigsten Bezeichnungen rund um das Thema gezielt vorstellen. Was in Fachkreisen oft als selbstverständlich abgetan und als bekannt vorausgesetzt wird, sollte der engagierte Modelleisenbahner ohne Studium der Licht- und Beleuchtungstechnik in meinen Augen zumindest einmal kurz gehört haben. Verzeihen Sie mir daher bitte den kurzen, nicht immer ganz ernst gemeinten Abstecher in die Theorie der sinnverwandten Begrifflichkeiten.

Bei einer „Leuchte“ handelt es sich von der Definition her (streng genommen) um eine Vorrichtung, in die ein „Leuchtmittel“ fest eingebaut ist oder eingebaut werden kann. Das Leuchtmittel kann z.B. eine „Glühlampe“, eine „Leuchtstofflampe“ oder auch eine LED-Konstruktion sein. Umgangssprachlich wird die „Leuchte“ immer wieder gern als „Lampe“ bezeichnet, was technisch gesehen und auch zur Unterscheidung jedoch nicht ganz korrekt ist. Bei der Lampe handelt es sich also lediglich um das Leuchtmittel.

Früher wurden Glühlampen wegen ihrer typischen Form des öfteren auch als „Glühbirnen“ bezeichnet, was heutzutage gerade in wissenschaftlichen Kreisen immer gern belächelt und sogar öffentlich angeprangert wird. Leuchtende Birnen sollen nach schriftlichen Überlieferungen entgegen der wissenschaftlichen Meinung schon in der Nähe von Kernkraftwerken gefunden worden sein – mir persönlich ist leuchtendes Obst bisher nur auf den Displaydeckeln meines Handys oder Notebooks untergekommen. Aber man soll Äpfel ja bekanntlich auch nicht mit Birnen vergleichen …

Wie auch immer – ob diese Zusammenhänge für den Modelleisenbahner so wichtig sind, dass es gerechtfertigt wäre, noch weitere Zeilen damit zu füllen, mag ich bezweifeln. Daher nun schnell wieder zurück zum eigentlichen Thema dieses Sonderheftes, nämlich der Modelleisenbahn!

Lichtfarben und Farbtemperaturen

Wichtiger als die Verwendung der korrekten Begriffe aus dem vorherigen Abschnitt ist für den vorbildorientierten Modelleisenbahner die richtige Auswahl geeigneter Lichtquellen mit deren epochetypischen Lichtfarben. Um nicht zu sehr in die Schulphysik abzuschweifen, möchte ich die Zusammenhänge rund um die verschiedenen Lichtfarben und Farbtemperaturen an dieser Stelle gerne auf die für uns Modellbahner wesentlichen Aspekte konzentrieren.

Ganz ohne Physik geht es dann aber doch nicht: Die physikalische Einheit der Farbtemperatur ist Kelvin (K). Je höher der Wert, desto kühler wirkt das Licht. Farbtemperaturen unter 3300 K werden als „warmweiß“ bezeichnet. Beträgt die Farbtemperatur mehr als 5300 K spricht man von „Kaltweiß“ oder „Tageslichtweiß“. Die Werte dazwischen gelten von der Definition her als „Neutralweiß“. Welche Farbtemperatur auf der Modelleisenbahn vorherrschend sein sollte, hängt nicht zuletzt auch von der dargestellten zeitgeschichtlichen Epoche ab.

In den frühen Epochen bis in die 1970er-Jahre hinein war die Beleuchtung in Gebäuden von Kerzen und Glühlampen geprägt. Daher kommen auf Modellbahnen in dieser Zeit am besten vorherrschend warme, gemütliche Lichtfarben zum Einsatz. Die Farbtemperatur einer Glühlampe beträgt etwa 2600 bis 3000 Kelvin –

Modernere Straßenleuchten besitzen neutralweiße Gasentladungslampen, die ab und zu ausgewechselt werden müssen.

Bei diesen LED-Straßenleuchten hat sich Busch für das orangegelblichen Lichts einer Natriumhochdruck-Dampflampe entschieden.

warmweiße LEDs ähneln dieser Farbtemperatur. Kerzen bringen es dagegen auf eine Farbtemperatur von ca. 1500 Kelvin. Hinter einzelnen Fenstern können also durchaus auch gelbliche LEDs eingesetzt werden, die diesem Wert recht nahe kommen.

Wer mit „gemütlichen“ Lichtfarben spielt, darf durchaus ein wenig variieren und für Abwechslung sorgen. Dabei aber unbedingt auch bei der Straßenbeleuchtung auf die Lichtfarben achten! Die frühen Gaslaternen waren zu ihrer Zeit durch eine Farbtemperatur von 2700 bis 2900 K gekennzeichnet. Auch die vereinzelt noch bis Ende der 1970er-Jahre eingesetzten Kohlebogenlampen oder Glühlampen waren vom Licht her ähnlich. Ab Anfang der 1980er-Jahre wurden in größerem Umfang Wohnraumleuchten und Straßenleuchten mit Leuchtstoffröhren eingesetzt. Eine neutralweiße Leuchtstoffröhre mit ihren ca. 4000 Kelvin lässt sich mit einer weißen Standard-LED gut im Modell umsetzen. Sie kann durchaus in städtischer Umgebung auch schon in früheren Epochen Anwendung finden. Die in den 1990er-Jahren auch im Wohnraum sehr beliebten Halogenlampen mit einer Farbtemperatur von ca. 2700 K bis 3200 K lassen sich hinter den Fenstern wiederum recht authentisch mit warmweißen LEDs nachbilden.

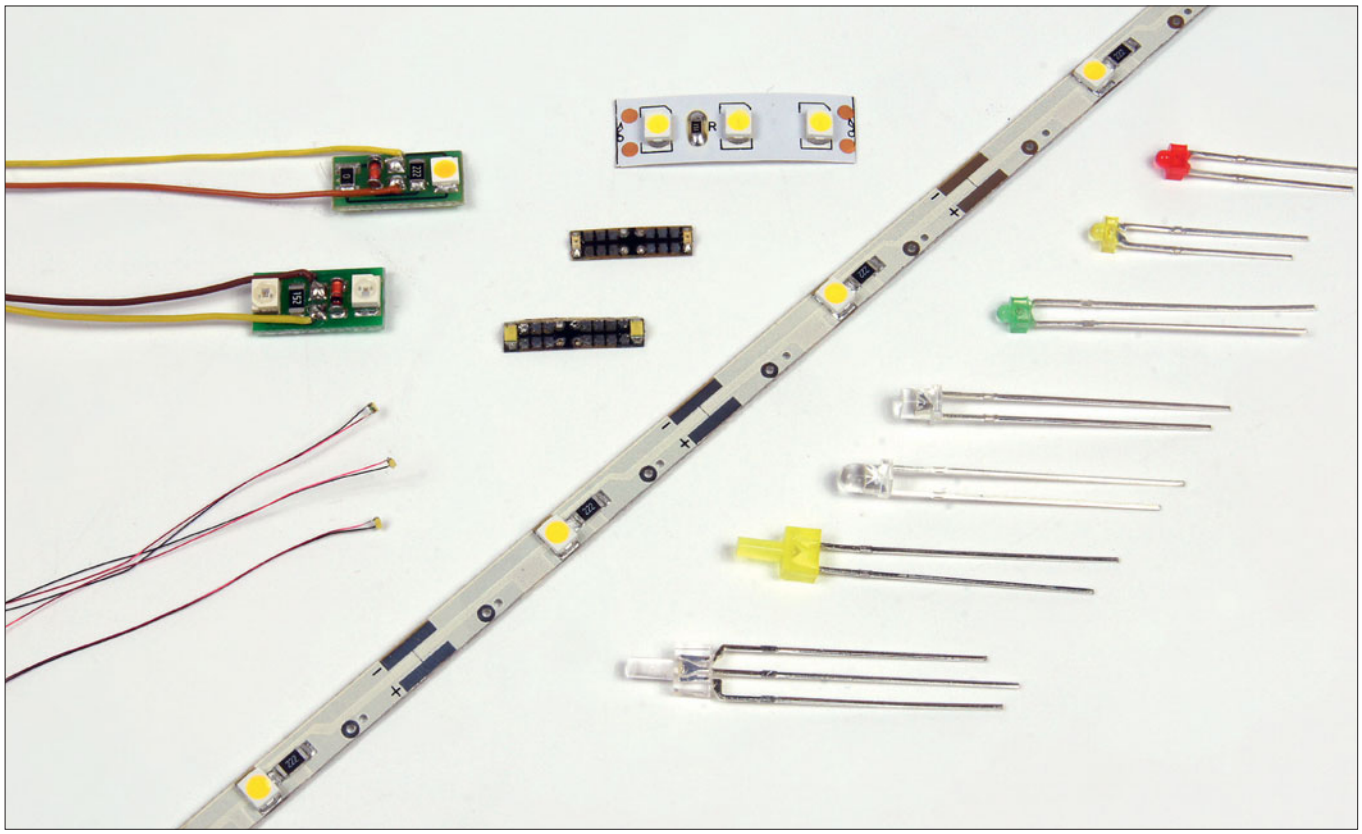
Die moderne Modellbahn erlaubt einen Mix aller Lichtfarben, ohne dabei vorbildwidrig zu sein. Hier finden sich sowohl Glühlampen, Leuchtstoffröhren oder auch Gasentladungslampen der verschiedenen Bauarten nebeneinander vereint. Ab 2007 hielten schließlich die ersten LED-Leuchtmittel als Ersatz für die klassischen Glühlampensockel in den Wohngebäuden ihren Einzug. Die kalte und ungemütliche bläuliche Lichtfarbe (ähnlich den Xenon-Scheinwerfern moderner Kraftfahrzeuge mit 4500 bis 5200 K) aus den Anfängen gehörte spätestens ab 2010 der Vergangenheit an.

Heute sind alle Lichtfarben von 2700 K bis über 5000 K vertreten, selbst in weiten Bereichen als Außenleuchten auf Straßen und Wegen. Gelbliche LEDs sind als „Kerzenersatz“ natürlich auch in modernsten Epochen jederzeit einsetzbar. Ebenso im Bereich der Straßenleuchten feiert die gelbe Lichtfarbe übrigens ihre Wiedergeburt, etwa wenn es darum geht, modernste Natriumdampf-Hochdrucklampen der heutigen Zeit mit ihrem orange-gelblichen Licht von etwa 2000 K nachzubilden.

Abschließend noch ein paar Eckdaten zum Vergleich: Das Mondlicht einer klaren Nacht kommt mit ca. 4100 K einer neutral weißen Leuchtstoffröhre schon sehr nahe. Die Vormittags- und Nachmittagssonne misst ca. 5500 K, während es ein wolkenloser Himmel locker auf Werte größer 10000 K bringt.

Lichtfarben und Lichtquellen

Farbtemperatur	Lichtquelle
1500 K	Kerzenlicht
2000 K	Natriumdampf-Hochdrucklampen
2600-3000 K	Glühlampen
2700-3200 K	Halogenlampen
4000 K	Leuchtstofflampen (neutralweiß)
4500-5200 K	Xenon-Gasentladungslampen
4100 K	Mondlicht
5500 K	Vormittags-/Nachmittagssonne
10000 K und mehr	wolkenloser Himmel



Gegenüber den ersten LEDs aus den 1970er-Jahren sind die heutigen LEDs deutlich effizienter, in winzigsten Bauformen zu bekommen und mit einem breiten Spektrum an Lichtfarben erhältlich.

Ade Glühlampe

Leuchtdioden (LEDs) haben in den vergangenen Jahren die Lichttechnik umgekrempelt. Für die Modellbahn glich es schon fast einer technischen Revolution. Winzig klein mit hoher Lichtausbeute bei geringstem Stromverbrauch und nicht nennenswerter Erwärmung bieten sie unglaubliche Möglichkeiten der Gestaltung.

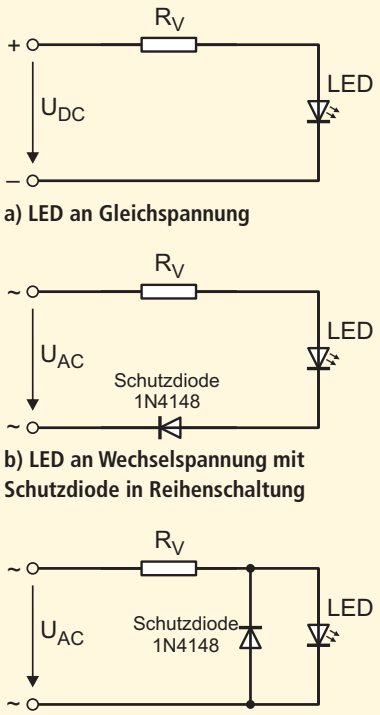
Der Begriff der Leuchtdiode (LED) kommt aus dem englischen Wortschatz und steht für „Light Emitting Diode“. Leuchtdioden haben einige besondere Eigenschaften, die sie zum idealen Partner für alle möglichen Beleuchtungszwecke auf der Modelleisenbahn machen. Einer der größten Vorteile der LEDs besteht in der geringen Stromaufnahme im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen. Dazu kommt eine sehr lange Lebensdauer und eine aufgrund des hohen Wirkungsgrades sehr geringe Wärmeentwicklung, was beispielsweise auch einen Einsatz in kleineren geschlossenen Räumen oder in schlecht zugänglichen Modellen aller Art möglich macht.

LEDs sind zudem unempfindlich gegenüber häufigem Ein- und Ausschalten, in allen möglichen Farben erhältlich und daher auch sehr gut für Blink- und Blitzeffekte aller Art einsetzbar. Dank hoher Vibrations- und Stoßfestigkeit bieten sich LEDs gleichfalls ganz hervorragend zur Beleuchtung von rollendem Material an, etwa als Beleuchtung in Lokomotiven und Zügen oder aber auch zur Nachrüstung von Straßenfahrzeugen mit funktionsfähigen Scheinwerfern, Rücklichtern, Blinkern usw.

Nie ohne Vorwiderstand

So viele Vorteile die Leuchtdioden für den Einsatz als Lichtquelle auch mitbringen, ein paar Besonderheiten sind beim Betrieb unbedingt zu beachten. Leuchtdioden benötigen zum Betrieb eine Gleichspannung in Form einer Konstantstromquelle oder zumindest einen Vorwiderstand zur Begrenzung des Stromflusses. Die gängigsten Leuchtdioden für den Einsatz im Modellbausektor besitzen einen typischen Betriebsstrom von lediglich 5-20 mA.

Über die Höhe des Vorwiderstandes lässt sich die Helligkeit im Betrieb in weiten Bereichen einstellen und den jeweiligen Erfordernissen anpassen. Eine Überschreitung des maximal zulässigen Betriebsstroms führt aller-

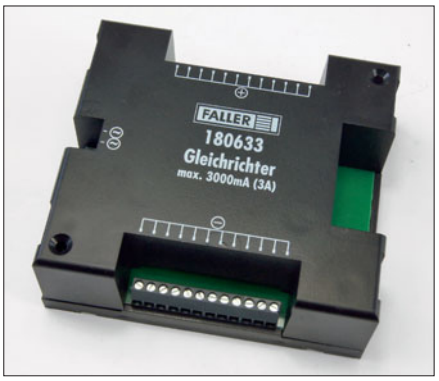


a) LED an Gleichspannung

b) LED an Wechselspannung mit Schutzdiode in Reihenschaltung

c) LED an Wechselspannung mit antiparallel geschalteter Schutzdiode

Für den Betrieb von LEDs ist ein Vorwiderstand zwingend notwendig. Schutzdioden sind bei Einsatz an Wechselspannung sehr empfehlenswert.



Zur Versorgung von elektronischen Schaltungen und auch von LEDs bietet Faller einen 3-Ampere-Gleichrichter an. Abhängig von der eingespeisten Wechselspannung liefert er die 1,4-fache Gleichspannung.

Das Netzteil von Faller liefert eine Wechselspannung von 16 Volt und Gleichspannungen von 12 und 5 Volt.

Viessmann bezeichnet sein Gleichrichtermodul als Powermodul. Es liefert maximal 2 Ampere (wahlweise Verteilerleiste erhältlich).

dings zur sofortigen Zerstörung des Bauelements. Der Berechnung eines passenden Widerstandes sowie den verschiedenen Schaltungsanordnungen habe ich ab Seite 14 zu den elektrischen Basics einen eigenen Abschnitt geschrieben.

Beim konventionellen Betrieb am Modellbahntrafo mit Wechselspannung (hier wechselt die Stromrichtung 50 mal in der Sekunde) ist neben dem Vorwiderstand sinnvollerweise eine Schutzdiode oder Ableitdiode vorzusehen. Einige Hersteller schalten diese zusätzlich in Reihe zu der eigentlichen Leuchtdiode als Maßnahme für den sicheren Betrieb an einer Wechselspannung. Alternativ kann die Schutzdiode auch antiparallel zur LED (parallel zur LED mit gedrehter Polung) geschaltet werden, um die von der LED nicht genutzte Halbwelle auf die Höhe der Durchlassspannung der Schutzdiode zu reduzieren.

Der Grund für die Maßnahme liegt darin, dass Leuchtdioden (genau wie klassische Dioden) den Strom nur in eine Richtung fließen lassen und diesen in der anderen Richtung sperren. Da die zulässige sogenannte Sperrspannung bei LEDs jedoch recht gering ist (oft nur um die 5 V), werden zusätzliche Schutz- oder Ableitdioden (z.B. Typ 1N4148, Sperrspannung 75 V) zum Schutz der eigentlichen LEDs benötigt. Die meisten Hersteller von LED-Beleuchtungen rüsten ihre LED-Platinen ab Werk schon anschlussfertig für den direkten Betrieb mit Wechselspannung aus.

Vorwiderstand und Schutzdiode sind für einen weiten Spannungsbereich schon an Bord. Bei Eigenkonstruktionen, wie sie z.B. beim Einsatz einzelner LEDs in Verbindung mit Fahrzeugbeleuchtungen o.Ä. vorkommen, sind die Vorwiderstände in eigener Regie vorzusehen.

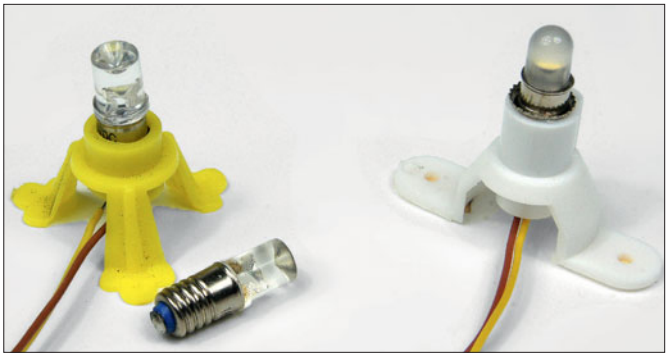
Beim Betrieb von LEDs an Wechselspannung fällt ein leichtes Flimmern negativ auf. Das erklärt sich daraus, dass die LEDs an der haushaltsüblichen Wechselspannung des Modellbahntrafos 50 mal in der Sekunde aufblitzen (in Sperrrichtung leuchtet die Diode ja nicht). Abhilfe schafft eine Brückengleichrichterschaltung mit Siebkondensator. Die Schaltung wird in den nachfolgenden Abschnitten noch detailliert beschrieben.

Die Schaltung erzeugt aus der Wechselspannung des Modellbahntransformators eine saubere Gleichspannung für einen flimmerfreien LED-Betrieb. Wer sich den Selbstbau der Gleichrichterschaltung nicht zutraut, findet im Modellbahnfachhandel auch passende Fertigbausteine, wie z.B. das Viessmann-Powermodul 5215 (uvP € 20,50) oder den Faller-Gleichrichter 180633 (uvP € 24,99), Natürlich kann stattdessen auch gleich ein Modellbahntrafo mit einem Gleichspannungsausgang verwendet werden (z.B. Faller 180641 (uvP € 86,99).

Bauformen

Für die Anwendung zur Modellbahnbeleuchtung lassen sich die handelsüblichen LEDs grob in zwei unterschiedliche Bauformen unterteilen, eine konventionelle bedrahtete Bauart und eine Ausführung ohne Anschlussleitungen für die direkte Montage auf den Leiterbahnen einer Platine o.Ä. Letztere werden als SMD-LEDs (Surface Mounted Device) bezeichnet und sind auch in winzigsten Ausführungen in Größen von unter 1 mm verfügbar.

Der elektrische Anschluss muss bei den SMD-LEDs durch das Auflöten auf einer Platine oder durch Anlöten von Kabeln an den Lötpads an der Unterseite der Bauteile hergestellt werden. Das Anlöten der Anschlussleitungen ist



Für die altehrwürdigen Glühlampensockel mit E5,5-Gewinde gibt es LEDs in verschiedenen Weißtönen.

Je nach Verspiegelung bzw. Satinierung des Lampenkörpers wird das Licht ähnlich wie bei einer Glühlampe in alle Richtungen abgestahlt.