

Farben und Mischlacke

Zu den auffälligsten optischen Merkmalen eines Autolackes gehört seine Farbe. Sie stellt mit die wichtigste Eigenschaft eines Lackes dar. Obwohl die Material- und Applikationsqualität der darunter liegenden Lackschichten wie Grundierung und Füller für die Qualität des Lackaufbaus auch eine große Rolle spielt, ist der Farbton der Decklackschicht die offensichtlichste Eigenschaft, die für den Lackierfachmann und den Autobesitzer zählt. Glanzgrad und Verlauf sind ebenfalls wichtige Faktoren für die Qualität einer Decklackierung.

Eine Autofarbe ist nicht Rot, sondern wir sehen und empfinden Rot, wenn wir das Auto bei Licht betrachten. Licht ist erstens notwendig, damit wir sehen. Und zweitens sind die Objekte wie ein Auto oder ein Autolack nicht von sich aus farbig, sondern sie erscheinen uns farbig, d. h., in unserem Kopf entsteht die Farbe als reine Sinnesempfindung. Diese Darstellung ist zunächst schwer zu verstehen, weshalb im Folgenden kurz der Weg zur Farbe dargestellt wird.

Die Sonne als Lichtspenderin

Ausgangsort jeder Farbe ist die Sonne als Lichtspender. Von dort gelangen weniger als ein Prozent ihrer Strahlen zur Erde, wo sie durch die Erdatmosphäre gefiltert werden. Durchlässig ist die Erdatmosphäre fast nur für ultraviolette, infrarote und die sogenannten sichtbaren Strahlen.

Typisch für die Darstellung der sichtbaren Strahlen ist der Regenbogen, der den farblichen Verlauf von Blauviolett über Blau, Grün, Gelb und Orange zum Rot anzeigt. An den blauvioletteten Bereich grenzen die ultravioletten Strahlen (UV), die uns bräunen und auch das Calciumbildende Vitamin D in der Haut entstehen lassen. Auf der anderen Seite des Spektrums grenzt der Infrarot-Bereich (IR), der die Wärme liefert. Betrachtet man die Lichtstrahlen als Lichtwellen mit unterschiedlicher Wellenlänge, so besitzt

Blauviolett kurze Lichtwellen von etwa 400 nm (10^{-9} m), die zum Roten bis etwa 700 nm länger werden.

Die Lichtmanipulation

Alle sichtbaren Strahlen der Sonne lösen bei uns im Auge und Gehirn eine weiße Empfindung aus – jedenfalls zu Mittag. Abends kann sich der Eindruck aufgrund des längeren Wegs der Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre der Eindruck ins Rötliche verschieben. Aber warum erscheinen uns Gegenstände oder Objekte dann farbig? Die Antwort ist einfach: Die Lichtstrahlen werden auf irgendeine Art und Weise manipuliert.

Um die verschiedenen Möglichkeiten der Lichtmanipulation zu beleuchten, hilft ein Blick auf die unterschiedlichen Arten der Autofarben: Es gibt Unifarben, Metallics und Effektfarben. Die Unifarben sind die klassischen Farben, bei denen sogenannte Buntpigmente für die Lichtmanipulation sorgen. Buntpigmente sind kleinste Teilchen, die anorganischen oder organischen Ursprungs sein können. Diese Buntpigmente nehmen einen Teil der Lichtstrahlen auf und absorbieren diese. Die restlichen Anteile werden ohne Vorzugsrichtung zurückgestreut und gelangen ins Auge, um dort einen Farbreiz auszulösen. Betrachtet man die Verteilung



Mithilfe von Mischsystemen lassen sich fast alle Serienfarben in unterschiedlichen Lackqualitäten ausmischen. Zu einem Mischsystem gehört ein Regal mit Mischlacken, eine Waage und eine Formelsammlung



dieser gestreuten Lichtstrahlen, so stellt man zweierlei fest: Erstens gibt es in ihrem Spektrum keine schwarzen Löcher, d. h. es wird nach wie vor im gesamten Spektrum Licht reflektiert. Zweitens ist die Intensität der reflektierten Lichtstrahlen unterschiedlich stark, d. h. rote Lichtstrahlen werden beispielsweise stärker reflektiert als die anderen. Das führt letzten Endes zu einer Rotempfindung.



Metallic-Effekte

Metallics enthalten normalerweise kleine Aluminiumplättchen, die das einfallende Licht direkt reflektieren und vor allen Dingen einen metallischen Glanz erzeugen. An ihren Kanten können die Plättchen auch Licht streuen, insbesondere, wenn sie klein sind und das Verhältnis Oberfläche zur Kante auch klein ist. Deswegen besitzen feine Aluminiumpigmente ein höheres Deckvermögen.



Aluminiumpigmente reflektieren das einfallende Licht direkt und erzeugen eine nahezu gleichmäßige Reflexion über das gesamte Spektrum. Mit der Zugabe von bunten Pigmenten lassen sich mit den Aluminiumpigmenten aber auch Metallics erzeugen, die nicht silberfarben sind.



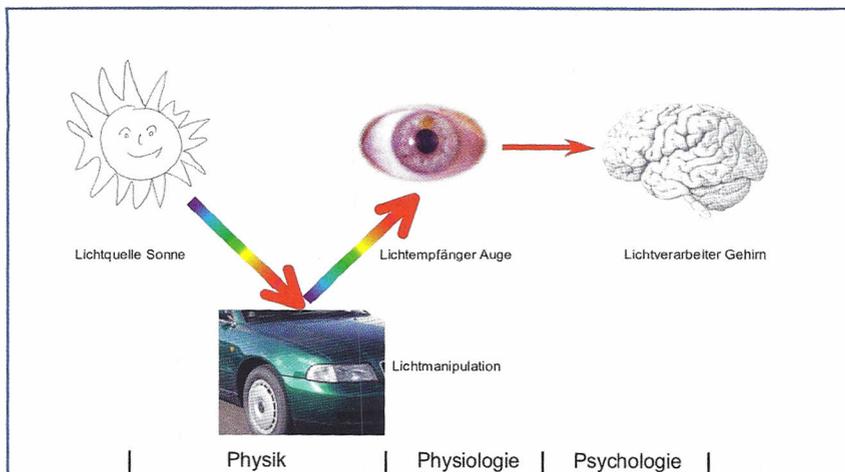
Flip-Flop-Pigmente

Die dritte Gruppe von Pigmenten, die das Licht manipuliert, ist relativ neu im automobilen Einsatz. Sie werden als Perlglanzpigmente, als Flip-Flop-Pigmente oder ähnlich bezeichnet. Trotz unterschiedlicher Herstellungsverfahren und unterschiedlichem Pigmentaufbau ist ihnen eine physikalische Eigenschaft gemeinsam: Sie manipulieren das Licht durch Interferenzen. Darunter versteht man das Zusammenspiel von Lichtstrahlen mit verschobenen Lichtwellen. Aufgrund ihres schichtweisen Aufbaus gibt es unterschiedlich lange Wege für das einfallende Licht, die sich auch zeitlich auf die Lichtwellen auswirken.



Lichtwellen

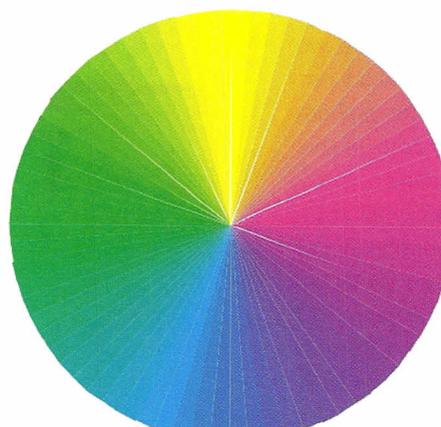
Lichtwellen werden durch Sinuskurven beschrieben, deren Länge durch einen Wellenberg und ein Wellental beschrieben wird. Werden nun zwei Lichtwellen mit gleicher Wellenlänge um ihre halbe



Der Weg zur Farbe: Das Sonnenlicht gelangt auf ein Objekt (Auto) und wird von dort teilweise reflektiert (= Physik). Diese Lichtstrahlen gelangen zum Auge, wo sie einen optischen Reiz auslösen (= Physiologie). Über den Sehnerv wird der Reiz ans Gehirn weitergeleitet, wo eine Farbempfindung entsteht (= Psychologie)



Das sichtbare Licht lässt sich über seine Wellenlängen beschreiben: Bei kurzen Wellenlängen beginnt es mit Blauviolett. Über Blau, Grün und Gelb verläuft es bis Rot im langwelligen Bereich



Das Gehirn ist in der Lage, die beiden Farben Blauviolett und Rot am jeweiligen Spektrumsende zu Lila zu mischen. Durch diese Möglichkeit schließen sich die Farben zu einem Kreis. Er beruht also auf unseren Fähigkeiten und nicht auf Mischverhalten von Buntpigmenten



Wellenlänge miteinander verschoben, so trifft Wellenberg auf Wellental und umgekehrt und es kommt zur Auslöschung der Wellen. Weißes Licht enthält Wellen mit unterschiedlichen Wellenlängen von 400 bis 700 nm. Wird nun das Licht in zwei Teile so geteilt, dass diese um eine bestimmte Länge miteinander verschoben sind, so werden die Anteile verstärkt, bei denen Wellenberg auf Wellenberg trifft. Ansonsten werden die resultierenden Anteile abgeschwächt. Man kann diesen komplizierten Sachverhalt auch in der Aussage zusammenfassen, dass Licht mit bestimmten Wellenlängen bevorzugt reflektiert wird. So sind die klassischen Perlglanzpigmente (Iriodin) chemisch baugleich; sie unterscheiden sich nur dadurch, dass das aufgeteilte Licht unterschiedliche Verschiebungen erfährt. Aufgrund dieser entstehen die typischen Perlglanzfarben in Silberweiß, Gelb, Rot, Blau und Grün.

Bei den modernen Effektpigmenten können sogar mehr oder weniger große Farbverschiebungen auftreten, die vom Winkel des Betrachtens und der Beleuchtung abhängen.

Der Lichtempfänger

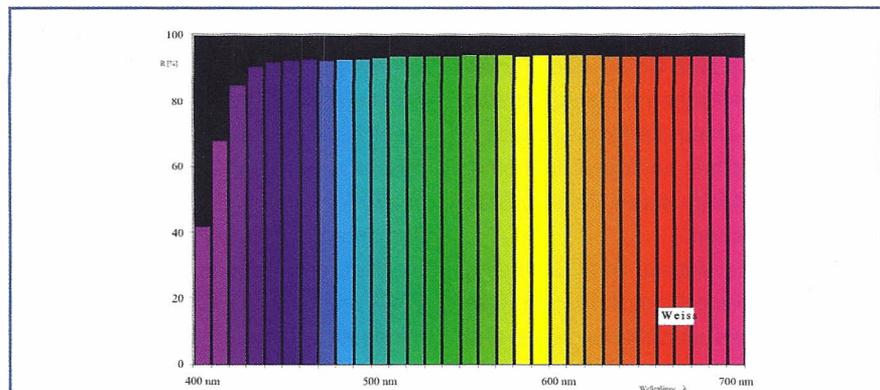
Gelangen die Lichtstrahlen nach einer der oben beschriebenen Manipulationen schließlich ins Auge, so lösen sie dort eine Reizung in der Netzhaut aus. Die Netzhaut befindet sich im Augenhintergrund und enthält lichtempfindliche Zellen. Für die Farbe sind drei verschiedene verantwortlich, die aufgrund ihrer Form als Zapfen bezeichnet werden. Sie sind empfindlich im Blau-, Grün- und Rotbereich. Es findet aber nur eine gemeinsame Reizung statt, sodass wir einzelne Bereiche des Spektrums nicht getrennt erkennen können. So lässt sich bei einem gelben Autolack nicht unterscheiden, dass dieser auch im grünen und roten Spektralbereich reflektiert.

Die drei Zapfenarten sind entwicklungs geschichtlich unterschiedlich alt: Die Grünzapfen, die mit den Rotzapfen eine Unterscheidung von Rot und Grün ermöglichen, sind die jüngsten der drei Zapfenarten. Das ist auch der Grund dafür, dass man hier (noch) die meisten Fehler feststellt.

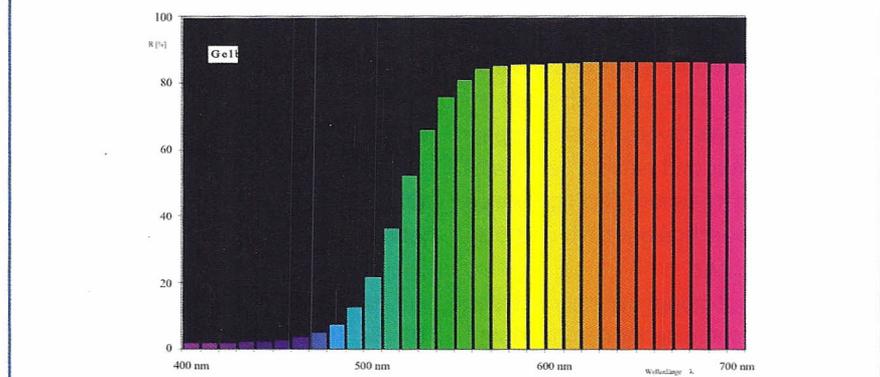
Der Lichtverarbeiter

Das sichtbare Spektrum besitzt mit Blauviolett und Rot zwei Endfarben; darüber hinaus sind die Strahlen für uns nicht sichtbar. Nimmt man die Reaktion oder besser gesagt die Fähigkeit des Gehirns, so stellt man fest, dass wir beispielswei-

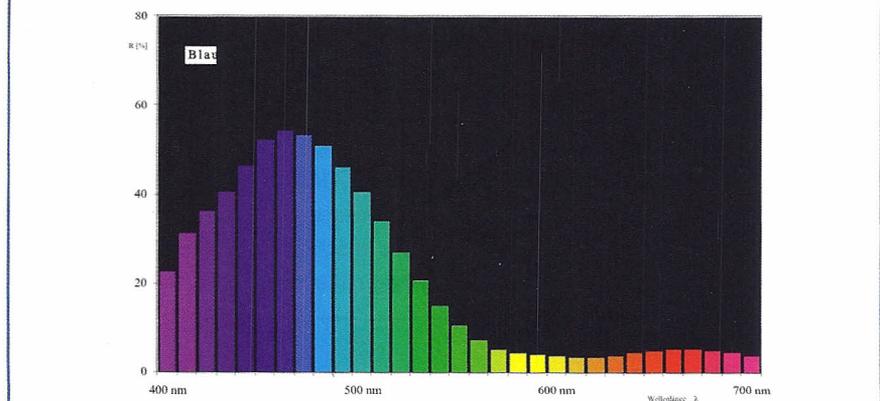
se von Rot über Orange und Gelb nach Grün, von dort aus zum Türkis, dann zum Blau und über Violett wieder zum Rot gelangen. Dieses Phänomen gehört zu den besten Leistungen des Gehirns: Wir sehen die Farben ohne Unterbrechung in einem Farbkreis. Dieser steht also für die



Wird Licht auf einen weißen Lack gestrahlt, so werden Lichtstrahlen typischerweise im gesamten Spektralbereich stark reflektiert. Die geringere Reflexion im blauen Bereich weist auf eine UV-Absorption hin



Deutlich reflektiert ein gelber Lack auch im grünen und roten Spektralbereich. Diese Anteile mischt das Auge zu Gelb. Wird Gelb mit Blau gemischt, so entsteht Grün, weil dieses in beiden Ausgangsfarben schon enthalten ist



Lichtstrahlen werden im gesamten Spektralbereich reflektiert; die Intensität der Reflexion kann allerdings unterschiedlich sein, weshalb es zu einer Farbempfindung kommt. Es gibt deshalb keine schwarzen Löcher





Fähigkeit des Gehirns und wird durch physiologische und psychologische Aspekte definiert. Geht man einen Schritt weiter, so stellt man auch fest, dass es für uns kein rötliches Grün und kein grünliches Rot gibt, d. h. mindestens diese beiden Farben sind sogenannte Grund- oder Primärfarben. Weiterhin gibt es kein bläuliches Gelb und kein gelbliches Blau, also haben wir noch zwei Grund- oder Primärfarben. Unsere Farbempfindung ist also dargestellt in einem Farbkreis, bei dem diese Primärfarben so angeordnet sind, dass Gelb und Blau sowie Rot und Grün gegenüber stehen.



Oft wird behauptet, dass Grün eine Misch- und keine Grundfarbe sei. Das liegt daran, dass wir nicht die grünen und roten Anteile im gelben Reflexionslicht erkennen und nicht unterscheiden können, dass Grün aus Gelb und Blau entsteht, weil in beiden Ausgangsfarben schon Grün enthalten ist.



Deswegen ist auch jeder Farbkreis falsch, bei dem sich Gelb und Violett gegenüber stehen. Gelbe und violette Buntpigmente mischen sich zwar zu Grau, aber der Mischvorgang ist rein physikalischer Natur und hat mit dem Farbempfinden nichts zu tun! Richtigerweise müssen wie beschrieben Gelb und Blau gegenüber stehen.



Das Gehirn erzeugt nicht nur aus den optischen Reizen eine Farbempfindung, sondern manipuliert sie auch oft. Das Prinzip der Umstimmung mit dem weißen Auto bei Mittags- und Abendsonne wurde schon beschrieben. Weiterhin können Stimmungen und Stimmungslagen die Farbempfindung beeinflussen. Auch die exakte Beschreibung der Farben ist mit dem Gehirn nur annähernd möglich, weswegen die Farbmeterik zur genauen Farbbestimmung eingeführt wurde.



Das Gehirn kann allerdings keine Farben „parken“: Wenn man ein Auto außerhalb der Werkstatt ansieht, ist eine Aus-

wahl der exakten Farbpalette in der Werkstatt ohne weitere Informationen nicht möglich. Eine Fähigkeit bereitet dem Autolackierer aber oft Sorgen: Das Gehirn kann Farben und ihre Nuancen sehr gut unterscheiden!

Das Farbenmischen

Eine Autofarbe wird nur in Ausnahmefällen mit nur einem Pigment erzeugt. In der Regel werden drei, vier und meistens mehr Pigmente unterschiedlicher Art gemischt, die zusammen den Gesamteindruck ergeben. Für die Unifarben werden unterschiedliche Buntpigmente verwendet, meistens in Kombination mit Weiß und Schwarz. Metallics enthalten mindestens ein Aluminiumpigment und auch zusätzliche Buntpigmente. Effektfarben setzen sich aus Effekt- und Buntpigmenten zusammen. Oft findet man in solchen Mischungen auch noch Aluminiumpigmente, die das Deckvermögen der oft transparenten Effektpigmente erhöhen sollen.

Aufgrund der großen Zahl an Autofarben ist es nicht möglich, jede einzelne als Fertigfarbe bereitzustellen und zu bevorraten. Aus diesem Grund wurden Mischsysteme entwickelt, mit denen sich nahezu jede Autoserienfarbe nachmischen lässt. Diese Mischsysteme – sie sind jeweils auf das Lacksystem angepasst – enthalten verschiedene Mischlacke, die meistens ein Pigment, manchmal auch mehr Pigmente enthalten. Mithilfe von Mischformeln lässt sich eine Autofarbe dann unproblematisch nachmischen. Nach dem spritzfertigen Einstellen wird der Lack nach Herstellerangaben verarbeitet.

Insbesondere bei neuen Autofarben kommt es oft vor, dass mehrere Nuancen (geringe, aber sichtbare Abweichung von der Originalfarbe) von ihnen existieren. Verschiedene Gründe führen dazu, dass anscheinend gleiche Autofarben auf unterschiedlichen Automodellen und in

unterschiedlichen Lackierstraßen voneinander abweichen. Hier muss der Lackierer entweder eine passende Nuance aus der Mischformelsammlung auswählen oder die Farbe selbst korrigieren. Letzteres geschieht durch Zugabe von Mischlacken, wobei es ratsam ist, die in der vorhandenen Mischformel enthaltenen Mischlacke einzusetzen. Nur so lässt sich eine Metamerie vermeiden, d. h. die Farbe sieht bei Parkplatzbeleuchtung nicht anders aus als die Originalfarbe.

Bei einer Farbmessung wird, vereinfacht ausgedrückt, weißes Licht auf eine Probe gestrahlt und anschließend die reflektierten Anteile gemessen. Diese zunächst physikalischen Werte lassen sich dann in physiologische umrechnen: Erfasst werden also die Lichtstrahlen, bevor sie ins Auge gelangen (= Physik). Dann werden diese stimmungsunabhängig in Empfindungen (= Physiologie) umgerechnet. Als Ergebnis erhält man drei Werte, die den Rot-Grün-Anteil, den Gelb-Blau-Anteil und die Helligkeit wiedergeben. Da kein Rot grünlich und umgekehrt sein kann, wird beispielsweise bei einem Orange der Rot-Anteil angegeben. Und mit dem entsprechenden Gelb-Anteil und der Helligkeit ist das Orange exakt beschrieben. Ein Türkis würde mit den entsprechenden Anteilen von Grün und Blau sowie der Helligkeit dargestellt.

Die Geräte für eine Farbmessung sind heutzutage portabel und können direkt am Objekt (Auto) eingesetzt werden. Mithilfe der Software kann die Farbe bestimmt werden und die dazugehörige Mischformel ausgewählt werden. Farbkorrekturen sind ebenfalls möglich, sodass dem Autolackierer der teilweise schwierige Vorgang des Nachnuancierens abgenommen wird. Bei allen Vorgängen rund um die Farbe darf aber nicht vergessen werden, dass das menschliche Auge letzte Instanz bei der Farbbeurteilung ist.

Aufgaben/Kontrollfragen

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen dem Sonnenlicht und der Farbe.
2. Was sind Pigmente?
3. Erklären Sie den Unterschied zwischen Uni-, Metallic- und Effektfarben.
4. Warum benötigt man Mischformeln?