



ISSN 1860-2835

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

Herausgegeben vom Vorstand der DfwG

Verantwortlich: Prof. Dr. Bernhard Hill



Man muß die Tür eines Trocknungsofens für Musterbleche nur oft genug öffnen und schließen. Ob mit oder ohne Handschuhe – es bleibt immer etwas hängen!

Und so entstehen Kunstwerke im Labor.



Inhaltsverzeichnis

<i>Impressum</i>	4
<i>Farbgemeinde-Brief</i>	6
<i>Kommende Tagungen</i>	7
<i>Jahresabrechnung 2016</i>	8
<i>Protokoll der Kassenprüfung für 2016</i>	9
<i>Anmeldung zur Jahrestagung 2017</i>	10
<i>Weg zum Tagungsort (FOGRA)</i>	11
<i>Anreise Gasthof Huber</i>	12
<i>Programm der Jahrestagung</i>	13
<i>Anmerkungen zum Streuellipsoid</i>	15
<i>Eines für alle – Mischsysteme im Einsatz</i>	25

Impressum

Präsident *Prof. Dr. Bernhard Hill*

Telefon 0241/8027703

E-Mail hill@ite.rwth-aachen.de

Vize-Präsident *Prof. Dr. Christoph Schierz*

Telefon 03677/693731

E-Mail Christoph.schierz@tu-ilmenau.de

Schatzmeister *Dr. Carsten Steckert*

Telefon 030/6032554

E-Mail Carsten.steckert@gmx.de

Sekretär *Dipl.-Ing. Frank Rochow*

Telefon 030/40102618

E-Mail offices@rochow-berlin.de

Geschäftsstelle *Gralsburgsteig 35, 13465 Berlin*

Bankverbindung *IBAN: DE81 1005 0000 2060 0235 83*

Arbeitsgruppenleiter

Farbbildverarbeitung *Dr. Andreas Kraushaar*

Telefon 089/43182335

E-Mail kraushaar@fogra.org

DfwG-Report 2017/2

Farbmetrik und Grundlagen

PD Dr.habil. Peter Bodrogi

Telefon 06151/1675095

E-Mail bodrogi@lichttechnik.tu-darmstadt.de

Fluoreszenz

Dr. Claudio Puebla

Telefon 07621/174729

E-Mail Claudio.puebla@axiphos.com

Multigeometrie

Dr. Alfred Schirmacher

Telefon 0531/592-4240

E-Mail Alfred.schirmacher@ptb.de

Internet

www.dfwg.de

ISSN 1860-2835

Verleger und Herausgeber

Deutsche farbwissenschaftliche Gesellschaft e.V.

Vereinsregister

VR 4979 NZ, Amtsgericht Charlottenburg (Berlin)

Redaktion und Layout

Werner Rudolf Cramer

Druckbetreuung

Andreas Kraushaar

Titelfoto

Werner Rudolf Cramer

Für die Inhalte von fachlichen Artikeln sind die jeweiligen Autoren verantwortlich.

Eines für alle – Mischsysteme im Einsatz

Werner Rudolf Cramer, Münster

Als die ersten Mischsysteme Anfang der siebziger Jahre auf den Markt kamen, galten sie als kleine Sensation. Kaufte der Autolackierer bisher die benötigte Farbe beim Lackhersteller oder dessen Händler, konnte er nun die Farben selber anmischen und vor allen Dingen auch nachnuancieren, wenn er die entsprechenden Fähigkeiten besaß. Diese ersten Mischsysteme bestanden aus dem Mischregal, der Waage und dem Farbtonbuch mit den gedruckten Mischformeln. Das Mischregal enthielt Alkyd- oder Acryl-Mischlacke, teilweise auch schon bis zu drei verschiedene Aluminium-Basislacke. Und die Waage war im Prinzip eine ganz normale Laborwaage. Heute werden auch keine Farbtonbücher benutzt, sondern PCs, auf denen entsprechende Datenbanken geladen sind und die mit der elektronischen Waage verbunden sind. Bei der Vielzahl der Farben - und gewaltigen Steigerung der Anzahl im Vergleich zu den 70er Jahren – ist eine andere Arbeitsweise nicht möglich.



Ein typisches Mischregal mit Waage und Datenbank der Mischrezepturen. Das Regal beinhaltet sowohl Unifarben (Buntpigmente) als auch Metallic- und Effekt-Mischlacke (Aluminium, Interferenzpigmente). Häufig verwendete Mischlacke werden in großen Gebinden angeboten.

Ausgewogen werden Basislacke eines 2-Schicht-System, die nach der Applikation mit Klarlack versiegelt werden.

Es war auch die damalige Vielzahl der Farben Anfang der 70er Jahre, die die Idee für ein Mischsystem hervorbrachte. Obwohl die Mehrzahl der Autofarben reine Buntfarben ohne Effekte waren, stellte deren wachsende Anzahl schon eine Herausforderung dar. Auch die Handbücher mit den Lackformeln veralteten schnell, weswegen im nächsten Schritt Lesegeräte eingeführt wurden. Mikrofilme enthielten die Mischformeln und konnten schnell und kostengünstig aktualisiert werden. Eines hat sich grundsätzlich nicht geändert: Man benötigt mehrere Mischlacke, um eine Autofarbe nachzumischen.



Auch Farben eines Oldtimers stellen für ein Mischsystem kein Problem dar. Die meisten Farben sind als Rezeptur abgespeichert oder können bei Bedarf neu vermessen und rezeptiert werden.

Obwohl sich die Lackqualitäten geändert haben, obwohl neue Effektfarben hinzugekommen sind und obwohl sich die Anzahl vergrößert hat, ist das Prinzip geblieben. Man benötigt mehr Mischlacke als nur einen roten, einen gelben und einen blauen und noch etwas Aluminium, um Autofarben nachzustellen. Es besteht ein großer Unterschied zwischen der Theorie der Farben und der Praxis der Mischlacke. Farben entstehen nur bei uns im Kopf durch physiologische Vorgänge. Das Mischen der Lacke unterliegt reinen physikalischen Gesetzen und hat mit dem Sehen nichts zu tun. Dem Auge ist es vollkommen egal, ob der Lack nur grüne Pigmente oder eine Mischung aus blauen und gelben enthält. Die Praxis der Mischlacke sieht etwas anders aus als man sich gemeinhin vorstellt: Ein Mischlack ist in Bezug auf seine Farbe nie neutral. Er kann ein rötliches oder grünliches Blau sein. Selbst ein Schwarz ist nicht 100%ig neutral, es

DfwG-Report 2017/2

kann blau- oder braunstichig sein. Auch haben die Mischlacke ihre eigenen optischen Eigenschaften beim Mischen. Insofern reicht eine Handvoll Mischlacke nicht aus, um Autofarben nachzumischen.

Mischlacke enthalten Pigmente, die für Farbe sorgen. In der Regel enthalten die Mischlacke jeweils ein Pigment, selten zwei Pigmente. Und Pigmente stellen sozusagen die Realität dar, ihre Farben sind virtuell, d.h. sie existieren nur in unseren Köpfen. Das heißt aber auch, dass sich Pigmente und damit die Mischlacke bezüglich ihres optischen Verhaltens nicht ideal verhalten: Ein Rot kann beispielsweise beim Aufhellen mit Weiß durchaus ins Violette abdriften auf dem Weg zum Weiß. Beim Mischen – und das gilt auch fürs Nuancieren – ist zu bedenken, dass sich bei der Zugabe eines Mischlackes die Farbe dreidimensional ändert. So kann ein roter Mischlack durch Zugabe von Weiß bläulicher, fahler und heller werden. Schwarz macht ein Gelb dunkler, schmutziger und grünlich.



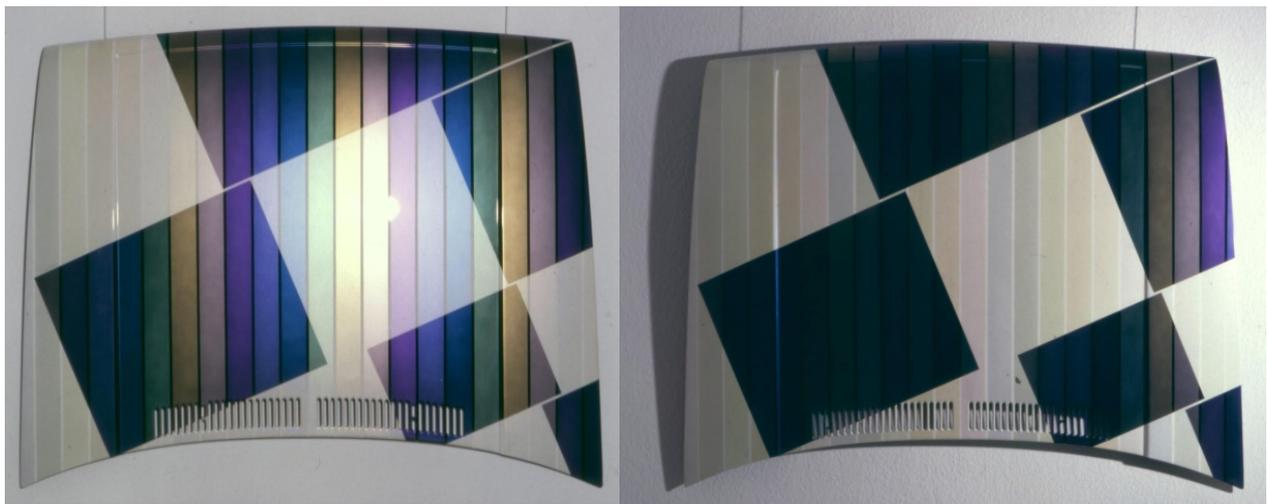
Deutlich ist der Unterschied zwischen einer Metallic- und Unifarbe zu erkennen.

Noch interessanter wird das Mischen von Effektpigmenten. Im PPG-Mischregal findet man diverse Aluminiumtypen sowie Interferenzpigmente. Erstere spiegeln das einfallende Licht, letztere bewirken eine Überlagerung der Lichtwellen. Aluminiumpigmente werden unterschieden in Cornflake- und Silverdollar-Typen, die unter Schutzgas produziert werden und

im Gegensatz zu den Cornflakes Formen wie Silberdollars haben. Beide Typen werden hinsichtlich der Größe der Pigmente in fein, mittel und grob sowie Zwischengrößen unterschieden.

Interferenzpigmente werden seit Mitte der 80er Jahre in Autolacken eingesetzt und sind seitdem auch in den Mischregalen zu finden. Die gängigen Interferenzpigmente sind transparent und scheinen weiß oder bunt. Ein besonderes Merkmal ist ihr Mischverhalten: Im Gegensatz zu Buntpigmenten mischen sie sich additiv, d.h. Gelb und Blau mischen sich beispielsweise nicht zu Grün, sondern zu Weiß. Ihr Effekt kommt auch dadurch zustande, dass sie wie die Metallics winkelabhängig sind. Sie ändern ihre Farbe und ihre Helligkeit in Abhängigkeit des einfallenden Lichtes sowie in Abhängigkeit vom Standort des Beobachters.

Interferenzpigmente lassen sich so gut wie gar nicht durch Mischungen ersetzen. Und da Interferenzpigmente Individualisten sind, benötigt man eine Vielzahl von ihnen im Mischregal. Da einige Interferenzpigmente und damit die entsprechenden Mischlacke keine guten Dreher sind – die Umsätze sind gering – gehen Lackhersteller dazu über, sie in separaten Gebinden anzubieten.



Zwei Motorhauben? Nein, zwei Blickwinkel zeigen den Effekt von Interferenzpigmenten. Die Motorhaube wurde zunächst in Weiß lackiert. Darauf wurden die schwarzen Flächen lackiert. Die Effektpigmente wurden als Streifen von oben nach unten aufgespritzt. Der Effekt beruht auf dem Zusammenspiel der Untergrundfarben (Weiß und Schwarz) mit dem jeweiligen Interferenzpigment.

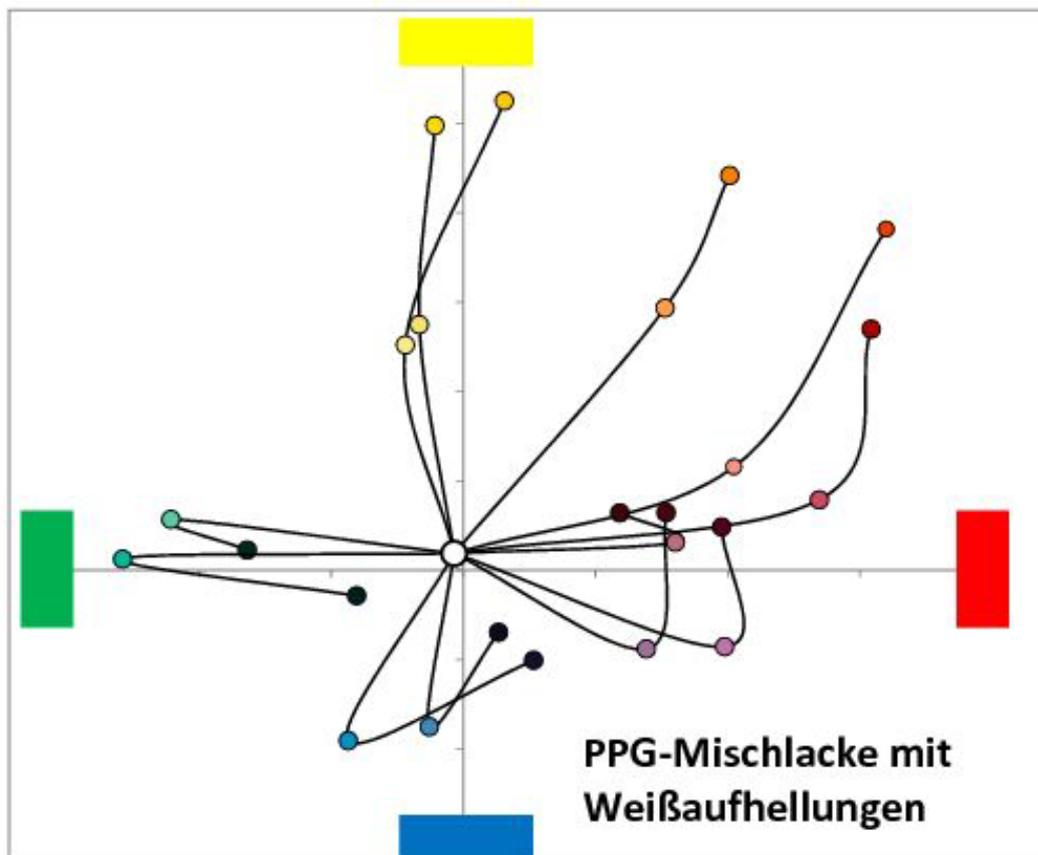
Allgemein gilt, dass keine Farbe ermischt werden kann, die ein höhere Buntheit und einen stärkeren Effekt als die Mischlacke selber besitzen. Man kann ein Orange aus Gelb und Rot

mischen; allerdings ist dieses Orange nie so bunt wie ein Mischlack mit einem Orangepigment. Auch ein brillantes Violett lässt sich nicht aus Rot und Blau mischen. Aus diesem Grund findet man im Mischregal ein Rot- und ein Blauviolett mit einer hohen Buntheit.

Der Farbkreis

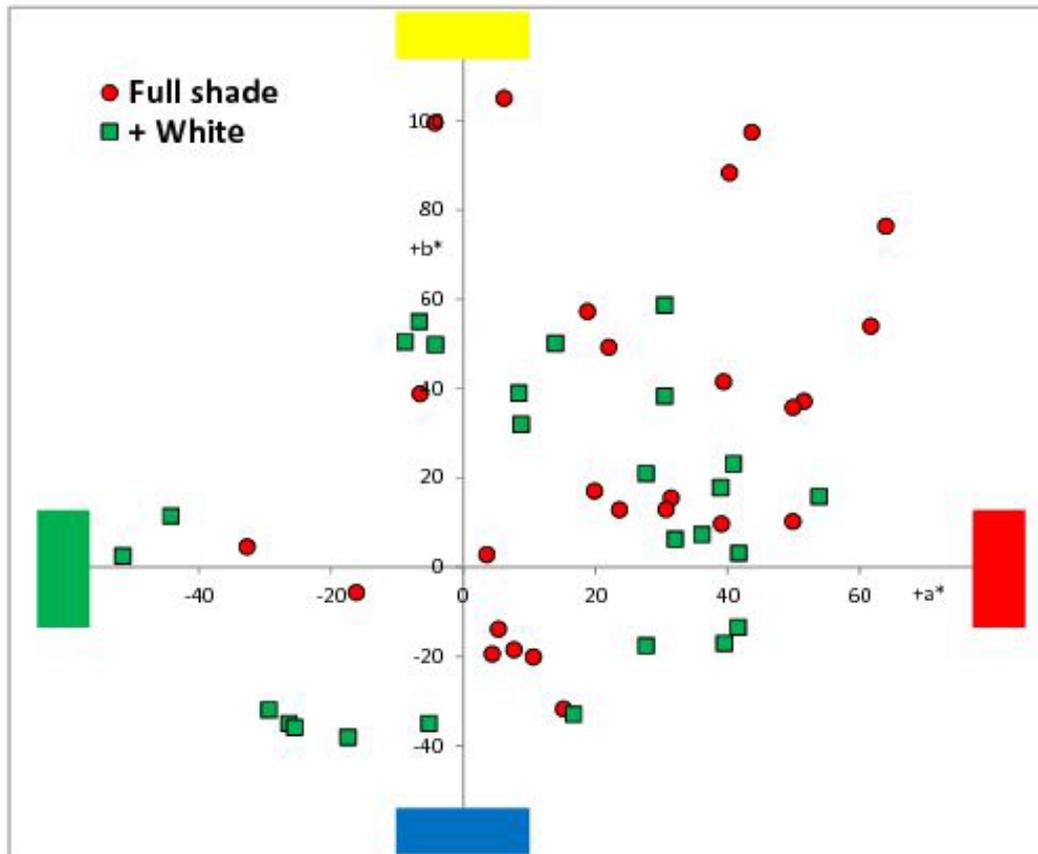
Wie erwähnt besteht die Welt der Farben vor unseren Augen aus Pigmenten (Farbmittel), die die Lichtstrahlen so manipulieren, dass diese in unserem Auge und Gehirn Farbempfindungen auslösen. Und diese Farbempfindungen lassen sich im Farbkreis anordnen. Dieser Farbkreis existiert nur bei uns im Kopf! Danach kann ein Gelb grünlich oder rötlich sein. Das gegenüberliegende Blau kann auch nur grünlich oder rötlich, aber niemals gelblich sein. Ebenso kann ein Grün nie rötlich, sondern nur gelblich oder bläulich sein. Das Gleiche gilt für Rot: Nie grünlich, nur gelblich oder bläulich.

Aus diesen Fakten ergeben sich auch Notwendigkeiten für ein Mischregal. Reale Buntpigmente besitzen einen Farbstich mit entsprechendem Mischverhalten, weswegen mehrere gleicher Farbrichtung im Regal stehen. Und deshalb beinhalten Mischregale so viele Mischlacke.



Diese Grafik zeigt das unterschiedliche Verhalten von bunten Mischlacken: Gelbe und rote Mischlacke sind intensiver als blau und grüne, die mit Weiß ein höheres Chroma erhalten.

Beim Mischen von Farben und auch beim Nuancieren von Reparaturlacken ist unbedingt zu beachten, dass man sich in einem dreidimensionalen Farbraum befindet. Neben dem Farbton – gelb, rot, blau oder grün – besitzen diese auch eine Helligkeit. Mische ich einen weiteren Mischlack zu meinem rezeptierten Lack hinzu, kann dieser nicht nur die Farbe, sondern auch die Helligkeit ändern.



Die Grenze der mischbaren Farben wird durch die Mischlacke eines Mischsystems vorgegeben. Es ist nicht möglich, Farben mit einem höheren Chroma zu ermischen.

Gelbe Mischlacke

Gelbpigmente und damit gelbe Mischlacke können entweder grün- oder rotstichig sein. Mischt man beide zusammen, so sackt ihre Helligkeit und auch Brillanz runter. Will man ein Grün gelblicher machen, so nimmt man deshalb ein grünstichiges und nicht ein rotstichiges Gelb. Umgekehrt gilt dieses auch für ein Orange, um dieses gelblicher machen. Meistens wird man aber besser mit der Zugabe von Orange fahren, um das vorliegende Orange zu ändern. Gelb ist nämlich nicht so farbstark wie Rot: Um ein Gelb mit Rot zu Orange zu mischen benötigt man einen Tropfen, um ein Rot mit Gelb zum Orange zu konvertieren, benötigt man das Tausendfache.

DfwG-Report 2017/2

Gelb mit Schwarz wandert zum Grünlichen und wird zum Olive. Ähnliche Reaktionen gibt es auch beim Mischen von Gelb mit Weiß.

Dass sich Gelb und Blau zu Grün mischen, liegt daran, dass beide schon Grün enthalten. Es bleibt übrig im Mischvorgang. Auch hier gilt das gleiche wie bei allen Mischungen: Das grüne Ergebnis ist nicht so bunt wie ein grüner Mischlack.

Orangefarbene Mischlacke

Diese sind deutlich bunter als Mischungen aus Gelb und Rot. Zum Nuancieren von gelben und roten Autofarben werden sie eingesetzt, um diese rötlicher oder gelblicher zu machen.

Orange mit Blau gemischt, ergibt grüne Resultate. Je stärker der Rotanteil im Orange ist, desto mehr verschiebt sich das Resultat zum Braunen.



Die Farbverläufe zweier gelber sowie eines Orange-Mischlackes: Von der Farbe des Mischlackes zu seiner Weißausmischung.

Rote Mischlacke

Mehrere rote Mischlacke enthält ein Mischregal. Es gibt kein universelles Rot, dass sich neutral verhält und in allen Mischungen einsetzbar ist. Ein Rot in geringen Mengen kann sich anders verhalten als ein Rot in größeren Mengen. Es gibt rote Mischlacke, die sich wie Braun, und andere, die sich wie Violett benehmen.





Unterschiedlich rote Mischlacke zeigen unterschiedliche Farbreaktionen, wenn sie mit Weiß gemischt werden.

Violette Mischlacke

Wie erwähnt benötigt man ein Rot- und ein Blauviolett um bunte Violettfarben zu erzeugen. Mischungen aus Rot und Blau ergeben nur ein Dunkelbraun mit einem Violetstich, der auch durch Zumischen von Weiß bunter wird.



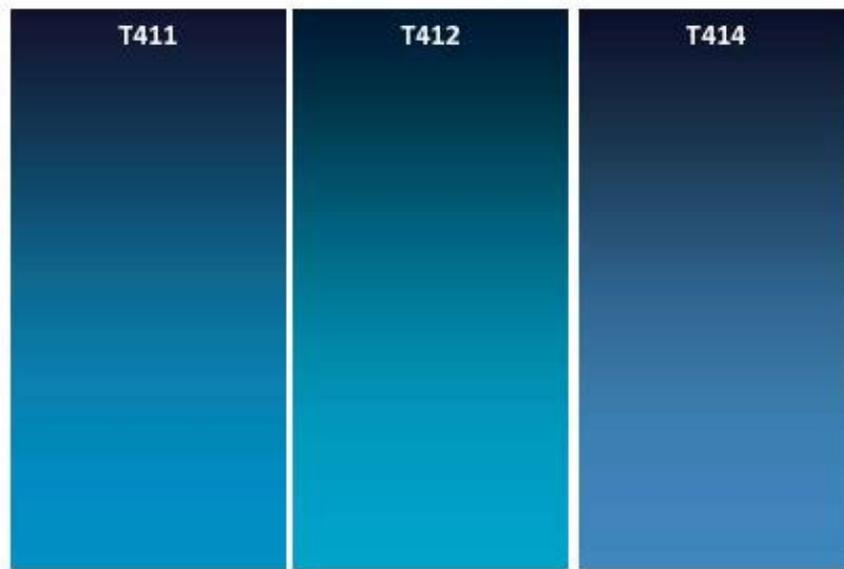
Violett ist nicht gleich Violett. Rotviolett und Blauviolett und ihre Farbreaktionen, wenn sie mit Weiß aufgehellt werden.

Blaue Mischlacke

Grünlich oder rötlich können blaue Mischlacke sein. Oft werden sie zusammen eingesetzt, um einen besseren Spielraum beim Nuancieren zu haben.

Blaue Mischlacke nehmen mit Zugabe von Weiß zunächst in ihrer Buntheit zu, um ab einem Scheitelpunkt weiter mit abnehmender Buntheit in der Helligkeit anzusteigen.

Für größere Zugabemengen insbesondere in Effektfarben werden transparente Mischlacke in Blau verwendet.



Eine Auswahl der blauen Mischlacke mit ihren Weißreaktionen.

Grüne Mischlacke

Ähnlich wie blaue Mischlacke steigt bei grünen Mischlacken ihre Buntheit, wenn sie mit Weiß oder Aluminium gemischt werden. Ab einem Scheitelpunkt sinkt die Buntheit wieder, während die Helligkeit mit weiterer Zugabe von Weiß zunimmt.

Sie sind auch wie blaue Mischlacke beim Zumischen von Weiß nicht so „empfindlich“ wie rote, d.h. die Farbtonänderung bei Zugabe von Weiß ist nicht so dramatisch.

Grüne Mischlacke sind entweder bläulich oder gelblich. Und sie können zum Nuancieren von gelben und blauen Autofarben verwendet werden.





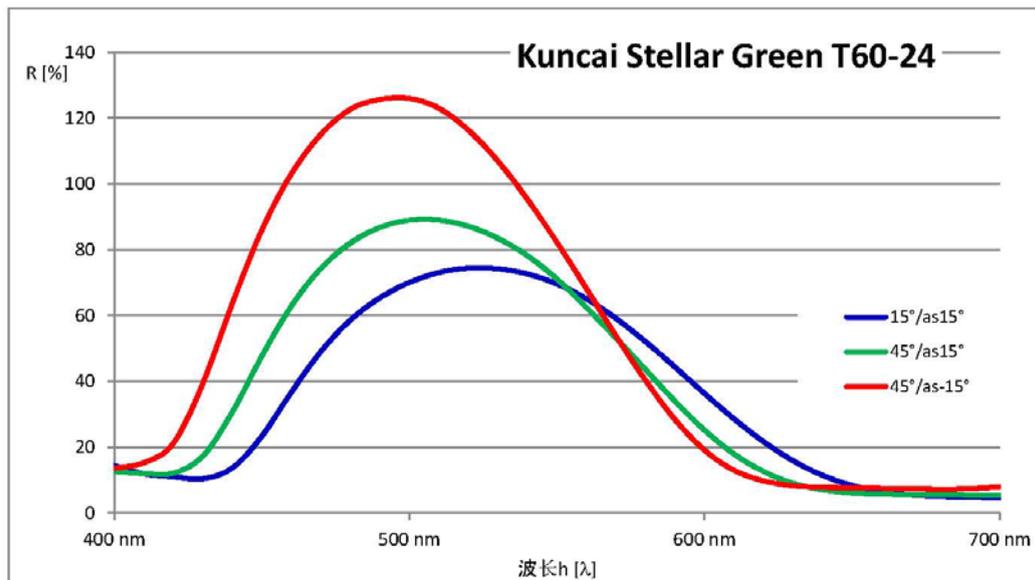
Zwei grüne Mischlacke und ihr Gegenstück in Orange: Auch bei diesen Mischlacken ist die Reaktion auf Weiß zu erkennen.

Die Ausmischungen mit Weiß sind zum Nuancieren hilfreich, weil sie die Farbrichtung des jeweiligen Mischlackes anzeigen.

Effekt-Mischlacke

Effekt-Mischlacke auf Basis von Aluminium- und Interferenzpigmenten verhalten sich beim Mischen mit Buntpigmenten meistens ähnlich wie diese beim Mischen mit Weiß. Aluminium-Mischlacke verhalten sich nach Größe und Typ durchaus sehr unterschiedlich. Sie können auch durch den Flop-Korrektor in ihrem Verhalten beeinflusst werden: Das gilt im Übrigen auch für schwarze Mischlacke, die mit dem gleichen Aluminium-Mischlack unterschiedliches Verhalten in Bezug auf ihr Helligkeitsverhalten zeigen.

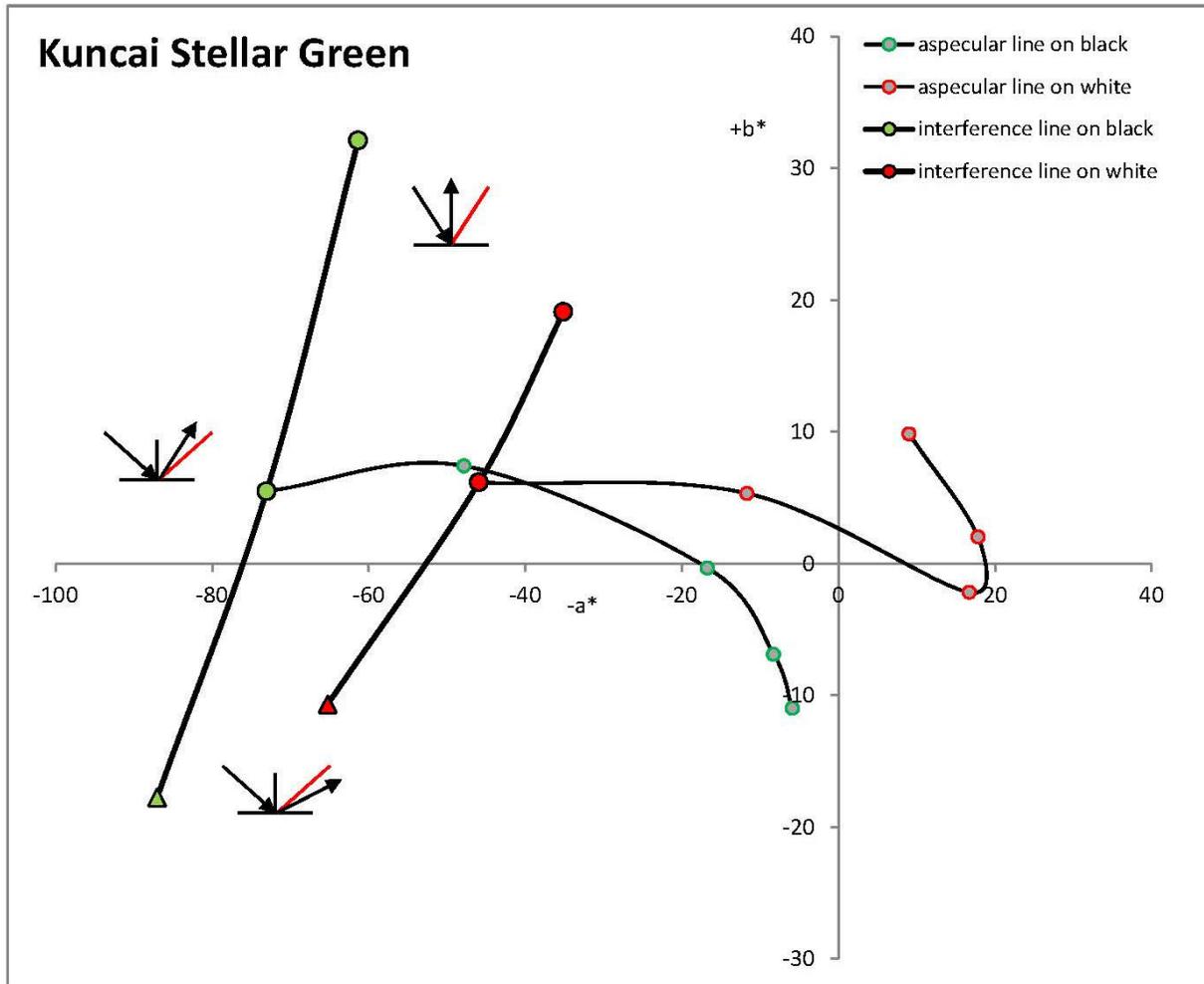
Aluminium-Mischlacke und ihre Mischungen mit anderen Mischlacken sind winkelabhängig zu betrachten, d.h. Sie ändern vornehmlich ihre Helligkeit, wenn sie nahe oder entfernt vom Glanz betrachtet werden.



Von der steilen zur flachen Beleuchtung verschieben sich die Reflexionskurven zum Kürzerwelligen wie die Farbreaktion des grünen Interferenzpigmentes Stellar Green aus der XillaMaya-Serie des chinesischen Herstellers Kuncai zeigt.

Da die tragbaren Messgeräte keine flache Beleuchtung besitzen, ist hier die Geometrie mit der klassischen Beleuchtung und der trans-Messung genutzt worden. Aufgrund der Umkehr des Lichtweges wird aus 45°/as-15° (as = aspecular) die Geometrie 60°/as+15°.

Die Änderung bezüglich der Geometrien – Beleuchtungs- und Beobachtungswinkel – ist bei Interferenzpigmenten deutlich stärker ausgebildet. Sie zeigen neben der Änderung der Helligkeit auch Änderungen der Farbe. Bei klassischen Mischlacken wie Pearls ist der Farbwechsel nicht so stark ausgeprägt wie bei XillaMaya-Pigmenten. Von den weißen, blauen und roten gibt es im PPG-Mischsystem auch feine Typen, deren Effekt eher satinantig ist.



Im Diagramm sind die Messwerte der Farbverläufe von Kuncai Stellar Green über weißem und schwarzem Untergrund aufgetragen. Der Farbwechsel von Grün nach Rot ist über weißem Untergrund zu beobachten, wenn der Beobachtungswinkel vom Glanz vergrößert wird. In der Regel erfolgt der Wechsel zwischen 20° und 30° vom Glanz.

Zu einem Mischsystem gehört neben dem Mischregal auch die Datenbank mit den Lackformulierungen und eine sogenannte intelligente Waage. Mit diesem System lassen sich viele Tausende Autofarben und deren Nuancen einfach ausmischen. Insofern stellt die Zusammenstellung der Mischlacke schon ein kleines Wunder dar: Mit wenigen Mischlacken viele Farben und Effekte mischen zu können.

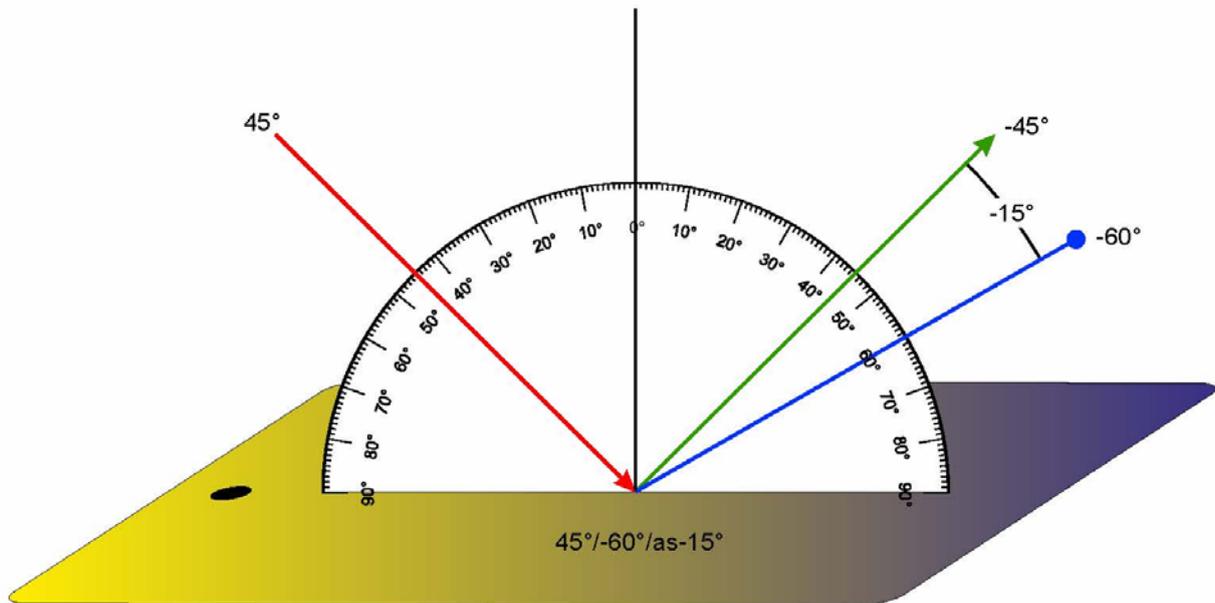
Anmerkungen zu den Farben in den Abbildungen

Die abgebildeten Farben und Farbverläufe entsprechen den realen Mischlacken und ihren Weißausmischungen. Die Mischlacken wurden mit einem Farbmessgerät gemessen; die Messwerte wurden anschließend mit einem von mir weiterentwickelten Algorithmus in RGB-Werte umgerechnet.



Zwei moderne Farben mit hoher Brillanz. Verschiedene japanische und amerikanische Autohersteller haben solche Farben im Programm.





Umkehr der Lichtwege: Die tragbaren Messgeräte beleuchten unter 45° und messen -15° , 15° , 25° , 45° , 75° und 110° vom Glanz. Die Geometrie $45^\circ/\text{as}-15^\circ$ benutze ich in Kombination $15^\circ/\text{as}15^\circ$ und $45^\circ/\text{as}15^\circ$, um die Interferenz zu beschreiben.

Dreht man die Geometrie $45^\circ/\text{as}-15^\circ$ um, so beleuchtet man unter -60° ($-45^\circ + -15^\circ$). Der Glanzwinkel beträgt dann 60° , gemessen wird bei 45° , d.h. bei 15° aspecular (vom Glanz). Durch diese Anordnung der Geometrien lässt sich der Interferenz- und damit der Farbverlauf von Effektpigmenten darstellen. Zu sehen ist sie im Diagramm auf Seite 36.

