

Farbformeln

Mischmodi in Bildbearbeitungsprogrammen

Die Überlagerung von Flächen und Pixeln in verschiedenen Farben ist ein grundlegendes Konzept von Grafikprogrammen. Dabei gibt es viele verschiedene Methoden, wie der eine Farbwert mit dem darüber liegenden verrechnet wird, ein Pixel kann einen anderen überschreiben, abdunkeln, aufhellen, umfärben, invertieren und vieles mehr. Diese Methoden nennt man Mischmodi oder auf Englisch blend modes, und basieren auf mathematischen Formeln, die definieren, wie die Werte der einzelnen Pixel zu einem neuen verrechnet werden. Viele davon sind Standard in fast allen Bildbearbeitungsprogrammen, andere eher selten. Von allen Modi am häufigsten eingesetzt werden wohl "Normal", "Multiplizieren", "Negativ Multiplizieren" und "Ineinander kopieren".

Normale Modi

Diese Modi ersetzen den unteren Pixel durch den oberen.
Sind oberer und unterer Pixel identisch, ergibt sich keine Änderung

Abdunkelnde Modi

Das Ergebnis ist dunkler oder gleich

Neutrale Farbe ist Weiss (1|1|1)

Aufhellende Modi

Das Ergebnis ist heller oder gleich

Neutrale Farbe ist Schwarz (0|0|0)

Kontrastierende Modi

Das Ergebnis ist heller (bei Farben heller als Grau) oder dunkler (bei Farben dunkler als Grau)

Neutrale Farbe ist Grau (0.5|0.5|0.5)

Invertierende Modi

Invertiert die Farbwerte

Neutrale Farbe ist Schwarz (0|0|0)

Auslöschende Modi

Neutrale Farbe ist Schwarz (0|0|0)

Neutrale Farbe ist Weiss (1|1|1)

Komponenten Modi

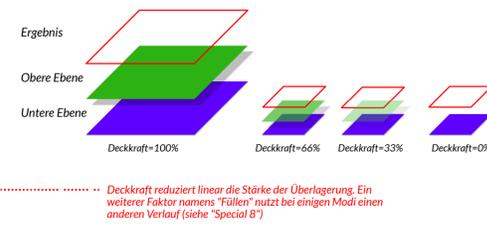
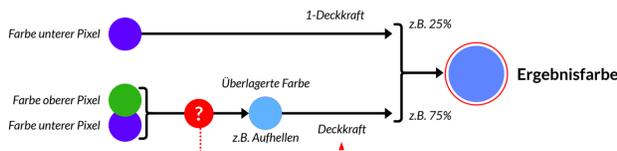
Diese Modi verändern nur einen der 3 Kanäle des HSV-Formelmodell:

H = Farbtone (Hue)
S = Sättigung (Saturation)
V = Helligkeit (Value)

Sind oberer und unterer Pixel identisch, ergibt sich keine Änderung

Überlagerung der Ebenen

Die Ebenen funktionieren im Prinzip wie übereinander gelegte, bemalte Glasscheiben, durch die man blickt. Dabei können nur Teile der Scheibe transparent sein oder die ganze Scheibe kann insgesamt nur zu einem bestimmten Prozentwert sichtbar sein. Anders als bei Glasscheiben kann aber die Art und Weise, wie eine einzelne Glasscheibe die darunter liegenden verändert, über die Wahl des sogenannten Mischmodus eingestellt werden.



Deckkraft reduziert linear die Stärke der Überlagerung. Ein weiterer Faktor namens "Füllen" nutzt bei einigen Modi einen anderen Verlauf (siehe "Special 8")

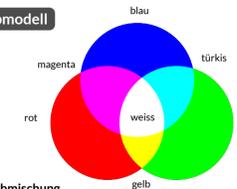


Kann man untere und obere Ebene vertauschen und erhält dasselbe Ergebnis?

Einsatzmöglichkeiten für diesen Modus

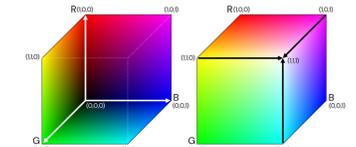
| NAME | ENGLISCHER NAME | BESCHREIBUNG | FORMEL | BEISPIELBILDER | KOMMUTATIV | BESONDERE EINSATZMÖGLICHKEITEN |
|-----------------------------------|---------------------------|---|---|----------------|------------|---|
| Normal | Normal | Überschreibt die Pixel der unteren Ebene mit denen der oberen Ebene | RGB_o | | Nein | Standardmodus, nur sinnvoll mit teilweise transparenten Bereichen der Ebene. Um Bilder zu retuschieren oder um schichtweise zu malen mit der Möglichkeit, tiefere Schichten komplett überdecken zu können. Eine komplett monochrome Farbfäche auf Normal kann mit geringerer Deckkraft auch genutzt werden, um Bilder auszufaden |
| Sprekeln | Dissolve | Überschreibt die Pixel der unteren Ebene mit denen der oberen Ebene. Reduzierte Deckkraft blendet die Sichtbarkeit nicht durch Transparenz aus, sondern es werden zufällig und zunehmend mehr einzelne Pixel hart unsichtbar | $\begin{cases} RGB_o, & \text{falls 2D-Noisewert (0-1) > Deckkraft} \\ RGB_u, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | Da das Noisemuster nicht antialiased wird, kann das Ergebnis sehr pixelig aussehen. |
| Abdunkeln | Darken | Wählt für jeden Kanal von unterer und oberer Ebene jeweils die dunklere Wert. Das heißt, es wird für jeden Kanal der dunklere genommen | $(\min(R_u, R_o) \min(G_u, G_o) \min(B_u, B_o))$ | | Ja | Zum Hinzufügen von dunklen Objekten oder z.B. Linien auf einem hellen Hintergrund. Farben können sich leicht ändern. |
| Multiplizieren | Multiply | Multipliziert jeden Kanal von unterer und oberer Ebene | $RGB_o * RGB_u$ | | Ja | Beliebter Modus zum subtilen Abdunkeln, Geeignet zum Hinzufügen von dunklen Objekten oder gescannten dunklen Linienzeichnungen, aber auch zur Koloration von Outlinezeichnungen auf hellem Grund, oder zum Hinzufügen von (farbigen) Schatten oder zum Hinzufügen von hellen Texturen wie Papierstruktur o.ä. |
| Farbig nachbelichten | Color Burn | Dividiert für jeden Pixel die Werte der invertierten oberen Ebene durch das der unteren und invertiert das Ergebnis (d.h. subtrahiert diesen Farbwert von 1 bzw. Weiss) | $WEISS - \frac{WEISS - RGB_u}{RGB_o}$ | | Nein | Stärker abdunkelnd als Multiplizieren. Verstärkt stärker Kontrast und Sättigung zwischen Farben als zwischen Helligkeiten. Wirkt vor allem in dunklen Bereichen. Kann benutzt werden, um ein Bild kontrastreicher zu machen durch duplizieren der Ebene, Modus "Farbig Nachbelichten" und geringere Deckkraft. |
| Linear nachbelichten | Linear Burn | Addiert für jeden Pixel der Werte von unterer und oberer Ebene und subtrahiert 1 bzw. Weiss | $RGB_o + RGB_u - WEISS$ | | Ja | Noch stärker abdunkelnd als Farbig Nachbelichten. Reduziert dabei vor allem die Helligkeit. Ergebnis dunkler in den Zwischenbereichen, aber weniger kontrastreich und weniger Sättigung als "Farbig Nachbelichten". |
| Dunklere Farbe | Darker Color | Vergleicht die Summe aller Kanalwerte des Pixels von unterer und oberer Ebene und nimmt den kleineren der beiden Werte. Das heißt es wird jeweils der dunklere der beiden Pixel genommen | $\begin{cases} RGB_o, & \text{falls } (R_u + G_u + B_u) < (R_o + G_o + B_o) \\ RGB_u, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Ja | Zum Hinzufügen von dunklen Objekten oder z.B. Linien auf einem hellen Hintergrund. Kann als Alternative verwendet werden für Abdunkeln, falls dessen Farbanderung störend ist, kann aber unschöne harte Kanten erzeugen. |
| Aufhellen | Lighten | Wählt für jeden Kanal der Pixel von unterer und oberer Ebene jeweils den hellere Wert. Das heißt es wird für jeden Kanal der hellere genommen | $(\max(R_u, R_o) \max(G_u, G_o) \max(B_u, B_o))$ | | Ja | Zum Hinzufügen von hellen Objekten wie Sterne, Wolken, Lichtern, Blitze, Flammen etc. Kann leichte Farbveränderungen erzeugen |
| Negativ Multiplizieren | Screen | Multipliziert jeden Kanal von der Pixel der unteren Ebene mit dem Kehrwert der Pixel der oberen Ebene (Weiss - RGB) | $WEISS - (WEISS - RGB_u) * (WEISS - RGB_o)$ | | Ja | Beliebter Modus zum subtilen Aufhellen und zur Lichtmalerei oder um Effekt wie Glow hinzuzufügen. Besser geeignet zum Hinzufügen von hellen Objekten als "Aufhellen". Auch geeignet, um z.B. strömenden Regen vor ein Bild zu setzen. |
| Farbig abwedeln | Color Dodge | Dividiert die Farbwerte der Pixel der unteren Ebene durch den Kehrwert der Pixel der oberen Ebene (Weiss - RGB). Umso heller der obere Pixel, desto mehr erhält er den unteren Pixel | $\frac{RGB_u}{WEISS - RGB_o}$ | | Nein | Stärkerer Effekt als "Negativ Multiplizieren". Stärker gesättigte Mittelöne, helle Bereiche neigen zum Überblenden. Kann zum Finden von Kanten genutzt werden durch Duplizieren einer Ebene, Invertieren, Modus "Farbig Abwedeln" und dann "Gaussische Unschärfe"-Filter mit geringem Radius. |
| Linear abwedeln (Addieren) | Linear Dodge (Add) | Addiert die Farbwerte der Pixel von unterer und oberer Ebene | $RGB_o + RGB_u$ | | Ja | Stärkster Aufhellereffekt. Dunklere Mittelöne, helle Bereiche neigen zum Überblenden. |
| Hellere Farbe | Lighter Color | Vergleicht die Summe aller Kanalwerte des Pixels von unterer und oberer Ebene und nimmt den größeren der beiden Werte. D.h. es wird jeweils der hellere der beiden Pixel genommen | $\begin{cases} RGB_o, & \text{falls } (R_u + G_u + B_u) > (R_o + G_o + B_o) \\ RGB_u, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Ja | Zum Hinzufügen von hellen Objekten oder z.B. Linien auf einem dunklen Hintergrund. Kann als Alternative verwendet werden für "Aufhellen", falls dessen Farbanderung störend ist, kann aber unschöne harte Kanten erzeugen. |
| Ineinanderkopieren | Overlay | Wendet "Multiplizieren" mit halber Stärke an bei Pixeln der unteren Ebene die dunkler als 50% Grau sind und "Invers Multiplizieren" mit halber Stärke bei Pixeln der oberen Ebene, die heller als 50% Grau | $\begin{cases} WEISS - 2 * (WEISS - RGB_u) * (WEISS - RGB_o), & \text{falls } V_u > 0.5 \\ 2 * RGB_u * RGB_o + RGB_o^2 + RGB_u^2, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | Beliebter Modus, erhält recht gut die Helligkeit und Dunkelheiten der unteren Ebene. Erhöhung des Kontrast eines Bildes durch Duplizieren der Ebene und Modus "Ineinanderkopieren". Hinzufügen von mitteltonigen Texturen wie Holz, Fels, auf Oberflächen, Betonung von lokalen Helligkeitsdifferenzen / Kanten durch Duplizieren, Hochpass-Filter und Modus "Ineinanderkopieren" |
| Weiches Licht | Soft Light | Wendet einen leichten abdunkelnden Effekt an bei Pixeln der oberen Ebene die dunkler als 50% Grau sind und einen aufhellenden Effekt bei Pixeln der oberen Ebene, die heller als 50% Grau | $\begin{cases} 2 * RGB_u * RGB_o + RGB_o^2 + (WEISS - 2 * RGB_u), & \text{falls } V_o > 0.5 \\ 2 * RGB_o * (WEISS - RGB_u) + \sqrt{RGB_u * (2 * RGB_u * WEISS)}, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | Viel schwächerer Effekt als "Ineinander Kopieren" aber ähnliche Einsatzmöglichkeiten. Die Helligkeit der oberen Ebene bestimmt, in welche Richtung (heller oder dunkler) verändert wird. Wird auch genutzt, um Bilder zu schärfer durch duplizieren des Bildes, "Hochpass"-Filter und dann Modus "Weiches Licht" |
| Hartes Licht | Hard Light | Wendet "Multiplizieren" mit halber Stärke an bei Pixeln der oberen Ebene die dunkler als 50% Grau sind und "Invers Multiplizieren" mit halber Stärke bei Pixeln der oberen Ebene, die heller als 50% Grau | $\begin{cases} WEISS - 2 * (WEISS - RGB_u) * (WEISS - RGB_o), & \text{falls } V_o > 0.5 \\ 2 * RGB_u * RGB_o + RGB_o^2, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | Wie "Ineinanderkopieren" eine Mischung aus Multiplizieren und Ineinanderkopieren, aber auf Basis der oberen Ebene. Das Ergebnis ist oft sehr hart und wirkt besser mit reduzierter Deckkraft |
| Strahlendes Licht | Vivid Light | Wendet "Farbig nachbelichten" mit halber Stärke an bei Pixeln der oberen Ebene die dunkler als 50% Grau sind und "Farbig Abwedeln" mit halber Stärke bei Pixeln der oberen Ebene, die heller als 50% Grau | $\begin{cases} \frac{RGB_u}{2 * (WEISS - RGB_o)}, & \text{falls } V_o > 0.5 \\ \frac{WEISS - RGB_u}{2 * RGB_o}, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | Stärkerer Effekt als "Ineinander Kopieren", aber ähnliche Einsatzmöglichkeiten. Verstärkt oder schwächt den in Abhängigkeit der Helligkeit der oberen Ebene den Kontrast |
| Lineares Licht | Linear Light | Wendet "Linear nachbelichten" mit halber Stärke an bei Pixeln der oberen Ebene die dunkler als 50% Grau sind und "Linear Abwedeln" mit halber Stärke bei Pixeln der oberen Ebene, die heller als 50% Grau | $\begin{cases} RGB_u + 2 * (RGB_o - WEISS), & \text{falls } V_o > 0.5 \\ RGB_u + 2 * RGB_o - WEISS, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | Wie Strahlendes Licht, verändert aber die Helligkeit anstelle des Kontrasts. Die Helligkeit der oberen Ebene bestimmt, in welche Richtung (heller oder dunkler) verändert wird. |
| Lichtpunkt | Pin Light | Lichtpunkt ist eine Kombination von "Aufhellen" und "Abdunkeln". Für jeden Kanal gilt: Ist der Wert größer als 0.5, wird das Maximum genommen von dem unteren Wert und dem doppelten des oberen minus 1. Ist der Wert kleiner als 0.5 oder gleich, wird das Minimum genommen von dem unteren Wert und dem doppelten des oberen. | $\begin{cases} \max(R_u, 2 * R_o - 1), & \text{falls } R_o > 0.5 \\ \min(R_u, 2 * R_o), & \text{sonst} \end{cases} \begin{cases} \max(G_u, 2 * G_o - 1), & \text{falls } G_o > 0.5 \\ \min(G_u, 2 * G_o), & \text{sonst} \end{cases} \begin{cases} \max(B_u, 2 * B_o - 1), & \text{falls } B_o > 0.5 \\ \min(B_u, 2 * B_o), & \text{sonst} \end{cases}$ | | Nein | "Lichtpunkt" liefert extreme Ergebnisse, und neigt dazu, farbige Flecken zu erzeugen. Viele Zwischentöne werden entfernt |
| Hart Mischen | Hard Mix | Addiert für jeden Kanal den Wert des Pixels der oberen Ebene zu dem der unteren Ebene. Ist diese Summe > 1, wird 1 genommen, sonst 0. Das bedeutet, dass das Ergebnis nur weisse oder schwarze Pixel oder solche in reiner Farbe haben wird | $\begin{cases} 1, & \text{falls } R_u + R_o > 1 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \begin{cases} 1, & \text{falls } G_u + G_o > 1 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \begin{cases} 1, & \text{falls } B_u + B_o > 1 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Ja | Extremster Modus in diesem Abschnitt. |
| Differenz | Difference | Für jeden Kanal wird der höhere Wert von unterer und oberer Ebene subtrahiert vom niedriger Wert der beiden Ebenen. | $\begin{cases} R_u - R_o, & \text{falls } R_u > R_o \\ R_o - R_u, & \text{sonst} \end{cases} \begin{cases} G_u - G_o, & \text{falls } G_u > G_o \\ G_o - G_u, & \text{sonst} \end{cases} \begin{cases} B_u - B_o, & \text{falls } B_u > B_o \\ B_o - B_u, & \text{sonst} \end{cases}$ | | Ja | Invertiert die Farbe der unteren Ebene in Abhängigkeit von den Werten der oberen Ebene Zum Auffinden von Unterschieden in Bildern, um z.B. zwei Scans manuell passgenau aufeinander anzupassen |
| Ausschluss | Exclude | Ähnlich wie Differenz, aber kontrastärmer | $RGB_o + RGB_u - 2 * RGB_o * RGB_u$ | | Nein | Wie "Differenz", nur etwas subtiler. Zum Auffinden von Unterschieden in Bildern, um z.B. zwei Scans manuell passgenau aufeinander anzupassen |
| Subtrahieren | Subtract, Dodge | Subtrahiert für jeden Kanal den Wert der oberen Ebene vom Wert der unteren. Werte unter 0 werden auf 0 gesetzt (bei 8- und 16Bit Bildern) | $RGB_u - RGB_o$ | | Nein | Farb- und Helligkeitswerte werden in Abhängigkeit von der Helligkeit der oberen Ebene entfernt (bei Weiss) oder abgeschwächt werden. Das Ergebnis ist gleich hell (bei Schwarz) oder dunkler |
| Dividieren | Divide, Burn | Dividiert für jeden Kanal den Wert der oberen Ebene durch den Wert der unteren Ebene. | $\frac{RGB_u}{RGB_o}$ | | Nein | Der gegenteilige Effekt zum "Subtrahieren": Farb- und Helligkeitswerte werden in Abhängigkeit von der Dunkelheit der oberen Ebene Weiss oder aufgehellt. Das Ergebnis ist gleich hell (bei Weiss) oder heller |
| Farbtone | Hue | Ersetzt den Farbtonewert der unteren Ebene durch den der oberen Ebene, Helligkeit und Sättigung bleiben bestehen | $(H_o S_u V_u)$ | | Nein | Zum graduellen Anpassen der Farbe von Teilen des Bildes mit gleichbleibender Helligkeit und Sättigung. Zum Beispiel um Augen umzufärben |
| Sättigung | Saturation | Ersetzt den Sättigungswert der unteren Ebene durch den der oberen Ebene, Helligkeit und Farbtone bleiben bestehen | $(H_u S_o V_u)$ | | Nein | Zum graduellen Entschärfen oder Intensivieren von Teilen des Bildes mit gleichbleibender Helligkeit und Farbtone. |
| Farbe | Color | Ersetzt den Farbtonewert sowie den Sättigungswert der unteren Ebene mit dem der oberen Ebene, die Helligkeit bleibt bestehen | $(H_o S_o V_u)$ | | Nein | Zum kompletten Einfärben eines Bildes oder zur Nachcolorierung einzelner Teile des unteren Ebene. |
| Luminanz | Luminance | Ersetzt den Helligkeitswert der unteren Ebene mit dem der oberen Ebene, Farbtone und Sättigung bleiben bestehen | $(H_u S_u V_o)$ | | Nein | Dieser Modus ist besonders geeignet, um Einstellungssebenen wie Tonwertkorrektur nur auf die Helligkeit und nicht ebenso auf Sättigung wirken zu lassen. |

RGB-Farbmodell



Additive Farbmischung

Da digitale Displays mit Licht zur Bildzeugung arbeiten, wird bei der Farbmischung ein Additives Verfahren verwendet, d.h. durch eine aufhellende Überlagerung der Farben. Je mehr Farbe(n) dazukommen, desto heller das Ergebnis. Allerdings reichen drei Lichtfarben aus, um alle für uns sichtbaren Farben mischen zu können: Rot, Grün und Blau. Haben alle drei Kanäle (R,G,B) die volle Stärke, dann entsteht reines Weiss



RGB = Farbwert mit drei Werten (R | G | B) rot grün blau

Je nach Programm ist der Wertebereich für die Kanäle zwischen 0.0-1.0 oder 0-255. Die Zahl 255 ergibt sich aus der Computertechnik. In einem Byte=8 Bit können genau die Zahlen 0 bis 255 gespeichert werden. Bei den Formeln in dieser Liste wird 0.0-1.0 verwendet

Gegensätzliche Modi

Diese Modi machen paarweise dasselbe, nur in eine jeweils gegensätzliche Richtung zu ihrem Partner. Die Modi auf der linken Seite verändern das Ergebnis ins Dunklere, die auf der rechten ins Hellere.



Commutated Modi

Diese Paare von Modi bewirken dasselbe Endergebnis, wenn man zugleich die Reihenfolge von unterer und oberer Ebene vertauscht.

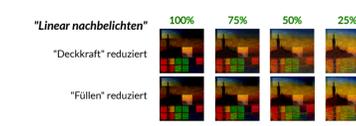


"Special 8"

Normalerweise wird der Wert für "Deckkraft" benutzt, um den Einfluss der oberen Ebene zu reduzieren. Es gibt in aber noch einen zweiten Parameter namens "Füllen". Dieser bewirkt bei vielen Modi genauso wie Deckkraft, nur bei den sogenannten "Special 8"-Modi wird ein anderer Algorithmus benutzt anstatt linear den Einfluss zu reduzieren.

- "Farbig nachbelichten"
- "Farbig abwedeln"
- "Strahlendes Licht"
- "Hart Mischen"
- "Linear nachbelichten"
- "Lineares Licht"
- "Differenz"

So bewirkt z.B. ein geringere "Füllen"-Wert bei "Linear Nachbelichten", dass eher noch dunklere Teil bewirkt werden, heller aber fast gar nicht.



Malmodi

Einige Mischmodi sind nur beim Malen z.B. mit dem Pinselwerkzeug auswählbar, nicht jedoch als Modus für eine Ebene.

"Dahinter auftragen"

Bei diesem Modus wird nur dann gemalt, wenn der Pixel der aktuellen Ebene transparent ist. Derselben Effekt würde man erzielen, wenn man unter der aktuellen Ebene (auf "Normal"-Modus) eine weitere transparente Ebene hinzufügt auf Modus "Normal" und auf dieser unteren Ebene malt - es wird nur der Teil sichtbar verändert, wo die obere Ebene Transparenzen hat. Analog ähnelt dies dem Malen auf der Rückseite von Acetatfolien.

"Löschen"

Bei diesem Modus wird der Pixel gelöscht anstelle gemalt. Eigentlich funktioniert der das aktuelle Werkzeug genauso wie das Tool "Radiergummi"

Informationen

Dieses pdf entstand im Rahmen des Projekts MUA-F an der HAW Hamburg Department Illustration und wurde gefördert durch die HOOU (Hamburg Open Online University)
Mitwirkende: Ulrike Nowaldt, Frederik Metzges, Jochen Stühmann
Es wurde publiziert unter CC-Lizenz CC BY-NC-SA 4.0



Eine interaktive Formelsammlung zu diesem Thema findet man unter: <https://learn.houu.de/course/view.php?id=1276§ion=18>