



# EYE-CARE- TECHNOLOGIE

White Paper

# THEMEN

<b>DAS MENSCHLICHE AUGE.....</b>	<b>3</b>	<b>BRIGHTNESS INTELLIGENCE</b>	
Cornea – Objektiv.....	3	<b>PLUS-TECHNOLOGIE .....</b>	<b>17</b>
Pupille (Iris) – Blende.....	3	Brightness Intelligence Plus-Technologie	
Retina – Film.....	3	näher erläutert.....	17
		Farbtemperatur.....	18
<b>WARUM AUGEN AM COMPUTER ERMÜDEN.....</b>	<b>4</b>	Brightness Intelligence Plus-Technologie .....	21
		Vorteile der Brightness Intelligence	
<b>FLIMMERN .....</b>	<b>5</b>	Plus-Technologie.....	21
Was ist Flimmern?.....	5	Farbsensor .....	22
Ursachen von Bildschirmflimmern		Farbtemperatur des Umgebungslichtsensors vs.	
– Pulsbreitenmodulation (PBM).....	6	Farbtemperatur des Bildschirms .....	23
Auswirkungen des Flimmerns auf die Gesundheit.....	7		
PBM feststellen.....	7	<b>COLOR WEAKNESS MODE.....</b>	<b>24</b>
Alternative Techniken zum Abdunkeln der		Wie nimmt das menschliche Auge Farben wahr?.....	24
Hintergrundbeleuchtung .....	8	Was ist Farbsehschwäche? .....	25
Flimmerfreie Monitore von BenQ.....	9	Color Weakness Mode von BenQ .....	26
<b>BLAUES LICHT .....</b>	<b>10</b>	<b>EPAPER.....</b>	<b>27</b>
Was ist blaues Licht?.....	10	Weshalb ist ePaper angenehm für die Augen? .....	27
Auswirkungen blauen Lichts.....	10		
Neues Backlight-Modul von BenQ.....	11	<b>EYE REMINDER .....</b>	<b>28</b>
Low Blue Light Plus-Technologie von BenQ.....	11	Das Funktionsprinzip .....	28
<b>UNGLEICHMÄSSIGE BELEUCHTUNG .....</b>	<b>12</b>		
Warum kann ungleichmäßige Beleuchtung die Augen			
schädigen?.....	12		
Brightness Intelligence-Technologie von BenQ .....	12		
Umgebungslichtsensor.....	13		
BenQ Luminance Engine.....	14		
BenQ Color Engine.....	16		

# DAS MENSCHLICHE AUGE

Das menschliche Auge ist ein präzises und sensibles optisches System, das sich einem Betrachtungsobjekt anpassen und entsprechend den unterschiedlichen Sichtbedingungen verändern kann. Der Aufbau des Auges gleicht dem einer Kamera, mit Objektiv, Blende und Film. Ein vollständiges optisches System projiziert das Bild auf den Film bzw. auf die Retina (Netzhaut) unseres Auges. Um ein scharfes Bild zu erzeugen, muss sich das Licht auf der Netzhaut bündeln können.

## Cornea – Objektiv

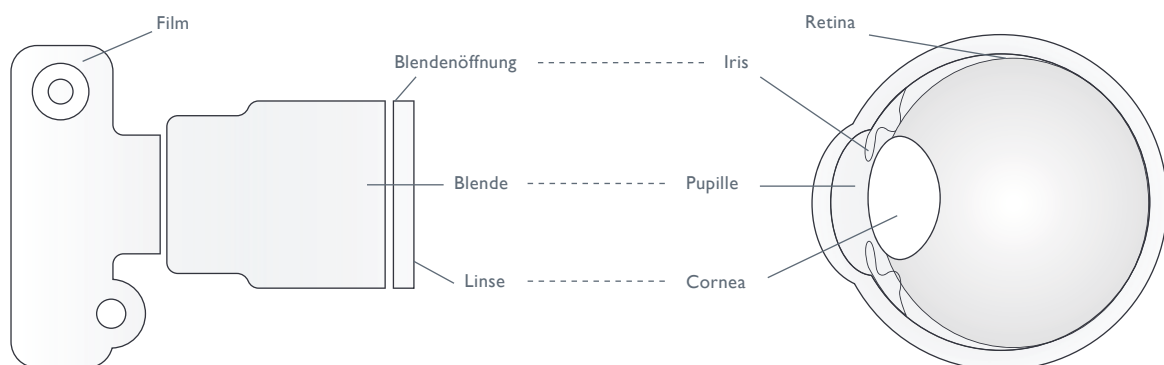
Als erstes trifft Licht, das in das Auge eindringt, auf die Cornea (Hornhaut). Ihre Funktion besteht darin, das Licht ungehindert eintreten zu lassen.

## Pupille (Iris) – Blende

Wenn das Licht durch die Cornea gelangt ist, trifft es auf die Iris. Die Iris funktioniert wie die Blende einer Kamera; sie steuert die Lichtmenge, die in das Auge gelangt. Die Mitte der Öffnung wird Pupille genannt. Die Iris ist ein scheibenförmiger Körper und ihr Durchmesser verändert sich mit der eindringenden Lichtmenge. In heller Umgebung zieht sich die Pupille zusammen und im Dunkeln vergrößert sie sich. Dieser Mechanismus steuert die Lichtmenge, die in das Auge gelangt, und somit die Belichtung der Retina (des Films). Überbelichtung erzeugt störende Lichteffekte auf dem Bild, Unterbelichtung hingegen sehr dunkle, nicht klar erkennbare Bilder. Entsprechend passt die Iris automatisch die Größe der Öffnung an, um die geeignete Helligkeit einzustellen.

## Retina – Film

Die Retina funktioniert wie der Sensor einer Digitalkamera oder der Film einer herkömmlichen Kamera. Wenn das Bild die Linse (lichtbrechendes Element) passiert und auf die Retina trifft, wird das optische Signal in neurale Signale umgewandelt und an das Gehirn weitergeleitet.





# WARUM AUGEN AM COMPUTER ERMÜDEN

Die Menschen verbringen immer mehr Zeit an Computern, Smartphones, Tablets und Fernsehern. Dabei besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Nutzung von Bildschirmen und einer Belastung der Augen. Displays bestehen aus vielen Lichtpunkten und ständiges Flimmern, blaues Licht, Kontrast, Helligkeit und Farbe der Punkte können unangenehme Auswirkungen auf die Augen haben. Ruhen sich die Augen im Laufe des Tages nicht ausreichend aus, kann die Sehschärfe beeinträchtigt werden und es kommt zu verschwommener Sicht, müden Augen und Kopfschmerzen.

# FLIMMERN

## Was ist Flimmern?

Im Allgemeinen nimmt das optische System des Menschen Flimmern wahr, wenn deutliche Helligkeitsunterschiede das Auge in kurzem Wechsel erreichen. Die Frequenz dieser Wechsel zwischen Hell und Dunkel wird anhand ihrer Anzahl pro Sekunde gemessen. Bei etwa 3 Wechseln pro Sekunde (3 Hz) sind die Änderungen der Helligkeit, wie erwartet, deutlich erkennbar. Das bei 3 Hz deutlich sichtbare Flimmern kann sich bei höheren Frequenzen verringern, bis etwa 20 Hz bleiben diese optischen Störungen jedoch problematisch. Bei über 20 Hz nehmen die Probleme bei Steigerung der Frequenz langsam ab, bis der optische Eindruck für die meisten Nutzer bei etwa 50 Hz von einem Flimmern in ein konstantes Licht übergeht.

Die Frequenz an genau dieser Schwelle wird *Flimmerverschmelzungsfrequenz* genannt. Dieser Schwellenwert kann individuell unterschiedlich sein und sich auch an den Rändern des Sichtfelds ändern.

Bildschirmflimmern kann mit Problemen wie Ermüdung der Augen und Kopfschmerzen in Verbindung gebracht werden. Das Flimmern von LCD-Displays unterscheidet sich von dem älterer CRT-Displays. Bei den CRTs wiederholen sich die Bilder von oben nach unten, wenn die Kathodenstrahlkanone über den Bildschirm abgefeuert wird, wobei jeweils nur ein Teil des Bildschirms erleuchtet wird. Bei niedrigen Bildwiederholraten ist die Frequenz gering genug, dass es zu sichtbarem Flimmern kommen kann, das häufig zu Problemen für den Nutzer führt. Eine Bildwiederholrate von 72 Hz oder höher wird allgemein als geeignet erachtet, um ein Flimmern bei CRT-Bildschirmen für die meisten Betrachter auszuschließen (TCO 92). Bei LCD-Displays wiederholt sich das Bild stattdessen Pixel für Pixel, wenn es das Bild erfordert. Während eine Bildwiederholrate von 60 Hz bei einem CRT für viele Nutzer in Sachen Flimmern als problematisch erachtet wird, arbeiten die meisten LCD-Monitore zwar bei 60 Hz, produzieren jedoch kein vergleichbares Flimmern.

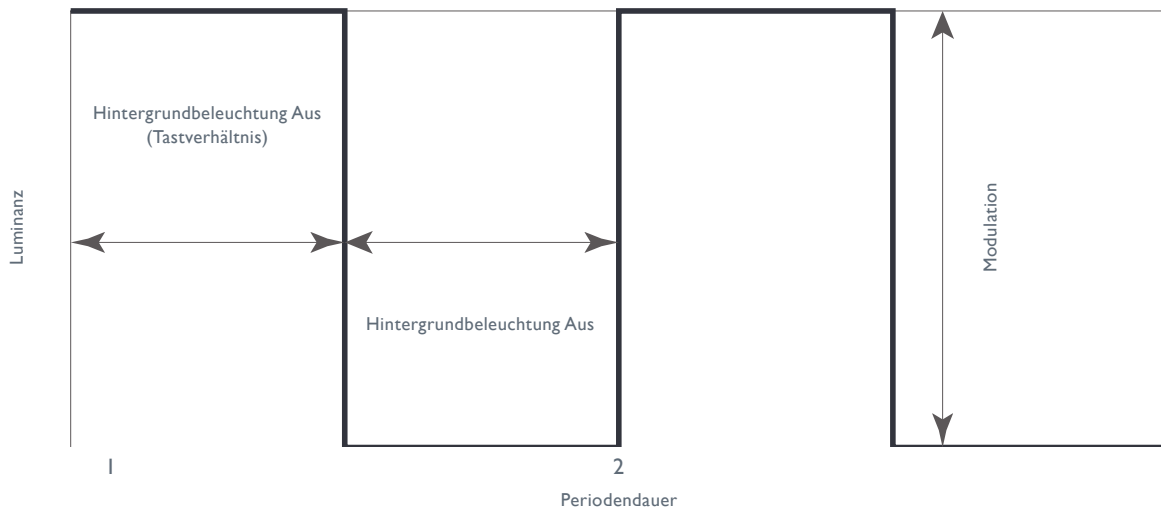
Es kann aber auch bei LCD-Displays zu Flimmern und entsprechenden Beschwerden kommen, vor allem, wenn der Bildschirm über viele Stunden verwendet wird.

## Ursachen von Bildschirmflimmern – Pulsbreitenmodulation (PBM)

Die häufigste, jedoch nicht die bekannteste Ursache von Flimmern und ähnlichen Anzeichen, ist die *Pulsbreitenmodulation* (PBM) bei LCD-Bildschirmen. Diese Technologie wird bei einer Mehrzahl der Desktop-Bildschirmen eingesetzt, um die Hintergrundbeleuchtung zu regeln. Fast alle Bildschirme bieten Nutzern die Möglichkeit, die Intensität der Hintergrundbeleuchtung über die Helligkeitsregelung direkt zu steuern, damit jeder die für seine Anforderungen passende Beleuchtung einstellen kann. Einfach ausgedrückt wird dies durch PBM erreicht, indem die Hintergrundbeleuchtung schnell aus- und eingeschaltet wird. So wird dem Nutzer auf einer theoretisch nicht erkennbaren Weise der Eindruck einer geringeren Helligkeit vermittelt. Bei maximaler Helligkeitseinstellung (100 %) ist diese Funktion nicht notwendig und die Hintergrundbeleuchtung ist permanent eingeschaltet. Wird die Helligkeitseinstellung vermindert, wird die Beleuchtungsstärke mithilfe der PBM-Technik verringert. Im Folgenden wird ihre Funktionsweise näher erläutert. Das zyklische Ein- und Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung geschieht permanent, nicht nur bei sich ändernden Bildern von Spielen und Filmen, sondern auch beim Betrachten statischer Bilder. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, E-Mails und Internetsurfen sind mit ihren hellen Hintergründen vermutlich am problematischsten, wenn es um die PBM-Hintergrundbeleuchtung geht.

PBM ermöglicht als bewährte Technologie eine weitgehende Einstellbarkeit, über die sowohl sehr helle als auch sehr geringe Beleuchtung erreicht werden kann. Die PBM ist ein simples Schaltkreissystem, welches eine kostengünstige und einfache Lösung für Hersteller ist.

### PBM-Betriebsparameter



Die PBM findet typischerweise in unveränderlichen Abständen statt. Der Teil einer jeden Periode in der die Hintergrundbeleuchtung eingeschaltet ist, wird *Tastverhältnis* genannt. Wird das *Tastverhältnis* geändert, verändert sich die Leuchtkraft der Hintergrundbeleuchtung. Stellt der Nutzer die Helligkeit geringer ein, wird das *Tastverhältnis* immer kürzer, was zu einer verminderten Luminanz führt. Es gilt also, je schwächer die Helligkeit eingestellt ist, desto länger sind die „Auszeiten“ und desto deutlicher kann das Flimmern hervortreten. Die Betriebsfrequenz der PBM bestimmt, wie häufig pro Sekunde die Hintergrundbeleuchtung ein- und ausgeschaltet wird, wobei eine niedrigere Frequenz in Hinblick auf Flimmern tendenziell problematischer ist.

## **Auswirkungen des Flimmerns auf die Gesundheit**

Ob das Hintergrundflimmern für einen Betrachter wahrnehmbar ist oder nicht, für viele bestehen in jedem Fall gesundheitliche Bedenken. Flimmern und der Einsatz von PBM zum Abdunkeln werden mit einer Ermüdung und Belastung der Augen, Kopfschmerzen und Übelkeit in Verbindung gebracht, selbst wenn die Störungen nicht direkt sichtbar sind. Wie gesagt, von Nutzer zu Nutzer gibt es deutliche Unterschiede, aber mit steigender Beliebtheit der LED-Hintergrundbeleuchtung haben sich die Bedenken weiter verbreitet und werden in der Branche vermehrt zur Kenntnis genommen. Die Besorgnis hinsichtlich Flimmern betrifft alle Nutzer, sie ist jedoch besonders relevant für Personen, die viel Zeit am Bildschirm verbringen. Webentwickler, Autoren, Studierende, Bürokräfte und alle, die längere Zeit vor dem Bildschirm sitzen, können zu dem Schluss kommen, dass sie Problemen mit Flimmern und PBM mehr ausgesetzt sind als gelegentliche Nutzer.

## **PBM feststellen**

Bei den meisten Bildschirmen findet sich keine Angabe, ob PBM zum Abdunkeln der Hintergrundbeleuchtung eingesetzt wird, und in vielen Fällen ist sich auch der Hersteller dessen nicht bewusst. Glücklicherweise kann man einfache Tests durchführen, um festzustellen, ob PBM eingesetzt wird oder nicht. Darüber hinaus gibt es von der Industrie verwendete erweiterte Testverfahren, um die PBM-Frequenz exakt zu messen.

Um selbst zu testen, ob der Bildschirm flimmert, reicht es ein Foto mit dem Handy vom Bildschirm zu machen. Sollte man auf dem Foto ein Flimmern erkennen, ist dies ein Zeichen für den Einsatz von PBM.



### Alternative Techniken zum Abdunkeln der Hintergrundbeleuchtung

Es gibt durchaus andere Möglichkeiten, die Hintergrundbeleuchtung abzudunkeln, sie sind jedoch nicht weit verbreitet. Dazu gehört die *DC-Steuerung* (Direct Current), bei der die Hintergrundbeleuchtung nicht ein- und ausgeschaltet wird. Ihre Implementierung kann sich jedoch als komplizierter erweisen. In einigen Fällen ist es auch schwierig, die Farben bei dunkleren Bildern darzustellen, daher ist die *DC-Steuerung* der Hintergrundbeleuchtung nicht üblich.

Eine von der „School of Allied Health Sciences“ an der Kitasato Universität in Japan durchgeführte Studie ergab, dass die DC zu der geringsten Augenbelastung durch flimmern führt und das lange Arbeiten am angenehmsten war.

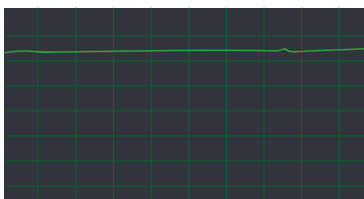


Technik zum Abdunkeln der Hintergrundbeleuchtung	Pulsbreitenmodulation (PBM)	Direct Current (DC)
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierter Einstellbereich für Bildschirmhelligkeit/ Luminanz</li> <li>• Einfacher und kosteneffektiver Schaltungsaufbau</li> <li>• Langjährig bewährte Technik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flimmerfrei</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglicherweise für den Nutzer erkennbares Flimmern</li> <li>• Gesundheitliche Bedenken, wie Ermüdung der Augen, Kopfschmerzen, Übelkeit</li> <li>• Auch bei nicht bewusst erkennbarem Flimmern ggf. negative Auswirkungen auf den Nutzer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplizierte Schaltung</li> <li>• Selten eingesetzt und weniger verbreitet als PBM zum Abdunkeln der Hintergrundbeleuchtung</li> <li>• Fallweise Probleme mit der Farbgebung in dunkleren Bildbereichen</li> </ul>

## Flimmerfreie Monitore von BenQ

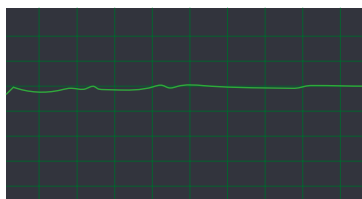
Mit dem steigenden Bewusstsein für Bildschirmflimmern und die damit in Verbindung gebrachten medizinischen Bedenken hat BenQ eine Serie flimmerfreier Monitore auf den Markt gebracht. Diese Monitore sind darauf ausgelegt, die Bedenken der Nutzer in Sachen Ermüdung der Augen und anderer gesundheitlicher Probleme durch flimmernde Bildschirme zu berücksichtigen. Sie basieren auf einer Hintergrundbeleuchtung mit DC-Steuerung, bei der keine Pulsbreitenmodulation eingesetzt wird. Dadurch wird die Hauptursache des Bildschirmflimmerns ausgeschaltet, sodass sich die flimmerfreien Monitore auch für anspruchsvollste Nutzer eignen.

Jede horizontale Linie repräsentiert auf dieser Skala eine Dauer von 20 ms



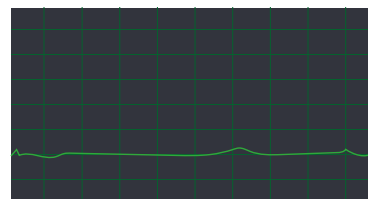
Helligkeitseinstellung = 100 %

Die gerade Linie zeigt eine konstante Hintergrundbeleuchtung bei maximaler Helligkeitseinstellung an.



Helligkeitseinstellung = 50 %

Bei Verringerung auf 50 % Helligkeit bestätigt die gerade Linie, dass keine PBM eingesetzt wird.



Helligkeitseinstellung = 0 %

Auch bei niedrigster Hintergrundbeleuchtung wird keine PBM eingesetzt und die Beleuchtung ist konstant.

# BLAUES LICHT

## Was ist blaues Licht?

Licht lässt sich in sichtbares und nicht sichtbares Licht unterteilen. Der Teil, der vom menschlichen Auge wahrgenommen wird, ist sichtbares Licht und umfasst Wellenlängen von 420 nm bis 780 nm. Die Farben, die wir normalerweise sehen, wie Rot, Orange, Gelb, Grün, Türkis, Blau und Violett, gehören alle zum sichtbaren Lichtspektrum. Licht mit Wellenlängen über 780 nm wird Infrarotlicht genannt, während Licht mit kürzeren Wellenlängen unter 420 nm als ultraviolettes Licht (UV) bezeichnet wird.

Neuere Studien haben ergeben, dass UV-Licht Gewebe, wie Haut und Augen, schädigen kann. Wir wissen, dass Sonnenschutzmittel Hautschäden vermeiden können. Da es recht unwahrscheinlich ist, dass Menschen unter normalen Umständen direkt ins Sonnenlicht (UV) oder ins Infrarotlicht sehen, sind die Risiken für Augenschädigungen durch UV- oder Infrarotlicht recht gering. Doch auch sichtbares blaues Licht kann die Retina durchdringen. Wir unterteilen sichtbares blaues Licht in zwei Gruppen – kurzwelliges blaues Licht (420 nm bis 455 nm) und langwelliges blaues Licht (455 nm bis 480 nm).

## Auswirkungen blauen Lichts

### Kurzwelliges blaues Licht kann zu Sehproblemen führen

Untersuchungen haben gezeigt, dass kurzwelliges blaues Licht von 420 bis 455 nm (nahe dem Ultraviolettbereich) als potenzielle Gefahr für die Retina anzusehen ist und zu Sehproblemen, wie Ermüdung der Augen und verschwommener Sicht, führen kann. Die Belastung über einen längeren Zeitraum kann zu Augenkrankheiten wie altersbedingter Makuladegeneration (AMD) und grauem Star beitragen.

### Langwelliges blaues Licht kann die Aufmerksamkeit steigern und die Reaktionsfähigkeit erhöhen

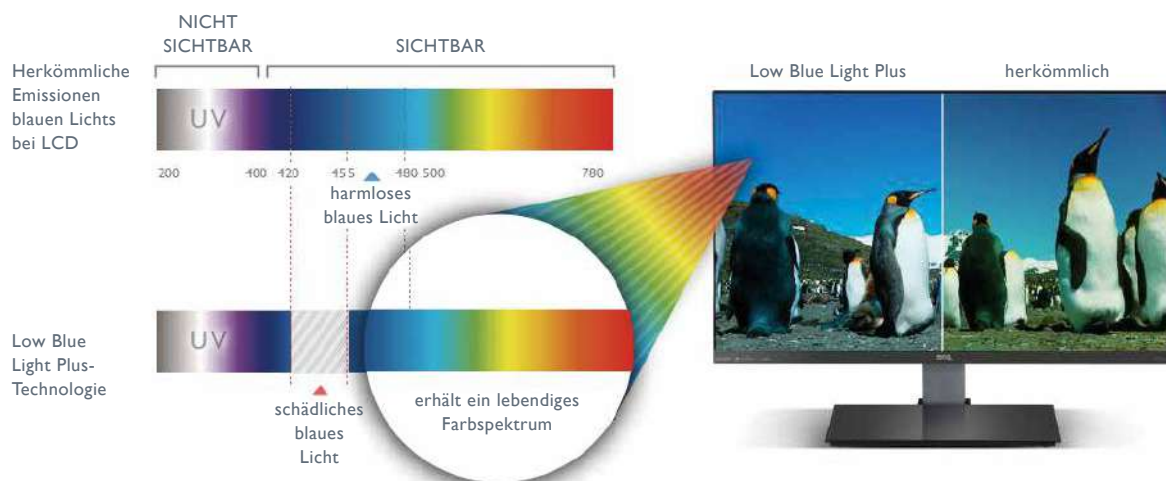
In Studien wurde nachgewiesen, dass langwelliges blaues Licht (455 nm bis 480 nm) auch einige positive Nebeneffekte mit sich bringt: Es kann die Aufmerksamkeit steigern, die Reaktionszeit verkürzen und positive Auswirkungen auf die Teile des Gehirns haben, die die Stimmung steuern.

## Neues Backlight-Modul von BenQ

Aktuell auf dem Markt erhältliche LED-Bildschirme verwenden eine WLED-Hintergrundbeleuchtung (White LED). Das Prinzip der WLED besteht darin, Emissionen eines Blue Chips zu verwenden, um gelben Phosphor auf dem Chip dazu anzuregen, weißes Licht zu produzieren. Die Emissionen des Blue Chips werden jedoch zu kurzwelligem blauem Licht und können bei langer Nutzung Sehschwierigkeiten hervorrufen. Die Low Blue Light Plus-Technologie von BenQ setzt einen speziell konstruierten Blue Chip ein, um jegliches kurzwellige blaue Licht zu vermeiden. Dies beugt somit möglichen Sehproblemen bei gleichzeitig hervorragender Bildqualität vor.

## Low Blue Light Plus-Technologie von BenQ

Die Low Blue Light Plus-Technologie von BenQ filtert kurzwelliges blaues Licht (420 nm ~ 455 nm), lässt das langwellige blaue Licht (455 nm ~ 480 nm) dabei jedoch unberührt, wodurch Nutzer trotzdem eine hervorragende Farbwiedergabe mit unverfälschten Farben, hoher Schärfe und starkem Kontrast genießen können.



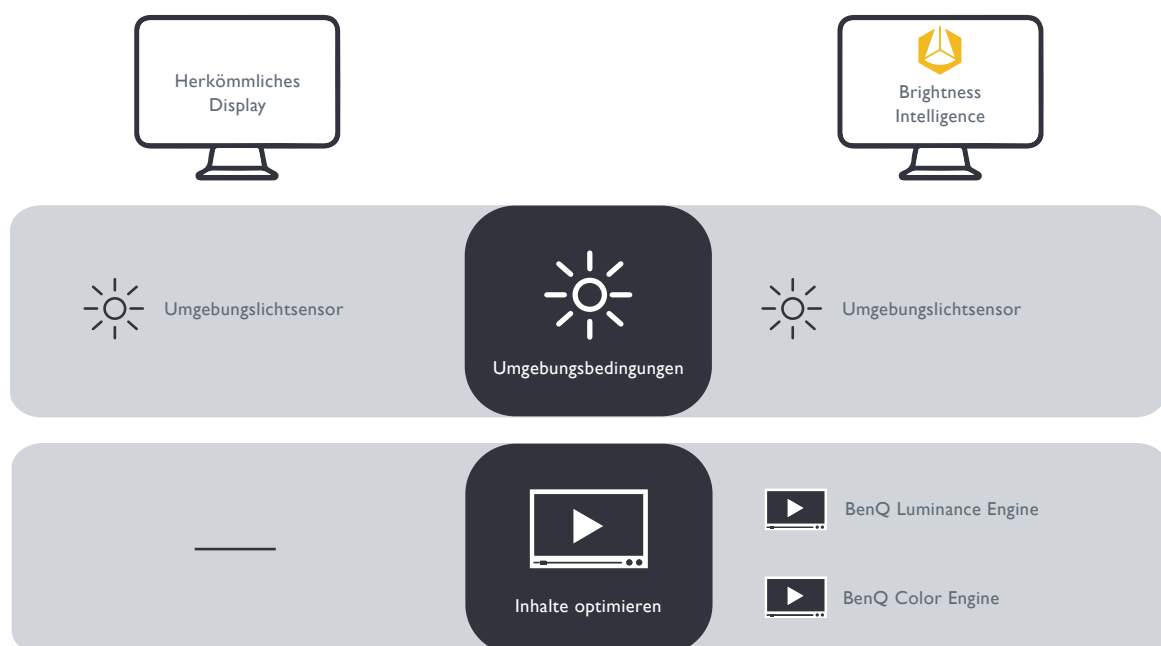
# UNGLEICHMÄßIGE BELEUCHTUNG

## Warum kann ungleichmäßige Beleuchtung die Augen schädigen?

Durch das Umgebungslicht hervorgerufene Schatten und Reflexionen können in Verbindung mit uneinheitlichem Licht des Bildschirms die Augen belasten. Steht der Bildschirm beispielsweise neben lichtdurchfluteten Fenstern, müssen sich die Augen aufgrund des blendenden Bildschirms mehr anstrengen, was zu einer zusätzlichen Belastung der Augen führt. Auch große Unterschiede zwischen Umgebungslicht und Licht des Displays können die Augen ermüden. Wenn der Nutzer beispielsweise ein sehr helles Display in einem schwach beleuchteten Raum benutzt, müssen seine Augen zum Fokussieren mehr Energie aufwenden. Dadurch, dass wir zwischen dunklen und hellen Bereichen auf dem Bildschirm wechseln, müssen unsere Augen die Pupillen ständig an die veränderten Lichtverhältnisse anpassen. So entsteht ebenfalls eine Belastung der Augen, welche zu Kopfschmerzen und verschwommener Sicht führen kann.

## Brightness Intelligence-Technologie von BenQ

Die Brightness Intelligence-Technologie erkennt die Lichtverhältnisse der Umgebung und passt die Bildschirmhelligkeit automatisch daran an, um ein möglichst entspanntes Seherlebnis zu gewährleisten. Darüber hinaus nutzt die Brightness Intelligence-Technologie die BenQ Luminance Engine und Color Engine, die die Intensität der darzustellenden Inhalte erkennen und dafür sorgen, dass helle Szenen nicht überbelichtet und dunkle Bereiche automatisch kontrastreich angezeigt werden.



## Umgebungslichtsensor

Wenn die Helligkeit des Bildschirms der Helligkeit des Umgebungslichts entspricht, müssen sich die Augen nicht ständig an die Unterschiede zwischen Hell und Dunkel anpassen. Die Brightness Intelligence-Technologie nutzt einen Umgebungslichtsensor, um die Lichtmenge in der Umgebung zu erkennen, und passt die Helligkeit des Displays automatisch auf die geeigneten Stufen an.

### Ohne Steuerung durch Umgebungslichtsensor



Helle Umgebung



Dunkle Umgebung

### Mit Steuerung durch Umgebungslichtsensor



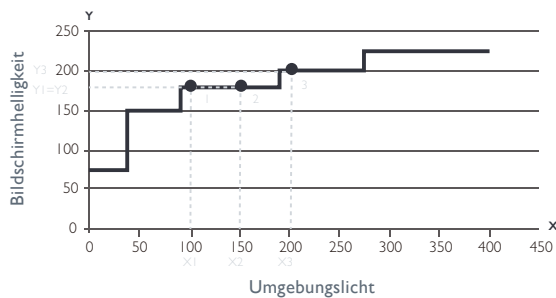
Helle Umgebung



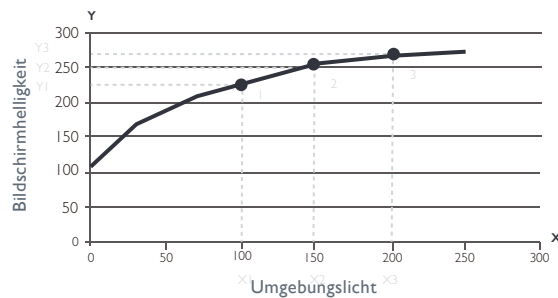
Dunkle Umgebung

Der einzigartige Algorithmus der Brightness Intelligence-Technologie berechnet die für das Umgebungslicht passende Bildschirmhelligkeit in Echtzeit. Wie in der folgenden Grafik zu erkennen, sind auf der X-Achse die Helligkeit des Umgebungslichts und auf der Y-Achse die Helligkeit des Bildschirms dargestellt. X1 korrespondiert mit Y1, X2 mit Y2 und so weiter. Für jeden X-Wert gibt es einen entsprechenden Y-Wert und durch die einzigartige Anpassung der Firmware sind die Übergänge fließend. Nutzer können diese stufenlosen Übergänge flimmerfrei genießen.

### Allgemeiner Lichtsensor



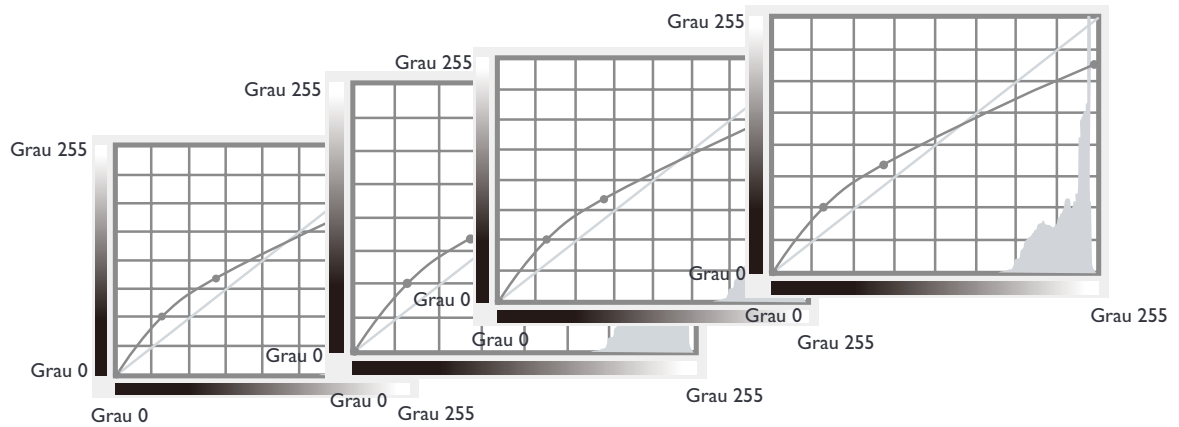
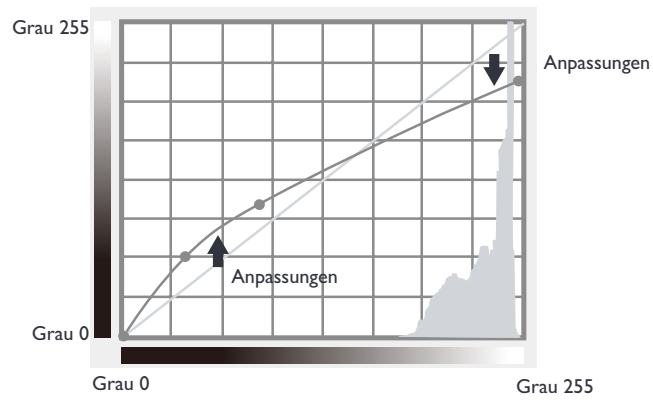
### Brightness Intelligence-Technologie



\*Die frühere Generation der „Eye Protection“ verfügte nur über sieben Helligkeitseinstellungen für das Umgebungslicht. Die neue Brightness Intelligence-Technologie bietet feinere Einstellungsstufen und bessere Reaktion (im Sinne von Bildschirmhelligkeit) auf unterschiedliche Lichtbedingungen der Umgebung.

### BenQ Luminance Engine

BenQ Luminance Engine sorgt für eine hervorragende dynamische Anpassung der Helligkeit. Details in dunklen Bereichen werden klar und deutlich angezeigt, ohne Inhalte in hellen Bereichen überzubelichten. Die Engine erzeugt eine ausgeglichene Übergangskurve mit zahlreichen Entsprechungspunkten für unterschiedliche Werte von Graustufen. Daher bietet die Brightness Intelligence-Technologie nicht nur eine optimale Helligkeit für den Bildschirm, sondern auch eine hervorragende Anpassung der Übergänge von dunkel zu hell und hell zu dunkel.



\*BenQ Luminance Engine bietet in Echtzeit unzählige dynamische Helligkeitsanpassungen für unterschiedliche Inhalte.

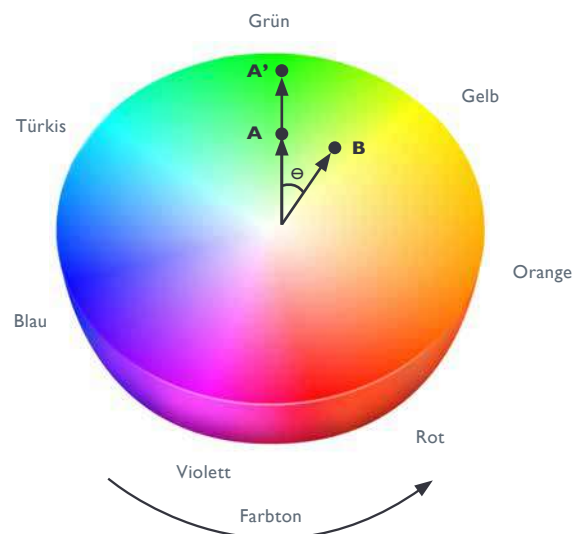
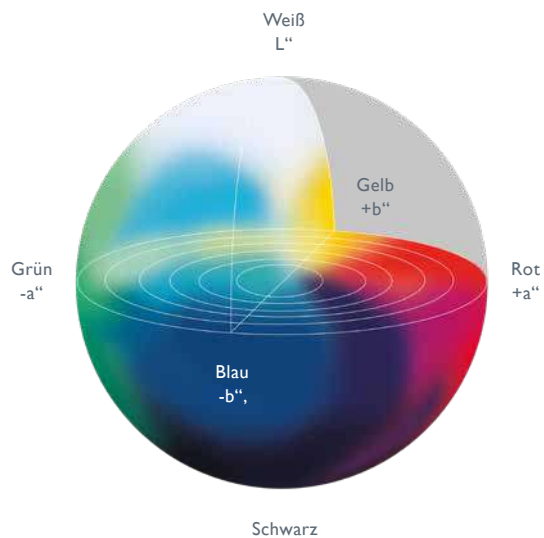
## BenQ Color Engine

Die BenQ Color Engine verwendet eine sechs-achsige Farbanpassungstechnologie, mithilfe derer Farbton und Sättigung unabhängig voneinander eingestellt werden können. Dank dieser Technologie wird die Farbwiedergabe verbessert und auch feinste Zwischentöne können auf dem Bildschirm farbgetreu angezeigt werden. Wenn die Bildschirmhelligkeit auf herkömmlichen Monitoren verringert wird, können die Originalfarben verfälscht werden. Mit der Color Engine von BenQ bleiben die Originalfarben weitgehend erhalten.

Die nebenstehende Farbtabelle besteht aus allen für das menschliche Auge sichtbaren Farben und kann in sechs Farbrichtungen unterteilt werden: Rot, Grün, Blau, Gelb, Türkis und Violett. Durch die BenQ Color Engine kann jede Farbe hinsichtlich Farbton und Sättigung unabhängig optimiert werden, ohne dadurch andere Farben zu beeinflussen. Das führt zu unglaublicher Farbpräzision und besonders lebendigen Farben.

Die BenQ Color Engine passt Farben auf dreidimensionaler Ebene an. In der folgenden Abbildung stellt der Winkel  $\Theta$  den Farbtonwinkel zwischen zwei Farben dar. Es werden zwei Beispiele gezeigt:

1. Verschiebung von A nach A': Durch eine erhöhte Farbsättigung wird das Grün lebendiger.
2. Verschiebung von A nach B: Der grüne Farbton rückt näher an Gelb und wird zu einem gelblichen Grün.





# BRIGHTNESS INTELLIGENCE PLUS-TECHNOLOGIE

## Brightness Intelligence Plus-Technologie näher erläutert

Aus dem vorherigen Abschnitt wissen wir, dass die Brightness Intelligence-Technologie die Intensität der darzustellenden Inhalte erkennt und dafür sorgt, dass helle Szenen nicht überbelichtet und dunkle Bereiche auf dem Bildschirm automatisch angepasst werden, was zu einem sichtlich klarerem Bild führt. BenQ hat nun der originalen Brightness Intelligence-Technologie eine weitere bedeutende Funktion hinzugefügt, mithilfe derer die Farbtemperatur in unserer Umgebung erkannt wird und Helligkeit sowie Farbtemperatur des Monitors automatisch entsprechend angepasst werden. Im Ergebnis führt dies zu einem unglaublich komfortablen Seherlebnis. Diese neuste Technologie heißt Brightness Intelligence Plus-Technologie.



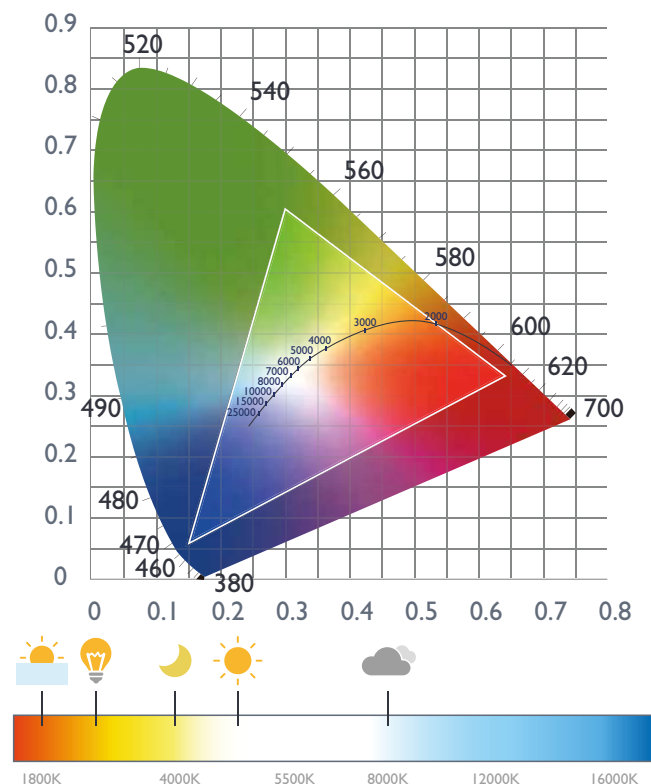
## Farbtemperatur

### Was bedeutet Farbtemperatur?

Für alle, die mit dem Begriff Farbtemperatur nicht vertraut sind, hier eine kurze Definition: „Die Farbtemperatur einer Lichtquelle ist die Temperatur eines idealisierten ‚schwarzen Strahlers‘, der dieselbe Lichtstrahlung aussendet und damit dieselbe Farbe besitzt wie die Lichtquelle.“ Besagte Farbtemperatur beschreibt die Eigenschaft des sichtbaren Lichts und wird in der Einheit der absoluten Temperatur, also in Kelvin (K), angegeben. Einfach erklärt ist die Farbtemperatur dazu gedacht, die „Farbe“ einer Lichtquelle mit einem einzigen Zahlenwert zu beschreiben. Diese Zahl steht für die tatsächliche Temperatur (in Kelvin, K), bei der der schwarze Strahler eine bestimmte Farbnuance aussendet. So wird beispielsweise das Licht einer Wolframlampe mit 2800K (Kelvin) beschrieben, was bedeutet, dass der schwarze Strahler bei einer Temperatur von 2800K dieselbe Farbnuance aussendet wie die Wolframlampe. Wissenschaftler haben die Farbänderungen bei steigender Temperatur des schwarzen Strahlers nachgewiesen und die Farbveränderungen auf der Farbtabelle eingetragen. Die schwarze Kurve in Abbildung 1 zeigt die von den Wissenschaftlern festgestellten Farbveränderungen. Sie wird Planck'scher Kurvenzug genannt.

Unterschiedliche Farbtemperaturen erzeugen unterschiedliche visuelle Effekte und Eindrücke. Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass weißes Licht bei steigender Farbtemperatur immer bläulicher wird. Je niedriger die Farbtemperatur hingegen, desto rötlicher wird das weiße Licht. Das lässt sich am Beispiel eines Gasbrenners veranschaulichen. Brennt die Flamme eines Gasbrenners orange oder gelblich, ist die Temperatur eher niedriger. Erzeugt der Brenner jedoch eine bläuliche Flamme, ist die Temperatur tatsächlich sehr hoch.

### Farbtemperaturkurve (Planck'scher Kurvenzug)



## Welche Rolle spielt die Farbtemperatur?

Bevor wir dazu kommen, welche Rolle die Farbtemperatur spielt, ist es wichtig zu wissen, welche Werte mit welcher Art Licht verbunden sind. Die untenstehende Tabelle erlaubt uns einen Einblick in dieses Thema.

- Am unteren Ende der Skala, von 1800K bis 2700K, wird das erzeugte Licht als „extra warmweiß“ bezeichnet. Kerzenlicht fällt in diese Kategorie.
- Farbtemperaturen zwischen 3000K und 5500K werden „warmweiß“ genannt. In diesen Bereich fallen die meisten Glühlampen.
- Werte zwischen 5500K und 7000K gehören in die Klasse „natürliches Licht“. Unser Tageslicht ist dafür ein geeignetes Beispiel.
- Alles ab 8000K gilt als „kaltes Licht“. Ein extrem sonniger Tag oder Leuchtstofflampen zählen dazu.

Szenario	Farbtemp. (K)	Farbe des Lichts
Sonnenaufgang/Sonnenuntergang	1800K	Extra warm Weiß
Kerze	2000K	
Wolframdraht	2700K	
Halogenlampe	3000K	Warmweiß
Studiobleuchtung	3000 - 3400K	
Warmweiße Leuchtstofflampe	3700K	
Mondlicht	4000K	Natürliches Licht
Tageslichtweiße Leuchtstofflampe	4500K	
Tageslicht	5000K	
Tageslicht (Mittags)	5200K	
Durchschnittliches Tageslicht	5500K	
Quecksilberlampe	5800K	Tageslicht
Wolkiger Tag	6500 - 7500K	
Sonniger Tag	8000K	Kaltes Licht
Leuchtstofflampe	9500K	



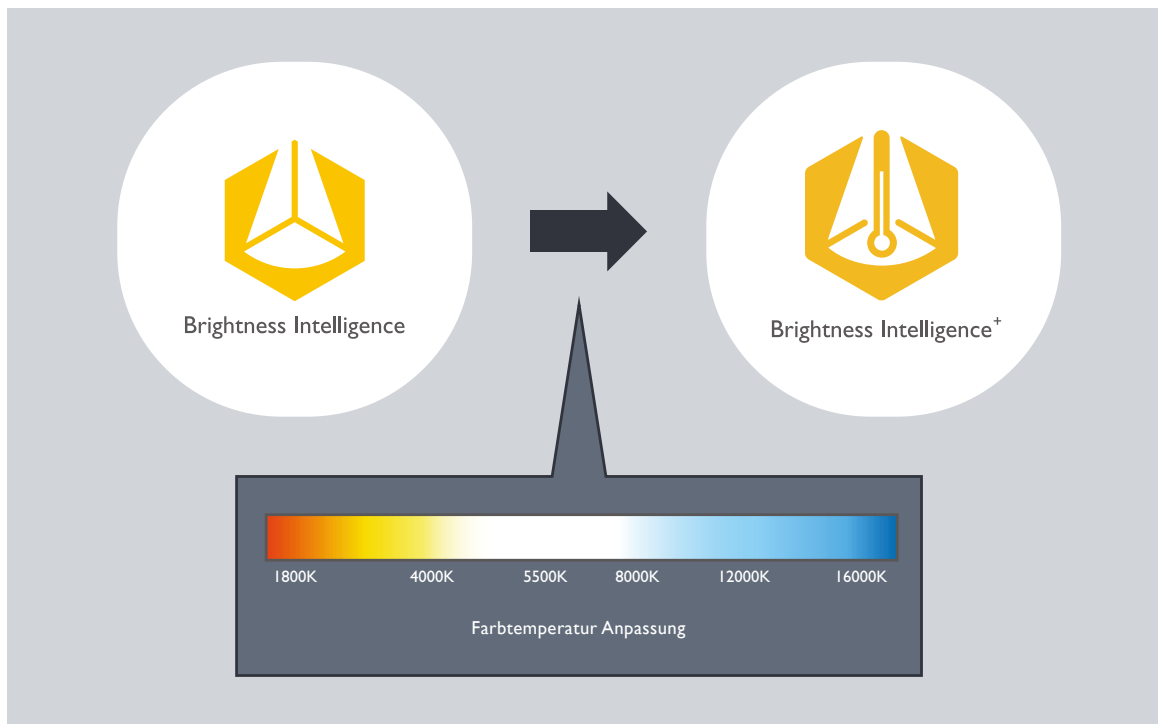
## Die Farbtemperatur der Umgebung können wir nicht steuern

Die Farbtemperatur beeinflusst maßgeblich unsere Stimmung und Farbwahrnehmung. Wenn wir beispielsweise einen Raum mit einer niedrigen Farbtemperatur betreten, fühlen wir uns wohl und entspannen, betreten wir hingegen einen Raum mit hoher Farbtemperatur, fühlen wir uns wach und aufmerksam. Dem zugrunde liegt die Tatsache, dass sich unser optisches System nach dem „Weiß“ in der Umgebung ausrichtet und andere Farben entsprechend dem Weiß anpasst. Also muss unser optisches System weniger Anpassungsarbeit in Bezug auf Farben leisten, wenn das Weiß in einer Szenerie konstant ist.



## Brightness Intelligence Plus-Technologie

Um die Brightness Intelligence-Technologie weiter zu verbessern, hat BenQ seiner ursprünglichen Technologie eine zusätzliche, hoch effektive Funktion hinzugefügt – die Farbtemperaturanpassung. Diese neue Technologie heißt Brightness Intelligence Plus-Technologie (B.I.+ Tech.).



## Vorteile der Brightness Intelligence Plus-Technologie

Zusätzlich zu all den Vorteilen der Brightness Intelligence-Technologie bietet die B.I.+ Tech zwei weitere Vorzüge:

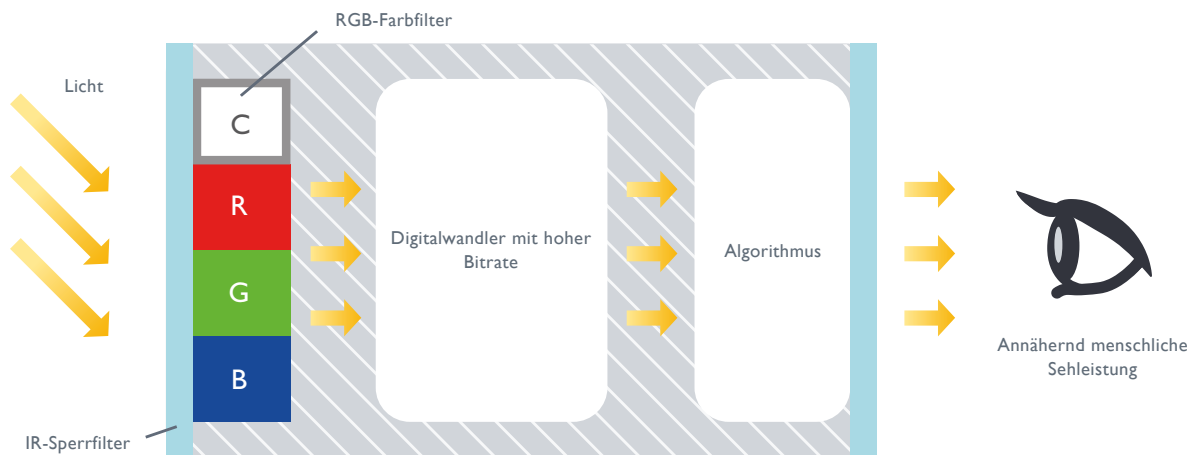
- Sie reduziert die Belastung der Augen bei jedem Umgebungslicht – erkennt die Stärke des Umgebungslichts und die Farbtemperatur der betrachteten Umgebung. Sie passt sowohl Helligkeit als auch Farbtemperatur des Bildschirms automatisch an und erzeugt damit höchsten Sehkomfort für das menschliche Auge.
- Sie erzeugt originalgetreue Farben für perfekte Bildinhalte – optimiert Farbton und Farbsättigung und sorgt gleichzeitig für eine sanfte Farbabstufung, sodass die Farben originalgetreu und lebendig bleiben.

## Farbsensor

Wie kann der Bildschirm jedoch wissen, unter welcher Art Beleuchtung er sich befindet? Die Antwort ist kein Geheimnis: dafür ist der Farbsensor verantwortlich. Seine Funktionsweise sowie der Aufbau wird in der untenstehenden Abbildung vereinfacht dargestellt und lässt sich wie folgt zusammenfassen::

- Er enthält Photodioden mit rotem, grünem und blauem Filter sowie farblose Photodioden, die ein nahezu photopisches Ansprechverhalten aufweisen und somit das optische System des Menschen nachahmen. Diese Sensoranordnung ermöglicht eine außergewöhnliche optische Leistungsfähigkeit in Sachen Farbwahrnehmung.
- Infrarotlicht wird vollständig herausgefiltert, damit durch den IR-Spektralanteil keine Störungen hervorgerufen werden. Dadurch können präzise RGB-Messungen und Farbtemperaturwerte ermittelt werden. Die Umgebungstemperatur beeinflusst die RGB-Messungen des Sensors nicht.
- Vier leistungsstarke Analog-Digital-Wandler setzen den verstärkten Strom der Photodioden schnell und exakt in digitale Daten mit hoher Bitrate für das Farbsensorsystem um.
- Hochentwickelte Algorithmen erzeugen aus den Werten des Sensors eine Wahrnehmungsleistung, die der des menschlichen Auges sehr nahekommt.

### Aufbau des Farbsensors

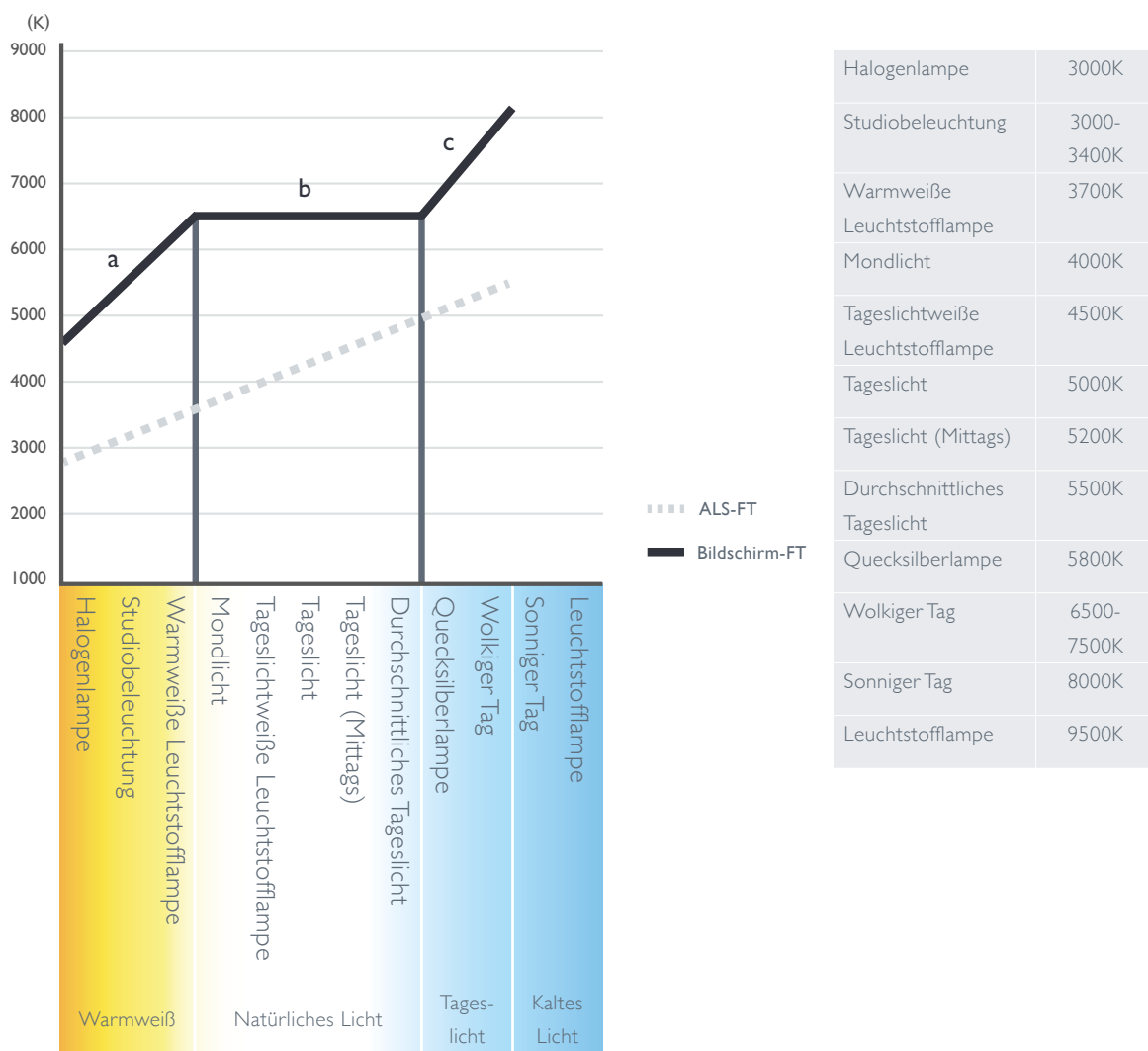


## Farbtemperatur des Umgebungslichtsensors (Ambient Light Sensor, ALS) vs. Farbtemperatur des Bildschirms

In der folgenden Grafik ist die Beziehung zwischen ALS-Farbtemperatur und Bildschirm-Farbtemperatur zu entnehmen.

Die Abschnitte a und c werden der Änderung der umgebenden Farbtemperatur linear angepasst. Das Ziel ist, die Belastung für die Augen aufgrund der sich ändernden Farbtemperatur gering zu halten, indem die Farbtemperatur des Bildschirms auf die der Umgebung abgestimmt wird. In Abschnitt b jedoch behält der Bildschirm die Standard-Farbtemperatur von 6500K bei, um ein optimales Seherlebnis zu gewährleisten.

### ALS-FT vs. Bildschirm-FT



# COLOR WEAKNESS MODE

Farbsehschwäche oder Farbfehlsichtigkeit ist die verringerte Fähigkeit, Farben oder Farbnuancen zu unterscheiden. Um Farbsehschwäche zu verstehen, muss man wissen, wie das menschliche Auge Farben wahrnimmt.

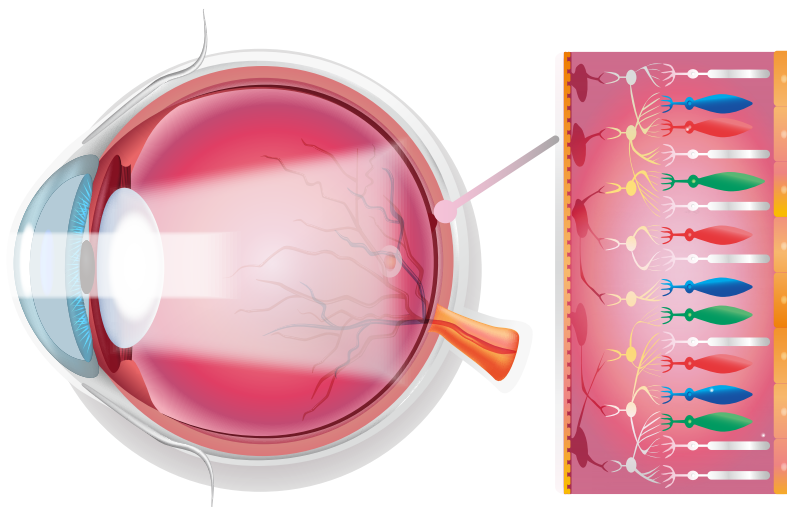
## Wie nimmt das menschliche Auge Farben wahr?

Durch den Aufbau des menschlichen Auges werden Licht und Bilder auf die Netzhaut (Retina) projiziert, wobei die Retina aus Stäbchen und Zapfen besteht. Stäbchen sind auf die Wahrnehmung von Helligkeit spezialisierte Sinneszellen. Zapfen hingegen nehmen farbiges Licht wahr. Dank der Stäbchen ist das Sehen im Zwielicht oder in der Nacht möglich, die Zapfen machen Details sowie unterschiedliche Farben erkennbar.

## Unterschiedliche Arten von Zapfen

Es gibt drei unterschiedliche Arten von Zapfen. Jeder der Zapfen dient als Rezeptor für eine der drei Farben Rot, Grün und Blau, und reagiert unterschiedlich auf farbige Lichtquellen. Für jede der drei Arten besteht eine spezifische Farbabsorptionskurve mit Höchstwerten an unterschiedlichen Punkten des Farbspektrums. Die Informationen dieser drei Zelltypen zusammengenommen ergeben unser Farbsehen. Betrachtet man ein Objekt, gelangt Licht in die Augen und die Zapfen werden angeregt. Das Gehirn entschlüsselt die Signale der Zapfen und die Farbe des Objekts wird erkennbar. Zur Wahrnehmung des gesamten Farbspektrums wirken rote, grüne und blaue Zapfen zusammen. Wenn beispielsweise rote und grüne Zapfen auf bestimmte Weise angeregt werden, sieht man Gelb.

## Der menschliche Augapfel



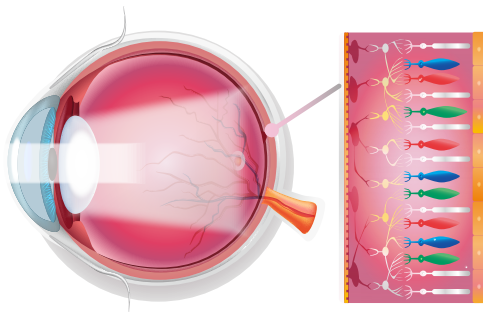


## Was ist Farbsehschwäche?

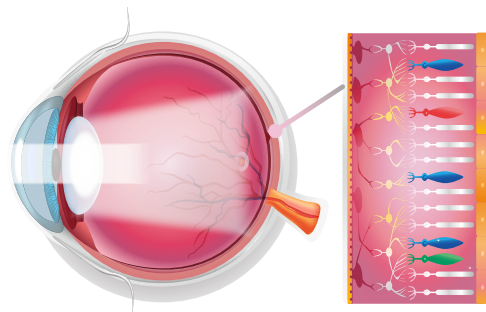
Die meisten Menschen mit Farbsehschwäche sehen Dinge genauso deutlich wie der Rest der Bevölkerung. Der Unterschied besteht in ihrer Fähigkeit, rotes, grünes oder blaues Licht zu unterscheiden.

Liegt Farbsehschwäche vor, reagieren die Zapfen der Retina nicht wie erwartet auf Licht, da ein oder mehrere Zapfentypen fehlerhaft oder gar nicht vorhanden sind. Menschen, die unter Farbsehschwäche leiden, können in der Regel im Alltag trotzdem Farben sehen, verwechseln diese jedoch oder erleben bestimmte Farbpaare so ähnlich, dass sie sie nicht auseinanderhalten und auch zwischen Abstufungen von Rot, Gelb und Grün nicht unterscheiden können. Wenn beispielsweise die roten Zapfen fehlen, sind Farben, die Rot enthalten, nicht deutlich zu erkennen.

Der menschliche Augapfel



Augapfel mit Farbsehschwäche



Am häufigsten kommt Farbesehschwäche bei den Farben Rot und Grün vor. Die Betroffenen verwechseln dabei alle Farben mit roten oder grünen Bestandteilen. Personen mit Rotesehschwäche reagieren weniger sensibel auf rotes Licht, für diejenigen mit Grünesehschwäche gilt das gleiche bei Grün. Zum Beispiel haben Personen mit Rotesehschwäche Probleme, Blau und Violett zu unterscheiden, da sie den Rotanteil der Farbe Violett nicht erkennen können. Die dritte Form der Farbesehschwäche, die Blausehschwäche, kommt am seltensten vor und Betroffene haben Probleme, blaues oder gelbes Licht zu unterscheiden. Personen mit vererbter Farbesehschwäche fallen alltägliche Tätigkeiten schwerer als farbenblinden Menschen. Das Führen von Fahrzeugen kann ein Problem darstellen, denn die roten und grünen Ampelfarben werden falsch angezeigt. Wenn es um die Berufswahl geht, können Personen mit Farbesehschwäche gegebenenfalls einige Berufe, wie Grafikdesign, nicht ausüben, da eine exakte Farbwahrnehmung erforderlich ist.

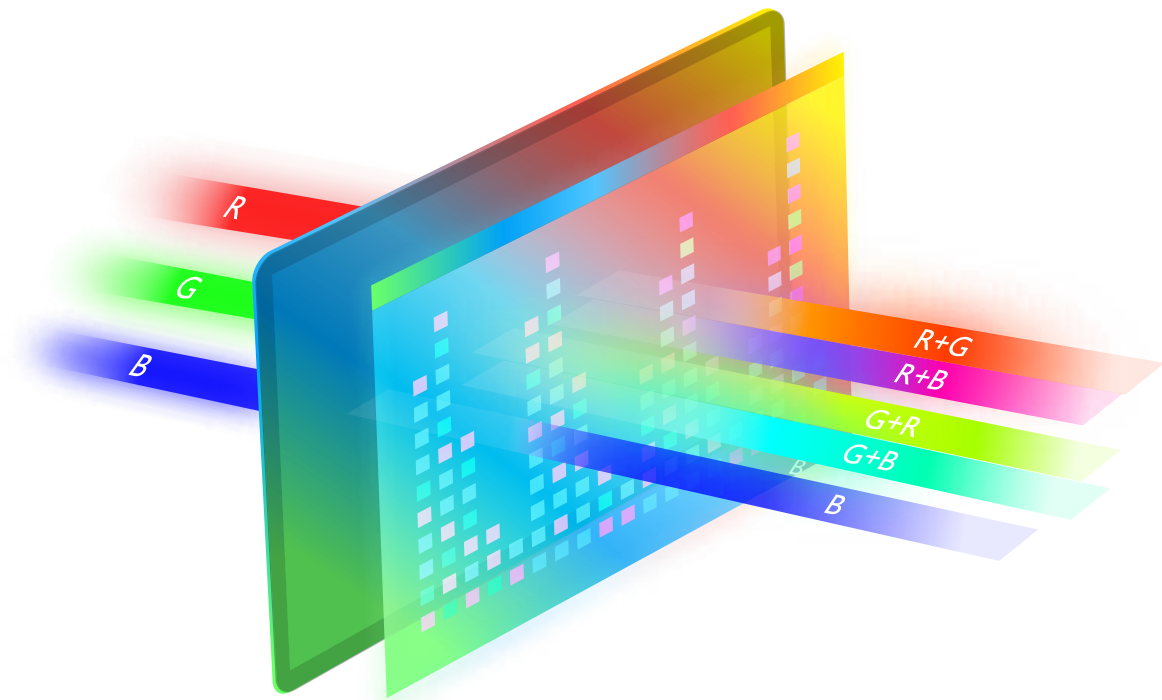
Normalsichtig



Rotesehschwäche



## Color Weakness Mode von BenQ



Der von BenQ entwickelte Color Weakness Mode verwendet zusätzliche Farbmischungen für Personen mit Grün- oder Rotschwäche. Dabei werden zwei oder drei zusätzliche Primärfarben in unterschiedlichen Anteilen und Intensitäten vermischt, um Zwischentöne zu erzeugen. Auf diese Weise entsteht ein Farbfilter, der es Nutzern ermöglicht, Farben beim Ansehen von Fotos, Karten oder Grafiken auf dem Bildschirm einfacher zu unterscheiden.

Mithilfe von Befragungen von Menschen mit Farbsehschwäche hat BenQ auf Grundlage der entsprechenden Ergebnisse zwei Arten von Farbfiltern durch Feinabstimmung und Farboptimierung auf dem Bildschirm entwickelt. Sowohl Rot- als auch Grünfilter sind je nach Schweregrad der Farbfehlsichtigkeit anpassbar. Den Betroffenen stehen die Stufen von 0 bis 20 für ein verbessertes Bilderlebnis zur Verfügung.

# E P A P E R

Seit die unterschiedlichsten Arten von Bildschirmen in unserem Leben zur Normalität geworden sind, leiden unsere Augen unter starker Belastung. Der Kontakt mit diesen digitalen Displays wird immer unvermeidlicher, in gleichem Maße verringert sich die Chance, die Zeit, die wir vor dem Bildschirm verbringen, einzuschränken. Um ein angenehmeres Seherlebnis zu erreichen, hat BenQ Versuche durchgeführt, anhand derer die Möglichkeit ausgelotet wurde, ein papierähnliches Lesegefühl zu erzeugen. Nach zahlreichen Tests kam BenQ auf die Lösung: den ePaper-Modus. Er ist so ausgelegt, dass die Augen auch nach längerer Verwendung kaum ermüden.

## Weshalb ist ePaper angenehm für die Augen?

Genau wie Bücher und eBooks zeigt der ePaper-Modus Inhalte in Schwarz-Weiß an, was das Lesen erleichtert und die Augen weniger anstrengt. Darüber hinaus werden dabei ein geringer Kontrast, eine verminderte Helligkeit und eine Farbtemperatur zwischen 4000 und 5000K verwendet. Der geringe Kontrast entspricht dem Kontrast eines Buches und entlastet die Augen. Der ePaper-Modus setzt auf eine geringe Helligkeit von 120 Nits. Dieser Wert entspricht am ehesten der Helligkeit, die von Papier reflektiert wird. Indem der Helligkeitsunterschied zwischen Bildschirm und Umgebung vermindert wird, müssen sich die Augen weniger anstrengen, sich an plötzliche Änderungen der Helligkeit anzupassen. ePaper wendet zudem Farbtemperaturen von 4000 bis 5000K an, was dem Tageslicht nahekommt. Auf diese Weise gewöhnen sich die Augen schneller an die plötzliche Helligkeit des Bildschirms und das vom Bildschirm ausgestrahlte blaue Licht wird verringert. Vor dem Hintergrund eines komfortableren Seherlebnisses vermittelt der ePaper-Modus Nutzern das Gefühl, als läsen sie ein Buch, während sie über längere Zeit im Internet surfen, Daten zusammentragen und an ihren Präsentationen feilen.

## Vergleich zweier Modi



Bildmodus: ePaper



Bildmodus: Standard

\*Als kleine Erinnerung: Egal, wie angenehm ePaper das Display für die Augen gestaltet, Pausen sind immer angebracht.

# EYE REMINDER

Die Menschen verbringen immer mehr Zeit an Computern, Smartphones, Tablets und Fernsehern, doch es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Verwendung von Bildschirmen und der Belastung der Augen. Ruhen sich die Augen im Laufe des Tages nicht ausreichend aus, kann die Sehschärfe beeinträchtigt werden und es kommt zu verschwommener Sicht, müden Augen und Kopfschmerzen.

Neben Augenleiden kommt es zu weiteren gesundheitlichen Problemen, wie Gewichtszunahme, chronischen Nacken- und Rückenschmerzen und sogar Schlafproblemen aufgrund der zu langen Exposition gegenüber blauem Licht. Daher gewinnt die Frage, wie man die Zeiten am Bildschirm steuern kann, zunehmend an Bedeutung.

Eine kurze Google-Suche ergibt unterschiedlichste Programme und Apps, die Nutzer daran erinnern, eine Pause einzulegen. Einige davon mögen gut funktionieren, andere wiederum störend wirken. Ihre Benachrichtigungen werden auf dem Bildschirm eingeblendet, wenn die festgelegte Zeit erreicht ist, unabhängig davon, ob der Nutzer erst 5 Minuten zuvor an seinen Platz zurückgekehrt ist. Bei der Arbeit am Bildschirm sind solche aufpoppenden Meldungen störend.

Zur Lösung dieses Problems hat BenQ die Eye Reminder-Technologie entwickelt, die den Nutzer nach Ablauf einer selbst eingestellten Zeitspanne zu einer Pause auffordert.

## Das Funktionsprinzip

Der Eye Reminder verwendet einen hoch sensiblen, weitreichenden Näherungssensor und 940 nm IR-LEDs, um in der Nähe befindliche Objekte aufzuspüren, indem kontinuierlich Infrarotstrahlung abgegeben und nach Veränderungen des rückkehrenden analogen Signals gesucht wird. Der vom Sensor abgedeckte Bereich beträgt etwa einen Winkel von  $30^\circ$  bei einer Entfernung von 1 Meter. Auf diese Weise kann erkannt werden, ob sich der Nutzer vor dem Bildschirm befindet und die Arbeitszeit exakt gemessen werden. Verlässt der Nutzer seinen Platz, startet die Zählung nach seiner Rückkehr erneut. In den Sensor integriert ist ein Chip, der das analoge Signal in ein digitales wandelt. Wird das Signal vom Zähler des Monitors empfangen, wird eine Meldung angezeigt, die zu einer Pause rät. Der Nutzer kann zwischen drei voreingestellten Optionen wählen: 30/45/60 min. Ist die Zeit abgelaufen, wird dem Nutzer geraten aufzustehen und eine kurze Pause einzulegen..

Dabei ist es wichtig, die Augen vom Bildschirm zu nehmen, sich zu bewegen oder eine Tasse Kaffee zu holen. Von solchen Unterbrechungen profitieren die Augen und die allgemeine Gesundheit.

