



# Technischer Überblick

## Smart Insight verbessert die Darstellung dunkler Bildbereiche

### INHALT

1.	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>2</b>
2.	<b>TECHNOLOGIE ZUR VERBESSERUNG DER DARSTELLUNG DUNKLER BILDBEREICHE ...</b>	<b>3</b>
2.1	<b>KONVENTIONELLE TECHNOLOGIE ZUR VERBESSERUNG DER DARSTELLUNG DUNKLER BILDBEREICHE ...</b>	<b>3</b>
3.	<b>SMART INSIGHT-TECHNOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
3.1	<b>OPTISCHE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN REALER WAHRNEHMUNG UND MONITORBILD</b> .....	<b>3</b>
3.2	<b>OPTISCHE WIEDERGABE MIT DER HUMAN EYE-FUNKTION</b> .....	<b>4</b>
3.3	<b>VERBESSERUNG DER DARSTELLUNG DUNKLER BILDBEREICHE MIT SMART INSIGHT</b> .....	<b>6</b>
3.4	<b>DIE WIRKUNG VON SMART INSIGHT</b> .....	<b>7</b>
4.	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>8</b>

Nr. 12-001 Revision B

Juli 2014

EIZO

## 1. Einleitung

EIZO hat sich mit verschiedenen innovativen Technologien für hohe Bildqualität befasst. Dazu zählen die hochpräzise Gammakorrektur, die Technologie zur Steuerung der Helligkeitsstabilität und der Digital Uniformity Equalizer (DUE). All das dient dem Ziel, eine besonders präzise Monitordarstellung der ursprünglichen Bildquelle zu ermöglichen.

Dieser technologische Ansatz wurde auf die Home-Entertainment-Monitore der FORIS-Reihe übertragen. Daraus ging das „Natural Comfort“-Konzept der FORIS-Monitore hervor, demzufolge Monitore den Farbton und die Feinheit einer Bildquelle präzise und auf natürlich wirkende Weise wiedergeben sollen.

Das „Natural Comfort“-Konzept ist zweifellos wesentlich, wenn es um die Umsetzung der Intention des Bildurhebers geht. Dem stehen allerdings unterschiedliche Betriebsumgebungen, die immer breiter gefächerten Erwartungen von Benutzern und eine Vielzahl von Bildquellen gegenüber. Vor diesem Hintergrund kann eine präzise Wiedergabe zu einem aus Benutzersicht unbefriedigenden Ergebnis führen. Vor allem die Darstellung dunkler Farbtöne und Bereiche auf dem Monitor ist stark von der Betriebsumgebung (Lichtintensität im Umfeld) und der Helligkeit des Monitors abhängig. Aus diesem Grund kann das „Natural Comfort“-Konzept unter bestimmten Umständen zu einer subjektiv schlechteren Darstellung bestimmter Bildbereiche führen.

Um dieses Problem zu lösen, haben wir Smart Insight entwickelt. Smart Insight verbessert die Darstellung dunkler Bereiche so, dass sie den Erwartungen des Benutzers entspricht. Die Einzelheiten dieses Verfahrens werden im vorliegenden Dokument erläutert. Die neue Funktion optimiert die Darstellung dunkler Bereiche und bewahrt gleichzeitig die ursprüngliche Textur der Bildquelle. Daraus ergibt sich ein Monitorbild, das sich der natürlichen Wahrnehmung annähert. Darüber hinaus bietet Smart Insight einen Mehrwert, indem es Szenen lebendiger erscheinen lässt, da es den natürlichen Sinneseindruck präzise auf dem Monitor wiedergibt.



Das Modell FORIS FS2434 mit Smart Insight

## **2. Technologie zur Verbesserung der Darstellung dunkler Bildbereiche**

### **2.1 Konventionelle Technologie zur Verbesserung der Darstellung dunkler Bildbereiche**

Herkömmliche Monitore nutzen die Gammakorrektur des gesamten Bildschirms, um die Darstellung dunkler Bildbereiche zu verbessern. Der eigentliche Zweck der Gammakorrektur besteht darin, das optische Eingangs-Ausgangs-Verhältnis durch Anpassen des Gammawerts in Abhängigkeit von der Bildquelle zu linearisieren. Da sich mithilfe der Gammakorrektur der Ausgangswert dunkler Bildbereiche anheben lässt, kann die Funktion von Benutzern allerdings auch dazu verwendet werden, diese Bereiche aufzuhellen.

Die Verwendung der Gammakorrektur zur Verbesserung der Darstellung dunkler Bildbereiche kann jedoch zu einer übermäßigen Verstärkung heller Bereiche und damit zu Farbtonverlusten führen.

## **3. Smart Insight-Technologie**

Smart Insight extrahiert die Kontrastdaten des Bildes pixelweise und korrigiert die Bildhelligkeit unter Beibehaltung der ursprünglichen Textur. Zusätzlich erkennt Smart Insight die Helligkeit des Gesamtbildes sowie Farbtonverzerrungen und passt die Parameter automatisch szenebestimmend an. Der folgende Abschnitt beschreibt die visuellen Unterschiede zwischen realer Wahrnehmung und den von herkömmlichen Monitoren dargestellten Bildern sowie das Entwicklungskonzept von Smart Insight.

### **3.1 Optische Unterschiede zwischen realer Wahrnehmung und Monitorbild**

Wird ein Objekt bei erheblichen Differenzen in der Lichtintensität fotografiert, zum Beispiel bei Gegenlicht oder Schatten, können die Bilder auf dem Monitor unter Umständen dunkel und kaum erkennbar sein. Mit der Belichtungseinstellung der Kamera kann dem bis zu einem gewissen Grad begegnet werden. Allerdings wirkt sich die Belichtungseinstellung auf das gesamte Bild aus. Eine längere Belichtungszeit kann folglich zu einer Sättigung heller Bereiche führen, in denen Details dann nicht mehr erkennbar sind.



#### **Originalbild einer Kamera**

Der Schatten des Tisches erscheint dunkler, als er tatsächlich ist.



#### **Mit Smart Insight korrigiertes Bild**

Der Schatten des Tisches erscheint im natürlichen Farbton.

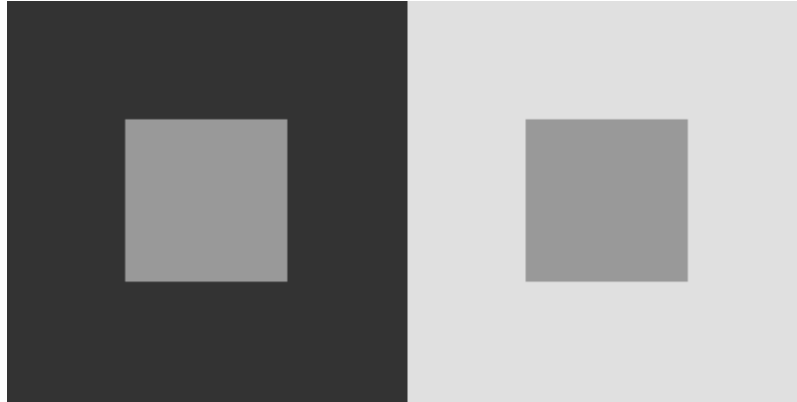
Der Grund für die verminderte Sichtbarkeit in dunklen Bereichen liegt darin, dass die Helligkeit von Monitoren deutlich geringer ist als die in der Natur wahrgenommene. Zum Beispiel liegt die Lichtintensität im Hochsommer bei ca. 100.000 lx in der Sonne und 10.000 lx im Schatten. Die maximale Helligkeit herkömmlicher Monitore beträgt im Vergleich dazu einige Hundert  $\text{cd}/\text{m}^2$ , wobei das Minimum nahe Null liegt. Auch wenn sich diese Werte auf leuchtende und beleuchtete Flächen beziehen, unterscheidet sich die Helligkeit zwischen Monitor und realer Wahrnehmung erheblich. Monitore würden das im Schatten liegende Objekt mit einer Beleuchtungsstärke von 10.000 lx als dunklen Bildbereich darstellen, der auf dem Bildschirm nur noch wenige  $\text{cd}/\text{m}^2$  aufweist.

Das menschliche Auge optimiert den dynamischen Bereich seiner Helligkeitswahrnehmung, indem es sich an die Helligkeit anpasst. Es müsste sich also an eine dunkle Umgebung anpassen, um eine Helligkeit von wenigen  $\text{cd}/\text{m}^2$  richtig wahrnehmen zu können. Wir haben aber nicht immer die Möglichkeit, uns an eine dunkle Umgebung zu gewöhnen, bevor wir ein Bild auf dem Monitor betrachten. Daher sind dunkle Objekte in einem Monitorbild schwieriger zu erkennen als in der Realität.

### **3.2 Optische Wiedergabe mit der Human Eye-Funktion**

Der Helligkeitsumfang eines Monitors ist geringer als der in der Natur gegebene. Folglich kann ein Monitor den vollen Helligkeitsumfang eines realen Objektes nicht wiedergeben. Allerdings liegt der Wahrnehmungsbereich des menschlichen Auges nach Anpassung an die Umgebungshelligkeit, der dynamische Wahrnehmungsbereich, in der Größenordnung von  $10^2$  (ca. 100:1–1000:1). Obwohl also die absoluten Werte nicht mit dem natürlichen Helligkeitsumfang übereinstimmen, kann sich der dynamische Bereich des Monitors (ca. 400:1–1000:1) der menschlichen Wahrnehmung weitgehend annähern.

Die folgenden Abbildungen zeigen eine optische Täuschung. Obwohl das graue Quadrat auf der rechten Seite dunkler als das linke erscheint, haben beide Quadrate die gleiche Helligkeit. Diese optische Täuschung wird vor allem dadurch verursacht, dass sich die Pyramidenzellen (Sehzellen, die beim photopischen Sehen Farbe und Helligkeit erkennen) räumlich nahe dem Zentrum des Betrachtungspunktes konzentrieren. Das Phänomen wird auch als „Helligkeitskonstanz“ bezeichnet.



Beide grauen Quadrate haben die gleiche Helligkeit.

Diese optische Täuschung zeigt, dass die vom menschlichen Auge wahrgenommene Helligkeit bzw. Farbe auf relativen, und nicht auf absoluten Größen beruht. Die Retinex-Theorie drückt dieses Phänomen durch ein physikalisches Modell aus. Wir haben Smart Insight auf der Grundlage dieses Retinex-Modells entwickelt. Die Retinex-Theorie beschreibt, dass die Beleuchtungsstärke  $I$  nach folgender Formel als das Produkt aus Objektreflexion  $R$  und Beleuchtung  $L$  dargestellt werden kann.

$$I = R \times L$$

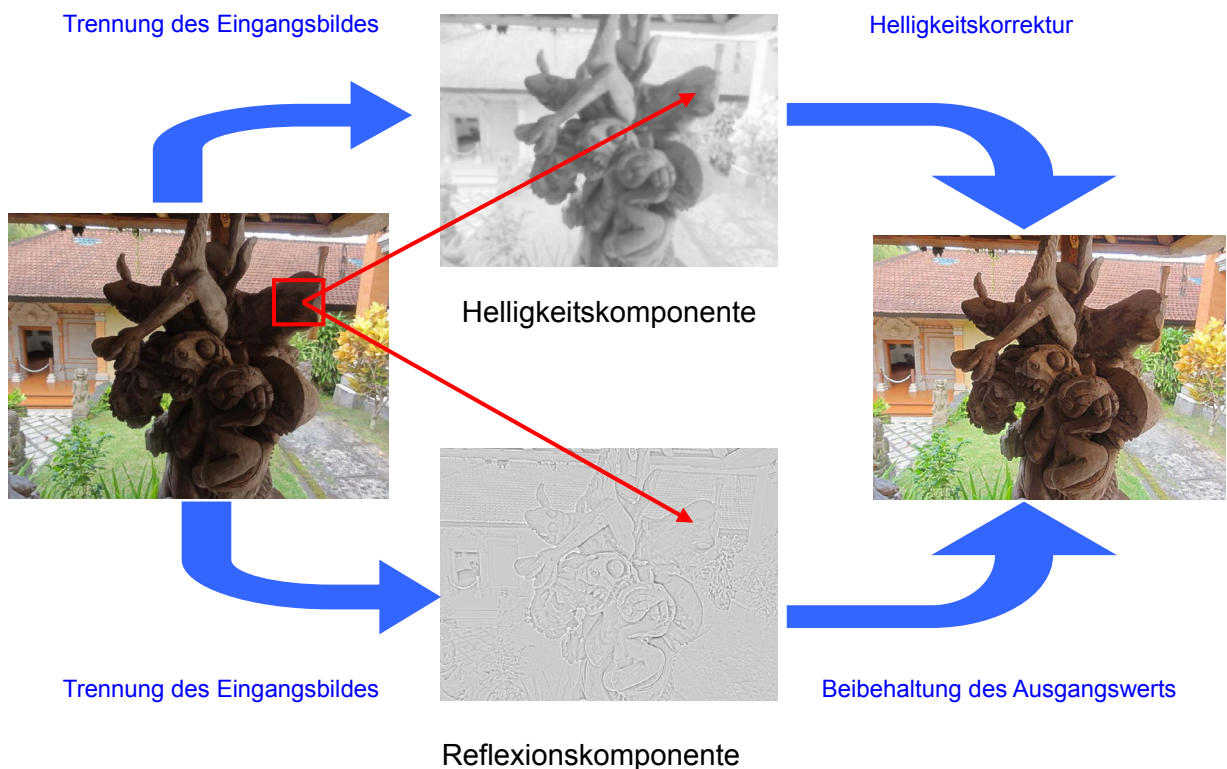
Im Hinblick auf die Bildverarbeitung wird die Retinex-Theorie vereinfacht wie folgt ausgedrückt: „Pixel-Beleuchtungsstärke und -Farbe werden stärker durch die relative Differenz zum optischen Umfang der Umgebung als durch den absoluten optischen Umfang bestimmt.“ Hierbei entspricht der relative optische Umfang der Reflexion  $R$  in obiger Formel und ist abhängig von Merkmalen wie Bildkonturen, Textur und lokalem Kontrast.

Um die Monitordarstellung von dunklen Bereichen der Retinex-Theorie gemäß zu verbessern, müssen Monitore also den Reflexionsanteil aus dem Eingangsbild extrahieren und dann den Helligkeitswert so anpassen, dass der Reflexionsanteil sichtbar wird. Auf diese Weise gelingt Monitoren eine wirklichkeitsnahe Darstellung.

### 3.3 Verbesserung der Darstellung dunkler Bildbereiche mit Smart Insight

Die folgenden Darstellungen geben einen Überblick über den Bildanpassungsprozess mit Smart Insight.

- Zunächst werden die Helligkeits- und Reflexionsanteile des Eingangsbildes getrennt.  
An diesem Punkt berechnet Smart Insight die Werte der Helligkeits- und Reflexionskomponenten durch Analyse des Bildbereiches bei einem bestimmten Pixel im unten abgebildeten roten Viereck.
- Als nächstes wird die Helligkeit im dunklen Bereich der Helligkeitskomponente erhöht und die Reflexionskomponente neu zusammengesetzt.
- Dann erzeugt Smart Insight Bilder mit korrekter Helligkeit unter Beibehaltung des lokalen Kontrasts.



Durch diese Maßnahmen korrigiert Smart Insight die Helligkeit in dunklen Bereichen und macht die Darstellung wirklichkeitsnah. Die Korrektur des dunklen Bereichs der Helligkeitskomponente erfolgt mithilfe unserer innovativen automatischen Regelung. Bei diesem Vorgang berücksichtigt Smart Insight die Lichtintensität des Gesamtbildes und die Farbtonverzerrung. Der Umfang der Korrektur ist von der Helligkeit anhängig. Zum Beispiel verändert Smart Insight den dunklen Bereich stärker als den hellen Bereich. Deshalb sind bewegte Bilder mit angemessener Korrektur möglich.



### 3.4 Die Wirkung von Smart Insight

Die folgenden Abbildungen zeigen die Unterschiede zwischen herkömmlicher Gammakorrektur und Smart Insight.



Originalbild



Mit Smart Insight korrigiertes Bild



Gammakorrektur  $\gamma=1,6$

Die Gammakorrektur kann die Darstellung der dunklen Bereiche verbessern. Da sie jedoch alle Farbtöne gleichermaßen anpasst, nimmt der lokale Kontrast ab und die Konturen verschwimmen. Außerdem wird das gesamte Bild weißlich und verliert an Lebendigkeit.

Im Gegensatz dazu bleiben Details und Konturen mit Smart Insight deutlich, weil Smart Insight die Helligkeit dunkler Bereiche unter Beibehaltung des ursprünglichen lokalen Kontrastes korrigiert. Darüber hinaus erhält Smart Insight bei der Korrektur der Helligkeit sowohl den vom menschlichen Auge wahrgenommenen Farbton als auch die Sättigung. So wird ein Verbleichen der Farbe verhindert. Auch der Bereich, in dem die Helligkeit korrigiert wurde, wirkt lebendiger. Dies wird durch den sogenannten Hunt-Effekt verursacht, der das optische Phänomen beschreibt, dass die Farbigkeit mit der Helligkeit zunimmt.

#### 4. Zusammenfassung

Die neue Smart Insight-Technologie verbessert die Darstellung dunkler Bildbereiche unter Beibehaltung der natürlichen visuellen Wirkung. Die Technologie bietet nicht nur eine optische Verbesserung, sondern auch eine auf Inhalte und Benutzervorlieben abgestimmte Helligkeitsanpassung ohne Verstärkung der Hintergrundbeleuchtung, also bei niedrigem Stromverbrauch.

Die Verzögerung durch den Bearbeitungsprozess ist minimal. Daher kann Smart Insight bei Spielen, die schnelle Reaktionen erfordern, bei Filmen, bei Bildern und in anderen Bereichen eingesetzt werden.

Wir werden auch weiterhin innovative Technologien für hohe Bildqualität entwickeln, um Bildquellen originalgetreu darzustellen und unsere Monitore zu perfektionieren.