

Autor: Klaus Wammes, Geschäftsführer Wammes & Partner GmbH

Embedded Displays

Quod erat demonstrandum

Tatsächlich stehen Möglichkeiten zur Verfügung, um Displays oder deren Komponenten angemessen für den industriellen Anwendungsbereich zu testen. Sie zeigen etwaige Probleme oder ob das Display überspezifiziert wäre.

Juli 2017

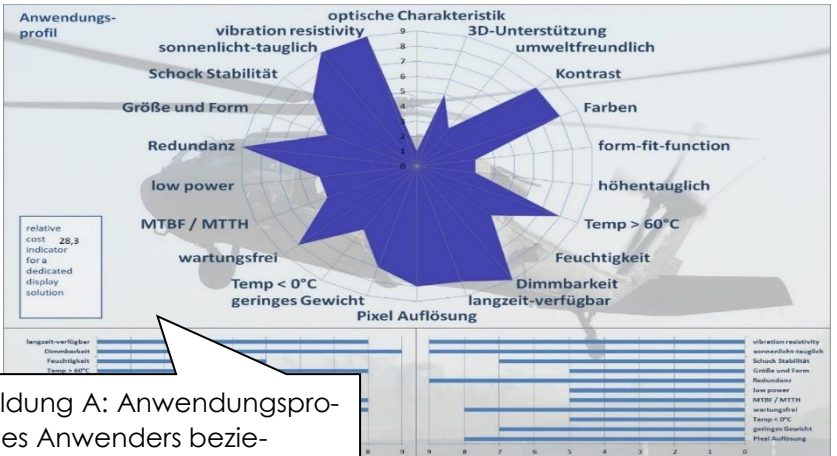


Abbildung A: Anwendungsprofile des Anwenders beziehungsweise des Kunden geben. Ohne wird es schwierig bis unmöglich das passende Display auszuwählen.

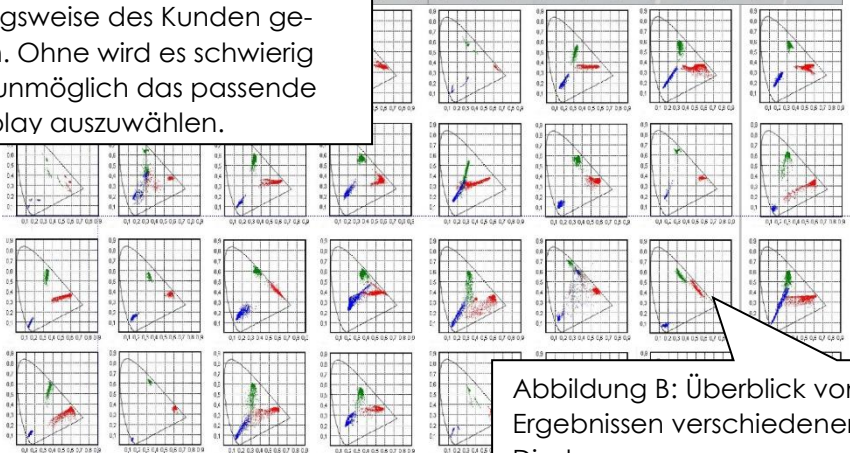


Abbildung B: Überblick von Ergebnissen verschiedener Displays.

Wie mit dem Display-Fingerabdruck zerstörungsfrei und günstig gemessen werden kann, ob ein elektronisches Flach-Display zur vorgegebenen Anwendung passt

*Welche Möglichkeiten stehen zur Verfügung, um Displays oder deren Komponenten angemessen für den industriellen Anwendungsbe-
reich zu testen? Eine Frage, die sich nicht nur industrielle Systementwickler – wenn auch gerade diese – stellen. Ihr Ziel wäre es entweder herauszufinden, ob sie mit Problemen im Echt-Betrieb der Anwendung rechnen müssen oder ob sie gar zu vorsichtig sind und das gewählte Display für die vorgegebene Anwendung überspezifiziert beziehungsweise somit zu teuer wäre. Was sich nach Wunschdenken anhört, ist in diesem Fall ausnahmsweise Realität. Ein Überblick.*

Tatsächlich steht ein Testverfahren zur Verfügung, das nach einem Traum aus 1000 und 1 Displays klingt: Der sogenannte Display-Fingerabdruck ist eine zerstörungsfreie Analyse und kann somit grenzenlos wiederholt werden. Er ist auch bei fertigen System nach beliebiger Betriebszeit reproduzierbar, um eine sichere Dokumentation der Eigenschaften zu erstellen. Die Ergebnisse lassen sich einfach interpretieren, mit anderen Resultaten vergleichen, dokumentieren und austauschen. Sie sprengen nicht einmal das Zeit- und auch nicht das Kosten-Budget. Der einzige Haken ist, dass dem Entwickler zunächst klarwerden muss, welche

Informationen, in welcher Art benötigt werden und von wo er sie bekommt. Bei Displays führt normalerweise der erste Weg über eine Spezifikation.

Spezifikation

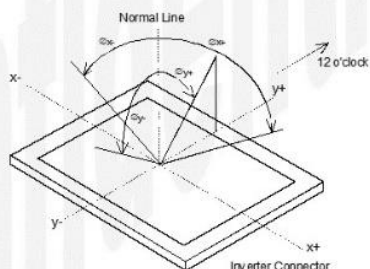
Eine Spezifikation stellt detaillierte Charakteristiken und Daten unterschiedlicher Typen von Embedded Systemen sowie Displays mit und

6.11 OPTICAL CHARACTERISTICS

Ta = 25°C ± 5°C

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	Remark	
Viewing angle range	Horizontal	∅x+	CR>10, ∅y = ±0°	-	70	-	deg.	note 1
		∅x-	CR>10, ∅y = ±0°	-	70	-	deg.	note 1
	Vertical	∅y+	CR>10, ∅x = ±0°	-	45	-	deg.	note 1
		∅y-	CR>10, ∅x = ±0°	-	55	-	deg.	note 1
Contrast ratio	CR	∅y=0°, ∅x=±0°	-	600	-	-	note 2	
Response time	t _{pd}	white to black	-	8	10	ms	note 3	
		black to white	-	25	30			
Luminance (center of screen)	L _w	at center		1200		cd/m ²	note 4	
Dimming range Opt. Dimens.	DR			1000 : 1 4 : 1				

note 1: Definitions of viewing angle are as follows. (matrix facing up, connector on the right side)



note 2: The contrast ratio is calculated by using the following formula:

$$\text{Contrast ratio} = \frac{\text{Brightness (Luminance) with all pixels in "White"}}{\text{Brightness(Luminance) with all pixels in "Black"}}$$

the brightness is measured in darkroom.

Abbildung 1

ohne Touch-Funktion zur Verfügung. Sie ist umso effektiver, je genauer und vollständiger die Angaben sind. Zu ihnen zählen beispielsweise mechanische Informationen, Toleranzen, physikalische Maximalwerte, Schnittstellen / Anschlüsse, Beziehungen zwischen Farbspektrum und Eingangssignalsignal oder Versorgungsspannungssequenzen. Jedoch sind solche Angaben oft genug mehrdeutig, nicht aktuell, unvollständig oder schlichtweg untauglich. In manchen Fällen korrespondieren sie nicht einmal wirklich mit dem vorliegenden Display.

Abbildung 1 zeigt optische Charakteristika einer Display-spezifikation. Zu sehen ist beispielsweise nur, dass der Kontrast im Idealfall genau bei fünf Punkten definiert ist. So beträgt der Kontrast gemessen am Mittelpunkt aus der Senkrechten typischerweise 600. Gemessen oben (+Y) beziehungsweise zwölf Uhr bei einer typischen 45 Grad Neigung von der Senkrech-

ten Richtung +Y beträgt er mindestens 10. Analoges gilt für unten (-Y) beziehungsweise sechs Uhr bei typischer 55 Grad Neigung von der Senkrechten Richtung -Y. Auch für die Messungen unten (+X sowie -X) bei typischer 70 Grad Neigung von der Senkrechten Richtung +X respektive -X beträgt der Kontrast ebenfalls mindestens 10. Hier gilt sogar für alle Angaben jeweils eine erlaubte Abweichung von nur +/-0 Grad. Sie erinnern damit stark an aufgehübschelte Abgaswerte diverser Autos, da alle Messungen nur in Laborkonstellation gelten.

Demnach ist dem Display-entwickler nicht unmittelbar klar, welche Angaben er wirklich hat, ob diese ausreichen und wie es um deren Qualität bestellt ist. Manche Display-Hersteller geben daher etwas mehr Daten an. Zum Beispiel in Form eines Polar-Diagramms, das Daten zum Kontrastverlauf beinhaltet (Abbildung 2). Der Kon-

trast kann zwischen den in der Spezifikation angegebenen Blickwinkeln völlig anders verteilt sein, als Beispiele sind hier mehrere Diagramme abgebildet. Das macht es nicht einfacher für den Entwickler (Abbildung 3). Oft – beziehungsweise zum Ärger für den Entwickler – sind solche Polar-Diagramme jedoch nicht angegeben. Zusätzlich benötigt der Entwickler aber auch Daten von der künftigen Anwendung, denn diese soll mit dem ausgewählten Display möglichst lange reibungslos funktionieren. Daher ist es für den Entwickler nötig Daten wie sie beispielsweise in Abbildung A dargestellt sind, zu beschaffen und zu bewerten. Solche Anwendungsprofile kann es nur vom Anwender beziehungsweise seinem Kunden geben. Ohne diese wird es schwierig bis unmöglich das passende Display auszuwählen.

Wenn das Nutzungsprofil dann vorliegt, muss herausgefunden werden, ob und

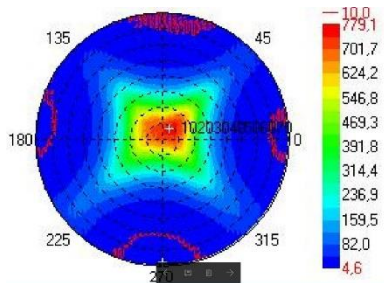


Abbildung 2

wie gut es beziehungsweise die ausgewählten Displays auf dieses Anwendungsprofil passen. Nicht nur theoretisch passen, sondern auch tatsächlich. Mit den Daten aus dem Display-Fingerabdruck, die aus der echten Ist-Situation stammen, lässt sich jetzt das geforderte Nutzungsprofil abgleichen und bewerten.

Display-Fingerabdruck

Es bleibt damit demnach die Erkenntnis, dass ohne weitere Informationen eine echte Bewertung schlicht und ergreifend noch nicht möglich ist. In den meisten Fällen hilft dann nur eine selbst durchgeführte Messung, die Kooperation mit einem Dienstleister beziehungsweise ein

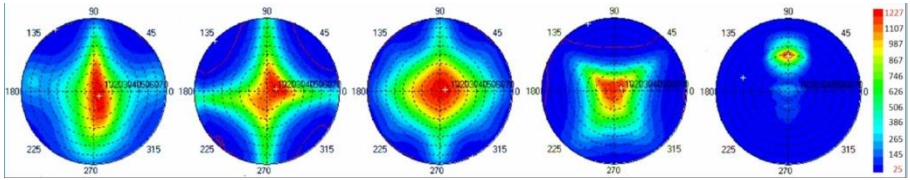


Abbildung 3

Blick in eine – zum Beispiel die eigene – Datenbank, ob da gegebenenfalls schon ein passender Fingerabdruck für das anvisierte Display aus einer vorherigen Nutzung hinterlegt ist. Dadurch ist auf jeden Fall gewährleistet, dass sich die Angaben auch tatsächlich auf das jeweilige Display beziehen.

Gleichzeitig gilt: Wenn ein Messaufbau schon gemacht werden soll, kann der Entwickler parallel die gesammelten Daten detaillierter und aussagekräftiger gemäß den eigenen Schwerpunkten auswerten. Auf diese Weise können viele gehaltvolle Informationen über die Anwendung kategorisiert werden. Erst dann können Systementwickler unkompliziert feststellen, welche respektive welche Parameter entscheidend sind. Diese Anforderungen müssen sich mit

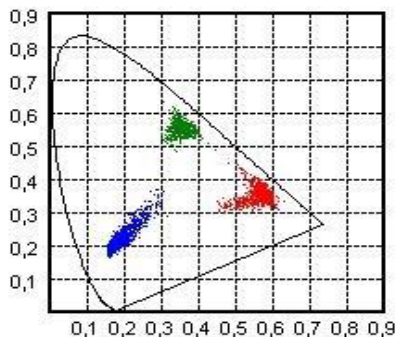
dem ausgewählten Display oder zumindest im Zusammenspiel mit dem gesamten System in der vorgegebenen Anwendung abdecken lassen. Das gilt auch für Gehäuse und Gehäusemechanik, Verkabelung, Massekonzept, weitere Subsysteme und Baugruppen samt benötigter Firm- und Software.

Eine völlig unfehlbare Methode wird es sicherlich auch hier nicht geben. Jedoch haben eigene Messungen neben echten, detaillierten Werten für alle Winkel und Positionen zahlreiche weitere Vorteile. So gilt zum Beispiel: Sie sind schnell. Mit den richtigen Geräten samt Vorbereitung und Auswertung sind bereits in einigen Stunden erste, belastbare und reproduzierbare Daten verfügbar. Ist der Entwickler respektive der Dienstleister erfahren,

kann die Dauer weiter verkürzt werden. Sie sind ferner sehr praktikabel. Denn: Sowohl das nackte Panel als auch das gesamte System, in Abhängigkeit von der tatsächlichen Baugröße, kann zerstörungsfrei und ohne Demontage gemessen werden. Sie sind günstig, da zum einen wenig Zeit und Aufwand geringere Kosten bedeuten und die Messung infolge der geringen Vorarbeit zum anderen häufiger angewendet werden kann. Prinzipbedingt sind sie einfach reproduzierbar. Viele Prüflinge einer Serie können einfach überprüft und auf Einzelfehler getestet werden. Wenn nötig, können Messungen auch unter reell erwartbaren Rahmenbedingungen wie zum Beispiel Umgebungslicht oder Temperatur geprüft werden.

Diese Display-Fingerabdrücke zeigen somit technisch eine Sammlung von möglichst vielen Messpunkten aus allen zu erwartenden Blickwinkeln, sortiert nach den

Messergebnissen für die Wiedergabe von jeweils Rot, Grün und Blau sowie Weiß als Resultierende. Es gibt unterschiedliche Messgeräte, die solche Daten messen und entsprechend auswerten können. Voraussetzung ist, dass sie blickwinkel aufgelöste Daten generieren können. Dazu zählen beispielsweise konoskopische sowie goniometrische Verfahren oder Leuchtdichtekameras mit entsprechender Optik. Wichtig ist auch die jeweils entsprechende Software. Diese ist üblicherweise bereits in der normalen Ausführung in der Lage, solche oder vergleichbare Auswertungen zu erstellen.



© 2013 i-sft GmbH

Abbildung 4

Farbdreiecke

Natürlich gilt, dass jede beliebige Darstellung genutzt werden kann. Werden die gesammelten Messwerte aber in einem Farbdreieck gemäß CIE 1931 dargestellt, ergibt das dann den Display-Fingerabdruck (Abbildung 4). Dort können sie nicht nur direkt ausgewertet werden. Da bei diesem Messverfahren die Messergebnisse für die jeweiligen Farben über alle Blickwinkel gesammelt und in der zugehörigen Farbe dargestellt werden, ergibt sich zudem meist eine „Wolke“ von Daten aus allen Blickwinkelergebnissen für die jeweilige Farbe. Das Beispiel-Diagramm zeigt damit zunächst, dass die Anzahl der darstellbaren Farben (color gamut) bei dem vorliegend gemessenen Display bei unterschiedlichen Blickwinkeln sehr unterschiedlich ausfällt. Der größte Gamut, der sich bei dem vermessenen Display nicht über unterschiedliche Blickwinkel verändert, kann somit im nächs-

ten Schritt über das Dreieck, das sich zwischen den innersten Farbpunkten von jeweils Rot, Grün und Blau aufspannen lässt, geometrisch ausgewertet werden. Vergleichbares gilt für den theoretisch bestmöglichen Gamut. Zwar gilt dieser tatsächlich nur theoretisch, kommt bei dieser Messung

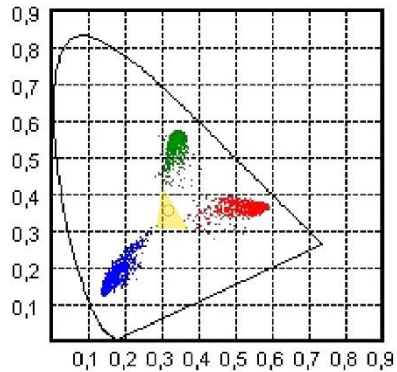


Abbildung 5

jedoch dem Zahlenwert der Hersteller-Display-Spezifikation wahrscheinlich am nächsten (Abbildung 5). Zudem können Systementwickler direkt auf einen Blick erkennen, ob bei einigen Betrachtungswinkeln gegebenenfalls sogar Farbinversionen entstehen. In diesem Fall würde die dargestellte Farbe kippen, wodurch de-

ren Komplementärfarbe dargestellt werden würde (Abbildung 6). Das ist einfach zu erkennen, wenn sich Messpunkte einer Farbe auf der jeweils anderen Seite des Weißpunktes befinden.

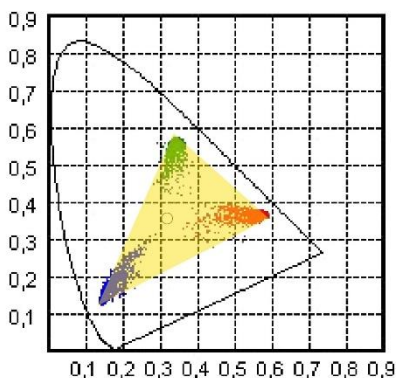


Abbildung 6

Zusätzlich lässt sich ebenfalls sehr einfach erkennen, dass selbst theoretisch im besten Falle bei dem hier gemessenen Display keine wirklich gesättigten Farben dargestellt werden können (Abbildung 7). Ansonsten müssten sich die jeweiligen Messpunkte stärker und näher in den Bereichen der Grundfarben konzentrieren. Mit etwas Übung können Systementwickler sogar noch wesent-

lich mehr aus den Diagrammen ableiten. So zum Beispiel Aussagen zu den eingesetzten Farbfiltern, den verwendeten Polfiltern oder Art und Eignung der verwendeten Kompensationsfilme (Retarder) und vieles mehr. Abbildung B zeigt einen kleinen Überblick von Ergebnissen verschiedener Displays. Dabei zeigt das beste Display die „kleinsten Wolken mit größtem Abstand“. Im Idealfall mit nur jeweils einem Punkt für Rot, Grün und Blau, der sich möglichst in den Ecken der Primärfarben befindet. Das Messergebnis im linken oberen Diagramm der Abbildung beweist, dass dies tatsächlich auch möglich ist. Im Übrigen handelt es sich bei all den hier gezeigten Messwerten ausschließlich um Color-TFTs. Ohne Display-Fingerabdruck beziehungsweise bei herkömmlicher Dokumentation hätte allen mit hoher Wahrscheinlichkeit die gleiche Spezifikation zugeordnet werden können.

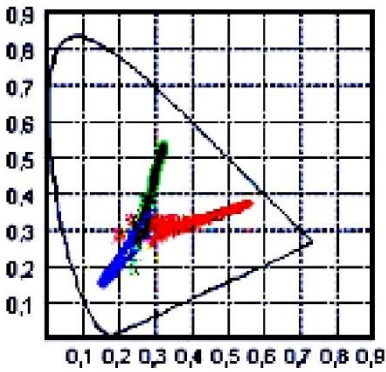


Abbildung 7

Wenn solche Messungen häufiger, über längere Zeiträume oder für mehrere gleiche respektive gleichartige Displays und Embedded-Systeme durchgeführt werden, lässt sich zerstörungsfrei und aufwandsarm beispielweise sehr einfach

nachweisen und dokumentieren, wie sich die Qualität und Eigenschaften über die Nutzungszeit verändert. Zudem können Qualitätsbeauftragte erkennen, welche Qualitätsschwankungen bei unterschiedlichen Lieferlosen auftreten oder ob sogenannte „second-source“ Produkte mit vermeintlich gleicher Spezifikation auch tatsächlich gleich sind. Mit diesem Ausschnitt an Anwendungsmöglichkeiten des Display-Fingerabdrucks lässt sich nur anreißen welche Kosteneinsparungen und Risikominimierungen damit tatsächlich möglich sind.

