Zeitschrift: Fotointern : digital imaging
Herausgeber: Urs Tillmanns
Band: 15 (2008)
Heft: 18

Artikel: Über Farbräume : weshalb Farben oft nicht richtig wiedergegeben werden können
Autor: Soder, Eric A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-979613

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

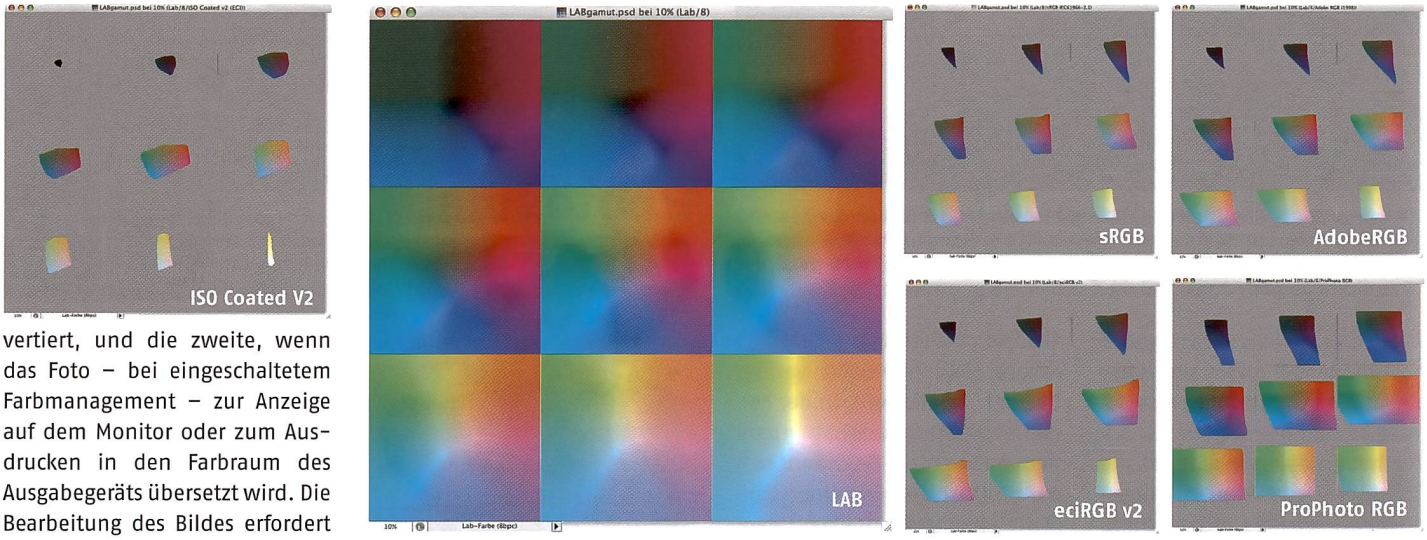
Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

wissen Über Farbräume: Weshalb Farben oft nicht richtig wiedergegeben werden können

Eine DSLR lässt oft nur die Wahl zwischen «sRGB» und «Adobe RGB»; RAW-Konverter und Photoshop bieten dagegen mehr Profile an. Welches davon ist optimal? Hier erfahren Sie, worauf es beim Arbeitsfarbraum ankommt.

Ein digitales Bild durchläuft von der Aufnahme bis zur Ausgabe in der Regel mindestens zwei Farbraumtransformationen: Die erste, wenn die Kamera das JPEG erzeugt oder der RAW-Konverter das Bild aus dem nativen Farbraum des Aufnahmechips in den gewählten Arbeitsfarbraum konvertiert, und die zweite, wenn das Foto – bei eingeschaltetem Farbmanagement – zur Anzeige auf dem Monitor oder zum Ausdrucken in den Farbraum des Ausgabegeräts übersetzt wird. Die Bearbeitung des Bildes erfordert zuweilen weitere Farbraumtransformationen. Dabei erhält das Farbmanagement im Idealfall die visuelle Anmutung der profilierten Datei; durch die Unterschiede zwischen Quell- und Zielfarbraum birgt indes jede Transformation das Risiko von Verlusten, sei es durch «Clipping» (wenn im Zielfarbraum nicht darstellbare Farben beim farbmetrischen Rendering «abgeschnitten» werden und das Bild dort Zeichnung verliert) oder durch Farb- und Tonwertverschiebungen (beim perzeptiven Ausgleich abweichender Farbumfänge). Die Geometrie des Arbeitsfarbraums bestimmt beim RAW-Workflow, wie gut der Farbumfang der Aufnahme ausgeschöpft wird; bei JPEG-Aufnahmen entscheidet darüber bereits die Einstellung in der Kamera, gleichzeitig wird auch der Tonwertumfang auf 8 Bit Farbtiefe je Kanal komprimiert.



Die grauen Flächen (Farbumfangwarnung in Photoshop) zeigen, welche LAB-Farben im jeweiligen Farbraum nicht darstellbar sind. Nach aufsteigender Grösse sind dies: sRGB, Adobe RGB, eciRGB v2, ProPhoto RGB. An der Darstellung der Lab-Originaldatei (Mitte) ist das Clipping zu erkennen: Die gesättigten Farben zum Rand hin sind im Offsetdruck «out of gamut».

Digitalkameras «sehen» bunt

Der native Farbraum eines Aufnahmesensors lässt sich durch ein Eingabeprofil charakterisieren. Wegen des variablen Weissabgleichs sind es in der Praxis mehrere verschiedene. In der Kamera-Firmware und bei einigen RAW-Konvertern sind die Kameraprofile als solche nicht direkt zugänglich, andere Software und selbst erstellte Profile gestatten hingegen, den von der Kamera erfassten Farbraum quantitativ zu beurteilen und mit anderen ICC-Profilen zu vergleichen. Dabei zeigt sich, dass aktuelle Digitalkameras in aller Regel einen sehr grossen Farbumfang abdecken, der sich meist bis in Bereiche ausserhalb der gängigen Arbeitsfarbräume erstreckt und erst recht die Fähigkeiten von Ausgabegeräten übersteigt.

Wird der vom Sensor erfasste Farbumfang bereits in der Kamera auf Adobe RGB oder gar sRGB verkleinert und die Farbtiefe auf drei Mal 8 Bit reduziert, wie dies bei JPEG-Aufnahmen zwingend geschieht, geht ein beachtlicher Teil der Bildinformation verloren, ohne dass man auf die Farbraumtransformation Einfluss nehmen kann. Das braucht einen nicht zu kümmern, wenn das Bild direkt so verwendet werden kann, ohne oder nur mit geringfügiger Bearbeitung. Wenn es schnell gehen muss, kann es durchaus sinnvoll sein, mit JPEGs im sRGB-Farbraum zu arbeiten; dann ist das Bild schon weitgehend dem Ausgabefarbraum angenähert – zum Beispiel für die Publikation auf einer Webseite oder in einer Zeitung. Bei diesem Vorgehen ist jedoch wichtig, dass Belichtung und Kontrast bereits bei der Aufnahme optimal eingestellt sind, weil nachträgliche Korrekturen noch mehr Bildinformation aus der Datei entfernen. Dies kann die Qualität des Bildes sichtbar beeinträchtigen.

Anforderungen für die Bearbeitung

Aus technischer Sicht ist es wünschenswert, die von der Kamera erfassten Farben wenn möglich in vollem Umfang zu erhalten, um sich für die weitere Verarbeitung alle Optionen offen zu halten. Dies erfordert einen grossen Arbeitsfarbraum. Ebenfalls möchte man in Rohbildern, die noch weiter bearbeitet werden, eine feine Differenzierung von Farben und Tonwerten erhalten, weil die Bearbeitung Reserven braucht. Typische Beispiele solcher Artefakte sind zum Beispiel Streifen in einem blauen Himmel oder flächige Abrisse in (oft dunklen) Hauttönen. Rohdaten in hoher Bittiefe reduzieren dieses Problem, und gerade bei einem grossen Farbraum sind feine Nuancen überhaupt nur mit einer Farbtiefe von mehr als 8 Bit pro Kanal zuverlässig zu differenzieren.

Als Arbeitsfarbraum empfiehlt sich ein standardisierter, geräteunabhängiger Farbraum. Den ultimativen Farbumfang würde theoretisch L*a*b* bieten (auch «CIELAB» oder kurz Lab genannt), denn dieser Referenzfarbraum umfasst alle für uns Menschen sichtbaren Farben. Lab ist jedoch weniger praktisch als das RGB-

Farbmodell, da die chromatischen Komponenten a* und b* anders funktionieren als die technische Umsetzung in Ausgabegeräten, welche auf den Modellen RGB oder CMY(K) beruht. Zudem ist Lab so gross, dass dieser Farbraum für die Datenarchivierung mit 8 Bit Farbtiefe nicht zu empfehlen ist. Der Wertebereich für a* und b* reicht jeweils von –128 bis +127; in der Natur kommen jedoch nur Farben vor mit a* von –70 bis 100 und b* von –60 bis 110. Somit bleiben bei 8 Bit pro Kanal je 85 von 255 Farbtonstufen ungenutzt – also ein ganzes Drittel des Wertebereichs. Mit 16 Bit Farbtiefe belegen die Dateien jedoch doppelt so viel Speicherplatz. Gegenüber Lab nutzen RGB-Farbräume die Farbtiefe besser aus und sind praktischer in der Handhabung.

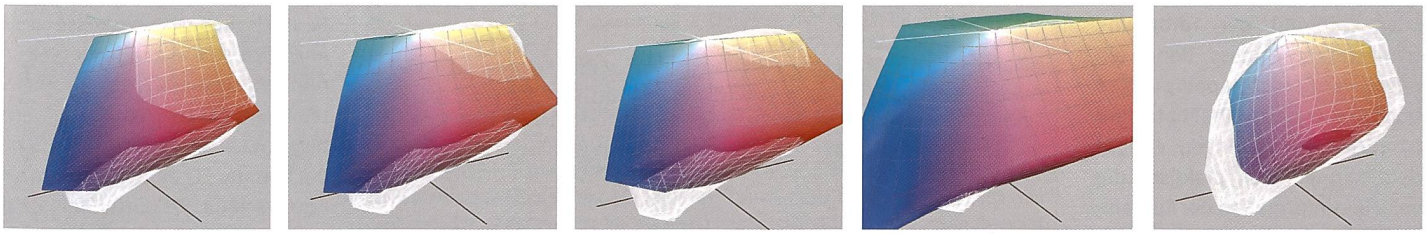
Ein oft vernachlässigtes Problem ist, wenn ein grosser Arbeitsfarbraum gar nicht mehr vollständig am Bildschirm dargestellt wird. Man sieht dann während der Bildbearbeitung nicht die tatsächlich in der Datei beschriebenen Farben, sondern nur das, was der Bildschirm davon wiedergeben kann, und läuft Gefahr, das Bild so stark zu «korrigieren», dass Farben im Extremfall bis in den «Science-Fiction-Bereich» hinaus verschoben werden, also eine höhere Farbsättigung erhalten als die reinen Spektralfarben von Licht mit Wellenlängen zwischen 380 und 770 Nanometer, welche im Lab-Farbraum auf der Kontur der bekannten «Schuhsohle», dem Spektralfarbenzug liegen. Wird ein derart übersättigtes Farbbild auf einem anderen Gerät ausgegeben, sind unvorhersehbare Resultate programmiert, oft verbunden mit dramatischen Zeichnungsverlusten durch Clipping.

Gamma und Tonwertkurve

Das Gamma einer Tonwertübertragungsfunktion ist die Potenz, in die der Eingabewert erhoben wird, um den Ausgabewert zu erhalten. Oder andersherum: Das Gamma ist gleich dem Logarithmus des Ausgabewerts geteilt durch den Logarithmus des Eingabewerts. Bei einem RGB-Farbraum mit linearer Tonwertkurve – das heisst: mit Gamma 1,0 – verhält sich der Ausgabewert genau proportional zum Eingabewert. Je höher das Gamma, um so mehr hängt die Kurve nach unten durch, und der mittlere Eingabewert (127 von 255) ergibt einen immer geringeren Ausgabewert. Das bedeutet, dass bei höherem Gamma ein Tonwertsprung um eine Einheit in den dunklen Bildbereichen (kleine Werte ab 0) eine geringere Helligkeitsänderung bewirkt als in den hellen Bereichen (grosse Werte bis 255). Somit können die Tiefen auf einer Tonwertskala mit hohem Gamma besser differenziert werden, dies zu Lasten der Lichter.

Das Gamma des Farbraums bezieht sich also auf die erwartete Charakteristik der Ausgabe, etwa die Eigenschaft eines Monitors oder Druckverfahrens. Beim Digitalisieren eines analogen Signals kommt jeweils eine Gammakorrektur mit dem Kehrwert des Ausgabe-Gammas zur Anwendung. Historisch fusst dieses Vorgehen auf der Charakteristik von Röhrenverstärkern bzw. Bildröhren, deren elektrisches Verhalten einer Gammafunktion entspricht.

Für die medienneutrale Speicherung von Farbbildern liegt es nahe, stattdessen die Charakteristik der menschlichen Wahrnehmung als Massstab zu nehmen, weil so mit der gegebenen Bittiefe einer Datei die höchste effektive Informationsdichte erzielt wird. Dieser Charakteristik entspricht die Funktion L* (gesprochen: L-Star), da Lab per Definition den Farbraum unserer Wahrnehmung beschreibt. Die L*-Kurve ist keine Gammafunktion, obschon sie einer solchen auf den ersten Blick ähnelt. In der Praxis hilft eine L*-Tonwertkurve, bei Farbraumtransformationen Artefakte zu verringern, zum Beispiel Abrisse und Farbkipper in Tertiärfarben (u.a. Hauttöne) bei der Separation.



Das weisse Drahtgitter zeigt den Farbraum einer Digitalkamera, farbig überlagert sind die Farbräume sRGB, Adobe RGB, eciRGB v2, ProPhoto RGB und zum Vergleich der Ausgabefarbraum ISO coated v2 (Offsetdruck).

Lichtart und Weisspunkt

Eine weitere Kenngrösse eines Farbraums ist die Lichtart, aus der sich die absolute Farbe des Weisspunkts ergibt. Die beiden gebräuchlichsten Normlichtarten sind D50 (entsprechend einer Farbtemperatur von 5000 Kelvin, etwa mittleres Tageslicht) und D65 (6500 K, etwas kälter). Bei der Umrechnung zwischen Farbräumen, die für unterschiedliche Lichtarten definiert sind, müssen die Farben mittels einer so genannten chromatischen Adaption angepasst werden, sonst fällt die Wiedergabe wegen des abweichenden Weisspunkts wärmer oder kälter aus. Lab ist für D50 definiert, und auch in der Druckvorstufe nach ISO ist die Normlichtart D50 Standard; somit entfällt bei RGB-Farbräumen, die ebenfalls D50 verwenden, eine mögliche Fehlerquelle bei Farbraumtransformationen.

Farbräume und ihre Einsatzgebiete

sRGB: Dies ist der Standardfarbraum in der Windows-Welt und in Office-Anwendungen, die ohne Farbmanagement arbeiten. Mit einem Gamma von 2,2 und der Lichtart D65 ist er in erster Linie optimal für Bildschirmanwendungen; in zweiter Linie deckt sRGB als kleinster gemeinsamer Nenner auch gängige Druckverfahren einigermassen brauchbar ab. Für Bildschirmanwendungen, Hobbygebrauch und Bilder, die keine oder nur eine minimale Bearbeitung erfahren, ist sRGB eine vernünftige Wahl.

Adobe RGB: Wie sRGB arbeitet Adobe RGB (1998) mit Gamma 2,2 und D65, hat aber gesättigtere Eckfarben, besonders das Grün. Im Vergleich zu sRGB deckt Adobe RGB die Farbräume moderner Fotodrucker und des Offsetdrucks besser ab. Diesem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, dass Gamma und Lichtart weder mit Lab noch mit ISO-Druckfarbräumen gut harmonieren, so dass bei der Bearbeitung und Umrechnung eher Informationsverluste und Artefakte auftreten können, speziell bei geringer Farbtiefe.

eciRGB v2: Die European Color Initiative (ECI) hat diesen Farbraum mit Blick auf eine optimale Abdeckung von Gerätefarbräumen von der Eingabe bis zum Druck entwickelt. eciRGB v2 hat ein ähnlich grosses Volumen wie Adobe RGB, die Farborte der Eckfarben passen jedoch dank der Lichtart D50 deutlich besser zu den (Druck-)Ausgabefarbräumen, und die L*-Tonwertkurve garantiert eine verlustlose Transformation der Helligkeitswerte nach Lab und zurück sowie eine wahrnehmungsgerechtere Tonwertabstufung.

ProPhoto RGB: Diesen von Kodak entwickelten und vergleichsweise riesigen Farbraum mit Gamma 1,8 und D50 empfiehlt Adobe für die RAW-Verarbeitung von High-end-Digitalkameras. Sowohl Photoshop Lightroom als auch Adobe Camera RAW nutzen ProPhoto RGB intern beim Import von Digitalkamera-Rohdaten. Sollen die Bilder in Photoshop weiter bearbeitet werden, ist es sinnvoll,

den Farbraum beizubehalten; ProPhoto RGB sollte durchgängig nur mit einer Farbtiefe von 16 Bit pro Kanal oder mehr eingesetzt werden, auch zum Speichern fertig bearbeiteter Master-Dateien. Um möglichst viel des Farbumfangs von Lab im RGB-Modell abbilden zu können, liegen die Grundfarben Blau und Grün bei ProPhoto RGB ausserhalb des Spektralfarbenzugs. Es ist daher besonders wichtig, im Auge zu behalten, ob im Bild Farben vorkommen, die sich im Ausgabefarbraum nicht darstellen lassen. Vor oder während der Farbraumtransformation muss dann ein passendes Gamut Mapping vorgenommen werden. ProPhoto RGB ist nichts für Anfänger, erlaubt dem Könner aber, praktisch die volle Bildinformation der Aufnahme auszuschöpfen.

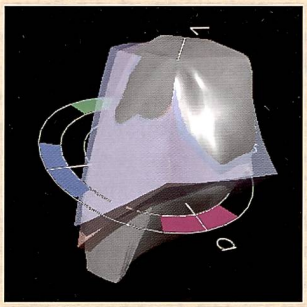
Fazit

Die Wahl des Arbeitsfarbraums für die Bildverarbeitung sollte sich daran orientieren, ob man lieber schnell und «sorgenfrei» zu einem brauchbaren Ergebnis gelangen möchte oder bereit ist, mehr Aufwand auf sich zu nehmen, um mehr Qualität herauszukitzeln. Das Problem bei häufig unumgänglichen Farbraumtransformationen besteht in der systembedingt verschiedenen Geometrie von RGB-(Aufnahme-) und CMY/ CMYK-(Druck-)Farbräumen. Perzeptives Rendering quetscht den Quellfarbraum zusammen, bis er in den Zielfarbraum passt, und farbmetrisches Rendering schneidet einfach alles ab, was ausserhalb des Zielfarbraums liegt.

Je nach Betrachtungsweise und Anspruch sind die gängigen Meinungen, dass sRGB nur für Amateure und Adobe RGB für Profis die beste Wahl sei, so nicht haltbar. Der von der ECI empfohlene Farbraum eciRGB v2 dürfte für viele professionelle Anwender ein Mittelweg sein, für andere mag sRGB oder ProPhoto RGB eine sinnvolle Alternative zu Adobe RGB darstellen, welches aktuell eigentlich zu Unrecht für die Verarbeitung und Archivierung kommerzieller Bilder verbreitet ist.

Eric A. Soder

Wann ist die Kameraprofilierung sinnvoll?



Die Farbraumdarstellung in ProfileMaker zeigt, dass die profilierte Digitalkamera (grau) deutlich mehr Farben erfasst, als sich in den Arbeitsfarbräumen Adobe RGB (rot) und eciRGB v2 (blau) beschreiben lassen.

Die Farbwiedergabe einer Digitalkamera wird nach der A/D-Wandlung durch den Bildprozessor gesteuert, und zwar gemäss Programmierung des Herstellers und dem automatischen oder vorgewählten Weissabgleich. Nur bei RAW-Aufnahmen kann nachträglich auf den unkorrigierten digitalen Output des Sensors zugegriffen werden. Dies ist in zwei Fällen interessant: Wenn eine andere als die vom Hersteller vorgegebene Gradation gewünscht wird und wenn der automatische/manuelle Weissabgleich bei der Aufnahme fehlerhaft war. Beides kommt in der Praxis recht häufig vor.

Für Aufnahmen mit höchstmöglicher Farbtreue – im Studio unter konstanter Beleuchtung – kann für diese gegebene Lichtsituation ein ICC-Profil erzeugt werden, um die Aufnahmen einheitlich zu korrigieren. Dazu braucht es einen Referenzchart und eine Profilierungssoftware, zum Beispiel den «Digital Color Checker SG» von X-Rite, zusammen mit dem Programm Eye-One Match oder ProfileMaker. Der Chart wird mit der zu profilierenden Beleuchtung und Kamera fotografiert, dann errechnet die Software das Profil. Damit lässt sich die Aufnahmeserie im Stapelverfahren farbkorrigieren. Allerdings sollte man sich bewusst sein, dass ein Kameraprofil ausserhalb des Tonwertumfangs des zugrundeliegenden Charts im Rohbild vorhandene Bildinformation verfälschen oder vernichten kann. Ferner bringt eine spätere kanalweise Tonwertspreizung die mittels Kameraprofil korrigierte Graubalance wieder durcheinander. Auf eine Auto-Tonwertkorrektur ist in diesem Fall tunlichst zu verzichten; stattdessen darf nur noch der Schwarzweiss-Kontrast erhöht werden, falls das Bild für die Ausgabe zu flau ist.

Bei Aussenaufnahmen ist eine Profilierung der Kamera fast immer müssig, weil erstens das Tageslicht schwankt und zweitens die Farbtemperatur des Lichts in der Regel bewusst als Stimmung erhalten werden und nicht auf neutral korrigiert werden soll.

Die neue G1 mit Wechselobjektiv: Keine ist leichter zu bedienen.

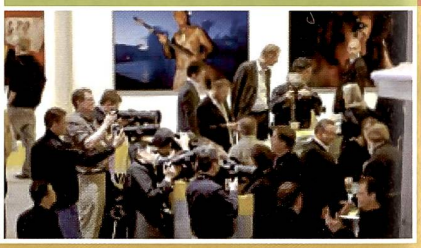
LUMIX G™ MICRO SYSTEM

Ultrakompakt und mit der Qualität einer Spiegelreflexkamera.
Die digitale Lumix G1.
Alles über die Erste einer neuen Generation finden Sie auf www.panasonic.ch

Panasonic
ideas for life

Distributed by John Lay Electronics AG, 6014 Littau

JUNG.MATT/Limmat



ALL CONFERENCE CONNECTION PASS

Mitglieder sparen –

melden Sie sich bis zum 15. Dezember an! Wenn Sie einen **All Conference Connection Pass** für $ 299,- kaufen, erhalten Sie einen weiteren kostenlos.* Bringen Sie Ihre Angestellten mit, Sie werden Hilfe brauchen, um herauszufinden, was diese Messe alles bietet.

Was ist ein All Conference Connection Pass? Beinhaltet Zugang zu allen DIMA, PPFA, PSPA, und SPAA Seminaren; einen PMA 09 Messeausweis und vieles mehr!

**Der Gratisausweis kann nur für einen Angehörigen der gleichen Firma ausgestellt werden wie der ursprüngliche Ausweis.*

PMA International Convention and Trade Show

3. - 5. März 2009

Las Vegas Convention Center, South Hall

Las Vegas, Nevada USA

Nutzen Sie die größte jährlich stattfindende Messe für den Foto/Imaging Markt, um die neuesten Produkte und Technologien zu begutachten, neue Kontakte zu knüpfen und sich mit Branchenkollegen auszutauschen.

Die PMA 09 ist besonders interessant für Fotohändler, Profifotografen, Fotolabors, Import/Export- und Großhändler sowie Rahmungsstudios und Videografen aus aller Welt.

Angeschlossene Konferenzen der PMA Sektionen:

DIMA® Annual Conference
1. - 4. März
Eines der Highlights der PMA 09 – DIMA® zeigt Ihnen schon heute die Trends der Zukunft.

PIEA Annual Conference
1. - 4. März
Die PIEA inspiriert Lehrer aller Ausbildungsbereiche mit Visionen für die nächste Generation an Fotografen.

PSPA™ Annual Convention
2. - 4. März
PSPA™ bringt frischen Wind in den traditionsreichen Bereich Schulfotografie.

SPAA Annual Conference
2. - 4. März
Profifotografie mit Schwerpunkt Sport ist der Brennpunkt bei SPAA®.

PPFA™ Annual Convention
3. - 5 März
Gestaltungs- und Businesstips für Rahmungsstudios finden Sie bei der PPFA®.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Dr. Klaus Petersen
PMA Büro für Europa
Email: pmaeurope@pmai.org

Elisabeth Scherer
PMA World Headqarters
Email: escherer@pmai.org

PMA09
International Convention and Trade Show

www.pmai.org/pma09