

## High Dynamic Range

# Mit besseren Pixeln für ein besseres Fernseherlebnis

Das Thema High Dynamic Range beherrscht seit rund zwei Jahren die Branche. Die UE-Industrie puscht das Thema recht heftig, die Broadcaster sind – mit wenigen Ausnahmen – eher zögerlich. Vor allem UHD-Blu-ray, Streaming-Dienste sowie 4K-Foto- und Videotechniken bringen die Angelegenheit voran.

Die TV-Industrie ist seit über 80 Jahren dabei, immer neue qualitätssteigernde Technologien zu entwickeln. Dabei steht die Bildauflösung oft im Brennpunkt des Interesses. Vor 80 Jahren freute man sich noch über 30 Zeilen, heute stehen 2160 oder gar 4320 auf der Tagesordnung. Das zeitigt Wirkungen, der Absatz von UHD-Geräten steigt kräftig. Allerdings fordert dies auch einen hohen Tribut, geht einher mit einem Preisverfall um 25 % in den letzten drei Jahren. So kostete ein UHD-Gerät 2015 durchschnittlich noch 1291 €, 2016 dann 1096 € und dieses Jahr, laut gfu, 965 €. Dem Geräteabsatz kommt das zugute. So nennt die gfk für 2015 noch 937.000 verkaufte UHD-TV-Geräte, für 2016 schon 1,976 Mill. und rechnet in diesem Jahr mit 2,6 Mill. Verkäufen in Deutschland, ein Plus von knapp 180 %. Also: 37 % aller in diesem Jahr gekauften Flat-Screens sind 4K UHD, kommen mit 3840 × 2160 Pixel daher. Doch das reicht nicht, die Hersteller müssen weiter aufrüsten – bessere Bild- und Tonqualität, immer mehr Features und nicht zuletzt immer ansprechendere Gerätedesigns sind gefragt.

### UHD-Geräte ohne UHD-Inhalte?

Bei alledem ist so schnell nicht mit einem größeren regulären UHD-Broadcast-Angebot zu rechnen. Anke Schäferkordt, Geschäftsführerin der Mediengruppe RTL Deutschland sagte dazu zu rfe-Elektrohändler: „Bis UHD zum klassischen Broadcast-Signal wird, werden noch viele Jahre ins Land gehen. Und das auch vor dem Hintergrund, dass Deutschland noch nicht mal komplett mit HD ausgerüstet ist.“ Und sie ergänzt: „Wenn wir heute in unseren Broadcast-Zentren investieren, wird die Technik bereits UHD-fähig ausgestaltet.“ Ähnlich sieht es Ulrich Liebenow, Vorsitzender der Produktions- und Technikkommission der ARD und MDR-Betriebsdirektor: „Es gibt derzeit bei uns keine Planung, zeitnah auf Ultra-HD umzustellen. UHD bedeutet einen erheblichen Mehraufwand in der Produktion



und ein Vielfaches der heutigen Datenraten, die man durch das gesamte System bringen muss.“ Selbst die EBU geht davon aus, dass es noch drei bis fünf Jahre dauern wird, ehe öffentlich-rechtliche Broadcaster auch in UHD produzieren und übertragen.

Doch es gibt zahlreiche andere UHD-Inhalte wie Sky Sport, Pearl.tv UHD, Fashion 4K, Insight, Testkanäle auf Astra (UHD1) und Eutelsat sowie UHD-Blu-ray-Scheiben (von 20th Century Fox, Sony Pictures, Warner Bros., Universal Pictures), Streaming-Inhalte (Netflix, Amazon, YouTube, Videoload, Chili) oder andere Zuspielder (Google Chromecast Ultra, Xbox One S & PS Pro) und dazu kommen noch selbstgemachte Fotos und Videos in 4K.

### Nicht nur mehr Auflösung

Dieses mit UHD daher kommende „Mehr an Pixeln“ erhöht vor allem die räumliche Auflösung. Auch eine bessere zeitliche Auflösung, sprich höhere Bildwechselfrequenz, ist gefragt. Nicht mehr 50 oder 60, sondern 100 bzw. 120 oder gar 300 Bilder/s können es

werden. So kommen mit Higher Frame Rate mehr Bilder zustande, gewissermaßen auch schnellere Pixel. Der Film „Billy Lynn's Long Halftime Walk“ ist bereits mit 120 Bilder/s produziert und wird so auch in den Kinos wiedergegeben. Auf UHD-Blu-ray erscheint er aber nur mit 60 Bilder/s. Selbst im Internet findet man bei Youtube & Co. schon zahlreiche Videos, die zwar in 120 Bilder/s produziert, dann aber nur mit 60 Bilder/s wiedergegeben werden. So kommt es zu interessanten Zeitlupen-Studien.

### Mit HDR zu besseren Pixeln

Ein Ziel aller sind aber bessere Pixel und damit höhere Kontraste, mehr Helligkeit und eben tieferes Schwarz. Auch ein größerer, sprich erweiterter Farbraum mit mehr Farben gehört in dieses Spektrum. Da ist dann von HDR, High Dynamic Range, die Rede. Nun müssen nicht alle bildverbessernden Maßnahmen mit einem Mal aktiviert werden, ein stufenweises Vorgehen macht da für alle an der Wertschöpfungskette Beteiligten mehr Sinn. Sowohl die Europäische Broadcast Uni-

on als auch DVB haben sich für ein schrittweises Vorgehen ausgesprochen. So steht die jetzige UHD-1 Phase 1 nur für eine höhere räumliche Auflösung, sprich mehr Pixel. Erst mit UHD-1 Phase 2 wird das Gesamtpaket möglich, nämlich HDR, Wide Color Gamut (WCG), Higher Frame Rate (HFR) sowie Next-Generation Audio (NGA). Stephen McElholm von Rohde & Schwarz nannte während einer Fachveranstaltung im 3IT Berlin (Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut) für Standard Dynamic Range (SDR) einen Dynamikumumfang (Kontrast) von 1000:1 (100 Nits bis 0,1 Nits) und für HDR immerhin 400000:1 (2000 Nits bis 0,005 Nits). Der größte Sprung dürfte somit tatsächlich

HDR sein, soll damit doch die Wirklichkeit weitest möglich auf dem Fernseher abgebildet werden. Derzeit ist die Wiedergabe-Kette eher mit einem Trichter zu vergleichen: Die Kamera bildet die (optische) Realität noch ganz gut ab, aber bereits die übrigen Produktionsschritte wie Grading & Postproduktion, Mastering & Encoding, Contribution & Distribution sowie Empfangs- und Wiedergabetechniken zu Hause reduzieren die Wiedergabequalität. Dabei unterscheiden sich auch die Übertragungswege – Broadcast, also Kabel, Satellit, IPTV oder UHD Blu-ray, jede Technik bedingt andere Verluste. Das bei den Zuschauern ankommende Bild – sei es Fernseher, Projektion oder Se-

cond Screen – ist in mancherlei Hinsicht beschädigt, weder sind alle Farben wie bei der Aufnahme versammelt noch ist der Kontrast vollumfänglich vorhanden. Dabei können die Displays heute wesentlich mehr liefern, es sind vor allem die Übertragungsstandards, die sich an der guten alten Röhre orientieren.

**Dolby seit 10 Jahren dabei**

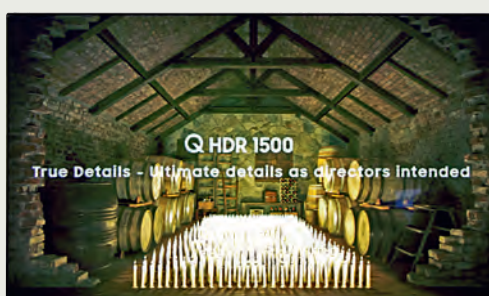
Für bessere Bilder hat sich laut Arnd Paulsen, Senior Broadcast Systems Manager Dolby Research, schon vor über zehn Jahren mit den Eckwerten für ein neues TV-System beschäftigt. Das dazu gebaute Prototyp-Display mit einem Kinoprojektor als Hinter-

LG hat alle drei HDR-Techniken in einem Gerät, nämlich HLG, HDR10 und Dolby Vision – eine Lösung, die Zukunftssicherheit verspricht



Active HDR with Dolby Vision™

Perfekte Farben auf Perfektem Schwarz



HDR1500 ist bei Samsung kein neues HDR-Verfahren, sondern weist nur auf die Spitzenhelligkeit von 1500 Candela/m² (Nits) hin

Während ein Standard Dynamic Range-Bild die in der Sonne sitzenden Zuschauer überstrahlt und dunkle Bildteile absaufen lässt, sind bei HDR deutlich mehr Details zu erkennen



**Mehr Qualitätsbewusstsein beim Einkauf**

**Qualitätsorientierung der Verbraucher auf Rekordniveau seit 1995**

Das Bewusstsein für Qualität ist bei den Kunden auf Rekordniveau seit 1995. So achten aktuell 53 % der Konsumenten laut einer Erhebung der GfK beim Einkaufen vor allem auf die Qualität, bei 47 % hat der Preis Priorität. Im Jahr 2009 war das Verhältnis umgekehrt und 2012 ausgeglichen, danach hat sich der gesteigerte Trend zur Qualität kontinuierlich auf den aktuellen Wert entwickelt. Im Bereich der Unterhaltungselektronikprodukte zeigt sich die verstärkte Qualitätsorientierung der Konsumenten beim steigenden Absatz von TV-Geräten mit großen Bildformaten und UHD-TV-Ausstattung, bei langsam wieder steigenden Durchschnittspreisen bei TV-Geräten, Smartphones und Audiokomponenten. So stieg die Stückzahl der verkauften Fernsehgeräte mit Bildformaten über 55" (140 cm) im letzten Jahr um 18 % auf rund 1,4 Mill. Stück, der Umsatz stieg um 17 % auf rund 1,7 Mrd. Euro. 54 % des gesamten Um-



satzes mit TV-Geräten entfiel 2016 bereits auf die Königsklasse der UHD-TV-Geräte mit einer Auflösung von acht Millionen Bildpunkten. Im Vorjahr wurden 30 % des Gesamtumsatzes mit UHD-Geräten erzielt. 2016 stiegen die Durchschnittspreise aller verkauften TV-Geräte auf 583 (2015: 579), im letzten Quartal sogar auf 600 Euro. Bei Smartphones und Audiokomponenten betrug die Steigerung des Durchschnittspreises fünf Prozent auf 412 bzw. 405 Euro.

grundbeleuchtung brachte es auf einen Schwarzwert von 0,004 Candela pro Quadratmeter und einer Spitzenhelligkeit von bis zu 20000 cd/m². Doch den meisten Zuschauern reichten schon damals 10000 Nits – und diese Werte gelten noch heute, auch wenn sie praktisch nicht umgesetzt werden. Dabei geht die gesamte natürliche Luminanzskala von 10<sup>-6</sup> bis 10<sup>9</sup>, eben von dunkelster Sternennacht bis zur direkten Sonnenstrahlung.

**Mehr Farbvolumen**

Das Thema HDR hat aber nicht nur mit Helligkeit, sondern auch mit Farbvolumen zu tun. Mit dem bisherigen Standard-HDTV-Farbdisplay nach ITU Rec.709 lässt sich das menschliche Farbempfinden nur teilweise beschreiben. Besser geht das mit den erweiterten Farbräumen (Gamuts) DCI P3 (Farbraum der Digital Cinema Initiatives für digitale Filmprojektion) sowie – perspektivisch – der ITU-Rec.2020 für UHD-TVs. Während bei Rec.709 der Farbraum durch die Röhren-Phosphore mit ihrer maximalen Helligkeit von 100 Nits vorgegeben ist und

MARKT & PRODUKT

nur das kleine SDR-Farbvolumen darstellt, kommen HDR-Displays schon auf Spitzenhelligkeiten von 1000, 2000 oder 4000 Nits – perspektivisch gar bis 10000 Nits, und das bei etwa 10 % der Fläche, während die Durchschnittsluminanz durchaus bei 100 Nits bleibt. Das aufgenommene Signal muss in Echtzeit auf die jeweiligen Endgeräte transformiert werden, auf ein UHD-Display, eine Kinoleinwand oder auch auf ein Röhrengerät. Und dieses Runtermappen ist ein recht komplizierter Vorgang.

Damit der Inhalt auf die Bildschirme zugeschnitten werden kann, kommen Metadaten zum Einsatz. Damit sollen einmal die neuen Endgeräte eine HDR-Signalisierung erfahren und der ankommende Inhalt so beschrieben werden, dass er optimal wiedergegeben werden kann. Dabei geht es um die Intensität des Farbvolumens ebenso wie um die Anpassung der Helligkeit. Bleiben diese Metadaten für den ganzen Film gleich, ist von statischen, bei Änderungen von Szene zu Szene oder gar von Bild zu Bild von dynamischen Metadaten die Rede.

HDR bedeutet nun nicht, dass das Bild superhell und Fernsehen auch bei Sonnenschein draußen möglich wird. „Wir wollen den Leuten keine Sonnenbrillen verordnen müssen, damit sie vor dem Fernseher sitzen können“, mahnt der Dolby-Mann. Die durchschnittliche Helligkeit soll in etwa so bleiben wie heute. Doch die Highlights – auch bei Gegenlichtsaufnahmen – sollen naturgetreu dargestellt werden. Ebenso die Schwarzwerte. Aufnahmen im Sternepark Westhaveland sollen den Himmel so zeigen wie er ist – tiefschwarz und nicht grau. Damit sich das Display darauf einstellen kann, sind dynamische Metadaten sehr nützlich, die sich dann eben von Szene zu Szene ändern können – oder sogar pro Bildwechsel. Die Displays müssen dabei schon vorab „wissen“,

was kommt und auf was sie sich einzustellen haben. Das gilt dann vor allem für die Hintergrundbeleuchtung, die sich während einer Szene nicht verändern darf. Diese Technik wird bei Dolby gerne als „Smarter Pixel“ bezeichnet, da sie noch eine Zusatzinformation mitführt, um sich optimal an die Wiedergabeumgebung anzupassen. Nach more, faster und better wäre smarter denn die vierte Pixeleigenschaft.

**Mit Standards gegen das Chaos**

Für das Zusammenspiel der verschiedenen Techniken sind Standards unbedingt erforderlich. So ist seit April 2002 durch ITU-R BT.709.5 der (HDTV)-Farbraum standardisiert. Neun Jahre später kam es mit BT.1886 zur Standardisierung der Gammakurve, die eine Electro-Optical Transfer Function (EOTF) für HDTV-Flachbildschirme beschreibt – aber eben auf Basis des Röhrenphosphors und einer Maximalhelligkeit von rund 100 cd/m<sup>2</sup>. Der nächste Schritt ist dann der im Juli 2014 von der ITU-R definierte Farbraum BT.2020, der noch heute seiner Zeit voraus ist und derzeit nur näherungsweise erreicht wird. Trotzdem brauchen auch die entsprechenden Inhalte Standards, mit dem tiefstes Schwarz ebenso bedient wird wie Spitzenhelligkeiten von bis zu 10000 Nits. Und das geht nicht ohne HDR. Der PQ-Standard 2084 – genau handelt es sich um SMPTE ST.2084 – definiert eine HDR-EOTF für ein Mastering Reference Display. Diese basiert nicht mehr auf der Gammakurve der Röhrenfernseher, sondern bedient direkt das Kontrast-Empfindlichkeits-Verhältnis des menschlichen Auges, kurz auch PQ – Perceptual Quantizer, genannt.

Dabei handelt es sich um eine Übertragungsfunktion, die von sehr tiefen Schwarzwerten bis extrem hohen Helligkeiten abbilden kann und sich am menschlichen Auge orientiert – und nicht an der Bildröhre. Da das Auge im Dunkeln empfindlicher ist, werden dort mehr Bits spendiert, im Hellen entsprechend weniger. Seit Juli 2016 gibt es von der ITU-R die BT.2100, in der die beiden Transfer-Charakteristiken PQ und HLG, also Hybrid Log-Gamma von NHK und BBC beschrieben sind.

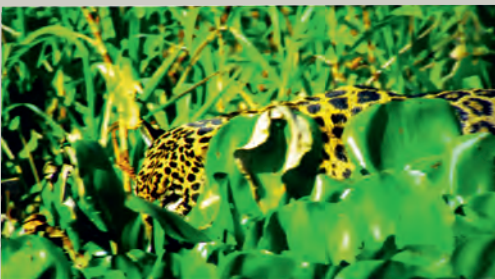
Fürs Mastering gibt es seit 2014 den Standard SMPTE ST.2086, der die Farbvolumen als statische Metadaten beschreibt. Die Übertragung mit dynamischen Metadaten wiederum ist in ST.2094 festgezurrt.



HDMI 2.0a unterstützt bereits PQ (HDR10, wegen 10bit Quantisierung) und die statischen Metadaten SMPTE ST.2086, wenn ein Blu-ray- oder UHD Blu-ray-Player HDR10, also auch statische Metadaten an den Fernseher abgibt. Aber die Evolution geht weiter, bereits jetzt steht HDMI 2.1 auf der Tagesordnung

– für noch höhere Datenraten (bis 4K/120Hz und 8K/60Hz), dynamisches HDR für Tiefe, Details, Helligkeit, Kontrast und Wider Color Gamut – und zwar Szene für Szene oder gar Bild-für-Bild.

Ebenfalls hat DVB im November vergangenen Jahres mit dem Bluebook A157 Empfänger-Vorgaben festgeschrieben, wobei PQ10 und HLG10 ebenso adressiert werden wie HFR – und das Ganze auch für das 1080p-Format, wobei hier HEVC (H.265) eingesetzt wird. Auch die EBU hat entsprechende Anforderungen herausgegeben und spricht vom „Advanced 1080p Image Format“.



Hybrid Log-Gamma (HLG10) ist die HDR-Technik für die Broadcaster, werden doch keine Metadaten benötigt. Der Leopard kommt mit HLG (unten) nochmal schöner daher



HDR-Standard von Samsung für seine QLED-TV's: HDR 1500, die Weiterentwicklung von HDR1000

## HDR macht bessere Bilder möglich

Gerade die Vergleiche zwischen SDR- und HDR-Bild machen es deutlich – flach und ausgewaschene Farben auf der einen und ein deutlich brillanteres Bild auf der anderen Seite sind offensichtlich. „HDR nimmt so etwas wie den Schleier vom Bild weg und mehr Details werden sichtbar“, erklärt Paulsen. „Und auch die Blauwerte sehen hell und strahlend aus.“ Im Fachhandel sind entsprechende Vergleiche daher recht beliebt.

Drei HDR-Formate haben sich bislang durchgesetzt:

- HLG (Single Layer, ohne Metadaten) für Broadcasting und kompatible SDR-Wiedergabe auf Legacy-Displays.
- PQ (Single Layer; PQ10 + statische Metadaten = HDR10) für UHD-Blu-ray usw. sowie
- Dolby Vision als Advanced HDR (Dual Layer SDR+Enhancement Layer) mit dynamischen Metadaten für Cinematik-Viewing, also auch UHD-Blu-ray- und Streaming-Angebote.

Daneben gibt es noch weitere Verfahren, die derzeit noch keine große Marktbedeutung haben, so Technicolor/Philips mit Advanced HDR. Mittlerweile unterstützen (fast) alle UE-Hersteller HDR10 und HLG, nur LG, Loewe und Sony haben bereits alle drei Systeme in ihren Portfolios. LG nennt dieses Dreierpack „Active HDR“.

Im Ultra HD Premium-Logo – herausgegeben von der UHD Alliance – sind die wichtigsten Parameter festgeschrieben – 3840 × 2160 Pixel und ein erweiterter Farbraum (10 bit BT.2020, allerdings noch nicht erreichbar, deshalb mindestens 90 % DCI P3), PQ (HDR10) sowie 0,05...1000 Nits für LCD-LEDs und 0,0005...540 Nits für OLEDs für die Distribution, aber 100 % P3 und 0,03-1000 Nits fürs Mastering.



Dynamic Range in einem Bild – die Helligkeitswerte reichen von 14700 Nits bis 145 Nits

Bei Philips sind gleich drei HDRs geräteabhängig im Rennen: Plus für Edge-LED, Premium für LCD Local Dimming sowie HDR perfect für OLEDs mit Pixel-Dimming.

Allerdings setzt Samsung mit HDR+ noch eins drauf, hat im Januar auf der CES eine Alternative zum lizenzpflichtigen Dolby Vision angekündigt – ebenfalls auf Basis von HDR10 und mit dynamischen Metadaten. Andererseits wird aber auch mit dem TV-Modus HDR+ geworben, wenn aus Nicht-

HDR-Quellen ein Quasi-HDR-Bild wird. Das erinnert an Techniken, die einst 2D-Aufnahmen dreidimensional erscheinen ließen. Oder die Anfang der 90er Jahre aus normalen PAL-Signalen Quasi-PALplus-Bilder machten. Damals wollten ebenfalls diverse Hersteller die hohen PALplus-Lizenzen nicht zahlen und bauten Umgehungstechniken ein. Zumindest die Geschäftspraktiken sprechen für Kontinuität.

R. Bücken

## Umsatz mit vernetzten Geräten steigt auf über vier Milliarden Euro

### Über 20 % des Umsatzes mit smarten Produkten

Der Anteil vernetzbarer Geräte im Markt der technischen Gebrauchsgüter ist 2016 in Deutschland auf über vier Milliarden Euro um rund 9 % gegenüber dem Vorjahreswert gestiegen (Quelle: GfK). Angeführt wird die Liste der smarten Geräte dabei von den Unterhaltungselektronikprodukten. In diesem Segment ist die Vernetzung schon am weitesten fortgeschritten. So wird beispielsweise der überwiegende Umsatz mit Fernsehgeräten, Blu-ray-Spielern, Set-Top-Boxen, smarten Audiosystemen und Spielekonsolen mit Geräten erzielt, die mit smarten Funktionen und einem Internetanschluss ausgestattet sind. Bei TV-Geräten beträgt der Umsatzanteil der Smart-TVs bereits über 60 %. Nicht eingerechnet sind in dieser Betrachtung die Smartphones, die per se eine Internetverbindung aufweisen. Zweitgrößter Bereich beim Umsatz mit vernetzbaren Geräten sind die Home-Automation- und Sicherheitsprodukte. An dritter Stelle folgen Geräte zur Steuerung und zur Kommunikation (Gateways, Repeater, intelligente Steckdosen usw.), gefolgt von den Elektro-Groß- und Kleingeräten.

„Programminhalte unabhängig vom Sendelauf ansehen, Lieblingsfilme und Musikfavoriten jederzeit per Streaming genießen, beim Verlassen des Büros mit einem Fingerwisch auf dem Smartphone das Zuhause auf Komforttemperatur bringen, per App den Hinweis bekommen, dass gerade die Wohnungstür geöffnet wurde oder mit dem Tablet die Wohnzimmerbeleuchtung mit einem Klick von „hell“ auf „gemütlich“ umschalten – solche und viele andere Szenarien sind längst keine Utopie mehr. Die smarten Geräte machen dies und noch viel mehr einfach und unkompliziert möglich. Dabei steigen die Anzahl und somit auch der Markterfolg der vernetzbaren Produkte stetig an, denn die Steuerung des Haushalts per App und Smartphone oder Tablet ist für immer mehr Menschen interessant“, konstatiert Hans-Joachim Kamp, Aufsichtsratsvorsitzender der gfu Consumer & Home Electronics GmbH. Dies untermauern auch Ergebnisse einer gfu-Studie Mitte 2016: Die Verbindung zum Inter-



net ist inzwischen für die große Mehrheit der Konsumenten zur Selbstverständlichkeit geworden.

In drei von vier deutschen Haushalten steht ein Internetrouter, jeder zweite Haushalt verfügt über einen Tablet-PC und ein Smartphone besitzen 83 %. In 31 % der deutschen Haushalte wird regelmäßig auf Inhalte zugegriffen, die keine klassische TV-Ausstrahlung sind, sondern per Internetverbindung auf den Bildschirm geliefert werden. Besonders häufig (58 %) werden in Deutschland die Mediatheken der TV-Sender angewählt. Youtube und andere Video-Clip-Anbieter stehen auf Platz zwei mit 56 % und auf kostenpflichtige Video-On-Demand-Angebote greift inzwischen fast jeder zweite (48 %) Smart TV-Nutzer zu. Auch Lösungen für das smarte Haus stehen hoch im Kurs. In Deutschland wollen 29 % Alarmsensoren einsetzen, die beispielsweise über geöffnete Türen, Bewegungen oder Rauchentwicklung informieren. Vernetzte Kameras wollen 21 Prozent einsetzen. Gefolgt von der Heizungssteuerung, Jalousien- sowie Garagentorsteuerung (je 20 %) und Lichtsteuerung (19 %). Informationen vom Kühlschrank über vorhandene Lebensmittel möchten 16 % erhalten, 14 % wollen ihre Waschmaschine per App steuern.