

Auflösung - welche ist die richtige?

Einleitung

Zum Thema Auflösung kursieren so manche Missverständnisse. Ferner sind höhere Auflösungen zwar immer wünschenswert, haben aber auch ihren Preis und bringen in der Praxis manchmal Probleme mit sich, mit denen man vor dem Kauf gar nicht gerechnet hat. Letztlich ist Auflösung kein Selbstzweck. Die Kosten-Nutzen-Relation muss stimmen.

Mit unserem Grundlagenartikel wollen wir daher erklären, was Auflösung eigentlich ist, Licht in den Dschungel der Marketing-Begriffe bringen und zeigen, wie man für sich ganz gut bereits vor dem Kauf das Kosten-Nutzen-Verhältnis abschätzen kann.

Im zweiten Teil geben wir im Sinne einer Kaufberatung unsere subjektive Einschätzung zu gängigen Kombinationen aus Display-Größe, Display-Format und Auflösung hinsichtlich Schärfe und Eignung ab.

Auflösung - was ist das eigentlich?

Den Begriff Auflösung gibt es schon deutlich länger als Computer. Dennoch verbinden die meisten heute damit eine Megapixel-Zahl. Damit ist die Gesamtzahl der Bildpunkte in einer Rastergrafik gemeint. Eine Rastergrafik wiederum beschreibt ein Bild in digitaler und damit computerlesbarer Form. Dazu wird das Bild in einzelne Bildpunkte (Pixel) zerlegt, die rasterförmig in Reihen und Spalten angeordnet sind und denen jeweils eine Farbe zugeordnet wird.

Die Megapixel-Zahl sagt für sich allein genau genommen also noch nicht allzu viel aus. Kommt eine Format-Angabe wie 16:9 hinzu, wissen wir zumindest, wie das Raster aussieht, und können die Auflösung auch als 2560 x 1440 (QHD) oder 3840 x 2160 (UHD, 4K) beschreiben. Wie fein oder grob die Darstellung (Auflösung) tatsächlich ist, wissen wir aber immer noch nicht. Erst wenn auch noch eine Angabe zur realen Größe der dargestellten Fläche dazukommt, wird klar, wie groß die einzelnen Pixel tatsächlich sind und wie grob oder fein sie die Realität beschreiben.

Denn in der analogen Realität gibt es keine Pixel und keine Begrenzung der Auflösung. Wenn wir einen Gegenstand im Mikroskop immer weiter vergrößern, kommen also nicht irgendwann Pixel zum Vorschein. Abhängig von der Leistungsfähigkeit des Mikroskops nimmt die Vergrößerung, aber auch das Hinzukommen bzw. Sichtbarwerden von neuen, immer feiner werdenden Details zu.

Bei digitalen Bildern ist es dagegen nur eine Frage der Vergrößerung, bis das Pixelraster sichtbar wird. Die Auflösung ist also ein Maß für die Genauigkeit der Abbildung der Realität. Insofern kann die digitale Auflösung eigentlich gar nicht hoch genug sein, um sich der Realität anzunähern.



Porträt im Original



Bildausschnitt, bei dem mosaikartig das Pixelraster sichtbar wird

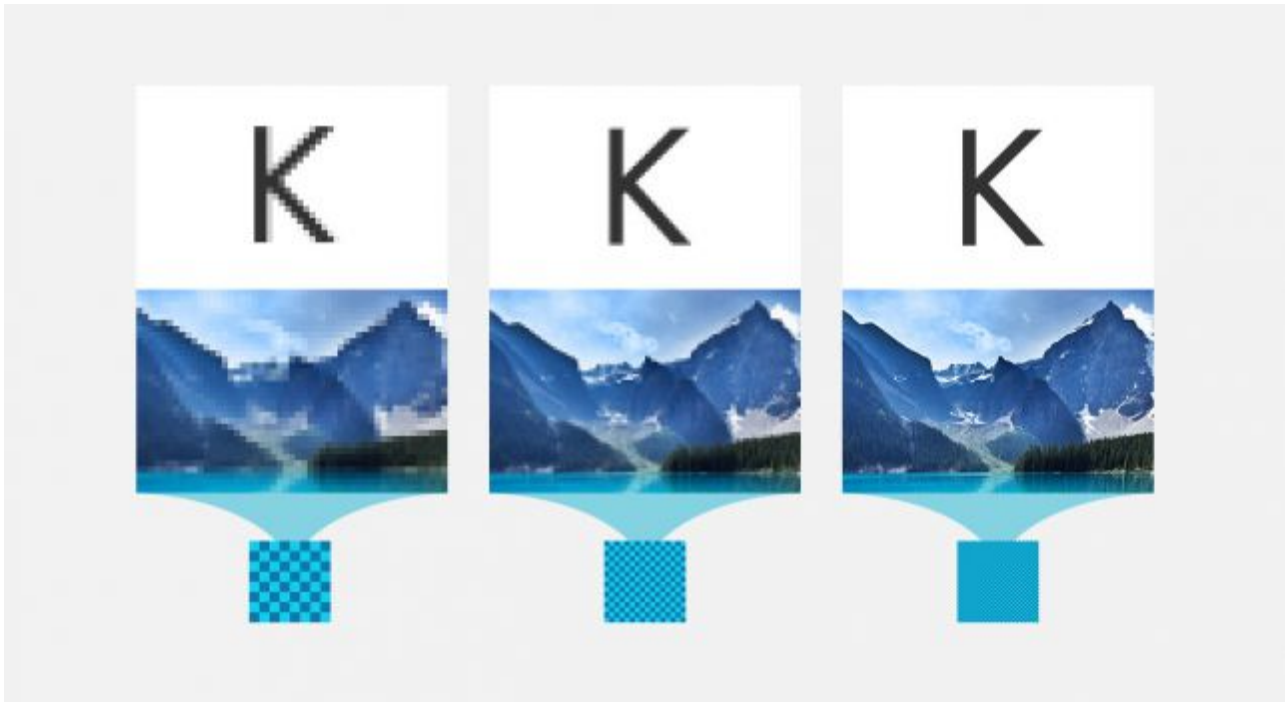
Digitale Bilddateien werden von digitalen Anzeigegeräten in der Regel als quadratische Pixel dargestellt, die ebenfalls in Reihen und Spalten angeordnet sind. Bei Projektoren werden teilweise auch rautenförmige Pixel verwendet, das soll hier aber keine Rolle spielen. Die Anzahl der Pixel, die ein Display gleichzeitig darstellen kann (native Auflösung), ist dabei unabhängig von der Datenmenge in der angezeigten Bilddatei - es kommt also auf beides an.

Aktuelle Spiegelreflexkameras mit Vollformat-Sensor liefern bereits Bilder mit 45 Megapixel oder mehr. Selbst Smartphones sind schon seit Längerem mit 12-Megapixel-Sensoren ausgestattet. Beispielsweise liefert bereits ein iPhone 6s (4032 x 3024 Pixel im 4:3-Format) also deutlich mehr Pixel, als man selbst auf einem UHD-4K-Display (3840 x 2160 Pixel) gleichzeitig darstellen kann.

Es sind daher bislang eher die Anzeigegeräte, die einen Flaschenhals darstellen. Problematisch wird das Thema Auflösung spätestens dann, wenn die Rasterung des Anzeigegerätes im Verhältnis zur Display-Größe zu gering ist, sodass das Raster mit freiem Auge sichtbar wird.

Aber schon vorher macht sich das Digitalraster negativ bemerkbar. Bei exakt horizontal oder vertikal verlaufenden Linien spielt die Auflösung zwar noch keine so große Rolle, deutlich sichtbar wird das Problem aber bei schräg verlaufenden Linien. Aufgrund der quadratischen Pixel können diese nicht richtig dargestellt werden und es entstehen treppenförmige Digital-Artefakte.

Die Abbildung unten zeigt, wie diese Artefakte mit zunehmender Auflösung - von links nach rechts - verschwinden.



Von links nach rechts: Verbesserung der Kantenschärfe durch höhere Auflösungen (Grafik: Website EIZO)

Teilweise gibt es in Betriebssystemen und Anwendungen Smoothing-Algorithmen wie ClearType, die versuchen, diese Treppen-Effekte durch Einfügen zusätzlicher grauer Pixel zu glätten. Diese Glättung funktioniert zwar ganz gut, verursacht aber auch eine gewisse Unschärfe durch Ungenauigkeit bzw. Doppelkonturen. Beim „K“ ganz links kann man das gut erkennen.

Dabei verbessern höhere Auflösungen nicht nur Detailreichtum und Schärfe im Bild, sondern auch die Farbdarstellung. Das wird vor allem in Farbverläufen deutlich und lässt sich leicht nachvollziehen. Wo bei einem Full-HD-Bildschirm ein bestimmter Bereich durch genau 1 Pixel mit einem (letztlich gemittelten) Farbwert repräsentiert wird, stehen auf einem 4K-Display 4 Pixel zur Verfügung, die auch unterschiedliche Farbwerte haben können.

Je höher die Auflösung, desto schärfer und brillanter wirkt also das Bild, da die Ungenauigkeit durch die quadratischen Pixel nicht mehr sichtbar ist.

HD, Full HD, QHD, UHD-4K und Retina

Begriffswirrwarr im Marketing-Dschungel

Der Begriff **HD** kommt eher aus dem TV-Bereich, meint die Auflösung 1280 x 720 (auch als 720p bezeichnet) und war eigentlich nur eine Übergangslösung zum „Schärfer-als-die-Realität-**Full-HD**“ mit 1920 x 1080 Pixeln (auch als 1080p bezeichnet). Da man heute keinen Kunden mehr mit „Schärfer als die Realität“ in den Ich-bin-doch-nicht-blöd-Markt locken kann, musste UHD-4K (3840 x 2160 Pixel) her.

Bei den Monitoren ist da noch die **QHD**-Auflösung (2560 x 1440 Pixel) anzutreffen. Das steht für Quad-HD – also die vierfache HD-Auflösung, die bei Monitoren eh nie eine Rolle gespielt hat. Ehrlicher wäre stattdessen der Vergleich zu Full HD: QHD bietet im Vergleich dazu einen Auflösungsgewinn von 33 Prozent.

Das führt uns auch direkt zum nächsten, vom Marketing der Hersteller gern befeuerten und daher weit verbreiteten Missverständnis. Die **4K**-Auflösung ist **nicht** viermal so hoch wie die Full-HD-Auflösung. Lediglich die Pixelmenge ist viermal so hoch. Das Bild besteht aber aus Höhe mal Breite, und die Auflösung wird

dementsprechend in horizontalen und vertikalen Linienpaaren gemessen. Sie hat sich im Vergleich zu Full HD also nur verdoppelt ($1080p \times 2 = 2160p$).

Hier werden die Käufer vor allem auch bei den Kamerasensoren in die Irre geführt. Der Sprung von einer 8 auf eine 12 Megapixel starke Smartphone-Kamera bei der nächsten Generation hört sich auf den ersten Blick recht beeindruckend an - immerhin das 1,5-fache. Der tatsächliche Auflösungsgewinn beträgt aber nur die Hälfte, also 25 %. Das liegt gerade so über der Wahrnehmungsschwelle. Aber auch nur dann, wenn die zusätzlichen Pixel tatsächlich auch zusätzliche Informationen aufzeichnen können. Und das ist bei den winzigen Smartphone-Sensoren in der Regel nicht mehr in vollem Umfang der Fall. Der reale Auflösungsgewinn ist also noch viel kleiner.

Das Foto links zeigt das Foto eines iPhone 6s unter optimalen Lichtbedingungen mit ISO 25 im Vollbild. Auf den ersten Blick wirkt die Aufnahme ganz passabel und detailreich. Beim Hineinzoomen in die 100%-Ansicht wird aber deutlich, dass das Pixelraster des Kamerasensors gar nicht mehr in der Lage ist, die vorhandenen Details adäquat zu erfassen. Statt einzelner Grashalme bzw. Pflanzenblätter sieht man zusammengematschte grüne Klumpen. Auch die Äste - rechts im Bild - wirken sehr glattgebügelt.

Würde man die Größe der Sensorpixel noch weiter verkleinern, um ihre Anzahl auf 24 Megapixel zu verdoppeln, könnte man - bei sonst gleicher Sensortechnologie - zwar die Äste noch weiter vergrößern, mehr Details kämen dadurch aber nicht zum Vorschein.



Foto iPhone 6s unter optimalen Lichtbedingungen
mit ISO 25, Vollbild



Ausschnitt Foto iPhone 6s in der 100%-Ansicht mit verlorenen Details

Die rein quantitative Pixel-Anzahl beim Eingangsmaterial sagt also noch nichts über die Qualität der Pixel aus. Um die Vorteile hochauflösender Displays voll nutzen zu können, müssen sowohl die Auflösung als auch die **Qualität des Eingangsmaterials** entsprechend mitwachsen. Solange die Auflösung des Eingangsmaterials zumindest mit der Auflösung des Ausgabe-Displays mithalten kann, kann man allerdings zumindest sagen, dass auch ein Foto mit suboptimaler Bildqualität auf einem 4K-Display nicht schlechter aussieht als auf einem Full-HD-Display.

Doch der nächste Auflösungssprung bei den Displays steht mit **8K** (UHD-2) bereits in den Startlöchern. Hier wird die Auflösung im Vergleich zu 4K in Höhe und Breite wieder verdoppelt (7680 x 4320). Die Pixelzahl ist viermal so groß.

Die Fotos einer 36-Megapixel-DSLR wie der Nikon D810 (7360 x 4912) reichen hierfür ohne Bildbeschnitt gerade noch so aus (entscheidend ist die Höhe, nicht die Breite). Der Marketing-Begriff „**Retina**“ führt uns im nächsten Kapitel zur Frage nach dem Sinn dieser Aufwärtsspirale bei den Auflösungen.

Wozu immer noch höhere Auflösungen?

Also alles nur Marketing-Quatsch oder doch irgendwie sinnvoll? Das kommt darauf an ...

Zunächst auf die Display-Größe, denn wir haben gerade ja wieder nur über Auflösungen geredet und die wichtige Relation zur realen Größe des Displays außer Acht gelassen. Zusammengefasst wird diese Information üblicherweise in der Angabe ppi – sprich pixels per inch. Sie beschreibt, wie viele Pixel in der Display-Diagonalen aneinandergereiht auf 1 Zoll (2,54 cm) passen.

Durch den Trend zu immer größeren TVs und Monitoren muss daher auch die Auflösung erhöht werden, um das wieder auszugleichen. Auf dem Schreibtisch sind 24-Zoll-Monitore mit Full-HD-Auflösung nach wie vor am weitesten verbreitet. Das sind gerade mal 93 ppi. Eine moderne Tageszeitung schafft heute 150 lpi, bei der Foto-Ausbelichtung verwendet man üblicherweise 300 ppi, und beim Fine-Art-Print werden ebenfalls 300 dpi oder mehr verwendet.

An einem 24-Zoll-Bildschirm bräuchte man für 300 ppi eine Auflösung von 6275 x 3530 Pixeln. UHD-4K reicht hier also auch noch nicht. Sofern es keine Zwischenstufen gibt, muss schon 8K her (7680 x 4320 Pixel) –

wohlgemerkt auf einem kleinen 24-Zoll-Monitor. Soll der Bildschirm größer - oder gar zum TV - werden, reicht auch 8K nicht mehr aus. Mit Blick auf den Geldbeutel mag jetzt manch technikbegeistertem Leser, der vielleicht gerade über die Anschaffung eines teuren 4K-Beamers nachdenkt, flau im Magen werden. Für eine Leinwand mit 90-Zoll-Diagonale (2 Meter Breite) bräuchten wir schon 23 523 x 13 237 Pixel für eine 300-ppi-Auflösung.

Wenn es also „Schäfer als die Realität“ gar nicht gibt und wir uns der Realität digital bestenfalls annähern können, müssen wir dann warten, bis die ppi-Angaben bei den Geräten gegen unendlich laufen, bevor wir einen neuen Monitor/TV/Projektor kaufen sollten?

Wohl kaum. Auch bei (analogen) optischen Instrumenten gibt es im Zusammenhang mit dem Auflösungsvermögen sehr wohl die Begriffe der „nützlichen“ Auflösung und der „toten“ Auflösung. Nützlich ist eine Auflösung nur dann, wenn sie auf das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges angepasst ist. Alles was darüber hinausgeht, stiftet auch keinen zusätzlichen Nutzen mehr.

Zur technischen Beschreibung der Auflösung ist die Relation von Display-Größe zur Auflösung ausreichend. Zur Beantwortung der Frage nach der Sinnhaftigkeit ist aber noch der Betrachtungsabstand in Verbindung mit dem Auflösungsvermögen des menschlichen Auges entscheidend.

Bei einem Abstand von 25 cm können die meisten Erwachsenen einen Gegenstand dauerhaft scharf sehen. Manche Menschen können bei dieser Entfernung noch Strukturen im Abstand von 0,15 mm unterscheiden. Das ist tatsächlich aber individuell sehr unterschiedlich.

Daraus abgeleitet hat Apple bei den Smartphone-Displays eigentlich bereits vor knapp acht Jahren mit dem Begriff „Retina-Display“ beim iPhone 4 (960 x 640 Pixel, 326 ppi) die Aufwärtsspirale für beendet erklärt. Als Retina-Display bezeichnet Apple Bildschirme der eigenen Produkte, die eine so hohe Punktdichte haben, dass das menschliche Auge nicht in der Lage sein soll, aus einem typischen Betrachtungsabstand einzelne Bildpunkte zu erkennen.

Der „typische Betrachtungsabstand“ erklärt zwar, wieso ein 27-Zoll-iMac mit 5K-Display (5120 x 2880 Pixel) und „nur“ 217 ppi auch Retina heißen darf, aber nicht, wieso das iPhone X jetzt plötzlich 458 ppi braucht. Letztlich handelt es sich um einen reinen Marketing-Begriff. Genauso wie der typische Betrachtungsabstand für jeden etwas anderes ist, ist vor allem auch das menschliche Sehvermögen selbst bei gesunden, jungen Menschen doch sehr unterschiedlich ausgeprägt. Eine genaue ppi-Grenze für „Gut ist gut genug“ gibt es also nicht und müsste auch je nach Betrachtungsabstand unterschiedlich definiert werden.

Übersicht mit gängigen Auflösungen bei Monitoren im Vergleich

Bezeichnung	Bildschirmauflösung in Pixeln	Punktdichte in ppi
HD	1280 x 720	24 Zoll: 61
		27 Zoll: 54
		32 Zoll: 46
Full-HD	1920 x 1080	24 Zoll: 92
		27 Zoll: 82
		32 Zoll: 69
QHD, WQHD	2560 x 1440	24 Zoll: 122
		27 Zoll: 109
		32 Zoll: 92
4K (UHD 1)	3840 x 2160	24 Zoll: 184
		27 Zoll: 163
		32 Zoll: 138

8K (UHD 2)	7680 x 4320	24 Zoll: 367 27 Zoll: 326 32 Zoll: 275
iMac mit Retina-5K-Display (27")	5120 x 2880	27 Zoll: 217
UWQHD-1440p, Ultra Wide QHD (QHD)	3440 x 1440	34 Zoll: 110
QHD+ 1600p UW4k, Quad High Definition Plus (Ultra Wide 4K)	3840 x 1600	38 Zoll: 111

Wie kann man trotzdem subjektiv für sich abschätzen, welche Auflösung man beim nächsten Monitor/TV/Projektor braucht?

Eine allgemeingültige Angabe zur Relation von ppi zum Betrachtungsabstand kann es zwar nicht geben, man kann aber trotzdem recht einfach für sich herausfinden, wann gut „gut genug“ ist.

Die Strukturbreite von 0,15 mm, aus der die meisten Erwachsenen aus 25 cm Abstand die Struktur noch erkennen können sollen, entspricht ziemlich genau der Pixelgröße bei einem 27-Zoll-Display mit 4K-Auflösung.

Aus diesem Abstand kann der Autor im subjektiven Selbsttest zwar nicht mehr das komplette Pixelraster sehen, Treppen-Effekte bei bestimmten Buchstaben aber schon. Allerdings ist der Abstand von 25 cm vom Auge zum Display weniger, als man meinen möchte - die Nase sitzt da schon fast auf. Aus 50 cm Abstand kann der Autor am normalen Desktop auch die Treppen-Effekte nicht mehr erkennen. Der übliche Arbeitsabstand am Schreibtisch dürfte bei den meisten bei 60 bis 70 cm liegen.

Für die gleiche Bildqualität dürfte also ein 4K-TV aus 2 Metern Abstand bereits 108 Zoll groß sein, ein Full-HD-TV zumindest 54 Zoll. Allerdings sind am normalen Desktop in der Regel noch ClearType-Verbesserungen aktiv, die die Treppen-Effekte (auf Kosten der Schärfe) mindern.

Für den Selbsttest empfehlen wir daher, eine Textdatei mit verschiedenen Schriftgrößen zu erstellen (am besten Arial als Schriftart), die Datei als PDF auszugeben und dann in einem PDF-Reader bei 100%-Skalierung anzuschauen. Zuvor sollte man in den Einstellungen des PDF-Readers auch noch alle Render-Verbesserungen wie „Text glätten“, „Dünne Linien deutlicher darstellen“ etc. deaktivieren. Insbesondere beim Buchstaben „A“ und der Zahl „4“ kann man dann aus nächster Nähe die Treppeneffekte sehr schön erkennen.

Ein Text in 7 Punkt Arial. **Ein Text in 7 Punkt Arial.**

Ein Text in 8 Punkt Arial. **Ein Text in 8 Punkt Arial.**

Ein Text in 9 Punkt Arial. **Ein Text in 9 Punkt Arial.**

Ein Text in 10 Punkt Arial. **Ein Text in 10 Punkt Arial.**

Ein Text in 11 Punkt Arial. **Ein Text in 11 Punkt Arial.**

Ein Text in 12 Punkt Arial. **Ein Text in 12 Punkt Arial.**

Ein Text in 13 Punkt Arial. **Ein Text in 13 Punkt Arial.**

Ein Text in 14 Punkt Arial. **Ein Text in 14 Punkt Arial.**

Dann einfach den Abstand sukzessive erhöhen. Wenn man keinerlei Treppeneffekte mehr erkennen kann, vorsichtig den Abstand von Auge zum Display messen und dann umrechnen.

Beispiel: Der Leser hat sehr gute Augen und einen Standard-24-Zoll-Monitor mit Full-HD-Auflösung. Aus 1,20 m sind die Treppen-Effekte auch beim besten Willen nicht mehr zu sehen. Dann wäre für ihn beim halben Abstand (60 cm) ein Gerät mit der doppelten Auflösung (4K) perfekt. Für die geplante Anschaffung eines neuen 40-Zoll-TVs reicht dagegen bereits aus 2 m Abstand die Full-HD-Auflösung völlig aus. Ein 4K-Gerät dürfte - abgesehen

vom Der-muss-ja-besser-sein-Effekt – kaum einen Schärfevorteil bringen.

Der (teils versteckte) Preis der höheren Auflösung

Wenn wir die Auflösung immer weiter verdoppeln, mag zwar irgendwann die Grenze des Sinnvollen überschritten sein, aber schaden kann das ja nicht, oder?

Nein, aber leider hat das trotzdem seinen Preis, und der nimmt überproportional zu. Eine Verdoppelung der (wahrnehmbaren) Auflösung bedeutet viermal so viele Pixel. Dateigröße und damit Speicherplatzbedarf erhöhen sich ebenfalls um das Vierfache. Richtig heftig zu spüren bekommt das der Videograf, der von Full HD auf 4K wechselt.

Zur Bewältigung der Datenmenge ist ferner eine entsprechend leistungsfähigere Hardware erforderlich. Der Gamer denkt sofort an die Grafikkarte, die aber in der EBV bislang nur in wenigen Bereichen Beschleunigung bietet. Hier ist vor allem die CPU gefordert und mehr Speicher nötig.

Auch ist der Preis nicht nur monetär. Selbst wenn Geld keine Rolle spielt und der PC State of the Art ausgestattet ist, wissen Lightroom-Nutzer ein Lied von den quälend langen Wartezeiten beim Rendern von Vorschauen und beim Export von Bildern zu singen. Das wird beim Sprung auf einen 4K-Monitor natürlich nicht besser. Größere Vorschauen müssen gerendert werden, und im Entwickeln-Modul müssen mehr Pixel gleichzeitig geladen und berechnet werden.

Immerhin hat sich mit Version 7.2 von Lightroom Classic CC jetzt in puncto Performance doch einiges getan. Auch wenn uns Adobe hier letztendlich eine längst überfällige Fehlerbehebung als neues Feature verkauft, ist es immerhin ein Schritt in die richtige Richtung.

In Photoshop ist uns dagegen im Test kein Performance-Unterschied zwischen dem Arbeiten mit Full-HD-, QHD- oder 4K-Monitoren aufgefallen. Hier sind es primär die Auflösung der bearbeiteten Datei und die Farbtiefe (8 bpc vs. 16 bpc), die die Bearbeitungszeit in die Höhe treiben können.

Einen weiteren Preis zahlen zunächst andere. Egal ob Smartphone oder Desktop-Anwendungen, für die Software-Entwickler bedeutet es einen nicht unerheblichen Aufwand, ihre Anwendungen – vor allem die Icons und die Textskalierung – auf die höheren Auflösungen anzupassen.

Der Wechsel zu einem Monitor mit 4K-Auflösung kann daher aber auch für den Anwender schnell unangenehme Überraschungen mit sich bringen. Ältere Anwendungen, die funktional eigentlich gar kein Update bräuchten, zeigen plötzlich Skalierungsprobleme.

Auch beim OS kommt man unter Umständen nicht mit der bisherigen Skalierungseinstellung von 100 % (also keine Skalierung) aus. Beispiel: Wechselt man bei einem 24-Zöller von Full HD auf die 4K-Auflösung, dann belegen die Icons auf dem Desktop nur noch ein Viertel der bisherigen Fläche. Zwar passen jetzt doppelt so viele Icons unten in die Taskleiste, aber sie werden dafür auch fummelig klein.

Spätestens die winzige Schrift im Datei-Explorer zwingt einen, die Skalierung im OS heraufzusetzen. Bei 200 % sieht der Desktop dann wieder genauso aus wie unter Full HD – nur eben deutlich schärfer. Voraussetzung ist aber, dass sämtliche Icons bereits für höhere Auflösungen angepasst wurden. Ansonsten sehen sie jetzt recht pixelig aus.

Abgesehen davon ist die Skalierung unter Windows 10 zwar sukzessive besser geworden (zum Testzeitpunkt Version 1709), aber vor allem beim Einsatz von mehreren Monitoren mit unterschiedlichen Größen und Auflösungen kommt es dennoch immer wieder zu Problemen.

Wer viel mit mobilen Geräten unterwegs ist, wird den Preis auch bei den Akkulaufzeiten zu spüren bekommen. Der Stromverbrauch ist zumindest aktuell bei höher auflösenden Displays größer, sodass sonst baugleiche Geräte mit Full-HD- statt 4K-Auflösung in der Regel merklich länger durchhalten.

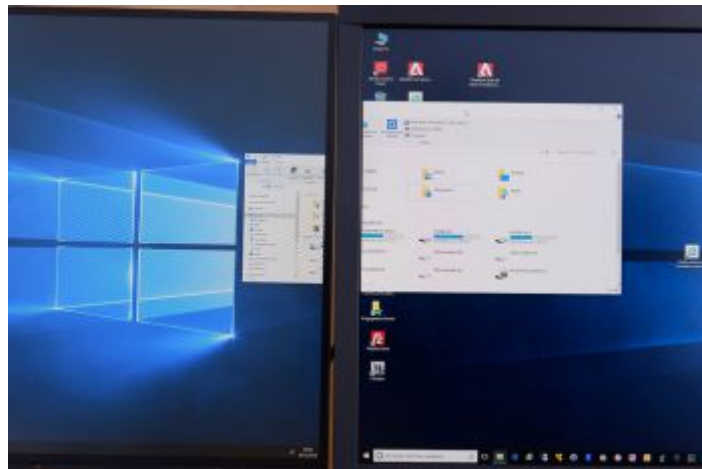
Unterschiedliche Auflösungen bei Multi-Monitor-Systemen

Optimalerweise verwendet man für ein Multi-Monitor-System eine entsprechende Anzahl der gleichen Geräte vom gleichen Hersteller. Hersteller wie EIZO, LG und Dell bieten dafür auch Zusatzsoftware an, mit der sich die OSD-Einstellungen für alle Geräte auf einen Schlag synchronisieren lassen.

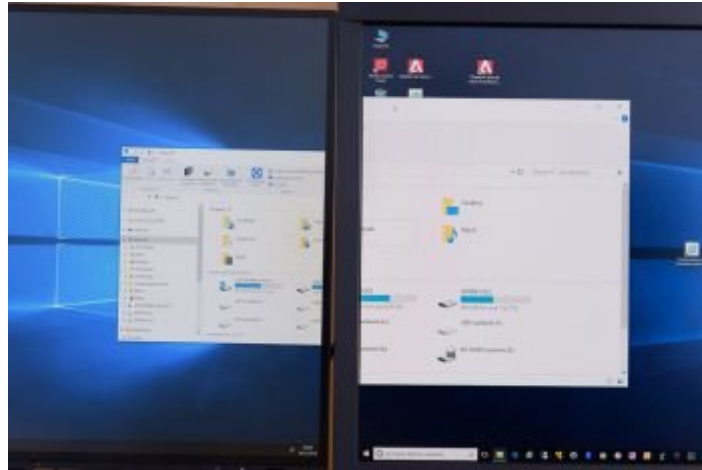
Nicht jeder hat dafür ad hoc das Geld, und wer sich einen neuen QHD-27-Zöller anschafft, möchte vielleicht auch seinen bisherigen 24-Zoll-Full-HD-Monitor weiternutzen. Generell empfiehlt es sich hier natürlich, Helligkeit und Farbtemperatur möglichst gut aneinander anzugleichen – am besten mit einer Kalibrierung.

Solange man für beide Geräte dann im OS die gleiche Skalierungseinstellung verwenden kann, klappt das sehr gut. Sind die Skalierungseinstellungen aber unterschiedlich, ist zumindest das Fensterverschieben von einem Monitor auf den anderen nicht so flüssig, wie man das sonst gewohnt ist. Nervig kann es auch werden, wenn nicht alle Geräte ständig eingeschaltet sind oder unterschiedlich aus dem Stand-by aufwachen. Dann werden ggfls. sämtliche Fensteranordnungen durcheinandergeworfen und bestimmte Anwendungen teilweise falsch skaliert.

In den beiden Abbildungen unten sieht man z. B., wie beim Verschieben eines Fensters vom rechten Bildschirm (QHD-Auflösung, OS-Skalierung bei 100 %) auf den linken Bildschirm (4K-Auflösung, OS-Skalierung bei 150 %) plötzlich die Skalierung der Fenstergröße umspringt.



Fensterverschieben von QHD mit 100%-Skalierung
nach 4K mit 150%-Skalierung (QHD-Monitor)



Fensterverschieben von QHD mit 100%-Skalierung
nach 4K mit 150%-Skalierung

Welche Monitore/Auflösungskombinationen sich nach unserer Erfahrung gut miteinander vertragen und welche weniger gut, zeigen wir in den abschließenden Empfehlungen.

Fazit

Der analogen Realität können wir uns mit der mosaikartigen Zerlegung in ein digitales Raster zwangsläufig nur annähern – je höher die Auflösung, desto besser. Wie hoch die Auflösung tatsächlich ist, lässt sich aber erst in Verbindung mit der Display-Größe aussagekräftig beurteilen. Technisch gesehen gibt die ppi-Angabe darüber Auskunft.

Wechselt man von einem Full-HD-Monitor mit 92 ppi auf ein 4K-Gerät mit 184 ppi, fällt der Unterschied sofort auf. Insbesondere Texte wirken wesentlich glatter und schärfer. Gleichzeitig wird auch die Genauigkeit und damit Bilanz der Farbdarstellung durch höhere Auflösungen verbessert.

Umgekehrt haben hohe Auflösungen jedoch auch ihren Preis, der sogar überproportional zunimmt. Daher sollte man beim Wunsch nach mehr Auflösung auch die Sinnhaftigkeit nicht aus den Augen lassen.

Diese hängt zum einen vom Betrachtungsabstand und zum anderen vom individuellen Sehvermögen ab. Um die hohe Auflösung des Displays auch wirklich voll ausnutzen zu können, brauchen wir ferner Eingangsmaterial, das seinerseits bei Auflösung und Qualität mithalten kann.

Bitte lesen Sie weiter in Teil 2 unserer Kaufberatung: „[Kernmerkmalen eines Monitors: Größe, Format und Auflösung](#)„. Weitere Informationen finden Sie in unserer [Kaufberatung Monitore](#) oder in den [Top 10 Bestenlisten](#).