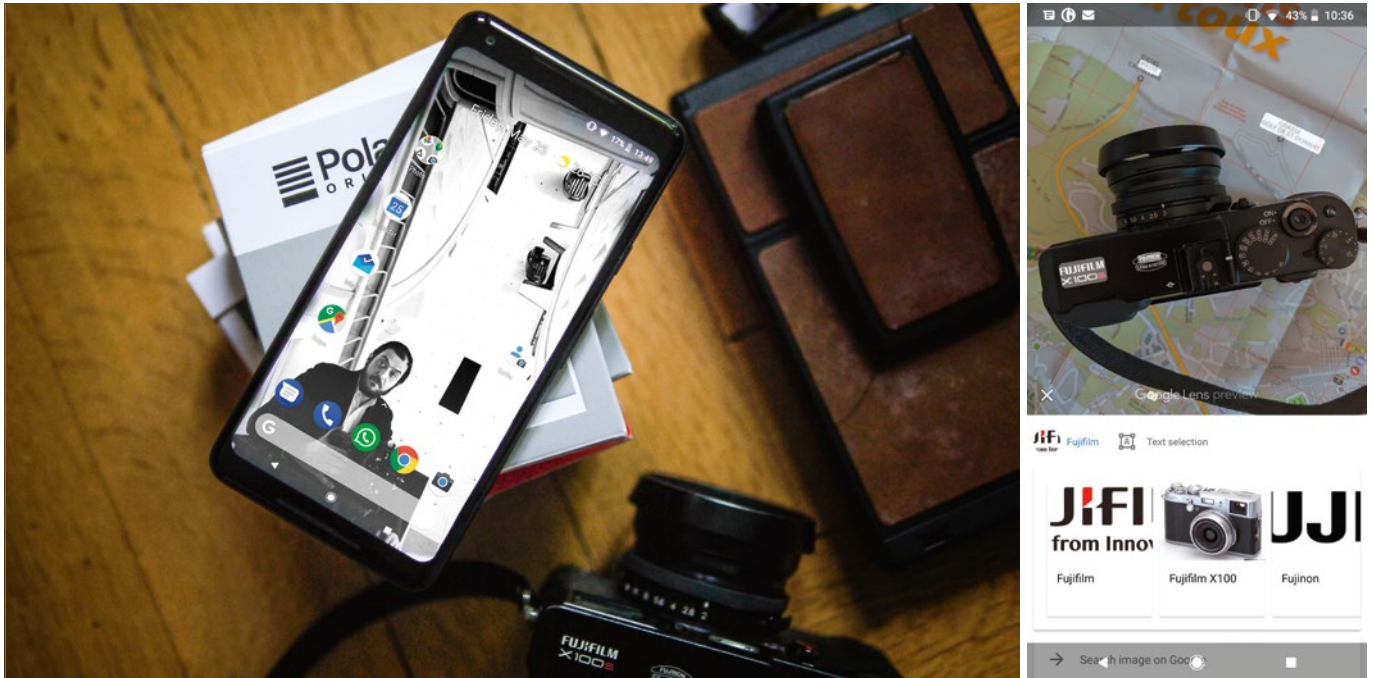


# GOOGLE PIXEL

## YOU PUSH THE BUTTON, WE DO THE COMPUTING

Wie Googles neues Telefon mithilfe von „Computational Photography“ erstaunlich gute Bilder macht. Von Thorsten Wulff



**Links:** Das Pixel 2 ersetzt noch keine gefüllte Kameratasche, ist aber eine wertvolle Ergänzung der fotografischen Ausrüstung. | **Rechts:** Wendet man die Google-Lens-Funktion auf eine Aufnahme an, erkennt das Telefon Inhalte wie Ortsnamen, abgebildete Pflanzen oder Tiere oder auch Kameras. Google hat sein OS Android getauft, und auch der Name der Nexus-Telefone verweist klar auf das kulturelle Erbe von Blade Runner. Vielleicht erinnern Sie sich an die Stelle, an der Deckard eine sprachgesteuerte Fotoanalysemaschine benutzt. Blade Runner spielte im Jahr 2019, und Google ist ziemlich dicht dran. Philip K. Dick, der Autor der Romanvorlage, schrieb immer wieder über Paranoia und permanente Überwachung – er hätte an Google Lens seine Freude gehabt.

Isaac Reynolds ist ziemlich stolz auf das Pixel 2. Und das mit gutem Grund. Googles Projektmanager für die Pixelkamera sitzt in Hamburg am Konferenztisch, ich hocke in Berlin, umgeben von bunten Kuscheltieren. Wir treffen uns per Videokonferenz über – natürlich – Google Hangout. Das Pixel 2 ist von außen gesehen ein eher unauffälliges Mobiltelefon. Seine Innovationen verbirgt es

unter der Haube. Das aus fotografischer Sicht Revolutionäre am Pixel 2 ist HDR+, gepaart mit beschleunigender und dabei batteriechonender hauseigener Hardware.



Straßenfotografie macht Spaß mit dem Pixel 2 XL, das trotz seiner Größe sicher in der Hand liegt.

„HDR+ funktioniert total anders als das HDR, was du gewohnt bist“, erklärt der Anfang Zwanzigjährige, den Google direkt auf dem Uni-Campus anwarb, „statt nur drei, vier Bilder miteinander zu kombinieren, macht HDR+ neun identische, unterentwickelte Aufnahmen im Moment, wo du für das zehnte Bild den Auslöser drückst. Und die nehmen wir alle und zerschneiden sie in kleine Häppchen, um sie übereinanderzustapeln und dann miteinander zu verrechnen. Dadurch wird das Bildrauschen stark reduziert und natürlich werden Über- und Unterbelichtung ausgeglichen“. Das Ganze wird möglich und stark beschleunigt durch den „Pixel Visual Core“, einen hausgemachten 8-Core-Chip. Das Pixel 2 macht bei aktivierter Kamera-App ständig 9 Bilder und speichert diese in einem pausenlos aktualisiertem Puffer zwischen. Die Kamera bevorzugt hierbei eher kurze Belichtungszeiten, um Bewegungsunschärfen zu vermeiden. Wird der Auslöser gedrückt, geht die Kamera neun Bilder in der Zeit zurück, zerlegt sie in unzählige Kleinstkacheln und addiert sie zu einem ausgewogen belichteten Bild zusammen. Hierbei werden verwackelte Bildpartien durch scharfe ersetzt und temporäre Objekte entfernt. Die Kamera berücksichtigt bei der Aufnahme die Lichter und gleicht die Tonwerte dann bei der folgenden Stapelverarbeitung der neun Bilder aus. Einher geht eine Reduzierung des Bildrauschens. Der Fotograf bemerkt diesen rasanten Vorgang nicht und



**Links:** HDR+ erzeugt in Windeseile ausgewogen belichtete Schnappschüsse. | **Rechts:** HDR+ ist dank des Pixel-Visual-Core-Chips blitzschnell, und es gibt keine Auslöseverzögerung. So gelingen auch Schnappschüsse vom Fahrrad, wie diese feiernde Gruppe.

bekommt ein ausgewogen belichtetes, dynamisches Bild mit klaren Details. Und zwar ohne jegliche Auslöseverzögerung. Dies funktioniert auch bei bewegten, hochkontrastigen Straßenszenen und erspart oft den nachträglich bildbearbeiteten Schritt über Snapseed, der bei mir eher Standard ist.

Ebenfalls positiv fällt der sehr schnelle und zuverlässige Phasenvergleichs-Autofokus auf: Hinter jede Mikrolinse des Sensors verbergen sich geteilte, nach links und rechts schauende Pixel. Diese ermöglichen eine schnelle und präzise Distanzerkennung, die auch bei schwacher Beleuchtung zuverlässig arbeitet.

## Portrait-Modus

Jeder soll heute beeindruckende Portraits machen können, ohne eine mit einem offenblendigen Objektiv ausgestattete Kamera mit sich herumzutragen. Gesichter fotografiere ich in der Regel mit einem Nikkor 85 f1,4 bei offener Blende, um die Person durch geringe Schärfentiefe vom Hintergrund abzuheben. Apples Portraitmodus war mir nicht überzeugend genug, um das Glas zu Hause zu lassen, bei Google sieht die Sache schon anders aus. Während bei Apple ein Dualobjektiv und das große iPhone-Modell für den Effekt notwendig sind, bewältigen beide Pixel 2 den Trick über ihre einzelobjektivbestückten Front- und Rückkameras. Die Kameras von Mobiltelefonen produzieren konstruktionsbedingt über den gesamten Bildbereich scharfe Aufnahmen. Um hier nun eine Unschärfe hinzurechnen, gibt es die Möglichkeit der Triangulation. Zwei nah nebeneinander liegende Objektive ermitteln eine stereoalgorithmische Tiefenposition für unterschiedlich weit vom Telefon entfernte Bildelemente – so wie auch unsere Augen Tiefe wahrnehmen. Eine vereinfachte Version dieser Methode bedient sich nur eines Objektivs

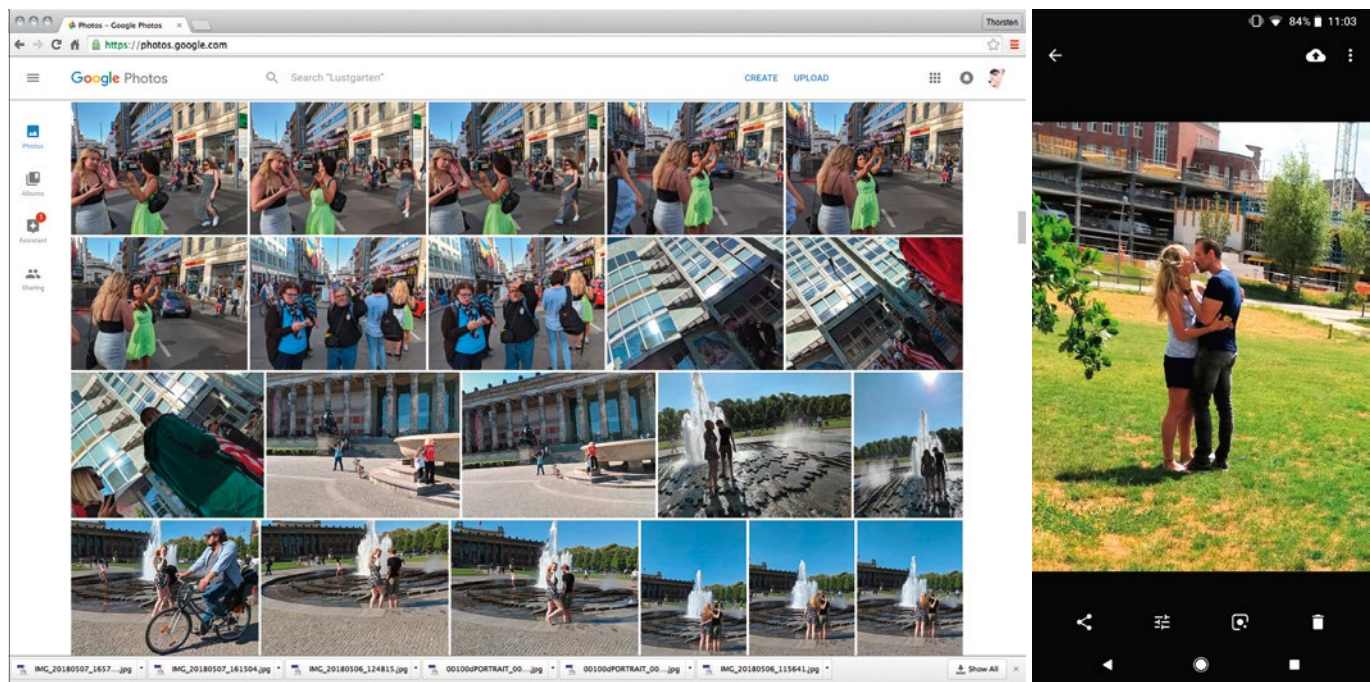
und zerlegt das Bild in zwei Ebenen, getrennt nach Vordergrund (meist eine Person) und Hintergrundpixeln. Diese manchmal „semantische Segmentierung“ genannte Methode erlaubt die künstliche Unschärfung des Hintergrunds, allerdings ohne auf die Erzeugung eines realistischen Bokeh Rücksicht zu nehmen. Dafür fehlt der Software die nötige Tiefeninformation. Die Frontkamera des Pixel 2 wendet im Selfie-Portraitmodus Segmentierung an, um Unschärfe zu generieren, bei der Rückkamera kommt noch die Stereoskopie hinzu. Im Portraitmodus wird zuerst eine komplett scharfe Aufnahme erzeugt. HDR+ kommt zum Einsatz, um Tonwertangleichungen vorzunehmen, worauf die Trennung von Vorder- und Hintergrund erfolgt. Diese Arbeit wird von einem maschinellen neuronalen Netzwerk gesteuert, das an den Fotos von knapp einer Million Personen mitsamt ihrer Hüte, Sonnenbrillen und Eiswaffeln gelernt hat, Vorder- von Hintergrund und Personen von dem Kuchen auf dem Teller vor ihnen und dem Kellner im Hintergrund zu trennen. Das Netzwerk erzeugt eine Maske, um das Haar und andere zur Person und zum Bildvordergrund zählende Komponenten vom Hintergrund zu separieren.

>>>



**Links:** Till Bauer normal ... | **Rechts:** ... und im überzeugenden Portraitmodus des Pixel 2.





**Links:** Bilder vom Pixel 2 lassen sich in die Cloud hochladen und kostenlos speichern. Dieser Prozess läuft automatisiert oder auch manuell ab. |

**Rechts:** Ein Klick auf das Wolkensymbol oben rechts neben den drei Pünktchen startet den manuellen Upload für die ausgewählte Aufnahme, sollte die automatische Synchronisierung deaktiviert sein.

>>> Dann kommen die nach links und rechts schauenden Phasenvergleichs-Autofokuspixel des Sensors zum Einsatz. Aus der Tiefen-Differenz der beiden getrennten Ansichten wird ein Tiefenwert ermittelt und mit der vorher generierten Segmentierungsmaske kombiniert. Nun werden der Hintergrund und auch einige von der künstlichen Intelligenz als dem Vordergrund zugeordnete Objekte, wie Hände oder Käsekuchenstücke, durch den Austausch von scharfen Bildpixeln gegen transparente Scheiben unterschiedlichen Durchmessers, aber identischer Farbe, geunschärft. Voilà, fertig ist ein überzeugend dezentes Bokeh, das über den Entfernungverlauf realistisch ansteigt. Mit dem Telefon in der Hosentasche und nicht der Spiegelreflex.

### IM TANDEM MIT HDR+ Pixel Visual Core

Googles Kerngeschäft sind Software und Algorithmen, das Unternehmen ist immer um Innovation und beschleunigte Verbesserung der Prozesse bemüht. Pixel Visual Core ist ein programmierbarer Co-Prozessor als Ergänzung zum wuchtigen Snapdragon 835, der die Hauptlast von Pixel 2s Datenverarbeitung bewältigt. HDR+ läuft laut Google auf Visual Core fünfmal schneller, bei nur einem Zehntel des bisherigen Energieverbrauchs. In der ersten Pixel-Generation verbrauchte HDR+ noch so viel Strom und Prozessorleistung, dass die Batterielaufzeit deutlich darunter litt. Hierdurch kann die Pixel-2-Kamera im Moment der Aufnahme zehn

Bilder machen und diese auch noch miteinander verschmelzen – ohne spürbaren Zeitverlust. Google geht mit Pixel Visual Core den Weg, den schon andere Smartphone-Hersteller beschritten haben, und verlässt sich nicht ausschließlich auf den mächtigen Chipzulieferer Qualcomm. Damit geht die Firma den Weg von der Suchmaschine, die auch Betriebssystemanbieter ist, konsequent weiter zur Entwicklung eigener Halbleiterprodukte, somit von der Software in den Hardwaremarkt. Microsoft und Apple haben mit Xbox und iPhone die Integration hauseigener Systems-on-a-Chip erfolgreich vorgemacht, und nachdem Google letztes Jahr einen von Apples Chipdesignern abwarb, ist es wahrscheinlich, dass Pixel Visual Core in seinem Zuschnitt auf die HDR+-Unterstützung nicht lange alleine bleiben wird.



**Links:** Japanischer Whisky ohne ... | **Rechts:** ... und mit HDR+. Die Funktion lässt sich innerhalb der Kamera-App auch deaktivieren.





Auch der Autofokus des Pixel 2 arbeitet schnell und zuverlässig.

## Farbe und Display

Das Pixel 2 hat ein fünf Zoll großes AMOLED-1.920 x 1.080-Display (441 ppi), das Pixel 2 XL einen 6-Zoll-P-OLED-2.880 x 1.440-Bildschirm (538 ppi) mit laut Google 100-prozentiger DCI-P3-Abdeckung. Android Oreo hat ein eingebautes Farbmanagement und sollte somit eingebettete Farbprofile erkennen und darstellen können, so wie Apple es mit iOS 9.3 einführte.

Apples Wide Gamut (von „ut“, sprich „Gamma ut“, dem Ausgangspunkt des mittelalterlichen Tonsystems) beherrschende Geräte (mit perfekter Abdeckung von Rot, fast perfekter Abdeckung von Violett und Blau und einer sehr gute Darstellung von Grün-Tönen) können auch sRGB-Bilder mit einem schmalen Gamut-Bereich farbtreu darstellen, während Android-Benutzer oft mit OLED-Displays ohne jegliches Farbmanagement konfrontiert sind. Wide-Gamut-Bilder werden aus Apples iPhone X realistisch dargestellt, ohne auf Farbtreue zu verzichten.

Pixel 2 mit Oreo synchronisiert alle auf dem Telefon befindlichen Bilder und Videos, auch RAWs, mit einem existierenden Google-Photo-Konto, sollte die automatische Funktion aktiviert sein. Auch ohne Automatik lassen sich ausgewählte Bilder manuell in die Cloud hochladen. Dieser unbegrenzte Speicherplatz für unkomprimierte Dateien bleibt bis Ende 2020 kostenfrei, danach sind nur noch Dateien in der komprimierten High Quality umsonst speicherbar.

## Fazit

Das Google Pixel 2 ist noch kein Grund, die Fototasche zu Hause zu lassen, aber es ist ganz klar der Standard, den es momentan auf dem Feld der Computational Photography zu schlagen gilt. Google zeigt den etablierten Kameraherstellern, welche außergewöhnlich beeindruckende Ergebnisse mithilfe von Machine Learning und künstlicher Intelligenz möglich sind. Kodaks alter Slogan „You push the button, we do the rest“ fällt einem ein, denn es grenzt an Magie, was ein Pixel 2 mit HDR+ im Moment der Aufnahme leistet.

Ich fotografiere gerne und viel mit meinen iPhones und erinnere mich an eine Szene, als Steve Jobs das 4er vorstellte. Er hielt dabei eins seiner lockeren Gespräche von der Keynote-Bühne herunter zum im Publikum sitzenden Jony Ive. „Fühlt sich an wie eine Leica“, lobte Steve das neue Gerät, und Ive konterte: „Jo, nicht allzu schäbig“.

Das Google Pixel 2 mit HDR+ lässt mich ernsthaft daran denken, zu wechseln.

## TECHNISCHE DATEN GOOGLE PIXEL 2 XL

<b>Betriebssystem</b>	Android 8.0.0, Oreo
<b>Display</b>	6-Zoll-Vollbild-Display   QHD+ (2.880 x 1.440) POLED-Display mit 538 ppi   18:9   3D Corning® Gorilla® Glass 5   Always-On-Display   100 % Abdeckung des DCI-P3-Farbraums   Kontrastverhältnis 100.000:1   Tiefschwarzwert   Volle 24-Bit-Farbtiefe oder 16,77 Mio. Farben
<b>Kameras</b>	<b>Rückkamera</b>   12,2 MP   1,4 µm   Autofokus mit Laser und Dual-Pixel-Phasenerkennung   Optische und elektronische Bildstabilisierung   Blende: f/1.8 Rückkamera-Video: 1.080 p bei 30 fps, 60 fps und 120 fps; 720 p bei 30 fps, 60 fps und 120 fps; 4K bei 30 fps <b>Frontkamera</b>   8 MP   1,4 µm   Blende: f/2.4   Fixfokus Frontkamera-Video: 1.080 p bei 30 fps; 720 p bei 30 fps; 480p bei 30 fps
<b>Prozessoren</b>	Qualcomm® Snapdragon™ 835   64-Bit-Achtkernprozessor mit 2,35 GHz und 1,9 GHz   Adreno 540
<b>Speicher</b>	Interner Speicher: 64 GB und 128 GB Unbegrenzter Onlinespeicherplatz für Fotos und Videos
<b>Akku</b>	3.520-mAh-Akku   Nur 15 Minuten Ladezeit für bis zu 7 Stunden Akku
<b>Abmessungen</b>	157,9 x 76,7 x 7,9 mm (L x B x H)
<b>Gewicht</b>	175 g
<b>Preis</b>	ca. 739 €