



Magic Leap One Teardown

Teardown des ersten Mixed Reality-Headsets von Magic Leap, durchgeführt am 15. August 2018.

Geschrieben von: Jeff Suovanen



EINLEITUNG

Die Mixed Reality Technologie von Magic Leap war so lange ein unrealistisches Wunschdenken, dass wir kaum glauben können, es jetzt tatsächlich auf unserem Teardown-Tisch zu haben. In Anbetracht der Unsummen, die für dieses Projekt aufgebracht wurden, hoffen wir doch sehr, dass es mit magischem Feenstaub funktioniert, aber nur ein Teardown kann das ans Licht bringen.

Möchtest du noch mehr Hardware Geheimnisse entdecken? Auf [Facebook](#), [Instagram](#) oder [Twitter](#) kannst du dich mit uns in Verbindung setzen und die neuesten Teardown News erhalten.



WERKZEUGE:

- [T4 Torx Screwdriver](#) (1)
- [T6 Torx Schraubendreher](#) (1)
- [Kreuzschlitz PH00 Schraubendreher](#) (1)
- [Heat Gun](#) (1)
- [iFixit Opening Picks set of 6](#) (1)
- [Spudger](#) (1)
- [Pinzette](#) (1)
- [Plastic Cards](#) (1)
- [Technician's Razor Set](#) (1)

Schritt 1 — Magic Leap One Teardown

Magic Leap One



TEARDOWN



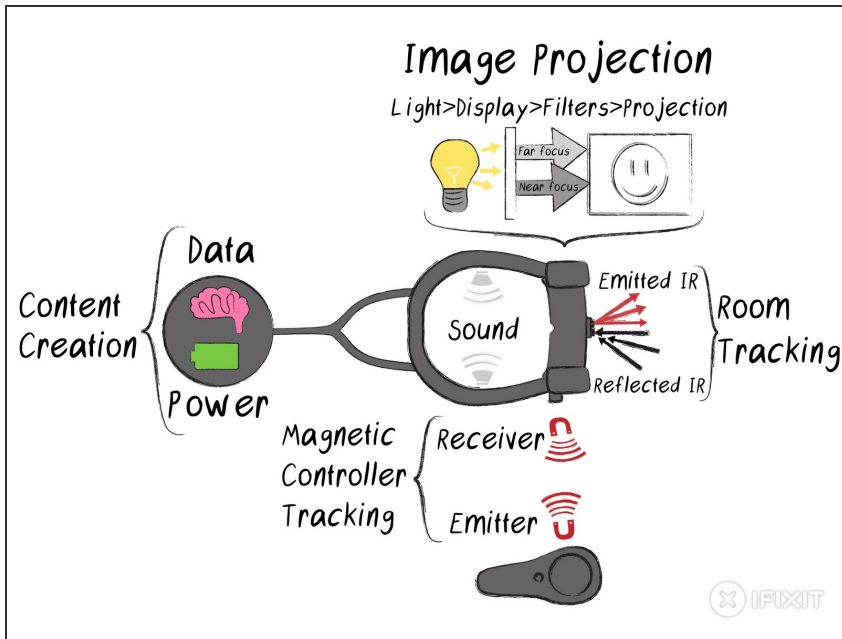
- Hier gibt es eine Menge Sachen zum auseinandernehmen. Lass uns mit den Spezifikationen anfangen:
 - Nvidia Tegra X2 (Parker) SoC mit zwei Denver 2.0 64-bit cores und vier ARM Cortex A57 64-bit cores
 - Integrierte auf Pascal basierende GPU mit 256 CUDA cores
 - 8 GB RAM
 - 128 GB integrierter Speicher
 - Bluetooth 4.2, Wi-Fi 802.11ac/b/g/n, USB-C, 3,5 mm Kopfhöreranschluss
- ⓘ Diese Nvidia SoC ist für [Automobilanwendungen konzipiert](#) und wird [hauptsächlich in autonomen Fahrzeugen](#), inclusive Tesla, benutzt. Das scheint ein Off-Label-Gebrauch zu sein, aber bedenkt man die vielen Bereiche mit externen Sensoren zum Mapping und Verstehen der Umwelt des Magic Leap, entspricht das sehr einem selbstfahrenden Auto.

Schritt 2



- Magic Leap behauptet, dass die Benutzung des Headsets eine [unbeschreibliche Erfahrung](#) sei, so als würde man in eine andere Welt eintauchen, und das mussten wir natürlich selbst ausprobieren.
- Dank unserer zuverlässigen Infrarotkameras, können wir direkt über dem Nasensteg einen IR-Projektor entdecken, der durch Abtasten die Tiefe wahrnehmen kann. Das Prinzip ähnelt dem, das wir im [iPhone X](#) und davor im [Kinect](#) gefunden haben.
- Wenn man ganz genau hinschaut, kann man auch vier zusätzliche IR LEDs in jeder Linse entdecken, die deine Augäpfel "unsichtbar" für das Tracking erhellen. (Wir holen die Tracker gleich heraus.)

Schritt 3



- i** Bevor wir loslegen, orientieren wir uns zunächst mit einem Überblick auf höchstem Niveau:
- Die Inhaltserstellung beginnt im Lightpack. Es liefert Energie und wickelt die Verarbeitung ab, indem es Bild- und Tondaten zum Headset weiterleitet.
 - In der Zwischenzeit verfolgt das Lightwear Headset die Position und Ausrichtung des Controllers und erstellt eine Karte deiner Umgebung, die zum Einfügen virtueller Elemente dient.
 - Wie diese virtuellen Element erzeugt werden, ist wieder eine ganz andere, sehr komplizierte Sache.

Schritt 4



- "Mixed Reality" ist eine komplizierte Angelegenheit. Es ist eine Sache das zu ergänzen, was du auf einem Bildschirm siehst (wie ein Smartphone oder ein VR Display mit einer Eingabe von externen Kameras).
- Aber es ist viel schwieriger, eine tatsächliche, nicht-gefilterte Realität, die dich direkt erreicht, zu ergänzen. Um diese Illusion zu kreieren, nutzt das Magic Leap One ein paar ausgeklügelte technische Dinge:
 - **Wellenleiter Display:** Das ist im Grunde ein durchsichtiger Bildschirm, der unsichtbar von der Seite her beleuchtet wird. Der Wellenleiter (Magic Leap bezeichnet ihn als "photonischen Lichtfeld Chip") [leitet das Licht](#), in diesem Fall ein Bild, über eine dünne Schicht Glas, vergrößert es und richtet es auf dein Auge aus.

- **Schärfeebenen:** Auf einem VR Display ist immer alles im Fokus. Die Realität ist anders, manche Dinge sehen scharf, andere unscharf aus, je nach Fokus deines Auges. Magic Leap ahmt diesen Effekt durch das Aufeinanderstapeln mehrerer Wellenleiter nach, und kreiert so

Schärfenebenen, die das Bild in scharfe und unscharfe Bereiche unterteilen.

Schritt 5



- Wenden wir uns dem optischen Kleinod dieses Teils zu! Ein schneller Test schließt polarisierte Linsen aus, wir müssen also tiefer graben, um irgendwelche Entdeckungen zu machen.
- Die Innenseite der Linsen ist durch auffällige IR LEDs, einen sichtbar gestreiften Wellenleiter "Display" Bereich und den mehrfachen komischen Einsatz von Kleber überraschend häßlich.
- Der Wellenleiter besteht aus *sechs* nicht sehr schön beschichteten Lagen, jede mit einem kleinen Luftzwischenraum.
- Die Kanten sehen so aus, als seien sie per Hand schwarz angemalt worden, was wahrscheinlich dazu dient, interne Spiegelungen und Interferenzen zu minimieren.

Schritt 6



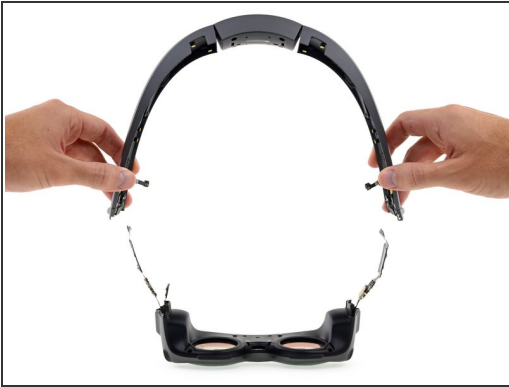
- Im Inneren des Kopfbandes entdecken wir ein Laser Label Klasse 1. Das kommt einem bei einer Brille zwar etwas gruselig vor, aber es ist [bei normaler Benutzung unbedenklich](#) und nicht gefährlicher als ein CD Player.
- Wir lösen die Standard Torx Schrauben und entfernen die Abdeckung. Darunter finden wir den ersten von zwei Lautsprechern, die mit Federkontakten verbunden sind und durch farbkodierte Dichtungen geschützt werden. Was die Reparabilität angeht, ist das sehr gut!
- Unter den Abdeckungen entdecken wir ebenfalls die beiden oberen Enden des einzigen eingebauten Kabels dieses Gerätes sowie ein paar Magnete, die für eine bessere Passform sorgen.
- Aber was ist das für eine seltsame kleine schwarze Box, die aus der rechten Seite des Kopfbands heraussteht?

Schritt 7



- Einer Umfrage zufolge handelt es sich um eine magnetische Sensor-Spule mit sechs Freiheitsgraden, die dazu dient, die Position des Controllers zu verfolgen.
 - ❗ Die Intensität der drei senkrechten Magnetfelder wird gemessen, um die Position und die Ausrichtung des Controllers bezüglich zum Headset festzustellen.
- Wir öffnen den Controller und finden die (wesentlich größere) emittierende Hälfte des Trackers und obendrein noch einen 8,4 Wh Akku.
- Die in das Gehäuse der Spule gesprühte Kupferabschirmung schützt sie wahrscheinlich vor HF-Interferenzen und ist gleichzeitig für das Magnetfeld durchlässig.
 - Interferenzen wären eine mögliche Erklärung für die seltsame Platzierung des Trackers und es handelt sich unter Umständen um eine vorläufige Lösung. Es ist eine "alte" Technologie und für Linkshänder wahrscheinlich noch ungeeigneter.
- ❗ Nicht auf dem Bild zu sehen: Wir haben auch etwas herausgeholt, das wie ein eigens konzipiertes von LEDs umringtes Trackpad aussieht (vielleicht für zukünftige Hardware zum Tracking von Licht?)

Schritt 8



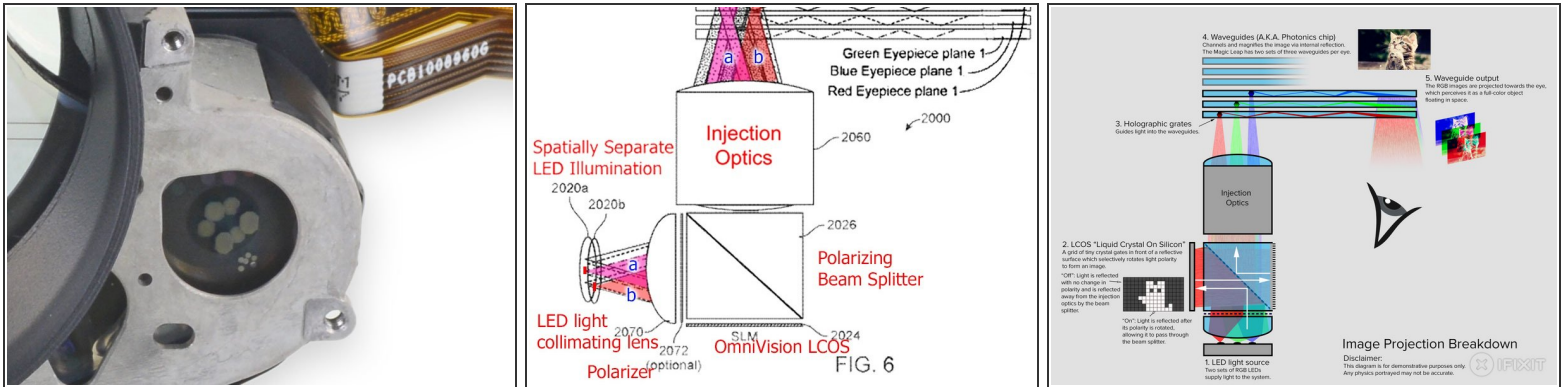
- Nach dem Ablösen des Kopfbandes und der inneren Blende können wir die IR Strahler zum Eye-Tracking besser betrachten. Wir stellen fest, dass sie alle reihenweise verkabelt sind statt individuell kontrolliert zu werden.
- Und endlich kommen wir zum Herzstück des Magic Leap: die Optik und die Display-Einheiten.

Schritt 9



- Wir heben eine der externen Sensor-Anordnungen hoch und finden darunter das optische System, um Bilder in die Wellenleiter einzufügen.
- ⓘ Diese bunten Farben stammen vom Umgebungslicht, das in den Beugungsgittern reflektiert wird, es handelt sich also nicht um spezifischen Farbkanäle.
 - Jeder Punkt ist auf einer anderen Tiefe und entspricht einer Schicht des Wellenleiters.
- Auf der Rückseite finden wir das tatsächliche Display-Gerät: ein OmniVision OP02222 LCOS Gerät mit [feld-sequenziellem Farbsystem](#). Es handelt sich wahrscheinlich um eine angepasste Variation des [OmniVision OP02220](#).
- 🔖 Der [KGOntech Blog](#) ist richtigerweise davon ausgegangen, dass dies genau das ist, was [Magic Leap tut](#), ausgehend von Patentanmeldungen von 2016.

Schritt 10



- Lass uns den Projektor und die Wellenleiter-Optik genauer untersuchen.
- Was genau hat es mit diesen *sechs Schichten* auf sich? Für jeden Farbkanal (rot, grün und blau) gibt es einen separaten Wellenleiter auf zwei verschiedenen Fokalebene.
- Ohne farbspezifische Wellenleiter, würde jede Farbe auf einen etwas anderen Punkt fokussieren und damit das Bild verformen.
- "Bild 6" der Magic Leap Patentanmeldung 2016/0327789 bringt ein wenig Licht ins Dunkel der inneren Abläufe der Optik.
- Zu deiner Erbauung und Freude haben wir unser eigenes "tl;dr Diagram" für dieses System erstellt, inklusive Miezekatzen.

Schritt 11



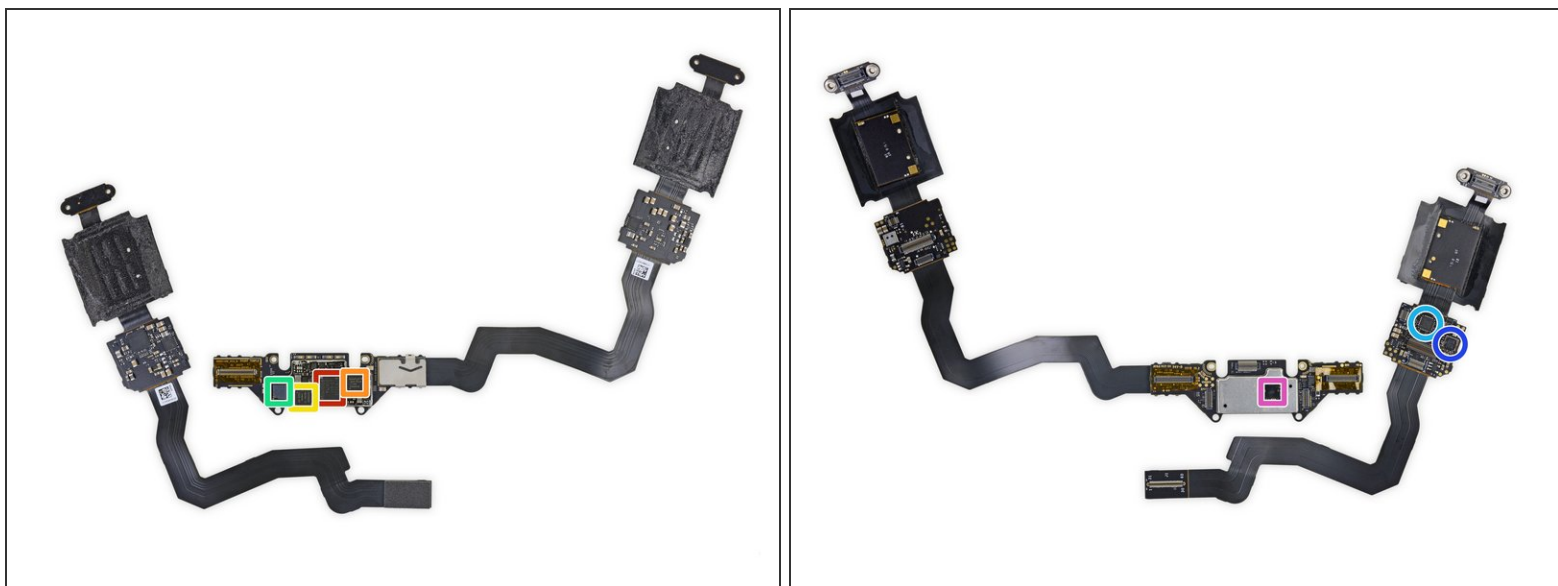
- Ein Gussblock aus Magnesium enthält die gesamte Optik sowie die Sensoren, und für ein HMD ist er ziemlich massig. Die [VR Headsets](#), die wir bisher auseinandergenommen haben, waren alle aus leichtem Kunststoff.
- Aber Metall ist ein besserer Wärmeleiter und die Elektronik sowie die IR Beleuchtung (wahrscheinlich [VCSEL](#) Geräte) erzeugen alle Wärme.
 - Das pinke Zeug ist Wärmeleitpaste, um die Wärme des IR Entfernungsmessers abzuleiten.
- Metall bietet auch eine festere Oberfläche für eine stabilere und fokussiertere Optik nach der rigorosen Justierung.
- Aber fest ist nicht immer das beste, einige der Komponenten sind mit Schaumklebeband befestigt, das flexibler ist, wenn sich Dinge durch die Wärme biegen.

Schritt 12



- Nachdem sie sowieso nicht mehr richtig sitzen, entfernen wir die Abdeckungen der Sensoren, um sie uns genauer anzuschauen.
- Diese Zwillingss-Sensorgruppen befinden sich an deinen Schläfen mit einem Abtast-IR-Tiefensensor genau in der Mitte.
- Der Tiefensensor am Nasensteg enthält die Hardware zur Raumerfassung in Form von:
 - IR Sensor-Kamera
 - IR Punkt-Projektor
- ⓘ Bei diesem Gerät sind Empfangsstationen unnötig, es führt die Projektion sowie das Ablesen selbst durch.

Schritt 13



- Um all diese sensorische Ausrüstung am Kopfband zu befestigen, gibt es kostspielige, übereinandergelegte Flachbandkabel, auf denen Folgendes zu finden ist:
 - Movidius [MA2450](#) Myriad 2 Bildverarbeitungseinheit
 - SlimPort [ANX7530](#) 4K DisplayPort Receiver
 - OmniVision [OV680](#) Messbrücke für die Verarbeitung von simultanen Bildströmen mehrerer Kameras (wie wir sie auch im [Amazon Fire Phone](#) gefunden haben)
 - Altera/Intel [10M08V81G](#) - 8000 Logiczelle FPGA, möglicherweise für [Glue Logic](#) oder zum Verwalten von MV Teil oder Kamera Brückendaten
 - Parade Technologies [8713A](#) bidirektionaler USB 3.0 Redriver
 - NXP Semiconductors [TFA9891](#) Tonverstärker
 - Texas Instruments [TPS65912](#) PMIC

Schritt 14



- Wir lösen einen der zwei IR -Sender Ringe ab und finden die schwer zu erreichende Eye-Tracking IR Kamera, die sich hinter einem dunklen Filter versteckt.
- Es scheint sich um [OmniVision CameraCubeChip](#) Kameras mit außen befestigten [Interferenzfiltern](#) zu handeln.
- ⓘ Durch Eye-Tracking bei VR und AR werden ziemlich coole neue [Interface Optionen](#) möglich sowie [Verbesserungen](#) im Hinblick auf den Realismus und die Rendering-Effizienz.
- ☑ Wenn eine einzelne Kamera unter jedes Auge platziert wird, kann das die Genauigkeit sowie das Eye-Tracking Spektrum beeinträchtigen, die Kamera kann das Auge/die Pupille besser erfassen, wenn der Nutzer nach unten statt nach oben schaut.

Schritt 15



- Jetzt wird es ein bisschen destruktiv, aber das ist es uns wert, um einen Blick auf die optische Verkettung zu werfen:
 - Ein winziger Ring aus sechs LEDs macht den Anfang - zweimal je rot, grün und blau für zwei Fokalebene.
 - Die LEDs leuchten auf den LCOS Mikrodisplay, um ein Bild zu erzeugen. Es ist gleich nebenan am schwarzen Plastikgehäuse befestigt.
 - Von der Innenseite dieses Gehäuses her, richtet eine Sammellinse das rohe Licht der LEDs aus, sie ist auf einen polarisierenden Strahlteiler aufgesetzt.
 - Die polarisierten Strahlen durchlaufen dann eine Reihe an Linsen, um das Bild in die Eingangsgitter auf den Wellenleitern zu fokussieren.
 - Die Eingangsgitter sehen aus wie winzige Punkte, die in die sechs (jetzt etwas zerbrochenen) Wellenleiter eingefügt sind.
- Wir sammeln die "Einspeisungs-" Einheit auf, um sie näher zu betrachten. Dabei zeigen sich die Farben, die zu jedem Eingangsgitter gehören: zweimal rot, zweimal grün und zweimal blau.

Schritt 16



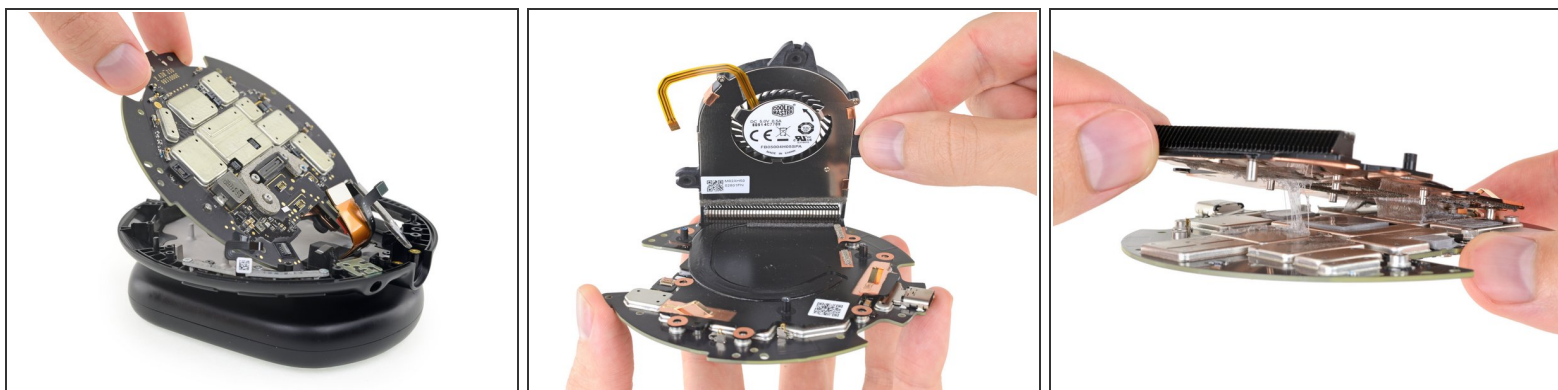
- Nach der Optik wenden wir uns jetzt dem Gehirn dieses Geräts zu, dem Lightpack!
- Es ist eigentlich unmöglich diese Kühlungsöffnungen zu übersehen. Hat dieser kleine Taschen-PC ein aktives Kühlsystem? Wir werden es bald herausfinden.
- Diese FCC Markierungen sind nicht sehr aussagekräftig, ausser der Tatsache, dass es von Magic Leap konzipiert und in Mexiko zusammengebaut wurde. Die Identität des tatsächlichen Hardware Herstellers ist [angeblich ein gut gehütetes Geheimnis](#).

Schritt 17



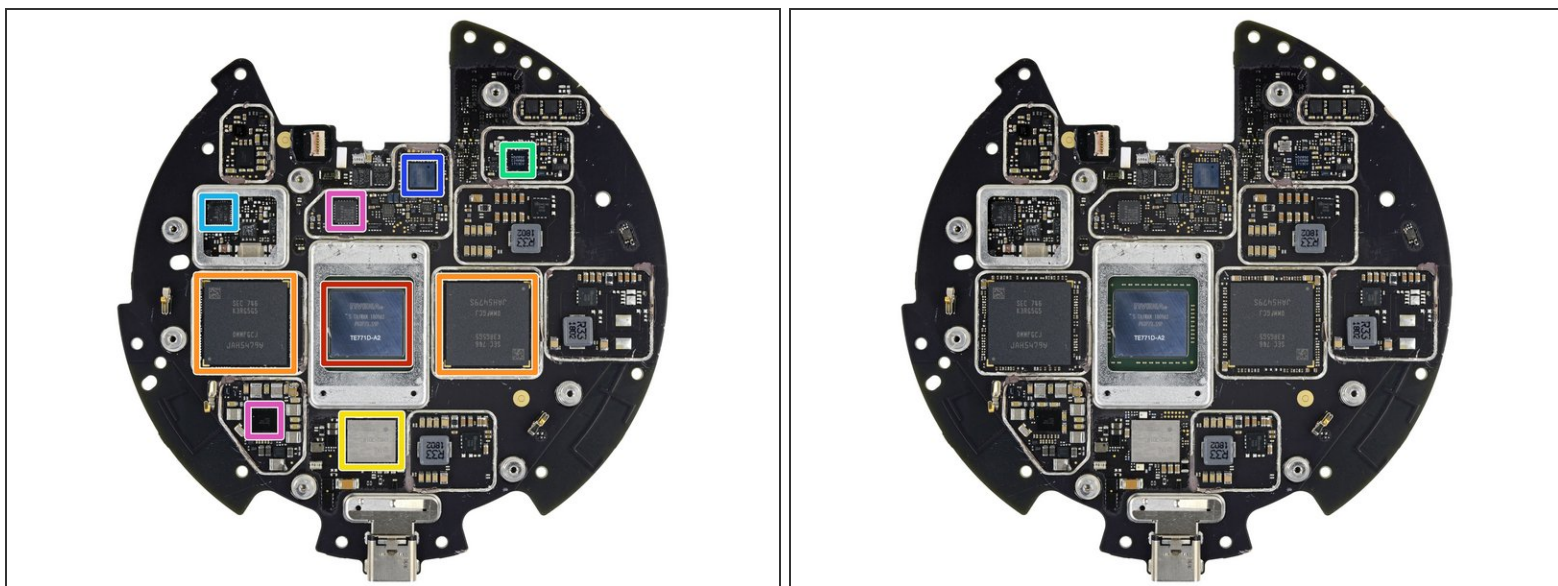
- Es dauert eine Weile bis wir es schaffen, das Lightpack mit Hilfe von Hitze und durch vorsichtigem Hebeln zu öffnen.
- Die meisten VR Headset haben wie PCs ziemlich [viele Kabel](#), aber hier ist nur ein einziger durchgängiger Strang zu finden, der unter einem Status-LED Streifen, ein paar Schrauben und einem Kupferband eingeklemmt ist.
- ❗ Ergonomisch gesehen ist ein einziges Kabel im gesamten Headset zwar recht elegant, aber deine Katze sollte diese Rettungsleine lieber nicht durchnagen, sonst ist dein Gerät nämlich kaputt.
- Ein weiterer Gussblock aus Magnesium ist aus dem Weg und nun erblicken wir das Motherboard!

Schritt 18



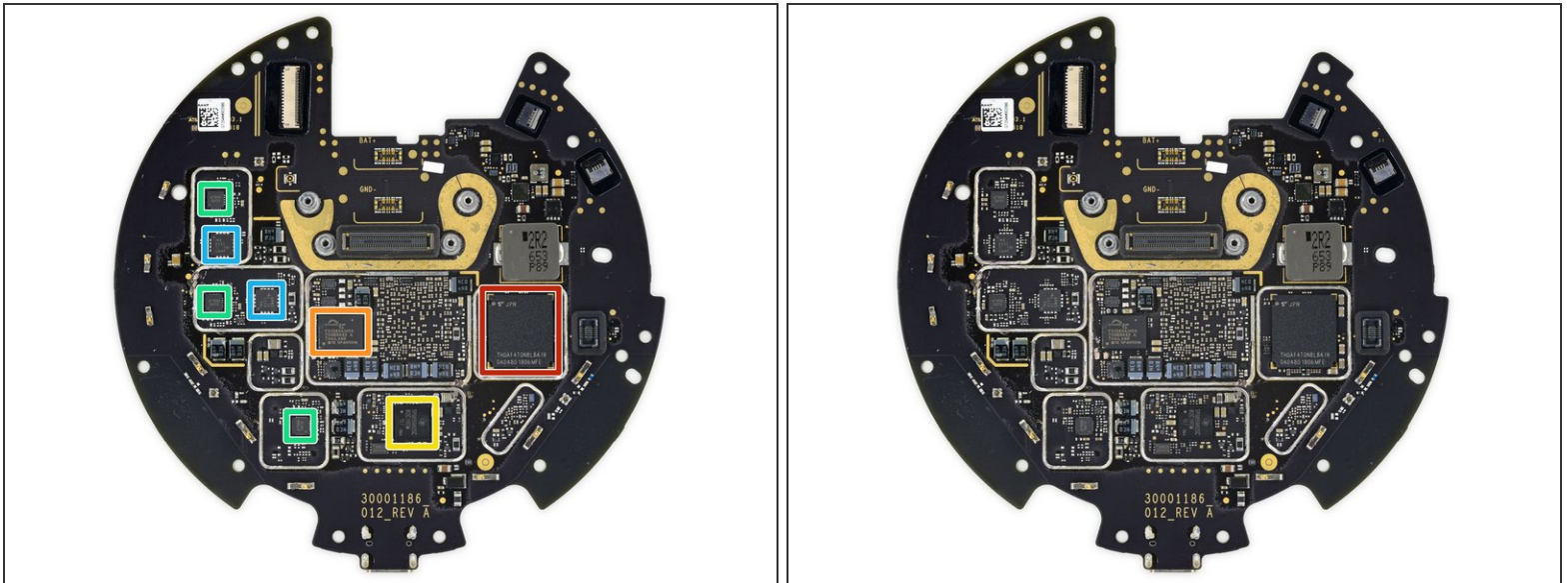
- Wir kümmern uns weder um den modularen Kopfhöreranschluss noch um das Tastenbord, sondern wenden uns gleich dem mit Abschirmungen bedeckten Siliziumfeld zu.
 - Diese Leiterplatte ist mit einem Cooler Master Lüfter ausgestattet, der bei PCs ein Favorit ist, was die Lüftungsöffnungen erklärt, die uns vorhin aufgefallen sind.
 - Allerdings reicht es nicht, nur ein paar Schrauben zu entfernen, um den Kühlkörper herauszubekommen, denn er ist fest eingeklebt. Gute zehn Minuten lang erhitzen und hebeln wir, bis er endlich aufgibt und sich herauslösen lässt.
- i** Für ein kleines tragbares Gerät ist dieses Kühlsystem ziemlich groß, aber angesichts der Arbeit, die es leisten muss, macht es durchaus Sinn. Vieles hier erzeugt Wärme und in diesem Fall sind [Hot Pockets](#) keine gute Idee.

Schritt 19



- Nachdem wir die Abschirmungen entfernt haben, können wir einen Blick auf die Chips werfen:
 - NVIDIA Tegra X2 "[Parker](#)" SoC mit NVIDIA [Pascal](#) GPU
 - 2x Samsung [K3RG5G50MM-FGCJ](#) 32 Gb LPDDR4 DRAM (insgesamt 64 Gb oder 8 GB)
 - Murata 1KL (wahrscheinlich ein Wi-Fi/Bluetooth Modul)
 - Nordic Semiconductor [N52832](#) RF SoC
 - Renesas Electronics [9237HRZ](#) buck-boost Akkulader
 - Altera (Eigentum von Intel) [10M08](#) MAX 10 feldprogrammierbare Gatteranordnung
 - Maxim Semiconductor [MAX77620M](#) Power Management IC und Parade Technologies [8713A](#) bidirektionaler USB 3.0 Redriver

Schritt 20



- Und noch mehr auf der Rückseite:
 - Toshiba [THGAF4T0N8LBAIR](#) 128 GB NAND universeller Flash-Speicher
 - Scansion (jetzt Cypress) [FS128S](#) 128 Mb quad SPI NOR Flash-Speicher
 - Texas Instruments [TPS65982](#) USB Typ C und USB Leistungsabgabe-Controller
 - uPI Semiconductor [uP1666Q](#) 2 Phasen Buck Controller
 - Texas Instruments [INA3221](#) bi-direktionaler Spannungs-Monitor

Schritt 21



- Als nächstes heben wir den untertassenförmige Teilabschnitt ab und können somit mit unseren Hebelwerkzeugen an das Akkugehäuse herankommen.
- Es war derart schwierig an den Akku zu kommen, dass es schon fast ironisch ist, dort eine Zuglasche zu finden, aber das ist besser als gar nichts.
- ⓘ All diese Schichten und all der Kleber unterstützen wahrscheinlich die Stoßfestigkeit und die Langlebigkeit. Aber wenn der Akku seinen Geist aufgibt, was unvermeidlich ist, musst du das gesamte Gerät ersetzen oder mit einer sehr schwierigen Reparatur rechnen, und das Recyceln wird zu einigem Kopfzerbrechen führen.
- Dieser Akku mit Doppelzellen liefert 36,77 Wh bei 3,83 V. Das ist der gleiche Bereich wie [einige populäre Tablets](#).

Schritt 22



- Das Magic Leap One ist eindeutig ein teures Hardware Teil mit einer kurzfristigen Laufzeit. Jedes einzelne Bauteil ist dazu ausgelegt seine Kalibrierung während der Lebensdauer des Gerätes beizubehalten. Unsere Vermutung ist, dass dieses Gerät in aller Eile und ohne Berücksichtigung des Preises auf den Markt gebracht wurde.
 - Hoffen wir also auf eine Nutzer-Ausgabe, die das durchdachte Design sowie die Langlebigkeit beibehält, und gleichzeitig die Kurzsichtigkeit dieses Gerätes vermeidet.
 - Gans besonderer Dank geht an Karl Gutttag von [KGon Tech](#), der uns wertvolle seine Zeit und Expertise für diesen Teardown zur Verfügung gestellt hat.
 - VR Experte und ab und zu auch unser [Erzfeind](#), Palmer Luckey hat ebenfalls großartig zum Inhalt beigetragen, sowie zum Zugang zur Hardware. Du kannst seinen vollen Beitrag zum Magic Leap One [hier](#) finden.
- ⚠ Etwaige Fehler in diesem Teardown sind mit ziemlicher Sicherheit die unsrigen, und nicht die unserer Mitwirkenden.

- Und zu guter Letzt verteilen wir noch die Punkte für die Reparierbarkeit.

Schritt 23 — Fazit

REPAIRABILITY SCORE:



- Das Magic Leap One erhält **3 von 10** Punkten auf unserer Reparierbarkeits-Skala (10 ist am einfachsten zu reparieren):
 - Die Lautsprecher können leicht mit nur einem Schraubendreher ausgebaut und ausgetauscht werden.
 - Die Gewindeschrauben sind alle handelsübliche Torx oder Kreuzschlitzschrauben.
 - Die Demontage ist hauptsächlich nicht-destruktiv, zumindest in der Theorie. Bei so viel Kleber auf empfindlichen Bauteilen, brauchst du einen Haufen Geduld und eine sehr ruhige Hand.
 - Der Akku ist nur austauschbar, wenn du bereit bist das Motherboard auszubauen und dich an mehreren Kleber-Barrieren vorbeizuschleichen.
 - Weder für die Optik noch für den Prozessor gibt es Upgrade-Möglichkeiten, was bei einem Teil zu einem Preis von 2300 Dollar etwas enttäuschend ist.