



MacBook Pro 13" Touch Bar Teardown

Teardown des 13" MacBook Pro von Ende 2016 mit vier Thunderbolt 3 Anschlüssen und Touch Bar. Durchgeführt am 15. November 2016.

Geschrieben von: Jeff Suovanen



EINLEITUNG

Vor zwei Wochen [haben wir das neue 13" MacBook Pro Einsteigermodell auseinandergenommen](#) und dabei festgestellt, dass es dünner, leichter, schneller und (leider) auch weniger leicht zu reparieren war, als die meisten anderen Profi-Laptops. Heute wenden wir uns seinem zur gleichen Zeit erschienenen, mit Touch Bar ausgestatteten Kollegen zu. Wird uns dieses Gerät mit ein paar upgrade-freundlichen Features überraschen, oder haben wir hier einen Wegwerfartikel, der genauso zum einmaligen Gebrauch gedacht ist wie der Karton, in dem er verpackt ist? Es gibt nur eine Möglichkeit, das herauszufinden: Es ist Teardown Zeit!

Folge uns auf [Facebook](#), [Instagram](#), oder [Twitter](#) und bleib immer auf dem Laufenden mit den aktuellsten News zu Teardowns und Reparaturen!



WERKZEUGE:

- [64 Bit Driver Kit](#) (1)
 - [iOpener](#) (1)
 - [Nylon Tipped Tweezers](#) (1)
 - [Plastic Cards](#) (1)
 - [iFixit Opening Picks \(Set of 6\)](#) (1)
 - [Spudger](#) (1)
-

Schritt 1 — MacBook Pro 13" Touch Bar Teardown



- Die 1 Million Euro Frage lautet heute: Handelt es sich um eine verbesserte Version des 13 Zoll "Escape" Modells oder um eine verkleinerte Version des 15 Zoll Touch Bar Modells? Hier mal die technischen Spezifikationen:
 - 13,3" LED hintergrundbeleuchtetes IPS Retina Display mit einer Auflösung von 2560 × 1600 (227 dpi), P3 Farbskala
 - 2,9 GHz Skylake dual-core Intel Core i5 (Turbo Boost bis zu 3,3 GHz) mit integrierten Intel Iris Graphics 550
 - 8 GB 2133 MHz LPDDR3 Arbeitsspeicher (eine 16 GB Konfiguration ist erhältlich)
 - 256 GB, 512 GB oder 1 TB PCIe-basierende SSD
 - Vier Thunderbolt 3 (USB-C) Anschlüsse, die Laden, DisplayPort, Thunderbolt, USB 3.1 Gen 2 unterstützen
 - Touch Bar mit integriertem Touch ID Sensor
 - Force Touch Trackpad

Schritt 2



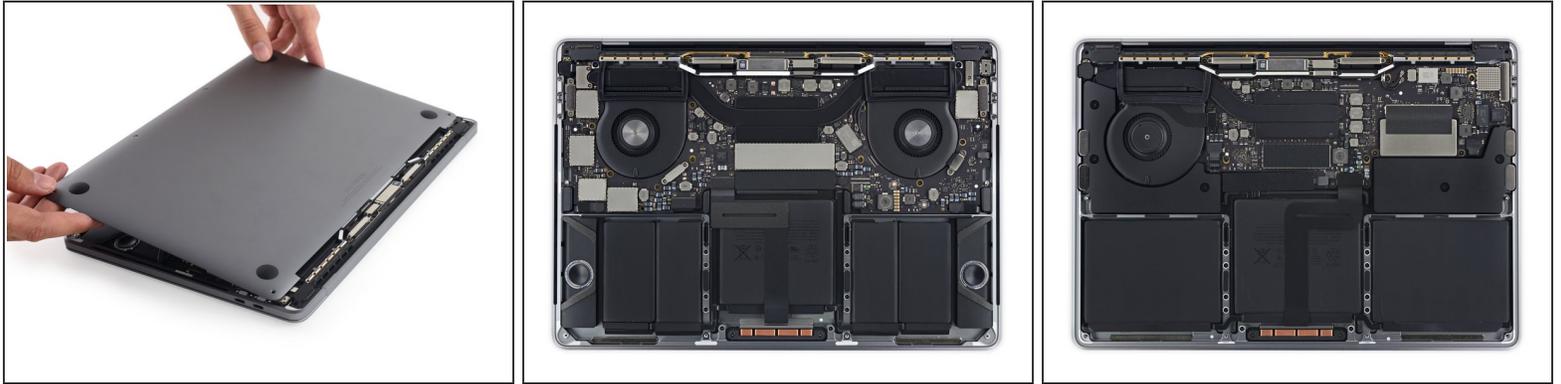
- Eine rudimentäre Untersuchung des Außengehäuses zeigt die erwarteten FCC Zertifizierungen und eine neue Modellnummer: **A1706**.
- ⓘ Die Touch Bar ist hübsch, aber es fehlt ... [irgendetwas](#).
 - [Psst: Wenn du Apple nichts erzählst, dann sagen wir's auch nicht..](#)
 - Es juckt uns schon in den Fingern, die Schraubendreher zu schnappen und uns an die Arbeit zu machen, aber zuerst holen wir das *andere* 13" Retina MacBook Pro von Ende 2016 heraus, um ein paar schnelle Vergleiche anzustellen ...

Schritt 3



- Apple zufolge sind die Maße dieses MacBook Pro genau die gleichen wie die des ["Escape" Modells](#), das wir vor ein paar Wochen auseinandergenommen haben. Glauben wir da etwa auch nur eine Sekunde dran? [Ja, das tun wir.](#)
- Vermisst du deine Funktionstasten? Dann halte die Taste "Funktion" gedrückt und deine vermissten Funktionstasten tauchen wieder auf. Chamäleon-Modus aktiviert.
- Es gibt etwas, das sich deutlich unterscheidet, und zwar natürlich die Port-Situation auf der Steuerbordseite. Dieses mit Touch Bar ausgestattete Gerät verfügt über zwei zusätzliche Thunderbolt Ports, sodass du doppelt soviel Platz hast, um deine Dongles einzustecken.
- ⓘ Wir legen beide Geräte auf die Waage und stellen fest, dass die Touch Bar Version 20 Gramm leichter ist als sein Gegenstück. Wir schieben diesen Unterschied auf den kleineren Akku dieses Laptops.
- Und zum Schluss vermerken wir noch zwei seitliche Lüftungsöffnungen auf der Unterseite der Touch Bar Version, ähnlich denen, die wir bei früheren Retina MacBook Pros gefunden haben, die jedoch beim Funktionstasten-Modell fehlen.

Schritt 4



- Wir wirbeln durch den Pentalobe- und -Saugheber-Tanz, der normalerweise für iPhones reserviert ist, und entfernen die Abdeckung mit einer [vertrauten Schiebebewegung](#).
- Komm wir spielen "Finde den Fehler". Links haben wir das Touch Bar MBP und rechts das Escape Modell.
 - ⓘ Beim Touch Bar Modell sehen wir: ein kleinerer Akku, zwei Lüfter, ein zweiseitiger Kühlkörper, keine SSD Karte und tieferliegende Lautsprecher (die nicht wirklich an ihren Lüfteröffnungen ausgerichtet sind).
 - ⓘ Beim Function Keys Modell haben wir: wesentlich mehr Komponenten, die tatsächlich sofort entfernt werden können, unter anderem die SSD, die Lautsprecher und der Akku (naja ... [einigermaßen](#)).
- Beim Touch Bar Modell sieht es so aus als könnten wir nur das Trackpad und den Kopfhöreranschluss entfernen, bevor wir aufs Logic Board treffen.

Schritt 5



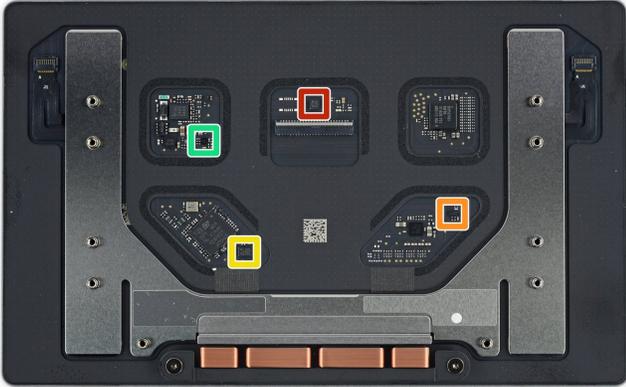
- Anscheinend ist 2016 das Jahr des neuen Steckers, denn das ist das [zweite Mal](#), dass wir dieses neue Konzept der Akkuverbindung sehen.
 - Die Kupfer-Pads dienen als negative und positive Anschlüsse für den Akku.
- Apple hat noch einen Stecker hinzugefügt, der führt ... *nirgendwohin?*
 - Könnte das ein Diagnoseanschluss sein? Schaltkreise und Firmware müssen getestet werden, obwohl wir genügend [Testpunkte](#) gesehen haben, die normalerweise völlig ausreichend sind.
- Wir finden ebenfalls den modularen Kopfhöreranschluss, dieses Mal ohne [Mikrofon-Anhängsel](#). Und wir dachten, sie würden der [Vergangenheit angehören](#).
- ⓘ Ganz in der Nähe erspähen wir den [Aufkleber für die Anzeige von Wasserschäden](#), der geduldig darauf wartet, dass du eines Tages Eistee auf deiner Touch Bar verschüttest, damit er seine Lebensaufgabe erfüllen und sich pink verfärben kann.

Schritt 6



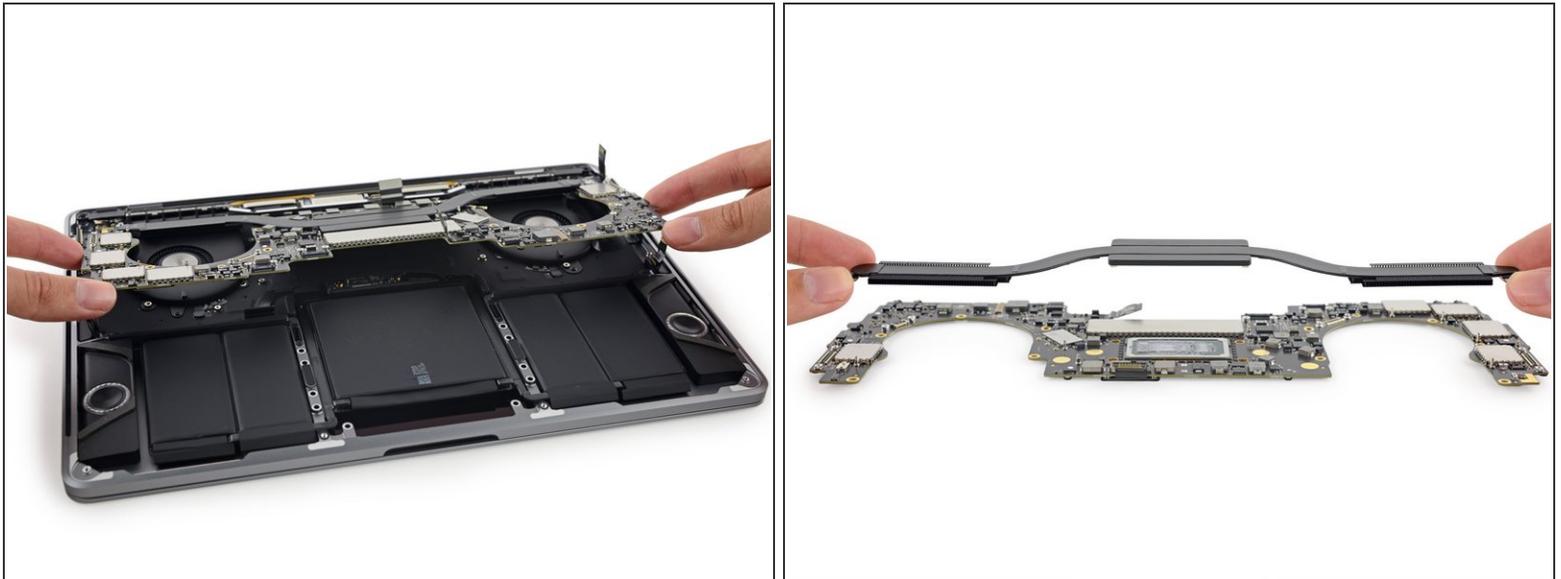
- Ganz wie im [Modell mit Funktionstasten](#) lässt sich das Trackpad in der Touch Bar Einheit nach dem Entfernen von zehn T5 Torx Schrauben mühelos herausziehen.
- Und wir können auch die frohe Kunde bringen, dass die Trackpads dieser beiden Modelle identisch und höchstwahrscheinlich miteinander kompatibel.
- ⓘ Aufgrund des modifizierten Logic Board Designs ist allerdings die Kabelführung anders. Wenn du also ein defektes Trackpad ersetzen willst, solltest du das originale Flexkabel behalten.
- Falls du es verpasst haben solltest sind hier noch einmal die ICs, die wir beim ersten Mal identifiziert haben:
 - STMicroelectronics [STM32F103VB](#) ARM Cortex-M3 MCU
 - Broadcom BCM5976C1KUFBG Touch Controller
 - Maxim Integrated MAX11291ENX 24-Bit, 6-Channel Delta-Sigma ADC
 - Monolithic Power Systems [MP24830](#) Treiber für weiße LEDs.

Schritt 7



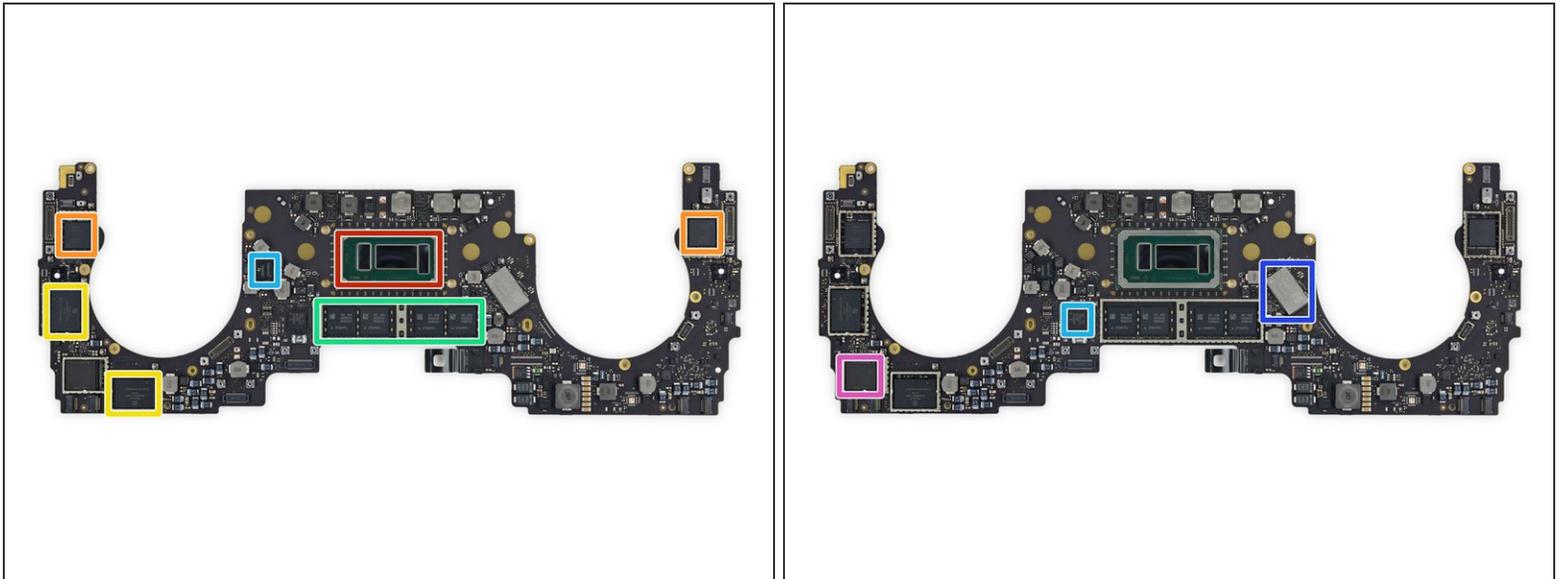
- Touchpad IC Identifikation, Fortsetzung:
 - Bosch Sensortec BMA282 Beschleunigungssensor
 - Texas Instruments [TMP421](#) localer/entfernter Temperatursensor
 - Macronix [MX25L2006EZUI-12G](#) 2 Mb serieller NOR Flashspeicher
 - Maxim Integrated [MAX9028](#) Komparator

Schritt 8



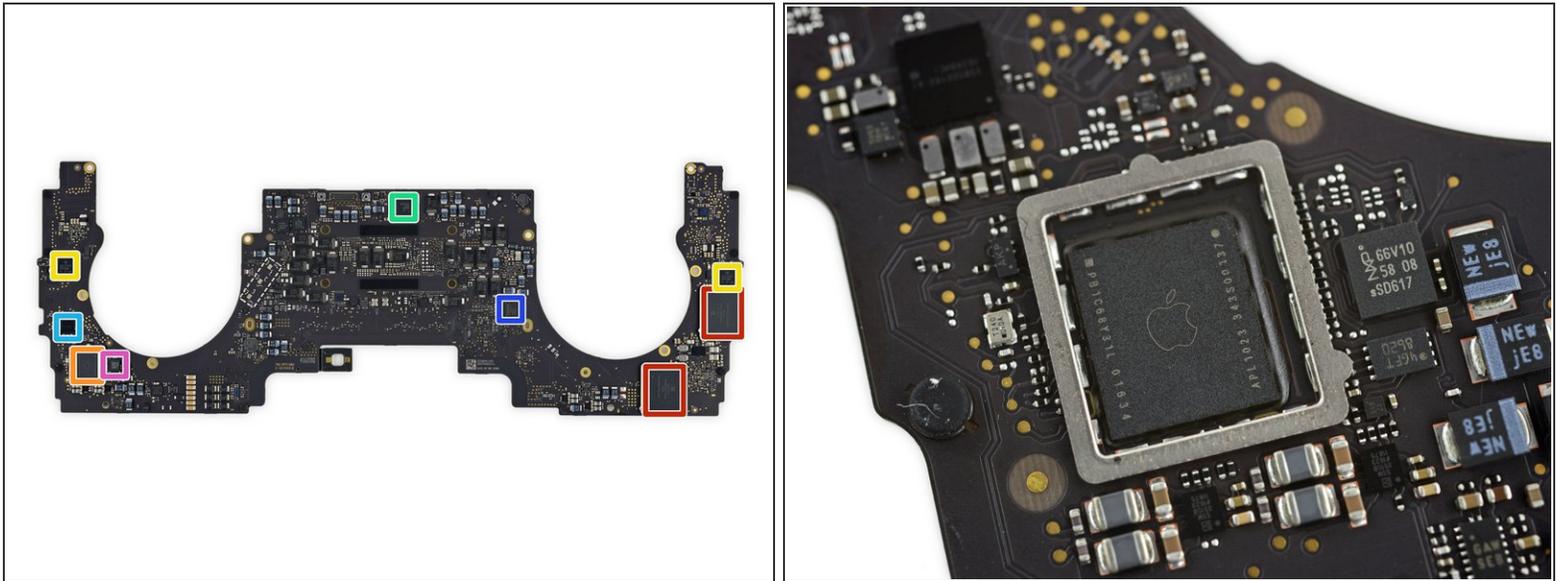
- Wir sind bereit, die restlichen Peripheriekomponenten zu entfernen. Es wäre toll, wenn wir einen Blick auf den Akku, die Lüfter, den Kühlkörper und die Lautsprecher werfen könnten. Aber leider geht das nicht.
- Das symmetrische Logic Board bewacht die restlichen Komponenten, sodass wir zunächst mit dem Spudger die Verbindungskabel lösen und das Logic Board aus dem Gehäuse herausholen müssen.
- Der Kühlkörper ist unten mit Schrauben am Logic Board befestigt. Nach dem Ausbau des Logic Boards aus dem Gehäuse können wir den Kühlkörper entfernen, um ihn genauer zu untersuchen. Ein Wärmerohr führt in jede Richtung, das heißt es hat [doppelt soviel Rohrlänge](#) wie das Einsteigermodell.

Schritt 9



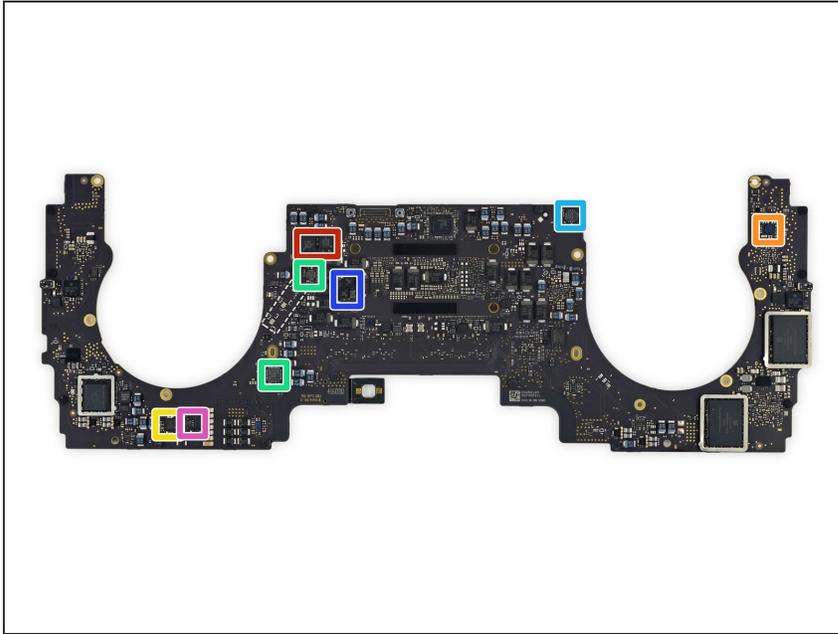
- Wir sehen uns jetzt ~~den Schnurrbart~~ das Logic Board an, um herauszufinden, welche Chips dieses MacBook zu einem Pro machen:
 - Intel [Core i5-6267U](#) Prozessor mit Intel Iris Graphics 550
 - Intel [JHL6540](#) Thunderbolt 3 Controller
 - SanDisk SDRQKBDC4 064G 64 GB NAND Flash Speicher (x2 für insgesamt 128 GB)
 - Samsung [K4E6E304EB-EGCE](#) DDR3 DRAM (4 x 2 GB für insgesamt 8 GB)
 - Texas Instruments SN650839 66AL7XWGI und TI/Stellaris [LM4FS1EH SMC Controller](#) (Ersatz-Codename für TM4EA231)
 - Murata/Apple 339S00056 Wi-Fi Modul
 - Vermutlich ein Apple-eigener SSD Controller unter (ebenfalls vermutlich) einem Micron R4432ACPE-GD-F 512 Mb Speicher, wahrscheinlich ähnlich [diesem hier](#).

Schritt 10



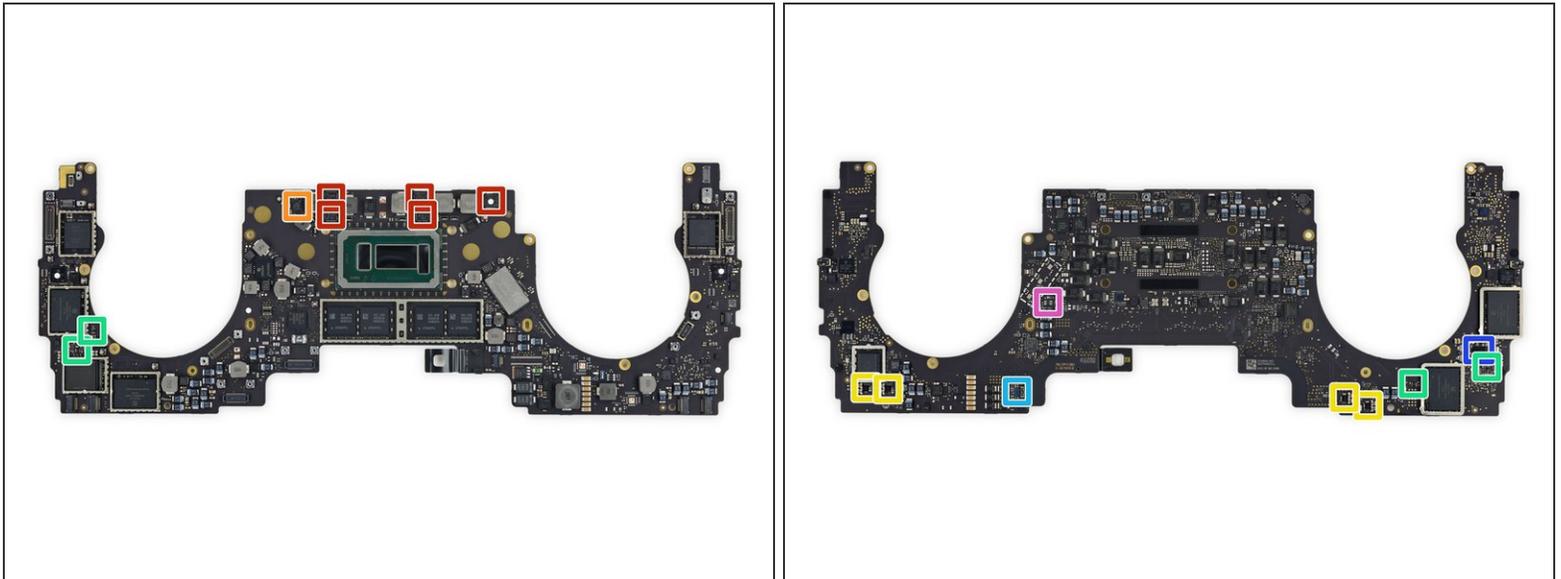
- Auf der anderen Seite des Logic Boards mangelt es auch nicht an Komponenten:
 - SanDisk SDRQKBDC4 64 GB NAND Flash Speicher (wie in der [entfernbaren SSD](#) der Escape Edition)—insgesamt bis 256 GB
 - APL1023 343S00137 (wahrscheinlich der Apple-eigene T1 Chip, der mit der Touch Bar gepaart ist)
 - 2x Texas Instruments TI CD3215C00 68C7QKW G1 USB-C-Controller (zwei weitere auf der Rückseite)
 - Intersil 95828 HRTZ Intel CPU PWM Controller
 - Apple 338S00193-A1 Leistungsmanagement
 - Winbond [W25Q64FVZPIQ](#) 64 Mb serieller Flash Speicher
 - NXP [66V10](#) NFC Controller, enthält Secure Element 008 und NXP PN549 (wie beim [iPhone 6s](#))

Schritt 11



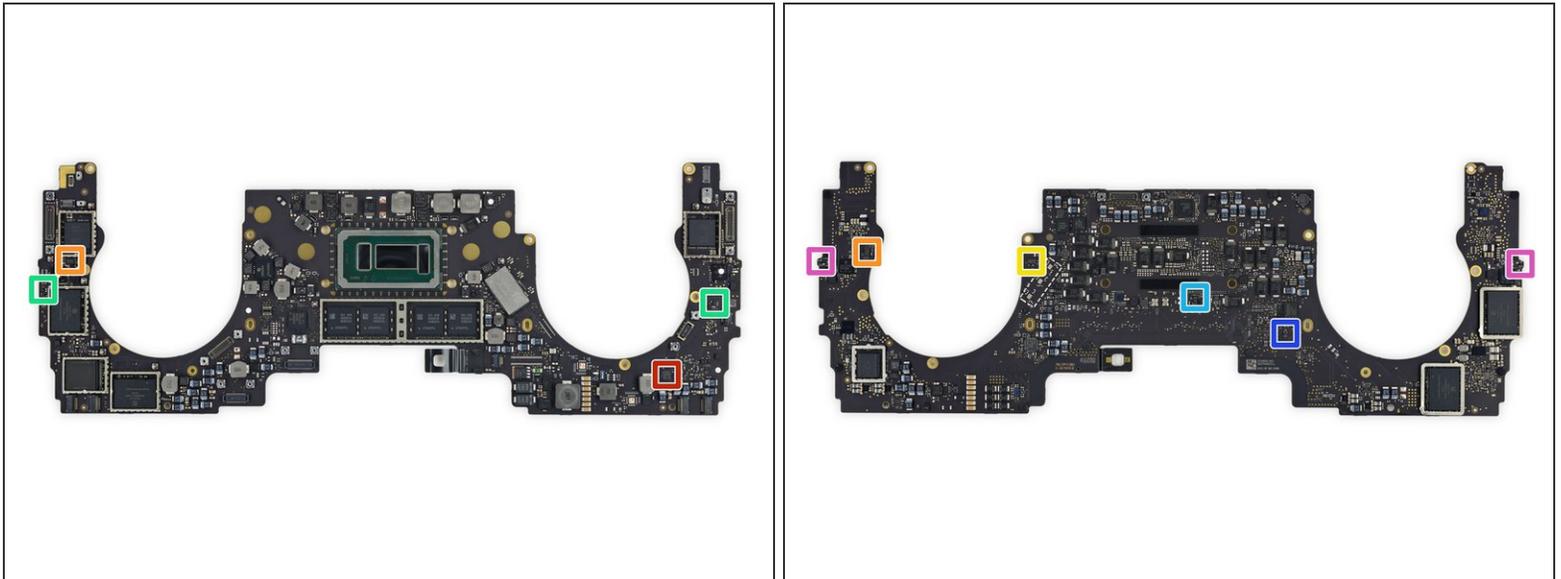
- Und noch mehr Chips:
 - 2x Pericom [PI3WVR12612](#) HDMI 2.0, DisplayPort 1.2 Video Switch
 - Cirrus Logic CS42L83A Audio Codec
 - National Semiconductor LP8548B1 Treiber für die Hintergrundbeleuchtung
 - Texas Instruments [TPS51916](#) Memory Power synchroner Buck Controller, und [TPS51980A](#) synchroner Buck Controller
 - Texas Instruments [TMP513A](#) nah/fern Temperatursensor
 - 2x Fairchild Semiconductor [FDMC7570S](#) 40A N-Kanal MOSFET
 - Fairchild Semiconductor [FDMC86106LZ](#) 7,5A N-Kanal MOSFET

Schritt 12



- IC identification, Teil 2:
 - Vishay SIC635 Leistungsstufe
 - Vishay SIC535 Leistungsstufe
 - Analog Devices SSM3515B 31 W Class D Audioverstärker
 - Texas Instruments [TMP102](#) Temperatursensor
 - Renesas (früher Intersil) ISL9239 Akkuladesteuerung
 - Apple Leistungsmanagement (Vermutung)
 - Texas Instruments [INA214](#) Stromrichtungsverstärker

Schritt 13



- IC Identifikation, Teil 3:
 - Macronix [MX25U3235F](#) 32 Mb serieller NOR Flashspeicher
 - Winbond [W25Q80DVUXIE](#) 8 Mb serieller NOR Flashspeicher
 - Macronix [MX25L2006EZUI-12G](#) 2 Mb serieller NOR Flashspeicher
 - Texas Instruments [TPS3895](#) regelbarer Spannungswächter
 - Diodes Incorporated [PI3USB102E](#) 480 Mbps USB 2.0 Switch
 - Texas Instruments [SN74LVC1G02](#) Einfach-NOR-Gatter
 - Vermutlich ein Hallsensor

Schritt 14



- Ein weiteres neues Feature des MacBook Pro mit Touch Bar ist die Touch ID.
 - ⓘ Zwar ist dies der erste Mac Computer mit einem Fingerabdruckscanner, aber diese Technologie gibt es [mindestens seit 2004](#).
 - ⓘ [Willkommen in der Familie](#).
- Die Hardware, die dieses schicke Feature unterstützt, verfügt über eine Taste, die mit [kapazitiven Sensoren](#) gepaart ist, die zwischen Fingern unterschieden können. Ein Hoch auf die Biometrik.
 - ⓘ Diese Taste dient auch als Einschalttaste, sodass das Ersetzen einer Einschalttaste teurer als früher ist.
- Die Touch ID Taste ist mit Saphir-Kristallglas bedeckt, was den Fingerabdruckscanner vor Kratzern schützen sollte.

Schritt 15



- An jeder Seite des Logic Boards befindet sich eine kleine modulare USB-C Karte.
⚠ Nun, da unser geliebter MagSafe Stecker [in den Ruhestand geschickt wurde](#), ist es sehr viel wahrscheinlicher, dass durch ein versehentliches Stolpern über das Netzkabel die Anschlüsse beschädigt werden. Deshalb wärmt es unser Herz, zu sehen, dass die USB-C Hardware separat ersetzt werden kann (obwohl du das Logic Board entfernen musst, um dranzukommen).
- ⓘ Obwohl beide USB-C Module für uns gleich aussehen, [gibt Apple an](#), dass nur die linken Anschlüsse die volle Bandbreite an Thunderbolt 3 Leistung bieten.
- Jetzt können wir endlich die Lüfter herausholen. Diese hochgepriesenen Lüfter haben einen Durchmesser von 43 mm, einen bisschen weniger als der [45 mm](#) Lüfter, den wir im MacBook Pro Ensteigermodell gefunden haben (aber hey, du kriegst zwei davon).
- ⓘ Auf den Lüfter-Flachbandkabeln finden wir - vermutlich - Motorkontroller von Texas Instruments.

Schritt 16



- Behutsam zwischen die Kante des MacBooks und die Tastatur gebettet befinden sich zwei Lautsprechergitter. Es handelt sich um sorgfältig ausgearbeitete Öffnungen, die die Klangwellen aus dem MacBook Pro leiten und zwar direkt zu ... äh, Moment mal.
 - Die Lautsprecher befinden sich *nicht* unter den Lautsprechergittern. Das Lautsprechergitter geht nicht einmal durch das Gehäuse.
 - Diese Lautsprecher geben ihren eindrucksvollen Ton wahrscheinlich durch die seitlichen Lüftungsöffnungen ab.
- ⓘ Die "Gitter" sind offensichtlich nur aus optischen Gründen da vielleicht um die Produktlinie einheitlich zu halten. Interessanterweise verfügt das [Modell mit Funktionstasten](#) ebenfalls über Löcher, die nur so tun als ob sie welche wären, wenn auch an anderer Stelle.
- ⓘ **Teardown Update:** Ok, also die meisten Löcher sind nur für die Optik, aber nachdem wir im folgenden Schritt die Hochtonlautsprecher herausgerupft haben, hat sich herausgestellt, dass einige der Öffnungen tatsächlich offen sind, und den Ton aus dem Gehäuse des Mac heraustragen.

Schritt 17



- Der starke Kleber leistet Widerstand, und wir benutzen ein Opening Pick und einen Spudger, um den rechten Lautsprecher vom oberen Gehäuse wegzuhebeln.
- Wir erspähen etwas, das ein winziger Lautsprecher sein könnte, es ist in der Ecke über dem "richtigen" Lautsprecher eingezwängt.
- ⓘ Aufgrund der Durchgangslöcher unter dem kleineren Lautsprecher gehen wir davon aus, dass es sich um einen Hochtonlautsprecher handelt, der dazu konzipiert ist, Hochfrequenztöne zu erzeugen.
- Wir mochten die süßen gummi-gepufferten ton-isolierenden Schrauben, die die Lautsprecher des [MBP mit Funktionstasten](#) befestigen, total gerne. Anscheinend hat sich die Touch Bar stattdessen für besonders klebrigen Kleber entschieden.

Schritt 18



- Wir sind der Touch Bar so nahe, dass wir sie fast, nun ja, [antatschen](#) können.
- Apple scheint seinen Anspruch auf diese coole Technologie besonders herausheben zu wollen, denn sie haben eine P2 Pentalobe Schraube über den Eingangspunkt zur Touch Bar geklatscht.
- ⓘ Gut, dass wir immer auf so etwas [vorbereitet](#) sind.
- Wir entfernen ein Interconnect-Kabel aus dem unteren Gehäuse, es verbindet das Logic Board mit dem Touch Bar Display und beinhaltet wahrscheinlich etwas Display Silizium. Wir finden folgendes:
 - STMicroelectronics [STOD32A](#) AMOLED Leistungsmanager
 - Winbond [W25Q40EWUXIE](#) 4 Mb serieller NOR Flashspeicher
 - Semtech [RClamp3324T](#) 4-fach ESD Schutz

Schritt 19



- Jetzt wird es warm. Wir holen unseren treuen Freund, den [iOpener](#), hinzu, um uns beim Entfernen der Touch Bar behilflich zu sein.
- So, Kinder, schaut gut zu, heute werden wir lernen, wie man aus Versehen die Touch Bar kaputt macht. Durch unsere Bemühungen das OLED Panel vom oberen Gehäuse zu trennen, wurde der Touchscreen vom Display gelöst. Man lernt nie aus.
- Und um dem Ganzen noch die Krone aufzusetzen, verläuft das Touch Bar Flexkabel unter dem oberen Gehäuse, was den Ausbau noch ein bisschen nerviger macht als wir erwartet hatten.

Schritt 20



- Die menschliche Berührung muss durch ein Gehirn verarbeitet werden. Die Touch Bar muss durch einen Chip verarbeitet werden. Nach einigen operativen Eingriffen finden wir auch das Gehirn der Touch Bar:
 - Broadcom [BCM5976TC1KUB60G](#) Touch Controller
- Den OLED Streifen zu entfernen ist schon schwierig genug, aber unsere Bemühungen werden nicht vergeblich sein! Vielleicht ein bisschen vergeblich. Ok, unsere Bemühungen wurden zerschlagen (zusammen mit unseren Träumen und Hoffnungen). Die Touch Bar ist sehr zerbrechlich.
- Die Touch Bar ist ein zerbrechliches Geheimnis, das durch einen nicht gekennzeichneten Chip, den wir finden, noch geheimnisvoller wird. Angesichts seiner Platzierung handelt es sich wohl um eine Art Displayantrieb.
- Nachdem wir all das herausgepult haben entdecken wir eine Reihe Mikrofone. Zu wem hört eigentlich das Mikrofon ganz links? Zum Lüfter? Zur Tastatur? Wer weiss!

Schritt 21



- Endlich können wir den (kräftig verklebten) 5-zelligen Akku herauslösen.
- ⓘ Naja, nicht wirklich fünf Zellen. Bei einer Nennspannung von 11,41 V sind die beiden äußeren Paare parallel verdrahtet und haben zusammen die gleiche Ladekapazität wie die mittlere Zelle, das heißt eigentlich sind es zusammen drei aneinandergereihte Zellen mit je etwa 3,8 V.
- Am besten benutzt du deinen "Pro" gar nicht so lange, dass du einen Akkuwechsel machen musst, den der hat's echt in sich.
- Die Akkuplatine beherbergt einen TI BQ20Z451 (eine mögliche Variante der [BQ20Z45-R1](#) Reihe, die schon seit Ewigkeiten in MacBook Pros zu finden sind)
- Mit einer Kapazität von 49,2 Wh scheint dieser Akku ein bisschen mickrig im Vergleich zu den 54,5 Wh des [Modells mit Funktionstasten](#) zu sein, vor allem angesichts der Tatsache, dass es über eine wesentlich größere Funktionsvielfalt verfügt.
- Als i-Tüpfelchen legen wir diese Akkus auf die Waage: Der Akku des mit Funktionstasten ausgerüsteten MacBook Pro wiegt 235g, während dieser Akku nur 197g wiegt.
- ⓘ Die Gewichtsunterschied erklärt wahrscheinlich auch die leichtere Touch Bar Ausgabe, aber der Akku scheint über mehr Wattstunden zu verfügen, als die Verringerung im Gewicht annehmen lässt.

Schritt 22



- Hier ist der 13" MacBook Pro Ende 2016 in all seiner Touch Bar Herrlichkeit!
- ☑ Enttäuscht, dass wir es nicht geschafft haben, uns auch um das Display zu kümmern? Es handelt sich um die gleiche Prozedur wie beim [13" Funktionstasten Teardown](#) - Antennenstab, federnde Kabel, das ganze Trallala.

Schritt 23 — Abschließende Gedanken

REPAIRABILITY SCORE:



- Das MacBook Pro 13" mit Touch Bar erhält **1 von 10** Punkten auf unserer Reparierbarkeits-Skala (10 ist am einfachsten zu reparieren):
 - Das Trackpad kann entfernt werden, ohne dass vorher der Akku ausgebaut werden muss.
 - Proprietäre Pentalobe Schrauben machen die Arbeit an diesem Gerät weiterhin unnötig schwierig.
 - Die Akkueinheit ist vollständig und sehr fest im Gehäuse eingeklebt, was einen Austausch sehr kompliziert.
 - Der Prozessor, die RAM *und* der Flash Speicher sind auf das Logic Board gelötet.
 - Mit der Touch Bar gibt es einen weiteren schwer zu ersetzenden Bildschirm, der beschädigt werden kann.
 - Der Touch ID Sensor dient auch als Einschalttaste und ist mit dem T1 Chip auf dem Logic Board gepaart. Die Reparatur einer defekten Einschalttaste erfordert unter Umständen die Hilfe von Apple oder ein neues Logic Board.