



Teardown des MacBook Pro 13" mit Retina Display von Anfang 2015

Teardown des MacBook Pro 13" mit Retina Display von Anfang 2015, ausgeführt am 11. März 2015.

Geschrieben von: Ron Davis

MacBook Pro 13" Retina



TEARDOWN

EINLEITUNG

Bei der Veröffentlichung der [Keynotes](#) am 9. März hat uns Apple mit vier neuen MacBooks überrascht. Wie immer mussten wir natürlich unbedingt gleich das überarbeitete MacBook Pro in die Finger kriegen.

Äußerlich ähnelt das MacBook Pro 13" mit Retina Display von Anfang 2015 seinem [älteren Bruder](#) sehr. Es hat das gleiche Retina Display und dieselbe Unibody-Konstruktion aus Aluminium. Aber mit einem neumodischen Force Touch Trackpad sowie dem allerneuesten Broadwell-U Prozessor von Intel verspricht dieses MacBook doch, etwas ganz Neues zu sein. Erforsche mit uns gemeinsam das Innenleben dieser neuen Art!

Du kannst du nicht genug von unseren News kriegen? Dann folge uns auf [Instagram](#), [Twitter](#) und [Facebook](#)!

Sieh dir auch unsere ausführliche Video-Analyse des [Force Touch Trackpads](#) an!

[video: <https://www.youtube.com/watch?v=6a4dceudZEI>]

WERKZEUGE:

- [iOpener](#) (1)
- [T5 Torx Screwdriver](#) (1)
- [T3 Torx Screwdriver](#) (1)
- [P5 Pentalobe Screwdriver Retina MacBook Pro and Air](#) (1)
- [iFixit Tech Knife](#) (1)
- [Spudger](#) (1)
- [Pinzette](#) (1)
- [iFixit Opening Tools](#) (1)
- [Plastic Cards](#) (1)
- [T8 Torx Screwdriver](#) (1)

Schritt 1 — Teardown des MacBook Pro 13" mit Retina Display von Anfang 2015



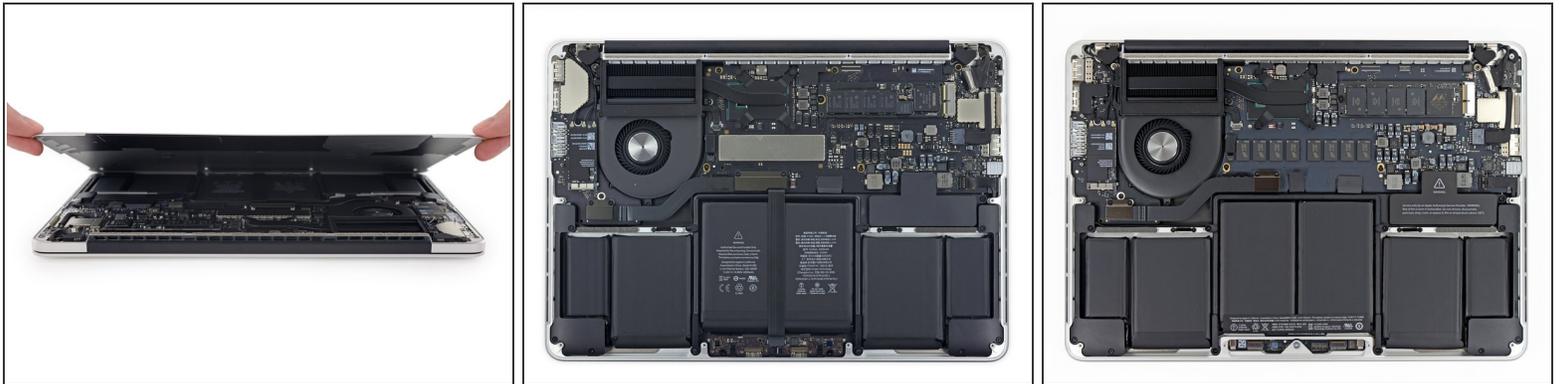
- Sieh an, das neue Retina! Wir haben ja schon mal mit dem [professionellen 13 Zoll Laptop von Apple](#) zu tun gehabt, aber diesmal ist doch etwas anders: Ooooh, dieses Trackpad!
- Schauen wir mal, welche technischen Wunder diese magische Box für uns bereithält:
 - 13,3 Zoll, 2560 x 1600 pixel (227 ppi) Retina Display
 - 2,7 oder 2,9 GHz dual-core Intel Core i5 Prozessor (optional auch mit 3,1 GHz dual-core Intel Core i7 Prozessor erhältlich)
 - 8 GB oder 16 GB 1866 MHz LPDDR3 eingebauter Speicher
 - 128 GB, 256 GB, 512 GB, oder 1 TB Flash Speicher
 - Intel Iris Graphics 6100
 - Thunderbolt 2, USB 3.0, HDMI I/O in voller Größe

Schritt 2



- Ein kurzer Blick auf die Unterseite zeigt keinerlei Überraschungen - dieses Gerät teilt sich die Bezeichnung A1502 mit dem [MacBook Pro von Ende 2013](#).
- Schauen wir mal auf die Ports:
 - Auf der rechten Seite hat dieses MacBook einen SDXC Karten-Slot, einen HDMI Port und einen USB 3 Port.
 - [Links](#) haben wir einen MagSafe 2 Port, zwei Thunderbolt 2 Ports, einen weiteren USB 3.0 Port, eine Kopfhörerbuchse sowie duale Mikrofone.

Schritt 3



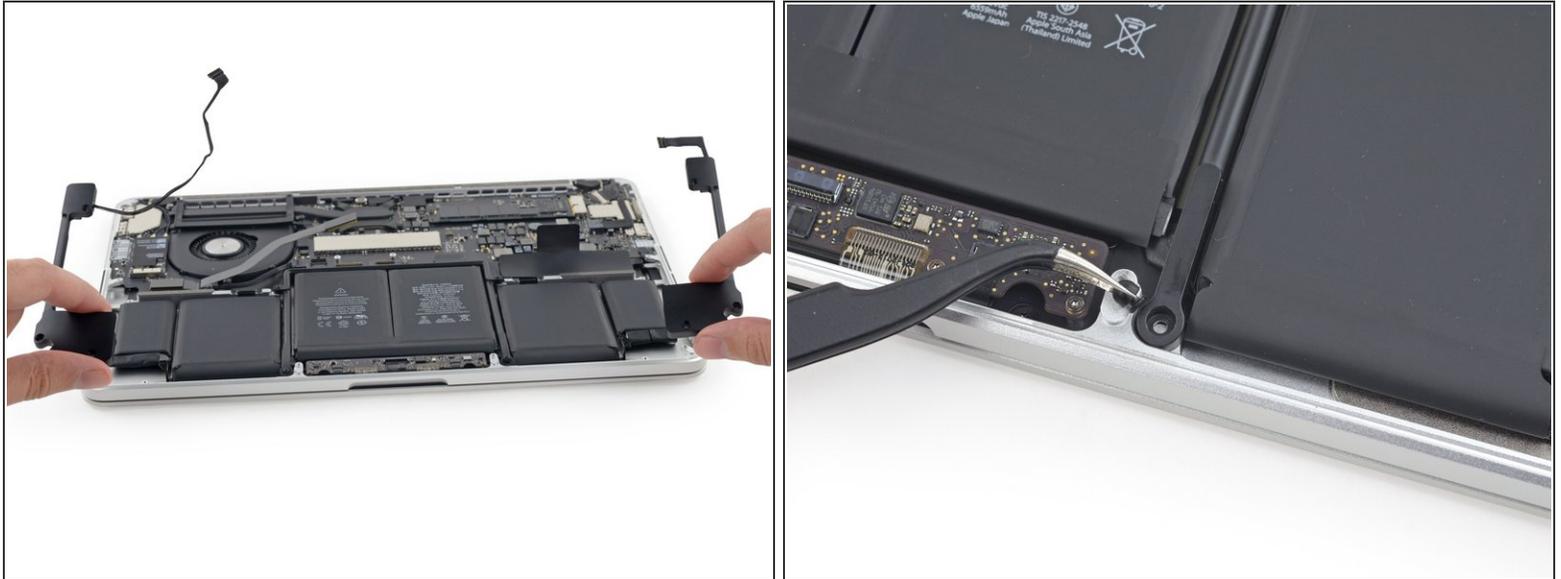
- Lasset die Spiele beginnen. [Trommelwirbel bitte!](#)
- Scheint als hätte dieses MacBook das Gen des einzelnen Lüfters von seinem [Vorgänger](#) geerbt ... und nicht nur das.
- ⓘ Eigentlich ist der einzige Unterschied, den wir auf den ersten Blick feststellen können, das Trackpad-Kabel, das jetzt über den Akku geschlungen ist. Ansonsten gleicht es der Version von Ende 2013 fast aufs Haar (letztes Bild).
- Da müssen wir wohl noch etwas tiefer graben, um an die tollen Neuerungen zu kommen.

Schritt 4



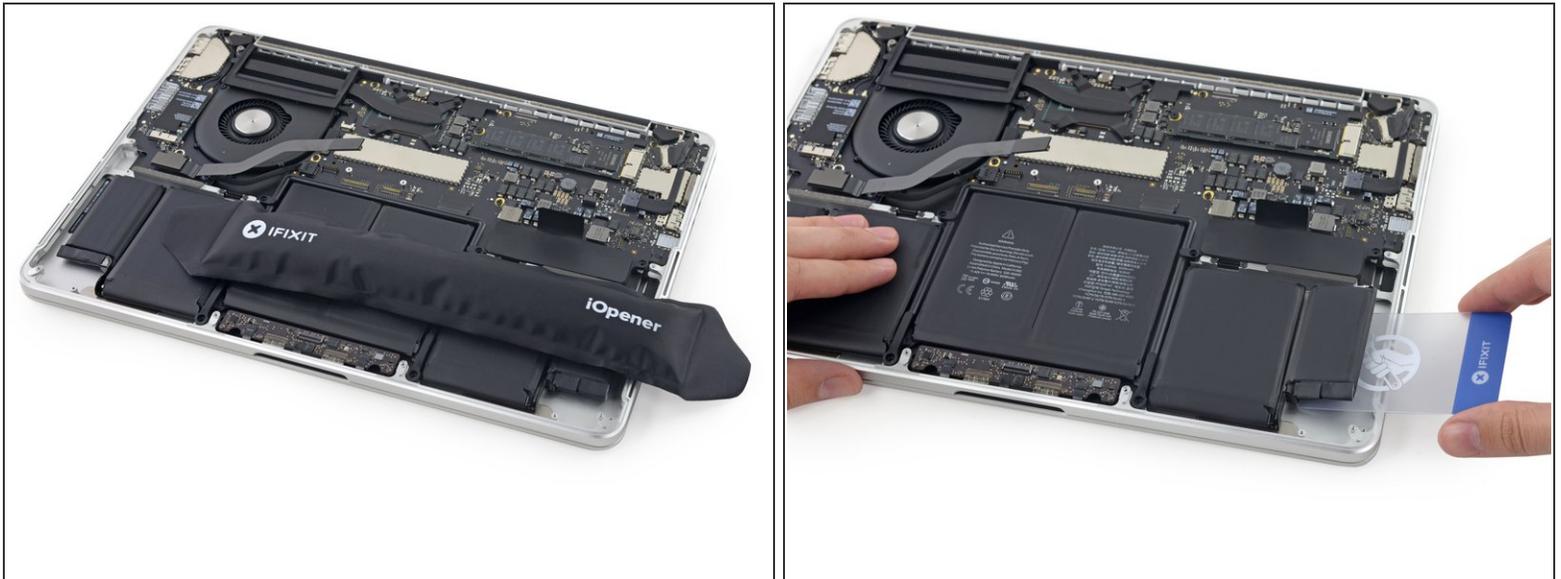
- Winkt uns Apple etwa herein? Der Warneufkleber auf dem Akku, den wir beim [Teardown des MacBook Pro 13" mit Retina Display von Ende 2013](#) (Mittleres Bild) gefunden haben, ist verschwunden. Na dann auf geht's!
- ⓘ Okay, er wurde vielleicht nur versetzt ... Aber Achtung Spoiler: Wir entfernen den Akku jetzt noch gar nicht.
- Das Geheimnis um das Force Touch Trackpad löst sich nach und nach, wir beginnen zunächst damit, das Kabel zu entfernen.
- Apple hat uns [verlockende Anweisungen](#) für das Trackpad hinterlassen: "Je stärker du drückst, desto mehr kannst du machen." Okay Apple, wenn du darauf bestehst!

Schritt 5



- Die Operation "Akku entfernen" hat begonnen! Da wir schon [früher Retinas](#) gesehen haben, kennen wir die ungefähre Vorgehensweise, aber du wirst nichts hören, denn wir holen jetzt die Lautsprecher heraus.
- Wo früher vier Schrauben den Rahmen des Akkus befestigt haben (angesichts der Menge Klebstoff, die benutzt wurde, waren sie vielleicht etwas überflüssig), befinden sich jetzt vier Gummiverschlüsse.
- ⓘ Der Kleber in den vorherigen Generationen war ziemlich stark, hat Apple also diese Schrauben verschwinden lassen, weil sie eigentlich sowieso nie gebraucht wurden, oder weil sie *jetzt* nicht mehr gebraucht werden? Sind die Schrauben vielleicht durch einen *stärkeren* Kleber unnötig geworden? Allein der Gedanke daran lässt uns schaudern.

Schritt 6



- Wenn du eine Schlacht willst, Apple, kannst du eine Schlacht kriegen. Wie das alte klingonische Sprichwort besagt: Heute ist ein guter Tag zum Sterben, wenn es sein muss, auch beim Versuch, einen Akku zu entfernen.
- Mit unseren zuverlässigen Werkzeugen, dem [iOpener](#) und der [Plastikkarte](#), bewaffnet, beginnen wir, den Akku zu erwärmen und herauszuhebeln, und passen dabei auf, nichts zu beschädigen, was "potenziell Feuer fangen oder brennen" könnte.

Schritt 7



- Diese Komponenten verstecken sich sehr gut vor uns. Wir benutzen ein Öffnungswerkzeug aus Weichplastik, um die Kontrollplatine des Trackpads aus dem Weg zu schubsen, aber entfernen tun wir sie noch nicht...
- Apple hat sich dafür entschieden, die größten Kabel auf die Trackpad-Platine zu löten, und das heißt, dass wir sie im Moment einfach nur zur Seite klappen. [ZIF](#) sagt dir aber schon was, oder Apple?
- Die neue Trackpad-Platine enthält ein paar interessante ICs:
 - ST Microelectronics [32F103](#) ARM Cortex-M basierte Microcontroller
 - Broadcom [BCM5976](#) Touch Screen Controller
 - ⓘ Das ist das gleiche kleine Kerlchen, das auch im [iPhone 5s](#) sowie im [iPad Air](#) zu finden ist.

Schritt 8



- Grrr. Wir beginnen mit dem mühsamen Prozess, diesen minderjährigen Akku mithilfe einer Plastikkarte von seinen Drogen runterzukriegen. Unserer Meinung nach sollte Klebstoff auch als Droge gelten und wie diese strengen Kontrollen unterliegen und nur verantwortungsvoll genutzt werden.
- ⓘ Wir wissen, dass Apple das besser machen kann, denn [wir haben es gesehen](#), nämlich [gestern](#).
- Die mittleren Akkuzellen sind schwerer zu entfernen als in vorherigen Jahren. Vielleicht sind wir einfach nur schwächer.
- Das Entfernen des Akkus bringt ... klebriges Zeug zum Vorschein. Entweder glaubt Apple, dass du deinen Akku nicht austauschen musst, oder irgendjemand hat ihn aus Versehen in Teer getunkt.

Schritt 9



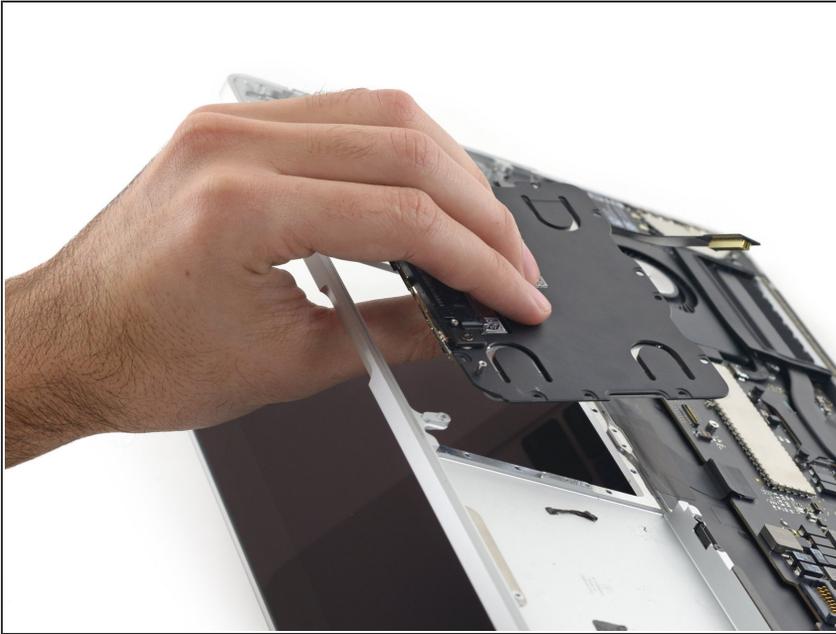
- Wir haben eine ganze Reihe von Verfahren angewendet, um diese Anordnung aus 74,9 Wh Lithium Polymer Akkuzellen zu entfernen.
- ⓘ Apple gibt an, dass dieser neue 11,42 V, 74,9 Wh Akku bis zu 10 Stunden Internetsurfen und bis zu 12 Stunden Videowiedergabe ermöglicht.
 - Beim Modell von [Ende 2013](#) hatten wir 71,8 Wh, so dass wir jetzt ganze 4% mehr Leistung haben und damit 11% mehr Laufzeit. Den Rest schreiben wir der Effizienz der Broadwell Architektur zu.
 - Der [XPS 13 von Dell](#) schafft aber sowohl einen HD Bildschirm als auch eine (angebliche) Laufzeit von 11 Stunden mit einem 52 Wh Akku.
 - Unser [Stammgast bei den Retina Displays](#), der Texas Instruments BQ20Z451 Gas Gange IC, misst auch hier die Akkulebensdauer.
 - Diese IC sollte der älteren [BQ20Z45](#), bzw. seinem Ersatz, der [BQ20Z45-R1](#) ähneln.

Schritt 10



- Und hier ist es, Leute, das nagelneue Force Touch Trackpad. Um es zu testen, holen wir unseren kleinsten Angestellten, Gus den ~~Ewok~~ Cavapoo.
 - ⓘ Bis jetzt ist Gus nicht beeindruckt. (Vielleicht drückt er nicht fest genug darauf?)
- Man kann ein Trackpad nicht nach seinem Äußeren beurteilen, daher entfernen wir die 10 Schrauben, mit denen es befestigt ist.
 - Wir *versuchen* das jetzt nicht zu verurteilen, denn wenigstens ist es nicht [geklebt](#). Aber die Aussicht auf 10 *weitere* Schrauben im Trackpad unter der Abdeckung lässt uns doch kurz aufstöhnen. Wieviel Kraft hat denn dieses Trackpad, dass es so sehr festgehalten werden muss?

Schritt 11



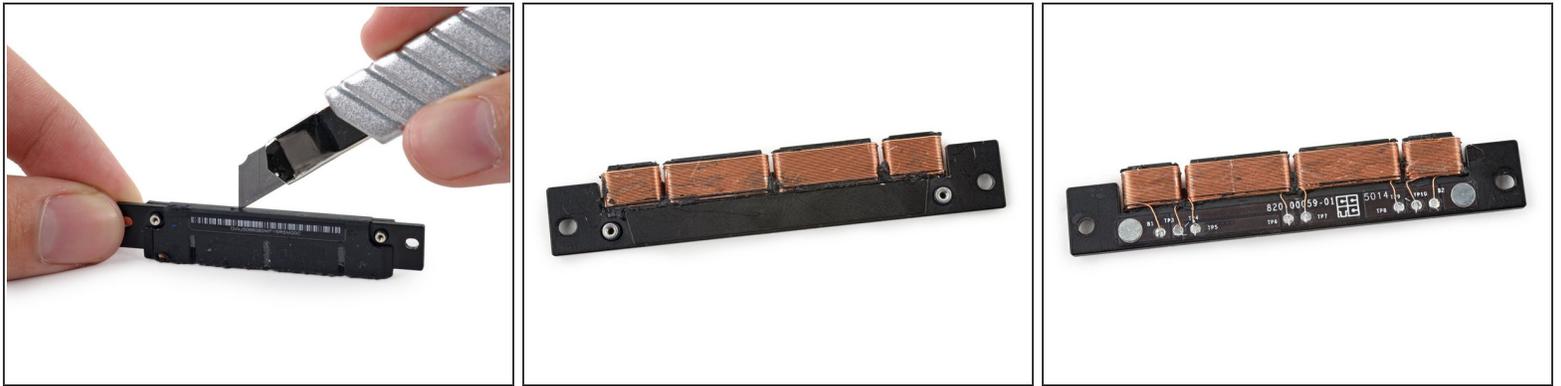
- Die Macht ist mit uns. Naja, die des Force Touch Trackpads.
- [Schon 2007 wurde davon gesprochen](#), jetzt endlich halten wir die Taptic Engine in unseren Händen, die für das haptische Feedback des Force Touch Trackpad verantwortlich ist.
- ⓘ Verwirrt dich dieser taptisch-haptische Reim? Dann lass uns das mal erklären: [Haptisches Feedback](#) Feedback ist nur die schicke Art zu sagen, dass das Trackpad Vibrationen und Druck benutzt, um dir Rückmeldung zu geben, was passiert.
- ⓘ "[Taptic Engine](#)" ist der Name des Linear-Aktors von Apple für den Elektromagneten, der unter dem Trackpad liegt und es zum Wackeln, Rütteln oder Rollen bringt.
- Also ganz kurz und knapp: Das [Rumble Pak](#), das du vielleicht von deiner Nintendo noch kennst.

Schritt 12



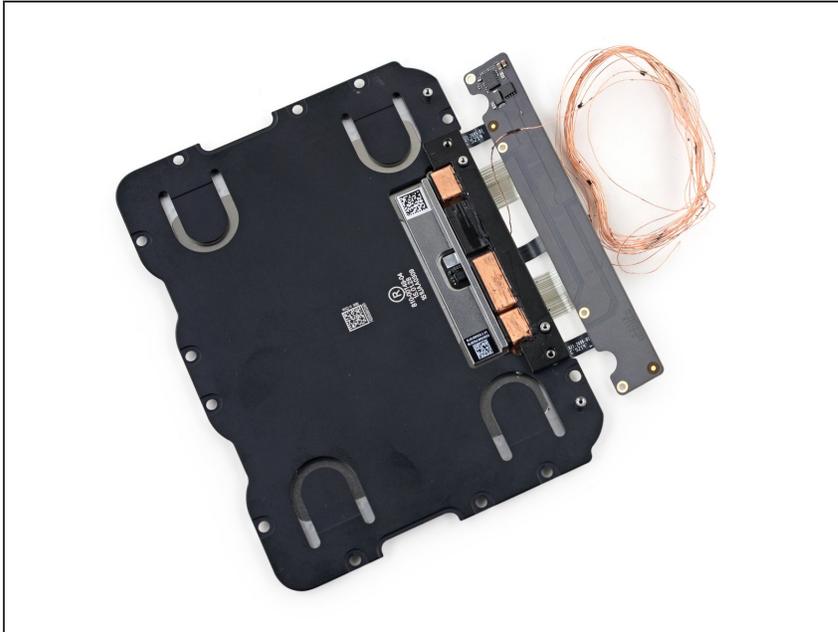
- Bei seinem Event am Montag hat Apple einige unglaubliche Computeranimationen von seinem hochmodernen Force Touch Trackpad gezeigt.
- Wir hatten erwartet, dass das MacBook Pro dasselbe Trackpad erhält, aber dieses hier sieht etwas anders aus. Das untere Panel ist komplett und es gibt vier federnde Halterungen.
- ⓘ Wir wollen ja nicht kritisieren, es ist sicher ein großer Unterschied, ob eine Technologie im Nachhinein in ein existierendes Laptop wie das MacBook Pro eingebaut wird, oder ob es sich wie beim MacBook um ein ganz neues Design handelt. Aber wir werden im Hinblick auf diese Unterschiede ganz genau hinschauen werden, sobald wir das MacBook kriegen.

Schritt 13



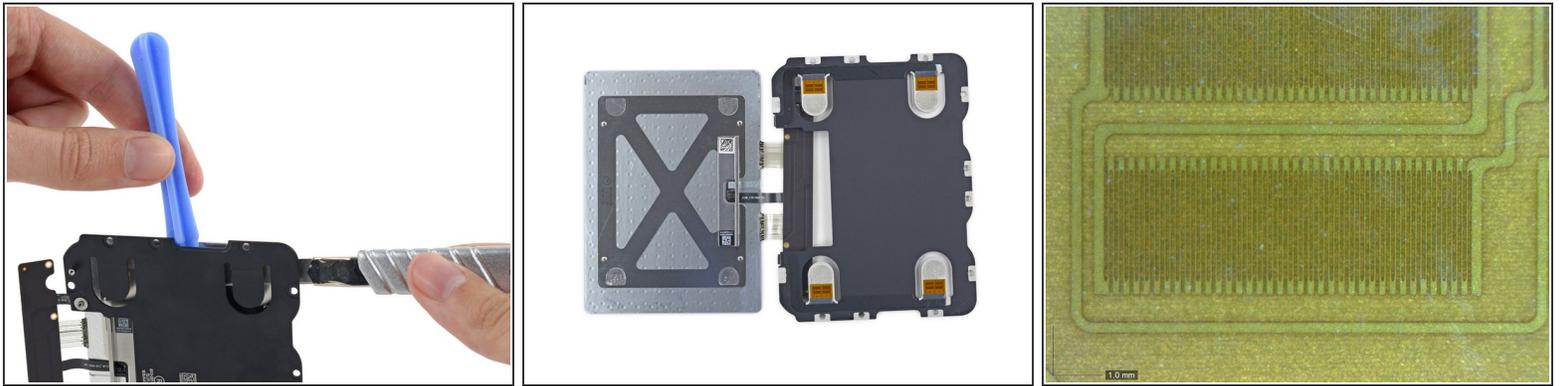
- Dann lass uns mal einen Blick unter die Haube der Taptic Engine werfen.
- Wir hatten gehofft, das Gummi einfach aufschneiden zu können, aber wir mussten es Stück für Stück wegschneiden.
- [Endlich](#) liegen die Spulen frei! Naja, wenigstens offen.
- Force Touch scheint die clevere Anwendung einer Technik zu sein, die weit zurückdatiert, nämlich um genau zu sein ins Jahr [1826](#).
 - Der Elektromagnet im Force Touch Trackpad besteht aus einem ferromagnetischen Kern, der mit Drahtspulen umgeben ist, und er dient dazu, die Vibrationen zu erzeugen, die du als Rückmeldung spürst.
- ⓘ Wir nehmen an, dass die vier getrennten Spulen dazu dienen, das Feedback für den Nutzer zu variieren. Die verschiedenen Spulen variieren die Stärke sowie die Richtung der Vibrationen und wie du sie durch deine Finger spürst.

Schritt 14



- Um das Geheimnis des Trackpads weiter zu lüften, beginnen wir mit den Spulen. Wir hatten gehofft, Beweise für lineare Oszillatoren zu finden, aber es scheint, als ob es sich nur um eine Reihe von Elektromagneten handelt.
- Die Magnete drücken und ziehen schnell gegen eine Metallschiene, die unter dem Trackpad montiert ist, um für jeden Klick ein Summen zu erzeugen (und ein zweites Summen für einen starken Klick)
- Das erklärt das Geräusch, aber was ist mit dem Gefühl?
- ⓘ Ein Patent, das [letztes Jahr](#) erteilt wurde, deutet darauf hin, dass beim Force Touch möglicherweise Dehnungsmessstreifen benutzt werden, um den Druck auf der Oberfläche zu messen.
- Wir müssen diesen Kerl wohl ganz auseinandernehmen, um zu sehen, ob das der Fall ist.

Schritt 15



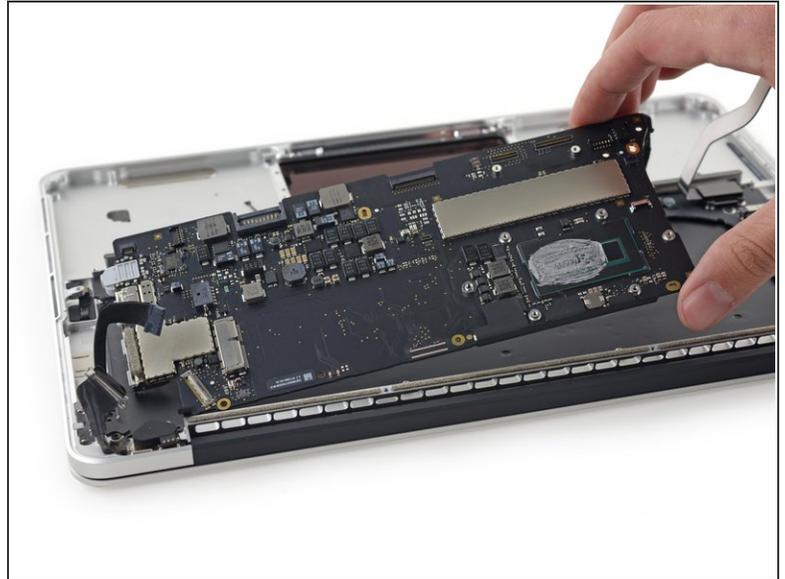
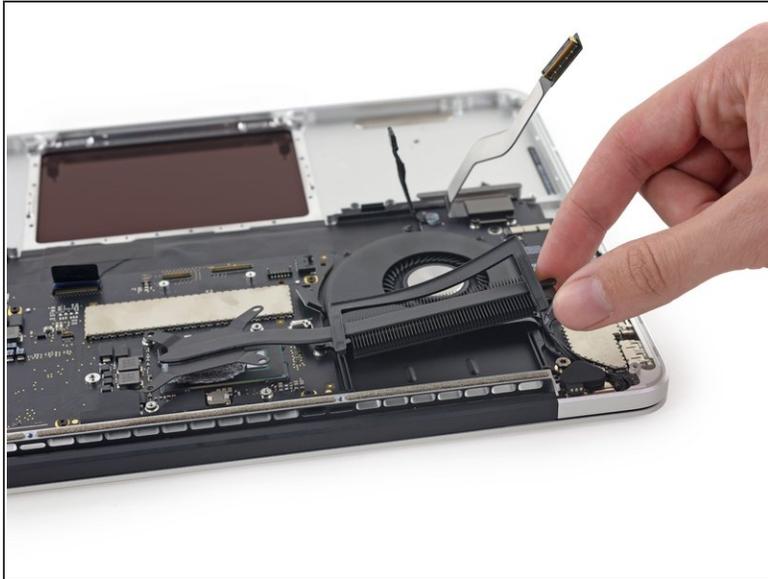
- Um das Trackpad von der Halterung zu lösen, müssen wir vier Lagen Kleber durchschneiden.
- Sobald sie aufgetrennt sind, können wir einen ersten Blick auf die Drucksensoren werfen.
 - Unter dem Mikroskop können wir uns die Sensorhalterung genauer ansehen.
- ⓘ Angesichts der welligen Spuren auf den Metalltabs sind wir ziemlich sicher, dass es sich bei den magischen Drucksensoren im neuen Force Touch Trackpad um winzige [Dehnungsmessstreifen](#) handelt. Sie sind auf biegsame Metallunterlagen montiert und erkennen die Stärke der Biegung dieser Unterlagen und schließen daraus, wie stark der Druck ist, der von oben ausgeübt wird.
- In Verbindung mit dem traditionellen kapazitiven Touchpad darüber kann genau festgestellt werden, wo du Druck ausübst.
- ⓘ **Schau dir auf jeden Fall unsere ausführliche Videoanalyse des [Force Touch Trackpads](#) an!**

Schritt 16



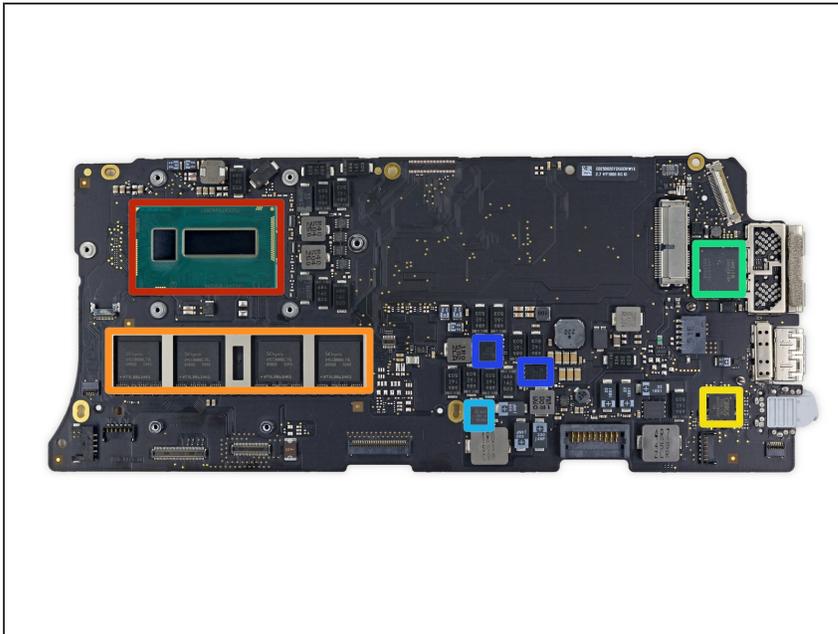
- Das hier kommt uns bekannt vor ... der nagelneue und doppelt so schnelle Flash-Speicher verfügt über genau die gleichen ICs, die wir neulich bei unserem Teardown des [MacBook Air 13"](#) gefunden haben.
 - Samsung S4LN058A01 PCIe 3.0 x4 AHCI Flash Controller
 - Samsung [K4E4E324ED](#) 512 MB LPDDR3 DRAM
 - 8 x Samsung [K9LDGY8S1D-XCK0](#) 16 GB Flash Speicher (insgesamt 128 GB)
- Genau wie beim MacBook Air setzt auch diese SSD [neue Maßstäbe](#) für Geschwindigkeit.

Schritt 17



- Sobald dieses MacBook seinen kühlen Kopf verliert ist auch schon das Logic Board draußen.
- Keine Sorge, wir haben alles unter Kontrolle. Außer einem sich ausbreitenden Klacks
Wärmeleitpaste sieht das hier aus wie unser alter Freund von früheren Teardowns: die gleiche Form, die gleiche Vorgehensweise beim Entfernen.

Schritt 18



- Wir haben unseren IC Decoder Ring vergessen, aber das macht nichts, viele dieser Chips kommen uns [sehr bekannt](#) vor:
 - Intel [SR26K](#) Dual-Core i5-5257U Prozessor mit Intel Iris Graphics 6100
 - SK Hynix [H9CCNNNBLTALAR](#) LPDDR-SDRAM
 - Cirrus 4208-CRZ Two-Channel Low Power HD Audio Codec
 - Intel [DSL5520](#) Thunderbolt 2 Controller
 - Texas Instruments TI 58872D
 - 2 x Fairchild Halbleiter DE46SY

Schritt 20



- Das I/O Board [sieht unverändert](#) aus, aber was ist mit den Chips darauf? Es scheint, als hätten ein paar von ihnen die Seiten gewechselt:
 - Parade Technology [PS8401A](#) HDMI Jitter Cleaning Repeater
 - Genesys Logic [GL3219](#) SDXC Kartenleser Controller
 - NXP Halbleiter [PCA9501](#) 8-bit I/O Expander mit integriertem 2-kbit EEPROM

Schritt 21



- Das MacBook Pro 13" mit Retina Display von Anfang 2015 erhält **1 von 10** Punkte auf der Reparierbarkeits-Skala (10 ist am einfachsten zu reparieren)
- Die proprietären Pentalobe Schrauben erschweren weiterhin unnötigerweise das Öffnen des Gerätes.
- Die Akkueinheit ist komplett und sehr fest in das Gehäuse eingeklebt, was einen Austausch kompliziert macht. Zusätzlich bedeckt der Akku die Schrauben, die das Trackpad befestigen, sodass es unmöglich ist, das Trackpad zu ersetzen, ohne vorher den Akku zu entfernen.
- Das Retina Display ist eine fusionierte Einheit ohne getrenntes Schutzglas. Falls irgendetwas im Inneren des Displays kaputt geht, muss die gesamte Einheit (€€€) ersetzt werden.
- Das RAM ist auf das Logic Board gelötet. Zahle jetzt für ein Upgrade, oder bleibe für immer bei 8 GB. Ein Aufrüsten ist nicht möglich.
- Die proprietäre PCIe SSD ist immer noch kein Standard-Laufwerk. Drück die Daumen, dass es in Zukunft vielleicht kompatible Laufwerke geben wird, im Moment muß du mit dem auskommen, was du hast.