



## Anleitung Festplatte von Innen - einer SATA-Festplatte

# Festplatte von innen: Hauptteile der Festplatte

Das Ziel dieses Artikels ist es, Ihnen zu zeigen, wie eine moderne Festplatte oder HDD aufgebaut ist. Was sind seine Hauptbestandteile, wie sehen sie aus und wie lauten diese Teile, Namen und Abkürzungen? Als Beispiel werden wir ein 3,5-Zoll-SATA-Laufwerk zerlegen.

### Festplattenfehler?

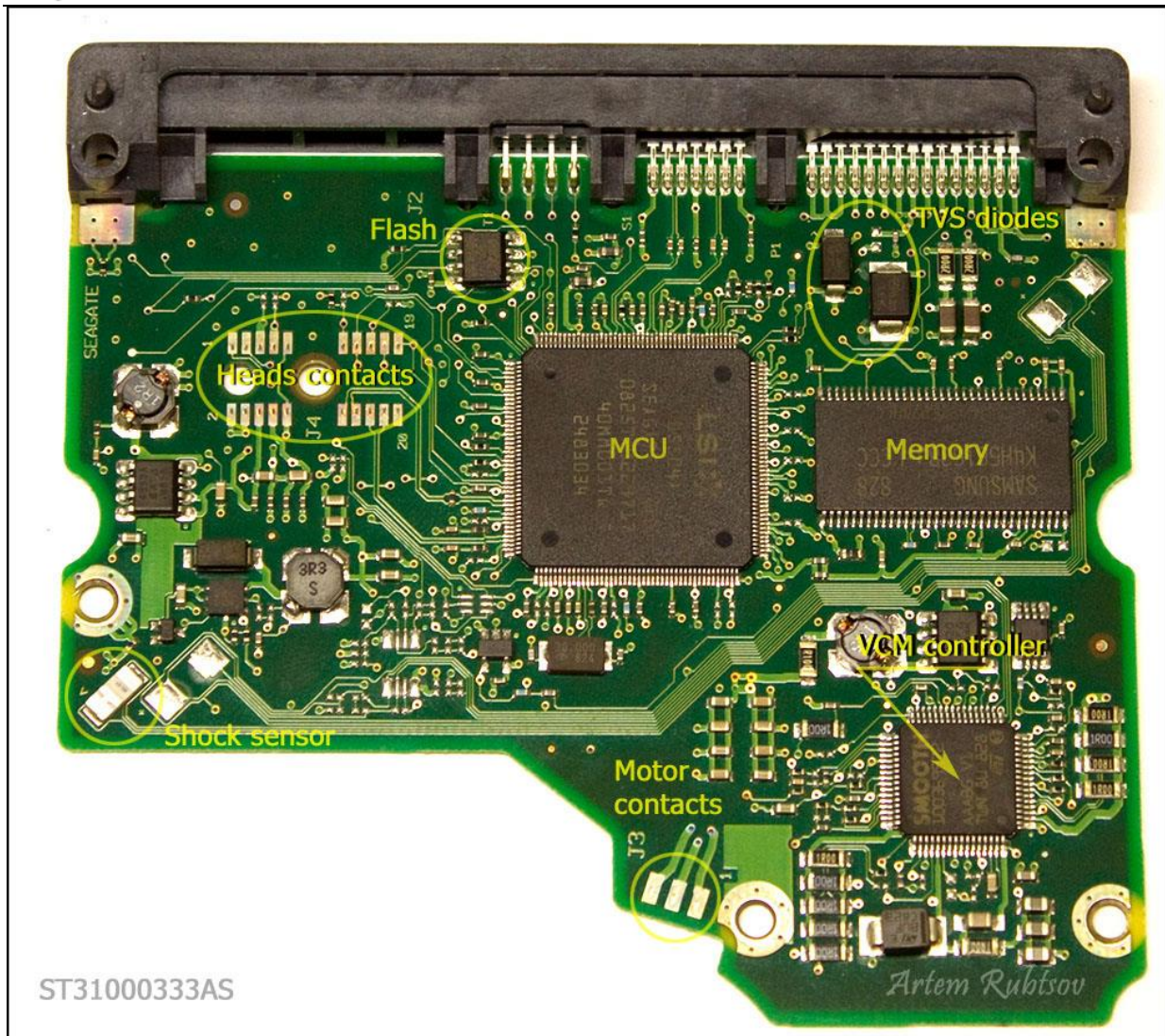
*DigiLab Data Recovery Services wird vom Ersteller des HDDScan Utility genehmigt und empfohlen*

Wir werden das 1 TB Seagate ST31000333AS-Laufwerk in Stücke reißen. Werfen wir einen Blick auf unser „Versuchskaninchen“.



Das schicke Stück aus grünem Glas- und Kupfergeflecht mit SATA- und Stromanschlüssen namens „Printed Circuit Board“ oder PCB. Die Platine hält die elektronischen Komponenten der Festplatte fest und verdrahtet sie. Das schwarz lackierte Aluminiumgehäuse mit allem darin befindlichen Material wird Head and Disk Assembly oder HDA genannt. Der Fall selbst wird als Base bezeichnet.

Jetzt entfernen wir die Platine und sehen uns die elektronischen Komponenten auf der anderen Seite an.



Das Herzstück einer Leiterplatte ist der größte Chip in der Mitte, der als Micro Controller Unit oder MCU bezeichnet wird. Bei modernen Festplatten besteht die MCU normalerweise aus einer zentralen Prozessoreinheit oder CPU, die alle Berechnungen durchführt, und einem Lese-/Schreibkanal – einer speziellen Einheit, die während des Lesevorgangs analoge Signale von den Köpfen in digitale Informationen umwandelt und digitale Informationen in analoge Signale kodiert, wenn das Laufwerk schreiben muss. Die MCU verfügt außerdem über E/A-Anschlüsse, um alles auf der Leiterplatte zu steuern und Daten über die SATA-Schnittstelle zu übertragen.

Der Speicher ist ein DDR-SDRAM-Speicherchip. Die Kapazität des Speicherchips definiert die Kapazität des Caches der Festplatte. Diese Platine verfügt über einen 32-MB-DDR-Speicherchip von Samsung, was theoretisch bedeutet, dass die Festplatte über 32 MB Cache verfügt (und Sie können solche Informationen auf einem Datenblatt für diese Festplatte finden), aber das stimmt nicht ganz. Weil der Speicher logisch in Puffer- oder Cache-Speicher und Firmware-Speicher unterteilt ist. Die CPU verbraucht etwas Speicher, um Firmware-Module zu speichern, und soweit wir wissen, zeigen nur Hitachi/IBM-Laufwerke in den Datenblättern die tatsächliche Cache-Größe an. Für die anderen Laufwerke können Sie nur raten, wie groß die tatsächliche Cache-Größe ist.

Der nächste Chip ist der Voice Coil Motor Controller oder VCM Controller. Dieser Kerl verbraucht den größten Teil der elektrischen Energie auf der Leiterplatte. Es steuert die Drehung des Spindelmotors und





die Kopfbewegungen. Der Kern des VCM-Controllers hält einer Arbeitstemperatur von 100 °C/212 °F stand.

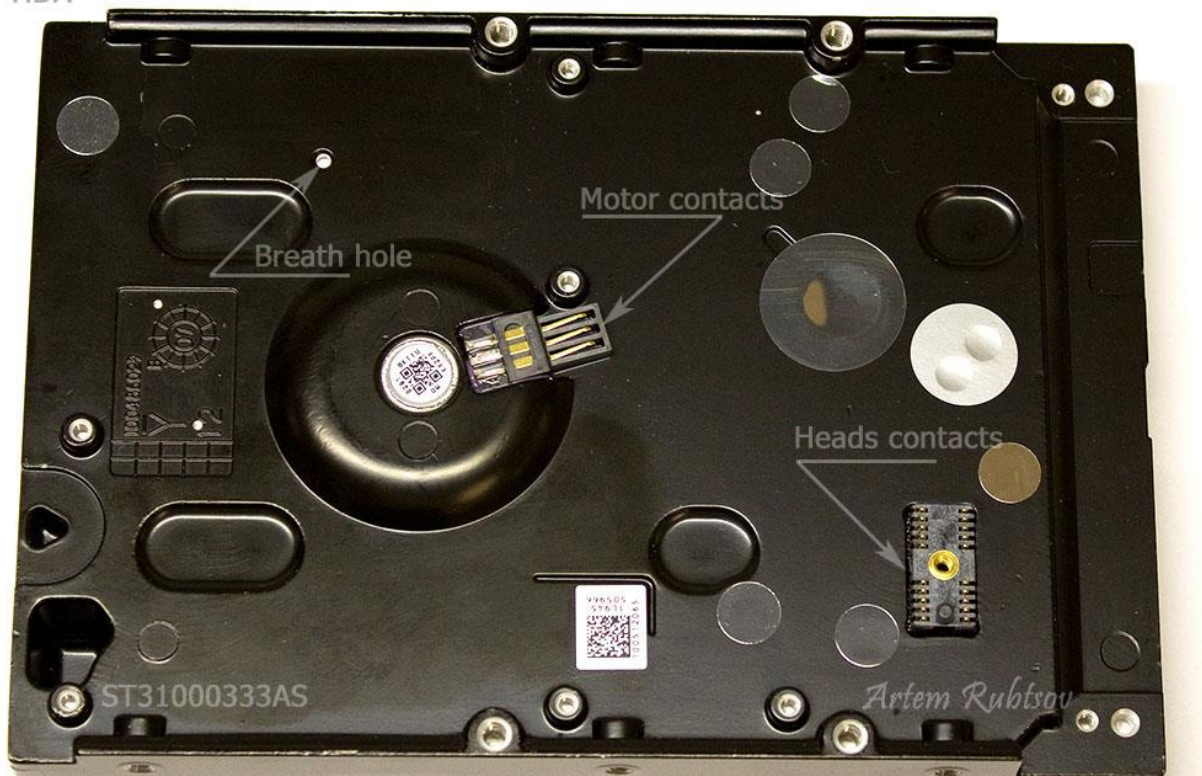
Der Flash-Chip speichert einen Teil der Firmware des Laufwerks. Wenn Sie ein Laufwerk mit Strom versorgen, liest der MCU-Chip den Inhalt des Flash-Chips in den Speicher und startet den Code. Ohne einen solchen Code würde das Laufwerk nicht einmal hochfahren. Manchmal gibt es keinen Flash-Chip auf der Platine, was bedeutet, dass sich der Inhalt des Flashs innerhalb der MCU befindet.

Der Stoßsensor kann übermäßige Stöße erkennen, die auf ein Laufwerk einwirken, und ein Signal an den VCM-Controller senden. Der VCM-Controller parkt die Köpfe sofort und fährt das Laufwerk manchmal herunter. Theoretisch sollte es das Laufwerk vor weiteren Schäden schützen, aber praktisch ist das nicht der Fall. Lassen Sie Ihr Laufwerk also nicht fallen – es würde nicht überleben. Bei manchen Laufwerken können Stoßsensoren selbst leichteste Vibrationen erkennen, und die Signale dieser Sensoren würden dem VCM-Controller dabei helfen, die Kopfbewegungen anzupassen. Solche Antriebe sollten über mindestens zwei Stoßsensoren verfügen.

Ein weiteres Schutzgerät namens Transient Voltage Suppression Diode oder TVS-Diode. Es schützt die Leiterplatte vor Spannungsspitzen einer externen Stromversorgung. Wenn die TVS-Diode einen Stromstoß erkennt, brennt sie selbst und erzeugt einen Kurzschluss zwischen Stromanschluss und Masse. Auf dieser Platine befinden sich zwei TVS-Dioden – eine für 5 V und eine für den 12 V-Schutz.

Werfen wir einen kurzen Blick auf HDA

HDA

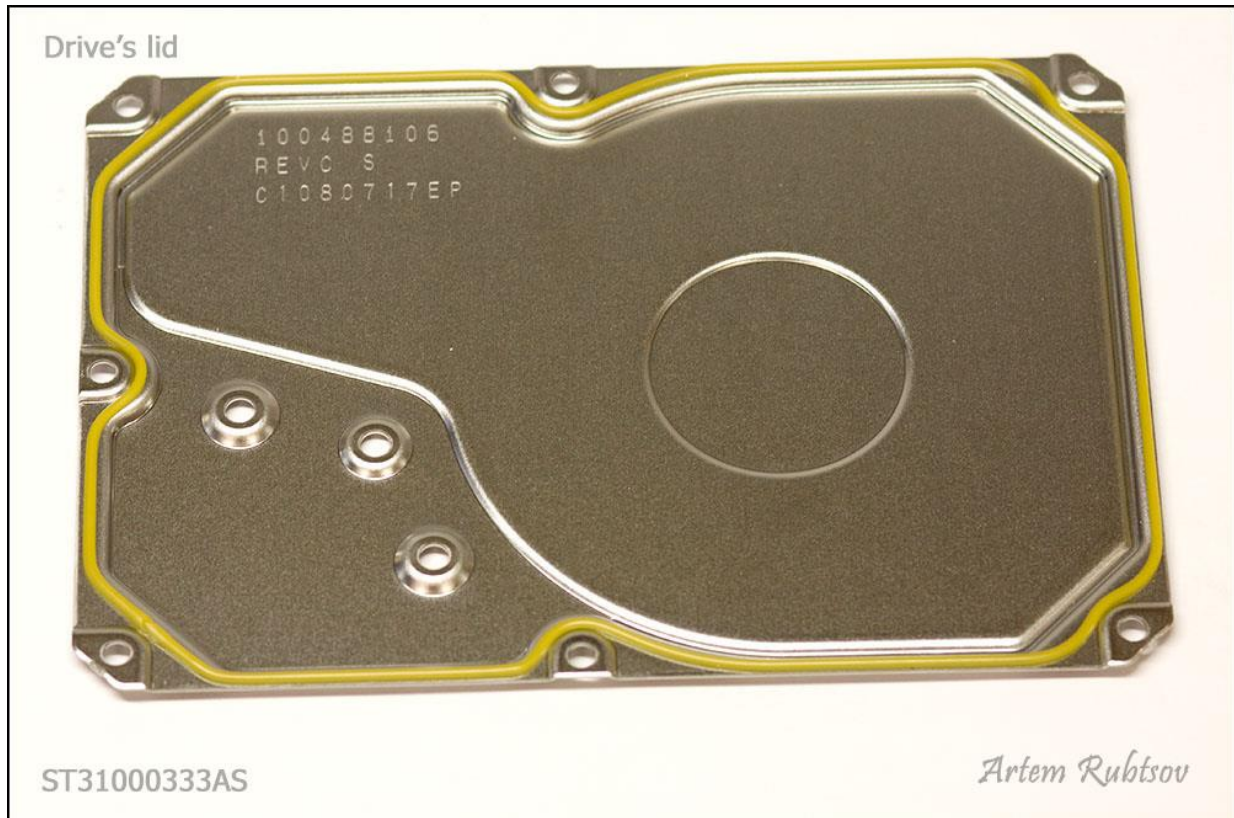


Sie können Motor- und Kopfkontakte sehen, die unter der Platine verborgen waren. Es gibt auch ein kleines, fast nicht wahrnehmbares Loch im HDA. Dieses Loch wird Atemloch genannt. Sie haben vielleicht ein altes Gerücht gehört, das besagt, dass sich in der Festplatte ein Vakuum befindet, aber das



stimmt nicht. HDD nutzt das Atemloch, um den Druck innerhalb und außerhalb des HDA auszugleichen. Von innen wird das Atemloch durch einen Atemfilter verschlossen, um die Luft sauber und trocken zu halten.

Jetzt ist es an der Zeit, einen Blick unter die Haube zu werfen. Wir werden den Deckel des Laufwerks entfernen.



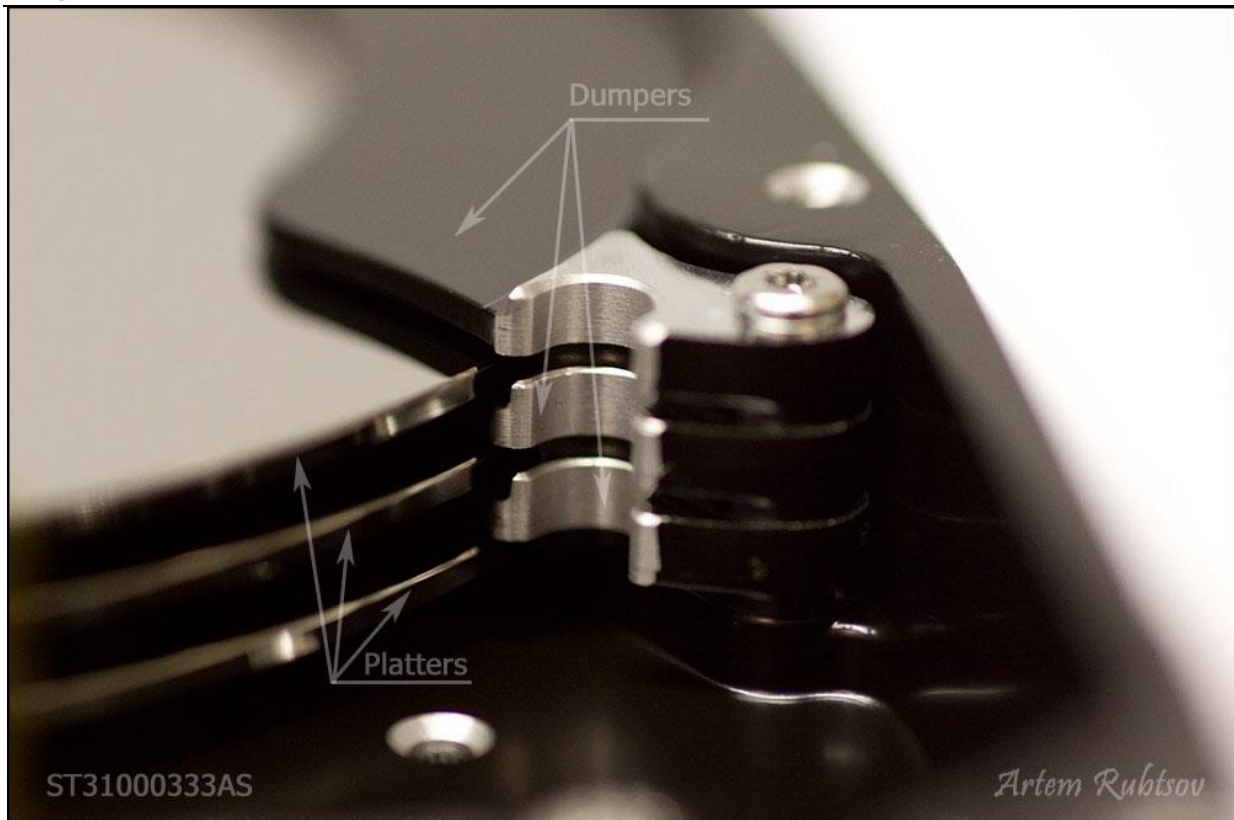
Der Deckel selbst ist nichts Interessantes. Nur ein Stück Stahl mit Gummikordel zum Schutz vor Staub. Schließlich werden wir HDA von innen sehen.



Wertvolle Informationen werden auf Platten gespeichert. Auf dem Bild sehen Sie die obere Platte. Platten aus poliertem Aluminium oder Glas, bedeckt mit mehreren Schichten verschiedener Verbindungen, einschließlich einer ferromagnetischen Schicht, die tatsächlich alle Daten speichert. Wie Sie sehen können, ist ein Teil des Plattentellers mit dem Dämpfer bedeckt. Dämpfer, manchmal auch Separatoren genannt, befinden sich zwischen den Platten und reduzieren Luftschwankungen und akustische Geräusche. Normalerweise bestehen Dämpfer aus Aluminium oder Kunststoff. Aluminiumdämpfer eignen sich besser zum Kühlen der Luft im HDA.

Das nächste Bild zeigt Plattenteller und Dämpfer von der Seite



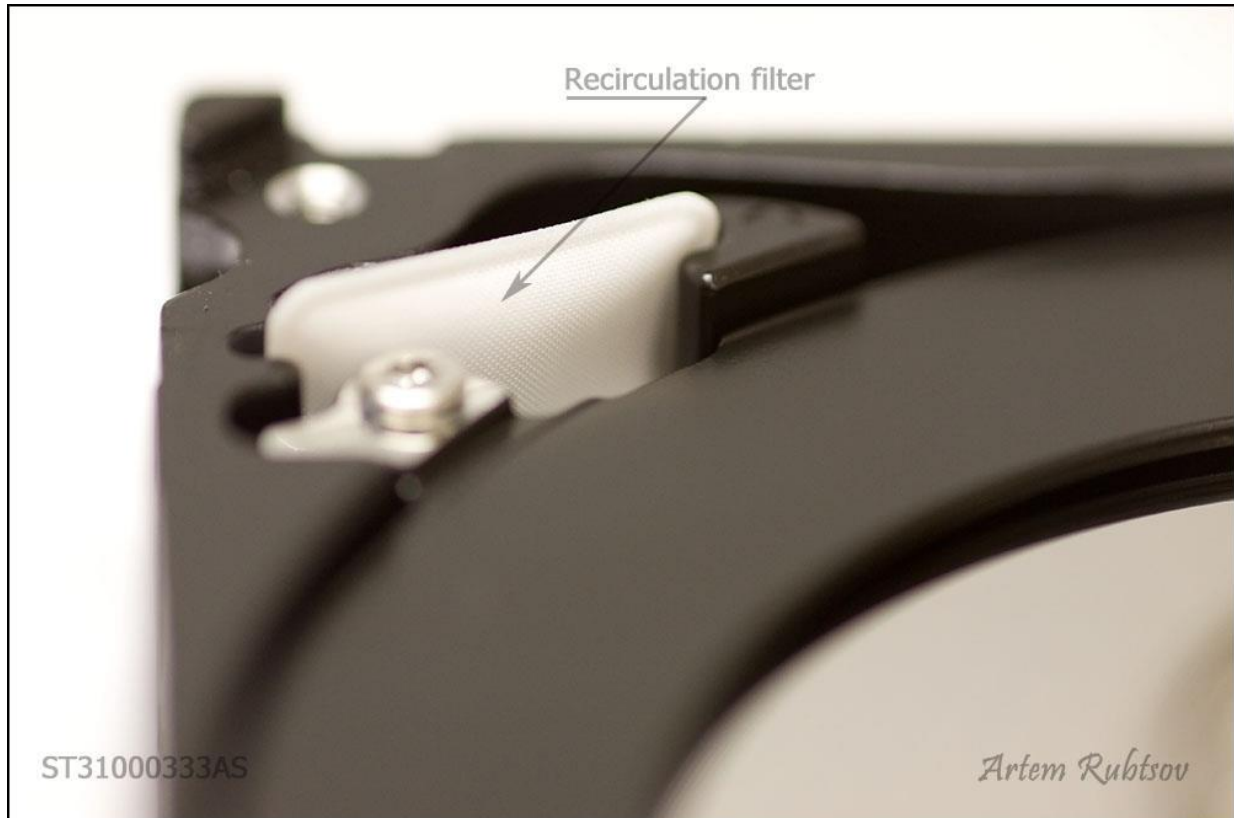


Köpfe werden auf einer Head Stack Assembly oder HSA montiert. Dieser Antrieb hat einen Parkbereich näher an der Spindel und wenn ein Antrieb nicht mit Strom versorgt wird, parkt HSA normalerweise wie auf dem Bild.

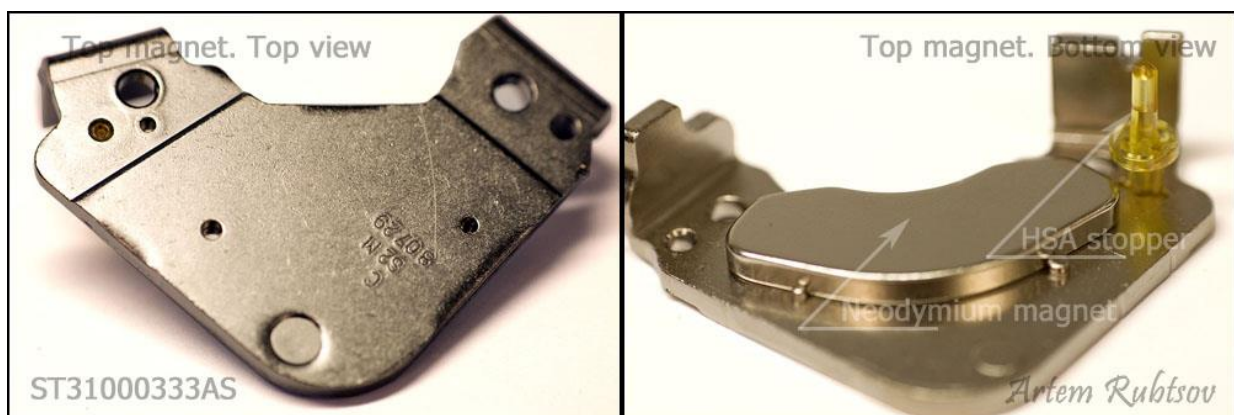




Bei der Festplatte handelt es sich um einen Präzisionsmechanismus, der für seine Funktion sehr saubere Luft im Inneren benötigt. Während des Betriebs der Festplatte können im Inneren sehr kleine Metall- und Ölpartikel entstehen. Um die Luft sofort zu reinigen, verwendet der Antrieb einen Umluftfilter. Dieser Hightech-Filter sammelt und absorbiert permanent selbst feinste Partikel. Der Filter befindet sich auf dem Weg der Luftbewegung, die durch die Rotation der Platten entsteht.



Jetzt entfernen wir den oberen Magneten, um zu sehen, was sich darunter befindet.

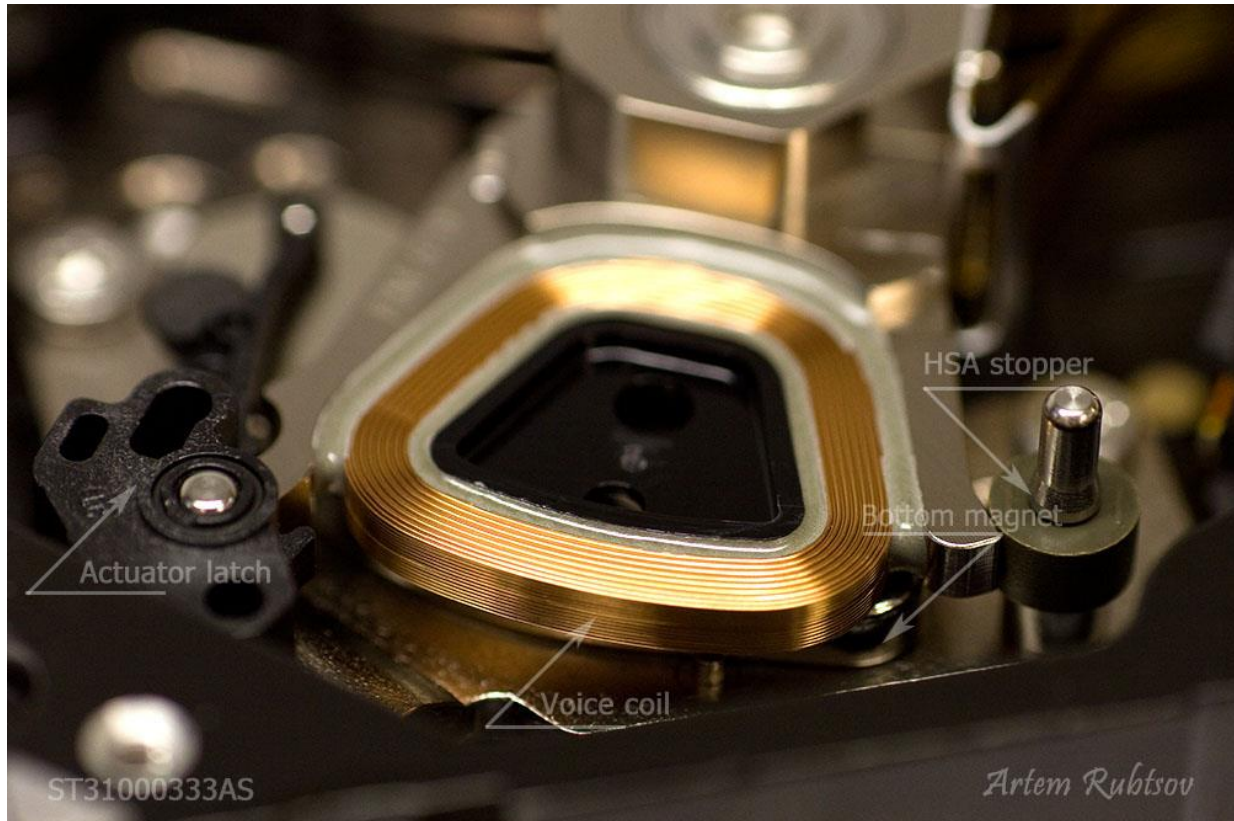


Festplatten verwenden sehr starke Neodym-Magnete. Ein solcher Magnet ist so stark, dass er bis zum 1300-fachen seines Eigengewichts anheben kann. Legen Sie Ihre Finger also nicht zwischen den Magneten und Stahl oder einen anderen Magneten – er kann eine große Wirkung entfalten. Wie Sie auf diesem Bild sehen können, befindet sich am Magneten ein HSA-Stopper. HSA-Stopper schränken HSA-Bewegungen ein, so dass die Köpfe nicht gegen die Plattenklammer schlagen und andererseits nicht einfach von den Platten fliegen. HSA-Stopper können unterschiedlich aufgebaut sein, aber es gibt



immer zwei davon und sie sind bei modernen Festplatten immer vorhanden. Bei diesem Laufwerk befindet sich der zweite HSA-Stopper am HDA unter dem oberen Magneten.

Und hier ist, was Sie möglicherweise unter dem oberen Magneten sehen.



Es gibt den anderen HSA-Stopper. Und Sie können auch den zweiten Magneten sehen. Eine Schwingspule ist ein Teil von HSA. Die Schwingspule und die Magnete bilden einen Schwingspulenmotor oder VCM. VCM und HSA bilden den Aktuator – ein Gerät, das die Köpfe bewegt. Ein kniffliges schwarzes Plastikding namens Aktuatorverriegelung ist eine Schutzvorrichtung – es gibt HSA frei, wenn das Laufwerk die Köpfe normal ausparkt (lädt), und es sollte HSA-Bewegungen im Moment des Aufpralls blockieren, wenn das Laufwerk fallen gelassen wird. Grundsätzlich schützt es (sollte es zumindest) den Kopf vor unerwünschten Bewegungen, wenn sich HSA im Parkbereich befindet.

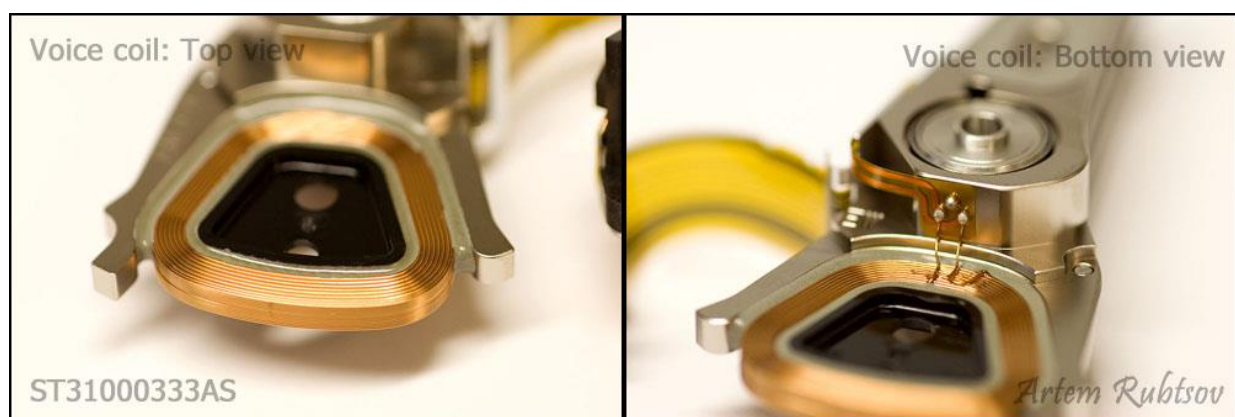
Im nächsten Schritt werden wir HSA ausschalten



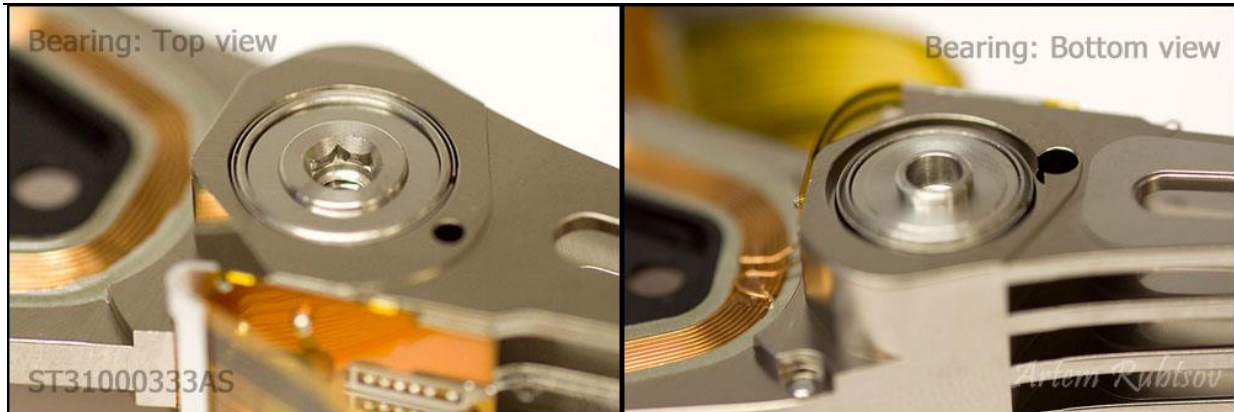


HSA verfügt über ein präzises Lager, um Bewegungen angenehm und gleichmäßig zu gestalten. Der größte Teil von HSA ist aus einem Stück Aluminium gefräst, das als Arm bezeichnet wird. Die Heads Gimbal Assembly oder HGA ist am Arm befestigt. HGAs und Waffeln werden normalerweise in verschiedenen Fabriken hergestellt. Ein flexibles orangefarbenes Widget namens Flexible Printed Circuit oder FPC verbindet HSA und Platte mit Kopfkontakten.

Schauen wir uns jeden Teil von HSA genauer an.



Schwingspule mit FPC verbunden



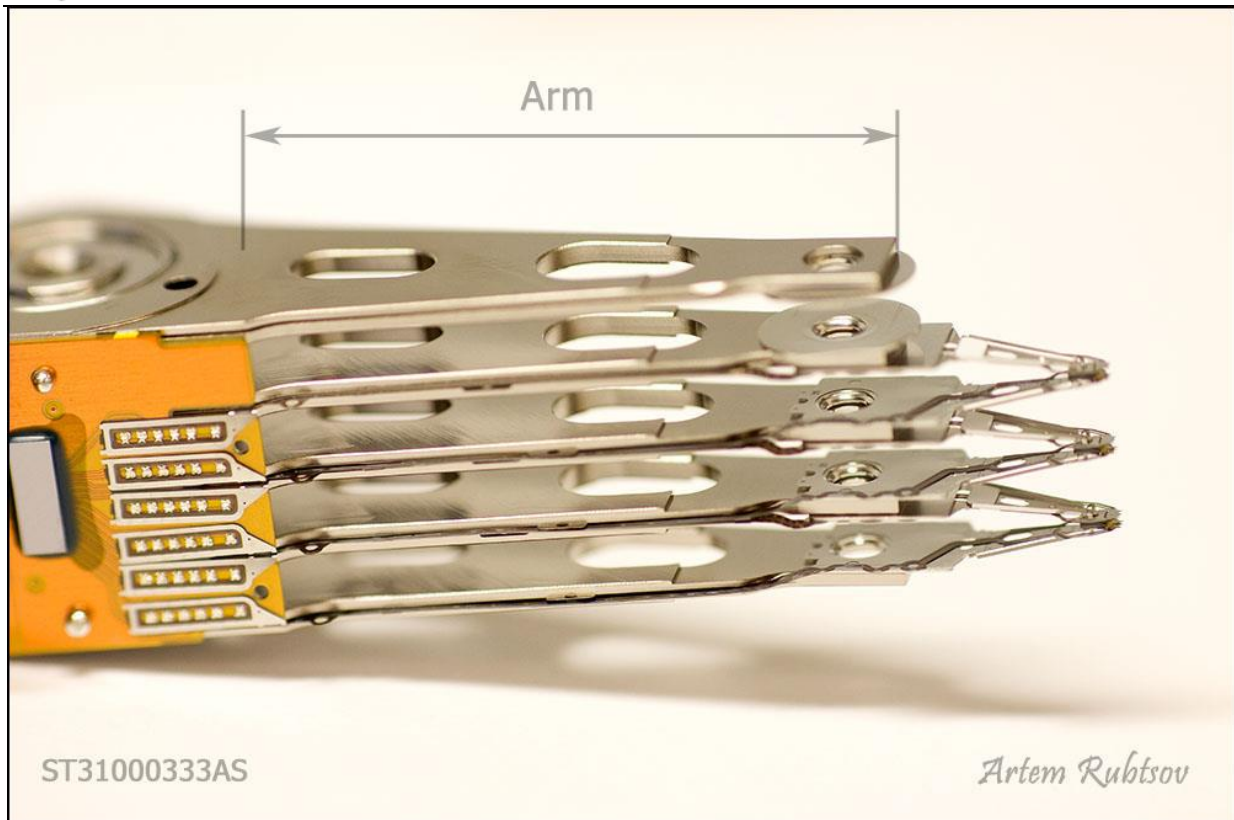
Hier ist das Lager

Auf dem nächsten Bild sehen Sie HSA-Kontakte

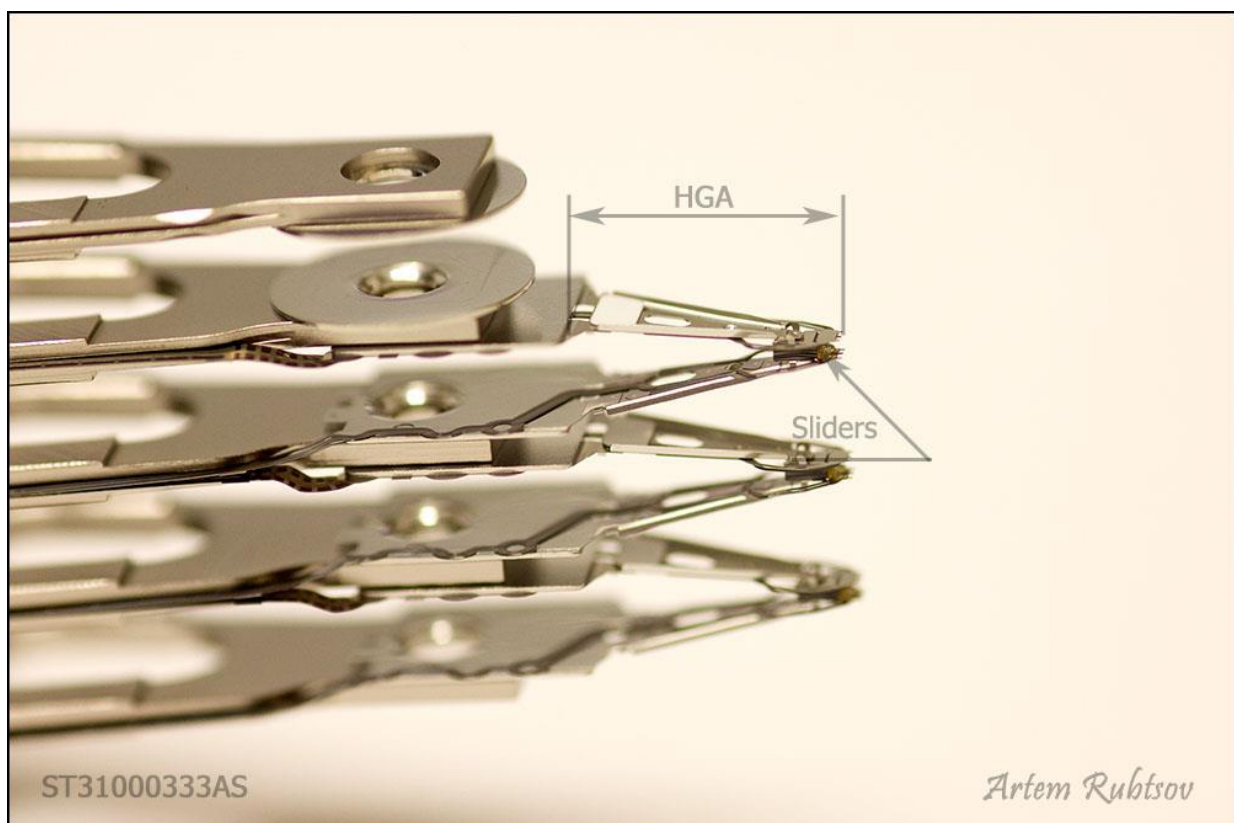


Die Dichtung sorgt für eine luftdichte Verbindung. Luft kann nur durch das Atemloch in das Innere des HDA gelangen. Die Kontakte dieses Laufwerks sind zur besseren Leitfähigkeit mit einer dünnen Goldschicht überzogen.



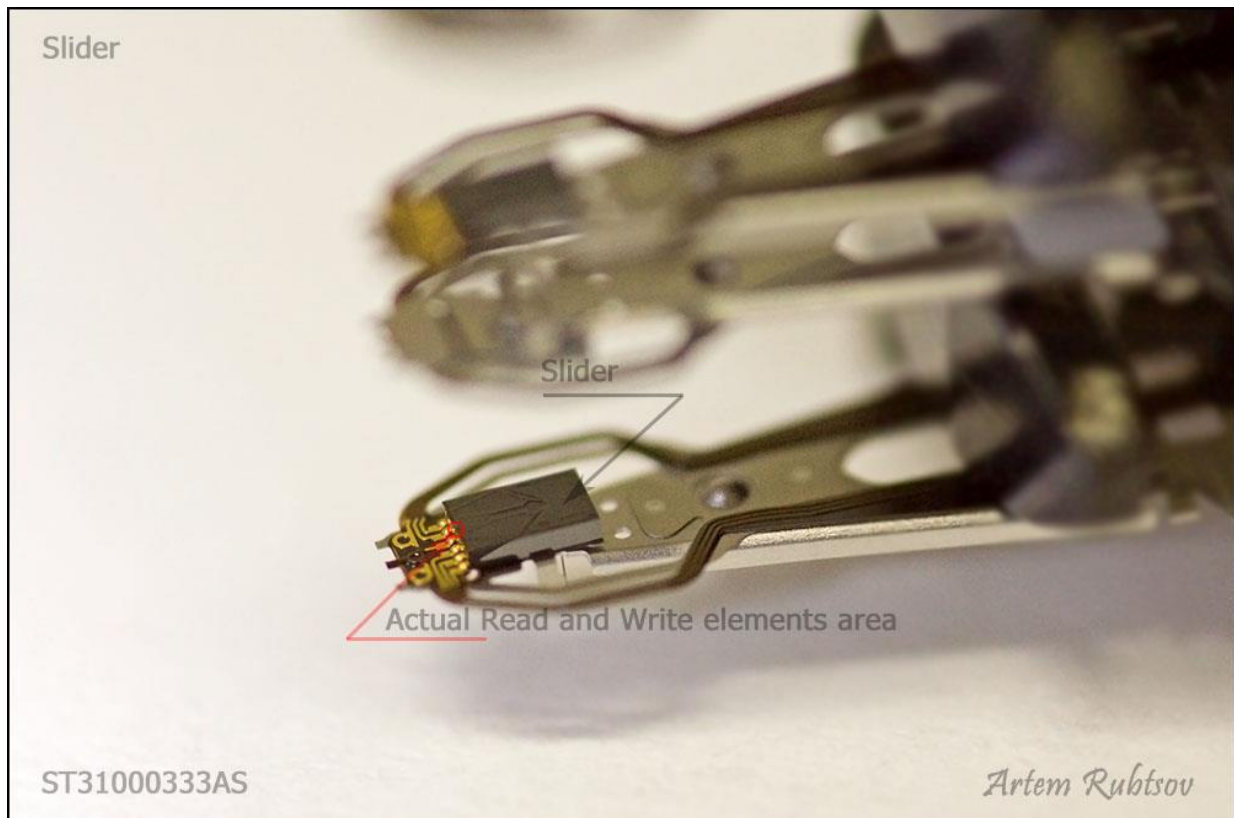


Dies ist die klassische Definition des Arms. Manchmal wird angenommen, dass der Arm das gesamte Metallstück des HSA ist.





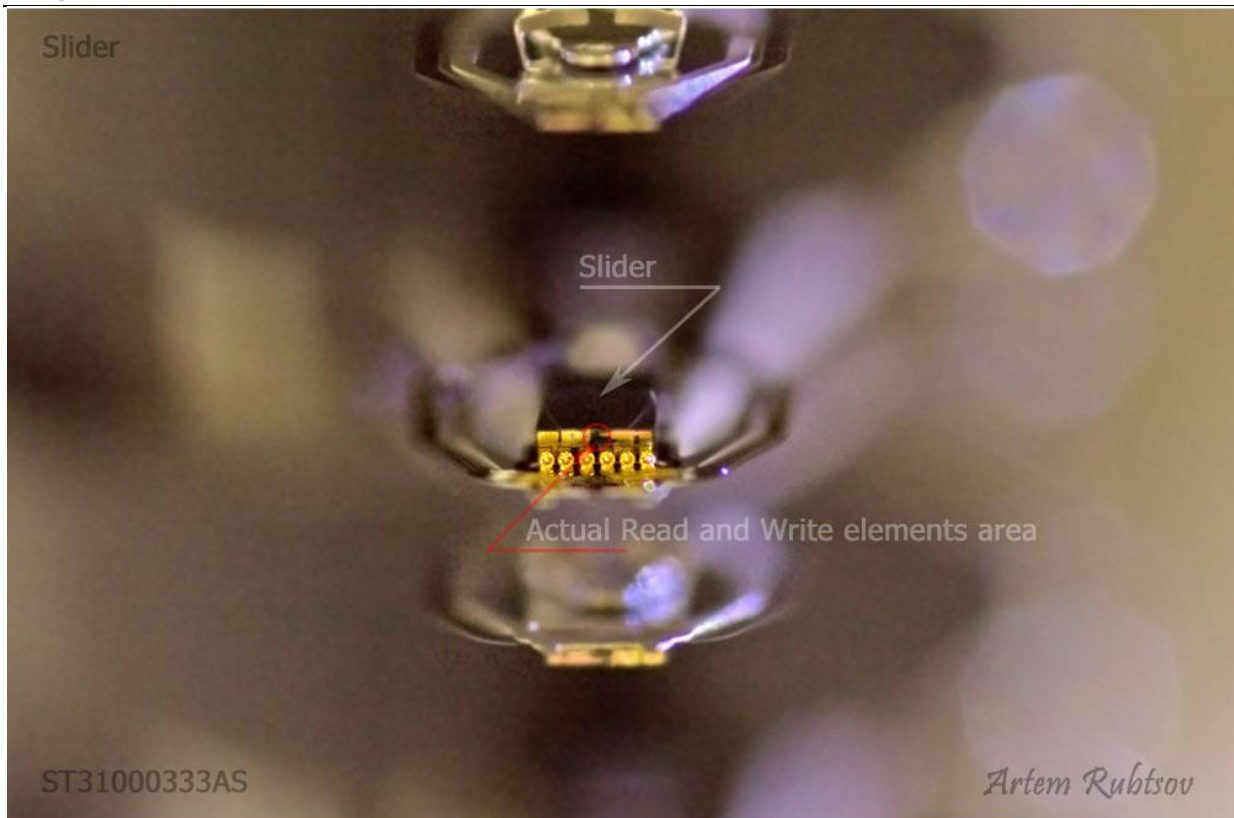
Die schwarzen kleinen Dinge am Ende von HGAs werden Slider genannt. In vielen Quellen wird behauptet, dass es sich bei Schieberegler um tatsächliche Köpfe handelt, ein Schieberegler selbst ist jedoch kein Lese-/Schreibkopf, sondern ein Flügel, der Lese- und Schreibelementen dabei hilft, über die Oberfläche des Plattentellers zu fliegen. Die Flughöhe der Köpfe moderner Festplatten beträgt etwa 5–10 Nanometer. Ein Beispiel: Ein durchschnittliches menschliches Haar hat einen Durchmesser von etwa 25.000 Nanometern. Wenn ein Partikel unter den Schieber gelangt, könnte es (aufgrund der Reibung) die Köpfe sofort überhitzen und töten. Deshalb ist saubere Luft im HDA so wichtig. Die eigentlichen Lese- und Schreibelemente befinden sich am Ende des Schiebers und sind so klein, dass sie nur unter einem guten Mikroskop sichtbar sind.



Wie Sie sehen können, ist die Oberfläche des Schiebers nicht flach, sondern weist aerodynamische Rillen auf. Diese Rillen helfen dem Slider, auf einer bestimmten Höhe zu fliegen. Luft unter dem Schieber bildet eine Luftlagerfläche oder ABS. ABS sorgt dafür, dass der Slider nahezu parallel zur Plattenoberfläche fliegt.

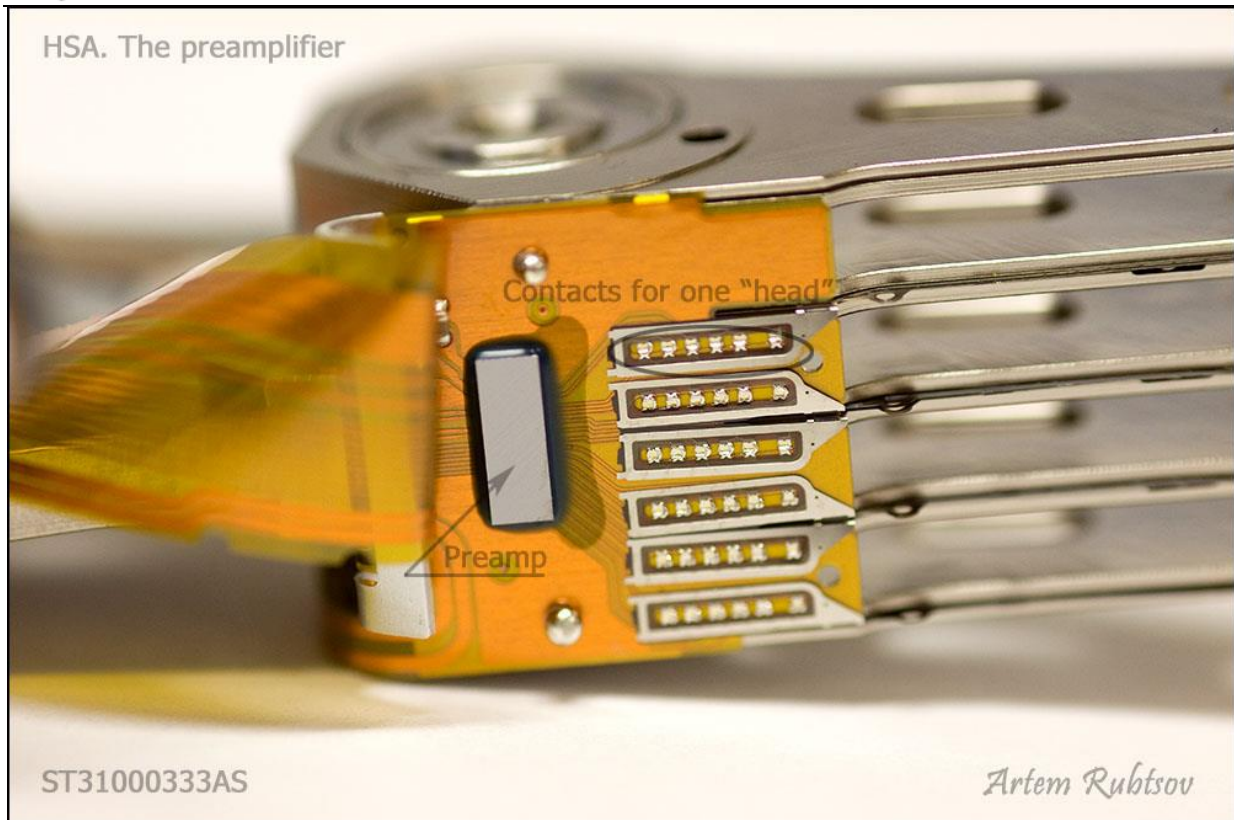
Hier ist ein weiteres Bild des Schiebereglers





Man erkennt deutlich die Kontakte der Leiter.

Es gibt einen sehr wichtigen Teil von HSA, den wir noch nicht besprochen haben. Es wird Vorverstärker oder Vorverstärker genannt. Der Vorverstärker ist ein Chip, der die Köpfe steuert und die Signale von ihnen bzw. zu ihnen verstärkt.



Der Grund, warum sich der Vorverstärker im HDA befindet, ist einfach: Die Signale von den Köpfen sind sehr schwach und haben bei modernen Festplatten eine Frequenz von mehr als 1 GHz. Wenn man den Vorverstärker aus dem HDA herausnimmt, würden solche schwachen Signale nicht überleben, sie würden unterwegs verschwinden zur Leiterplatte.

Der Vorverstärker hat mehr Leiterbahnen zu den Köpfen (rechte Seite) als zum HDA (linke Seite), weil die Festplatte jeweils nur mit einem „Kopf“ (Paar aus Lese- und Schreibelementen) arbeiten kann. Die Festplatte sendet Steuersignale an den Vorverstärker und der Vorverstärker wählt den Kopf aus, den die Festplatte gerade benötigt. Diese Festplatte hat sechs Kontakte pro „Kopf“, warum so viele? Ein Kontakt dient der Masse, zwei weitere sind ein Differentialpaar für ein Leseelement. Weitere zwei sind ein Differentialpaar für ein Schreibelement. Und schließlich ist der letzte Kontakt für eine Heizung. Die Heizung kann dabei helfen, die Flughöhe des Kopfes anzupassen. Die Heizung kann den Kardanring erwärmen – eine spezielle Verbindung, die den Schieber mit dem HGA verbindet. Der Kardanring besteht aus zwei Streifen unterschiedlicher Legierungen mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung. Sobald der Gimbal erhitzt wird, biegt er sich zur Oberfläche des Plattentellers und verringert dadurch die Flughöhe des Kopfes. Nach dem Abkühlen richtet sich der Gimbal wieder auf. Auf neueren Festplatten könnte es zwei weitere Signale für Mikroaktuatoren geben – spezielle piezoelektrische Geräte, die den Schieber bewegen oder drehen können und dabei helfen, die Kopfposition für eine bessere Spurverfolgung anzupassen.

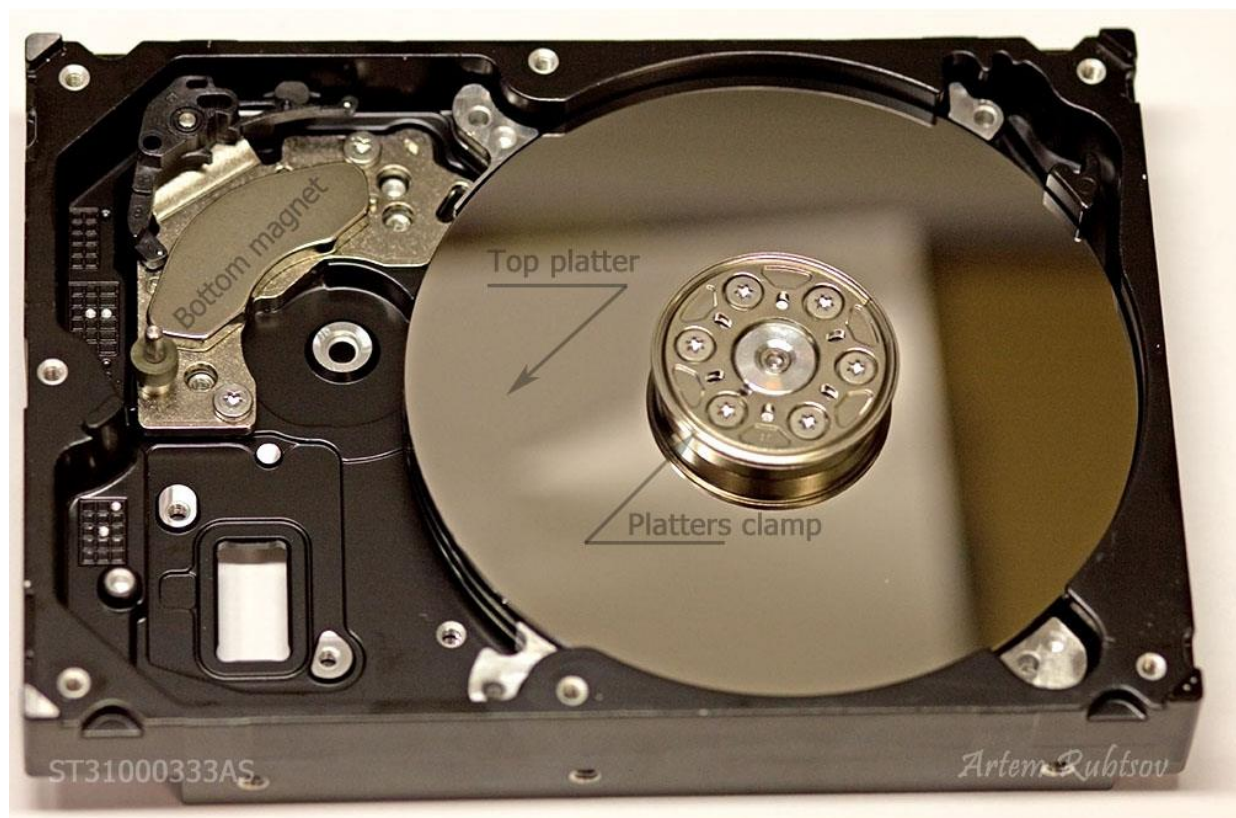
Genug der Köpfe, fahren wir mit der Zerlegung fort. Wir werden den oberen Dämpfer entfernen.

So siehts aus





Und das nächste Bild zeigt HDA ohne oberen Dämpfer und HSA



Jetzt ist die obere Platte nicht abgedeckt und Sie können auch den unteren Magneten sehen

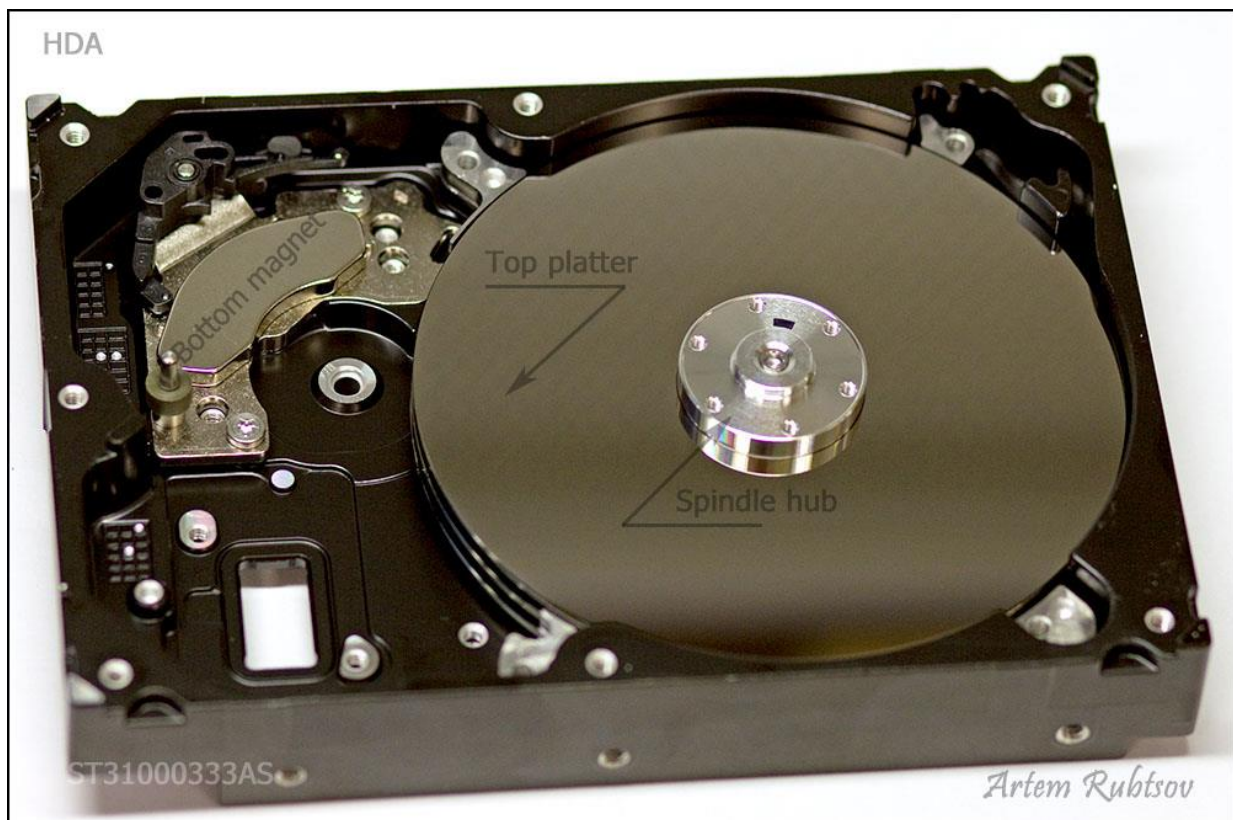


Gehen wir weiter und entfernen eine Plattenklammer



Die Plattenklammer hält die Platten an Ort und Stelle und drückt sie in das Plattenpaket.

Die Platten sitzen auf einer Spindelnabe. Die Plattenklemme erzeugt genügend Reibung, um die Platten auf der Nabe zu halten, wenn sich die Spindel dreht.



Wenn nun nichts mehr die Platten hält, entfernen wir die obere Platte und das nächste Bild zeigt, was wir unten sehen können.





Jetzt sehen Sie, wie das Plattenpaket Platz für Köpfe bietet – die Platten liegen auf Distanzringen. Zu sehen sind der zweite Plattenteller und der zweite Dämpfer.

Der Distanzring ist ein präzises Detail aus einer nichtmagnetischen Legierung oder einem Polymer. Nehmen wir es raus.



Spacer ring

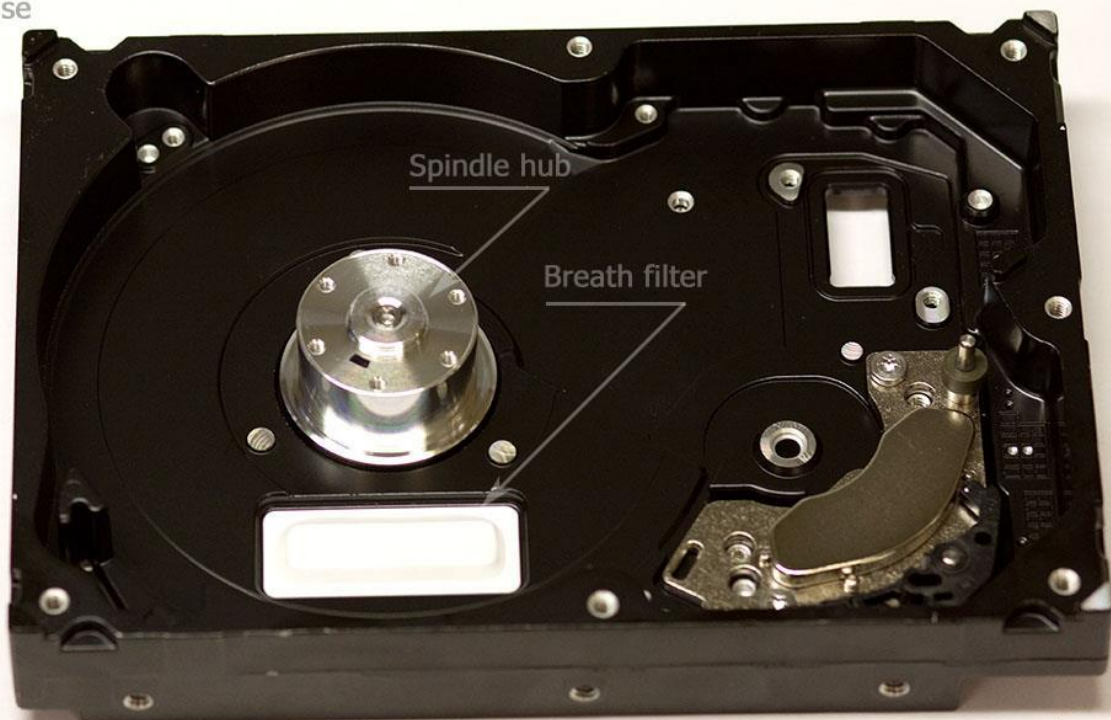


ST31000333AS

*Artem Rubtsov*

Schließlich werden wir den Rest des HDA-Materials herausschütteln und uns die Basis ansehen

Base



ST31000333AS

*Artem Rubtsov*



So sieht der Atemfilter aus. Und das Atemloch befindet sich direkt unter dem Atemfilter. Schauen wir uns den Atemfilter genauer an.



Da die Luft von außen auf jeden Fall Staub enthält, verfügt der Atemfilter über mehrere Filterschichten und ist viel dicker als der Umluftfilter. Im Inneren kann sich außerdem etwas Kieselgel befinden, um die Luftfeuchtigkeit zu reduzieren.

Das ist es! Festplatte ist komplett zerlegt.

Quelle: [https://hddscan.com/doc/HDD\\_from\\_inside.html](https://hddscan.com/doc/HDD_from_inside.html)