Engineer

S.M.A.R.T.

Selbstdiagnose eines Laufwerks mit Warnungen vor Ausfällen

Was es ist

S.M.A.R.T. steht für Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology, also Technik zur Selbstüberwachung, Analyse und Berichterstattung. smartmontools und seine Handbücher schreiben es ohne Punkte als SMART. Es ist eine Aufzeichnung, die ein Laufwerk während des Betriebs in seiner eigenen Firmware über sich führt: Ereigniszähler, Zustandsmesswerte und Ergebnisse bereits ausgeführter Tests. Das Betriebssystem kann diese Aufzeichnung jederzeit abfragen. smartmontools, das hier verwendete Werkzeugpaket, gibt an, dass die meisten aktuellen Laufwerke der Familien ATA/SATA, SCSI/SAS und NVMe diese Technik implementieren. Das Paket enthält zwei Programme: smartctl liest und testet beim Aufruf ein einzelnes Laufwerk, smartd überwacht als Daemon im Hintergrund.

Was ein Laufwerk melden kann, hängt von seinem Befehlssatz ab. Ein ATA- oder SATA-Laufwerk führt eine Tabelle nummerierter Attribute von 1 bis 253, jeweils mit einem Namen. Attribut 12 zählt beispielsweise, wie oft das Laufwerk eingeschaltet wurde. Jedes Attribut hat einen Rohwert, den tatsächlichen Zähler oder Messwert, und einen normalisierten Wert zwischen 1 und 254, den die Hersteller-Firmware mit einer eigenen Formel aus dem Rohwert berechnet. Daneben stehen der schlechteste jemals aufgezeichnete normalisierte Wert und ein vom Hersteller gewählter Schwellenwert. Fällt der normalisierte Wert eines Attributs auf oder unter seine Schwelle, gilt das Attribut als fehlgeschlagen.

Jedes Attribut gehört zu einem von zwei Typen. Ein Pre-failure-Attribut auf oder unter seiner Schwelle meldet einen bevorstehenden Ausfall des Laufwerks. Ein Old-age-Attribut, auch Nutzungsattribut genannt, auf oder unter seiner Schwelle meldet das durch gewöhnlichen Verschleiß erreichte Lebensende. Das smartctl-Handbuch betont, dass die Kennzeichnung Pre-fail allein kein Grund zur Sorge ist: Diese Bedeutung hat sie erst, wenn der Wert die Schwelle erreicht oder unterschritten hat.

Über der Tabelle steht ein Gesamturteil, der Gesundheitsstatus. Ein ATA-Laufwerk beantwortet den Befehl SMART RETURN STATUS mit bestanden oder fehlgeschlagen. Ein SCSI- oder SAS-Laufwerk meldet seinen Zustand über eine Exceptions-Logseite und seine Sense-Daten. Ein NVMe-Laufwerk setzt Bits im Byte Critical Warning seines SMART/Health Information Log. Laufwerke können sich auf Anforderung auch selbst testen: mit einem kurzen Test, meist in weniger als zehn Minuten, einem langen Test von einigen zehn Minuten bis zu mehreren Stunden und bei ATA-Laufwerken einem Conveyance-Test auf Transportschäden. Jedes Ergebnis landet im Selbsttestprotokoll des Laufwerks.

Das Konzept für eine Entscheidung nutzen

Nutzen Sie „Was ist S.M.A.R.T.?“ für eine konkrete Entscheidung. Wir können helfen, das Konzept mit dem System in Verbindung zu bringen, das Sie entwickeln oder einkaufen. Laptop, Drucker, Anmeldung und Postfach werden schnell und verständlich in Ordnung gebracht, ohne dass sich jemand unkundig fühlen muss.

Unsere Leistungen entdecken Kontakt aufnehmen →

Die Annahmen hinter dem Begriff prüfen

Nutzen Sie die Erklärung und die verlinkten Arbeiten, um Fragen für Ihr Projekt zu formulieren. Wir können die Annahmen gemeinsam mit Ihnen prüfen, bevor ein Werkzeug ausgewählt wird. Eine Abteilung für technischen Support aufgebaut — 10,000 Kunden betreut von einer neu aufgebauten Supportabteilung

Eine Abteilung für technischen Support aufgebaut Kontakt aufnehmen →

Warum es wichtig ist

Ein Laufwerk bemerkt eigene Probleme früher als andere. Es weiß, welche Sektoren sich nicht mehr lesen lassen, wie oft es eingeschaltet wurde und wie heiß es läuft. S.M.A.R.T. bringt dieses Wissen zu den für die Daten Verantwortlichen. smartmontools beschreibt den Nutzen zurückhaltend: In vielen Fällen lieferten die Werkzeuge eine „frühzeitige Warnung vor Verschlechterung und Ausfall eines Laufwerks“. Viele Fälle sind nicht alle, und ein großer Teil dieser Seite behandelt genau diesen Unterschied.

Das stärkste Signal ist das Gesamturteil. Meldet smartctl einen fehlgeschlagenen Gesundheitsstatus, ist das Laufwerk laut Handbuch entweder bereits ausgefallen oder erwartet einen Ausfall innerhalb der nächsten 24 Stunden. Das Handbuch fordert dazu auf, den vollständigen Bericht zu erfassen und die Daten ohne Verzögerung an einen sicheren Ort zu bringen. Schwächere Signale erscheinen früher. Einen schwebenden Sektor will das Laufwerk als defekt markieren und durch einen Reservesektor ersetzen, meist weil ein Leseversuch gescheitert ist. Ein Zähler ungleich null bedeutet, dass sich einige Daten auf dem Laufwerk

nicht mehr lesen lassen. Solche Sektoren zählt das Laufwerk in Attribut 197. In Attribut 198 zählt es Sektoren, die weder ein Offline-Scan noch ein Selbsttest lesen konnte.

Das alles hilft nur, wenn jemand hinsieht. smartd aktiviert die S.M.A.R.T.-Überwachung für ATA-Laufwerke, fragt Laufwerke standardmäßig alle 30 Minuten ab, meldet Fehler und Attributänderungen an syslog und kann Warnungen per E-Mail senden. Es kann auch zeitgesteuerte Selbsttests starten. Dafür ist also kein Cronjob nötig. Das Projekt ist alt und entwickelt sich weiter: Im Oktober 2022 jährte sich seine erste Veröffentlichung zum 20. Mal. Version 7.5 erschien am 30. April 2025, und am 1. Juni 2025 zog die Entwicklung von SourceForge zu GitHub um. Die Programme laufen unter anderem unter Linux, den BSD-Systemen, macOS, Solaris und Windows.

Wie es in der Praxis aussieht

Nehmen Sie einen neuen Server mit einem SATA-Laufwerk unter `/dev/sda`. Drei Befehle verschaffen einen Überblick:

```
smartctl -i /dev/sda
smartctl -H /dev/sda
smartctl -A /dev/sda
```

Der erste gibt Modell, Seriennummer und Firmware aus, außerdem ob das Laufwerk S.M.A.R.T. unterstützt, ob es aktiviert ist und ob das Laufwerk in der Laufwerksdatenbank von smartmontools steht. Der zweite gibt das Gesamturteil aus. Der dritte zeigt die Attributtabelle: VALUE und WORST enthalten die normalisierten Zahlen, THRESH die Schwelle, TYPE die Angabe Pre-fail oder Old_age und RAW_VALUE den Rohwert. WHEN_FAILED enthält `FAILING_NOW`, `In_the_past` oder einen Strich für ein Attribut, das nie fehlgeschlagen ist. Für eine Gesamtübersicht gibt `smartctl -x` alle vom Werkzeug lesbaren Informationen zu S.M.A.R.T. und anderen Bereichen aus. Die Tabelle wird dabei dichter dargestellt.

Ein langer Selbsttest ist die gründlichere Variante des kurzen:

```
smartctl -t long /dev/sda
smartctl -l selftest /dev/sda
```

Sofern nicht `-C` den Captive-Modus anfordert, läuft der Test im Laufwerk, während das System weiterarbeitet. Er kann das Laufwerk verlangsamen, viele Laufwerkszugriffe des Betriebssystems verlängern ihn, und es läuft jeweils nur ein Test. Laut Handbuch sollte ein Herunterfahren während des Tests keinen Schaden anrichten, weil der Test entweder abgebrochen oder fortgesetzt wird. Der zweite Befehl liest nach Ablauf der geschätzten Zeit das Selbsttestprotokoll.

Skripte sollten den Exitstatus statt des Textes lesen. smartctl setzt ihn aus acht Bits zusammen. Das Beispiel im Handbuch prüft Bit 3, das gesetzt wird, wenn das Laufwerk einen bevorstehenden beziehungsweise bereits eingetretenen Ausfall meldet:

```
smartctl -q silent -H /dev/sda
smartstat=$(($? & 8))
```

`-q silent` gibt nichts aus, der Exitstatus ist also die einzige Antwort. Ein Status ungleich null bedeutet nicht immer ein ausfallendes Laufwerk: Allein Bit 6 bedeutet beispielsweise nur, dass das Fehlerprotokoll Einträge enthält.

Für den Dauerbetrieb liest smartd seine Regeln aus `smartd.conf`. Eine Zeile kann jedes bei der Suche gefundene Laufwerk abdecken:

```
DEVICESCAN -a -s (S/../../.02|L/../../6/03) -W 2,40,45 \
  -m ops@example.com -M test
```

`-a` aktiviert den Standardsatz: Gesundheitsstatus, Fehler- und Selbsttestprotokolle, fehlgeschlagene Nutzungsattribute, Änderungen von Attributwerten und bei ATA-Laufwerken die Zähler in Attribut 197 und 198. Das Muster hinter `-s` startet täglich zwischen 02:00 und 03:00 einen kurzen und samstags zwischen 03:00 und 04:00 einen langen Test. `-W 2,40,45` meldet eine Temperaturänderung von 2 Grad, protokolliert bei 40 °C einen Hinweis und löst bei 45 °C eine kritische Warnung über syslog und E-Mail aus. `-m` benennt den Empfänger, `-M test` sendet beim Start von smartd eine Testnachricht. Nach einer Änderung lässt `killall -HUP smartd` den Daemon die Datei erneut lesen.

Solche Zahlen sind am wichtigsten, solange das Laufwerk noch antwortet. Der Portfolioeintrag zur Datenrettung von ausgefallenen Speichermedien beginnt danach: Zwischen 2003 und 2014 brachten Menschen bereits ausgefallene Speicherkarten, Festplatten, SSDs und RAID-Verbünde, und das Verfahren musste zur jeweiligen Art des Mediums passen.

Wo es schiefgeht

Ein bestandenes Urteil gilt als Unbedenklichkeitsbescheinigung. Der Gesundheitsstatus besagt nur, dass das Laufwerk sich nicht selbst für ausgefallen erklärt hat. Attributwerte können jetzt auf oder unter ihren Schwellen liegen oder in der Vergangenheit dort gelegen haben, und schwebende Sektoren können bereits unlesbare Daten enthalten, während das Gesamturteil weiterhin bestanden lautet. Lesen Sie deshalb auch die Attributtabelle und das Selbsttestprotokoll, lassen Sie smartd die Attribute 197 und 198 melden und halten Sie Sicherungen vor, die sich nicht auf das Urteil des Laufwerks über sich selbst verlassen.

Rohwerte werden wörtlich genommen. Der Standard legt nicht fest, wie ein Rohwert einer physikalischen Einheit entspricht. Das smartctl-Handbuch nennt ein Hitachi-Laufwerk, das die Einschaltzeit in Minuten statt Stunden zählt, und IBM-Laufwerke, die drei Temperaturen in ihren Rohwerten halten. Seit Revision 4 von ATA/ATAPI-4 bleibt die Bedeutung der Attribute vollständig den Herstellern überlassen. SSDs geben einigen Nummern zudem andere Bedeutungen. Deshalb kann der ausgegebene Name falsch sein, wenn das Laufwerk nicht in der Datenbank steht. Vergleichen Sie ein Laufwerk mit seinem eigenen Verlauf statt mit einem anderen Modell und prüfen Sie die Datenbankangabe von `-i`, bevor Sie einem Namen vertrauen.

Bei einem ATA-Laufwerk wird `-a` verwendet. Das war der klassische Weg, alles anzuzeigen. Für ATA empfiehlt das Handbuch ihn aber nicht mehr, weil Optionen fehlen, die 48-Bit-ATA-Befehle benötigen, etwa das erweiterte Fehlerprotokoll. Verwenden Sie stattdessen `-x`.

Ein RAID-Controller verbirgt die Laufwerke. Das Betriebssystem sieht ein logisches Laufwerk, das nichts Brauchbares melden kann. Die automatische Suche von smartd unter Linux lässt Laufwerke hinter RAID-Controllern ganz aus. Sprechen Sie jedes physische Laufwerk über den Controller mit dem passenden

Gerätetyp an: `-d megaraid,N` erreicht Laufwerk N hinter einem MegaRAID- oder Dell-PERC-Controller unter Linux und FreeBSD. Eine Zeile wie `/dev/sda -d megaraid,0 -a` in `smartd.conf` nimmt dieses Laufwerk in die Überwachung auf.

Ein USB-Gehäuse steht dazwischen. USB-Speicher spricht mit dem Rechner den SCSI-Befehlssatz, enthält aber fast immer ein ATA- oder SATA-Laufwerk oder Flashspeicher. Das Handbuch nennt Bridge-Firmware neben RAID-Controllern als Schicht, die den Gesundheitsstatus unbekannt lassen kann. smartctl warnt dann und vergleicht ersatzweise die Pre-failure-Attribute mit ihren Schwellen. Versuchen Sie `-d sat` : Damit werden ATA-Befehle gemäß dem SCSI-zu-ATA-Übersetzungsstandard gekapselt. `-d sat,12` wählt die kürzere der beiden Befehlsformen.

Die Warnmail kommt nie an. smartd verschickt E-Mails über den Systembefehl `mail` . Er muss im Suchpfad der Umgebung stehen, aus der smartd gestartet wurde. Fehlt er, steht die Warnung nur in syslog. Verwenden Sie `-M test` und prüfen Sie anschließend, ob die Testnachricht tatsächlich in einem gelesenen Postfach angekommen ist. `-M exec` kann smartd auf ein anderes Mailprogramm oder ein Skript verweisen.

Ein geplanter Test startet nie. Im Muster hinter `-s` haben Monat, Monatstag und Stunde jeweils zwei Ziffern. Ein Muster wie `S/../../2` passt nie, wovor das Handbuch ausdrücklich warnt. Schreiben Sie `02` und lesen Sie nach der ersten Nacht im Protokoll nach, ob ein Test gelaufen ist.

Eine fehlerhafte Änderung bleibt unbemerkt. Liest smartd seine Konfiguration nach einem Hang-up-Signal neu ein und findet einen Syntaxfehler, gibt es den Fehler aus und arbeitet mit den alten Regeln weiter, als wäre das Signal nie angekommen. Lesen Sie deshalb nach jedem Neuladen das Protokoll oder starten Sie den Dienst neu: Mit einer fehlerhaften Datei startet smartd gar nicht erst.

Die Temperatur bleibt unbeobachtet. Alle Temperaturmeldungen sind standardmäßig ausgeschaltet, und `-a` schaltet sie nicht ein. Ergänzen Sie `-W` mit Grenzwerten, die zur Hardware passen.

Eine Prüfung weckt ein schlafendes Laufwerk. Ein zum Stromsparen angehaltenes Laufwerk läuft wieder an, wenn smartctl es anspricht. Für häufig ausgeführte Skripte dient `-n standby` : smartctl beendet sich dann mit Status 2,

statt das Laufwerk aufzuwecken. `-n standby,0` behandelt diesen Fall als Erfolg.

Weiterführende Lektüre

- smartmontools — Die Projektwebsite: beide Programme, unterstützte Systeme und Neuigkeiten zu Veröffentlichungen.
- smartctl(8), Quelltext der Handbuchseite — Attribute, Schwellenwerte, Gesundheitsstatus, Selbsttests, Gerätetypen und Exit-Bits.
- smartd(8), Quelltext der Handbuchseite — Der Daemon: Abfragen, syslog, Signale und die Suche nach Laufwerken.
- smartd.conf(5), Quelltext der Handbuchseite — Regeln für Überwachung, Testpläne, Temperaturgrenzen und E-Mail.

Glossar

Für Ihre tatsächlichen Rahmenbedingungen auswählen

Beschreiben Sie das Gerät oder den Dienst, die beobachteten Symptome und die Daten, die erhalten bleiben müssen. Wir können den sichersten nützlichen Diagnoseschritt bestimmen.

Preise ansehen Kontakt aufnehmen →

Die Begriffe praktisch nutzbar machen

Fragen Sie, wie „Was ist S.M.A.R.T.?“ auf Ihre Organisation zutrifft. Ein konkretes Beispiel aus Ihrem bestehenden System reicht aus, um das Gespräch zu beginnen.

Unsere Leistungen entdecken

welcome@engineer.company +45 50 10 61 84 Kopenhagen, Dänemark

Nehmen Sie diese Seite mit

Kontaktkarte

Mit Sorgfalt und Liebe gestaltet von D.

CVR 45969703 · Tagensvej 105C, 3. th, 2200 København N

Copyright © 2025 – heute · Engineer ApS · Alle Rechte vorbehalten.

Gedruckt von https://engineer.company/de/glossary/smart/