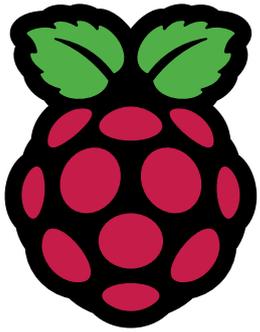


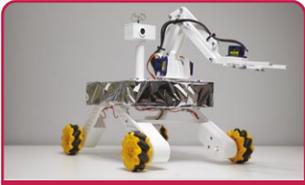
DAS *offizielle*



# RASPBERRY PI HANDBUCH



Raspberry Pi-  
Starterhandbuch



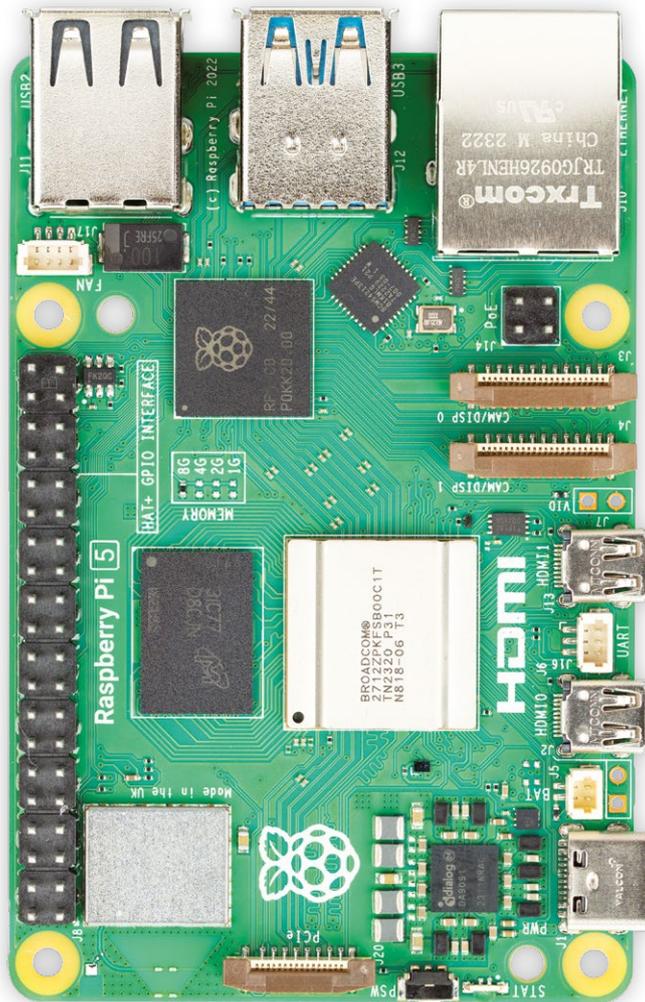
Mini-  
Mars-Rover



Photon DIY-  
Belichtungsmesser



Elektronik lernen  
mit Pico W



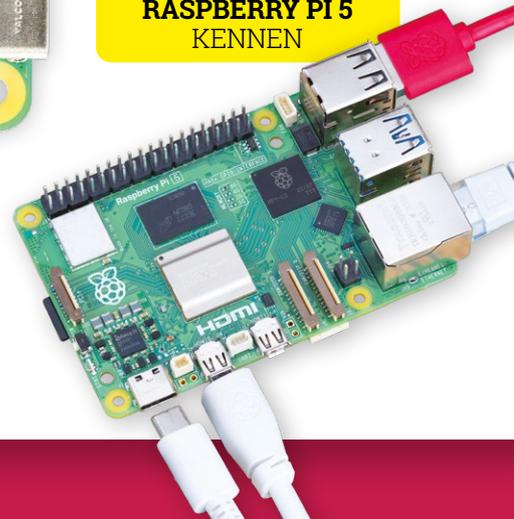
Bauen Sie ein  
MicroPython Handheld



Kameramodul  
Erste Schritte

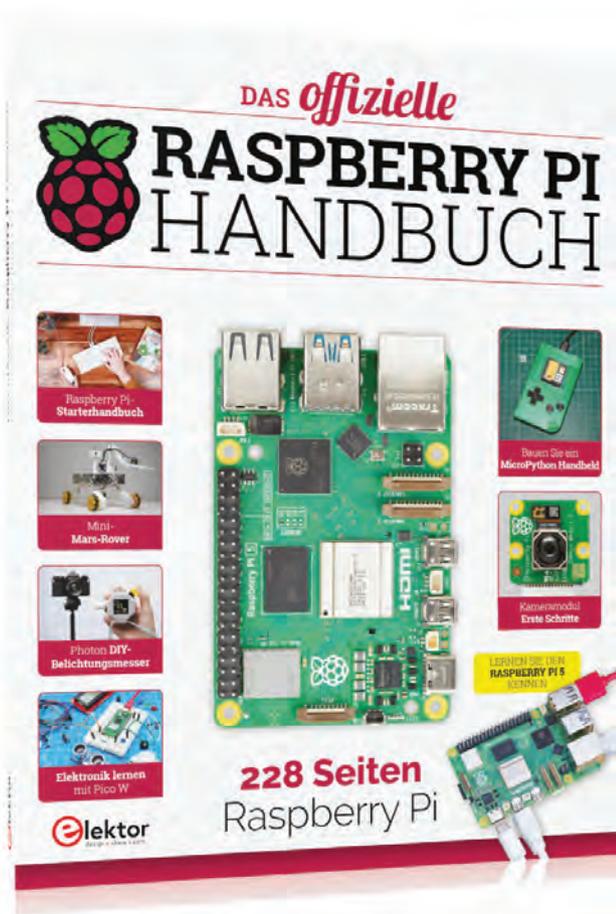
LERNEN SIE DEN  
RASPBERRY PI 5  
KENNEN

**228 Seiten**  
Raspberry Pi



Von den Machern von *MagPi*, dem offiziellen Raspberry Pi Magazin





# HERZLICH WILLKOMMEN!

**D**ie Auswahl der Projekte und Artikel für das Offizielle Raspberry Pi Handbuch fiel mir sehr schwer, denn ehrlich gesagt, die Community hat so viele unglaubliche Projekte entwickelt, dass es mir wie ein Bärendienst vorkommt, keines davon herauszunehmen. Als ich mir die Liste ansah, war ich einfach nur verblüfft, wie unglaublich sie alle waren. Ich wusste schon immer, dass man mit dem Raspberry Pi sehr coole Sachen machen kann, aber es ist schön, Beweise zu haben, auf die man zeigen kann.

An anderer Stelle im Buch finden Sie detaillierte Informationen über den Raspberry Pi 5, den besten und schnellsten Raspberry Pi aller Zeiten. Erfahren Sie mehr über die zehn neuen Komponenten (einschließlich PCIe!) auf dem Board und wie sie Ihre Projekte auf die nächste Stufe heben werden. Wir sind alle sehr gespannt auf diese.

Ich überlasse es Ihnen, dieses Buch zu lesen und sich über all die anderen unglaublichen Artikel zu informieren, die in diesen 228 Seiten stecken.

Seid exzellent zueinander und viel Spaß beim Machen.

Patrick Wielders

ONLINE [magpi.de](https://magpi.de)

KONTAKT [redaktion@magpi.de](mailto:redaktion@magpi.de)

MagPi

POWERED BY  
elektor

Raspberry Pi  
APPROVED RESELLER

© Elektor 2024

f MagPiMagazineDE

@MagPi\_DE

## REDAKTION

**Chefredakteur:** Patrick Wielders

**Redaktion:** Lucy Hattersley,

Rob Zwetsloot, Nicola King

**Deutsche Übersetzung:**

Jürgen Donauer, Willem den

Hollander, Sophia Gerstendorf

**Gestaltung:** criticalmedia.co.uk

**Illustrationen:** Sam Alder



MagPi, das offizielle Raspberry-Pi-Magazin (Deutsche Ausgabe), ist eine Lizenz von MagPi Magazine, publiziert durch Raspberry Pi (Trading) Ltd, 30 Station Road, Cambridge, CB12JH, Vereinigtes Königreich. Der Verlag, der Chefredakteur und die Autoren übernehmen keine Haftung für mögliche Konsequenzen, die sich aus der Verwendung der in dieser Zeitschrift aufzeichneten Informationen ergeben könnten. Sofern nicht anders angegeben, ist der Inhalt dieser Zeitschrift lizenziert unter einem Creative Commons Attribution - NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0). ISSN 2589-5214.

## ANZEIGEN

Büsrä Kas

[busra.kas@elektor.de](mailto:busra.kas@elektor.de)

## VERLAG

Elektor Verlag GmbH

Lukasstraße 1, 52070 Aachen

Tel. 0241 95509190

**Herausgeber:** Erik Jansen



PEFC  
PEFC/30-31-151

PEFC zertifiziert

Dieses Produkt  
stammt aus  
nachhaltig  
bewirtschafteten  
Wäldern und  
kontrollierten Quellen

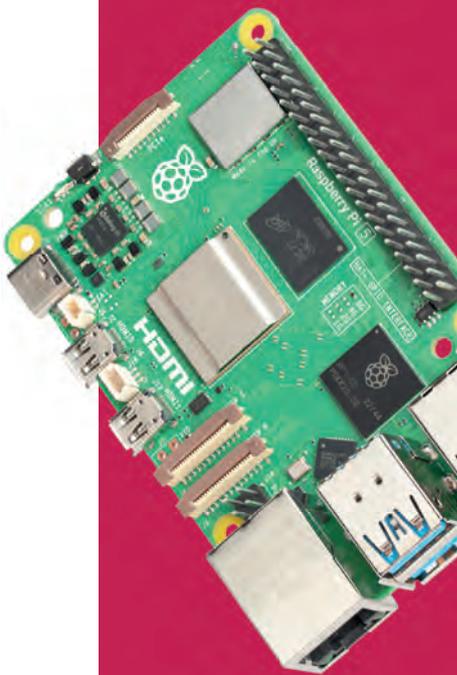
[www.pefc.de](http://www.pefc.de)

38



06

Lernen Sie den  
**Raspberry  
Pi 5** kennen



14 Einführungsaktion!  
20 Hitze & Kühlung  
26 Benchmarks

# Inhalt

## Projekte

- 32 Digitales Zoetrope
- 34 Fireballs Aotearoa
- 38 LED-Kugel
- 40 LEGO U-Boot 4.0
- 44 PoleFX Tanzstange
- 48 Cyberdog Smart-Sattel
- 52 PicoStepSeq-MIDI-Sequencer
- 54 Winziger Systemmonitor
- 56 Maka Niu Unterwasserkamera
- 60 Mini-Mars-Rover
- 62 PiRitos Computeroberfläche
- 66 Photon DIY-Belichtungsmesser
- 68 Alternativer Flugsimulator
- 70 Geigerzähler
- 72 Schwenk-Neige-System
- 76 Aquarium-Dosierpumpe
- 78 Herbie\_Bot Sprühroboter
- 80 Greening the Spark  
Energienetz-Simulator
- 82 Bugg.xyz,  
Akustische Überwachung
- 86 PiFinder  
Astronomie-Ortungsgerät
- 88 Antarktischer PiCam
- 92 Trainbot/OnlyTrains  
Eisenbahnfotografie
- 96 Ohsillyscope  
Musik visualisieren
- 98 Paragraphica AI-Fotoapparat
- 102 Flight Tracker mit Wetter

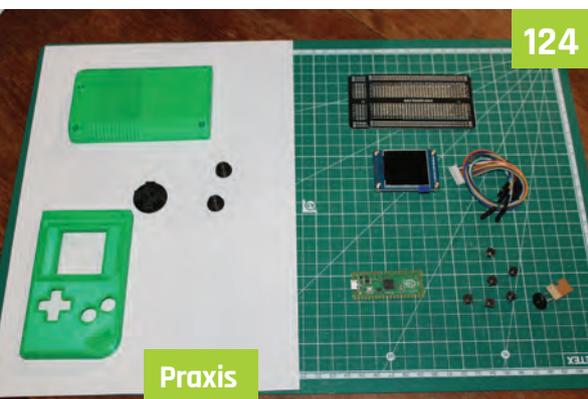
104

## Raspberry Pi

System-Leitfaden  
Die Einrichtung ist  
ziemlich einfach.



82



Praxis

## MicroPython Handheld

- 124 Erste Schritte
- 132 Ein Spiel erstellen

## Kameramodule

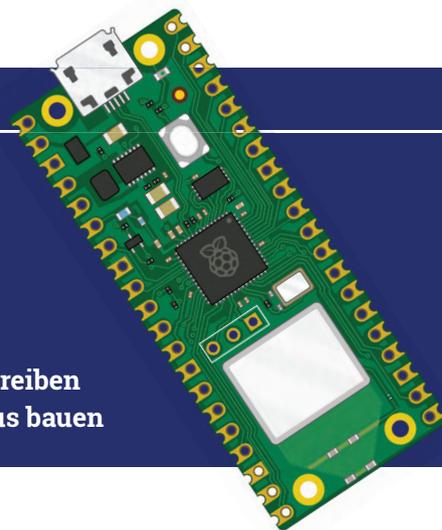
- 136 Beobachten Sie Ihre Fische mit einer Raspberry Pi Kamera
- 140 Erste Schritte
- 146 Standbildaufnahmen
- 150 Videoaufnahmen
- 156 Das Vorschauenfenster
- 160 Steuerung der Kamera
- 166 Kameramodi verstehen

## Künstliche Intelligenz

- 170 Durch maschinelles Lernen unterstützte private Sprachabschrift
- 174 Erstellen Sie einen eigenen GPT Chatbot
- 178 Betreiben Sie eine Open-Source-KI
- 182 Basteln Sie einen KI-Bettgeschichtenerzähler
- 187 Entwicklung eines klassischen Textadventures in Inform

## 190 Elektronik lernen mit Pico W

- 194 Einen Webserver betreiben
- 198 Ein intelligentes Haus bauen



### Reviews

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 210 EPD Pico Kit         | 220 EXT3-1 Kit und 3,70" E-Ink Display |
| 212 MicroPi Starter Kit  | 222 Inky Impression 7.3"               |
| 214 reTerminal E10-1     | 223 WuKong 2040                        |
| 215 RelayFi              | 224 Kitronik ZIP96 Retro Gamer         |
| 216 Inventor 2040 W      | 226 Cosmic Unicorn*                    |
| 217 Motor 2040           | * Pico W an Bord                       |
| 218 Plasma Stick 2040 W* |  |
| 219 Inky Frame 4.0" *    |  |

140



# Wir stellen vor...

# Raspberry Pi 5

Bis zu **dreimal schneller**, vollgepackt mit neuen Funktionen, neuen Anschlüssen und neuen Möglichkeiten: Der Raspberry Pi 5 hat alles, was wir von einem neuen Raspberry Pi erwarten.

Von Lucy Hattersley

**R**aspberry Pi 5. Drei Worte die verzaubern und uns entzücken. Endlich ist er da, der Moment auf den wir alle gewartet haben.

Die nächste Generation des Raspberry Pi befindet sich seit Jahren in der Entwicklung, und endlich können wir die vollständigen Spezifikationen, den Entwicklungsprozess und die Funktionen des neuen Boards enthüllen.

Zum ersten Mal enthält dieser Computer ein von Raspberry Pi selbst entwickeltes Silizium. Der neue Chip RP1 ermöglicht dem Raspberry Pi 5 eine enorme Verbesserung der Leistung und Funktionalität der Peripherie. Außerdem wurde viel Platz auf der Platine geschaffen, die nun 10 neue Komponenten im klassischen Formfaktor enthält.

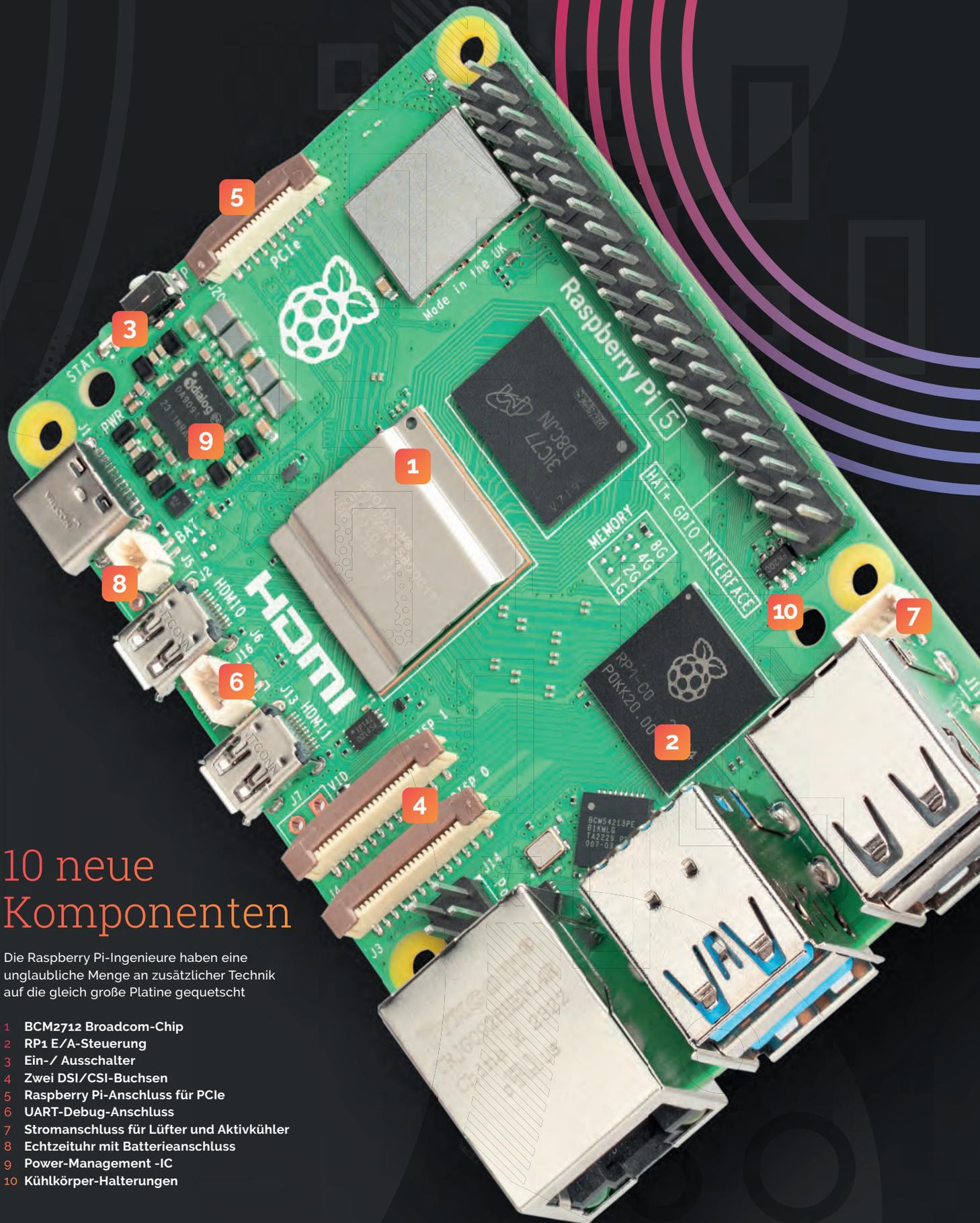
Der Raspberry Pi 5 ist immer noch der Einplatinencomputer, den wir kennen und lieben, aber sein Herzstück ist eine 2,4 GHz Quad-Core



Arm Cortex-A76 CPU, die den Raspberry Pi 5 zwei- bis dreimal so schnell macht wie sein Vorgänger. Zum Start sind zwei Modelle erhältlich: 4 GB und 8 GB. Beide mit SDRAM, der mit 4267 MHz läuft. Das Board hat die gleiche Größe und Abmessung, ist aber vollgepackt mit neuen Funktionen. Es hat einen Einschaltknopf neben der Status-LED, eine Echtzeituhr, einen Raspberry Pi-Anschluss für PCIe, um schnelle Peripheriedevices einschließlich NVMe-Laufwerke zu unterstützen (es gibt immer noch einen SD-Kartensteckplatz, der jetzt doppelt so schnell läuft wie zuvor); es gibt zwei 4-Lane-DSI/CSI-Anschlüsse, die entweder zwei Kameramodule, zwei Displays oder eines von beiden unterstützen. Er verfügt über zwei HDMI-Anschlüsse und kann nun zwei 4K-Displays mit jeweils 60 Bildern pro Sekunde ansteuern, im Vergleich zu 30 Bildern pro Sekunde beim Raspberry Pi 4. Es gibt sogar einen UART- und einen Lüfter-Anschluss, um den in einem neuen Gehäuse integrierten Lüfter mit Strom zu versorgen.

Der Raspberry Pi 5 wird Ende Oktober ausgeliefert, und Abonnenten des MagPi-Newsletters werden über seine Verfügbarkeit informiert.

Der Raspberry Pi 5 ist ein hervorragendes Upgrade für unseren Lieblings-Mikrocomputer. Das ist das Sprungbrett, auf dem wir schon seit Monaten herumspringen, und wir können es kaum erwarten, einzutauchen.



## 10 neue Komponenten

Die Raspberry Pi-Ingenieure haben eine unglaubliche Menge an zusätzlicher Technik auf die gleich große Platine gequetscht

- 1 BCM2712 Broadcom-Chip
- 2 RP1 E/A-Steuerung
- 3 Ein-/ Ausschalter
- 4 Zwei DSI/CSI-Buchsen
- 5 Raspberry Pi-Anschluss für PCIe
- 6 UART-Debug-Anschluss
- 7 Stromanschluss für Lüfter und Aktivkühler
- 8 Echtzeituhr mit Batterieanschluss
- 9 Power-Management -IC
- 10 Kühlkörper-Halterungen

# Lernen Sie den Raspberry Pi 5 kennen

Ihr ausführlicher Leitfaden für den neuen Raspberry Pi Mikrocomputer

## Spezifikationen

VideoCore VII-GPU

4 GB / 8 GB LPDDR4X SDRAM  
bei 4267MHz

microSD (unterstützt SDR104)

2 × Micro-HDMI-Anschlüsse  
(unterstützt bis zu 4Kp60)

2 × USB 3.0-Anschlüsse

2 × USB 2.0-Anschlüsse

2 × 4-Lane-Anschlüsse für Kamera-  
oder Display-Peripheriegeräte  
(separat erhältlich)

Gigabit-Ethernet-Anschluss

802.11b/g/n/ac drahtlos

Bluetooth 5.0

PoE-fähig  
(erfordert PoE HAT, separat erhältlich)

Raspberry Pi-Anschluss für PCIe  
(erfordert M.2 HAT, separat erhältlich)

Ein-/Ausschalter

Lüfteranschluss

UART-Anschluss

Echtzeituhr, mit Anschluss  
für Stützbatterie

5V/5A USB-C-Netzteil empfohlen,  
5V/3A Mindestanforderung  
(separat erhältlich)

### RAM

Hier haben wir  
8 GB LPDDR4  
in Form eines  
Micron-Chips



### PCIe

Ein neuer PCI-Express-  
Hochgeschwindigkeits-  
Erweiterungsbus befindet sich am  
Rand der Platine. Ein kommender  
Adapter wird es ermöglichen, ein M.2-  
Laufwerk direkt an den Raspberry Pi  
5 anzuschließen, ebenso wie andere  
benutzerdefinierte Geräte

### Stromversorgung

Der Renesas/Dialog DA9091 "Gilmour"  
Power-Management-Chip ist ein  
kundenspezifischer Chip, der die  
Stromversorgung der verschiedenen  
Komponenten sicherstellt

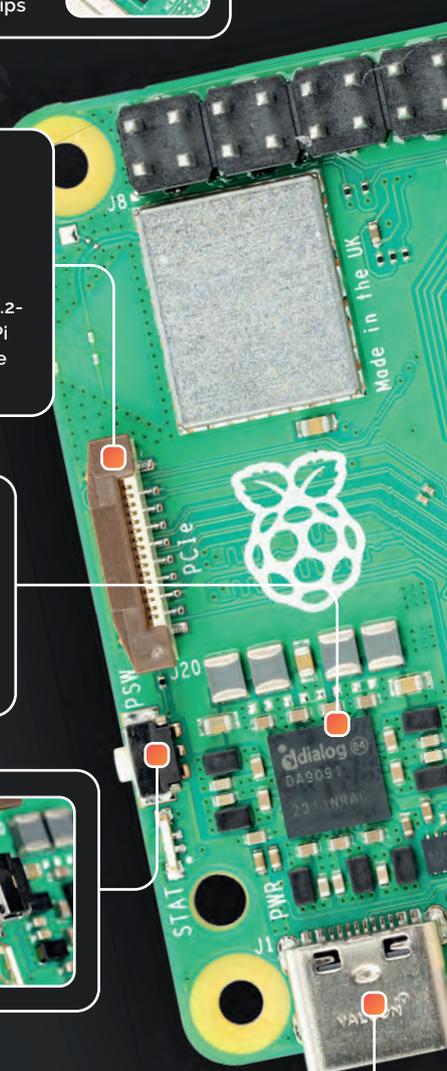
### Ein-/Ausschalter

Der Raspberry Pi 5 verfügt  
nun endlich über einen  
Ein-/Ausschalter, eine der  
am häufigsten geforderten  
Funktionen. Die Status-LED  
befindet sich daneben



### USB-C-Stromversorgung

Der Raspberry Pi 5 wird über ein externes  
USB-C-Netzteil mit Strom versorgt



**BCM2712-Chip**

Das silberne Herz des Raspberry Pi 5 ist die neue Broadcom BCM2712 SoC (System-on-Chip) Architektur. Es enthält eine ARM Cortex-A76 Quad-Core-CPU, die mit 2,4 GHz läuft, und eine neue VideoCore VII GPU, die OpenGL-ES 3.1 und Vulkan 1.2 unterstützt.

**Lüfteranschluss**

Ein neuer On-Board-Lüfteranschluss dient zur Stromversorgung des im Gehäuse eingebauten Lüfters und des Active Cooler- Aufsatzes

**Active Cooler**

Auf der Platine befinden sich zwei zusätzliche Löcher. Diese sind für die Montage des Active Cooler-Aufsatzes

**Raspberry Pi RP1**

Der neue Raspberry Pi RP1 Chip übernimmt den Großteil der Ein- und Ausgabe (I/O). Er ist über PCI Express mit dem BCM2712 verbunden.

**Zweimal 4Kp60 HDMI**

Es gibt zwei micro-HDMI-Anschlüsse; der Raspberry Pi 5 kann zwei Displays ansteuern, beide mit 4Kp60-Auflösung

**Doppeltes CSI/DSI**

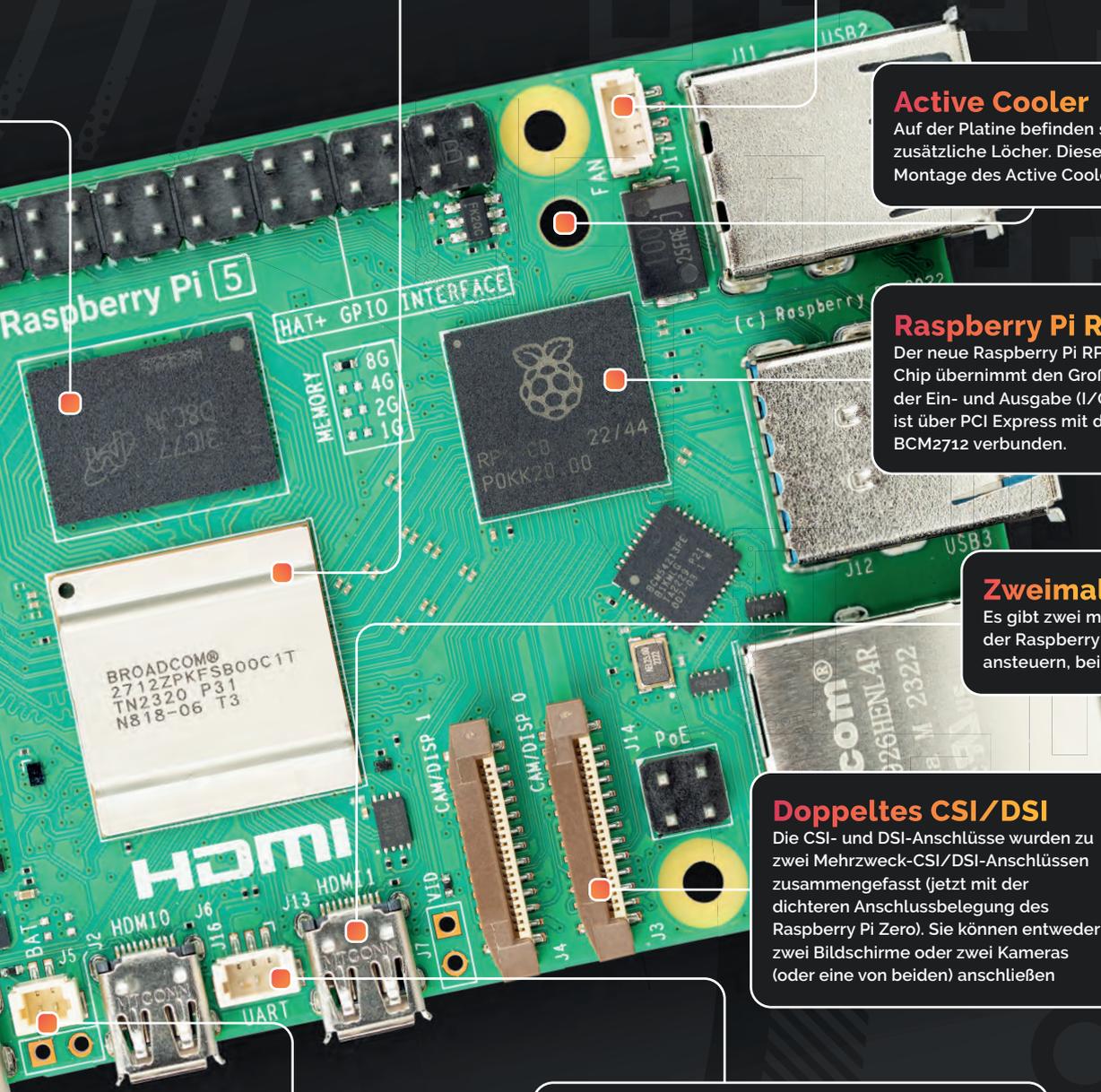
Die CSI- und DSI-Anschlüsse wurden zu zwei Mehrzweck-CSI/DSI-Anschlüssen zusammengefasst (jetzt mit der dichteren Anschlussbelegung des Raspberry Pi Zero). Sie können entweder zwei Bildschirme oder zwei Kameras (oder eine von beiden) anschließen

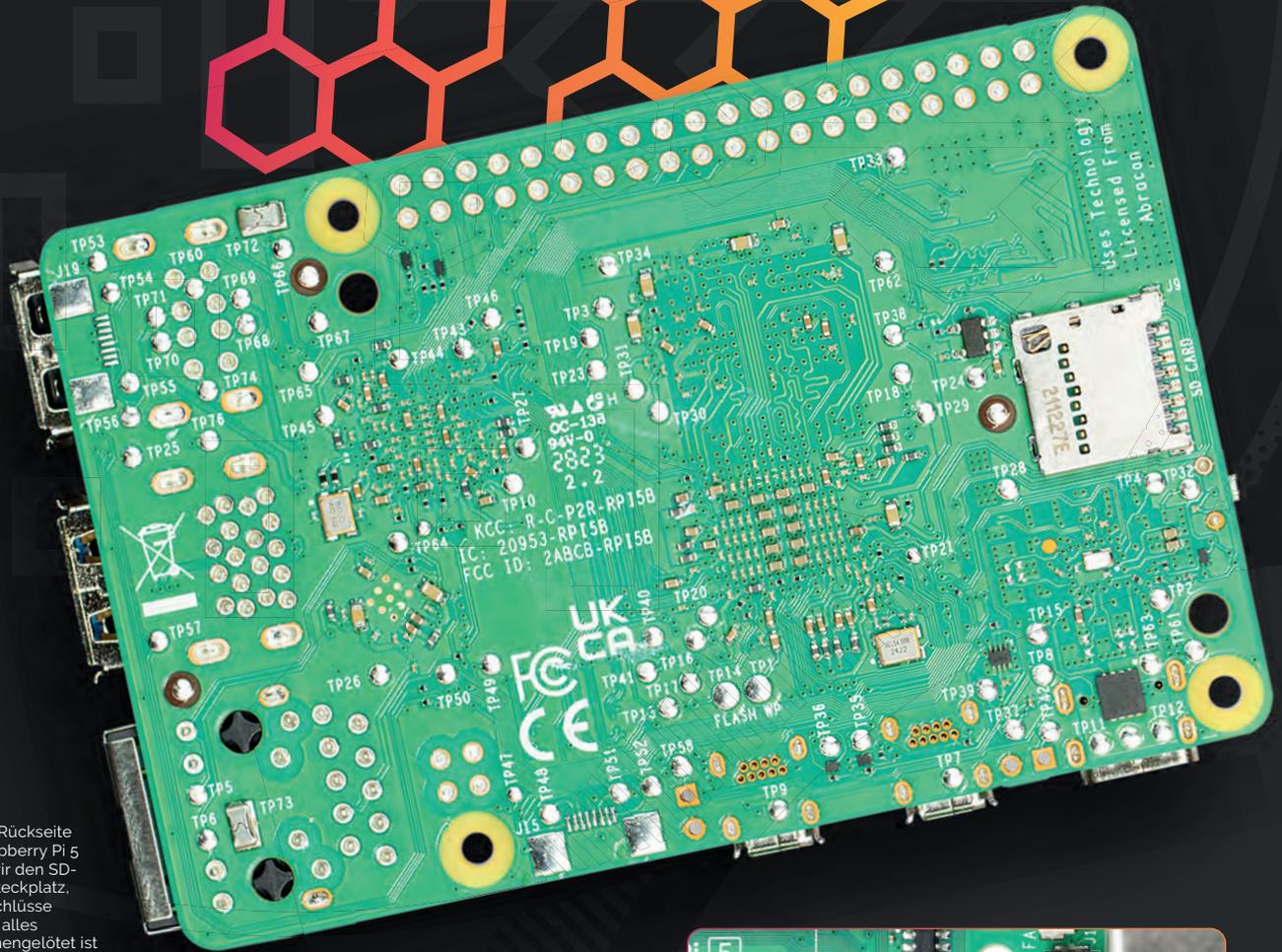
**UART**

Zwischen den micro-HDMI-Anschlüssen befindet sich ein neuer UART-Anschluss, der zur Steuerung des Raspberry Pi 5 im Headless-Modus verwendet werden kann

**RTC-BATTERIE**

An den Batterieanschluss kann eine Batterie (oder ein Superkondensator) angeschlossen werden, als Stützbatterie für die Echtzeituhr





► Auf der Rückseite des Raspberry Pi 5 sehen wir den SD-Kartensteckplatz, die Anschlüsse und wie alles zusammengelötet ist



## Batterie

Der Raspberry Pi 5 hat einen zweipoligen JST-Anschluss (Japan Solderless Terminal) mit der Bezeichnung BAT. Dieser wird verwendet, um eine Batterie (oder eine andere Stromquelle) an die neue Echtzeituhr (RTC) anzuschließen.



## Raspberry Pi RP1

Raspberry Pi entwickelt den RP1 schon seit langem. RP1 ist ein neuer Kommunikationschip. RP1 ist ein von Raspberry Pi entwickelter kundenspezifischer Chip, der die CPU mit den "langsameren" Komponenten auf dem Board verbindet (natürlich können diese langsamen Komponenten immer noch unglaublich schnell funktionieren).

Im Falle des Raspberry Pi 5 steuert RP1 die Ein- und Ausgänge (I/O) für die GPIO-Pins, USB-Ports, CSI/DSI-Ports und Ethernet. Es ist über einen 4-Lane-PCI-Express-Bus mit dem BCM2712 SoC verbunden. Die GPIO-Pins haben die gleiche Funktion und das gleiche Layout wie zuvor, sodass die meisten HATs und anderes Zubehör kompatibel sind.

# Entdecken Sie das neue Raspberry Pi OS

Auch ein neues Betriebssystem wird angekündigt: Raspberry Pi OS basierend auf Debian 'bookworm'



**JETZT  
DA**

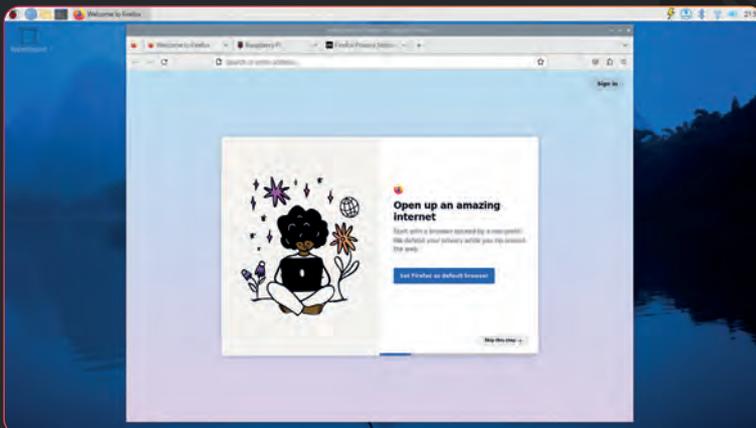
**A**uf dem Raspberry Pi 5 kann eine Vielzahl verschiedener Betriebssysteme ausgeführt werden, und dank des Geschwindigkeitszuwachses stehen Ihnen viele Linux- und andere ARM-basierte Betriebssysteme zur Auswahl.

Raspberry Pi OS ist nach wie vor unser bevorzugtes Betriebssystem. Es basiert auf Debian und ist ein Linux-Betriebssystem, das speziell für die Raspberry Pi-Hardware entwickelt wurde.

Mit Raspberry Pi OS haben Sie einfachen Zugriff auf Hardware-Funktionen wie die GPIO-Pins und das Kameramodul und können sicher sein, dass alles getestet wurde. Kurz vor dem Erscheinen des Raspberry Pi 5 wird eine neue Version von Raspberry Pi OS erscheinen, die auf Debian 'bookworm' basiert.

Raspberry Pi 4- und Raspberry Pi 5-Hardware, auf der Bookworm läuft, ersetzt den X11-basierten LXDE-Desktop durch ein Wayland-System mit Wayfire als Fenstermanager. Diese Software wird zum Zeichnen von Fenstern auf dem Bildschirm verwendet und ist in hohem Maße konfigurierbar. Raspberry Pi OS hat ein eleganteres Fenstersystem mit subtilen Animationen. Der Desktop-Hintergrund wird immer noch von pcmanfm gezeichnet, wurde aber modifiziert, um mit Wayland zu kommunizieren. Die Taskleiste sieht gleich aus, ist aber eine angepasste Version

▼ Firefox schließt sich Chrome als Webbrowser-Option an



von Wayfires wf-panel, das auch Portierungen der vorhandenen Plugins enthält.

Das Raspberry Pi OS (Bookworm) auf dem Raspberry Pi 5 ist fantastisch und bietet ein ähnliches Maß an interaktiver Geschwindigkeit wie ein Computer der Desktop-Klasse. Es verfügt über dieselben Funktionen und dasselbe Design wie zuvor, aber mit einer erheblich verbesserten Leistung und einem etwas eleganteren Design: Fenster werden mit einer sanften Animation ein- und ausgeblendet.

Es gibt auch neue Desktop-Images, aber der Gesamtstil entspricht den früheren Versionen von Raspberry Pi OS.

Außerdem gibt es einen neuen Network Manager (networkmanager.dev), der dhcpcd ersetzt. Network Manager entwickelt sich zum Standard-Netzwerkwerkzeug auf vielen Linux-Distributionen, während dhcpcd relativ ungebräuchlich war.

Pipewire wird jetzt anstelle von PulseAudio für die

Die Erfahrung mit Raspberry Pi OS (Bookworm) auf Raspberry Pi 5 ist fantastisch

Verarbeitung von Audio und Video verwendet. Dies wird von einigen Tools verwendet, um Dienste wie die Bildschirmfreigabe für Wayland bereitzustellen, und ist daher eine nützliche Technologie.

Schließlich kommt Firefox zu Google Chrome als Browseroption in der empfohlenen Installation von Raspberry Pi OS hinzu. Firefox ermöglicht die Synchronisierung von Browsern auf dem Raspberry Pi und anderen Betriebssystemen, eine Funktion, die bei Chrome fehlt.

# Raspberry Pi 5 Zubehör

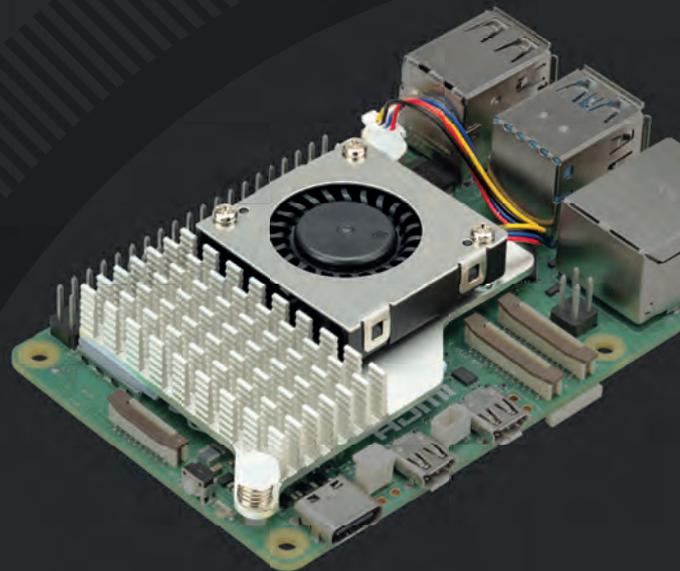
Das modulare Design bietet mehr Funktionen als je zuvor

## Raspberry Pi Gehäuse

Zusammen mit dem Raspberry Pi 5 kommt ein neues Gehäuse mit leistungsstarken neuen Funktionen.

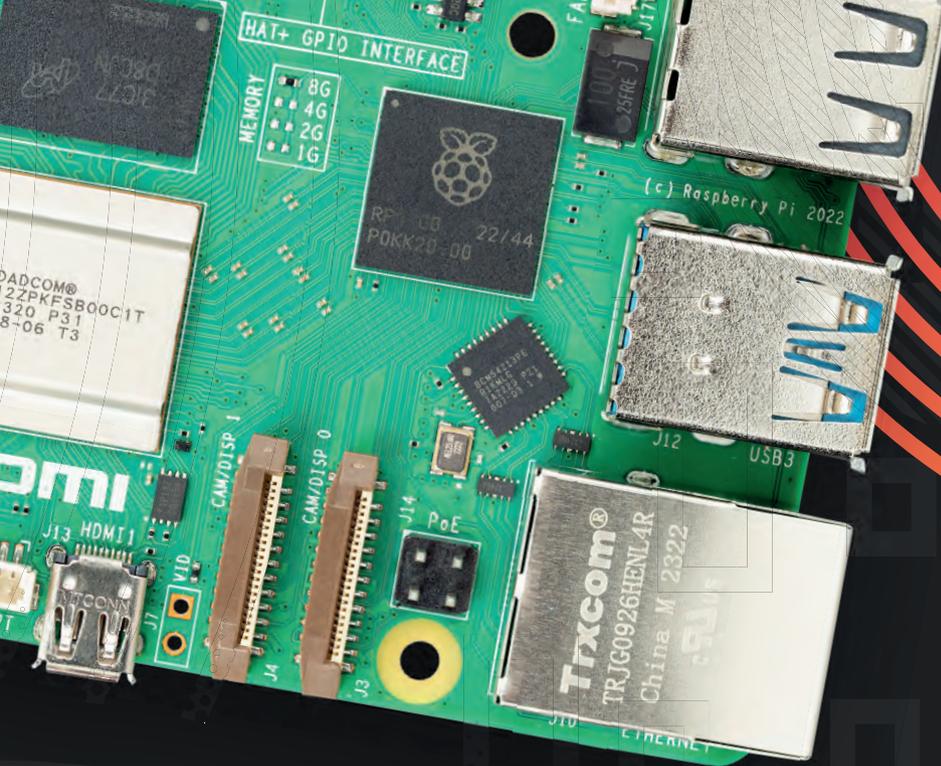
Das modulare Schema vom ursprünglichen Gehäuse in Weiß und Rot wurde beibehalten und enthält nun vier separate Fächer.

Es gibt einen roten Sockel, auf dem der Raspberry Pi 5 sitzt, mit einem weißen Rahmen in der Mitte. Neu an diesem Gehäuse ist eine durchsichtige Ablage mit einem Lüfter an Bord (der an den Lüfteranschluss neben dem Ethernet-Anschluss angeschlossen wird). Diese Ablage verfügt über einen Ausschnitt, der den Zugang zu den GPIO-Pins ermöglicht, und ein abschließender Deckel mit Luftschlitzen verschließt alles zu einem ordentlichen Gesamtpaket. Im Inneren des Gehäuses finden Sie außerdem einen Kühlkörper zur Befestigung am Hauptprozessor des Raspberry Pi 5, sowie vier Gummifüße zum Aufkleben.



## Aktiver Kühler

Es gibt auch eine alternative Kühllösung, den sogenannten Active-Cooler. Er sieht zwar aus wie ein Lüfter, ist aber ein extrudierter Kühlkörper mit Lamellen und einem Gebläse (ein Lüfter, der Luft von oben ansaugt und sie zur Seite lenkt). Er wird direkt an die Platine angeschlossen und mit Strom versorgt. Auf der Platine des Raspberry Pi 5 sind zwei zusätzliche Löcher zur Befestigung des Active-Cooler zu sehen, der mit Druckstiften verbunden ist.



## Raspberry Pi Stromversorgung

Der Raspberry Pi 5 benötigt ein USB-C-Netzteil mit 25 W (5 V/5 A), um den maximalen Strom für angeschlossene USB-Geräte zu unterstützen. Wenn nur Peripheriegeräte mit geringem Stromverbrauch wie Mäuse und Tastaturen angeschlossen sind, können Sie als Mindestanforderung weiterhin ein 5 V/3 A-Netzteil (15 W) verwenden. In unseren Tests haben wir das 15 W-Netzteil ohne den Active-Cooler oder das Raspberry Pi-Gehäuse ohne Probleme verwendet.

Um den Raspberry Pi 5 optimal mit Strom zu versorgen, sollten Sie in das neue Raspberry Pi-Netzteil investieren, das 25 W Strom über einen USB-C-Anschluss liefert. Die Eingangsspannung des Netzteils beträgt 100-240 V-50/60 Hz, die Ausgangsmodi sind:

- 5,1V/5A (25,5W)
- 9V/3A (27W)
- 12V/2,25A (27W)
- 15V/1,8A (27W)

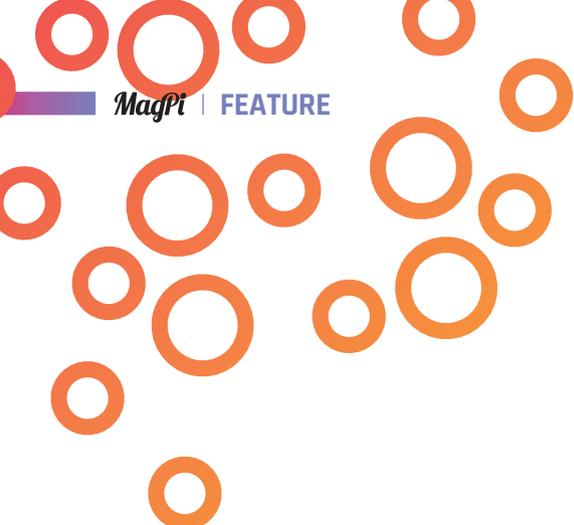


## PCI Express M.2-Adapter

Wir können exklusiv verraten, dass Raspberry Pi an einem PCI-Express-Adapter arbeitet, um M.2-Speicherlaufwerke direkt an Raspberry Pi 5 anzuschließen. Wir werden bald mehr Informationen dazu haben, da das L-förmige Design gerade fertiggestellt wird. In der Zwischenzeit sehen Sie hier ein Foto des Adapterkabels, das an den M.2 HAT angeschlossen wird. 



Hier einkaufen [www.elektor.de/five](http://www.elektor.de/five)

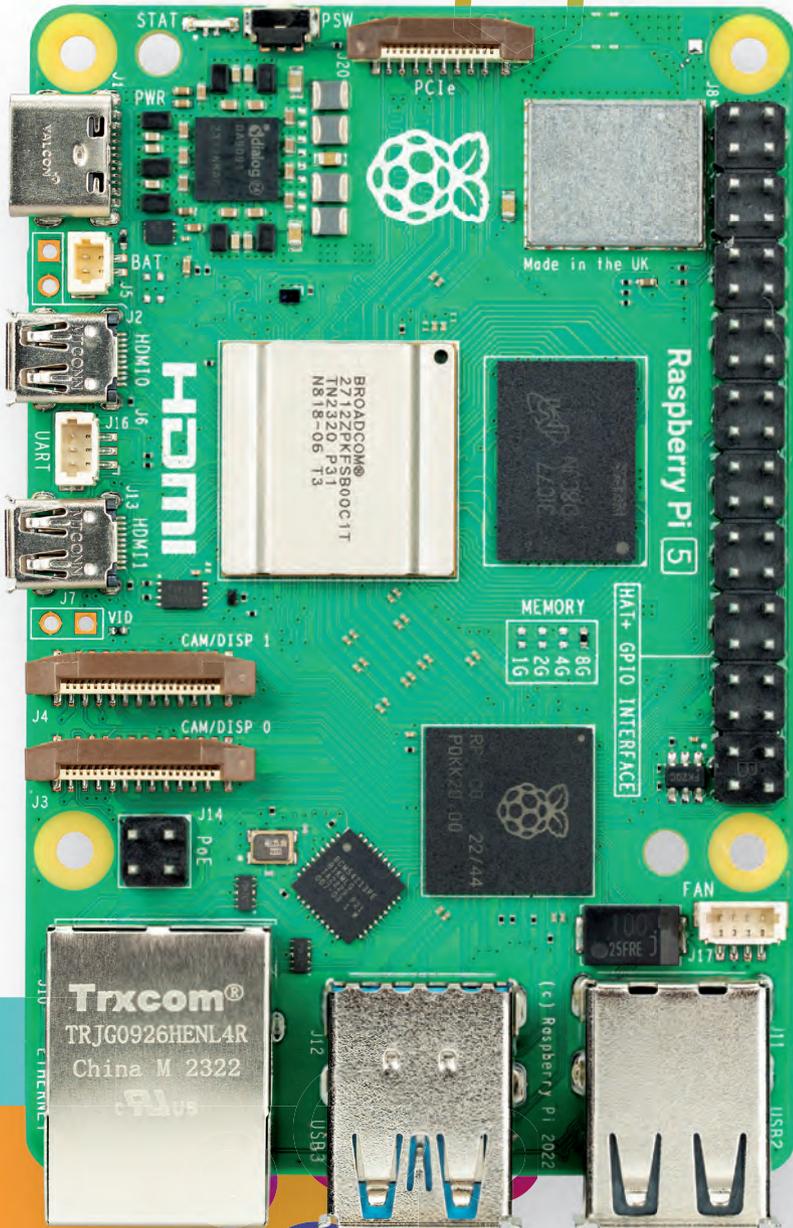


# Raspberry Pi 5 EINFÜHRUNGS- AKTION!

Jetzt ist er da! Hier sind einige Ideen für den neuesten und besten Raspberry Pi

**W**enn Sie dies lesen, wird der Raspberry Pi 5 auf dem Markt sein. Wir haben vier Jahre darauf gewartet und sind sehr gespannt darauf, ihn selbst einzusetzen und zu sehen, was sich andere Leute einfallen lassen. Das bringt uns zu der uralten Frage: Was wollen Sie mit Ihrem Raspberry Pi machen?

Wir haben einige Antworten für Sie, und zwar mit Blick auf die neuen Möglichkeiten des Raspberry Pi 5. Bringen Sie also Ihr Gehirn in Gang und machen Sie sich bereit, etwas zu machen.



# WO ERHÄTLICH?

Der beste Weg, einen Raspberry Pi 5 zu bekommen, ist über einen Raspberry Pi Approved Reseller. Besuchen Sie [elektor.com/five](http://elektor.com/five)





Eine vollständige Anleitung  
finden sie hier:

[magpi.cc/fileserver](https://magpi.cc/fileserver)

# Bauen Sie EINEN FILESERVER

Machen Sie ein besseres NAS mit den neuen Funktionen des Raspberry Pi 5

In **MagPi 43** ([magpi.de/magazin/2023/43](https://magpi.de/magazin/2023/43)) sprachen wir mit **Alasdair Allan**, dem Leiter der Dokumentationsabteilung, der sich über die Aussicht auf stromsparende NAS-Boxen freut, die den M.2 HAT für den Raspberry Pi 5 nutzen. Hier sind die Grundlagen für die Einrichtung einer solchen Box.

## 01 Softwareeinrichtung

Sie müssen Samba auf dem Raspberry Pi OS installieren. Das tun Sie mit:

```
sudo apt install samba samba-common-bin
```

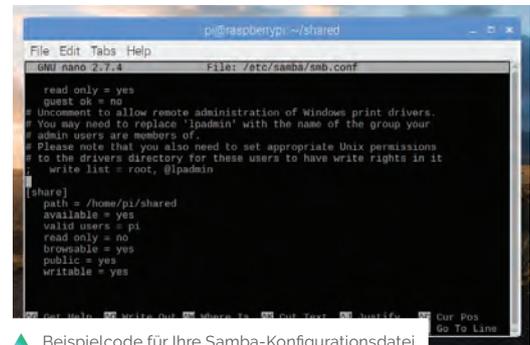
Wir möchten NTFS für das freigegebene Laufwerk verwenden, damit andere Betriebssysteme es problemlos nutzen können, also installieren wir es mit:

```
sudo apt install ntfs-3g
```

## 02 Speichereinrichtung

Normalerweise verwenden wir eine externe Festplatte, aber die Verwendung eines SSD-Laufwerks ist sehr ähnlich - schließen Sie es an, vergewissern Sie sich, dass es formatiert ist, und binden Sie es dann in das Raspberry Pi OS ein. Dies geschieht automatisch, wenn Sie die Festplatte nach dem Booten einstecken, aber um sie beim Booten automatisch einzubinden (es gibt einen Unterschied), müssen Sie die `fstab`-Datei mit `sudo nano /etc/fstab` bearbeiten und eine Zeile wie folgt hinzufügen:

```
/dev/sdb1 /mnt/location ntfs nls=utf8,umask-0222,uid-1000,gid-1000,rw 0 0
```



▲ Beispielcode für Ihre Samba-Konfigurationsdatei

## 03 Konfiguration

Die Magie der NAS-Box liegt in der Samba-Konfigurationsdatei - sie ist wie ein Zauberspruch, um den gemeinsamen Speicher für das Netzwerk zu öffnen. Hier ist ein Beispiel, und im Screenshot oben ist ein weiteres zu sehen, aber passen Sie es an Ihre eigenen Bedürfnisse an:

```
[share]
Comment = Network share
Path = /mnt/location
Browseable = yes
Writeable = yes
only guest = no
create mask = 0777
directory mask = 0777
Public = yes
Guest ok = yes
```

## RAID NAS

PJ Evans zeigt auf [magpi.cc/raidnas](https://magpi.cc/raidnas), wie man einen Home-File-Server mit Redundanzen einrichten kann.

▼ Eine M.2-SSD-Karte trägt dazu bei, den Strombedarf eines Fileservers zu senken



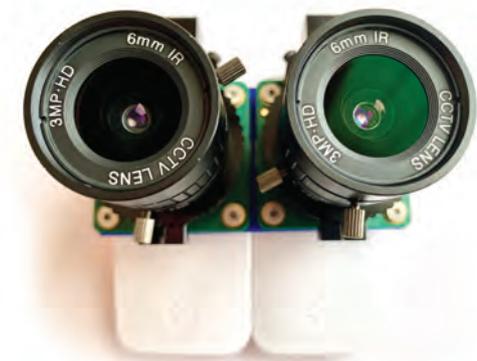
# 3D-Fotos & VIDEO

## Verleihen Sie Ihrer Fotografie und Videografie eine zusätzliche Dimension

**M**it der Möglichkeit, zwei Kameras an einen Raspberry Pi 5 anzuschließen, war es noch nie so einfach, 3D-Videos oder 3D-Fotos mit dem Raspberry Pi zu erstellen. Es kann etwas Zeit in Anspruch nehmen, um es richtig hinzubekommen, aber so können Sie anfangen.

### 01 VR oder Film

Es gibt zwei verschiedene Arten von 3D-Filmen - die Art, die man in Filmen sieht, mit zwei sich leicht überlappenden Rahmen, die 3D-Brillen selektiv anzeigen, um dem flachen Bild auf dem Bildschirm Tiefe zu verleihen, und die VR-Version, die entweder zwei deformierte Bilder hat, die ein Headset als Szene vor Ihnen in hoher Qualität darstellen kann, oder eine etwas weniger hochwertige 360°-Szene um Sie herum. Bei der letzteren werden zwei Kameras mit Weitwinkelobjektiven verwendet, die sich gegenüberstehen, während bei der ersteren zwei nach vorne gerichtete Kameras zum Einsatz kommen, was etwas einfacher sein kann. Da es heutzutage keine 3D-Fernseher mehr gibt, werden wir auch ein VR-Headset verwenden.



▲ Eine frühere Version der 3D-Fotografie mit Raspberry Pi

### 02 Timing

Der Trick, um die perfekte Aufnahme zu machen, ist das Timing der Kameras. In einem früheren Tutorial von PJ Evans hat er zwei Raspberry Pi Zero mit angeschlossenen Kameras verbunden und sie gleichzeitig Bilder aufnehmen lassen. Dies geschah mit intelligentem Python-Code, und hier können Sie sich ansehen, wie er es gemacht hat: [magpi.cc/make3dcam](https://magpi.cc/make3dcam).

### 03 Stitching

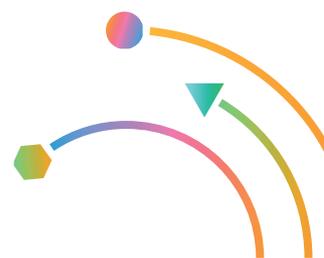
Sobald die Bilder oder Videos erstellt sind, müssen sie zusammengefügt werden. Bei Videos empfehlen wir, jedes einzelne Bild in einer Videobearbeitungssoftware anzuschauen, um sicherzustellen, dass sie richtig zusammenpassen. PJ hat in seinem Tutorial eine Methode entwickelt, mit der Bilder für 3D zusammengesetzt werden können (den Code finden Sie unter [magpi.cc/3dcameragit](https://magpi.cc/3dcameragit)). Sie können dies jedoch auch in Videobearbeitungsprogrammen wie Adobe Premiere tun.

## 3D-Video jetzt

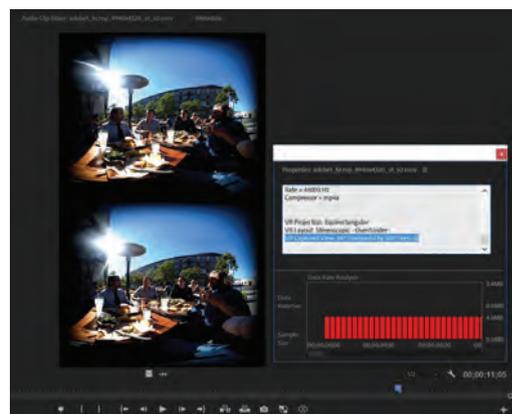
Die POPCAM ist ein 360-Grad-3D-Kamera-Kit, das den Raspberry Pi CM4 verwendet. Sie ist noch nicht ganz auf dem Markt, aber wir haben eine Vorabversion verwendet und es ist sehr gut. Wenn Sie sich die Bastelei sparen wollen, finden Sie weitere Informationen unter [magpi.cc/popcamera](https://magpi.cc/popcamera).



▲ VR- und 3D-Videos mit zwei Kameras und Raspberry Pi 5 erstellen



▼ Die gemeinsame Bearbeitung von Videos ist erforderlich



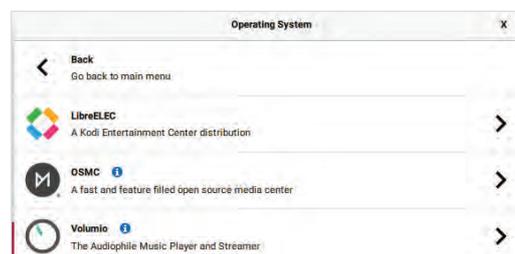
# Media CENTRE

## Ihre Medien, aber besser

**LibreELEC (in der einen oder anderen Form) und Kodi sind seit langem die Hauptstützen der Raspberry Pi-Medienzentren.** Mit der neuen VideoCore VII GPU auf dem Raspberry Pi 5 ist die Hardware-Dekodierung von H.264 zwar nicht mehr vorhanden, aber die Leistung der CPU ist mehr als gut genug, um sie abzuspielen, und sie ermöglicht jetzt auch 4K-H.265 und VC1-Hardware-Decodierung, die in vielen neueren Medien für Dateien und Audio in höherer Qualität verwendet wird.

Die Einrichtung von LibreELEC, unserer bevorzugten Methode zur Verwendung eines Media-Centers, ist denkbar einfach: Wählen Sie im Raspberry Pi Imager ([magpi.cc/imager](https://magpi.cc/imager)) bei der

Auswahl des Betriebssystems die Option "Media player OS" und wählen Sie im Menü LibreELEC aus. Die Einrichtung ist einfach. Weitere Informationen dazu finden Sie in unserem ultimativen Media-Player-Leitfaden: [magpi.cc/mediaplayer](https://magpi.cc/mediaplayer).



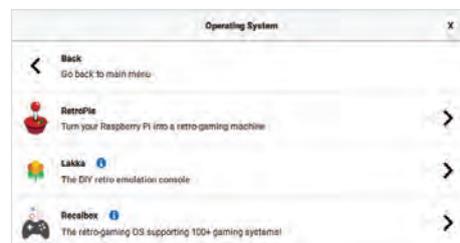
▲ Es gibt auch andere medienbasierte Betriebssysteme, die Sie mit dem Raspberry Pi verwenden können, einschließlich Audioserver

# Retro GAMING

## Emulieren Sie mehr Konsolen als je zuvor

**Mehr Leistung des Raspberry Pi bedeutet mehr Leistung, um die Konsolen von früher zu emulieren.** Wir haben bereits Berichte gesehen, dass der GameCube und sogar die Wii erfolgreich auf dem Raspberry Pi 5 emuliert wurden. Es kann jedoch sein, dass Sie nicht in der Lage sind, sie am ersten Tag des Raspberry Pi 5 zu 100 % zum Laufen zu bringen. Es wird aber wahrscheinlich nicht lange brauchen.

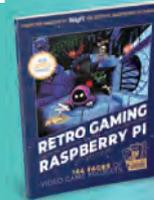
Wir verwenden für die Emulation gerne RetroPie, das als Installationsoption im Raspberry Pi Imager verfügbar ist - Sie finden es unter "Emulation and game OS". Die Einrichtung ist sehr einfach, obwohl Sie selbst Ihre Spiele beschaffen müssen. Unter [magpi.cc/legalroms](https://magpi.cc/legalroms) finden Sie eine Anleitung dazu.



▲ Je nach Ihren Anforderungen an die Emulation gibt es verschiedene Möglichkeiten

## Retro-Spiele mit Raspberry Pi

In diesem Buch finden Sie alles, was Sie brauchen, um Retro-Spielboxen zu gestalten oder sogar Ihre eigenen Spiele im Retro-Stil zu entwickeln. Greifen Sie zu unter [magpi.cc/retrogaming](https://magpi.cc/retrogaming).



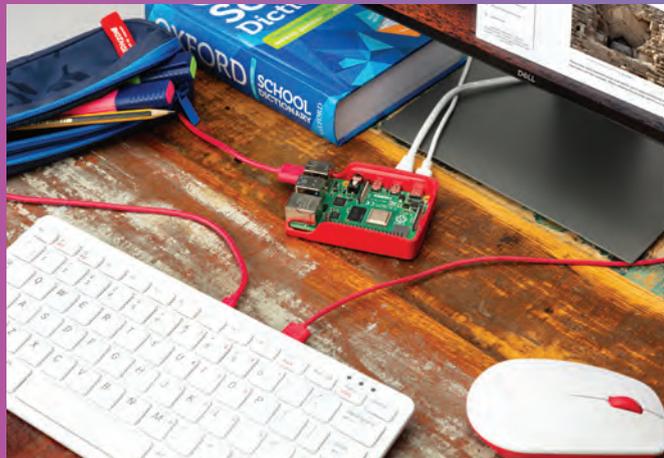
# Andere PROJEKTE

Noch nicht inspiriert? Hier sind ein paar weitere Projekte, die Ihnen gefallen könnten...

## Tragbarer Desktop-Computer

**D**er Raspberry Pi 4 ist ein guter Desktop-Computer - wir haben einen Raspberry Pi 4,00 bei vielen Gelegenheiten genau dafür verwendet - aber die zusätzliche Leistung des Raspberry Pi 5, zusammen mit dem neuen Raspberry Pi OS Bookworm, heben ihn auf ein neues Niveau.

Um es einzurichten, brauchen Sie nur einen Raspberry Pi 5, eine Maus, eine Tastatur und einen Monitor oder Fernseher, an den Sie es anschließen können. Wenn Sie die Vollversion von Raspberry Pi OS mit vorinstallierter empfohlener Software verwenden, haben Sie so ziemlich alles, was Sie brauchen, um mit der Arbeit zu beginnen, Kunst zu machen oder sich einfach nur mit YouTube zu entspannen.



## Andere Fotografie

**S**ie müssen mit dem Raspberry Pi 5 keine 3D-Fotos machen, normale Fotos funktionieren auch. Im Laufe der Jahre haben wir viele Kameraprojekte behandelt - von einfachen Fotos bis hin zu Zeitraffern, surrealen IR-Fotos, bewegungsempfindlichen Kameras und sogar Astrofotografie.

Sie können sogar zwei Kameras verwenden, ähnlich wie bei Smartphones - zwei verschiedene Objektive an zwei verschiedenen Kameras ermöglichen Makro- oder Weitwinkelaufnahmen neben normalen Fotos, je nach Situation. Dank besserer Verarbeitungsgeschwindigkeiten und dem kommenden M.2 HAT werden Sie auch viel mehr Fotos machen können.



## Cluster-Computing

**M**it der größeren Leistung des Raspberry

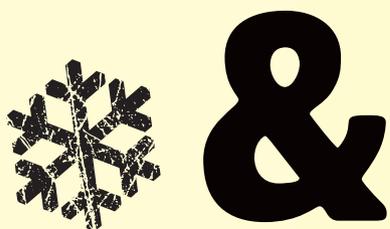
Pi 5 steigt auch die Fähigkeit, Zahlen zu verarbeiten. Ob

praktisch oder nicht, man kann eine Menge Raspberry Pi auf kleinem Raum unterbringen, und die Leute haben Kunstinstallationen sowie echte verteilte Rechenanlagen geschaffen. Es gibt Kits für frühere Raspberry Pi-Modelle, mit denen man sie in einem Cluster bringen kann, und wir haben in den sozialen Medien einige Leute gesehen, die darüber gesprochen haben, diese aufzurüsten - vielleicht können Sie ihnen zuvorkommen. [\[1\]](#)





# HITZE



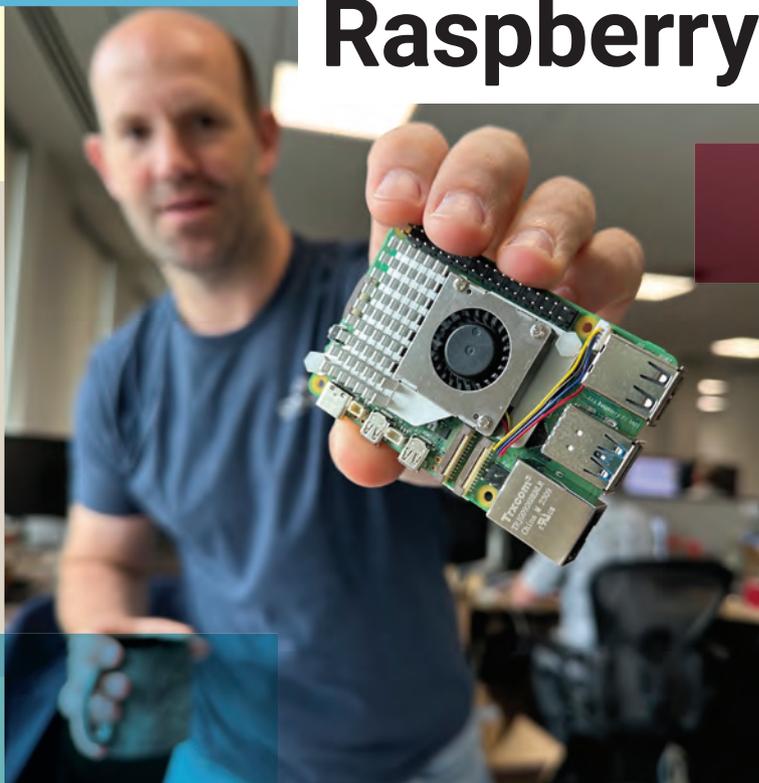
Mit der Veröffentlichung des Raspberry Pi 5 führen wir zwei neue offizielle Hardwarelösungen für die Kühlung ein.

# KÜHLUNG



## Raspberry Pi 5

VON ALASDAIR ALLAN

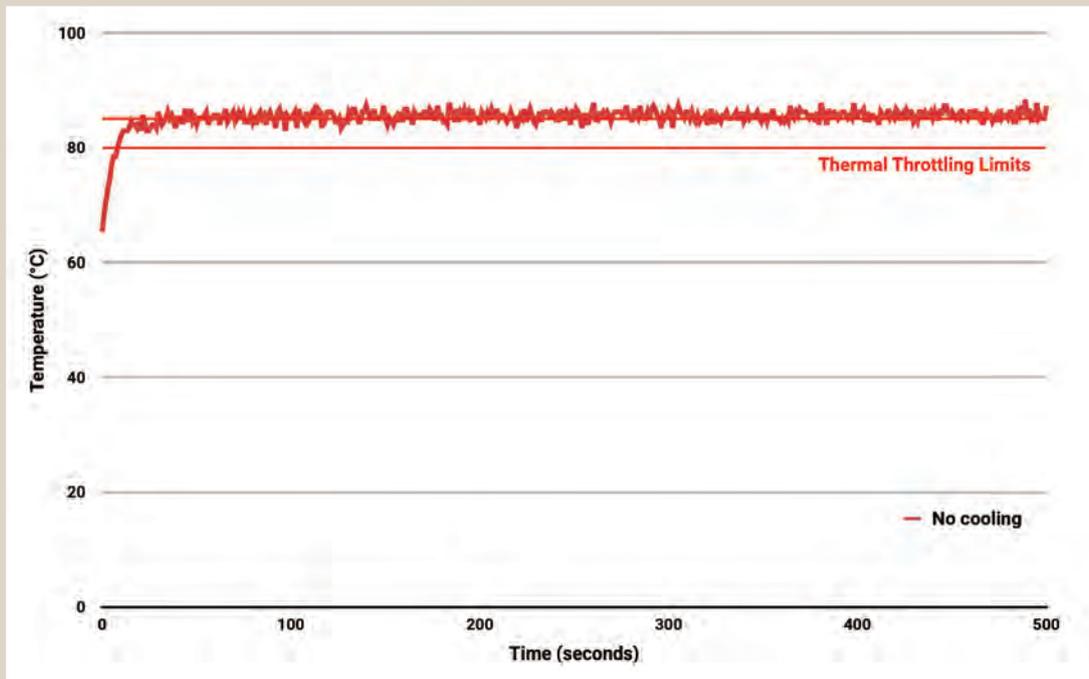


▲ Eben zeigt einen Prototyp des Active Cooler für Raspberry Pi 5.

**J**edes Mal, wenn ein neuer Raspberry Pi auf den Markt kommt, gibt es Fragen zur Hitzeontrolle des neuen Boards. Die Leute wollen wissen, ob es notwendig ist und wenn ja, was Sie machen müssen, um es umzusetzen.

Für den normalen Gebrauch Ihres Raspberry Pi ist eine zusätzliche Kühlung völlig optional. Die Leerlaufleistung eines Raspberry Pi 4 und eines Raspberry Pi 5 ist in etwa gleich. Bei typischer Belastung wird der Raspberry Pi 5 kühler laufen als ein ähnlich belasteter Raspberry Pi 4. Eine hohe Dauerbelastung bedeutet jedoch, dass das Board potenziell in die thermische Drosselung übergehen könnte. Die Drosselung erfolgt, weil es Software-Kontrollen gibt, die die CPU-Geschwindigkeit begrenzen, wenn es zu heiß wird. Aber selbst bei voller Drosselung wird ein Raspberry Pi 5 immer noch schneller als ein Raspberry Pi 4 sein.

Lassen wir aber die Fakten sprechen. Deshalb habe ich mir eine frühe Produktions-Hardware geschnappt und einige Tests durchgeführt, damit Sie sich ein Bild davon machen können, ob Sie Ihren Raspberry Pi 5 kühlen müssen.



◀ Temperatur des Prozessors in °C gegen die Zeit in Sekunden. Zum Zeitpunkt  $T=T_0$  wurde der Stresstest gestartet.

## WIE WIR DIE CPU-TEMPERATUR MESSEN

Der Befehl `vcgencmd` ist eine unglaublich nützliche Quelle für Informationen über die Vorgänge auf Ihrem Raspberry Pi. Die Python-Bindings ([magpi.cc/vcgencmd](http://magpi.cc/vcgencmd)) bieten eine Oberfläche für all diese Informationen. Damit können Sie so ziemlich alles, was überwacht werden muss, Software-technisch überwachen. Hier werden wir die Python-Bindings von `vcgencmd` verwenden, um die Temperatur zusammen mit der aktuellen CPU-Taktfrequenz sowie dem Status der Drosselung zu überwachen und in einer Datei zu protokollieren (siehe `measure_temp.py`).

Sobald das Skript in einem Terminalfenster läuft, können wir ein weiteres Fenster öffnen und einen Stresstest auf allen vier Kernen starten, um die CPU zu belasten. Dazu verwende ich das Kommandozeilentool `stress` ([magpi.cc/stress](http://magpi.cc/stress)), um alle vier CPU-Kerne einer hohen Arbeitslast auszusetzen.

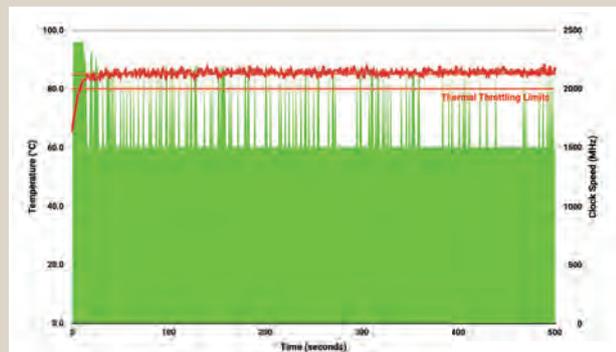
```
$ sudo apt install stress
$ stress --cpu 4
```

Um eine Überhitzung zu vermeiden, beginnen alle Raspberry-Pi-Boards, den Prozessor zu drosseln, wenn die Temperatur 80 °C erreicht. Wird eine maximale Temperatur von 85 °C erreicht, wird noch weiter gedrosselt.

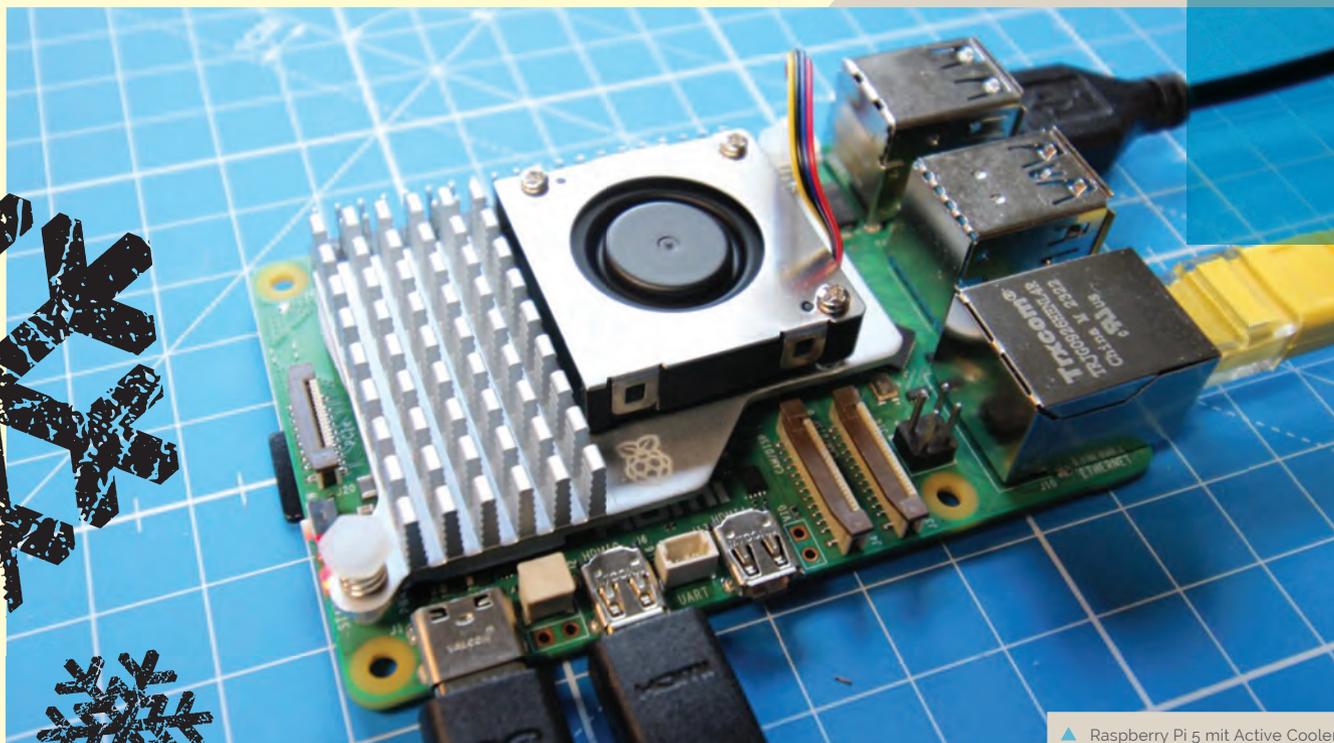
## KEINE KÜHLUNG

Als Erstes sollten Sie messen, was passiert, wenn Ihr Raspberry Pi 5 nicht gekühlt ist. Ohne jegliche Kühlung liegt die CPU-Leerlauftemperatur des Raspberry Pi 5 bei etwa 65 °C, wenn er auf dem Tisch im Freien steht.

Für den normalen Gebrauch ist eine zusätzliche Kühlung optional. Sehen Sie sich ein YouTube-Video an oder arbeiten mit dem Desktop, werden Sie die CPU nicht so stark belasten, wie wir es in diesem Test getan haben. Es überrascht jedoch nicht, dass bei der hohen Dauerbelastung, die wir der CPU ohne Kühlung auferlegen, die Höchsttemperatur auf knapp über 85 °C ansteigt und dann während des längeren Tests stabil bleibt. Das führt zu einer anhaltenden thermischen Drosselung, nachdem die vom Prozessor gemeldete Temperatur über die Drosselungsgrenzen gestiegen ist.



▶ Bei einem ungekühlten Raspberry Pi, der einem Stresstest unterzogen wird, wird die Taktfrequenz zeitweise gedrosselt, um eine konstante maximale Temperatur zu erhalten.



▲ Raspberry Pi 5 mit Active Cooler.

## EINBAU DER AKTIVEN KÜHLUNG

Dann habe ich den gleichen Test mit aktiver Kühlung unter Verwendung des neuen Active Cooler durchgeführt. Danach mit dem Active Cooler, aber ohne Lüfter. Beide Tests wurden durchgeführt, während der Raspberry Pi im Freien auf dem Labortisch stand.

Die aktive Kühlung ist ein einteiliger Kühlkörper aus eloxiertem Aluminium mit einem integrierten Ventilator. Er verfügt über vorgefertigte Wärmeleit-Pads für die Wärmeübertragung und wird via Push-Pins mit Federn direkt auf dem Raspberry Pi 5 Board befestigt. Er wird aktiv von der Firmware des Raspberry Pi gesteuert. Bei 60 °C wird der Lüfter eingeschaltet, bei 67,5 °C wird die Lüftergeschwindigkeit erhöht

und bei 75 °C wird der Lüfter schließlich auf volle Geschwindigkeit gebracht. Fällt die Temperatur wieder unter diese Grenzwerte, schaltet sich der Lüfter automatisch ab.

Dank des passiven Kühlkörpers erreichen wir mit dem Active Cooler eine viel niedrigere Leerlauftemperatur von etwa 45 °C. Bei ausgedehnten Tests unter Last dreht der Lüfter des Kühlers bei niedriger Geschwindigkeit hoch, um die CPU-Temperatur bei 60 °C zu stabilisieren, wobei während der Tests Höchsttemperaturen von 62 bis 63 °C erreicht wurden.

Während des Belastungstests wurden Geräuschpegel zwischen 35 und 40 dB gemessen, wenn der Lüfter in Betrieb war. Das ist ungefähr so viel Lärm, wie Sie beim Umblättern eines Buches verursachen. Während des ausgedehnten Stresstests musste der Lüfter eigentlich nie mit voller Geschwindigkeit laufen, um die Temperatur des Raspberry Pi zu kontrollieren.

Entfernen Sie den Lüfter und verlassen sich ausschließlich auf die passive Kühlung durch den Aluminium-Kühlkörper, sind die Temperaturen im Leerlauf ähnlich. Unter längerer Last erreicht die CPU-Temperatur schließlich den Punkt bei etwa  $T_0 + 200$  Sekunden, an dem die thermische Drosselung einsetzt.

Stecken Sie das Kabel wieder ein, dreht der Lüfter sofort auf volle Geschwindigkeit. Ohne Last wird die CPU innerhalb von weiteren 300 Sekunden auf eine Leerlauftemperatur von ca. 45 °C abgekühlt und der Lüfter dreht wieder auf niedrigere Geschwindigkeiten, sobald die Temperatur auf den Normalwert fällt.

▼ Temperatur des Prozessors in °C gegen die Zeit in Sekunden. Zum Zeitpunkt T-To wurde der Stresstest gestartet

