

CT NERD-HAUSHALT

Haushaltshelfer für Computerfreaks

Basteleien mit Raspi & Co.

Gegen Schimmel: Taupunktlüftungsanlage für Keller
Selbstgebaute Überwachungskamera ohne Cloud, mit KI

Smart-Home-Zentralen

Vergleich: Bosch, Homematic IP und Shelly
Günstig & flexibel: Home Assistant für Einsteiger

Für alle ohne grünen Daumen

Smarter gießen mit Pflanzensensoren
Rasenmäh-Roboter: Trends und neue Modelle

Mehr Zeit zum Zocken

Kaffee- und Kochautomaten, Grill-Stationen, Saug-Roboter & Co.:
Wie moderne Haushaltshelfer Zeit sparen und Arbeit erleichtern



€ 14,90
CH CHF 27,90
AT € 16,40
LUX € 17,10



21. Oktober

Sicher online bezahlen

Angriffe erkennen,
zielführend reagieren
und Verluste vermeiden

ct
WEBINAR



Jetzt informieren:

heise-academy.de/webinare/sicher-online-bezahlen

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

Immer mehr Haushaltshelferchen tragen das „Smart“ im Namen nicht nur als leeres Werbeversprechen, sondern punkten mit realen Zusatzfunktionen. Doch manch anderer Nutzen entsteht erst im Zusammenspiel der Komponenten. Und das bleibt kompliziert: Damit ein „Smart Home“ funktioniert, müssen derzeit vor allem die Nutzer „smart“ sein.

Dieses c't-Sonderheft hilft Ihnen sowohl bei der Auswahl einzelner smarter Helfer als auch beim Aufbau eines facettenreichen Smart Home. Wir haben für Sie rund zwei Dutzend Artikel kuratiert und aktualisiert, die in den vergangenen Monaten im c't-Magazin und auf heise+ erschienen sind.

Der erste Teil dreht sich um Küche und Haushalt: Wir testen, was zwei Kochhelfer (Thermomix und Bosch Cookit), ein smarter Grill und ein Kaffeevollautomat mit App leisten. Rezepte-Apps helfen dabei, Ihr individuelles Kochbuch aus beliebigen Quellen zusammenzustellen. Smarte Türschlösser öffnen Ihnen nicht nur automatisch die Wohnung, sondern Sie können auch für Gäste temporäre Codes vergeben oder verlorenen Schlüsseln entgegenwirken. Elektrische Luftentfeuchter sollen Schimmel verhindern, und automatische Pflanzensensoren unterstützen Gießmuffel mit schwarzem Daumen.

Im zweiten Teil lassen wir Roboter fahren: Staubsaugerroboter aller Klassen halten die Wohnung sauber, heben sich über Türschwellen, zwängen sich in Ecken und reinigen sich danach selbst. Gartenbesitzer finden im ausführlichen Guide zu Rasenmärobotern, wie es um den Igelschutz und die Navigation ohne Begrenzungsdrähte steht.

Der dritte Teil dreht sich um Smart-Home-Zentralen: Wer mehrere Sensoren, Geräte und weitere Helferlein miteinander reden lassen möchte, kommt nicht um ein komplexes System herum. Der erste Artikel hilft bei der Entscheidung zwischen Bosch, Homematic IP und Shelly. Ins mächtige Home Assistant führt der nächste Artikel ein. Zudem geben wir Hilfe zu KNX, zu Zigbee2MQTT und diskutieren, was der mit vielen Hoffnungen erwartete Verbindungsstandard Matter verbessert.

Der vierte Teil des Sonderhefts zeigt, wie Sie selbst Hand anlegen können: Projekte für den Bastelrechner Raspberry Pi fürs Smart Home, darunter eine Taupunktentlüftungsanlage. Oder Sie lernen, wie Sie MQTT, Node-Red, Influx und Grafana zusammen spielen lassen.

Viel Freude beim Lesen!



Jörg Wirtgen

Inhalt

KÜCHE & WOHNUNG

Smarte Helferlein versprechen einen direkten Nutzen und wollen Sie mit ihren Spezialfunktionen unterstützen. Wir haben getestet, ob sie das Kochen, Grillen, Kaffeebereiten, Türöffnen, Luftentfeuchten oder Pflanzenpflegen wirklich entscheidend vereinfachen.

- 6 Smarte Helfer fürs Kochen und Grillen
- 8 Kochmaschine Thermomix TM7 im Test
- 12 Kochmaschine Bosch Cookit
- 16 Smarter Grill von Grillfürst im Test
- 20 Kaffeevollautomat EQ900 im Test
- 22 Persönliche Rezepte-Apps
- 32 8 Smart Locks im Test
- 44 Smart gegen Schimmel: Luftentfeuchter
- 50 Smarter gießen mit Pflanzensensoren

SAUGROBOTER

Schon länger wuseln Staubsaugerroboter durch die Zimmer und Rasenmäherroboter über die Wiese. Mit den Tricks der neuesten Generation helfen sie Ihnen noch besser beim Saugen, Wischen und Mähen oder übernehmen diese Aufgaben sogar ganz.

- 60 Roboter mit Mopp-Arm und Heißwäsche
- 64 Saugroboter mit Handsauger im Test
- 68 Saugroboter mit Wasseranschluss
- 72 Saugroboter mit Liftfunktion
- 78 Rasenroboter: Trends und neue Modelle

HOME ASSISTANT, MATTER & CO.

Einzelne Geräte – schön und gut. Aber so richtig smart wird das ganze Haus erst, wenn beispielsweise Temperatur-, Bewegungs- oder Lichtsensoren helfen, Heizung, Jalousien und Beleuchtung zu steuern. Das und mehr geht nur mit einer Smart-Home-Zentrale.

- 84 Smart-Home-Systeme für Einsteiger
- 98 Smart Home
- 106 Zigbee2MQTT: Praxis & Marktübersicht
- 116 KNX in Theorie und Praxis
- 124 KNX selbst programmieren
- 132 „Überstandard“ Matter fürs Smart Home

PRAXIS UND BASTELN

Smart Home und die Lust auf Basteln und Programmieren: Das passt prima zusammen. So lassen sich mit dem Bastelrechner Raspberry Pi vielseitige Projekte umsetzen. Reizvoll ist es auch, in der Datenflut Ihrer Sensoren selbst nach nützlichen Informationen zu suchen.

- 142 Wie Raspis das Smart Home bereichern
- 144 Taupunktlüftungsanlage fürs Haus
- 146 Homematic auf dem Raspberry Pi 4
- 154 Überwachungskamera ohne Cloud, mit KI
- 162 Homebridge: HomeKit ohne Apple
- 164 Daten sammeln, verteilen & visualisieren

ZUM HEFT

- 3 Editorial
- 161 Impressum
- 170 Vorschau: c't Digital souverän



Smarte Technik fürs Kochen und Grillen

In vielen Küchen haben smarte Küchengeräte ihren festen Platz auf der Arbeitsplatte. Doch was genau kann man eigentlich von einer smarten Kochhilfe erwarten und welche Wünsche erfüllen die Geräte schon heute?

Von **Sven Hansen**



Bild: KU, Collage: ct

Smarte Technik fürs Kochen und Grillen	6
Smart kochen mit dem Thermomix TM7	8
Boschs Kochmaschine Cookit im Test	12
Grillfürst Independence im Test	16
Kaffeevollautomat Siemens EQ900 plus	20
Apps für persönliche Rezeptsammlungen	22
Smarte Türschlösser für Haus und Wohnung	32
Smart gegen Schimmel: Luftentfeuchter	44
Smarter gießen mit Pflanzensensoren	50

Möchte man sich und die Familie gesund ernähren, gehört dazu nach wie vor die Zubereitung der Speisen mit frischen Zutaten. Denn auch wenn die Regale der Supermärkte voll mit Convenience-Produkten stehen, hat man nur dann die Kontrolle über Inhaltsstoffe, Kalorien und Geschmack, wenn man den Kochprozess im Griff hat. Doch gerade im Alltag dürfte der wichtigste Faktor des kleinen Kücheneinmaleins die Zeit sein.

Hier springen smarte Küchenhelfer in die Bresche, indem sie den Weg zum perfekten Dinner oder Lunch deutlich verkürzen. Schon bei der Ideenfindung können sie helfen, mit Kochplänen stützen, beim Einkaufen assistieren und wie im Falle der getesteten Kochautomaten Thermomix TM7 (ab Seite 8) oder Bosch Cookit (ab Seite 12) Schritt für Schritt durch den gesamten Zubereitungsprozess führen.

Andere Hersteller wie Grillfürst mit dem smarten Grill Independence (ab Seite 16) belegen eher eine Nische: Den Gasgrill wird man werktags kaum zum Mittagessen anwerfen. Aber auch beim gepflegten Barbecue mit Freunden kann smarte Technik helfen, das Grillergebnis zu verbessern und dem Grillmeister dabei noch deutlich mehr Zeit am gemeinsamen Esstisch zu verschaffen.

Dazu schauen wir uns noch andere smarte Küchenhelfer an: den Kaffeevollautomaten Siemens EQ900 pro (ab Seite 20) zum Beispiel, der Spezialitäten auf Zuruf zubereitet und per App Kaffeebestellungen als Playlist, besser gesagt „Brewlist“ aufnehmen kann. Doch was ist eigentlich smart?

Individualisierbarkeit

One size fits all? Nicht in der smarten Küche: Ess- und Trinkgewohnheiten unterscheiden sich sowohl regional als auch von Mensch zu Mensch. So sehen die Basisrezepte des Thermomix in jedem Land vollkommen anders aus. Unterschiedliche Ansprüche an die Nahrung lassen sich bis aufs Individuum herunterbrechen. Wirklich smarte Küchenhelfer werden diesen Ansprüchen gerecht, weil sie wegen präziser Steuerungsmöglichkeit das Kochergebnis beliebig anpassen und reproduzieren können. Hat das Gemüse aus dem Dünstaufsatz zu wenig Biss, reduziert man die Garzeit beim nächsten Mal um zwei Minuten.

Der Kaffeevollautomat EQ900 arbeitet mit den Komponenten Wasser, Milch und Bohnen. Jedes der voreingestellten Kaffeerezepte lässt sich bezüglich Temperatur, Mahlgrad, Mischverhältnis Milch/Kaffee und Menge variieren und als Favorit abspeichern. Der Cappuccino schmeckt dann so wie gewünscht.

Gleiches gilt für die Kochautomaten oder den smarten Grill: Die empfindliche Sensorik der Maschinen erlaubt in Kombination mit den präzisen Steuerungsmöglichkeiten der Software die bestmögliche Kontrolle des Zubereitungsprozesses.

Dabei bleibt die Zubereitung von Lebensmitteln ein äußerst komplexes Unterfangen. Schon bei der vermeintlich trivialen Aufgabe des Skalierens von Rezepten stößt man hier an Grenzen. Wenn man im Kochautomat 200 Gramm Äpfel in 7 Sekunden auf Stufe 5 perfekt zerkleinert, sehen 400 Gramm nach 14 Sekunden vollkommen anders aus. Rezepte sind nicht einfach skalierbar. Hier kommen selbst die smarten Kochmaschinen an ihre Grenzen.

Konnektivität

Smarte Küchenhelfer sind vernetzt. Nur so lassen sie sich per App oder Sprachsteuerung nutzen und nur so können sie die nötigen Updates erhalten. Denn Ansprüche und Geschmäcker ändern sich. Den Coldbrew-Trend aus den USA bekam der EQ900 pro erst nachträglich durch ein entsprechendes Update beigebracht. Und auch die großen Kochmaschinen Thermomix und Cookit leben von ständig aktualisierten Rezepten und einer Community, die Rezepte erfindet, erweitert und bewertet.

Die Geräte von Bosch/Siemens gehen beim Thema Konnektivität noch einen Schritt weiter: Sie lassen sich mit der hauseigenen Home-Connect-App ins Smart Home einbinden. Damit kann man etwa den Kaffee auf Zuruf via Alexa brühen lassen oder den Vorgang in eine aufwendige Aufwachroutine integrieren. Gleiches funktioniert mit dem smarten Gasgrill von Grillfürst, er lässt sich zum Steuern von anderen Gerätschaften im Haus nutzen. Beispielsweise kann man beim Erreichen des gewünschten Garpunktes automatisch die Gartenbeleuchtung blinken lassen, damit garantiert nichts anbrennt.

Smarte Geräte sollen auch helfen, mit Ressourcen schonend umzugehen, indem sie nur die Mengen zubereiten, die man isst. Die Zutaten nutzen, die man hat. Die Zeit aufwenden, die es benötigt. Die knappe Ressource Zeit dürfte der Hauptkaufgrund für die Kochmaschinen von Bosch und Vorwerk sein.

Am Ende bleibt das Kochen und Grillen, was es schon immer war: ein sinnliches Erlebnis, das im besten Fall auf das gemeinsame Essen im Kreis von Freunden und Familie hinführt. Die smarte Technik kann helfen, dieses Ziel deutlich entspannter zu erreichen.

(sha) **ct**

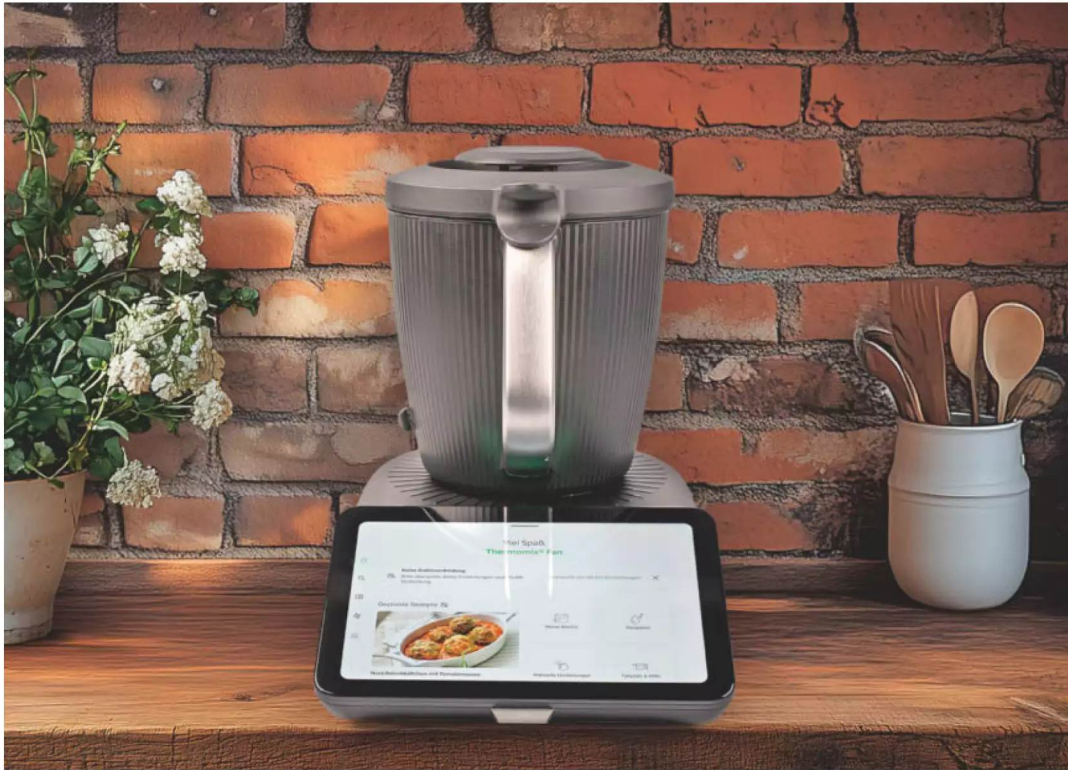


Bild: Foto + KI Collage c't

Smart kochen mit dem Thermomix TM7

Mit der „Gelinggarantie“ brachte der Thermomix 5 vor eine Dekade das smarte Kochen in die Küche. Der TM7 kommt mit komplett neuer Optik, unter der Haube bleibt aber vieles gleich.

Von **Sven Hansen**

Was ist smart am Thermomix? Die Testköche bei Vorwerk haben jedes offizielle Rezept mit der beworbenen Gelinggarantie bis zum Umfallen vorgekocht. Dabei geht es ihnen nicht um Wissenschaft, sondern es gilt: Probieren geht

über Studieren. Nur, weil jedes der offiziellen Rezepte für jeden Markt angepasst und zimal in der Testküche optimiert wurde, kommen die Kunden am Ende zum erwünschten Ziel – wenn sie sich denn penibel an die Vorgaben halten.

An diesem Grundprinzip des smarten Kochens hat sich seit der Einführung des TM5 nichts geändert. Beim 1550 Euro teuren TM7 hat Vorwerk aber die Hardware umgekrempelt: Statt in einer Halteschale steht der Mixtopf nun auf einer Fläche. Arretiert wird er im Betrieb nicht mehr über Haltehebel am Deckel, sondern ausschließlich über die Verankerung am Boden. Das schafft mehr Raum, auch für Erweiterungsfantasien.

Losgelegt

Im Karton liegen Basiseinheit, Mixtopf, Korbinsatz, Deckel, Messer, Schlagaufsatz, Spachtel und der Varoma-Aufsatz zum Dünsten von Speisen. Wer schon einen Thermomix hatte, wird alles wiederkennen. Die größte Überarbeitung erfuhr der Mixtopf, der nun zweiwandig ausgeführt ist. Der innere Edelstahlteil lässt sich entnehmen. Vorteil: schickere Optik und mehr Platz in der Spülmaschine. Nachteil: mehr Einzelteile, mechanische Verschleißteile und vor allem mehr Gewicht.

Im Kern steckt hinter diesem Designwechsel eine funktionale Notwendigkeit. Denn freistehend auf der Plattform braucht der Mixtopf den festen Halt am Boden und zugleich eine unsichtbare Mechanik, die den Deckel im Betrieb arretiert. Allein dieser Um-

stand macht das mehrschalige Zwiebel-Design erforderlich.

Schon bei der Ersteinrichtung profitiert man vom komfortablen Multitouch-Display in Tablet-Größe. Bei 10 Zoll Diagonale ist genug Platz, alle Informationen ansprechend illustriert rüberzubringen oder für Texteingaben eine vernünftige Tastatur einzublenden. So schnell wie ein Tablet ist das System jedoch nicht. Der Bootvorgang dauert schon 30 Sekunden, für die Netzwerkverbindung und die Synchronisierung mit der Cloud kommen noch einmal 15 Sekunden drauf. Die Schwuppdizität entspricht der eines betagteren Infotainmentsystems.

Anpassungen

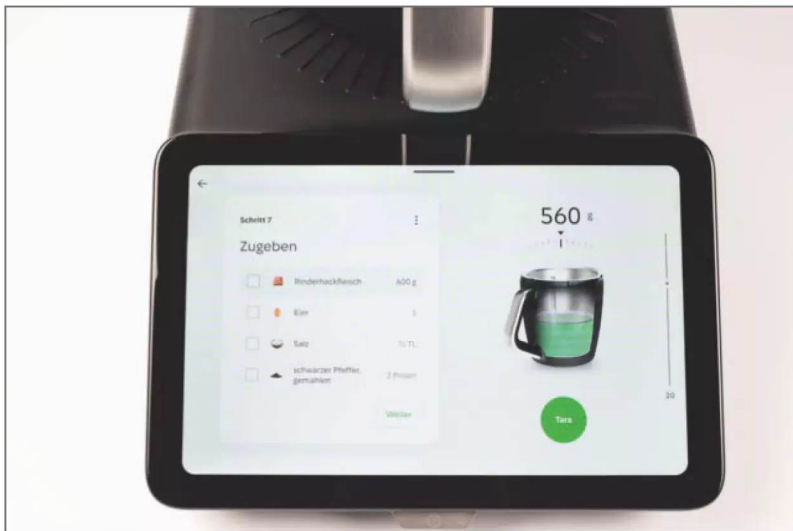
Die Startoberfläche lässt sich in drei Variationen nutzen, Vorwerk hat zwei Zielpersonen im Fokus: den Kochneuling, der nach Inspiration sucht und sich Schritt für Schritt leiten lassen möchte, und den Profi, der möglichst schnellen Zugriff auf die Funktionen der Küchenmaschine haben möchte. Beide bekommen einen auf sie zugeschnittenen Startbildschirm offeriert, Unentschlossene wählen den Mittelweg mit Split-Screen-Darstellung.

Wer vollen Zugriff auf die Onlinedatenbank mit Rezepten und die Cookido-Community haben will, muss 60 Euro fürs Jahresabo zahlen. Vorwerk hat die Preise im vergangenen Jahr deutlich erhöht. Man erhält Zugriff auf rund 100.000 Rezepte und kann Funktionen wie den Wochenplaner, Einkaufslisten oder spezielle Suchfilter nutzen. Neu hinzugekommen ist eine Kooperation mit dem Onlinesupermarkt Picnic, der wie alle Lieferdienste dort nicht verfügbar ist, wo man ihn am dringendsten braucht – auf dem platten Land. Wer im Einzugsbereich wohnt, kann sich die Zutaten des Rezepts automatisch liefern lassen.

Kocherfahrung

Erster Eindruck: Beim Kochen mit dem TM7 ist man noch weiter vom Kochgeschehen entfernt als bei den vorigen Modellen. Dort blieb immerhin ein fünf Zentimeter großes Einfüllloch im Mixtopfdeckel, um den Kochfortschritt rudimentär im Auge zu behalten. Beim TM7 ist auch diese letzte Blickachse blockiert, wahrscheinlich auch aus Sicherheitsgründen.

Der Vorgänger erlaubte es noch, im Betrieb mit dem Sicherheitsspachtel im Topfinneren zu werkeln. Zu groß war wahrscheinlich die Versuchung, hier auch mal mit dem Kochlöffel nachzuhelfen. Der TM7



Der TM7 nutzt das 10-Zoll-Display, um bei Schritt-für-Schritt-Anleitungen Zutatenlisten einzublenden und den Füllstand des Mixtopfs zu visualisieren.



Der LED-Streifen in der Basis beleuchtet den Mixtopf des TM7 beim Kochen und zeigt die Temperatur an.

macht nach oben dicht. Will man den Fortschritt ins Auge nehmen, heißt es: anhalten, Deckel auf, Deckel zu, weitermachen. Wenn es auf Sekunden ankommt – wie beim Aufschlagen von Sahne – ist das nervig und man greift zum traditionellen Küchenmixer.

Einzige Ausnahme ist der neue Modus Anbraten ohne Deckel. Er hilft etwa beim Dünsten von Zwiebeln, denn von glasig über goldbraun bis rabenschwarz ist es nur ein kurzer Weg. Alle übrigen Kochaufgaben erledigt der TM7 gewohnt souverän. Suppen, Aufstriche, mehrschichtige Gerichte mit Varoma-Dünstung sind seine große Stärke. Der Dünstaufsatz ist gegenüber dem Vorgängermodell noch einmal ein wenig gewachsen.

Auch beim schrittweisen Kochen profitiert man vom großen Bildschirm. Zutaten lassen sich einzeln abhaken. Der Multitouch ist unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit. Das ist besonders wichtig, da der Start-/Drehknopf der Vorgängermodelle verschwunden ist. Die Waage funktioniert zuverlässig. Lediglich die Restlaufzeit des jeweiligen Kochschritts dürfte prä-

Thermomix TM7

Kochautomat	
Hersteller, URL	Vorwerk, vorwerk.de
Gewicht	8,6 kg (Grundgerät mit Topf)
Maße	6 cm × 41 cm × 34 cm (Grundgerät mit Topf)
Preis	1550 €

senter eingeblendet sein, dann würde ein Blick aus der Ferne genügen.

Ein paarmal gingen wir auf Abstand, weil das Gerät trotz seines Gewichts von 8,6 Kilogramm nicht die erwartete Standfestigkeit aufwies. Ist das Gargut im Mixtopf ungleich verteilt, kommt es kurzzeitig zu einer Unwucht und der ganze TM7 gerät in Wallung. Ein Blick unter das Gerät liefert eine mögliche Erklärung: Drei Standfüße verhindern zwar ein Kippen unabhängig von der jeweiligen Oberfläche, vermindern allerdings die Standfestigkeit. Zudem ist der hintere Fuß nicht gummiert, sondern ein Gleiter, damit man das Gerät anwinkeln und über die Arbeitsfläche ziehen kann. Ein Gyrosensor zum Erkennen von Unwuchten ist nicht verbaut.

Beim genaueren Blick fällt ein weiteres Detail ins Auge: der für eine Küchenmaschine hochwertige Lautsprecher. Bisher sorgt er nur dafür, dass die früher nervigen Alarmtöne nach dem Ende jedes Kochschritts nun als angenehme Rhythmuschleife daherkommen, zu der man gerne durch die Küche tänzelt. Die Klangqualität würde ausreichen, um die Kochmaschine auch als Internetradio zu verwenden.

In den unteren Drehzahlbereichen bis Stufe 5 von 10 profitiert man vom deutlich leiseren Motor des TM7, auf niedrigster Stufe ist er kaum hörbar (22 dB(A)). Der Abstand zum Vorgänger schrumpft, je dichter man an die maximale Geschwindigkeit von rund 11.000 Umdrehungen kommt. Beim Schroten von Korn kommt der Lärm aus dem Mixtopf hinzu. Mit 97 dB(A) dröhnte der TM7 im Messlabor. Zwar etwas leiser als einst der TM5 mit 103 dB(A). In beiden Fällen sollte man einen Gehörschutz tragen.

Das mitgelieferte Zubehör ist dürftig, das Ökosystem von Drittanbietern rund um den Thermomix gedeiht umso üppiger. Das Gerücht, nach denen Vorwerk Kunststoffteile mit Chips versieht, um Produkte von Drittanbietern zu blockieren, ließ sich im Test nicht bestätigen. Mit den Worten von Wundermix, einem der größten Anbieter von Thermomixzubehör: „Nach unserem aktuellen Kenntnisstand gibt

es beim TM7 keine Erkennung oder Einschränkung für Zubehör von Drittanbietern.“

Fazit

Wie beim iPhone ist der neue Thermomix der beste Thermomix, den es je gab. Viel besser als sein Vorgänger ist er allerdings nicht. Er sieht vor allem viel besser aus und bei Displays gilt ohnehin die Regel: the bigger, the better. Auf dem 10-Zoll-Brett kann man die Aufgaben erledigen, für die es früher die Cookido-App auf dem Tablet brauchte. Profiköche werden wahrscheinlich den Restbestand an TM6 bei eBay aufkaufen, denn die Übersichtlichkeit des Wochenplaners interessiert sie wenig und sie werden den mechanischen Knopf vermissen.

Viel wichtiger ist die Frage, wie Vorwerk die neue Plattform-Architektur in Zukunft bespielen wird. Ein Blender-Aufsatz, der Dreilitertopf mit zwei Griffen und ein Wasserkocher dürften schon im Entwicklungslabor stehen. Die Gerätebasis liefert Strom und eine Schnittstelle zur Kommunikation mit dem Aufsatz dürfte auch etabliert sein. So kann man prinzipiell jedes Küchengerät als Hardware-Erweiterung günstig produzieren und nach einem Softwareupdate als Thermomix-Ergänzung verkaufen. Und auch über eine Sprachsteuerung und „irgendwas mit KI“ wurde während der ersten Präsentation heftig gemunkelt. Die Thermomix-Story geht weiter. (sha) **ct**



Plattform für künftige Ideen: Die Basis des TM7 ist Träger für künftige Aufsätze. Hier ließen sich Blender, XXL-Topf, Airfryer oder anderes Zubehör einfach aufsetzen.

DIY Energiewende!



NEU im
heise shop!



[shop.heise.de/
ct-photovoltaik25](https://shop.heise.de/ct-photovoltaik25)



Jetzt
loslegen!



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**



Bild: Foto + KI Collage c't

Boschs Kochmaschine Cookit im Test

Auch wenn der Cookit von Bosch nicht mehr ganz taufersch ist, wollten wir den alten und neuen Thermomixrivalen einmal genauer unter die Lupe nehmen.

Von **Sven Hansen**

Beim Auspacken des 1400 Euro teuren Cookit fällt auf: Viel Zubehör liegt im Karton. Statt eines Mixmessers wie im Thermomix ist ein Universaladapter verbaut, auf dem sich sowohl Messer als auch ein Knethaken, der Multimixer und ein Reibwerk aufsetzen lassen. Letzteres kennt man von klassischen Küchenmaschinen oder als Schnitzelwerk-Zubehör des Handmixers Krups 3 Mix. Eine Hobel- oder Reibescheibe rotiert mit hoher Geschwindigkeit unter dem Spezialdeckel mit Füllstutzen und Stopfhilfe. Als Kind durfte

man hier ganze Gurken verschwinden lassen oder eine Schüssel Kartoffeln im Handumdrehen zu Pufferteig zermetzeln.

Im Innern kommt klassische Antriebstechnik zum Einsatz. Ein Bürstenmotor mit 600 Watt liefert über einen Zahnriemen die nötige Kraft auf die Antriebswelle. Die Heizleistung beträgt 1700 Watt. Der TM7 liegt mit 500 Watt Motorleistung (1000 Watt Heizleistung) zwar nominal unter dem Cookit, hat mit seinem Synchronmotor jedoch deutlich fortschrittlichere Motortechnik unter der Haube. Dafür sorgen

beim Cookit gleich vier Saugfüße für sicheren Halt, mit denen man ihn beispielsweise auf einem Ceranfeld unverrückbar festpappen kann.

Der Cookit ist in Schwarz oder Weiß erhältlich und wirkt hochwertig verarbeitet. Er bringt rund 9 Kilogramm auf die Waage. Ganze 3,6 Kilogramm davon wiegt der Mixtopf (max. 3 Liter) mit Deckel. Letzterer hat ein Scharnier, das einfach eingehängt wird. Man kann und muss den Deckel abnehmen, wenn man mit dem Topf in der Küche hantiert. Zwei Griffe sind dabei besonders praktisch, gerade wenn der Mixtopf bis zum Anschlag gefüllt ist.

Aber halt! Zwei Griffe, zwei Hände, da fehlt doch was? Tatsächlich braucht man in der Praxis oft noch eine Hand, um den Topf auszuschaben, und so hält man das schwere Ding oft nur an einem Henkel, während der andere elegant auf der Hüfte ruht. Zum Glück gibt es nicht jeden Tag Gulasch. Damit ist schon der schwerwiegendste Unterschied zum Thermomix benannt: Der Cookit hat zwar mehr Volumen fürs Gargut, ist aber deutlich schwerer im Handling.

Und dann liegt da auch noch ein Buch im Karton! Ein einfaches gedrucktes Kochbuch wie dereinst beim TM5. Beim Bosch ist es eher eine Mischung aus Kochbuch und Gebrauchsanleitung. Die schicken Bilder vom fertigen Essen machen Lust aufs Nach-

kochen, die Rezepte sind mit QR-Code verlinkt und lassen sich direkt auf den Cookit laden. Ansonsten gibt es allerlei Tipps zum Umgang mit dem Gerät im Speziellen und einige Basics zur Lebensmittelzubereitung im Allgemeinen.

Startvorbereitung

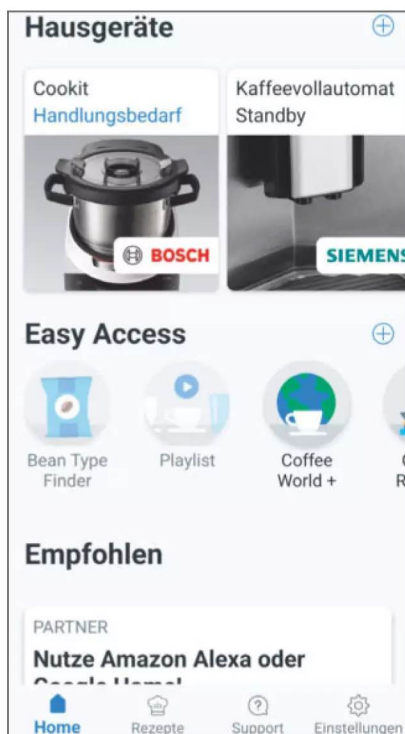
Und da ist man schon mitten in der App, in diesem Fall der Home-Connect-App. Die ist für alle smarten Geräte der Bosch-Siemens-Gruppe gemacht, von denen der Cookit eines unter vielen ist. Der Bereich „Rezepte“ hat es immerhin in die Hauptnavigation der Smart-Home-App geschafft. Er dürfte der häufigste Anlaufpunkt für Kochinteressierte sein. Hier finden sich rund 2500 Rezepte für die Kochmaschine. Ein Abo ist nicht erforderlich.

Einige lassen sich skalieren, wobei Bosch sorgfältig zwischen „automatisch umgerechneten“ und „geprüften“ Gerichten unterscheidet. Wurden sie nur umgerechnet, muss man den Kochfortschritt deutlich genauer im Blick behalten.

Man kann Rezepte nach Zutaten durchsuchen, kuratierte Rezeptsammlungen durchstöbern oder ein Rezeptbuch mit Favoriten anlegen. Im Bereich „Mein Rezept“ lassen sich sogar eigene Schritt-für-

Das Display des Cookit ist deutlich kleiner als beim TM7. Das fällt im Alltag nicht so sehr ins Gewicht wie die wenig flüssig animierte Bedienoberfläche.





In der Home-Connect-App von Bosch / Siemens ist der Cookit nur eines von vielen möglichen Geräten.

Schritt-Anleitungen anlegen. Man kann also seine persönlichen Rezepte „cookitisieren“. Hierzu muss man das eigene Rezept in Abschnitte zerlegen, erläuternde Anweisungen schreiben und die richtigen Werkzeuge und Zeitvorgaben wählen. Das ist mühsam, immerhin lassen sich alle Kochschritte auch im Nachhinein optimieren: Temperaturen verschieben, Mixzeiten korrigieren oder die Gardauer anpassen. Nützlich ist auch der Bereich „Zero Waste“,

in dem man den Inhalt seines Kühlschranks eingeben kann, um passende Kochempfehlungen zu erhalten. Letztere Funktion findet sich auch bei Vorwerks Cookidoo-Portal.

Losgekocht

Einmal eingeschaltet, ins WLAN gehängt, Firmware-update installiert, App-Verbindung hergestellt, schon ist man startklar. Über das knackig scharfe 5-Zoll-Display mit Multitouch hat man Gerätefunktionen im Griff oder greift auf Rezepte zu. Die Bedienung ist gelegentlich etwas hakelig. Hier merkt man, dass der Cookit schon ein paar Jährchen länger am Markt ist. Alternativ wählt man Rezepte mit der App aus und überträgt sie ans Gerät.

Schon weil der Cookit so viele unterschiedliche Kochwerkzeuge mitbringt, ist das Essen aus der Bosch-Kochmaschine variantenreicher als bei der Konkurrenz. Es macht für den Gaumen schon einen Unterschied, ob Kartoffeln gerieben, in Scheiben geschnitten oder zu Stampf zerschlagen werden. Billige Mixmaschinen erstellen durch das Aufspalten der Stärkeketten mit dem Messer sogar eine Art Kleistermasse.

Ein Kartoffelgratin mit Schnittlauch ist im Cookit flott gemacht. Das Schnitzelwerk verwandelt das Gemüse in zwei Minuten in hauchdünne Scheiben. Fluffige Cremes gelingen mit dem Doppelquirl; mit dem optionalen Crusher-Messer lässt sich gefrorenes Obst zerkleinern und zu Desserts verarbeiten.

Beim Thema Anbraten schlägt die Stunde des Bosch-Kochers. 200 Grad heiß lässt sich der Geräteboden erwärmen. Das sind zwar „nur“ 30 Grad mehr als beim TM7, die machen aber einen deutlichen Unterschied: Röstaromen. Der Topfboden bietet zudem deutlich mehr Kontaktfläche. Beim scharfen Anbraten in der Edelstahlpfanne kann man zwar deutlich höhere Temperaturen erreichen, aber in vielen Fällen sind 200 Grad genug.

Dabei kommt es darauf an, was genau man anbrät. Für angeröstete Zwiebeln reicht es allemal, bei unserem Testgulasch allerdings kühlte das Gargut den Topf zu stark ab, der Heizer konnte nicht genug gegenhalten und das Fleisch gab Feuchtigkeit ab, statt durch den Bratvorgang zu versiegeln. Gulasch wird ohnehin mürbe gekocht, aber die gewünschten Brataromen entstehen nicht, solange alles nur im eigenen Sud kocht.

Die Reste vom Feste: viele schmutzige Küchenmaschinenteile. Wohl dem, der eine Spülmaschine hat. Als praktisch erweist sich hier die Trennung

Bosch Cookit

Kochautomat

Hersteller, URL	Bosch, bosch-home.com
Gewicht	9,6 kg (Grundgerät mit Topf)
Maße	31 cm × 34 cm × 46 cm (Grundgerät mit Topf)
Preis	1400 €

Praktisches Detail: Statt festem Messer steckt im Topfboden des Cookit ein Universaladapter, auf den die unterschiedlichen Werkzeuge aufgesetzt werden können.



von Antriebswelle und Werkzeug. Letzteres wirft man in die Spülmaschine, die Welle ist schnell im Handwaschbecken abgebürstet. Sie überlebt auch einen Spülmaschinengang, da hier allerdings Lager und Dichtgummis verbaut sind, sorgt die Handwäsche für ein längeres Leben. Als Ersatzteil kostet sie 78 Euro.

Fazit

Viel Raum zum Kochen, Röstaromen, private Schritt-für-Schritt-Rezepte, keine Abo-Kosten: Der Cookit wird auch weiterhin sein Publikum finden und muss sich gerade in puncto Preis-Leistungs-Verhältnis vor

dem Thermomix TM7 nicht verstecken. Für Freunde der Rezeptautomatik und Gelegenheitskocher bietet er bessere Ausstattung und ist dabei noch günstiger. In der Profiküche wird man ihn hingegen kaum antreffen. Hierfür ist er mit seinem Riemenantrieb nicht robust genug und auch der zwar große, aber schwere Mixtopf stört.

Das Problem mit der fehlenden dritten Hand ist nicht auflösbar, Bosch hat es aber zumindest erkannt. Für 35 Euro gibt es den Cookit „Lifter“, einen Ständer mit Klappmechanismus, auf dem man den Topf einklinken kann. Danach lässt er sich bequem mit einer Hand kippen und die andere steht fürs Kochen bereit. (sha) **ct**





Jetzt absichern!

Vorsicht ist besser als Nachsicht!

Gleich reinschauen




shop.heise.de/ct-securityeinstieg24



Bild: Foto + KI Collage c't

Grillfürst Independence im Test

Die wirklichen Küchenschlachten werden vor dem Gasgrill im Garten ausgetragen. Feinstes Steak – innen rosa, außen Muster – soll gleichzeitig mit zwölf Nürnbergern und dem veganen Backkäse auf den Tisch kommen. Ein smarter Grill kann helfen, im nachbarlichen Wettbewerb zu bestehen.

Von **Sven Hansen**

Der Gasgrill Independence von Grillfürst ist üppig ausgestattet. Der 60 Zentimeter breite Hauptgrill wird von fünf Brennern unter soliden Flammenschutzblechen aus 1,3 mm dickem Edelstahl befeuert (max. 13 kW Heizleistung). Ein Heck-

brenner mit zusätzlichen 2,9 kW kann Grillgut am Spieß zusätzlich einheizen. Zwei seitliche Infrarotzonen (6,6 kW) dienen als Sizzle-Zone, auf der man Steaks mit 800 Grad scharf anbraten kann, bevor sie in den Hauptgrill wandern. Die Energie bezieht der

Independence aus einer handelsüblichen LPG-Flasche (bis 11 kg), die in der Basis verstaut wird.

Unauffällig in der rechten Ablagefläche befindet sich der smarte Teil des Independence: ein wettergeschütztes Touch-Display mit 11 Zentimetern Diagonale. Hinten herausgeführt sind vier Anschlüsse für Grillthermometer und auch im Grillraum steckt ein Temperatursensor. In der Gerätebasis ruht eine Waage, auf der man die Gasflasche platziert. So lässt sich der Füllstand jederzeit an der Haupteinheit oder über die App abrufen.

Aufbau

Vor dem ersten Steak geht es an den Aufbau. Wer als Kind Freude an den Metallbaukästen von Märklin hatte, kommt voll auf seine Kosten. Hier muss man den Kopf in die Anleitung stecken und Metallteile verschrauben, als ob es kein morgen gäbe. Für die „Hochzeit“ von Basis und Haupteinheit sollte man unbedingt zu zweit sein. Rund 80 Kilogramm bringt der Independence auf die Waage, zuzüglich der Gasflasche in der Basis.

Die Anleitung lässt wenige Fragen offen, nur bei der Installation der biegsamen Flexschläuche für die Gasverteilung wird einem mulmig. Für den Versand sind sie platzsparend verbogen. Wie stark man sie wohin für die Installation zurückbiegen kann, ist einem beim ersten Mal nicht klar. Grillfürst will künftig mit zusätzlichen Installationsvideos unterstützen – eine gute Idee.

Hat man alles richtig gemacht, sind am Ende keine Schrauben übrig und der Independence steht fürs Angrillen bereit. Die wichtigste Frage zuerst: Ja, er funktioniert auch ohne Strom und smarte Technik.



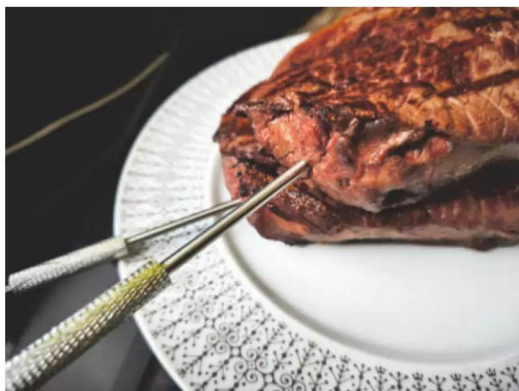
Wer Metallbaukästen liebt, liebt auch den Independence P530G. Vor dem Angrillen muss viel geschraubt werden.

Wäre auch ärgerlich, wenn ein Produkt mit diesem Namen während der Zombie-Apokalypse wegen fehlendem Netzstrom versagen würde.

Versmartet

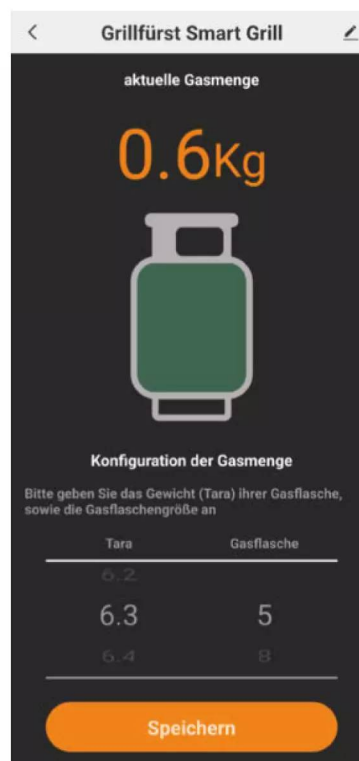
Noch gibt es Strom, also Stecker rein und Startknopf gedrückt. Das Display ist nicht allzu groß, der Startscreen aber wohlgeordnet. Die Füllstandsanzeige für die Gasflasche muss einmal kalibriert werden, danach zeigt das Display den verbleibenden Vorrat an – das ist wichtig, damit einem nicht mitten während einer Grillparty die Puste ausgeht. Das Display zeigt wahlweise die Temperatur im Garraum oder die Werte der maximal vier angeschlossenen Grillthermometer an. Sie werden mit Klinkensteckern mit dem Independence verbunden und seitlich in den Grillraum geführt. Sie kommen in ausgewählten Modi auch zum Einsatz, um die Temperatur direkt vor dem Grillgut zu messen, hierzu wird ein Thermometer mit einer Metallklammer am Rost befestigt.

Mit bis zu vier Grillthermometern spickt man das Grillgut und überwacht es gradgenau über den Independence oder die App.





Grillfürst nutzt die Smart-Life-App von Tuya, um den Grill ins WLAN einzubinden.



Über die App zeigt der Grill den Restfüllstand der Gasflasche an.

Fünf Modi stehen zur Wahl: vom „freien“ Grillen (ohne Technik) über den Stufenmodus (mit Temperatureinstellung wie beim Backofen), indirektem und direktem Grillen bis Low & Slow (Niedrigtemperatur). Steaks wandern zunächst auf den Sizzler, die seitliche Infrarotzone. Hier ist Feingefühl gefragt, denn die 800 Grad heißen Keramikstrahler sorgen zwar für tolle Röstaromen und schnelle Versiegelung, wie beim Eintritt in die Erdatmosphäre wird aber auch alles schnell zu Asche.

Will man das so vorbereitete Fleisch nun auf den Punkt garen, führt man einen der Sensoren ein und wählt über den Grill das gewünschte Ziel an. Eine Liste mit Fleischarten und den für das angepeilte Ergebnis üblichen Temperaturen (etwa Rindersteak, well done) ist hinterlegt. Im Automatikmodus stehen alle aktiven Brenner auf „max“ – die smarte Steuerung regelt die Gaszufuhr herunter, wenn die vorgegebenen Temperaturwerte überschritten werden.

Nun wird es bunt, denn die – natürlich – massiven Drehköpfe der Brenner sind mit RGB-LEDs hinterleuchtet. Man sucht sich die passende Farbe aus oder nutzt die Farben zur Anzeige des Garfortschritts. Leuchten die Knöpfe grün, ist das Grillgut perfekt. Ein akustisches Signal sorgt zusätzlich dafür, dass man nichts im Grill vergisst.

Steaks, Würstchen, Spieße und ein dicker Schweinebraten – alles gelang im Independence perfekt. Praktisch ist die automatische Temperaturregelung,

Grillfürst Independence P530G

Smarter Gasgrill

Hersteller, URL	Grillfürst, grillfuerst.de
Gewicht	81,5 kg
Maße	157 cm × 126 cm × 59 cm
Preis	2000 €

**Ebenfalls smart:
Die große Sicht-
scheibe sorgt in
Kombination mit
der Innenraumbe-
leuchtung stets
für einen guten
Überblick.**



da man bei so vielen Brennern leicht den Überblick verliert. Zwar nicht elektronisch, aber dennoch smart: die große Sichtscheibe in der Haube und die Backofenbeleuchtung im Inneren. Denn so muss man die – natürlich – massive Haube nicht so häufig lupfen.

App-Vergnügen

Die App ist eigentlich keine eigenständige App, denn Grillfürst bedient sich für die Versmaltung des Independence am Tuya-Baukasten. Man installiert also die System-App „Smart Life“ oder „Tuya“ und bindet den Grill dort ein. Über Bluetooth nimmt man Kontakt auf und verbindet ihn mit dem WLAN. Die Startseite entspricht der Darstellung auf dem Gerätedisplay, auf dem Smartphone hat man aber einen noch besseren Überblick.

Die Hauptansicht kommt recht gebürstet daher, um den Hintergrund haben sich die Entwickler weniger gekümmert. Tuya-Komponenten geben standardmäßig alle Parameter ins Smart-Home-System des Herstellers. Wechselt man in der Smart-Life-App zu den Regeln, kann man auf sämtliche Einstellungen und Sensoren des Grills zugreifen. Bisher zwar nur auf Kantonesisch, aber hier hilft eine Übersetzer-App.

Dem verspielten Grillmeister öffnet sich eine unendliche Spielwiese, denn jede Variable, jeder Trigger lässt sich für beliebige Smart-Home-Aktionen nutzen. Schaltet man etwa die schicke Logo-Projektion

am Grill an, die einem im Dunkeln einen Grillfürst-Schriftzug vor die Füße wirft, kann man passend dazu den ganzen Garten illuminieren lassen. Komplexere Wenn-Dann-Regeln können die Temperaturwerte der Messfühler mit einbeziehen. Man könnte dem Nachbarn auch eine SMS zukommen lassen, wenn sein Steak fertig ist. Da das Tuya-Universum auch durch Smart-Home-Plattformen wie Home Assistant erschlossen ist, sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt.

Fazit

Smartes Grillen? Warum nicht. Wer die Punktlandung beim Grillgut sucht, kommt um eine Temperaturmessung im Kern ohnehin nicht herum. Die restlichen Features – das automatische Herabregeln der Brenner, die Fernanzeige durch die Drehknäufe mit RGB-LEDs oder der stets transparente Gasfüllstand – dienen eher der Entspannung des Grillmeisters. Hier tut sich die Chance auf, deutlich weniger Zeit hinter dem Grill und mehr am Esstisch zu verbringen.

Die Programmiermöglichkeiten im Tuya-Universum werden wieder andere Spielkinder triggern. Ein Metallbaukasten mit Programmiermöglichkeit und lecker Fleisch? Das klingt nach einem veritablen High-Tech-Ü-Ei. All das und die neidischen Blicke der Nachbarn sind den Verkaufspreis von 2000 Euro wert. (sha) **ct**



Kaffeevollautomat Siemens EQ900 plus

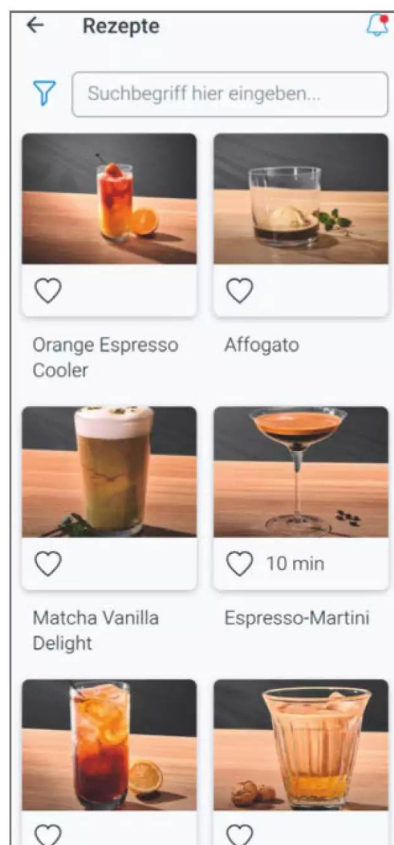
Ein Kaffeevollautomat erspart die Fummelei mit der Siebträgermaschine. Die smarte Variante bietet dabei größtmögliche Kontrolle über den Mahl- und Brühprozess und lässt sich ins Smart Home integrieren.

Von **Sven Hansen**

Den Kaffeevollautomat EQ900 von Siemens gibt es in zahlreichen Varianten. Wir testeten den EQ900 plus (2000 Euro) mit einem Bohnenbehälter und „BeanIdent“. Mit letzterem Feature passt der Automat die Einstellungen an den jewei-

ligen Röstgrad der eingefüllten Bohnen an, wenn man ihre BeanIdent-ID angibt. Siemens hat sogar eigene „EQ“-Bohnen im Angebot, die mit 40 Euro pro Kilogramm allerdings nicht gerade günstig sind. Einzeln gechippt sind sie nicht – man kann also be-

Der EQ900 wird mit der Home-Connect-App verknüpft. Hier gibt es Kaffee-rezepte satt.



ruhigt x-beliebige Kaffeebohnen in den Vorratsbehälter kippen.

Clever: Der Automat reinigt und entkalkt sich selbst zu nächtlicher Stunde. Dazu braucht er allerdings etwa alle neun Monate zwei Originalkartuschen mit den nötigen Mittelchen, die es so nur bei Siemens gibt (Calc&Clean, 100 Euro). Ebenfalls im Set steckt ein Wasserfilter von Brita, der je nach Trinkwasserhärte vor Ort nicht zwingend erforderlich ist. Der seitlich angedockte Milchbehälter ist nicht aktiv gekühlt, man muss ihn also in den Kühlschrank verbringen, damit die Milch nicht kippt.

Spezialitäten per App

Nach der ersten Inbetriebnahme stehen elf Standardprogramme von Espresso über Cappuccino bis zu Milchkaffee, warmer Milch und Heißwasser bereit.

EQ900 plus

Smarter Kaffeevollautomat

Hersteller, URL	Siemens, siemens-home.bsh-group.com
Gewicht	12,3 kg
Maße	39 cm × 32 cm × 47 cm
Preis	2000 €

Sie werden auf dem großzügigen Touch-Display mit 6,8 Zoll Diagonale hübsch präsentiert. Im Barista-Mode lassen sie sich in allen Einzelheiten anpassen.

In der „Coffee World“ einen Reiter weiter finden sich 24 nicht ganz so bekannte Rezepte internationaler Kaffeespezialitäten. Wiener Melange oder den Americano kennt man vielleicht noch, aber wie wäre es mal mit einem Cold Brew Macchiato oder dem Dead Eye (Kaffee mit drei Espresso), der Tote aufwecken soll? Das macht Lust auf Experimente und es ist schon faszinierend anzuschauen, wie der Cold-brew aus der Maschine langsam über die Eiswürfel tackert, die man allerdings noch aus dem Gefrierfach beziehen muss.

Die Home-Connect-App bündelt alle Bosch/Siemens-Geräte, der Kaffeeautomat geht hier ein wenig unter. Trotzdem bietet sie spannende Funktionen wie etwa die Kaffee-Playlist. Die macht es dem Besitzer einfach, etwa auf der Geburtstagsparty mit seinen Kaffeespezialitäten zu brillieren. Die Wünsche der Gäste mögen unterschiedlich sein, mit der App kann man alle Bestellungen aufnehmen und die Rezepte dabei noch individualisieren. Danach muss man nur an den Automaten gehen und die entsprechenden Gefäße der Reihe nach unterchieben.

Eine Bechererkennung gibt es übrigens nicht. Hat man die Sprachsteuerung über Alexa aktiviert, muss man sich selbst um das obligatorische Gefäß unterm Auslass kümmern, bevor man den Kaffee-Befehl absetzt. Immerhin bleibt einem die doppelte Demütigung der kommerziellen Kaffeeautomaten in jedem Fall erspart: erst Kaffee, dann Becher.

Fazit

Viele Rezepte, alle abwandelbar, persönliche Favoriten und smarte Steuerung: So kann man sich Technik schmecken lassen. Wasser für den Earl Grey bekommt man tatsächlich mit der perfekten Temperatur geliefert, für manch einen grünen Tee ist die Minimaltemperatur von 70 Grad aber immer noch zu hoch. Ein Software-Update mag das richten. (sha) **ct**



Bild: M1, Collage c't

Apps für persönliche Rezeptsammlungen

Eine persönliche Rezepte-App auf Tablet oder Smartphone in der Küche ersetzt Kochbuch-Regalmeter und wilde Loseblatt-Sammlungen. Sie sammelt Rezepte aus einschlägigen Webseiten und digitalisiert sie aus gedruckten oder sogar handschriftlichen Vorlagen. Manche haben noch mehr Tricks drauf.

Von **Stefan Wischner**

Das Smartphone oder Tablet gehört in vielen Küchen längst zum Arsenal der Kochgeräte. Häufig finden ausgediente oder ältere Geräte dazu eine neue Bestimmung, etwa als digitales Kochbuch. In den App-Stores tummeln sich zahllose

Koch- und Rezepte-Apps. Die meisten kann man in zwei Kategorien teilen: bereits prall gefüllte Kochbücher sowie leere. Die gefüllten sind zumeist die Mobilversion von einschlägigen Rezeptsammlungen im Netz, zum Beispiel von chefkoch.de. Sie

fügen den bereits die Küchenregale verstopfenden Kochbüchern, Magazinen und Sammelordnern noch Zehntausende von Rezepten hinzu. Nur einen verschwindend geringen Teil pickt man sich gelegentlich heraus, um mal was Neues auszuprobieren und damit vielleicht das eigene Repertoire zu erweitern.

Für jenes ist die zweite Sorte von Rezepte-Apps gedacht: Sie sind anfangs noch leer und füllen sich nach und nach mit den persönlich interessanten Anleitungen von Omas Apfelkuchen über den Kochtipp des Arbeitskollegen und den interessanten Fund auf der Webseite bis zum per Klebemarker im Kochbuch gekennzeichneten Muss-ich-mal-probieren-Rezept. Fünf dieser Apps für die persönliche Rezeptsammlung stellen wir in diesem Test vor.

Grundsätzlich könnte man Kochrezepte auch mit einem Notizprogramm der Obsidian-, Notion- oder Google-Keep-Klasse speichern und organisieren. Die hier vorgestellten Apps können aber mehr und machen es besonders leicht, die persönliche Rezeptsammlung aufzubauen. Sie vereinfachen den Import aus verschiedenen Quellen und enthalten etliche sinnvolle Zusatzfunktionen. Dazu gehören etwa eine automatische Mengenanpassung der Zutaten für andere Portionszahlen, automatisch erzeugte Einkaufslisten und Mahlzeitenplaner. Wir vergleichen Körbchen, Mela, Mr. Cook, Paprika und Recipe Keeper. Alle Apps sind für Android und iOS verfügbar, lediglich Mela ist auf Apple-Geräte inklusive macOS beschränkt. Paprika und Recipe Keeper laufen auch unter Windows und von Körbchen und Mr. Cook gibt es zusätzlich Web-Apps für den Browser.

Importieren

Die Rezepte für regelmäßig gekochte Gerichte hat man meist im Kopf und kann sie im Schlaf zubereiten. Sie in einer App zu speichern, ist vor allem sinnvoll, um sie bequem weitergeben zu können. Besonders hilfreich sind die Apps aber bei Rezepten, die man noch nicht perfekt auswendig kann oder die man auf einer Kochwebseite, in einem Food-Blog, in einem Kochbuch oder in einem Magazin entdeckt hat. Die größte Stärke der Apps in diesem Vergleich ist es, solche Rezepte einfach aus unterschiedlichen Quellen zu importieren und sie in eine saubere und einheitliche Struktur zu bringen.

Je nach App unterscheidet sich das Verfahren, wie man ein Rezept aus einer einschlägigen Webseite holt. Entweder man kopiert die jeweilige URL über die Zwischenablage, nutzt die Teilen-Funktion im

Standard-Webbrowser des Mobilsystems mit der Rezepte-App als Ziel oder besucht die Webseite gleich mit dem in einigen Apps integrierten Browser und tippt nur noch eine Speichern-Schaltfläche an.

Viele Rezepte-Webseiten enthalten versteckte Meta-Daten (Schema.org/Recipe im JSON-LD-Format), die von den Rezepte-Apps ausgelesen werden. Dadurch landet gleich die richtige Struktur mit Zutaten, Kochanweisungen und weiteren Feldern in der App. Stellt die Webseite diese Daten nicht zur Verfügung oder kann die App sie nicht auslesen, greift ein Parser, der den Webseiteninhalt liest und versucht, die richtige Struktur zu ermitteln und die Inhalte passend einzusortieren.

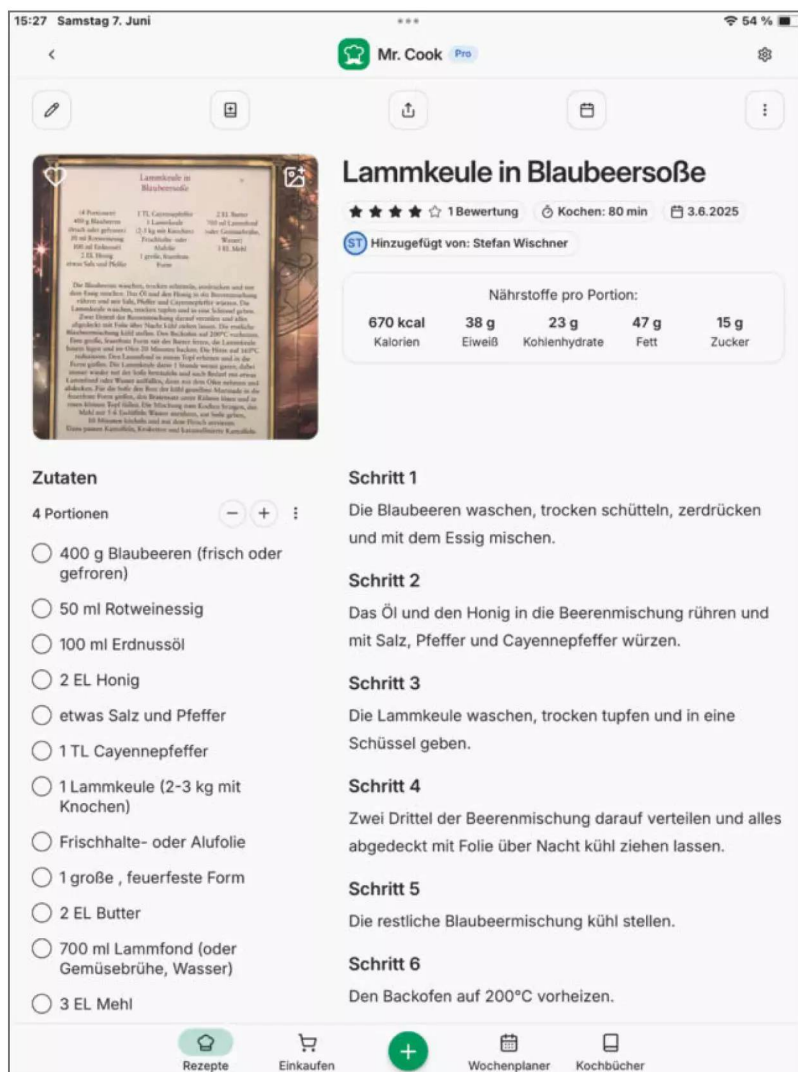
Wir haben das mit Rezepten auf bekannten Seiten wie chefkoch.de, kochbar.de und lecker.de, auf kleineren wie eatsmarter.de und kochketo.de und auch mit einigen ausländischen Quellen (allrecipes.com, ricette.giallozafferano.it) stichprobenartig ausprobiert. Bei Letzteren muss man damit leben, dass die Texte in der Originalsprache bleiben; eine automatische Übersetzung bietet keine der Apps. Außerdem sollte man sich mit den jeweils national gebräuchlichen Maßeinheiten auskennen. Dazu gleich mehr.

Die Übernahme klappte mit allen Apps gut bis hervorragend. Nur selten mussten wir ein wenig nacharbeiten, zum Beispiel, wenn einzelne Arbeitsschritte in der Kochanweisung als durchgehender Fließtext importiert wurden oder bestimmte Informationen wie die Zubereitungszeit nicht übernommen wurden. Solche Korrekturen gehen aber meist flott von der Hand.

Aus dem Buch in die App

Eine ergiebige Quelle für Rezepte sind auch die in vielen Haushalten zahlreich vorhandenen Kochbücher und -magazine. Darin abgedruckte Rezepte lassen sich mit allen Apps außer Paprika per Scanner oder Smartphone-Kamera digitalisieren und dank Schrifterkennung (Optical Character Recognition, OCR) und intelligentem Parser mit der richtigen Struktur in die Datenbank eintragen.

Mela und Recipe Keeper enthalten diese Funktion schon in der kostenlosen App; Mr. Cook und Körbchen behalten den Scan-Import zahlenden Kunden vor. Wahlweise fotografiert man die Vorlage direkt mit der Kamera des Mobilgeräts oder nutzt ein bereits vorhandenes Bild, zum Beispiel von einem Scanner. Die Vorgehensweise ist bei den Apps unterschiedlich. Manche erkennen die Elemente der Vorlage wie Zutatenlisten und Kochanweisungen



Selbst spezielle Layouts wie Kochanweisungen in einem absatzlosen Textblock lösen die Scanfunktionen der Apps (hier: Mr. Cook) meist sehr gut auf.

selbstständig, bei anderen markiert man sie im Bild mit Textrahmen.

Die Übernahme klappte bei allen Apps gut, auch bei schwierigeren Vorlagen mit ausgefallenen Layouts und Schriften oder in einem Textblock hintereinander aufgezählten Zutaten. Gelegentlich mussten wir kleinere OCR-Fehler etwas nachkorrigieren, wenn zum Beispiel die OCR „1l Milch“ als „11 Milch“ erkannte. Etwas problematisch sind Kochbuchseiten, die mehrere Rezepte enthalten. Apps mit automatischer Bereichserkennung importieren stets nur das

erste erkannte Rezept, wenn man es nicht zuvor passend wählt.

Leseschwäche bei Handschrift

So gut der Fotoimport von gedruckten Vorlagen funktioniert, so problematisch ist die Erkennung handschriftlicher Vorlagen, wie sie von Mr. Cook und Recipe Keeper explizit versprochen wird. Das verwundert wenig; Handschrifterkennung aus Bitmap-

Vorlagen überfordert bestehende OCR-Algorithmen nach wie vor. Aus den meisten Vorlagen, zum Beispiel eng beschriebenen Karteikarten, zogen die Apps im Test dann auch ein so schlimmes Kauderwelsch, dass eine nachträgliche Korrektur nicht lohnte. Nur vereinzelte Vorlagen wurden von Recipe Keeper und Mr. Cook nahezu fehlerfrei eingelesen. Es ist eine Frage der jeweiligen Handschrift und auch ein wenig Glückssache, ob Omas Kladde mit der Backrezeptsammlung ihren Weg problemlos in die Apps findet.

Ordnen, suchen, filtern

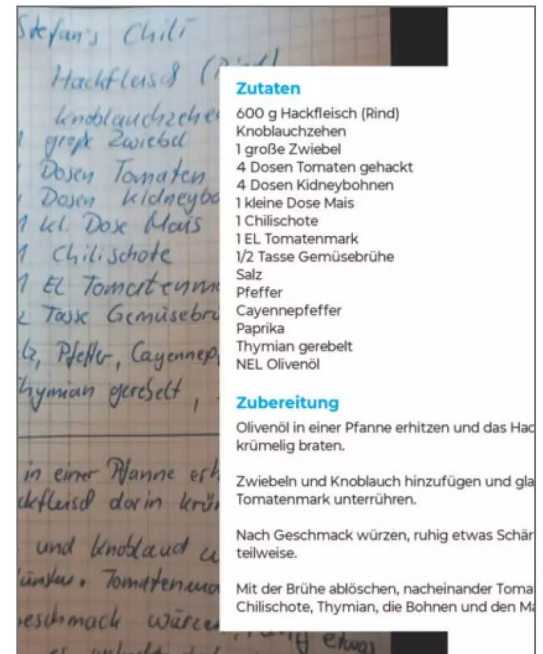
Die Apps sind letztlich Datenbanken. Als solche sollten sie grundlegende Funktionen bieten, umfangreichere Rezeptsammlungen zu strukturieren, zu filtern und bei der Suche zu unterstützen. Dabei bieten sich zwei Strategien an, die man auch von Wissensmanagement- und Notizprogrammen wie Obsidian oder Notion kennt: Ordnerstrukturen, in die man Rezepte einsortiert, und Tags, mit denen man sie idealerweise mehrfach kategorisieren kann (zum Beispiel „Dessert“, „Früchte“ und „kalorienarm“). Die Ordner sind eher zum Blättern gedacht, die Tags zum Filtern und als Suchkriterium. Als solche dienen manchmal auch Metadatenfelder wie die Zubereitungszeit und eine Favoritenmarkierung oder Bewertung für die Lieblingsgerichte.

Tags bieten alle Apps im Test, wobei sie in Mela durch die fehlende Mehrfachauswahl nur eingeschränkt nützlich sind. Die übrigen Apps erlauben es auch, Rezepte in Ordner einzusortieren, die je nach App „Kochbücher“ oder „Sammlungen“ heißen. Die Suchfunktionen sind unterschiedlich ausgeprägt. Eine Volltextsuche nach Begriffen bieten alle Apps, die meisten filtern dabei wahlweise zumindest nach einigen Daten wie Zutaten oder Quelle. Die detailliertesten Suchoptionen bietet Recipe Keeper.

Ein paar Wünsche lassen in diesem Bereich alle Apps offen. So vermissten wir die Option, Suchdefinitionen zu speichern. Auch eine Ausschlussuche insbesondere für Zutaten fehlt in den Apps. So könnte man zum Beispiel bei der Mahlzeitenplanung Gerichte mit Knoblauch aussparen, wenn für den nächsten Tag ein Meeting ansteht oder eine bestimmte Zutat ausklammern, wenn ein Gast mit einer bekannten Allergie erwartet wird.

Zusatzfunktionen

Über die reine Datenbank und den Import von Rezepten hinaus bieten die Apps eine Reihe zusätzli-

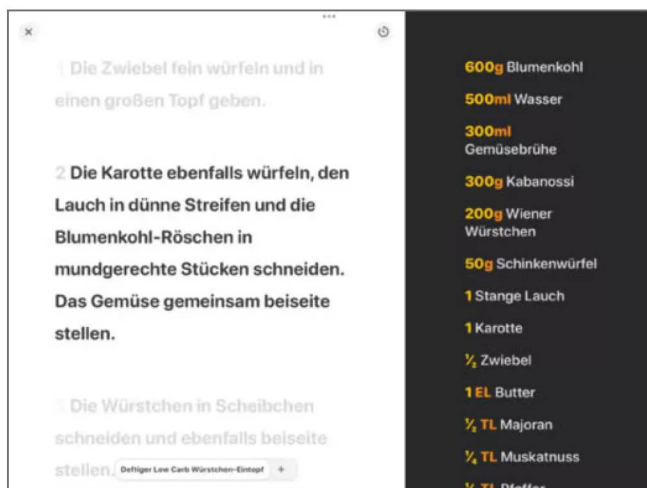


Handgeschriebene Rezeptvorlagen erkennt die OCR-Funktion nur selten so gut wie Recipe Keeper in diesem Beispiel.

cher Funktionen, wie zum Beispiel eine Umrechnung der Zutatenmengen für eine andere Portionszahl als im Rezept angegeben. Dazu gleich mehr.

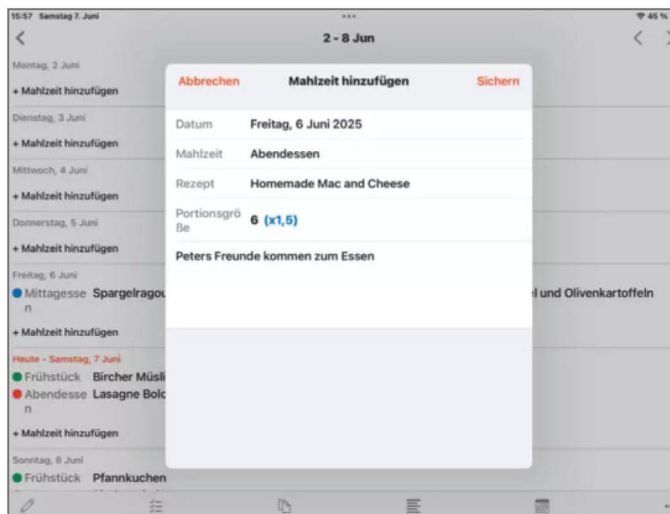
Alle Apps erzeugen auf Wunsch Einkaufslisten, die sich automatisch mit den Zutaten für ein Rezept füllen lassen. Das ist an sich praktisch, wenngleich es sich die Apps meist recht einfach machen und einfach alle Zutaten aus dem Rezept auf die Liste setzen. Salz und Pfeffer beispielsweise sollten zum Standardinventar der Küche gehören und sehen mit einer Mengenangabe wie „1 Prise“ auf der Einkaufsliste besonders seltsam aus. Das sind aber eher Schönheitsfehler.

Ebenfalls eine Standardfunktion aller Apps ist ein Kalendermodul, mit dem man Mahlzeiten für Tage oder Wochen vorausplanen und mit den zugehörigen Rezepten verlinken kann. Alle Apps erlauben es zudem, beim Kochen bereits verarbeitete Zutaten oder den aktuellen Arbeitsschritt abzuheben oder etwas hervorgehoben darzustellen. Besonders gut gelöst ist das in Mela, das einen spe-



Standardfunktion in allen Apps: Ein Kalendermodul, mit dem man für Tage oder Wochen im Voraus Mahlzeiten plant. Im Bild das von Recipe Keeper.

Der Kochmodus von Mela funktioniert wie ein Teleprompter und hebt Arbeitsschritte deutlich hervor.



ziellen Kochmodus bietet, in dem es wie ein Teleprompter die Arbeitsschritte in besonders großer Schrift zeigt und die aktuelle Aufgabe deutlich hervorhebt.

Eine Idee, auf die nur die Entwickler von Paprika kamen: Zeitangaben in der Beschreibung der Zubereitung werden erkannt und automatisch mit einem Link versehen, der einen Timer startet. Davon können auch mehrere parallel laufen.

Mr. Cook sticht mit seiner KI-Anbindung in den bezahlten Versionen besonders hervor. Sie erlaubt es zum Beispiel, per Textanweisungen Rezepte zu verändern („mach es schärfer und low carb“), aus den Zutaten eine Nährstoffliste zu ermitteln oder sogar Rezepte anhand eines Fotos vorhandener Zutaten zu erfinden. Das ist beeindruckend, geht aber über die Anforderungen der Apps in diesem Vergleich weit hinaus und verdient einen separaten kommentierten Einzeltest. Ein anekdotischer Spoiler vorab: Auf einem Foto mit verschiedenen Gemüsesorten und Käse erkannte die KI alle Zutaten korrekt und schlug einen vielversprechenden Auflauf vor, baute aber die komplette Knoblauchknolle in das Rezept ein („8-10 Zehen“) und schuf so bestenfalls einen Ab-

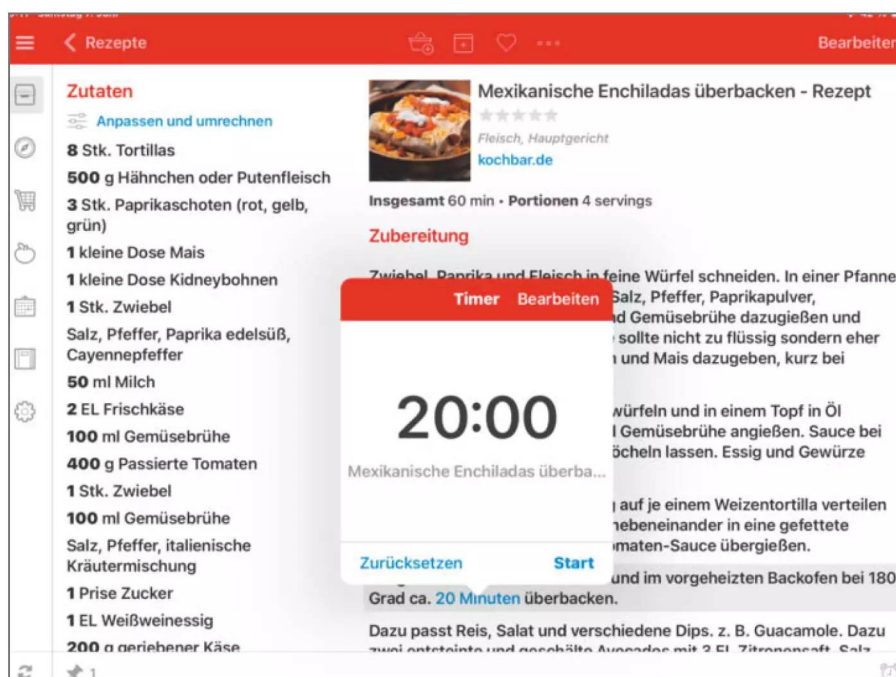
standshalter für öffentliche Verkehrsmittel. Aber die KI lernt ja beständig dazu und könnte sich auch in folgendem Bereich als sinnvoll erweisen.

4 ¼ Tassen und 2 Teelöffel

An sich praktisch ist die Möglichkeit, vom Originalrezept abweichende Zutatenmengen für mehr oder größere Portionen automatisch berechnen zu lassen. Das bekommen die getesteten Apps grundsätzlich hin, jedoch nur mit sturer Multiplikation. So wird aus „1 Kalbsherz (ca. 600 g)“ im Gericht für vier Personen bei der Aufstockung auf sechs Portionen nicht etwa eines mit 900 g, sondern „1,5 Kalbsherz (ca. 600 g)“ oder man würzt mit 1 ½ Prisen Salz.

Speziell sind ausländische Rezepte, etwa von der US-Webseite allrecipes.com. Die gängigen Maßeinheiten der US-Küche sind Tassen (cups) und Teelöffel (teaspoons, ts oder tsp). Kann man sich unter der Angabe „2 ½ cups milk“ für vier Portionen noch etwas vorstellen, wird es nach der Umrechnung für sieben Personen mit „4 ½ cups and 2 tsp milk“ schon arg abstrakt. Im Kopf umzurechnen ist auch nur bei Gewichtsangaben möglich (1oz = 28g, 1lb (Pfund) =

Die App Paprika erkennt Kochzeitangaben im Text und versieht sie automatisch mit einem Link zu einem Timer.



454 g), nicht aber bei Volumenangaben wie Tassen und Teelöffel, weil das spezifische Gewicht von beispielsweise Flüssigkeiten, Mehl oder Zucker unterschiedlich ist. Abhilfe schaffen nur Umrechnungstabellen oder spezielle Messbecher. Manche Apps versuchen sich zwar an einer optionalen Konvertierung zwischen imperialen und metrischen Maßen. Das ist aber auch nur mäßig hilfreich, wenn aus $\frac{1}{2}$ cup gesalzener Butter nach der Umrechnung 59 ml in der Zutatenliste werden.

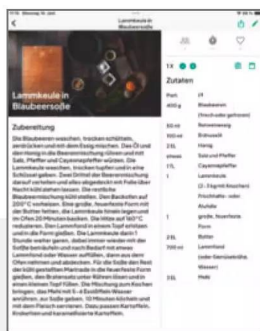
Cloud und Synchronisation

Alle Apps erlauben es, Rezepte und andere Daten wie den Wochenplaner zwischen mehreren Geräten zu synchronisieren. Dazu werden die Inhalte in einen Cloudspeicher hochgeladen. In der Regel nutzen die App-Hersteller dafür einen Anbieter wie Google Firebase oder Amazon AWS. Kochanweisungen, insbesondere Rezepte aus ohnehin öffentlich zugänglichen Quellen, dürften die wenigsten Nutzer als besonders schützenswerte persönliche Daten betrachten. Anders sieht es vielleicht mit dem streng gehüteten geheimen Familienrezept aus.

Körbchen, Paprika und Recipe Keeper funktionieren auch problemlos ohne Cloud und Konto beim Hersteller. Die Anmeldung und Synchronisation sind optional und im Fall von Paprika und Recipe Keeper nur mit der bezahlten App-Version möglich. Mela nutzt die Apple-ID und synchronisiert Rezepte über die iCloud, was sich in der App deaktivieren lässt. Lediglich Mr. Cook lässt sich ohne Konto erst gar nicht starten.

Alte Eisen

Worauf man bei Apps meist weniger achtet, ist die mindestens geforderte Version von iOS und Android (siehe Tabelle „Apps zur persönlichen Rezeptverwaltung“). Das täglich genutzte Smartphone oder Tablet ist in der Regel modern genug und mit einer halbwegs aktuellen Version des Betriebssystems ausgestattet. Die Rezepte-Apps in diesem Vergleich eignen sich jedoch hervorragend, einem ausgedienten Mobilgerät ein zweites Leben als permanente Küchenhilfe zu ermöglichen – vorausgesetzt, die App läuft auf dem älteren System. Mela zum Beispiel erfordert mindestens iOS 15, also ein iPhone ab dem



Körbchen

Die Oberfläche der App mit dem sympathischen Namen ist schlicht und übersichtlich. Die Hauptseite zeigt gespeicherte Rezepte als Kacheln mit Bild und Zubereitungszeit in zwei wählbaren Größen an. Sie lassen sich in getrennten Ordnern („Kochbücher“) organisieren, mit Mehrfach-Tags kategorisieren und mit einer einfachen Suchfunktion nach Begriffen und Tags filtern.

Rezepte gibt man händisch ein oder importiert sie über den integrierten oder einen externen Browser aus Rezeptseiten und Food-Blogs. Eine Auswahl mit rund zwei Dutzend URLs ist bereits enthalten. Alternativ zieht man Rezepte aus Fotos von gedruckten Vorlagen. Letzteres ist zahlenden Nutzern vorbehalten. In der kostenlosen Version fehlt diese Option ebenso wie der Mahlzeitenplaner.

Die Übernahme aus einem Foto oder von der Kamera gestaltet sich ein wenig fummelig. Im Foto muss man zunächst Rahmen für Titel, Zutatenliste und Anweisungstext zurechtzupfen. Die Scanergebnisse sind durchwachsen; die Texterkennung macht etliche Fehler. Zutatenlisten werden gelegentlich nicht korrekt aufgelöst und aus den Kochanweisungen entsteht ein Block absatzloser Fließtext, auch wenn die Vorlage mit Absätzen und Einzelschritten strukturiert ist. Der an sich aufgrund der einfachen Oberfläche und Bedienung gefälligen App täte eine Modernisierung gut, die der Entwickler auf Nachfrage auch in Arbeit hat.

👍 **übersichtlich und leicht bedienbar**

👎 **Schwächen beim Import und OCR**

👎 **wenig Such- und Filteroptionen**

Preis: kostenlos, 8 Euro / 10 Euro (Android / iOS Einzellizenz), 12 Euro / 15 Euro (Android / iOS Family)



Mela

Die App Mela ist Apple-Nutzern vorbehalten, es gibt sie nur für iOS und macOS. Die Aufteilung der Bedienoberfläche in drei Spalten für Navigationsmenü, Rezeptliste und Inhalt erinnert an Mail- oder Notizprogramme, was den Zugang leicht macht. Jedoch beschränkt sich die Organisation von Rezepten auf Tags; eine Ordnerstruktur gibt es nicht. Die wachsende Tag-Liste in der Navigationsspalte wird schnell unübersichtlich. Zudem lassen sich nicht mehrere Tags gleichzeitig als Filterkriterium nutzen. Die Volltextsuche darf man immerhin auf Textbereiche wie Zutatenliste oder Anleitungen beschränken.

Der Scan aus Kochbüchern direkt von der Kamera oder aus Bilddateien klappte grundsätzlich gut, ist aber etwas umständlich. Im Foto muss man per Hand einzelne Bereiche wie Titel oder Zutatenliste markieren, was auf Smartphones recht fummelig ist. Rezepte aus den getesteten Webseiten übernahm die App größtenteils problemlos; auch RSS-Feeds sind als Quelle möglich.

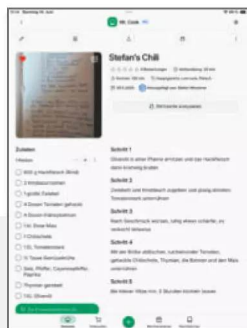
Gelungen finden wir den Kochmodus. Dabei werden die Zutatenliste und Zubereitungsschritte wie bei einem Teleprompter vergrößert dargestellt und lassen sich per Fingertipp „abhaken“. Dabei kann man auch zwischen mehreren Rezepten wechseln, wenn es etwa für die Soße eine eigene Anleitung gibt. Zudem lassen sich im Kochmodus mehrere Timer manuell setzen, deren Stand leider nicht ständig eingeblendet bleibt.

👍 **eingängige Bedienung**

👍 **hilfreicher Kochmodus**

👎 **magere Organisationsmöglichkeiten**

Preis: kostenlos, 7 Euro (iOS), 15 Euro (macOS)



Mr. Cook

Die Rezeptsammlung präsentiert sich in Mr. Cook wahlweise in Form von Fotokacheln oder als filterbare Liste. Die Bedienoberfläche ist modern und gut bedienbar. Rezepte sortiert man in Ordnern (Kochbücher) und kategorisiert sie mit einem oder mehreren Tags.

Einen In-App-Browser bietet Mr. Cook nicht; man muss die komplette URL eines bestimmten Rezepts übertragen. Alternativ nutzt man die Teilen-Funktion des Systembrowsers. Die obligatorische Einkaufsliste und der Mahlzeitenplaner sind ebenfalls an Bord.

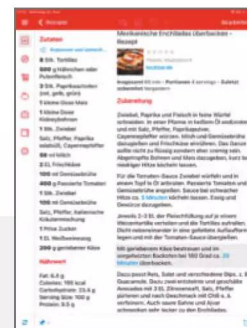
Sowohl von Webseiten importiert als auch aus Kochbüchern abfotografiert, wurden alle Rezepte im Test fehlerfrei übernommen und gut strukturiert. Die Handschrifterkennung lieferte stark unterschiedliche, mehrheitlich aber eher schlechte Ergebnisse. Wer möchte, lässt Nährwertangaben anhand der Zutaten schätzen.

Eine Besonderheit von Mr. Cook ist die KI-Anbindung, mit der sich Rezepte generieren und modifizieren lassen. Eine Auskunft, welcher Online-KI-Dienst dabei genutzt wird, blieb der Hersteller auf Anfrage schuldig.

Die kostenlose Version der App speichert nur maximal 20 Rezepte in bis zu drei Kochbüchern, beschränkt Einkaufslisten auf 15 Artikel und erlaubt keinen Scan. Die kostenpflichtige Version gibt es als Abo oder Einmalkauf; die volle KI-Unterstützung enthält nur die teurere Pro-Version.

- 👉 guter Import
- 👉 eingängige Bedienung
- 👉 optionale KI-Unterstützung

Preis: kostenlos, 79 Euro einmalig oder 30 Euro / Jahr (Plus), 179 Euro einmalig oder 60 Euro / Jahr (Pro)



Paprika

Die in Spalten aufgeteilte Oberfläche von Paprika ist übersichtlich, die Bedienung aber an manchen Stellen etwas undurchsichtig. Die App speichert von Hand eingetippte Rezepte und importiert über den integrierten Browser aus einschlägigen Webseiten. Eine Scanfunktion gibt es nicht. Organisiert wird nicht in Ordnern, dafür aber mit mehrstufig verschachtelbaren Tags, die auch als ordnerähnliche Baumstruktur ins Hauptmenü eingetragen werden. Die Suchfunktion durchforstet den ganzen Text oder wahlweise Elemente wie Zutatenliste und Kochanweisungen und filtert auch nach Tag-Kombinationen.

Von den größeren Kochseiten übernahm die App Rezepte zuverlässig, zog aber bei manchen Seiten klar strukturierte einzelne Arbeitsschritte zu einem Textblock zusammen. An etlichen kleineren Food-Blogs scheiterte der Import.

Die Mengenumrechnung per Skalierungsfaktor anstelle einer Portionsanzahl ist etwas umständlich. Praktisch finden wir die eingebauten multiplen Kochtimer, die sich per Antippen an den zugehörigen Stellen der Anleitung automatisch erzeugtem Link starten lassen. Weniger sinnvoll scheint die manuell zu führende Liste der vorhandenen Vorräte, aus denen sich nicht etwa automatisch Rezeptvorschläge generieren lassen.

Die App ist für Android, iOS, Windows und macOS verfügbar, muss aber für jede Plattform einzeln gekauft werden.

- 👉 mehrstufige Kategorien
- 👉 mäßige Import-Funktionen
- 👉 stellenweise umständlich

Preis: kostenlos (nur Android), 6 Euro (Android, iOS), 35 Euro (macOS), 27,25 Euro (Windows)



Recipe Keeper

Aus Großbritannien stammt die App Recipe Keeper für Android, iOS, Windows und macOS. Die schlichte Oberfläche beschränkt sich auf eine Kacheldarstellung und wird bei größeren Sammlungen etwas unübersichtlich.

Organisiert werden die Rezepte in einer einstufigen Ordnerstruktur („Rezeptarten“) und mit mehrfachen Tags („Kategorien“). Nach beidem lässt sich suchen und filtern, die erweiterte Suche erlaubt auch die Eingrenzung nach Kriterien wie Arbeitszeit oder – falls vorhanden – Nährwertangaben.

Die Übernahme aus einschlägigen Webseiten klappte im Test fehlerfrei. Auch aus Fotos und direkt von der Kamera extrahierte die App nahezu alle Rezepte korrekt und strukturierte Zutatenlisten und Anweisungen selbstständig. Bei mehreren Rezepten auf einer Seite wird nur das jeweils erste eingelesen. Die Handschrifterkennung lieferte je nach Vorlage meist unbrauchbare, in Einzelfällen jedoch sehr ordentliche Ergebnisse.

Gespeicherte Einzelrezepte lassen sich als URL weitergeben, die zu einer Anzeige des Rezepts auf der Herstellerseite führt. Alternativ kann man ein schön layoutetes PDF-Kochbuch mit ausgewählten Rezepten erstellen.

Die kostenlose Version von Recipe Keeper speichert maximal 20 Rezepte. Die vergleichsweise teure Pro-Version muss für jede Plattform einzeln bezahlt werden.

👉 gute Import- und Scanfunktionen

👉 detaillierte Such- und Filterfunktion

👉 Pro für jedes System extra

Preis: kostenlos, Pro: 30 Euro (macOS), 35 Euro (Windows), 23 Euro (Android), 20 Euro (iOS)

6s oder ein iPad der fünften Generation oder jünger. Generell geben sich die Android-Versionen der getesteten Apps mit älteren Systemen zufrieden.

Fazit

Alle Apps im Test qualifizieren sich für die persönliche Rezeptsammlung, durchgefallen ist kein Kandidat. Vor allem die Übernahme aus einschlägigen Webseiten und Blogs klappt mit allen gut. Wer Rezepte von gedruckten Vorlagen digitalisieren will, kann Paprika aus der Auswahl streichen. Bei Handschrift müssen auch Körbchen und Mela passen – eine Para-

Apps zur persönlichen Rezeptverwaltung

App	Körbchen	Mela
Hersteller	DEVelocity	Silvio Rizzi
URL	https://koerbchen.app	https://mela.recipes
Systeme	Android ab 6.0, iOS ab 15.6	iOS ab 15.0, macOS ab 12.0
Web-App	✓	–
Import		
Web URL / integrierter Browser	✓/✓	✓/✓
Foto / PDF / Kamera	✓/–/✓	✓/✓/✓
Handschrift ¹	–	–
Organisation		
Ordner	✓ (Kochbücher)	–
Kategorien (Tags) / Mehrfachfilter	✓	✓/–
Favoriten	–	✓
Weitere Funktionen		
Mengenanpassung	✓	✓
Einkaufsliste	✓	✓
Essensplaner	✓	✓
Kochmodus	–	✓
Export	PDF, teilen (URL)	PDF, HTML, Markdown
Drucken	✓	✓
Cloudsync / Kontozwang	✓ (opt.) / –	✓ (opt.) / ✓ (iCloud)
Sonstige Funktionen	Rezeptvorschläge	Import aus RSS-Feeds
Bewertung²		
Import	○	⊕
Organisation	⊕	○
Funktionsumfang	⊕	⊕
Bedienung	⊕	⊕
Preise	kostenlos, 7,99 € (Android einzeln), 9,99 € (iOS einzeln), 11,99 € (Android Family), 14,99 € (iOS Family)	kostenlos, Plus: 4,99 € (iOS), 9,99 € (macOS)

¹ schwankende Erkennungsleistung ² jeweils bezogen auf kostenpflichtige Version

dedisziplin der übrigen beiden ist das aber auch nicht. Das Gefummel mit Auswahlrahmen im Foto bei Körbchen und Mela ist etwas umständlich, hilft aber bei etwas komplizierteren Vorlagenlayouts.

Das Apple-exklusive Mela enttäuscht etwas bei den mageren Organisations- und Filterfunktionen, die beste Suchfunktion bietet Recipe Keeper. Die Oberflächen und die Bedienung der Apps unterscheiden sich stark, übermäßig kompliziert oder unübersichtlich ist aber keine. Am besten gefallen uns diesbezüglich Mr. Cook und Recipe Keeper, aber letztlich ist das wie auch die in den Apps gesammelten Rezepte vor allem Geschmackssache. (swi) **ct**

	Mr. Cook	Paprika	Recipe Keeper
	Jan Poth https://www.mrcook.app Android ab 7.0, iOS ab 13.0	Hindsight Labs https://www.paprikaapp.com Android ab 5.0, iOS ab 12.0, Windows ab 10, macOS ab 10.13	Tudorspan https://recipekeeperonline.com Android ab 5.1, iOS ab 12.2, Windows ab 10, macOS ab 10.13
	✓	—	—
	✓/—	✓/✓	✓/✓
	✓/—/✓	—/—/—	✓/✓/✓
	✓	—	✓
	✓ (Kochbücher)	—	✓ (Sammlungen)
	✓/✓	✓ (verschachtelt) / ✓	✓/✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	teilen (URL)	teilen (URL)	teilen (URL)
	✓	✓	✓
	✓/✓	✓ (opt.) / —	✓ (opt.) / —
	KI-Anbindung, Rezeptvorschläge	Vorratskammer, mehrere Timer	PDF-Kochbücher erzeugen
	⊕⊕	○	⊕⊕
	⊕	⊕	⊕
	⊕⊕	⊕	⊕⊕
	⊕	○	⊕
	kostenlos, Plus: 29,99 € /Jahr oder einmalig 79 €, Pro: 59,99 € /Jahr oder 179€ einmalig	kostenlos (nur Android), 5,99 € (iOS, Android), 29,99 US-\$ (Windows, macOS)	kostenlos, Pro: 29,99 € (macOS), 35,99 € (Windows), 22,99 € (Android), 19,99 € (iOS)
	✓ vorhanden — nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	



www.iX.de/fuchs

Testen Sie jetzt das iX-Miniabo:

3 x iX als Heft und digital
statt 34,50 € für **nur 23,25 €**

Hier bestellen



www.iX.de/fuchs

0511 / 647 22 888

leserservice@heise.de



Bild: Melissa Ramson

Smarte Türschlösser für Haus und Wohnung

Vernetzte Schlossantriebe verzeihen verlorene Metallschlüssel leichter, verschlankten Schlüsselbünde in der Hosentasche und erleichtern den Zugang für Besuch oder Feriengäste. Eine neue Gerätegeneration bindet sich einfacher ins Smart Home ein, kommt ohne Bridges aus und ergänzt bequeme Öffnungsmethoden via NFC. Wir testen acht smarte Türschlösser.

Von **Berti Kolbow-Lehradt**

Ab mit dem Schlüssel ins Schloss, ein kurzer Dreh, dann öffnet sich die Tür. So ist es gelernt, doch es geht auch moderner. App mit dem Smartphone aufrufen – auch dann öffnet sich die Tür. Smarte Schlösser, auch Locks genannt, machen es möglich. Mit Funkchips und Elektroantrieben ausgestattet, entriegeln sie ein Schloss automatisch und verschließen es danach auch wieder. Und selbst

die App-Bedienung ist überflüssig, wenn eine an das Smartphone gekoppelte Annäherungsautomatik aktiviert ist. Nur auf- und zuschwingen muss man die Tür noch selbst.

Als Arbeitsauftrag reicht Smart Locks ein kodierter Funkbefehl. Ein wesentlicher Vorteil ist daher, dass Metallschlüssel nur noch als Notbehelf eingeplant sind. Die kann man also in der Hosentasche oder

gar zu Hause lassen. Bleiben sie dort, können sie nicht unterwegs abhandenkommen. Eine Schlüsselnachmacherei oder gar ein kostspieliger Schließanlagen austausch entfallen.

Ein anderer Vorteil ist, dass man die per Funk übermittelbaren digitalen Zugangs codes beliebig erstellen oder löschen kann. Das ist prima, um der Familie, Haushaltshilfen, Pflegekräften, Handwerksbetrieben, spontan angekündigtem Besuch oder per Airbnb akquirierten Feriengästen schlüsselloses Zugang zum Zuhause zu gewähren. Ab Werk mit Smart Locks ausgestattete Türen sind noch rar und eine kostspielige Investition. Einfacher ist es, vorhandene Schlösser aufzuschauen.

Alle acht vernetzten Schließhilfen dieses Tests sind ohne Fachleute an praktisch jeder Haus- oder Wohnungstür mit hierzulande üblichem Europrofilzylinder nachrüstbar. Weil sie sich ebenso leicht entfernen lassen, ist das auch in Mietobjekten erlaubt. Die Testgeräte bilden einen Querschnitt durch das Angebot einschlägiger Smart-Home-Marken. Sieben der Geräte funken mit Bluetooth, lassen sich also per Smartphone öffnen und schließen. Einzig das Gerät von Homematic IP erfordert wegen seines proprietären Funkprotokolls den Einsatz einer Smart-Home-Zentrale des Herstellers.

Die riegeeln das

Nuki und Tedee sind auf smarte Schlösser spezialisiert. Nukis Modell ist über fünf Generationen gereift, für Tedee ist es die dritte; die getesteten Nuki Smart Lock Pro und Tedee Go tragen am Türblatt

weniger dick auf als ihre Vorgänger. Die Marke Yale gehört zum Sicherheitskonzern Assa Abloy. Ihr Schloss Linus L2 vernetzt sich mit Kameras und Video Türklingeln aus gleichem Haus.

Aqara, Ezviz, Homematic IP und SwitchBot sind Smart-Home-Systemhersteller. Wer schon Komponenten aus ihren Sortimenten verwendet, steuert das Schloss über die vorhandene App und braucht keine separate. Für die Kaufentscheidung spielt der Integrationsaspekt eine Rolle, auch wenn die Qualität des Einzelprodukts der wichtigste Maßstab ist.

Alle sieben genannten Modelle eint, dass es sich um „Schlüsseldreher“ handelt. Ihre Antriebsgehäuse montiert man auf das Türblatt. Dort bewegen sie einen in den Zylinder gesteckten Metallschlüssel mit Motorkraft in die gewünschte Richtung. Man muss also einen Schlüssel dauerhaft im Schloss belassen.

Netatmos Smart Lock weicht als achtetes im Bunde von diesem Konzept ab. Hier ist ein um Elektronik aufgerüsteter Schließzylinder das Kernprodukt. Erhält dessen Außenknauf einen korrekten Funkbefehl, greift eine Kupplung und erlaubt, dass man mit einem händischen Griff am Knauf den Zylinder dreht und so die Tür entriegelt. Die Bauweise ist kompakter, die Batterielaufzeit potenziell länger als bei motorisierten Schlüsseldrehern. Abhängig vom geplanten Szenario bietet dies Vor- und Nachteile.

Eine Spezialität von Netatmo ist zudem die Zugabe von Metallschlüsseln mit NFC-Chip, deren Zugangsrechte sich einschränken oder entfernen lassen. Normale Schlüssel akzeptiert das smarte Schloss als einziges im Test nicht. Dieser Ansatz richtet sich an Smart-Lock-Interessierte, die auf ein haptisches Schlüsselgefühl zugunsten einer digitalen Zutrittsverwaltung nicht verzichten wollen.

Kurz vor Redaktionsschluss hat uns eine neue Version des Loqed Smart Locks erreicht. Im Unterschied zum Test des gleichnamigen Modells [1] enthält es eine kleine Softwareneuerung: Weil der Anbieter jetzt zu Shelly gehört, lässt sich das Schloss über die bisherige App in den Shelly-Softwarekosmos einbinden. An der Hardware und den Funktionen hat sich nichts geändert, weswegen wir es nicht erneut testen.

Flott installiert

Den größten Montageaufwand bereitete prinzipbedingt das Netatmo-Modell. Es lässt sich erst installieren, wenn man den vorhandenen Schließzylinder entfernt hat. Den Netatmo-Zylinder steckt man

Per App-Schaltfläche das Smart Lock auf- und zusperren geht mit allen Modellen. Das von Nuki gehört zu denen, die auch zwischen entriegeltem Schloss und gezogener Falle unterscheiden.

Bild: Berti Kolbow-Lehmann





Das Montageprinzip der Schlüssel-dreher: Halteplatte am Zylinder festschrauben, Schlüssel in den Zylinder stecken, Schlossantrieb drüber stülpen, fertig!

an dessen Stelle, setzt den Außenknopf aufs dünne Ende und dreht ihn sowie anschließend die Schließblechschraube fest. Ist der Zylinder kürzer als das Türblatt dick ist, verlängert man ihn mit beigelegten oder optional erhältlichen Modulen.

Der Netatmo-Zylinder bietet mit Anti-Bohr-Pad, drei Sicherheitsstiften sowie einem Zertifikat für die Norm DIN EN15684 für mechatronische Schließzylinder einen respektablen mechanischen Einbruchschutz. Die sieben anderen verändern den Einbruchschutz nicht, entscheidend bleiben robuste Zylinder, Riegel sowie Türbeschläge und -blätter. Smart Locks erhöhen das Risiko nicht prinzipiell, bei den meisten

Modellen ist von außen nicht einmal ersichtlich, dass im Innern ein Smartlock steckt. Zudem haben die Hersteller schon bei vorherigen Tests gezeigt, dass sie vor Standardangriffen wie einer Replay-Attacke gefeit sind.

Die Montage der sieben anderen Smart Locks erfordert kaum handwerkliches Geschick und gestaltete sich insgesamt einfach. Den vorhandenen Schließzylinder kann man weiter nutzen, sofern er die sogenannte Not- und Gefahrenfunktion beherrscht. Damit lässt sich die Tür im Notfall von außen auf herkömmliche Weise öffnen, falls der Energiespeicher vom Smartphone oder Smart Lock leergelutscht ist.

Beim Schloss von Homematic IP kommt womöglich ein zweiter Anlass für einen Zylindertausch hinzu. Wie die meisten getesteten Schlüsseldreher-Locks montiert man es an der Innenseite der Tür mit einer Trägerplatte, die man mit Madenschrauben am Zylinderausgang befestigt. Damit die von Homematic IP Halt findet, sollte der Zylinder nach innen mindestens acht Millimeter überstehen. Das ist unüblich viel. Reicht es nicht, die Zierrosette zu entfernen, damit der Zylinder noch mehr freiliegt, muss ein längerer her.

Alle anderen getesteten Locks sind toleranter, mehr als drei Millimeter Überstand braucht keines für die Schraubmontage. Tedee begnügt sich mit nur zwei Millimeter und benötigt nicht mal eine Halteplatte. Stattdessen stecken die Madenschrauben im Korpus, sodass er enger an der Tür liegt.

Alternativ liefern außer Tedee auch Aqara, Ezviz, Nuki, SwitchBot und Yale Klebeflächen mit, einige davon auf einer zweiten Trägerplatte aufgebracht. Damit halten die Schlösser an den Platten respektive am Türblatt, wenn man sie nicht daran anschrauben kann. Für eine ausreichende Haftfläche an der Tür muss womöglich die Zylinderrosette weichen. Nach der Montage opfert man einen vorhandenen Metallschlüssel und steckt ihn von der Innenseite der Tür in den Zylinder. Die Motorgehäuse nehmen den ganzen Kopf auf, hierzu stülpt man sie im nächsten Schritt über den herausragenden Schlüssel.

Bei Nuki rastete das Motorgehäuse mit einem sanften Klickgeräusch auf der Halteplatte ein. Das von Yale verriegelt man mit einem Schieber. Bei den Antrieben von Aqara, Ezviz, Homematic IP und SwitchBot greift man abermals zum Werkzeug, um sie mit Schrauben an der Halteplatte zu befestigen.

Damit die Lock-Software erkennt, ob die Tür wirklich geschlossen statt angelehnt ist, liefern Ezviz, SwitchBot und Yale externe Sensoren mit, die man

Netatmos smarter Zylinder lässt sich mit einem NFC-Token in Schlüssel-form aktivieren. Das Schloss muss man dann von Hand aufdrehen.

Bild: Berti Kolbow-Lehnardt



an den Türrahmen klebt. Dies komplettiert die Hardwaremontage. Bei Nuki und Homematic IP kauft man entsprechende Sensorik als Zubehör optional nach. Ein Pflichtkauf bei letzterer Marke ist eines der separat angebotenen Gateways, etwa ein günstiger Access-Point oder die teurere, aber mächtigere Home Control Unit. Nur dann lässt sich das Software-Setup des Smart Locks angehen.

Mit dem Smartphone und fallweise übers WLAN koppelt man alle Smart Locks anhand der jeweiligen Hersteller-App. Bis auf die Nuki erfordern alle Anwendungen, dass man sich bei Webservern registriert. Homematic IP verlangt immerhin weder E-Mail-Adresse noch Passwort und verknüpft das Konto ohne Personendaten. Anschließend hilft ein Assistent, die Schlösser zu kalibrieren, damit sie wissen, in welcher Drehrichtung die Tür ent- oder verriegelt ist. Sofern ein Türsensor zum Lieferumfang zählt, bringt man der Software auch den Unterschied zwischen einer angelehnten und geschlossenen Tür bei.

Das Ziehen der Schlossfalle ließ sich fast überall während der Ersteinrichtung aktivieren. Nur bei Aqara muss man dran denken, ein Häkchen in einem Untermenü zu setzen – sonst bleibt die Tür zu. Extraaufwand erfordert zudem eine weitere Setup-Besonderheit von Aqara. Man muss das mitgelieferte Keypad mit Batterien bestücken und mit der App koppeln, weil manche Einstellungen des Schlosses nur durch Tastendrucke auf dem Ziffernblock autorisierbar sind. Bei den anderen Schlüsseldreher-Locks sind Key pads Zubehör (siehe Tabelle Smart Locks).

Beim smarten Zylinder von Netatmo gab es sehr wenig zu konfigurieren. Schließlich erledigt man im späteren Schließbetrieb die meiste Arbeit selbst, indem man den Knauf so weit dreht, bis die Tür auf ist. Dafür macht das Netatmo zur Pflicht, die drei mitgelieferten NFC-Metallschlüssel mit dem Lesegerät des Außenknaufs bekannt zu machen.

Besonders stringent und bedienfreundlich erwies sich die Software von Homematic IP, Nuki und Tedee. Nuki gefiel mit einer praktischen Zusatzfunktion: Nutzungsdaten von vorhandenen Smart Locks der Marke lassen sich auf Knopfdruck auf das neue Modell umziehen, inklusive weiterer Parameter wie etwa zuvor vergebener Zugangsrechte.

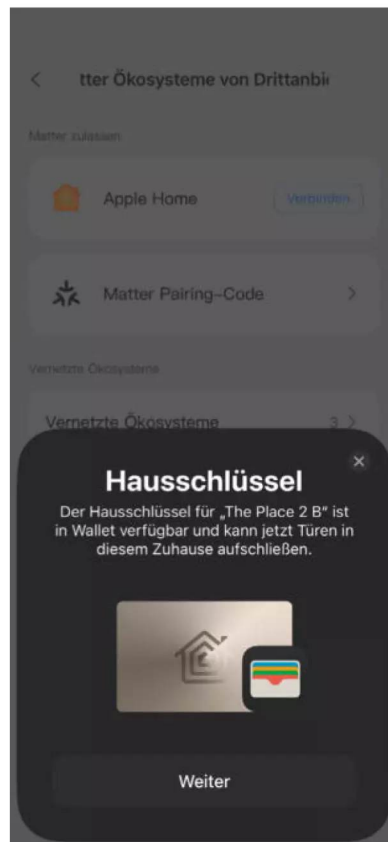
Aqara, Netatmo, SwitchBot, Yale verwirren hier und da mit unübersichtlichen Menüführungen und unklaren Meldungen. Bei Ezviz wirkt die Software unfertig. Eine missverständlich eingedeutschte und lückenhafte Anleitung provoziert Fehlbedienungen und macht das Zusammenspiel mit der Hardware zur Geduldsprobe.

Appschließen

Die Testgeräte lassen sich auf mehreren Wegen öffnen und schließen. Den Zugriff per App akzeptieren alle. Drückt man auf eine Schaltfläche der Netatmo-App, aktiviert sich der Zylinder und man kann ihn von Hand am Außenknauf aufdrehen. Nach wenigen Sekunden geht die Technik wieder in den Dämmer-schlaf, sodass ein Drehen am Knauf nichts mehr bewirkt.



Die Funktion namens Auto-Unlock öffnet beim Yale-Schloss auf Basis der GPS-Position des Smartphones das Schloss, wenn man sich ihm nähert.



Verknüpft man das Aqara-Schloss mit Apple Home, kann man es mit Apples NFC-Funktion für digitale Hausschlüssel durch Antippen der iPhone-Rückseite des Aqara Keypads öffnen.

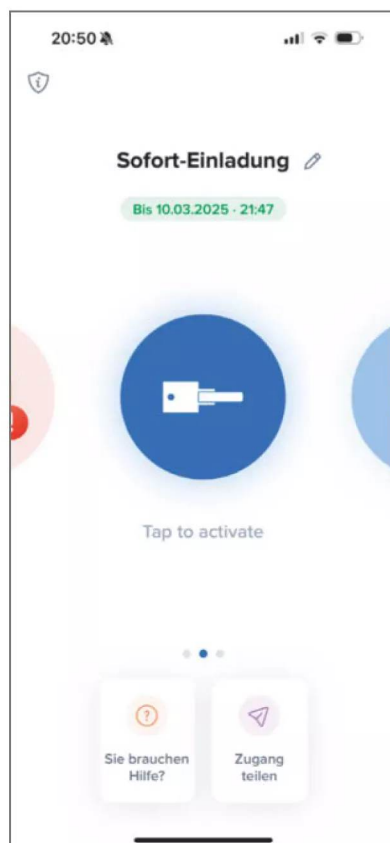
Das ist digital, aber nicht smart. Bei allen anderen Locks im Test springt auf App-Kommando der Motor an und dreht den Zylinder in die gewünschte Position. Die meisten Schlüsseldreher-Apps unterscheiden zudem, ob man das Schloss bloß entriegeln oder sogar die Falle ziehen möchte.

Nur bei Ezviz geht die Falle und damit die Tür grundsätzlich auf. Ändern lässt sich das in der App nicht. Das DL01-Pro muss bei einem weiteren Punkt passen: Als einziges Schloss lässt es sich nicht mit einer Smartwatch bedienen. Aqara, Netatmo, SwitchBot und Yale akzeptieren nur die Apple Watch, bei

den anderen kann es auch eine Uhr mit WearOS sein. Nuki gibt an, auch ausgewählte Modelle mit Tizen-System zu unterstützen.

Nichts drücken muss man, wenn man bei Aqara, Nuki, SwitchBot, Tedee und Yale der App den GPS-Standort des Smartphones freigibt und die Auto-Unlock-Funktion aktiviert. Nähert man sich mit dem Mobilgerät auf Bluetooth-Reichweite, öffnen die Schlösser die Türen von allein. Die Arme voller Einkäufe reicht es dann, das Türblatt aufzuschubsen.

Damit die Mobilgeräte als Schlüssel ihren Job erledigen, muss man außer auf genügend Restlade-



Für alle Smart Locks lassen sich digitale Zweitschlüssel erstellen. Nicht selbstverständlich sind befristet gültige Codes, für die Gäste kein App-Konto registrieren müssen, wie hier bei Netatmo.

stand mitunter auch auf eine gute Internetverbindung achten. Garantiert offline funktionierte im Test nur die Technik von Nuki, SwitchBot, Tedee und Yale, indem Schloss und Smartphone per Bluetooth kommunizierten. Wenn wir im Smartphone den Mobilfunk und das WLAN deaktivierten, gaben die Apps von Aqara und Netatmo die Schaltflächen nicht frei.

Beim Schloss von Homematic IP hängt die Ausfallsicherheit vom Gateway ab. Das proprietäre Funkprotokoll erlaubt keinen direkten Kontakt zu Smartphones. Als Vermittlungsstelle sind die Modelle Home Control Unit (300 Euro) und CCU3 (180 Euro)

wegen ihrer Offlinefähigkeit – sie halten übers WLAN-Kontakt zum Smartphone – der rein cloudgestützten Anbindung über den Homematic-IP-Access-Point (50 Euro) vorzuziehen.

Als Alternative zum Zugang per Smartphone und Smartwatch bieten alle Hersteller eine unterschiedliche Auswahl an funkgesteuertem Zubehör, um die Schlösser per Schlüsselfernbedienung, Zifferncode, Fingerabdruck oder NFC-Kontakt zu öffnen (siehe Tabelle Smart Locks). Bei Ezviz und Aqara gehört ein Keypad zum Lieferumfang. Beide enthalten NFC-Lesegeräte. Das von Aqara versteht sich mit der Technik von Apple Home Key. Hält man die Rückseite eines iPhones oder einer Apple Watch ans Keypad, öffnet sich das Schloss. Yale bedient auch Android-Geräte. Die Marke liefert einen NFC-Puck mit, den man etwa an den Türrahmen klebt und der beim Auflegen von Apple- oder Android-Telefonen mit NFC reagiert. Internetzugang brauchen Handys und Uhren in beiden Fällen nicht, nur einen ausreichenden Ladestand.

Bei Netatmo ist die alternative Öffnung per NFC zentraler Teil des Bedienkonzepts. Wer partout nicht das Handy zücken will, steckt einen der mitgelieferten und nachbestellbaren NFC-Token in Schlüsselform in eine Mulde des Außenknafs. Das bewirkt das Gleiche wie ein App-Funkbefehl und aktiviert die Kupplung zum Zylinder.

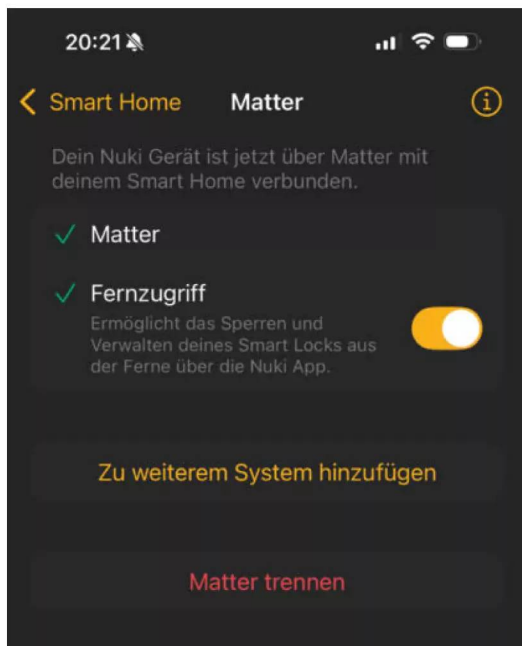
Hat man die Batteriewarnungen der Schloss-Software zu lange ignoriert, reagiert der Zylinder auf die NFC-Token nicht. Man kann dann nur hoffen, dass man eine Powerbank mit passendem Kabel hat oder in der Nachbarschaft leihen kann, um das Schloss per Notstrom anzukurbeln. Dazu verbirgt sich auf der Außenseite hinter einer Klappe eine Buchse mit veraltetem Micro-USB-Standard.

Alle anderen Testkandidaten funktionieren mit leerem Akku oder beim Stromausfall uneingeschränkt analog.

Digitale Schlüsselpost

Um anderen Zugriff auf das Schloss zu geben, braucht man keine Kopie eines Metallschlüssels zu erstellen. Stattdessen erlauben alle Testgeräte, Schließrechte auf digitale Weise zu vergeben oder zu entziehen. Das Verlustrisiko löst sich dadurch in Luft auf. Per Lösch Taste kassiert man Zutrittsrechte wieder ein.

Besonders niederschwellig gelingt das bei Netatmo, Nuki und Tedee. Mit ihren Apps erstellt man für Gäste einen temporär oder dauerhaft gültigen Code und verschickt ihn an sie per E-Mail, Messenger



Das Nuki-Schloss spart beim Fernzugriff Strom, wenn es dafür nicht das eigene WLAN nutzt, sondern über Thread mit einer Matter-Schaltzentrale von Apple verbunden ist.

oder SMS. Der Besuch braucht sich für den befristeten Zugang nicht mit einem Konto zu registrieren, und auch nicht die App zu installieren. Er erhält einen Link zu einer Website mit Schaltflächen für das Lock.

Nuki verlangt im Alltag ohnehin kein persönliches Benutzerkonto. Netatmo bietet eine separate, registrierungsfreie Gast-App. Tedee regelt den konto-freien Gastzugang über eine Browsermaske, setzt dafür allerdings einen dauerhaften Cloudkontakt des Schlosses über ein zusätzliches Gateway voraus. Tedees App wiederum ist immer an ein persönliches Konto gebunden. Bei Yale muss sich Besuch ebenfalls in der App registrieren, selbst, wenn er nur kurzzeitig Schließzugang braucht. Einzig Gäste, die man über Yales Airbnb-Schnittstelle reinlässt, brauchen das nicht zu tun.

Alle anderen Hersteller nutzen ausschließlich personenbezogene, über die Cloud synchronisierte Handyschlüssel, die man in ihren Apps mithilfe einer

klassischen Nutzerverwaltung anlegt. Den Schließzugang behält eine Person so lange, bis man ihn ihr auf Knopfdruck entzieht. Das ist prima für Familienhaushalte oder für wiederkehrende Visiten etwa des Reinigungspersonals. Man kann in allen getesteten Apps den Zugang zeitlich einschränken, sodass der digitale Schlüssel etwa nicht am Wochenende gilt. Seltenen Besuch wird man den Registrierungs-zwang hingegen nicht zumuten wollen.

Eine kontofreie Alternative zur App stellt bei fast allen Testkandidaten außer Netatmo ein Keypad dar. Die dafür erstellten Ziffernkombis lassen sich ebenfalls als Textnachricht verschicken.

Alle Schlösser lassen sich nicht nur aus der Nähe, sondern auch fernab vom Zuhause öffnen, wenn man sie ins Internet lässt. Zudem sind die smarten Schließhilfen dann gemeinsam mit anderen Smart-Home-Geräten oder anhand von Sprachassistenten bedienbar. Wie einfach man die Testkandidaten vernetzt und mit welchen Systemen sie zusammenspielen, unterscheidet sich.

Ab Werk reagieren fast alle smarten Schlösser auf Bluetooth-Signale aus der Nähe. Bloß bei Homematic IP gehört es von vornherein zur Systemarchitektur, dass ein Gateway als Vermittlungsstelle das mit proprietärem Funk angebundene Schloss ins WLAN-Heimnetzwerk einbindet. Darüber ist das Schloss dann ebenfalls aus dem Internet erreichbar.

Bei Aqara, SwitchBot und Tedee kauft man nur bei Bedarf ein Gateway. Ezviz liefert eines im Set mit, das man installieren kann, aber nicht muss. Dieses verstand sich im Test aber nicht mit dem Schloss. Bis Redaktionsschluss gelang es nicht, das Ezviz-Schloss damit ins Web zu bringen. Die Modelle von Nuki und Yale benötigen kein zusätzliches Gateway. Sie haben WLAN-Chips, die man für den Fernzugriff aktivieren kann.

Netatmo braucht die Hilfe eines anderen Herstellers. Mangels eines eigenen Gateways zapft der Hersteller die Infrastruktur von Apples HomeKit-System für die Webkommunikation an. Darüber verbindet man das Smart Lock mithilfe der WLAN-Verbindungen eines HomePod, HomePod mini oder Apple TV ins Netz. Wer will, verknüpft auch Nukis Schloss mit neueren Apple-Zentralen, die zusätzlich Thread beherrschen. Beim Fernzugriff wechselt das Nuki-Modell dann zu diesem energiesparsameren Funkprotokoll und schaltet das stromhungrige WLAN aus.

Kontakt zwischen Nuki und Apple sowie weiteren großen Zusatzdiensten nehmen die Komponenten über die neue Smart-Home-Weltsprache Matter auf. Auch die Modelle von Aqara, SwitchBot und Yale



Aqara Smart Lock U200

Weil das Gehäuse des Aqara-Schlusses so schwer ist, muss man es aufwendiger verschrauben. Für das Einrichten der Software richtet man zunächst das mitgelieferte Keypad ein und behält es in Griffweite, denn wichtige Einstellungen muss man mit einem Tastendruck autorisieren. Das Keypad enthält auch ein NFC-Lesegerät für Apple Home Keys. Im Wallet eines iPhones oder auf einer Apple Watch abgelegte Zutrittsrechte aktivieren das Schloss.

Alle anderen Schließfunktionen sind auch für Android-Geräte verfügbar. Mit Auto-Unlock, also dem Aufschließen bei Annäherung und einem digitalen Schlüsselmanagement ist das Wichtigste an Bord. Temporäre Codes lassen sich hingegen nur als Keypad-PIN komfortabel verschicken.

Weil das hochpreisige Schloss-Keypad-Set für einen Fernzugriff ein Thread-fähiges Aqara-Gateway für 130 Euro extra erfordert, wird das Gesamtpaket zur Preisfrage. Mithilfe des Matter-Standards harmonisiert das Schloss mit großen Smart-Home-Diensten, wofür aber – wie üblich – zusätzlich auch deren Schaltzentralen nötig sind.

- 👆 unterstützt Apple Home Key
- 👆 viele Funktionen
- 👇 hoher Preis für Schloss / Gateway

Preis: 200 Euro



Ezviz DL01-Pro

Das „Pro“ im Namen weckt hohe Erwartungen, die das Smart Lock im Test nicht erfüllte. Positiv fiel wenig auf. Den Einsatz von Plastik auf der Rückseite kaschiert Ezviz geschickt, die Alufont wirkt edel. Dass der Hersteller ein Keypad, ein Gateway und einen Türzustandssensor zum Set bündelt, freut Kaufinteressierte mit kleinem Budget. Das Öffnen und Schließen in Bluetooth-Reichweite gelang nahezu einwandfrei, abgesehen davon, dass das Schloss die Falle beim Entriegeln immer mitzieht.

Die negativen Eindrücke überwiegen. Die App strapazierte die Geduld mit sperrigen, ungenauen Erklärtexten. Die Schlüsselübergabe war unkomfortabel: Admin und Besuch brauchen registrierte Konten, alle Smartphones, auch die von Gästen, müssen in Bluetooth-Reichweite angelernt werden. Befristete Codes per App gibt es nicht.

Ein Auto-Unlock in unmittelbarer Nähe des Schlosses per Geofencing fehlt. Ein Fernzugriff gelang uns nicht. Das Schloss blieb im Bluetooth-Modus, wechselte nicht wie versprochen zum ZigBee-Funk des Gateways und blieb somit unterwegs unerreichbar.

- 👆 solide Bluetooth-Schließfunktion
- 👇 ungenaue App-Anleitung
- 👇 wichtige Funktionen fehlen

Preis: 240 Euro (Kit mit Gateway)

verstehen dieses Kommunikationsprotokoll. Tedee hat eine Integration angekündigt, aber bisher nicht ausgeliefert. Vorteile bringt es nur denjenigen, die SwitchBot in Apples Home App bedienen wollen. Eine HomeKit-Schnittstelle bietet SwitchBot nicht. Stattdessen nutzt sie den Matter-Standard als Zugang, der gleichzeitig eine Eintrittskarte für Amazons und Googles Smart-Home-Systeme ist.

Aqara und Yale verstehen sich sowieso mit Amazon und Google, daher bringt Matter keinen unmittelbaren Zusatznutzen. Im Test offenbarte Yales Matter-Zugang zudem Frustpotenzial. Die Kontaktaufnahme mit dem als komplex und fehlerträchtig berüchtigten Protokoll klappte bei uns nicht wie erwartet. Es gelang nur mit Google Home auf einem Android-Handy, sonst mit keinem anderen Dienst



Homematic IP Türschlossantrieb

Das Smart Lock in Betrieb zu nehmen, ist an viele Voraussetzungen gekoppelt. Ein Gateway ist nicht optional, sondern eine extra zu kaufende Pflichtkomponente. Wegen des benötigten Zylinderüberstands von acht Millimetern muss man womöglich den Zierbeschlag von der Tür entfernen. Die Schraubmontage des klobigen Schlosses ist fummelig. Das Ergebnis wirkt nicht elegant, aber stabil.

Beim Start hilft ein guter geführter Dialog der App. Extras sind einfach zu konfigurieren. Das Funktionsangebot ist solide. Ein Auto-Unlock bei Annäherung über den GPS-Standort fehlt. Schließrechte für andere lassen sich nur für bestimmte Tage und Uhrzeiten einschränken, aber nicht von vornherein befristen. Statt auf seltenen Besuch konzentriert sich das Bedienkonzept auf Familienmitglieder und regelmäßige Gäste. Damit ihre Smartphones als Schlüssel dienen können, muss man diese in WLAN-Reichweite am Gateway anlernen. Ein persönliches Konto braucht generell niemand; die höherpreisigen Homematic-Gateways kommen ohne Cloud aus.

- 👍 niederschwellige App-Bedienung
- 👍 anonyme und cloudfreie Nutzung
- 👎 wichtige Funktionen fehlen

Preis: 130 Euro



Netatmo Smartes Türschloss

Die Schließhilfe ist aufwendig zu installieren, weil man den bestehenden Schließzylinder durch Netatmos Technik ersetzt. Das anschließende App-Setup erfordert, dass man mindestens einen mitgelieferten NFC-Token aus schwarz lackiertem Metall in Schlüsselform autorisiert.

Der silberfarbene Innenknauf ist kompakter als der der meisten Testkandidaten. Das Smart Lock zu öffnen, indem man eine Schlüsselattrappe in den Außenknauf steckt, hat Charme. App und NFC-Token funktionieren so, wie Netatmo es verspricht. Schließrechte vergibt man vorbildlich einfach. Ein Cloudkonto braucht nur ein Admin. Besucher nutzen temporäre Codes mit einer separaten registrierungsfreien App.

Den Batteriestand sollte man im Blick behalten, weil ein leeres Schloss sich von außen nicht öffnen lässt. Man muss dann Notstrom per von außen erreichbarer, veralteter Micro-USB-Buchse einspeisen. Dieses Ausfallrisiko und der geringe smarte Mehrwert sind ein schmerzhafter Kompromiss für etwas Schlüsselnostalgie.

- 👍 eleganter, kompakter Look
- 👎 ohne Strom keine Notöffnung
- 👎 mangels Motor wenig smart

Preis: ca. 300 Euro

und auch nicht mit einem iPhone. Mit den bisherigen Cloudschnittstellen etwa zu Alexa und Samsung SmartThings ließ sich Yale hingegen problemlos vernetzen. Die Matter-Kontaktaufnahme des Ezviz-Schlusses scheiterte im Test ganz.

Das Öffnen der Schlösser mit den großen Sprachassistenten ist unpraktisch. Weil der Zugriff auf die Smart Locks sicherheitsrelevant ist, bauen Alexa, Google Assistant und Siri eine zusätzliche Hürde ein. Diese senkt wiederum den Bedienkomfort: Bit-

tet man etwa Alexa und Google, die Tür zu öffnen, fragen beide Assistenten nach einer vierstelligen PIN, die man zuvor vergeben hat. Und Schlösser, die per Matter-Schnittstelle statt via Cloud kommunizieren, schloss Google Assistant überhaupt nicht per Sprachbefehl auf. Google hat dies deaktiviert, weil Matter keine PIN-Codes spezifiziert. Das alles war mit Alexa-Kommandos im Test kein Problem. Apples Siri regelt das Ganze generell ohne PIN. Stattdessen muss man ein verknüpftes iPhone



Nuki Smart Lock Pro (5. Gen)

Nuki hat den Akkukasten bei der 5. Generation des Lock Pro abgeworfen. Übrig bleibt ein kompakter Chromknauf mit weißem oder schwarzem Zierring aus Plastik. Im Vergleich zum kürzlich erschienenen Ultra-Modell ist das neue Pro zwölf Millimeter länger. Dadurch passt ein Schlüsselkopf hinein. Nukis spezieller Schließzylinder wird nicht gebraucht.

Vom Ultra übernimmt das Pro das hohe Schließtempo von 1,5 Sekunden – das flotteste im Test. Als seltenes Talent integriert Nuki außer Bluetooth auch WLAN und erspart somit den Kauf einer Bridge für den Fernzugriff. Für das Zusammenspiel mit Matter-kompatiblen Smart-Home-Plattformen ist Thread-Funk im Gehäuse. Wer bestimmte Zentralen von Amazon, Apple, Google und Home Assistant verwendet, nutzt das energie-sparende Funkprotokoll statt WLAN auch für den Fernzugriff mittels der Nuki-App.

Die Montage war sehr einfach, der App-Funktionsumfang ist praktisch lückenlos, das Angebot für Schließzubehör groß. Vorbildlich: Im normalen Betrieb brauchen Nuki-Admins und Gäste kein Cloudkonto.

- ⬆️ **schneller und kompakter Antrieb**
- ⬆️ **viele Funktionen und Zusatzdienste**
- ⬆️ **kein Cloudkonto nötig**

Preis: 270 Euro



SwitchBot Lock Pro

Das inzwischen günstigste Schloss im Test demonstrierte schon bei der Einrichtung, wo der niedrige Preis Kompromisse fordert. Das klobige Plastikgehäuse war umständlich mit vielen Schrauben zu montieren. Die Gesamtkonstruktion wirkte unstabil, hielt aber zumindest den gesamten Testzeitraum durch. Während des Setups nervte die App mit erratischem Verhalten. Nach einer zunächst reibungslosen Inbetriebnahme führten kleinste Einstellungsänderungen dazu, dass sich das Schloss neu kalibrierte. Befürchtungen, dass der Antrieb in der Alltagspraxis seine Position vergisst, erwiesen sich im Testzeitraum aber als unbegründet.

Die Schlüsselvergabe der App ist für Familien und regelmäßigen Besuch konzipiert. Wer Zugang will, benötigt ein Cloudkonto. Temporäre Codes für unregistrierte Gäste bietet die App nicht. Das kann man nur improvisieren, indem man ein Keypad dazukauf und die Ziffernkombis teilt. Abgesehen davon ist der Funktionsumfang groß. Positiv ist zudem der gute Anschluss an Smart-Home-Dienste und das vielfältige Zubehörangebot. Ein Türzustandssensor ist sogar im Paket enthalten.

- ⬆️ **günstiger Preis**
- ⬆️ **gutes Angebot an Zubehör**
- ⬇️ **keine temporären Codes per App**

Preis: 100 Euro

oder iPad entsperren. Das Verriegeln klappt dagegen bei allen Assistenten ohne PIN-Schutz oder Extrahandgriff.

Fazit

Geht es nur darum, ein Smart Lock per App zu öffnen und zu schließen – dann erledigen alle acht Testkandidaten ihren Job. Unterschiede ergeben sich bei der Montage und beim Anlernen und Einrichten

sowie bei allem, was man sonst noch mit den Schlössern tun möchte.

Nuki bietet das beste Paket aus schneller Inbetriebnahme, datensparsamer Schlüsselvergabe, Offlinebetrieb, Zubehörangebot und Anschluss ans Smart Home. Sympathiepunkte sammelt das kompakte Design der Neuauflage. Nur das Tedee Go trägt noch weniger auf. Wegen Kontozwang, Bridge-Bedarf und der fehlenden HomeKit- und Matter-Integration steht das sonst überzeugende Schloss hinter



Tedee Go

Das kleinste Schloss im Test ließ sich nicht nur unauffällig, sondern auch sehr einfach an der Tür platzieren. Im Standardfall braucht man keine Montageplatte. Montage und App-Setup gingen dank eines gut geführten Dialogs schnell. Zudem bot die übersichtlich aufgebaute Software einen niederschweligen Zugriff auf die lückenlosen Schließfunktionen des Smart Locks.

Ein Manko ist, dass Gäste die App als digitalen Schlüssel nur mit einem Konto verwenden können. Alternativ bietet Tedee einen registrierungsfreien Zugang über einen Webzugriff. Damit dieser auf das Schloss zugreifen kann, braucht man Tedees WLAN-Bridge, was die Kosten fürs System erhöht. Um das Schloss in cloudgestützte Smart-Home-Plattformen einzubinden, ist die Bridge ebenfalls nötig.

In der Liste unterstützter Protokolle fehlen Apple HomeKit und Matter. Für letzteres hat Tedee vor zwei Jahren ein Update angekündigt, aber noch nicht geliefert. Das Zubehörsystem ist klein, beschränkt sich auf ein Keypad mit oder ohne Fingerabdruckscanner. Zu spät für diesen Test erschien der Nachfolger Go2 – immer noch ohne Matter, aber es soll schneller und leiser arbeiten.

↑ kompaktes Edel-Design

↑ viele Funktionen

↑ günstiger Preis

Preis: 130 Euro



Yale Linus Smart Lock L2

Das Metallgehäuse ist schick, aber ein schwerer Brummer. Damit Sturzschäden unterbleiben, ist eine gewissenhafte Montage wichtig. Die App leitete dabei ungenau an. Die gute Ausstattung des Schlosses lohnte den steinigen Weg.

Ein Highlight: Für den Fernzugriff und das Zusammenspiel mit Smart-Home-Diensten spart man sich eine Bridge. Benötigte Funkchips für Thread und WLAN stecken im Schloss. Zudem sind alle gängigen Schließfunktionen verfügbar. Ein weiteres Plus ist ein im Lieferumfang enthaltener Sensor, der offene Türen erkennt. Der ebenfalls als Zugabe im Karton liegende NFC-Puck funktionierte unzuverlässiger. Hielten wir das Smartphone dran, öffnete sich das Schloss mal und mal nicht.

Probleme bereitete zudem der Smart-Home-Anschluss. Per Matter-Schnittstelle harmonisierte das Schloss einzig mit Google Home unter Android. Versuche mit Apple, Amazon und iPhone blieben erfolglos. Immerhin bleiben die klassischen Cloudschnittstellen Amazon, Google & Co. als alternative Kontaktwege erhalten.

↑ schick und robust

↑ viele Funktionen und Extras

↓ Software braucht Feinschliff

Preis: 200 Euro

Nukis Modell zurück. Probleme mit Matter und die Kontopflicht stören auch beim Yale-Schloss, das jedoch durch sein integriertes WLAN und mit vielen Funktionen glänzt.

Bei Aqara sticht die Technik von Apple Home Key hervor. Es kann aber mit den spezialisierten Marken nicht ganz mithalten. Das gilt auch für die anderen beiden Systemhersteller Homematic IP und Switch-Bot. Als Ergänzung zu bestehenden Setups eignet sich das Trio jedoch sehr gut. Ganz unten rangiert

das Schloss von Ezviz, das sich als Nervensäge erwies. Es einzurichten, war eine Geduldprobe. Anderswo übliche Bedien- und Vernetzungsmöglichkeiten fehlten oder sie funktionierten im Test nicht.

Etwas ratlos lässt uns das Netatmo-Lock zurück: Es tut, was es soll. Doch der digitale Schließzylinder nimmt einem das händische Öffnen nicht ab. Das ist zu wenig smart. Wer sich ein Zuhause wünscht, das spürbar mithilft, greift stattdessen zu einem der guten motorisierten Schlüsseldreher. (sha) **ct**

Literatur

[1] Schlüsselmeister, Sechs smarte Türschlösser im Test, Sven Hansen, Stefan Porteck, c't 12/2022, S. 96

Smart Locks

Modell	Aqara Smart Lock U200	DL01-Pro	IP Türschlossantrieb HmiP-DLD	Netatmo Smartes Türschloss	Smart Lock Pro (5. Gen)	Go	Lock Pro	Yale Linus Smart Lock L2
Hersteller / URL	Lumi United, aqara.com	Ezviz, ezviz.com	eQ-3, homematic-ip.com	Netatmo, netatmo.com	Nuki, nuki.io	Tedee, tedee.com	SwitchBot, eu.switch-bot.com	Assa Abloy, yalehome.de
Technische Daten								
Firmware-Version	3.0.0_0065	v1.0.0 build 240228	1.4.12	36772	39087	2.0.34472	v2.9	2.0.20
Funkstandards / Optional	Bluetooth 5.1 / Thread	Bluetooth / ZigBee	proprietär (868 MHz) / —	Bluetooth Low Energy 4.2 / —	Bluetooth Low Energy / Thread, Wi-Fi 4 (2,4 GHz)	Bluetooth Low Energy / —	Bluetooth Low Energy / —	Bluetooth 5.3 / Thread / Wi-Fi 6 (2,4 GHz / 5 GHz)
Abmessungen (B × H × T)	62 × 61 × 152 mm	57 × 63 × 127 mm	56 × 63 × 118 mm	50 × 50 × 145 mm	57 × 57 × 70 mm	45 × 45 × 55 mm	55 × 84 × 120 mm	52 × 47 × 147 mm
Gewicht	620 g	263 g	328 g	373 g	290 g	196 g	435 g	662 g
Batterien / Akku	— / 2000 mAh	4 × AA / —	3 × AA / unterstützt	4 × AAA / —	— / 750 mAh	3 × CR123 / opt.	4 × AA (opt.) opt. 1300 mAh	— / Li-ion-Akku
Laufzeit (Herstellerangabe)	6 Monate	6 Monate	6 Monate	12 Monate	9 Monate	6-8 Monate	6-9 Monate / 9-12 Monate mit Akku	6 Monate

automatisches Öffnen (Geofencing)	✓	—	—	—	✓	✓	✓	✓
Autolock / Zeit einstellbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Notöffnung	herkömmlicher Schlüssel	herkömmlicher Schlüssel	herkömmlicher Schlüssel	Notstrom per Micro-USB	herkömmlicher Schlüssel	herkömmlicher Schlüssel	herkömmlicher Schlüssel	herkömmlicher Schlüssel
Erkennung Türzustand	—	✓	— (optional)	—	— (optional)	—	✓	✓
Öffnen der Türfalle	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
Smartwatch-Unterstützung	✓ ²	—	✓	✓ ³	✓	✓	✓ ²	✓ ²
Fernzugriff	✓	✓	✓	✓ ⁴	✓	✓	✓	✓
temporäre Schlüssel	— ⁵	— ⁵	—	✓	✓	✓	— ⁵	✓
Benutzerverwaltung / Zeitpläne	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Gastnutzung erfordert Registrierung	✓	✓	✓	—	—	— ¹	✓	✓ (außer Airbnb)

Ausstattung

Bedienelemente	Drehknopf	Taste, Drehknopf	zwei Tasten, Drehknopf	NFC-Kontakt für Schlüssel, Drehknopf	Taster (Funktion per App belegbar), Drehknopf	Taster (Funktion per App belegbar), Drehknopf	Taster (Funktion per App belegbar), Drehknopf	Drehknopf
WLAN-Bridge	Aqara Hub M3 (130 €) oder Matter-Thread-Controller	Gateway A3-R200 (60 €, im Set enthalten)	AP (50 €), CCU 3 (180 €), Home Control (300 €)	— (optional Apple HomePod / HomePod mini, Apple TV)	— (WLAN integriert)	Tedee Bridge (80 €)	Hub Mini (35 €), Hub 2 (80 €)	— (WLAN integriert)
Fernbedienung (Preis)	—	—	✓ (40 €)	—	✓ (60 €)	—	✓ (20 €)	—
Fingerabdrucksensor	✓ (im Keypad des Lieferumfangs)	—	—	—	✓ (160 €, als Teil von Key-Pad 2)	✓ (130 €, als Teil von Keypad Pro)	✓ (als Teil des Keypad)	✓ (als Teil des Keypad 2, 130 €)
Keypad (Preis)	✓ (Lieferumfang)	✓ (im Set)	✓ (100 €)	—	✓ (ab 90 €)	✓ (ab 110 €)	✓ (100 €)	✓ (ab 70 €)
Sonstiges (Preise)	NFC-Karten (10 €), Öffnen per Apple (NFC) via Keypad	Keypad mit NFC, 2 NFC-Token	—	3 NFC-Schlüssel inkludiert, 40 € pro Extraschlüssel	Bedienmodul für Gegensprechanlage (130 €)	—	NFC-Karten (15 €) via Keypad	NFC-Pucks (einer im Lieferumfang, weitere Sets 30 Euro)

Konnektivität

App	Aqara Home	Ezviz	Homematic IP	Home + Security	Nuki Smart Lock	Tedee	SwitchBot	Yale Home
Registrierungszwang	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
Cloud / ohne Cloud nutzbar	✓ / ✓ (nur lokal)	✓ / ✓	✓ / ✓ (abhängig von WLAN-Bridge)	✓ / ✓ (nur via Apple Home)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Alexa / Google Assistant / HomeKit / SmartThings / Home Assistant / Homey / Matter	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / – / ✓	– / – / ✓ / – / – / – / ✓	✓ / ✓ / – / – / – / – / –	– / – / ✓ / – / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / – / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓
Gastunterkunftsdienste / kostenlos	– / –	– / –	– / –	– / –	u.a. Airbnb, Guesty, Smooibu / –	Guesty, Smooibu / –	– / –	Airbnb / ✓
Zugriff über APIs	–	–	✓	–	✓	✓	–	–

Bewertung	
-----------	--

Installation / Funktionsumfang	○/⊕⊕	⊖/○	○/⊕	⊖/⊖	⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕	⊕/⊕	⊕/⊕⊕
App / Bedienung am Schloss	⊕/⊕	○/⊕	⊕⊕/⊕	⊕/○	⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕⊕	⊕/⊕⊕	⊕/⊕
Preis	200 € (Set mit Kevnad)	240 € (Set mit Kevnad / Gateway)	130 €	300 € (Set mit 3 Schlüsseln)	270 €	130 €	100 €	200 €

☒ + sehr gut ☒ + gut ☐ zufriedenstellend ☐ - schlecht ☐ - - sehr schlecht ☒ unterstützt ☐ - nicht unterstützt n. v. nicht vorhanden k. A. keine Angabe
¹kontofreier Zutritt erfordert Bridge und Cloud ²nur Apple Watch ³nur Apple Watch via Apple Home ⁴nur via Apple Home ⁵nur Keypad-PIN



Bild: hydra/Unsplash

Smart gegen Schimmel: Luftentfeuchter

Gerade im Winter droht bei feuchter Luft Schimmelgefahr. Wir erklären, wann Luftentfeuchter wirklich helfen und wie sie ins Smart Home integriert werden.

Von **Daniel Ziegner**

Der Winter bietet gute Bedingungen für Schimmel. Da ist es schnell vorbei mit der Gemütlichkeit in den eigenen vier Wänden. Doch einfach mal so die Dämmung in der Wohnung oder im Haus zu sanieren, ist teuer und aufwendig. Elektrische Luftentfeuchter sollen schnell Abhilfe gegen die Schimmelgefahr schaffen.

Denn: Das Problem entsteht durch hohe Luftfeuchtigkeit. Liegt diese dauerhaft über den empfohlenen Werten, kann das gesundheitsschädliche Folgen haben. Luftentfeuchter senken die relative Luftfeuchtigkeit und können so Schimmel vorbeugen.

Die Auswahl an elektrischen Luftentfeuchtern auf dem Markt ist groß. Wann sie sich lohnen, wie gut sie ins Smart Home integriert sind und welche Alternativen es zu den Stromfressern gibt, erklärt dieser Ratgeber. Außerdem testen wir zwei Geräte mit smarten Funktionen: den Meaco Arete Two 25L und das Midea (bzw. Comfee) DF-20DEN7-WF.

Ursachen für hohe Luftfeuchtigkeit

Die Ursache hoher Luftfeuchtigkeit liegt oft im Gebäude selbst: Eine Wärmebrücke (bzw. umgangs-

sprachlich auch Kältebrücke) bezeichnet Gebäude-
teile, die Wärme besser als andere Stellen leiten und
sie damit nach außen transportieren. Das führt nicht
nur zu höheren Heizkosten, sondern schafft auch
die optimale Umgebung zur Schimmelbildung durch
kondensierende Feuchtigkeit.

Da das Gemäuer an Wärmebrücken eine niedri-
gere Oberflächentemperatur hat, herrscht an ihnen
eine höhere relative Luftfeuchtigkeit als an anderen
Wänden. Die kältere Luft nimmt weniger Feuchtigkeit
auf. Deshalb besteht insbesondere hier eine erhöhte
Gefahr von kondensierendem Wasser, da der Tau-
punkt hier früher erreicht wird. Man kann das Phä-
nomen beispielsweise bei der Taubildung an un-
isolierten Fenstern im Winter beobachten.

Wärmebrücken häufen sich besonders in Altbau-
ten und Gebäuden, die noch vor Inkrafttreten der
ersten Wärmeschutzverordnung bis Ende der 70er-
Jahre gebaut wurden. Sie finden sich oft an Über-
gängen zum Balkon, Heizkörpernischen, Rollladen-
kästen, einfach verglasten Fenstern oder unge-
dämmten Lücken zwischen Mauerwerk und Fens-
terrahmen.

Wir haben zwei elektrische Luftentfeuchter in
zwei Altbauwohnungen getestet. Dort herrschten
besonders an kalten Wintertagen Luftfeuchtigkeiten
über 60 oder sogar 70 Prozent. Die senkten die Luft-
entfeuchter zwar, aber nach dem Abschalten pen-
delte sich die Luftfeuchtigkeit schnell wieder auf das
vorherige Niveau ein.

In beiden Fällen waren Wärmebrücken in Zimmer-
ecken vorhanden. Deren Problem kann ein Luftent-
feuchter zwar saisonal bekämpfen, aber nicht dauer-
haft lösen. Auf Dauer wäre hier eine aufwendige
Sanierung nötig, bei der die wärmeleitenden Außen-
wände neu gedämmt werden. Wo das nicht möglich
ist, verhindert ein Luftentfeuchter zumindest die
Schimmelbildung.

Relative Luftfeuchtigkeit und Hygrometer

Die relative Luftfeuchtigkeit wird in Prozent gemes-
sen. Dieser Prozentwert gibt die Sättigung der Luft
mit Wasserdampf an, entsprechend ihrer aktuellen
Temperatur. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit auf-
nehmen als kalte. Überschreitet die relative Luft-
feuchte 100 Prozent, fällt der Überschuss als Kon-
denswasser aus.

Um herauszufinden, ob ein elektrischer Luftent-
feuchter sinnvoll wäre, muss man die Luftfeuchtig-
keit mit einem Hygrometer messen. Einfache Hygro-
meter mit digitaler oder analoger Anzeige gibt es
im Baumarkt ab zehn Euro.

Hygrometer und andere Raumluftsensoren las-
sen sich auch ins Smart Home einbetten. Dafür gibt
es zahlreiche Messgeräte, die mit Amazon Alexa,
Apples HomeKit und Google Home kompatibel sind
(siehe ct.de/wbmp). Entsprechende Geräte liegen
preislich zwischen 20 und 100 Euro. Die gemessene

Risiken hoher Luftfeuchtigkeit

Die Luftfeuchtigkeit in Wohnräumen sollte
zwischen 40 und 60 Prozent liegen. Bei zu
niedriger oder hoher Luftfeuchtigkeit entste-
hen Gesundheitsrisiken, wie eine Studie der
RWTH Aachen zeigt (siehe ct.de/wbmp). Ver-
schiedene Bakterien und Viren verbreiten
sich bei zu hoher oder zu niedriger relativen
Luftfeuchtigkeit besser. Staubmilben fühlen
sich bei 70 bis 80 Prozent relativer Luftfeuch-
tigkeit am wohlsten. Beides ist besonders
für Allergiker relevant.

Trockene Raumluft unter 40 Prozent kann zu
Haut- und Atemwegsproblemen führen. Dann

benötigen Sie keinen Luftentfeuchter, son-
dern einen Luftbefeuchter bzw. Humidifier.
Als Alternative könnten Sie auch eine Schale
mit Wasser auf die Heizkörper stellen, manch-
mal reicht das auch schon aus.

Beides gilt nicht nur für Privatwohnungen,
sondern auch am Arbeitsplatz. Die Bundes-
agentur für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
(BAuA) macht in ihrem Regelwerk klare Vorga-
ben: bei 20 Grad Celsius darf eine relative Luft-
feuchtigkeit von 80 Prozent nicht überschrit-
ten werden. Es gibt also gute Gründe, auf die
Luftfeuchtigkeit zu achten (siehe ct.de/wbmp).

Luftfeuchtigkeit lässt sich dann beispielsweise nutzen, um ab einem gewissen Wert automatisiert einen Luftentfeuchter zu starten.

HomePod-Mini-Besitzer haben bereits ein Hygrometer in ihrer Wohnung. In Apples Smartthome-Lautsprechern ist ein entsprechender Sensor verbaut. Um auf diesen zuzugreifen, muss die Softwareversion 16.3 installiert sein (siehe ct.de/wbmp). Die Luftfeuchtigkeit wird dann ebenso wie die Temperatur in Apples Home-App angezeigt.

Luftentfeuchter für den privaten Einsatz nutzen in der Regel das Kondensationstrocknungsverfahren. Sie ziehen Raumluft mit einem Ventilator ein, kühlen sie im Inneren auf den Taupunkt ab und sammeln das entstehende kondensierte Wasser in einem Auffangbehälter. Als Kältemittel wird R-290, also Propangas, genutzt. Das kommt auch in mobilen Klimaanlage zum Einsatz (siehe ct.de/wbmp).

Elektrische Luftentfeuchter im Kurztest

Elektrische Luftentfeuchter funktionieren ähnlich wie Bautrockner, sind aber kleiner und durch eine geringere Leistungsfähigkeit auch leiser. Gängige Modelle sind für Wohnflächen bis 100 m² ausgelegt. Entsprechende Geräte gibt es von zahlreichen Herstellern wie DeLonghi, Meaco, Midea, Newentor, Pro Breeze, Trotec und anderen. Preise reichen von 100 bis 400

Euro. Darüber befindet man sich bereits im Bereich von Profi-Bautrocknern für die gewerbliche Nutzung.

In den Funktionen unterscheiden sich die verschiedenen Geräte kaum, dafür in der Leistungsfähigkeit. Diese wird in der Regel in Litern angegeben. Gibt ein Hersteller eine Leistungsfähigkeit von 20 Litern an, bedeutet das, dass der Luftentfeuchter in 24 Stunden bis zu 20 Liter Feuchtigkeit aus der Luft ziehen kann. Wir haben uns beispielhaft zwei Geräte mit smarten Funktionen als Stichprobe aus dem Markt genauer angeschaut.

Luftentfeuchter im Smart Home

Die beiden getesteten Luftentfeuchter verfügen über Bluetooth, WLAN und eigene Apps. Alternativ lassen sie sich auch mit dem eingebauten Hygrometer und einfachen Timern automatisieren. Das reicht aus, um extreme Feuchtigkeitsspitzen auch bei Abwesenheit abzufangen oder den Entfeuchter unbeaufsichtigt für einige Stunden neben der nassen Wäsche laufen zu lassen.

Wer sich mehr Funktionen wünscht, wird auch mit den vermeintlich smarten Geräten nur eingeschränkt glücklich. Meacos App bietet immerhin eine Verknüpfung zu Amazon Alexa und Google Assistant an, um den Lufttrockner per Sprachassistent zu steuern. Bei Midea können wir Alexa und Google Home sowie den Cloud-Automationsdienst



Elektrische Luftentfeuchter kommen in verschiedenen Größen und Leistungsstufen. In den Funktionen unterscheiden sie sich kaum.



Meaco Dry Arete Two 25L

Unser Testgerät Meaco Dry Arete Two 25L kostet 390 Euro. Das Gerät kann an einem Tag bis zu 25 Liter Feuchtigkeit aus der Luft ziehen. Für 320 Euro bietet Meaco auch den Arete One 25L an, der sich im Gegensatz zur Zweier-Version aber nicht per Smartphone-App steuern lässt. Zusätzlich gibt es beide Modelle jeweils in weniger leistungsstarken und entsprechend günstigeren Versionen.

Die 25-Liter-Version ist 62 cm hoch, 37 cm breit, 27 cm tief und wiegt mit leerem Auffangbehälter 16 kg. In den Auffangbehälter passen 4,8 Liter Wasser. Das fest verbaute Kaltgerätekabel lässt sich auf der Rückseite aufrollen, auf der Oberseite lässt sich ein Tragegriff für den Transport ausklappen.

Im Normalbetrieb erreicht der Meaco Arete Two 25L einen Geräuschpegel zwischen 42 und 50 dB. Im Wäschetrockner-Modus läuft das Gerät für sechs Stunden auf voller Leistung und kommt auf 55 dB. Ein optionaler Nachtmodus ist für den Einsatz in Schlafzimmern gedacht. Ist dieser aktiviert, reduziert der Arete Two die Leistung und dimmt rücksichtsvoll den hellen Bildschirm. Aber auch im Nachtmodus bleibt die Lautstärke nur knapp unter 40 dB.

Informationen wie Luftfeuchtigkeit zeigt eine modern wirkende Anzeige auf der Oberseite. Das sieht zwar zunächst so aus, ist aber kein echter Touchscreen. Die gewünschte Ziel-Luftfeuchtigkeit lässt sich also nicht per Wischgeste einstellen, sondern über mehrmaliges Drücken eines Knopfes in 5-Prozent-Schritten zwischen 40 und 70 Prozent. Hier wird auch ein Timer zum automatischen Abschalten des Lüfters eingestellt.

Die kostenlose App für Android und iOS erfordert einen Account bei Meaco. Die Funktionen der physischen Steuerelemente können über das Smartphone gesteuert werden. Darüber hinaus kann eine Automatisierung basierend auf der aktuellen Außenluftfeuchtigkeit oder -temperatur des angegebenen Standortes konfiguriert werden.

- 👆 HEPA-Filter zur Luftreinigung
- 👆 modern wirkendes Display
- 👆 Steuerung per App
- 👇 App mit Account-Zwang
- 👇 keine Unterstützung für HomeKit und Home Assistant
- 👇 teuer



Midea DF-20DEN7-WF

Der Midea DF-20DEN7-WF kostete zum Redaktionsschluss zwischen 200 und 250 Euro, manche Händlern vertreiben ihn auch unter dem Markennamen Comfee. Der Wassertank hat ein Fassungsvermögen von 3 Litern, der Hersteller gibt die Entfeuchtungsleistung des DF-20DEN7-WF mit 20 Litern in 24 Stunden an. Alternativ bietet der Midea Cube 20 die gleiche Leistung, verfügt aber über einen 12 Liter großen Auffangtank für längeren Betrieb. Der kostet 300 Euro.

Das Gerät ist 51 cm hoch, 35 cm breit und 25 cm tief. Mit leerem Tank wiegt der Midea knapp über 15 Kilo. Zum Transport verschiebt man das Midea mit den Rollen auf der Unterseite. Man kann es auch an zwei Einkerbungen an den Seiten hochheben und tragen. Das fest verbaute Stromkabel lässt sich dazu auf der Rückseite einwickeln und festklemmen.

Wir messen eine Lautstärke zwischen 45 und 55 dB auf der höchsten der drei Stufen. Hier klingt der Lüfter des Luftentfeuchters wie ein Ventilator. Auf der niedrigsten Stufe sind es noch 40 bis 47 dB, das Geräusch erinnert dann an einen brummenden Kühlschrank. Zum Schlafen ist das zumindest für geräuschempfindliche Ohren zu laut.

Nach dem Einschalten lässt sich die Entlüftungsleistung in drei Stufen (hoch, mittel oder niedrig) einstellen. Alternativ wählen wir aus drei wenig intuitiv benannten Programmen: Kontinuierlich („Cont.“), Wäschetrocknen („Dryer“) oder „SMD“. Letzterer Modus hält die Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 60 Prozent.

Das eingebaute Hygrometer liest man entweder über eine zweistellige Segmentanzeige auf der Oberseite oder über die App des Herstellers aus. Der Support für die in der Anleitung genannte App Midea Air wurde allerdings bereits im April 2024 eingestellt. Die neue Midea-App SmartHome gibt es für Android und iOS. Ein Benutzeraccount bei Midea ist zwingend erforderlich, um Geräte zu koppeln.

- 👆 kompakte Größe
- 👆 Steuerung per App
- 👇 App mit Account-Zwang
- 👇 veraltete Anleitung
- 👇 keine Unterstützung für HomeKit und Home Assistant

IFTTT verbinden. Apple-Nutzer können Siri-Kurzbefehle anlegen.

Eine echte Verbindung zu Apples HomeKit-Ökosystem bieten beide Hersteller nicht (siehe ct.de/wbmp). Auch Home-Assistant-Nutzer blicken aufgrund fehlender APIs bei Herstellern wie DeLonghi, Meaco und Midea in die Röhre. Wer sein Zuhause vernetzt, sollte vor dem Kauf eines Luftentfeuchters auf die Kompatibilität mit dem verwendeten System achten.

Bedenklicher Workaround

Luftentfeuchter ohne WLAN oder Bluetooth lassen sich zunächst gar nicht ins Smart Home integrieren. Eine günstige WLAN-Steckdose, etwa mit dem Matter-Standard, genügt bereits, um auch solche Geräte smarter zu machen. An dieser wird der Luftentfeuchter angeschlossen. Außerdem benötigen Sie ein ins Smart Home eingebettetes Hygrometer, um die Luftfeuchtigkeit auszulesen. Die gibt es oft in Kombination mit anderen Sensoren wie Kohlendioxidmessgeräten (siehe ct.de/wbmp).

Im Heim-Automatisierungs-System der Wahl richten Sie eine Regel ein, die Steckdose ab einem bestimmten Luftfeuchtigkeitswert einzuschalten. Dieser Trick funktioniert allerdings nur mit Luftentfeuchtern, die mit der Stromversorgung auch automatisch die Entfeuchtung starten. Das ist im Test beim Midea DF-20DEN7-WF der Fall, doch der Meaco Arete Two erfordert einen weiteren Tastendruck am Gerät.

Dieser Workaround für mangelnde Smart-Home-Kompatibilität findet sich auch in Internetforen. Allerdings ist davon abzuraten, die Geräte durch plötzliches Unterbrechen der Stromversorgung zu steuern. Midea warnt vor der Abschaltung per Netzschalter. Meaco schreibt in seiner Gebrauchsanweisung sogar, dass eine solche Verwendung zum Erlöschen der Garantie führe.

Dauerbetrieb und Alternativen

Sicherer ist der vom Hersteller vorgesehene Dauerbetrieb im Automatikmodus. Das Gerät schaltet sich dabei entsprechend der im integrierten Hygrometer gemessenen Feuchtigkeit ein und ab. Ist der gewünschte Wert erreicht (oder der Behälter voll), schaltet sich das Gerät automatisch ab. Für den dauerhaften, unbeaufsichtigten Betrieb bieten viele Luftentfeuchter Anschlüsse für einen Schlauch. Statt im Auffangbehälter wird das kondensierte Wasser dann direkt abgeleitet.



Für den Dauerbetrieb kann auf der Rückseite eines Luftentfeuchters ein Schlauch angeschlossen werden, der das kondensierte Wasser direkt ableitet. Dann muss der Behälter nicht geleert werden.

Luftentfeuchter sind als mobile Geräte konzipiert. Gängige Modelle haben Tragegriffe oder Rollen, um sie leicht in einen anderen Raum zu transportieren. Das ist nützlich, um sie etwa in einem fensterlosen Badezimmer nach dem Duschen einzusetzen, wo Lüften unmöglich ist.

Eine weitere alltägliche Situation, in der wir selbst die Luftfeuchtigkeit erhöhen, ist das Wäschetrocknen. Die Feuchtigkeit aus der Wäsche muss irgendwo hin – und geht in die Luft. Eine Ladung Wäsche enthält zwischen zwei und vier Litern Feuchtigkeit. Deshalb bieten viele Luftentfeuchter ein spezielles Wäsche-Programm, das letztlich einfach eine hohe Leistungsstufe ist, um diese Feuchtigkeit direkt wieder aufzufangen.

Stromlose Luftentfeuchter

In Baumärkten gibt es Luftentfeuchter, die ganz ohne Strom funktionieren. Die mal mehr, mal weniger hübschen Geräte von Firmen wie Absobdry, Humdry, Uhu oder Wenko. Diese Luftentfeuchter haben zwei Vorteile gegenüber den strombetriebenen Geräten. Zum einen sind sie vollständig geräuschlos. Zum anderen sind die Geräte wesentlich kleiner, können unabhängig von einer Steckdose und auch auf Möbeln platziert werden.

Diese einfachen Luftentfeuchter sind nur für kleinere Flächen geeignet. Die Herstellerangaben liegen



Einige Luftentfeuchter wie dieses Modell von Meaco filtern die eingesaugte Luft – und dienen damit als Luftfilter.

im Bereich zwischen 20 bis 35 m². Statt Strom und Propangas nutzen sie ein Granulat, um der Umgebungsluft die Feuchtigkeit zu entziehen. Das Konzept heißt Adsorptionstrocknung. Dazu wird Calciumchlorid eingesetzt. Das wird je nach Modell als Granulat oder im Block in einen meist aus Kunststoff bestehenden Behälter gefüllt, der auch die Feuchtigkeit auffängt. Calciumchlorid darf nicht in die Hände von Kindern gelangen und verursacht schwere Augenreizungen – so auch die Warnhinweise auf den Packungen.

Was kostet mehr?

Wer jetzt denkt, dass sich mit diesen Geräten nicht nur Anschaffungs-, sondern auch Stromkosten sparen lassen, sollte eine Rechnung mit seinem Strompreis durchführen. Eine Füllung eines stromlosen Luftentfeuchters soll 1,5 bis 6 Monate reichen, so die stark schwankenden Herstellerangaben. Ein Kilogramm Calciumchlorid kostet ab 7,50 Euro. Ein Kilogramm Calciumchlorid nimmt etwa zwei bis drei Liter Wasserdampf auf. Das heißt, ein Liter entfernte Raumfeuchtigkeit kostet umgerechnet 2,50 Euro.

Unsere Testgeräte von Meaco und Midea haben je nach eingestellter Trocknungsstufe eine Leistung von 200 bis 360 Watt. In unserem Test messen wir im Automatikmodus zwischen 0,2 und 0,3 kWh. Der durchschnittliche Strompreis lag 2024 laut Statisti-

chem Bundesamt bei 41,02 Cent pro kWh (siehe ct.de/wbmp). Die laufenden Kosten für den Strom eines elektrischen Luftentfeuchters sind damit deutlich günstiger als die eines Calciumchlorid-Geräts – nämlich bei rund 8 bis 12 Cent pro Liter entfernter Luftfeuchtigkeit.

Zu dieser Rechnung gehört der Vollständigkeit halber natürlich auch der Anschaffungspreis. Wird man für einen elektrischen Luftentfeuchter schnell mehrere hundert Euro los, bekommt man ein stromloses Gegenstück schon für fünf bis 30 Euro.

Als akutes und kostenloses Mittel gegen hohe Luftfeuchtigkeit gilt das Lüften. Öffnet man im Winter die Fenster und lässt kalte Außenluft in den wärmeren Raum, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit in diesem. Die warme, feuchtere Luft zieht dabei nach draußen.

Nach Empfehlung des Bundesumweltministeriums sollte man im Winter mehrmals täglich für jeweils mindestens fünf Minuten mit Durchzug stoßlüften (und dabei die Heizung herunterdrehen) (siehe ct.de/wbmp). Außerdem sollte die Raumtemperatur nicht unter 17 Grad fallen. Schlafzimmer sollten morgens gelüftet werden. Über Nacht steigt dort die Luftfeuchtigkeit durch das Schwitzen.

Dieses richtige Lüften ist keine dauerhafte Lösung. Eine Untersuchung des Passivhaus-Instituts Darmstadt kam zu dem Schluss, dass auch ein der Empfehlung entsprechendes Lüften die Feuchtigkeit nicht nennenswert senkt (siehe ct.de/wbmp).

Fazit

Auch wenn es angesichts des Strombedarfs zunächst nicht so klingt, sind elektrische Luftentfeuchter auch bei längerer Benutzung günstiger als ihre stromlosen Alternativen. Jeder Luftentfeuchter, egal ob elektrisch oder stromlos, kann die Feuchtigkeit im Raum senken. Besonders wenn es draußen kalt ist, kann er so die Schimmelbildung verhindern.

Bei Baumängeln ist das Problem aber nicht gelöst. Dann gilt: Sobald der Luftentfeuchter abgeschaltet wird, steigt die Luftfeuchtigkeit wieder an. Ist die Luftfeuchtigkeit dauerhaft oder sogar im Sommer konstant hoch, sollte man sich also auf die Ursachenbekämpfung konzentrieren. Wenn Sie in Ihrer Wohnung Wärmebrücken vermuten, schafft ein Experte mit Thermografie-Aufnahmen Abhilfe. Eine Wärmebildkamera macht die Problemstellen sichtbar. Denn den Luftentfeuchter 24/7 laufen zu lassen, geht nicht nur ins Geld, sondern bei lauten elektrischen Geräten gerade in Wohn-, Schlaf- oder Arbeitsräumen auch auf die Nerven. (jow) **ct**

Weitere Infos und Artikel zum Thema finden Sie unter

ct.de/wbmp



Smarter gießen mit Pflanzensensoren

Smarte Pflanzensensoren messen Erdfeuchtigkeit, Raumtemperatur und Lichtmenge für Topfpflanzen und helfen so beim richtigen Blumengießen. Wir haben die drei beliebtesten verglichen, die sich in Home Assistant einbinden lassen – zwei davon laufen aber auch autonom.

Von **Marvin Strathmann**

Die drei smarten Pflanzensensoren Flower Care von HHCC beziehungsweise Xiaomi, PLT-1 von Apollo und WH51 von Ecowitt gelten als Favoriten der Home-Assistant-Community. Wir zeigen, was sie können, vergleichen ihre Vor- und Nachteile und binden sie in die kostenlose Smart-Home-Zentrale Home Assistant (siehe S. 98) ein. Sie soll ihre Messwerte auslesen und anzeigen, auch Benachrichtigungen sind so möglich, wenn die Pflanze etwa dringend mehr Wasser benötigt. Der Apollo ist auf Home Assistant angewiesen, aber die Messwerte

des Flower Care und des WH51 lassen sich auch über andere Wege auslesen, etwa über eine zugehörige App oder per Weboberfläche.

Generell können Nutzer mit Pflanzensensoren verschiedene Werte überwachen und die Pflanzenpflege somit optimieren. Solche Sensoren erfassen etwa die Bodenfeuchtigkeit, Lichtverhältnisse oder die Nährstoffversorgung. So lassen sich etwa Pflanzen einfach überwachen, die im Haus an eher unzugänglichen Orten stehen – beispielsweise auf Schränken. Hier kann der Hobbygärtner meist nicht

schnell den Finger in die Erde stecken, um die Feuchtigkeit zu prüfen.

Die Bodenfeuchtigkeit ist besonders wichtig, da sowohl Trockenheit als auch Staunässe den Pflanzen schaden können – alle drei Sensoren im Vergleich liefern daher mindestens die Bodenfeuchtigkeit. Ebenso liefert die Lichtintensität Erkenntnisse darüber, ob eine Pflanze an ihrem aktuellen Standort genügend Licht erhält oder ob ein dunkler Kellerraum möglicherweise nicht gerade der optimale Standort ist.

Allerdings kann die Genauigkeit der gemessenen Werte je nach Sensorqualität variieren. Viele Sensoren erfassen nur einen kleinen Bereich des Bodens, was vor allem in größeren Pflanzentöpfen oder Beeten zu ungenauen Ergebnissen führen kann. Zudem sind die Werte nicht exakt. Die Sensordaten sollte man also eher als Ergänzung zur eigenen Erfahrung und regelmäßigen Kontrolle verwenden.

Home Assistant

In Home Assistant lassen sich Pflanzenwerte übersichtlich im Dashboard darstellen und in Automationen nutzen: Wenn die Feuchtigkeit im Boden

einen Schwellwert unterschreitet, erscheint etwa eine Push-Nachricht auf dem Handy oder eine Lampe blinkt rot. Das System eignet sich also hervorragend dazu, die abstrakten Daten in Aktionen zu verwandeln. Dank einer Integration wie OpenPlantbook lässt sich zudem für jede Pflanzenart den passenden Schwellwert ermitteln.

Die Geräte übertragen ihre gemessenen Werte unterschiedlich: Der Flower Care nutzt Bluetooth, der PLT-1 WLAN und der WH51 funken sie per 868 MHz an ein Gateway, das wiederum die Daten per LAN oder WLAN bereitstellt.

Das Schöne ist: In Home Assistant lassen sich alle drei Geräte recht unkompliziert über Integrationen einbinden: Der Flower Care über den Passive BLE Monitor, der PLT-1 per ESPHome und der WH51 über die Ecowitt-Integration.

Fazit

Der größte Unterschied zwischen den Geräten ist die Verbindungsart. Der Ecowitt WH51 kann dank 868-MHz-Funk auf eine sehr große Reichweite verweisen, benötigt allerdings ein zusätzliches Gate-



Drei unterschiedliche Sensoren, ähnlicher Zweck: Der Apollo PLT-1, der HHCC Flower Care und der Ecowitt WH51.

Apollo PLT-1 und PLT-1B

Der amerikanische Hersteller Apollo stellt hauptsächlich Sensoren für Home Assistant her und wirbt damit, dass sie sich problemlos in die Smart-Home-Zentrale einbinden lassen. Außer einem Temperaturmesser und einem Sensor für die Luftqualität



Der Apollo PLT-1 zeigt seine Platine oben links – das ist beim Gießen nicht optimal.

gibt es mit dem PLT-1 auch einen Pflanzensensor, der zahlreiche Daten liefert.

Der Sensor lässt sich etwa im eigenen Shop von Apollo in vielen Varianten bestellen (siehe ct.de/wj53). Standardmäßig kostet der PLT-1 knapp 26 Euro. Der Versand aus den USA nach Deutschland erhöht die Ausgaben um knapp 13 Euro, außerdem kommen noch Steuern hinzu. Die Basisvariante kostet demnach um die 46 Euro inklusive Versand. Das ergibt insgesamt einen teuren Sensor.

Standardmäßig wird der PLT-1 per USB-C mit Strom versorgt. Kabel und Netzteil sind nicht dabei, im Shop gibt es beides zusammen für zusätzliche knapp 9 Euro. Da man bisher nicht genug Geld dagelassen hat, lässt sich der Sensor zudem mit einer Sonde für die Bodentemperatur ausstatten. Eine 20cm lange Sonde kostet weitere knapp 5 Euro, eine 1,5m lange Sonde knapp 6 Euro – für besonders tiefe Wurzeln oder lange Beete im Haus.

Außer der USB-C-Version gibt es noch den PLT-1B, der mit einer eher ungewöhnlichen 18650-Batterie betrieben wird – diese Batterie hat etwas mehr Kapazität als eine übliche AA-Batterie. Sechs Monate lang soll die Batterie den Sensor laut Apollo mit

Apollo PLT-1 b3bb20

Apollo PLT-1 Minimal

Name	State	Actions
100% Water Voltage	1.5	0.0 1.5 5.0
Air Humidity	43.26 %	
Air Humidity Offset	0.0 %	-70.0 0.0 70.0
Air Temperature	25.27 °C	
Air Temperature Offset	0.0 °C	-70.0 0.0 70.0
Dry Voltage	2.7	0.0 2.7 5.0
ESP Reboot		
ESP Temperature	28.4 °C	
Factory Reset ESP		
LTR390 Light	35.8 lx	
LTR390 UV Index	0.00130 UVI	
Online	ON	
Prevent Sleep	ON	OFF On
RGB Light	OFF	None 255
RSSI	-40 dBm	
Sleep Duration	5 min	1 5 800
Soil ADC	1.95 V	
Soil Moisture	65 %	
Soil Temperature	20.2 °C	
Uptime	757 s	

```
Time Invel Tag Message
00:13:14 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:14 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:14 [0] [sensor-003] "Soil ADC": Sending state 1.95019 V with 1 decimals of accuracy
00:13:14 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:14 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:19 [0] [sensor-003] "Soil ADC": Sending state 1.95019 V with 1 decimals of accuracy
00:13:22 [0] [sensor-003] "Soil Moisture": Sending state 64.60190 % with 4 decimals of accuracy
00:13:22 [0] [sensor-003] "LTR390 light": Sending state 35.80015 lx with 4 decimals of accuracy
00:13:22 [0] [sensor-003] "LTR390 UV Index": Sending state 0.00130 UVI with 5 decimals of accuracy
00:13:22 [0] [sensor-003] "Soil Temperature": Soil Temperature: 20.2°C
00:13:24 [0] [sensor-003] "Soil Temperature": Sending state 20.18750 °C with 1 decimals of accuracy
00:13:24 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:24 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:24 [0] [sensor-003] "Soil ADC": Sending state 1.94848 V with 1 decimals of accuracy
00:13:25 [0] [sensor-003] "Soil Temperature": Sending state 20.40000 °C with 1 decimals of accuracy
00:13:25 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:25 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:29 [0] [sensor-003] "Soil ADC": Sending state 1.95019 V with 1 decimals of accuracy
00:13:32 [0] [sensor-003] "RSSI": Sending state -40.00000 dBm with 4 decimals of accuracy
00:13:34 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:34 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:34 [0] [sensor-003] "Soil ADC": Sending state 1.95019 V with 1 decimals of accuracy
00:13:39 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:39 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:44 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:44 [0] [esp-lf-000] [0x304 (748152) gpio: GPIO[4]: Inputto: 0 Outputto: 0 QwordData: 0 Pullup: 0
00:13:44 [0] [sensor-003] "Soil ADC": Sending state 1.96018 V with 1 decimals of accuracy
00:13:49 [0] [sensor-003] "Air Temperature": Sending state 25.20000 °C with 1 decimals of accuracy
```

Mit ESPHome lassen sich die Daten des Sensor im Browser betrachten.

Strom versorgen können. Die Batterieversion ist recht klobig und das Gehäuse in dieser Variante um die 8 cm lang – dagegen ist die USB-C-Version mit knapp 4 cm Länge recht kompakt. Der PLT-1B kostet knapp 28 Euro in der Basis-Variante ohne Temperatursonde. Steuern und Versand erhöhen den Endpreis so auf knapp 49 Euro.

Für das viele Geld kann der Nutzer einiges erwarten – und wird nicht enttäuscht. Der PLT-1 liefert die Feuchtigkeit des Bodens als Prozentwert, aber auch mehrere Standortdaten: die Luftfeuchtigkeit, die Lufttemperatur, die Lichtintensität und den UV-Index. Wer die optionale Sonde dazubestellt hat, kann außerdem die Temperatur des Bodens abgreifen.

Weiterhin hat der Apollo-Sensor eine RGB-LED an Bord, die sich für Automationen in Home Assistant nutzen lässt: Sie könnte etwa rot blinken, wenn der Wert des Bodenfeuchtigkeitssensors zu niedrig ist. Außerdem hat der Sensor einen Piezo-Summer integriert. So lassen sich Hinweistöne erzeugen, die an Handyklingeltöne um das Jahr 2000 herum erinnern.







Einrichtung

Der PLT-1 lässt sich per WLAN einrichten. Dafür versorgt man den Sensor mit Strom und sucht dann auf seinem Handy nach einem Netzwerk, das „Apollo PLT1 Hotspot“ heißt. Verbindet man sich mit dem Hotspot, sollte laut Anleitung eine Übersichtsseite erscheinen. Bei uns ist die Seite nicht automatisch erschienen. Es war nötig, im Browser 192.168.4.1 einzugeben, um auf die Übersichtsseite zu kommen. Nun kann der Nutzer dort das Netzwerk auswählen, mit dem sich der Sensor verbinden soll und das zugehörige Passwort eingeben.

Kennt der PLT-1 die Zugangsdaten zum Netz, dann erscheint er automatisch in Home Assistant. Über die Integration ESP-Home lassen sich dann die Werte auslesen und etwa die RGB-LED steuern. Hier ist auch möglich, den Sensor zu kalibrieren. Dafür aktiviert der Nutzer den Diagnosewert „Soil ADC“, um die aktuelle Spannung am Sensor zu erfahren. Anschließend nimmt man jeweils den ADC-Wert für einen trockenen und einen komplett nassen Sensor und trägt die entsprechenden Werte bei „Dry Voltage“ und „100% Water Voltage“ ein.

Eine eigene App gibt es für den Apollo-Sensor nicht, wer ihn erwirbt, benötigt quasi zwingend Home Assistant – oder eine eigene Bastellösung, um die Werte des eingebauten Bords ESP32-C3-MINI-1 auszulesen. Ist der Sensor über ESPHome eingerichtet, kann der Nutzer über die IP-Adresse des Sensors seine Werte und Logs im Browser betrachten sowie das RGB-Licht steuern.

Sensoren

	Air Humidity	47,49 %
	Air Temperature	26,02 °C
	LTR390 Light	22,9 lx
	LTR390 UV Index	0,00087 UVI
	Soil Moisture	64 %
	Soil Temperature	20,6 °C

[ZU DASHBOARD HINZUFÜGEN](#)

Voll ausgestattet liefert der Sensor zahlreiche Daten zur Pflanze.

Aufpassen sollte man beim Gießen: Das Gerät hat keine IP-Zertifizierung und das Gehäuse stammt vermutlich direkt aus dem 3D-Drucker. In der Dokumentation zum PLT-1 (siehe ct.de/wj53) weist der Hersteller darauf hin, dass der Sensor nicht nass werden soll – und zu lange draußen lassen sollte man ihn auch nicht. Da Teile der Platine zu sehen sind, wo etwa der Sensor für die Lichtintensität sitzt, sollte man den PLT-1 lieber nicht mit Wasser aus der Gießkanne beglücken, sondern nur die Pflanze daneben.

- 📶 **Viele Sensoren**
- 🌈 **Einstellbare RGB-LED**
- 💰 **Teuer**
- ⚠️ **Aufpassen beim Gießen**

Ecowitt WH51

Der chinesische Hersteller Fine Offset Electronics vertreibt unter der Marke Ecowitt zahlreiche Gerätschaften, um den Garten smart zu machen: Sensoren erfassen etwa die Luftqualität, messen die gefallene Regenmenge oder erkennen die Feuchtigkeit von Blättern. In dieses Sortiment passt der Bodenfeuchtigkeitssensor WH51 sehr gut.

Um die 22 Euro zahlt man für den Sensor, der Preis ist damit theoretisch angemessen, in der Praxis muss man aber mehr ausgeben. Denn der Nutzer benötigt zusätzlich ein kompatibles Gateway von Ecowitt, damit er die Daten des Sensors empfangen kann. Ein einfaches WLAN-Gateway wie das GW1100 erhöht die Kosten um etwa 33 Euro, das LAN-und-WLAN-Gateway GW2000 schlägt mit etwa 50 Euro zu Buche. Wer mit dem Feuchtigkeitssensor und dem günstigen Gateway beginnt, muss also mit etwa mindestens 55 Euro an Kosten rechnen.

Dank des Gateways hebt sich der WH51 von der Konkurrenz ab: Denn so kann der Bodenfeuchtigkeitssensor seine Werte über 868 MHz an das Gateway senden. Und das erlaubt eine Reichweite von etwa 100 Metern auf freiem Feld. Da der WH51 zudem noch IP66 zertifiziert ist, lässt er sich problemlos draußen im Garten einsetzen und muss nicht bei den Topfpflanzen im Haus bleiben.



Der Ecowitt WH51 ist etwas größer als die anderen beiden Sensoren, lässt sich dafür aber draußen im Garten einsetzen.

Allerdings überträgt der WH51 nur einen einzigen Wert: die Bodenfeuchtigkeit. Das ist schön, die Konkurrenz bietet aber mehr.

Installation

Die Installation des WH51 ist recht einfach: Man dreht die Kappe vom Batteriefach ab und legt eine AA-Batterie ein, die nicht im Lieferumfang enthalten ist. Sie soll für ein Jahr Nutzungsdauer halten, verspricht jedenfalls der Hersteller. Dem Sensor liegen zwei zusätzliche Gummikappen bei: Der Nutzer zieht sie über den LED-Indikator und die Batteriekappe. So soll das Gerät nicht nur wasserdicht werden, in der Anleitung schreibt Ecowitt zudem, dass die Pflanzen dadurch nicht vom LED-Licht gestört werden. Das Licht blinkt alle 70 Sekunden kurz rot, wenn der Sensor Daten überträgt. Ist die Batterie eingelegt und sind die beiden Badekappen übergezogen, steckt man den Sensor in die Erde.

Der Sensor verbindet sich automatisch mit einem vorhandenen und installierten Gateway und funkt ihm die Bodenfeuchtigkeit. Das Gateway GW1100 liefert übrigens bereits von Haus aus Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck an seinem Standort mit.

Um auf die Daten des Gateways und des Sensors zuzugreifen, gibt es von Ecowitt eine gleichnamige App für Android und iOS, für die man sich mit E-Mail-Adresse und Passwort registrieren muss. Diese App mit Betastatus zu beschreiben, würde ihr schmeicheln: Sie wirkt an vielen Stellen noch unausgereift und eher wie ein Hobbyprojekt. Ein Design ist kaum vorhanden und alleine eine sinnvolle Übersicht über die mit dem Gateway verbundenen Geräte zu erhalten, ist kaum möglich. Wichtige Einstellungen sind etwa in Menüs wie „Sensor-ID“ oder „Weiteres“ verborgen. Intuitiv ist das nicht.

Nett ist allerdings die Wetterkarte, auf der man die Werte von anderen Ecowitt-Sensoren sehen kann, die Nutzer freigegeben haben – etwa die Nachbarn drei Straßen weiter. Ähnliches kennt man etwa von Netatmo mit seinen Wetterstationen. Um Daten freizugeben oder sie für sich zu behalten, tippt der Nutzer oben links auf das Dreipunktmenü, wählt

„Meine Geräte“ aus, tippt auf das Dreipunktmenü rechts neben dem Gateway und hakt dann den Eintrag „Öffentlich“ an oder ab. Ist angehakt, lässt sich bestimmen, welche Daten der Nutzer freigeben möchte.

Apropos Nachbarn: Ein Gateway greift automatisch Sensordaten von Geräten in der Nachbarbarschaft auf, wenn sie in Reichweite sind. So waren wir überrascht, als zwei Bodenfeuchtigkeitswerte direkt nach dem Start im Dashboard vorhanden waren – und unser Testgerät noch gar nicht lief.

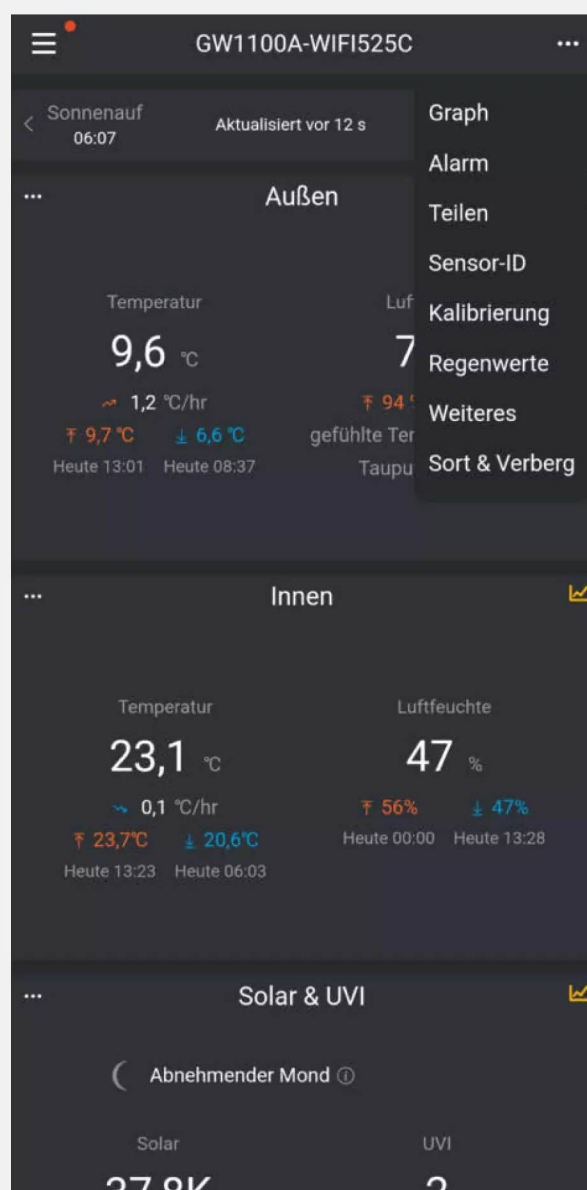
Wer den Nachbar nicht ausspionieren möchte, navigiert in der App zum Dashboard des Gateways, tippt oben rechts auf das Dreipunkt-Menü und wählt „Sensor-ID“. In einer unübersichtlichen Liste muss man dann die Sensoren des Nachbarn identifizieren, tippt auf das zugehörige Stift-Symbol rechts und setzt dann den Status auf „deaktiviert“. Das kann wichtig werden, denn die Gateways GW1100 und GW2000 unterstützen jeweils nur acht Bodenfeuchtigkeitssensoren: Hat der Nachbar alle bereitgestellten Plätze mit seinen Sensoren blockiert, lässt sich kein eigener Bodenfeuchtigkeitssensor mehr verbinden.

Kalibrieren

Mit der App lässt sich der Bodenfeuchtigkeitssensor kalibrieren, falls er unpassende Feuchtigkeitsdaten anzeigt. Der Sensor gibt dafür einen AD-Wert aus, der auf die digital umgewandelten analogen Rohdaten verweist. Standardmäßig steht ein AD-Wert von 170 für trocken, 320 für nass. Das System übersetzt den AD-Wert dann linear in Feuchtigkeitswerte von 0 bis 100 Prozent. Der Nutzer kann etwa bei Ungereimtheiten den Sensor selbst kalibrieren, indem ihn trocken in die Luft hält und anschließend ins Wasser taucht, um die extremen AD-Werte zu erhalten.

Über ecowitt.net lässt sich das Dashboard zudem im Browser betrachten. Es ist ähnlich unübersichtlich wie die Smartphone-App und verzichtet auf eine deutsche Übersetzung der Menüpunkte. Die Integration in Home Assistant geschieht recht einfach über die Ecowitt-Integration. Home Assistant erkennt das Gateway automatisch und der Nutzer kann es und alle damit verbundenen Geräte hinzufügen.

- 📶 Große Reichweite
- 🌞 Geeignet für draußen
- 📉 Unübersichtliche Bedienoberfläche
- 🔌 Gateway benötigt



Die Ecowitt-App schreckt mit einem verwirrenden Dashboard und nichtssagenden Menüpunkten ab.

Flower Care

Der Flower-Care-Sensor hat viele Namen: MiFlora, Flower Mate oder Flower Monitor. Früher gehörte er zum chinesischen Hersteller Xiaomi, mittlerweile ist HHCC Plant Technology aus dem gleichen Land dafür verantwortlich – im Chinesischen soll HHCC ausgesprochen wohl HuaHuaCaoCao ergeben, was laut der Herstellerwebsite für Blumen und Pflanzen steht. Jedenfalls verkauft Xiaomi den Sensor ebenfalls in seinem Store, daher wird er im Netz oft weiterhin Xiaomi Flower Care genannt.

Ein Sensor kostet auf seriösen Seiten um die 25 Euro, manchmal gibt es Bundle-Angebote, mit denen man sparen kann: etwa vier Sensoren für knapp 90 Euro. Bei Billigimporteuren gibt es den Sensor deutlich günstiger für etwa 13 Euro das Stück.

Flower Care misst die Bodenfeuchtigkeit, die Lufttemperatur am Standort sowie die Lichtintensität. Zudem lässt sich der Nähr-

stoffgehalt des Bodens auslesen. Der Sensor ermittelt den Nährstoffgehalt über die elektrische Leitfähigkeit: Er sendet dafür eine schwache Spannung durch den Boden und misst, wie gut er den Strom leitet. Je leitfähiger der Boden ist, desto mehr Nährstoffe könnten enthalten sein. Der Flower Care gibt die Leitfähigkeit in Mikrosiemens pro Zentimeter an, also in $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ein niedriger Wert deutet darauf hin, die Pflanze zu düngen oder etwa die Erde auszutauschen beziehungsweise aufzufüllen.

Der Sensor benötigt eine übliche CR2032-Batterie, die beiliegt. Laut dem Hersteller soll sie das Gerät für etwa ein Jahr mit Strom versorgen können. Das Gerät ist mit seiner IPX5-Zertifizierung gegen Spritzwasser geschützt, eine direkte Dusche aus der Gießkanne sollte man aber nicht riskieren – obwohl das Gehäuse aus Hartplastik recht robust wirkt. Auf eine Zertifizierung gegen Staub und Dreck hat HHCC verzichtet, was etwas schade ist, da man selbst beim smarten Gärtnern im Haus manchmal dreckige Hände bekommt.

Der Flower-Care-Sensor funkt nur per Bluetooth 4.1. Das kann aufgrund der geringen Reichweite zu Problemen führen: Um die 10 Meter ohne Hindernisse sind drin. Da kann es schon schwierig werden, im Raum nebenan Werte zu empfangen. In unserem Test hatten wir Glück und das Signal hat eine Geschossdecke überwunden – damit rechnen sollte man allerdings nicht.

Einrichtung

Für den Bodenfeuchtigkeitssensor benötigt man die gleichnamige App namens Flower Care, die es für Android und iOS gibt. Dort registriert man sich per Mail und Passwort und verknüpft anschließend das Gerät. Hier kann der Nutzer zudem eine Pflanzenart auswählen, die der Sensor überwacht – laut Hersteller be-



Klein und weiß kommt der Flower-Care-Sensor von HHCC daher.

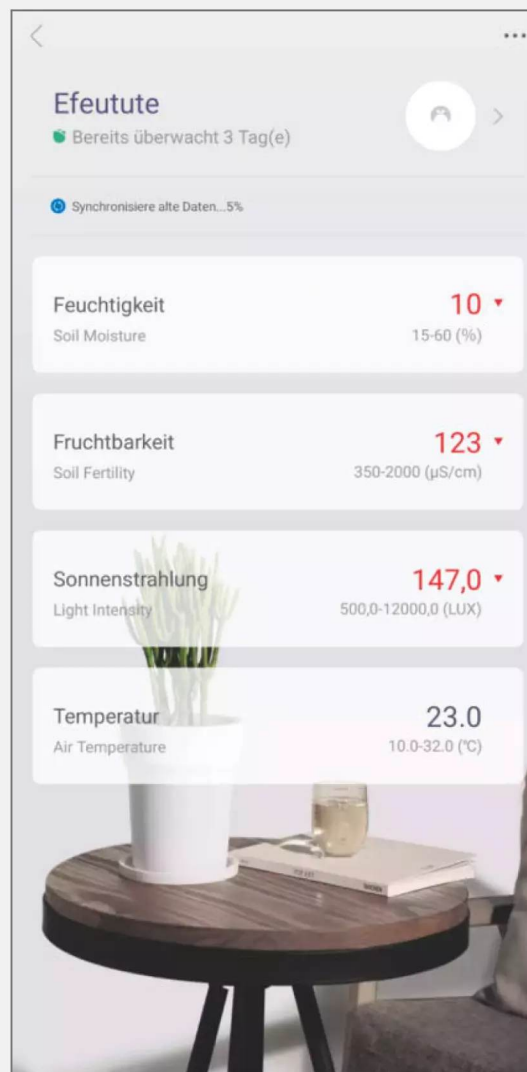
finden sich 3000 Pflanzenarten in ihrer Datenbank. Anhand dessen passen sich etwa Schwellwerte an: Der Boden für eine Efeutute sollte etwa eine Feuchtigkeit von 15 bis 60 Prozent vorweisen können. Ist das nicht der Fall, färbt sich der Wert in der App rot. Diese Schwellwerte lassen sich für jede Pflanze manuell anpassen. Leider lässt sich der Sensor nicht kalibrieren.

Die App allgemein ist sehr intuitiv gestaltet und bietet neben den Sensorwerten auch Zusatzinformationen zur ausgewählten Pflanze: Etwa welcher Boden geeignet ist, wie man sie düngt oder wie viel Wasser die Pflanze benötigt. Die Pflanzendatenbank lässt sich zudem manuell durchsuchen, ohne gleich einen Sensor zu verknüpfen. Ein Blatttyp-Filter hilft dem Nutzer anhand von mehreren Fragen, den richtigen Pflanzentyp anhand des Blattes zu erkennen.

Die Sensordaten werden als Echtzeit-Wert angezeigt – nach dem Gießen aktualisiert sich etwa der Feuchtigkeitswert nach wenigen Sekunden. Zusätzlich bereitet die App die Daten in der Historie grafisch auf: beispielsweise im täglichen Verlauf oder zusammengefasst als Wochen- oder Monatsberichte. Per Knopfdruck in den Einstellungen lässt sich die Pflanze wechseln, falls man den Sensor in einen anderen Topf steckt.

Der Flower-Care-Sensor speichert die Werte und überträgt sie dann gebündelt an das verbundene Gerät. So relativiert sich die geringe Reichweite ein wenig: Wer alle paar Tage mal mit seinem Handy in der Nähe ist und die Daten aktualisiert, ist auf dem neuesten Stand. Über Home Assistant ist etwa eine konstante Echtzeitüberwachung der Daten möglich, wenn das Gerät in Bluetooth-Reichweite steht. Die Integration Passive BLE Monitor sollte automatisch das Gerät erkennen, wenn es in Reichweite ist. Man kann das Gerät auch über die Integration Xiaomi BLE hinzufügen, allerdings funktionierte sie in unseren Tests nicht zuverlässig und hat häufig die Verbindung verloren.

- 📶 Viele Sensoren
- 👉 Intuitive App
- 🔴 Geringe Reichweite



Die Flower-Care-App zeigt alle relevanten Informationen schön übersichtlich an und bietet nützliche Zusatzfunktionen.

Pflanzensensoren im Vergleich

Name	Flower Care	PLT-1 / PLT-1B	Ecowitt WH51
Hersteller	HHCC Plant Technology	Apollo Automation	Fine Offset Electronics
Sensoren			
Bodenfeuchtigkeit	✓	✓	✓
Bodentemperatur	—	✓ ¹	—
Bodennährstoffgehalt	✓	—	—
Luftfeuchtigkeit	—	✓	—
Lufttemperatur	✓	✓	—
Lichtintensität	✓	✓	—
UV-Index	—	✓	—
Merkmale			
Abmessungen	120,5 mm × 24,5 mm × 12,5 mm	41 × 26 × 14 mm (USB-C) / 81 × 30 × 38 mm (Batterie)	170 mm × 90 mm × 30 mm
Stromversorgung	Batterie (1x CR2032)	USB-C (5V) oder Batterie (1x 18650)	Batterie (1x AA)
Konnektivität	Bluetooth 4.1 LE	WLAN (2,4 GHz)	Funk (868 MHz)
IP-Schutzart	IPX5	—	IP66
Einstellbare LED	—	RGB	—
Summer	—	Piezo	—
Benötigt Gateway	Nein	Nein	Ja
iOS-App	✓	—	✓
Android-App	✓	—	✓
Weboberfläche	—	✓ ²	✓
Bewertung			
Funktionsumfang	⊕	⊕⊕	○
Bedienkomfort	⊕⊕	○	⊖
Preis	25 Euro	Ab 46 Euro (inklusive Versand und Steuern)	22 Euro (ohne Gateway)
¹ Extrakosten ² Per ESPHome ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden			

Singende Pflanzen

Wer den Piezo-Summer in Home Assistant testen will, geht in die Entwicklerwerkzeuge und dann auf den Reiter „Aktionen“. Hier lässt sich die Aktion „esphome. apollo_plt_1_<Sensor-ID>_play_buzzer“ auswählen und im Bereich „song_str“ mit Daten für Töne füttern. Die Songs müssen im Format RTTTL vorliegen, das ist die Ring Tone Text Transfer Language. Im Netz findet man dazu einige Beispiele, etwa auf der Seite von ESPHome.

Ein eingängiger Song lässt sich etwa mit diesem String abspielen:

```
catchy:d=4,o=5,b=200:8g,8a,8c6,8a,e6,8p,e6,8p,d6.,p,8p,8g,8a,8c6,8a,d6,8p,d6,8p,c6,8b,a.,8g,8a,8c6,8a,2c6,d6,b,a,g.,8p,g,2d6,2c6.,p,8g,8a,8c6,8a,e6,8p,e6,8p,d6.,p,8p,8g,8a,8c6,8a,2g6,b,c6.,8b,a,8g,8a,8c6,8a,2c6,d6,b,a,g.,8p,g,2d6,2c6
```

way im Haus. Außerdem bietet er nur die Werte für Bodenfeuchtigkeit an, während die Konkurrenz sehr viel mehr nützliche Daten für die Pflanze mitliefert. Dafür kann man ihn auch draußen verwenden. Die App und die Weboberfläche wirken unübersichtlich und unfertig. Wer schon mehrere Ecowitt-Geräte im Garten stehen hat, für den ist der WH51 eine nützliche Ergänzung – oder ein Startpunkt, um sich ein System aufzubauen.

Der Sensor von Apollo liefert fast alle erdenklichen Werte mit, die man als Pflanzenfreund so brauchen könnte. Da ist es schon fast verwunderlich, dass er nicht wie der Flower Care auch den Nährstoffgehalt des Bodens misst. Auch die Auswahl zwischen einer Batterie- und USB-C-Version ist nützlich. Man sollte aber ein vergleichsweise großes Budget für den US-Import und seine große Auswahlmöglichkeit einplanen. Da der Sensor per WLAN ins System eingebunden wird, lässt er sich fast überall im Haus verwenden. Allerdings wirkt das Gehäuse

nicht gerade sehr robust, hier sollte man beim Gießen aufpassen und dem Sensor keine unabsichtliche Dusche verpassen. Der Sensor ist klar für Home-Assistant-Nutzer konzipiert – mit Automationen lassen sich etwa Summer und RGB-LED steuern. Eine App für den Normalnutzer gibt es daher nicht.

Der Flower Care besticht durch seine sehr intuitive und aufgeräumte App. Alle nützlichen Funktionen sind wenige Fingertipps entfernt. Die Pflanzendatenbank und die Blattidentifikation sind dabei nette Extras. Großes Manko ist ganz klar die Bluetooth-Reichweite. Wer die Daten etwa über einen Raspberry Pi mit Home Assistant konstant im Blick haben möchte, muss ein wenig Glück bei der Positionierung haben – oder Bluetooth-Proxys einsetzen. Allerdings kommt es bei Pflanzen nicht auf jede Sekunde an. Wer alle paar Tage mal den Wasserstand per App checkt, hält die Pflanze auf dem Küchenschrank vielleicht trotzdem eher am Leben, als wenn er gar keinen Sensor einsetzen würde. (msn) **ct**

Weitere Infos

ct.de/wj53

BEYOND IIOT

Die Konferenz für IIoT und Digitalisierung
23. und 24. September 2025 • Köln

Aus dem Programm:

- Auswertung von IIoT-Daten
- Security im IIoT
- Plug-and-Play-Geräteintegration mit Web of Things
- Unified Namespace in Kombination mit AI Agents
- Der Cyber Resilience Act im Maschinenbau

Jetzt
Frühbucher-
tickets
sichern!

beyond-iiot.de

Veranstalter



 dpunkt.verlag

Gold-Sponsor



Roboter mit Mopp-Arm und Heißwäsche

Staubige Ecken und hartnäckige Flecken will Dreames neuer Saug- und Wischroboter L10s Pro Ultra Heat mit einem Teleskop-Mopp und einer Heißwasser-Waschanlage aufmischen. Die beheizte Selbstreinigung bewirkt aber keine Wunder.

Von **Berti Kolbow-Lehradt**



Roboter mit MoppArm und Heisswäsche	60
Saugroboter mit Handsauger im Test	64
Saugroboter mit Wasseranschluss	68
Saugroboter mit Liftfunktion	72
Rasenroboter: Trends und neue Modelle	78

Verwinkelte Ecken und die Ränder entlang der Fußleisten sind für viele Saug- und Wischroboter wahre Problemzonen: Ihre Saugbürsten und Wischtücher gelangen gewöhnlich dort nicht hin, weil sie zentral unter den kreisrunden Robotern montiert sind und mit den Gehäusekanten abschließen. Bei neueren Modellen schwenkt daher während der Kantenreinigung einer von zwei Mopps an einem Gelenk aus. Dadurch ragen die Putzzotteln über die Saugbots hinaus und dringen so auch in diese letzten unberührten Naturräume von Wollmäusen vor.

Handgemenge der Wischflossen

Dreame brachte diese Funktion im vorigen Herbst als erste Marke in einem Saug- und Wischroboter nach Europa, allerdings nur im teuren Spitzenmodell. Mittlerweile bekommt man den Schwenk-Mopp auch im günstigeren Modell namens L10s Pro Ultra Heat. Als weitere Besonderheit spült die Waschanlage in der Basisstation des Neuzugangs die Mopps mit Wasser, das sie zuvor auf 58 Grad Celsius erhitzt hat. Das soll auch ölige und fettige Rückstände aus den Mopps waschen und sie so wieder aufnahmefähiger für Schmutz machen.

Wie nahezu alle aktuellen Putzroboter in der oberen Preisregion ist Dreames L10s Pro Ultra Heat ein Multitalent, das saugt und wischt und beim Befahren von Teppich den Wischmopp um einen Zentimeter

hebt. Nach der Reinigung saugt die Basisstation den Schmutz aus dem Schmutzbehälter des Bots in einen 3,2-Liter-Beutel und wäscht die Mopps mit Wasser aus einem 4,5-Liter-Kanister. Die Spülbrühe landet am Ende in einem zweiten Kanister mit 4 Liter Fassungsvermögen. Ein Föhn trocknet die Mopps in zwei bis vier Stunden. Ein 200-Milliliter-Tank mit Dosierautomatik träufelt Reinigungsmittel ins Wasser. Dazu, wie viel Wasser der Behälter des Roboters während der Fahrt fasst, äußert sich Dreame nicht. Doch falls das Wasser für einen Putzgang nicht reicht, fährt er zurück zur Basis und tankt nach.

Trotz der vielen Funktionen hat das Robotergehäuse Normalmaß und kommt auch unter flache Möbel. Auch die Basisstation ist in Anbetracht der Tanks und Reinigungsfunktion erfreulich kompakt. Die geschwungene Form des weißen Kunststoffs und goldfarbene Zierflächen ergeben eine wohnzimmertaugliche Optik.

Viele Funktionen, aber nicht ohne Cloud

Der Dreame-Roboter ist schnell betriebsbereit. Dazu hievt man die Station an Ort und Stelle, stöpselt den Netzstecker ein, füllt den Frischwasser- und Reinigungsmitteltank, schaltet den Roboter ein und verbindet ihn via Hersteller-App mit dem WLAN. Über drei Tasten auf dem Robotergehäuse lässt sich die Putztechnik eingeschränkt auch ohne Smartphone

L10s Pro Ultra Heat	
Saug- und Wischroboter	
Hersteller, URL	Dreame, de.dreametech.com
Abmessungen (L × B × H, Roboter)	35 cm × 35 cm × 9,7 cm
Abmessungen (L × B × H, Basis)	45,8 cm × 34 cm × 59,1 cm
Akku / Laufzeit (gemessen)	5200 mAh, ca. 220 min.
Betriebsgeräusch	keine Angabe
Sensoren	360-Grad-Lidar, Front-Kamera und -Lidar, optische Treppensensoren, optischer Abstandssensor an der Seite
Bewertung	
Orientierung / Raumabdeckung	⊕⊕ / ⊕⊕
Umgang mit Hindernissen	⊕⊕
Saugen Teppich / Hartboden	⊕⊕ / ⊕
Wischen	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕⊕
Preis	599 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

bedienen. Den vollen Funktionsumfang gibt es nur nach dem App-Setup.

Die Software bietet alles, was bei hochwertigen Putzrobotern üblich ist: Einstellungen für die Saugstärke, den Wasserfluss und die Selbstreinigungsroutinen, zudem erlaubt sie das Putzen ausgewählter Bereiche mit oder ohne Zeitschaltpläne und zeigt nicht zuletzt einen anpassbaren Grundriss mit Live-Ansicht. Diesen kartiert der Roboter wahlweise bei der ersten Reinigung oder auf einer rund zehnmütigen Erkundungsfahrt.

Bei den Reinigungsoptionen kann man sich durch eine sehr große Zahl von Einstellungen kämpfen – oder einfach den Automatik-Modus „CleanGenius“ wählen, den es in zwei Ausführungen gibt: einen für die tägliche Routine oder einen fürs Großreinemachen. Beide Modi legen die Reinigungseinstellungen anhand der bei der Kartierung erkannten Raumkategorien sowie dem vom Roboter ermittelten Verschmutzungsgrad des Bodens und der Mopps automatisch fest.

Als Extra bietet die App eine Direktschalt zur integrierten Roboterkamera. Mit dieser Webcam-Funktion sieht man auf Wunsch aus der Ferne zu Hause nach dem Rechten oder dem Bot live beim Putzen zu. Ebenso kann man sich Fotos von Hindernissen, die beiseite geräumt werden sollten, über die Dreame-Cloud aufs Smartphone schicken lassen. Ein Zahlencode und Sprachfeedback schützen vor

unbemerkt Stalking. Wer sich um die Privatsphäre sorgt, lässt die Videofunktion deaktiviert. Ein kompletter Offlinebetrieb ist ab Werk aber nicht möglich. Ein persönliches Konto und die Verarbeitung der Steuersignale auf Herstellerservern sind Pflicht. Wer Dreame-Geräte davon entkoppeln will, kann die alternative Firmware Valetudo verwenden, muss dann aber auf Garantie und exklusive Funktionen des Herstellers verzichten.

Rücksichtsvolle Navigation

Für die normale Navigation ohne KI-Hinderniserkennung braucht der Roboter seine Kamera nicht: Mithilfe rotierender Laserdistanzsensoren in seinem Aussichtsturm findet er zuverlässig seine Position im Raum. Die Putzkraft fährt die gesamte Fläche systematisch von außen nach innen in Bahnen ab, ohne Nennenswertes auszulassen. Ein optionaler, ab Werk aktivierter „Kollisionsvermeidungsmodus“ verhindert, dass der Roboter Fußleisten und Möbel ramponiert. Dadurch geht er mit nahezu aller Einrichtung erfreulich rücksichtsvoll um. Nur über chromiertes Rohrstuhlgestänge rumpelt er stumpf hinweg. Die gute Nachricht in dem Zusammenhang: Er überwindet mühelos Schwellen von bis zu zwei Zentimetern Höhe.

Die in Fahrtrichtung guckende Kamera kommt wiederum nur dann ins Spiel, wenn man keine Lust



Unter den Tanks für Frisch- und Schmutzwasser steckt in der Basisstation ein herkömmlicher Staubsaugerbeutel, für den Schmutz, der aus dem Bot herausgesaugt wird.

hat, den Boden freizuräumen. Mittels optional aktivierbarer Bildmustererkennung achtet die Technik auf Kleinkram und führt den Roboter darum herum. Im Test windet sich der Dreame-Sauger souverän an Hausschuhen, Socken, Ladekabeln, einer Steckleiste und eine Kot-Attrappe vorbei. Ein Sektglas rempelt er an, kippt es aber nicht um, eine Playmobilfigur schiebt er beiseite – dadurch entsteht kein Schaden. Damit erweist sich das Roboter-Navi auch für Eltern und Haustierbesitzer alltagstauglich.

Wischen im letzten Winkel

Möglichst alle Ecken zu erreichen, ohne sich zu verkeilen, sind wichtige Voraussetzungen für ein überzeugendes Putzergebnis. Bei der Wischfunktion zeigt der Dreame-Roboter eine sehr gute Leistung: Sowohl in der Fläche als auch am Rand verputzen die Mopps nahezu sämtlichen verkleckerten Ketchup. Ohne den auf der in Fahrtrichtung rechten Seite ausfahrbaren Mopp-Arm hätte das Gerät die verschmutzte Kante nicht erreicht. Die Flecken in der Fläche waren zu Testzwecken stark angetrocknet. Dass dort minimale Ränder verbleiben, ist folglich akzeptabel. Bemerkenswert gründlich putzt das Gerät die Ecken. Dort setzt der Bot sogar einmal zurück, um mit den Mopps noch ein paar Millimeter mehr abzudecken. Für den normalen Haushaltseinsatz wischt der L10s Pro Ultra Heat außerordentlich gut. Auch teurere Modelle putzen nicht besser.

Beim Staubsaugen auf Hartboden ist das Ergebnis für eine Roboter-Putzflunder sogar spitze. So beseitigt das Gerät 99 von 100 Gramm des aus Kaffeepulver, Haferflocken und Katzenstreu gemixten Testschmutzes. Aus den Ecken klaubt das Gerät 14 von

20 drapierten Trockenerbsen – ein hervorragender Wert. In unseren Tests schaffte bisher kein Modell mehr. Von Auslegeware entfernt der Dreame mit 93 Gramm etwas weniger, gehört damit aber immer noch zu den sehr guten robotischen Teppichsaugern.

Nach getaner Arbeit des Roboters bietet die Basisstation einen Selbstreinigungskomfort auf hohem Niveau. Die Heißwasser-Wäsche der Mopps bringt hingegen kaum Mehrwert. Nach dem zugegebenermaßen extremen Ketchup-Test bleibt nach dem Waschgang nicht weniger von der Pampe in den Zotteln zurück als bei einer Basisstation, die nur mit Raumtemperatur wäscht. Wer die per Klettband montierten Pads als zu schmutzig empfindet, wirft sie besser in die normale Waschmaschine.

Fazit

Die Heißwäsche ist kein überzeugendes Kaufargument für den Dreame L10s Pro Ultra Heat, sein Roboter-Arm aber schon. Der Unterschied zwischen Wischgängen mit und ohne ausgefahrenem Mopp ist deutlich erkennbar. An Kanten entfernt er mehr Schmutz als Geräte, die mangels Gelenkarm diese Extrameile nicht gehen. Noch überzeugender ist das Saugergebnis, zumindest auf Hartboden, wo die Putzflunder sich fast alles einverleibt. So gründlich waren bislang bloß Top-Modelle zu Preisen von weit über 1000 Euro.

Mit zuverlässiger Navigation, einfacher Bedienung und komfortabler Selbstreinigung punktet der Dreame-Neuzugang auch in anderen wichtigen Kriterien. Das Ergebnis ist ein sauberes Gesamtpaket, das die Preisschwelle für Geräte mit Rund-um-sorglos-Ausstattung deutlich senkt. (spo) **ct**



JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN

GRATIS!

2× Make testen
mit über 30 % Rabatt

Für nur 19,90 € statt 29 €

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo





Saugroboter mit Handsauger im Test

Fürs Saugen von Schmutzdecken und Sofapolstern kombiniert Ecovacs beim Deebot X2 Combo einen Saug- und Wischroboter in D-Form mit einem angeflanschten Handsauger inklusive Selbstreinigung. Richtig rund läuft der Eckige aber noch nicht.

Von **Berti Kolbow-Lehradt**

Kreisförmige Saug- und Wischroboter kommen bauartbedingt schlecht in die Zimmerecken. Deshalb versuchen manche Hersteller immer mal wieder, die Gehäuseform in ein D zu ändern. Bei dieser Designspielart ist lediglich das Heck rund, die Front aber gerade. Weil die Flachstirnmodelle sich aus

Engstellen schlechter herauswinden als runde Roboter, dominieren letztere weiterhin das Putzrevier.

Hersteller Ecovacs traut sich zu, das D-förmige Modell Deebot X2 mit genügend geschmeidigen Navigationsalgorithmen ausgestattet zu haben, um von den Vorteilen zu profitieren, ohne die Nach-

teile in Kauf nehmen zu müssen. Als weitere Besonderheit steckt die für die Orientierung zuständige LiDAR-Sensorik nicht als rotierendes Array in einem Ausguck, sondern ist als Duo an Front und linker Flanke platziert. Dadurch ist der Deebot X2 mit 9,5 Zentimetern sehr flach und kann unter niedrigen Möbeln reinigen, wo andere Bots außen vor bleiben müssen. Auf eine ausfahrbare Seitenbürste verzichtet Ecovacs, denn die Gehäuseform selbst soll für einen gründlichen Kantenputz reichen.

Den Namenszusatz Combo trägt die getestete X2-Variante, weil deren Basisstation eine Halterung für einen Handstaubsauger hat. Dieser lädt dort, genau wie der Roboter, seinen Akku auf und deponiert seine Schmutzausbeute in den gemeinsam genutzten Drei-Liter-Beutel der Station. So braucht man die Staubbehälter beider Geräte nicht nach jeder Putzroutine von Hand zu leeren. Eine Waschanlage für die Wischmopps des Bots komplettiert die Reinigungseinheit, die dafür zwei Kanister für vier Liter frisches und 3,5 Liter schmutziges Wasser sowie Trocknungsgebläse besitzt.

Für den Handsauger liefert Ecovacs eine elektrische Polsterbürste sowie eine kleinere Bürste und einen Fugenaufsatz mit, die allesamt elegant in einem Stationsfach verschwinden. Zu einem vollwertigen Staubsauger erweitert man das Handgerät durch eine separat verkaufte Rohrverlängerung und Bodenbürste, die sich bei Nichtgebrauch an die Station klemmen lässt. Zum Glück ist die ohnehin schon

große Basis dank des geschwungenen schwarzen Kunststoffkleids sowie silberfarbener und verchromter Zierflächen wohnzimmertauglich.

Jetzt hör doch mal, Yiko!

Ist die Basis an den Einsatzort gehievt, fällt das weitere Setup leicht: Man versorgt die Station mit Strom sowie frischem Wasser und koppelt den Roboter nach eingerichtetem Cloud-Account per Hersteller-App mit dem WLAN.

Die App ist umfangreich und gleichzeitig übersichtlich gestaltet. Den Handsauger kann man damit auf Fingertipp entleeren und die Absaugautomatik deaktivieren. Davon abgesehen bleibt der Handsauger unsmart. Die Reinigungseinstellungen von Roboter und Station lassen sich dagegen sehr detailliert anpassen. Wer es sich einfach machen will, aktiviert die Vollautomatik mit dem sperrigen Namen „Intelligentes KI-gestütztes Hosting“. Sie bestimmt alle Parameter anhand der hinterlegten Zimmerkategorien und des erkannten Verschmutzungsgrades von selbst. Diese Einstellung lieferte im Test gute Ergebnisse.

Ecovacs' hauseigene Sprachassistentz Yiko ist wenig hilfreich. Theoretisch hat sie mehr drauf als etwa Alexa: Sie braucht wegen eingebauter Roboter-Mikrofone keinen Smart-Speaker, kann Putzeinsätze zu ausgewählten Möbeln statt nur Räumen starten und bleibt auch offline handlungsfähig. In der Praxis

Deebot X2 Combo

Saug- und Wischroboter mit Selbstreinigungsdock

Hersteller, URL	Ecovacs, www.ecovacs.com
Abmessungen (L × B × H, Roboter)	35 cm × 32 cm × 9,5 cm
Abmessungen (L × B × H, Basis)	55,4 cm × 44,3 cm × 52,3 cm
Akku ¹ (Laufzeit)	Roboter: 6.400 mAh (ca. 220 min.); Handsauger: 4.000 mAh (ca. 60 min.)
Betriebsgeräusch ¹	Roboter: 65 dB(A); Handsauger: ca. 78 dB(A)
Sensoren	Front- und Seiten-LiDAR, Front-Kamera, optische Treppensensoren

Bewertung

Orientierung / Raumabdeckung	○ / ○
Umgang mit Hindernissen	○
Saugen Teppich / Hartboden	⊕ / ⊕
Wischen	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕⊕
Preis / Garantie	899 € / 2 Jahre

¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

reagiert sie aber oft träge, braucht mehrfache Ansprachen, bis sie reagiert, oder hört einen nur, wenn man aus vollem Hals gegen das Betriebsgeräusch anbrüllt. Ohne Internet versteht sie bloß englische, aber keine deutschen Kommandos. Per App kommt man meist schneller zum Ziel, allerdings nur bei funktionierender Cloud-Verbindung. Auch die Videofunktion der Frontkamera braucht Zugriff auf die Hersteller-Server. Nur dann kann man dem Saugbot live beim Putzen zusehen. Sprachfeedback und optional eine PIN schützen vor unbemerktem Stalking.

KI nicht Kacke-kompatibel

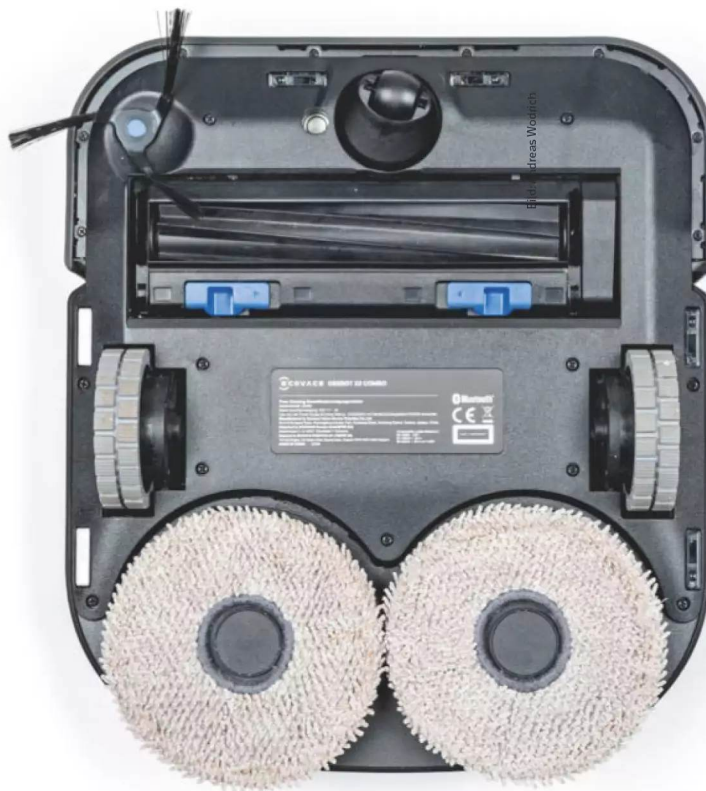
Die Navigation läuft wie bei allen Robotern lokal. Sie ist beim Deebot X2 besonders gefordert, damit der kantige Roboter bei Drehungen nicht aneckt. Das gelang ihm im Test gut. Anders als bei der Premiere des X2 im vorigen Herbst, bewegte sich die jetzige Combo-Variante auch in schmalen Bereichen zielsicher. Trotz nur nach vorne und zur Seite gerichteter Sensorik gab es keine Heck-Rempler beim Zurücksetzen mehr.

Dennoch ist Ecovacs' Entwicklung nicht am Ziel: Statt an Rändern zeigt unser Testgerät nun in der Fläche unerklärliche Aussetzer und fährt einzelne Bereiche inkonsistent ab. Bei mehreren Durchläufen wechseln sich systematische, flächendeckende Fahrweisen mit chaotischen, unvollständigen Einsätzen ab. Auffällig oft dreht das Gerät mitten im leeren Raum um, als wollte es einem imaginären Gegenstand ausweichen.

Ob daran Bugs in der Hinderniserkennung schuld sind, ließ sich im Praxistest nicht ermitteln. Ungeachtet dessen ist die Erkennungsleistung verbesserungswürdig: Um Kleinkram auf der Fahrbahn zu erkennen, ist nicht das LiDAR-Sensor-Duo, sondern eine frontale, mit künstlicher Intelligenz geschulte Farbkamera zuständig. Die meisten Standardaufgaben meistert die KI zwar souverän, aber einmal verhedderte der Roboter sich ausweglos in einem schwarzen Ladekabel, ein anderes Mal touchierte er eine Kot-Attrappe mit der Seitenbürste. Beides darf einem Top-Gerät nicht passieren.

Der Eckige hat keinen Eckenvorteil

Die unbeständige Routenplanung beeinträchtigte im Test auch das Saugergebnis. Dort, wo er fuhr, saugte der X2 gut. Doch er ließ zu viel aus. Besonders Ecken saugte er nach Lust und Laune. Neun von 20



Neben der Bürstenwalze hat der Deebot X2 zwei gegenläufig rotierende Wischmopps.

dort ausgelegten Erbsen verschmauste er und blieb damit unter dem Durchschnitt aktueller anderer Modelle. In der Fläche entfernte der X2 auf Hartböden 89 Prozent und auf Teppich 88 Prozent des Testschmutzes. Auch das ist zwar kein Spitzenresultat, aber im Vergleich zur Konkurrenz passabel.

Der im Combo-Set enthaltene Handsauger entfernt mit Extrarohr und Bodenaufsatz 99 Prozent des Testschmutzes. Das Gerät lässt sich leicht und wendig führen. Die praktischen Front-LEDs der Bürste helfen bei der Krümelsuche. Genug Saugkraft für große Partikel entwickelt erst die höhere von zwei Stufen. Dann hält der Akku aber nur 15 Minuten durch. Das Gehäuse des Testgeräts erwärmt sich schnell und müffelt dann verschmort, was Zweifel an der Langlebigkeit des Motors weckt. Für gelegentliche Kurzeinsätze erwies sich die Putzhilfe als nützlich.

Wischen kann nur der Roboter. An dessen Leistung gibt es in dieser Disziplin nichts auszusetzen: Angetrockneten Ketchup entfernten die zwei rotierenden Mopps nach einem Durchgang fast vollständig. Es blieben lediglich kaum sichtbare Rückstände. Bei Einsätzen auf Teppichen hebt ein Elektrolift das Wischmodul bis zu 15 Millimeter in die Luft, um diese nicht zu wässern. Die Selbstreinigung funktionierte ebenfalls einwandfrei. Die Basisstation entleert Handsauger und Roboter vollständig und rubbelt die Wischmopps gründlich sauber, auf Wunsch mit 60 Grad heißem Wasser. So muss man sich mehrere Wochen lang nicht um die Wartung kümmern.

Fazit

Mit einem D-förmigen Gehäuse verfolgt Ecovacs beim Deebot X2 einen nicht ganz neuen Ansatz, um

die Reinigung in Ecken zu verbessern. Unser Test bestätigte aber keinen grundsätzlichen Vorteil gegenüber runden Modellen, etwa von Roborock und Dreame, die für teils weniger Geld gleiche oder bessere Ergebnisse liefern. Den Wechsel zur Frontsensorik empfanden wir als Rückschritt, denn von einem Top-Gerät erwarten wir eine konsistente Fahrweise und eine zuverlässige Hinderniserkennung.

Punkten kann Ecovacs bei Komfort und Design. Der angeflanschte Handsauger ist ebenfalls eine saubere Idee. Dessen Selbstreinigung erleichtert genau wie die des Roboters den Putzalltag erheblich. Zudem ist die App-Bedienung mustergültig bequem. Wer darauf die Priorität legt und bei der Reinigungsleistung auf die letzten Prozentpunkte Perfektion verzichten kann, erhält mit dem Deebot X2 Combo eine praktische Putzhilfe. (spo) **ct**

16. Oktober

Wärmepumpentechnik für Einsteiger

Technik verstehen
Machbarkeit prüfen
Angebote beurteilen

ct
WEBINAR



Jetzt informieren:
webinare.heise.de/waermepumpen



Saugroboter mit Wasseranschluss

Roborocks High-End-Sauger Roborock S8 MaxV saugt und wischt auch in kleinsten Ecken. Eine spezielle Basisstation bekommt einen festen Wasseranschluss und hebt damit die Selbstreinigung auf ein neues Niveau.

Von **Stefan Porteck**

Beim S8 MaxV Ultra hat der Hersteller Roborock sich die Basisstation vorgeknöpft und bieten zwei unterschiedliche Versionen an: Es gibt die von uns getestete klassische Version mit Wassertanks für Frisch- und Schmutzwasser der Wischfunk-

tion und zusätzlich nun eine ohne Tanks, dafür aber mit Anschlüssen an die Frisch- und Abwasserleitungen des Hauses. Sofern man in Küche oder Bad freie Rohranschlüsse hat, wird die Basis dort dauerhaft montiert und der Bot saugt und wischt mehrere

Wochen bis Monate völlig autark. Abgesehen von der Wasserversorgung unterscheiden sich die beiden Stationen funktional nicht voneinander.

In den letzten Winkel

Auch beim Sauger hat Roborock einige Detailverbesserungen vorgenommen. Bei nahezu jedem Saugbot runder Bauweise verbleibt trotz einer Seitenbürste in Zimmerecken ein wenige Zentimeter breiter, halbrunder ungereinigter Bereich. Um auch dort zu putzen, hat der S8 MaxV Ultra seine Seitenbürste auf einem Arm montiert, der bei Bedarf einige Zentimeter herausklappt. So popelte die Seitenbürste in unserem Test auch den letzten Krümel aus den Ecken.

In der Roborock-Smartphone-App lässt sich festlegen, wie häufig der Seitenarm ausschwenken soll. Bei normaler Einstellung fährt der Seitenarm nur in Raumecken aus. In einer noch als experimentell bezeichneten Einstellung kommt der Schwenkarm häufiger zum Einsatz. Doch einen Mehrwert hatte das in unserem Test nicht, im Gegenteil: Der ausgefahrene Arm verhedderte sich gelegentlich in Lautsprecherkabeln entlang einer Fußleiste oder der Zuleitung einer Steckdosenleitung. Vermutlich wird Roborock hier mit einem Firmware-Update nachbessern, denn in der App war zu sehen, dass die Objekterkennung des Saugers die Stolperstellen erkannt hatte.

Die zweite Verbesserung bei der Eckenreinigung betrifft die Wischfunktion. Der Mopp ist mit Klettverschluss am hinteren Teil der Unterseite angebracht. Da das nicht die breiteste Stelle des Bots ist, verblieb bei vielen Geräten bislang ein rund zwei Finger breiter ungewischter Bereich an den Fußleisten. Der S8 MaxV Ultra hat hinten rechts nun einen kleinen, runden Extra-Mopp mit dem Durchmesser einer Zwei-Euro-Münze, der ein wenig herausragt. Beim Wischen rotierte er exakt an der Wand entlang, sodass dort im Test nichts trocken blieb. Der Mini-Mopp hat aber wenig Anpressdruck, weshalb er nicht ganz so gründlich wischt wie der Hauptmopp.

Der primäre Wischlappen sitzt dagegen auf einer Vibrationsplatte und entfernte leichte Verschmutzungen im ersten Anlauf, Ketchup- und Soßenflecken schaffte er nicht immer ganz, meist aber beim zweiten oder dritten Drüberwischen. Wer die Reinigung unterstützen will, gibt dem Wischwasser ein geeignetes Reinigungsmittel zu. Dafür hat die Basis nun einen gesonderten Behälter und pumpt die benötigte Menge von dort automatisch mit dem Frischwasser in den Tank des S8.

Selbstreinigung

Nach jeder Reinigung fährt der S8 MaxV Ultra an seine Basis, die den Staub aus dem Behälter des Bots absaugt und den Wischmopp ausspült und

Roborock S8 MaxV Ultra	
Saugroboter	
Hersteller, URL	Roborock, roborock.com
Maße (L × B × H, Roboter / Basis)	35 cm × 35,3 cm × 10,2 cm / 41,9 cm × 40,9 cm × 47 cm
Akku / Laufzeit ¹	5200 mAh / ca. 180 min
Betriebsgeräusch ¹	67 db(A)
Sensoren	360-Grad-Lidar, Kamera, IR-Sensoren, optische Treppensensoren, optischer Abstandssensor an der Seite
Bewertung	
Orientierung / Raumabdeckung	⊕⊕ / ⊕⊕
Umgang mit Hindernissen	⊕⊕
Saugen Teppich / Hartboden	⊕ / ⊕⊕
Wischen	⊕
Funktionsumfang	⊕⊕
Preis	1000 € (herkömmliche Basis), 1500 € (Basis mit Wasseranschluss)
¹ Herstellerangabe	⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

reinigt. Auf Wunsch heizt sie dafür das Wasser auf 60° Celsius vor, um Keime und Bakterien abzutöten. Danach trocknet ein Gebläse den Mopp mit warmer Luft in einstellbar zwei bis vier Stunden, damit er nicht stockig wird. Im Test holte die Basis ordentlich Dreck aus dem Feudel, sodass wir auch nach mehreren Wochen Dauereinsatz nicht den Drang verspürten, das Mopptuch eine Runde in der Waschmaschine drehen zu lassen.

Auch wenn man sich für die Basisstation ohne Wasseranschlüsse entscheidet, könnte der S8 MaxV Ultra mit dem Frisch- und Abwassertank in der Station mehrere Wochen vollständig autark arbeiten. Die Rechnung geht aber nur theoretisch auf: Trotz vorgewärmten Spülwassers fängt die Brühe im Schmutzwassertank nach einigen Tagen unangenehm an zu riechen und im Sommer dürfte sich wie bei anderen Stationen ein Schimmelteppich auf dem Wasser breit machen. Während unseres Tests haben wir den Tank deshalb wöchentlich geleert und ausgespült, was immer noch wenig Aufwand darstellt, wenn der Bot im Gegenzug dreimal die Woche Flur, Bad und Küche wischt.

Volles Programm

Außer der Kantenreinigung bringt der S8 MaxV Ultra einige weitere Detailverbesserungen mit, die man erst auf den zweiten Blick bemerkt. Dazu gehört die auf 10.000 Pascal erhöhte Saugleistung. Zum Vergleich: Der Vorgänger lag bei 7000 Pascal, ein Bodensaugsauger mit Kabel schafft aber locker das Doppelte. Auf Teppichböden kommt ihm eher zugute, dass im Saugkanal statt einer nun zwei gegenläufig rotierende Gummiwalzen den Teppich durchkneten. Loser Dreck wie Krümel oder Fusseln wurden im Test gut entfernt, feinere Verschmutzungen wie Sand oder Kaffeepulver brauchten meist einen zweiten Reinigungsdurchgang. Im Alltag lässt sich das verschmerzen, da die Sauberkeit sich letztlich dadurch einstellt, dass ein Bot täglich automatisiert seine Runden zieht. Auf Hartböden reinigte der S8 MaxV Ultra wie auch schon sein Vorgänger mit etwas geringerer Saugleistung sehr gut.

Mindestens genauso wichtig wie die Saugleistung ist, dass der Bot sich in der Wohnung zurechtfindet, ohne das Inventar zu ramponieren und ohne Nischen zu übersehen. Für den Durchblick hat der S8 MaxV Ultra einen Lidar-Sensor, mit dem er zuverlässig den Grundriss sowie große Hindernisse und Möbel erkennt. Im Test fand er sich in jedem Raum zurecht, zwängte sich auch in schmale Ecken



In Ecken klappt die Seitenbürste des Bots aus, um dort den letzten Winkel zu erreichen.

und stieß nur in seltenen Fällen an. Mittelgroße Hindernisse erkennt er mittels IR-Dioden, die ein unsichtbares Raster auf den Fahrweg projizieren. Sobald der Bot erkennt, dass die Linien nicht parallel verlaufen, schaltet er einen Gang runter und weicht aus.

Von Bots der Mittelklasse unterscheidet er sich durch die Kamera mit integrierter KI-Bilderkennung. So kann er auch flache Möbel und Kleinkram wie USB-Kabel, Legosteine oder tierische Hinterlassenschaften sehen und umfahren. Für den Test haben wir die Wohnung mit genau solchen Gegenständen präpariert. Dabei wurde der Hundekot (aus Kunststoff) sehr zuverlässig erkannt, mit nur wenigen Ausnahmen auch der Rest. Anders als Modelle ohne Kamera rumpelte der S8 auch nicht über die Stuhlbeine von Schwingstühlen und die tellerartigen Füße von Wandlampen und Barhockern. Wir mussten während des Tests keine Einrichtungsgegenstände wegstellen oder den Bot mittels im Wohnungsgrundriss eingezeichneter Sperrzonen in der App davon fernhalten.

Zudem kann man in der Smartphone-App einstellen, welchen Bodenbelag die Räume haben. Dann entscheidet der Bot bei zeitgesteuerten Reinigungen selbstständig, wo gewischt und wo gesaugt

wird und in welchen Zimmern er beides kombiniert. Anders als der Qrevo braucht er dafür keine menschliche Unterstützung, der auf dem Teppich den Wischmopp entfernt: Sobald der S8 Teppichböden und Läufer befährt, hebt er den Feudel um zwei Zentimeter an, was reicht, um auch hochflorige Teppiche zu überfahren.

Darüber hinaus lässt sich die eingebaute Kamera nach vorheriger Aktivierung in der App auch als Überwachungs- und Webcam benutzen. In diesem Fall bleiben die Bilddaten aber nicht mehr lokal auf dem Bot, sondern werden über die Server des Herstellers an die App gestreamt. Darüber hinaus lauscht das Mikro des Saugers, ob man das Hotword „Hello, Rocky“ ausspricht, um den Sauger mittels Sprachbefehl in Räume zu schicken oder ihn für eine Punktreinigung zu sich her ruft. So kommt man ohne eine Anbindung an die Sprachassistenten von Amazon, Apple oder Google aus, die alternativ weiter möglich bleibt.

Wer wegen Kamera und Mikro Datenschutzbedenken hat, lässt beide Funktionen abgeschaltet. Laut Hersteller wandern dann keine Aufnahmen ins Netz. Damit Anwender der Aussage vertrauen können, hat Roborock sich den Datenschutz beim TÜV Rheinland zertifizieren lassen. Ganz ohne Smartphone-App und Cloud lässt sich der Bot jedoch nicht benutzen: Wenigstens für die Ersteinrichtung braucht

man das Smartphone und einen Account beim Hersteller. Danach kann man die App wieder deinstallieren und den Bot aus dem WLAN werfen, zumindest wenn es einem reicht, dass man ihn am Gerät nur starten und stoppen kann und sich keine Einstellungen anpassen lassen.

Fazit

Der S8 MaxV Ultra bringt einige Neuerungen mit, die die Reinigungsleistung verbessern. Lässt man ihn regelmäßig seine Runden drehen, wird man nur noch in seltensten Fällen zum Handstaubsauger oder zum Schrubber greifen müssen. Mit rund 1000 Euro hat der Bot jedoch auch einen stolzen Preis.

Wer beispielsweise auf eine perfektionierte Rand- und Eckenreinigung verzichtet, spart mehrere Hundert Euro beim Griff zum Vorjahresmodell oder einem Schwestergerät. Anders bei der KI-Hinderniserkennung: Man spart ordentlich mit einem Bot, der sich klassisch per Lidar und Näherungssensoren orientiert. Die KI hat aber einen Mehrwert: Der S8 MaxV Ultra erkennt damit auch flache Hindernisse und das Kabelspaghetti unter dem Schreib- oder Fernsehtisch. Wir hatten selten einen Saugbot im Test, den man unbeaufsichtigt losschicken kann, ohne sich um empfindliche oder teure Möbel sorgen zu müssen. (spo) **ct**

ORDNUNG IM KOPF!

Wissensmanagement
leicht gemacht



NEU im
heise shop!



 [shop.heise.de/
ct-besserwissen25](https://shop.heise.de/ct-besserwissen25)



Saugroboter mit Liftfunktion

Ausfahrbare Fahrwerke erschließen dem Dreame X50 und dem Roborock Saros 10R neue Reinigungsreviere hinter Türschwellen. Zudem bahnen ein versenkbarer Navi-Turm oder ein Flundergehäuse den Weg unter sehr flache Möbel. Dennoch sind die Neuerungen nicht bei allen Einsatzzwecken gleich nützlich.

Von **Berti Kolbow-Lehradt**

Nach einem souligen Pop-Klassiker ist bei genügend Elan kein Berg zu hoch und kein Tal zu tief, um das Ziel zu erreichen. Für die meisten Saugroboter gilt das bisher nicht. Viele von ihnen scheitern an zu hohen Bodenschwellen und zu niedrigen Möbeln. Die Hersteller Dreame und Roborock

wollen das ändern. Der X50 ist Dreames erster Putzroboter, der sein Chassis mit einem Lift im Fahrwerk über Bodenschwellen hebt. Seinen Navi-Turm versenkt er im Gehäuse, um unter Möbeln abtauchen. Statt in einem versenkbaren Lidar-Turm stecken bei ihm alle Sensoren seitlich im Rahmen. Dadurch ist

das Gehäuse stets flach genug, um unter niedrige Sofas zu kriechen.

Dennoch gehört das Duo wegen umfangreicher Reinigungsfunktionen zur Luxusklasse der automatischen Saug-und-Wischflundern. Beim bereits erhältlichen Dreame X50 unterstreicht dies ein Straßenpreis von 1200 Euro. Der Saros von Roborock ist mit 1300 Euro ähnlich bepreist. Mit entsprechend hohen Erwartungen haben wir im Praxistest ermittelt, wie gründlich sie reinigen und wie souverän sie Hindernisse überwinden.

Luxusputzer

Beide Saug- und Wischroboter kommen im Set mit einer im Marktvergleich kompakten Basisstation. Die Ausstattungsliste ist lang und bei den heftig wetteifernden Marken nahezu identisch. Um die Zimmerecken zu fegen, fahren beide Roboter ihre Seitenbürsten an der rechten Seite bei Bedarf automatisch aus. Auf der gleichen Seite überbrückt ein ausschwenkbarer Wischmopp die Distanz bis zur Fußleiste oder Möbelkante.

Nach getaner Arbeit deponieren die Roboter ihre Schmutzausbeute in der Basisstation. Eine Waschanlage spült die Wischmopps heiß mit bis zu 80 Grad, pumpt die schmutzige Brühe in einen Tank, füllt frisches Wasser aus einem anderen Kanister in

die Roboter und föhnt die Mopps abschließend. Aus kleineren Tanks tröpfelt Reinigungsmittel auf die Mopps, bei Dreame auch in den Robotertank. Bevor sie Teppiche saugen, legen beide Markenmodelle ihre magnetisch befestigten Mopps in der Station ab. Bei vorigen Modellen war das ein exklusiver Trick von Dreame.

Das Aussehen der Stationen unterscheidet sich stärker als der Funktionsumfang. Das Dreame-Set gibt es in Weiß mit platinfarbener Zierplatte an der Basisstation, die mit ihrer geschwungenen Form wohnlicher wirkt. Das Roborock-Dock ist eckiger und angesichts unverkleideter Tankdeckel funktionaler konstruiert. Spiegelnde Flächen auf Roborocks schwarzem Bot und auf der Basisstation konservieren sichtbar Fingerabdrücke.

App braucht Cloud, Sprache nicht

Beide Geräte sind vorbildlich schnell eingerichtet und einfach bedienbar. Hat man die Basisstation platziert und mit Wasser befüllt, koppelt man den Bot im Heimnetz (Wi-Fi 4, 2,4 GHz) mit der Hersteller-App. Darin lassen sich sehr viele Putzparameter detailliert anpassen, etwa die Wassermenge beim Wischen und die Saugintensität. Mit den Automatikmodi „CleanGenius“ bei Dreame und „SmartPlan“ bei Roborock macht man es sich einfacher. Sie entscheiden automatisch mithilfe von KI-Modellen, wie intensiv die Roboter den Boden reinigen. Das führte im Praxistest zu guten Ergebnissen.

Der Bedienkomfort beider Apps nimmt sich nicht viel: Dreame hat den ehemaligen Rückstand aufgeholt, ist zuvorkommender, unterbreitet die besseren Vorschläge. Roborock irritiert mit ungewohnten Softwarepatzern. So ignoriert der Saros 10R eine programmierte Raumabfolge und fährt die Fläche nach eigenem Gusto ab.

Die Apps übermitteln Befehle an die Geräte nur, wenn sie Kontakt zur Herstellercloud haben. Dass beide Marken mit den Nutzungsdaten und optional aktivierbaren Aufnahmen der Roboterkameras verantwortungsvoll umgehen, muss man hoffen, es erfordert also einen Vertrauensvorschuss. Mit TÜV-Zertifikaten zur Cybersicherheit wollen beide Marken etwaige Bedenken entkräften – nachprüfen lässt sich das für die Nutzer jedoch nicht.

Offline sind die Roboter eingeschränkt per Gehäusetasten und via Sprachbefehl bedienbar. In letzterer Hinsicht bietet Roborock Vorteile: Der Saros-Sprachassistent namens „Hello Rocky“ spricht



Damit lange Haare sich nicht verheddern, nutzt Roborock (links) eine zweigeteilte Rolle mit mittigem Schlitz, Dreame (rechts) dagegen eine Doppelwalze mit V-Lamellen.

Deutsch und bietet das praxistauglichere Befehlsset. Beim X50 muss nach der Aufweckphrase „Ok, Dreame“ ein englischer Arbeitsauftrag folgen, den der Roboter im Test öfter nicht verstand: Beispielsweise konnten wir ihn partout nicht zur Rückkehr zur Station bewegen.

Amazons und Googles Sprachassistenzen akzeptieren beide Geräte ausschließlich bei funktionierender Internetanbindung. Apples Siri wird sich einreihen, sobald Dreame und Roborock per versprochenem Firmware-Update das Kommunikationsprotokoll Matter nachliefern und Smart-Home-Steuerplattformen Saugroboter als Matter-Gerätekategorie einbinden. Heißt: Damit kann man nicht planen.

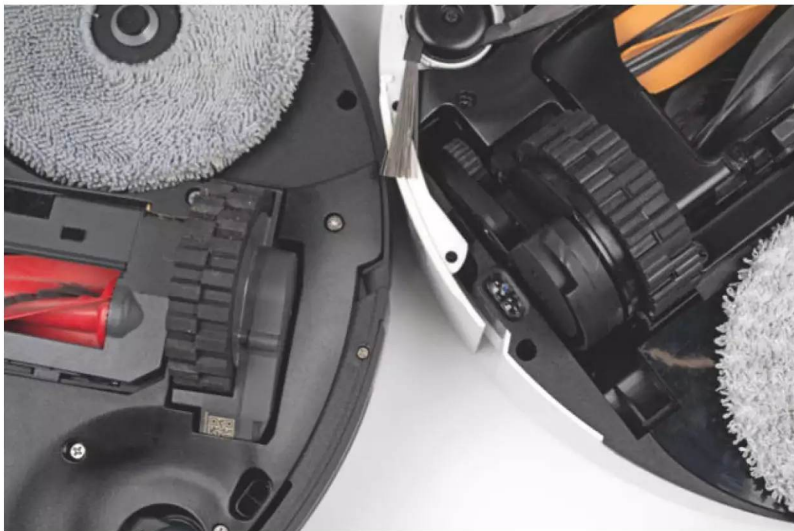
Hoch hinaus

Ob die Arbeitsaufträge zu sauberen Böden führen, hängt auch davon ab, wie gut die Roboter jede Schmutzzone erreichen, Hindernisse meistern und sich nicht in Ecken verkeilen oder in Kabeln verheddern. Trotz ähnlicher Ausstattung zeigten der X50 und Saros 10R im Test dabei unterschiedliche Stärken und Schwächen. Auffällig war das beim Klettern, dem Vorzeigetalent des Duos: Bei vielen hohen Türschwellen ist Dreames Liftfunktion nützlicher. Der X50 fährt links und rechts je einen Schwenkarm aus,

der ein kleines Stützrad auf den Boden setzt und dabei die beiden seitlichen Haupträder und in der Folge den vorderen Teil des Chassis in die Luft hieven. Im Test hebelte sich der X50 auf Anhieb mit einem sanften Ruck über bis zu vier Zentimeter hohe Türschwellen. Bei einer Doppeltürschwelle durfte die zweite Hürde bis zu sechs Zentimeter hoch sein. Niedrigere Leisten zwischen vier und zwei Zentimeter querte er ebenfalls höhengelagert. Alles darunter überfahren Putzroboter auch ohne Lift.

Den Saros 10R von Roborock stemmen seine drei ausfahrbaren Räder um einen Zentimeter hoch. So aufgebockt, erklimm er Türschwellen bis zu drei Zentimeter Höhe. Der aufgenommene Schwung reichte, um eine Doppeltürschwelle von vier Zentimetern zu überqueren. Für die Überfahrten brauchte Roborocks Sauger jedoch mehrere schwungvolle Anläufe. Eine Verbesserung: Anders als beim Roborock Qrevo Curv muss man die Schwellen nicht mehr in den Grundriss einzeichnen.

Beim Klettern ging der Roborock-Bot mit sich und der Einrichtung nicht zimperlich um. Der Dreame verhielt sich auffallend schonender zum Material. Empfindlicher Bodenbelag könnte unter häufigen Roborock-Aufstiegen leiden. Negativ fiel der Saros zudem mit einer Falschmeldung auf. Wegen einer von uns zu Testzwecken bewusst zu hoch gewählten Bodenschwelle konnte er einen Raum nicht anfahr-



Die Radaufhängungen beider Roboter sind wegen der Liftfunktion sehr mächtig. Dreames Bauweise (rechts) mit Gelenkarm und Stützrad ist besonders wuchtig.



Beide Roboter des Tests strecken sich, um Schwellen zu überwinden. Der Dreame X50 kommt wegen seiner Gelenkbeine höher.

ren, bestätigte ihn aber als gereinigt. Der X50 dokumentierte korrekt, dass sein Job unerledigt geblieben war, und bat uns darum, den Pfad freizuräumen.

Einen Vorteil hatte der Saros gegenüber dem X50 auf hohen Teppichen. Wegen seines gleichmäßig angehobenen Chassis überquerte das Roborock-Modell die Zierfasern, ohne dass sich dessen Bürsten darin verhedderten. Dreames Gerät kann sein Gehäuse auf Teppich nicht vollständig anheben.

Anders als Dreame bewirbt Roborock die Liftfunktion ausdrücklich auch als Ausweg von einer Strandung auf Stuhlbeinen. Wir konfrontierten beide Geräte mit solchen Hürden, die Ergebnisse waren durchwachsen: U-förmige Streben von Schwingstühlen querte das Duo gleichermaßen erfolgreich. Mit quadratischem und verchromtem Rohrgestänge waren beide jedoch überfordert. Darüber rumpelten die Robo-Raudis rücksichtslos hinweg, ohne die Kontaktpunkte durch ausgefahrene Räder zu verringern, so als hätten sie das Hindernis gar nicht erkannt. In einem Testlauf kapitulierte der im Stuhlbeinparcours gefangene Saros sogar und verlangte

einen menschlichen Bergungseinsatz. Uneingeschränkt überlegen sind die Klettermaxe herkömmlichen Robotern also noch nicht.

Auf Tauchstation

Beim Tauchgang unter sehr flache Möbel machte der Roborock Saros die bessere Figur. Sein Gehäuse ist in jedem Betriebszustand mit acht Zentimetern sehr niedrig. Die meisten anderen Roboter sind zehn bis elf Zentimeter hoch. Worunter der Saros gerade noch so oder eben nicht mehr passt, erkannte seine Sensorik im Test einwandfrei. Dass dem Sauger der Rundumblick in einem Ausguck mit rotierendem Laser fehlt, kompensiert er mit mehreren Distanzmessern. An der Front, der Seite und am Heck erfassen 3D-ToF-Sensoren (Time of Flight) als Tiefensensoren mit einer Map aus Punktwolken den Abstand zu Wänden und Möbeln. Der Abstrahlwinkel beträgt 30 Grad, die Sensorik schaut also auch ein Stück weit nach oben, ob die Luft rein ist.

Wegen des aufwendigeren Lifts und des Lidar-Turms ist der X50 von Dreame ab Werk mit zwölf Zentimetern höher als der Saros. Auf neun Zentimeter schrumpft die Höhe, wenn er den Turm in Gehäuse hineinfährt. Während der Putzläufe zeigte sich die Mechanik zunächst bewegungsfaul. Der X50 ignorierte unterfahrbare Möbel, passierte sie mit ausgefahrenem Turm. Erst ein per App aktivierbarer Betriebsmodus, der dem Roboter die „extreme Abdeckung“ der Fläche befiehlt, bewegte ihn zu einer Tauchfahrt an derselben Stelle. Währenddessen verließ sich der X50 vorübergehend einzig auf frontale Laser- und Kameraeinheiten. Das klappte im Test problemlos.

Liegt da was?

Dass die Top-Putzroboter ebene Flächen lückenlos reinigen und Kleinkram souverän umkurven, darf man in der Preisklasse erwarten. Tatsächlich erwies sich der sehr gute Orientierungssinn des Duos aber nicht frei von Ausreißern. In beiden Geräten kümmern sich die KI-gestützte Bilderkennungsoftware aus Bildern von Farbkameras an der Front darum, kleine Gegenstände und Hindernisse in Fahrtrichtung zu erkennen und Ausweichmanöver zu initiieren. Der Dreame X50 wand sich nahezu perfekt um die von uns ausgelegten Stolperfallen herum. Lediglich ein nachweislich von ihm registriertes Seksglas touchierte er beim anschließenden Ausweichmanöver.

Über die Stränge schlug Dreames Bildmusteranalyse hingegen, als sie Holzeinschlüsse auf dem Parkett, heftige Ketchupkleckse auf Fliesen sowie gegen den Strich gebürstete Teppichfasern als Hindernisse interpretierte und die Stellen ungeputzt ließ.

Roborock hat seine Algorithmen offenbar nicht so übervorsichtig abgestimmt. Im Ergebnis reinigte der Saros 10R die Fläche lückenärmer, erlaubte sich aber im Kleinkramparcours ebenfalls Patzer: Zwar wären die im Test beobachteten Rempeler bei AA-Batterien und Sektkgläsern im echten Leben folgenlos geblieben, es wäre aber eine kleine Katastrophe, hätte das in einem Wischmopp verhakete Netzkabel die daran hängende Steckerleiste um einen echten Kothaufen geschleudert – und nicht gegen eine Attrappe aus Kunststoff. Tragisch: Vor diesem Unfall hatte der Saros die Ko(t)pie souverän umkurvt. Mit Firmware-Finetuning kann Roborock solchen Ausreißern möglicherweise künftig entgegenwirken.

Fast perfekte Putzhilfen

Unabhängig von der Qualität der Navigation erreichen beide Bots ein hohes Reinigungsniveau, sie bleiben aber nicht frei von Schönheitsfehlern. Der Saros 10R putzte gewissenhafter. Auf Hartboden und Teppich verleibte er sich vom Testschmutz praktisch 100 Prozent ein. Der X50 folgte mit 98 Prozent auf Teppich und 94 Prozent auf Hartboden knapp dahinter. Im letzteren Fall war klar erkennbar, dass die fehlenden Prozentpunkte auf das Konto der übervorsichtigen KI-Kamera gingen: Wegen ihrer halluzinierten Hindernisse blieb der X50 Teilbereichen fern.

Aus den Ecken fegten die ausfahrbaren Seitenbürsten 19 (Saros 10R) und 18 (X50) von 20 ausgelegten Erbsen. Die Wischmopps beseitigten nahezu vollständig die präparierten Ketchupflecken, bei Dreame aber erst, nachdem wir die KI-Kamera deaktiviert hatten. Dann legte der Roboter von selbst

Dreame X50 Ultra, Roborock Saros 10R		
Saug- und Wischroboter mit Radlift und flacher Bauweise		
Hersteller, URL	Dreame, de.dreame.com	Roborock, de.roborock.com
Modell	X50 Ultra	Saros 10R
Maße (L × B × H, Roboter)	35 cm × 35 cm × 8,9 cm (Turm eingefahren)	35,3 cm × 35 cm × 8 cm
Maße (L × B × H, Basis)	45,7 cm × 35 cm × 57 cm	47,5 cm × 38,1 cm × 48,8 cm
Akkukapazität (Laufzeit)	6400 mAh (lt. Hersteller ca. 150 Min)	6400 mAh (lt. Hersteller ca. 180 Min)
Betriebsgeräusch	65 db(A) (Herstellerangabe)	65 db(A) (Herstellerangabe)
Sensoren	360-Grad-LiDAR, Frontlaser und -kamera, optische Abstandssensoren (Seite und unten), Teppich (Ultraschall)	Laser (3D-ToF) / Kamera an Front und Heck, optische Abstandssensoren (Seite und unten), Teppich (Ultraschall)
Fahrwerk anhebbar auf	4 cm	3 cm
Hauptbürste	Antiverhedderung, anhebbar	Antiverhedderung, anhebbar
Seitenbürste	ausfahrbar und anhebbar	ausfahrbar und anhebbar
Wischmopp	ausfahrbar, anhebbar, abwerfbar	ausfahrbar, anhebbar, abwerfbar
Stationsfunktionen	Staubbehälter entleeren, Moppwäsche, Moppföhn, Moppabwurf, Reinigungsmitteldosierung, UV-Desinfektion	Staubbehälter entleeren, Moppwäsche, Moppföhn, Moppabwurf, Reinigungsmitteldosierung
Offline-Sprachbedienung / Deutsch	✓ / –	✓ / ✓
Bewertung		
Orientierung / Raumabdeckung	⊕	⊕⊕
Umgang mit Hindernissen	⊕⊕	⊕
Saugen (Teppich / Hartboden)	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Wischen	⊕	⊕
Funktionsumfang	⊕⊕	⊕⊕
Preis / Garantie	1200 € / 3 Jahre	1300 € / 3 Jahre
✓ vorhanden — nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht		

sogar eine Extrarunde ein, weil interne Sensorik die Mehrarbeit erkannt hatte. Schmale Ränder von den besonders hartnäckigen Flecken ließen beide Geräte zurück.

An den Selbstputztalenten war im Test nichts auszusetzen. Die Waschanlagen säuberten die Mopps sehr gründlich. Dreame desinfiziert die Mopps und den Beutel mit dem Trockenschmutz zusätzlich durch UV-Licht, sodass weder Bakterien noch Gerüche florieren. Damit man die Waschmulden möglichst selten und mühelos reinigen muss, schrubbt Roborock sie mit Gummipropellern, Dreame bestrahlt sie aus Wasserdüsen. In beiden Fällen blieben im Testzeitraum ähnlich wenig Rückstände übrig.

Um verhedderte Haare von den Bürsten der Roboter fernzuhalten, baut Roborock die aus dem Qrevo Curv übernommene zweigeteilte, konisch zusammenlaufende Rolle mit Schlitz in der Mitte ein. Dreame benutzt Doppelwalzen mit geschwungenen, V-förmigen Lamellen. Beides funktioniert. Im Test landeten hier wie dort 30 Zentimeter lange Haare im Saugstutzen und nicht aufgewickelt auf den Achsenden der Bürsten.

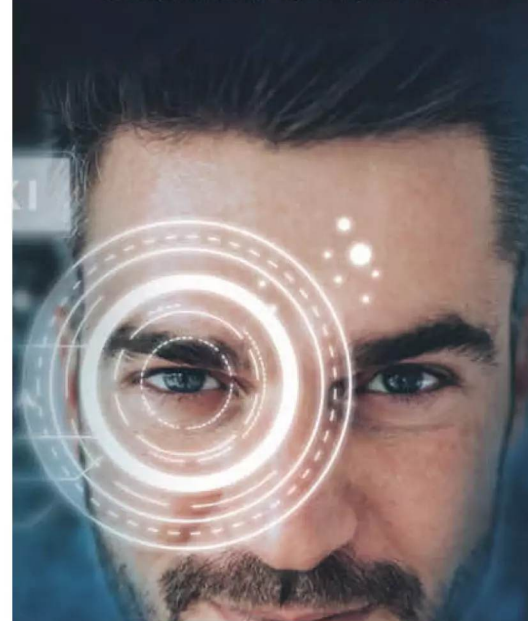
Fazit

Der Dreame X50 und Roborock Saros 10R überragen mit akrobatischen Tricks derzeit buchstäblich alle anderen Saug- und Wischroboter. Wegen ihres Klettertalents reinigen sie auch die Fläche hinter Türschwellen, vor denen andere Putzbots umkehren müssen. Dreames Liftbauweise ist im Vorteil, weil sie einen Zentimeter höher klettert und Hürden auf materialschonendere Weise überwindet als Roborocks Saros. Dass beide Geräte unter sehr flache Möbel gelangen, ist kein exklusives Talent. Doch die Kombination mit dem Lift macht sie für Wohnungen besonders interessant, in denen die Sauger beide Arten von Hindernissen meistern sollen. Mit Werkseinstellungen beherrscht der Saros 10R den Kriechgang etwas souveräner.

Den Boden und sich selbst reinigt das Duo auf äußerst hohem Niveau, trotz einiger übriggebliebenen Krümel und Fleckenränder. Dass schöne Bild trübt die noch nicht zur Höchstform getunte Navi-Software. Dass etwa der X50 Schmutz oder Bodenmuster für Hindernisse hält und der Saros 10R Kotkarambolagen und Bergungseinsätze verursacht, sollte in der Luxusklasse tabu sein. Von diesen vereinzelt, per Update behebbaren Schönheitsfehlern abgesehen, handelt es sich um die zurzeit vielseitigsten und nützlichsten robotischen Putzhilfen. (spo) **ct**

KI im Blick!

Jetzt mit c't die Übersicht behalten!



Analysen,
Reportagen und
Praxis-Tipps der
c't zum Thema
KI in einem Heft

NEU



im heise shop!



shop.heise.de/ct-ki25

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder
Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem
Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands).
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen
vorbehalten.

heise shop



Bild: KI, Bearbeitung c't

Rasenroboter: Trends und neue Modelle

So groß wie in dieser Gartensaison war das Angebot an Schnitthilfen mit elektronischen Assistenzsystemen und smarten Komfortextras noch nie. Markenhersteller punkten mit KI, Automapping, Durchblick mit 3D-Kamera oder Laser-Navi. Die Discounter kontern mit Billigmähern. Mit ein paar Vorkenntnissen lassen sich Fehlkäufe vermeiden.

Von **Berti Kolbow-Lehradt**

Mähroboter stoßen bei immer mehr Gartenfans auf Interesse. Schließlich versprechen sie, sich auf Knopfdruck oder zu programmierten Uhrzeiten eigenständig um den Rasen zu kümmern. Man selbst kann derweil in der Sonnenliege die Seele baumeln lassen, der Grünschnitt

verschwindet fein zerhäckselt in der Grasnarbe. Was den Trend befeuert: Modelle vom Discounter sind inzwischen nicht teurer als ein guter Verbrenner.

Bevor die Rasenidylle Realität wird, ist eine ausführliche Produktrecherche angesagt. Weil Gärten sehr unterschiedlich gestaltet sind – groß oder klein,

eben oder abschüssig, offen oder verwinkelt –, benötigt man einen Mäher, der dazu passt. Die Auswahl an Modellen ist groß. Traditionelle Gartenmarken wie Husqvarna, Gardena und Kärcher buhlen um einen Platz im Garten, chinesische Newcomer wie Dreame, Ecovacs, Eufy, Mammotion, Mova, Segway oder Sunseeker mischen das Rasenrevier mit neuartigen Sensorikansätzen und smarten Komfortextras auf. Dabei sind Modelle aus den Vorjahren technisch nicht veraltet: Selbst einfache Mäher mit Kabelgrenzen können im kleintiersicher eingezäunten Handtuchgarten den Job erledigen.

Der feine Unterschied

Folgende Hinweise vermitteln, welche Produktmerkmale für verschiedene Gartenszenarien wichtig sind, wo die Vor- und Nachteile konkurrierender Technikkonzepte liegen und unter welchen Bedingungen stark beworbene Trend-Features ihr Geld wirklich wert sind. So umgeht man Fehlkäufe aufgrund einer ungeeigneten Bauweise oder Ausstattung.

Am Produktprinzip ändert sich auch in der Modellsaison 2025 wenig. Angetrieben von je einem Elektromotor bewegen mindestens zwei Räder die Bots auf dem Rasen. Das macht sie wendig wie ein Kettenfahrzeug. Damit das Gehäuse nicht umkippt, stützen es ein bis zwei unmotorisierte Vorderräder. Während der Fahrt kürzt auf der Unterseite ein rotierender Teller mit rasierklingenscharfen Fliehkraftmessern den Rasen. Letztere halten kürzer, aber

lassen sich einfacher austauschen als die früher üblichen, breiten Balkenklingen. Es schadet nicht, die Messer auch in der Saison auszutauschen. Je schärfer die Klingen, desto glatter der Schnitt. Die Rasenpflanzen werden auf diese Weise weniger geschädigt.

Von diesem Grundprinzip einmal abgesehen, unterscheidet die Mähbots viel. Etwa, wie kräftig motorisiert, wie geländegängig oder wendig, wie einfach oder umfangreich konfigurierbar sie sind; mit welcher Art von Grenzen und Hindernissen sie klar kommen und wie souverän sie bei gestörter Signalübertragung in unklaren Situationen reagieren.

Neues tut sich vor allem in der Navi-Technik. Führungsdrähte kommen aus der Mode, denn sie sind umständlich zu installieren. Der Draht, dessen Antennensignal die Arbeitsgrenze für die Roboter alter Machart bestimmt, muss mit Erdankern befestigt werden oder man bringt ihn mit Spezialmaschinen unter die Erde.

In der Gartensaison 2025 kommen die meisten Modelle ohne Drähte aus, stattdessen konkurrieren externe Satellitenantennen und interne Laser- oder Kameraaugen um die Hauptrolle als Grenzschützer und Lotse. Gestützt durch KI-Bildmusteranalyse helfen letztere zudem immer mehr Modellen, sich selbst die Grenzen des Rasengrundrisses beizubringen und ohne Kollision vor Hindernissen abzdrehen. Ferner winden sich neue kompakte Geräte im Verbund mit aufgeschlauten Navis durch engere Korridore oder Verengungen der Rasen-

Ohne Kabel und externe Sat-Antenne, nur mit einer Stereokamera und KI-Software navigiert der Sunseeker V3. Weil er Automapping beherrscht, kann er nach dem Auspacken direkt losfahren und sich den Rasengrundriss selbst beibringen.



Bild: Bert Kolbow-Lehnadt

fläche. Neue Messertricks sollen den Kantenschnitt verbessern, mehr Motorkraft die Kletterfreudigkeit.

Den einfachen Mähkomfort – nie wieder Grünschnitt – gibt es für deutlich weniger Geld als früher. Einfache Roboter mit Kabel-Navi bieten Discounter ab 200 Euro. Satellitenfunk und KI-Kameras sind schon für unter 1000 Euro zu haben. Top-Geräte spielen in der 3000-Euro-Liga. Nur für Ausnahmeleistungen bezahlt man noch 5000 Euro aufwärts. Hier geht es dann vor allem um die Fläche: Selbst parkähnliche Anlagen mit 10.000 Quadratmetern lassen sich vom passenden Robo auf Länge halten.

Kabel sind noch nicht beerdigt

Als Option für kleine Budgets bleiben Mähroboter mit Begrenzungskabel noch vielfach verfügbar. Damit sie ihren Mähbereich nicht verlassen, verlegt man den mitgelieferten Draht auf oder unter der Grasnarbe. Dieser strahlt ein Antennensignal aus. Manchmal kommt bei größeren Grundstücken noch ein Suchdraht hinzu, den man quer durch den Mähbereich zur Ladestation zieht. Er dient dem Robo als Orientierungshilfe bei der Rückfahrt in die Station. Weil Hersteller keine weitere Navi-Sensorik einbauen müssen, sind die meisten dieser Geräte preisgünstig.

Sogar einige Luxusmodelle gibt es noch mit Begrenzungsdraht. So lotsen etwa Husqvarnas überarbeitete Version des Automower 435X AWD Nera sowie die Neuzugänge 405XE Nera und 305E Nera sich zumindest optional mit einem Kabel über den Rasen. Der Hersteller bietet diese Begrenzungstechnik auch deshalb weiter an, weil in einigen Gärten schon vor ein paar Jahren in unsichtbar verlegten Draht investiert wurde. Lässt man eine solche Installation mit bissfestem Draht vom Gartenbauer durchführen, kommen da schnell ein paar Tausend Euro zusammen.

Müssen Bereiche innerhalb der Rasenfläche ausgespart werden, wird es kompliziert. Der Begrenzungsdraht muss zu den Hindernissen hin- und zum Rand wieder zurückgeführt werden. So markiert man Blumeninseln oder Pools durch das Begrenzungskabel und vermeidet folgenreiche Kollisionen und Tauchbäder. Gestaltet man den Garten neu, zieht man das Kabel notgedrungen hinterher. Per Spaten durchstochene oder von Tieren zerbissene Drähte erfordern lästige Flickarbeiten.

Einfache Mäher mit Begrenzungsdraht arbeiten ohne Karte und haben keine Möglichkeit der präzisen Navigation auf der Fläche. Daher durchstrei-



Gestaltet man die Rasengrenzen neu, braucht man im Idealfall nur die geänderten Abschnitte in der App-Karte anzupassen. Andernfalls muss man den Mähbot komplett neu anlernen.

fen sie diese nur per Zufallsprinzip. Sie steuern so lange in eine Richtung, bis es nicht mehr weitergeht. Entweder weil sie an ein Hindernis stoßen oder weil sie das Signal des Begrenzungsdrahtes überfahren. Dann drehen sie bei und schlagen eine andere Richtung ein. Früher oder später erwischen sie so jeden Halm. Das dauert lange und kostet viel Energie. Es hat auch Auswirkungen aufs Mähbild. Einige Gartenfreunde bevorzugen den streifenfreien Zufalls-Look, andere mögen es eher gestreift wie auf dem Fußballplatz.

GPS korrigiert aus der Cloud

Die teureren Drahtlosmodelle dagegen mähen den Rasen meist systematisch. Sie haben die nötige Technik an Bord, um ihr Umfeld zu kartografieren, und können sich auf der Fläche orientieren. Durch systematisches Abfahren des Mähbereichs erledigen sie die Aufgabe effizienter als die Chaos-Mäher. Sie sind außerdem bequemer einzurichten.

Zur Orientierung nutzen die meisten aktuellen Modelle Global Navigational Satellite Systems (GNSS) wie GPS. Da dieses zu ungenau ist und atmosphärische Störungen die Position verschieben (schlecht fürs Blumenbeet), kombiniert man sie mit einer RTK-Antenne (Real Time Kinematic GPS), die lokale Korrekturdaten liefert. Dafür befestigt man im Boden oder an der Hauswand einen Empfänger, der wie der Mäher die Satelliten anpeilt.

Lotst sich der Mähbot über den Rasen, empfängt er sporadisch die Korrekturdaten der fest positio-

nierten RTK-Antenne. Bei manchen Modellen steckt die Antenne auch in der Ladestation. Auch diese muss dann mit möglichst freier Sicht auf den Himmel positioniert sein. Steht die RTK-Antenne zu dicht an einer hohen Hauswand oder unter einem Baum, kann es Empfangsprobleme geben.

All der Aufwand dient dazu, dass der Bot zentimetergenau weiß, wo er sich im Garten befindet. Er bleibt an der Außengrenze stehen und lässt sich in Bahnen über den Rasen führen. Einige Modelle können auch andere Muster oder das Logo des Lieblingsvereins in den Rasen bürsten – genügend Fläche vorausgesetzt. Ändert sich das Gartendesign, passt man den Mähbereich in der App an, braucht aber keine Erdarbeiten zu verrichten.

Die meisten Hersteller neuer Geräte ab 1000 Euro setzen auf diese Sat-Technik. Sogar Traditionsmarken wie die Husqvarna-Tochter Gardena denken um. Als erstes Gardena-Modell nutzt der Smart Sileno Free statt eines Begrenzungskabels ebenfalls GPS mit RTK-Korrektur. Aktuelle Modelle des Dachkonzerns Husqvarna arbeiten ebenfalls mit einer RTK-Antenne; der Hersteller nennt das „Exact Positioning Operating System“ (EPOS). Alternativ zur lokal installierten RTK-Antenne können die neuesten Modelle Korrekturdaten auch direkt aus der Cloud beziehen. Das spart Installationsaufwand, die Genauigkeit sinkt allerdings von 2 cm auf 5 cm. Auch die Marke Mammotion stellt seit kurzem den Bezug von Korrekturdaten via Mobilfunk zur Wahl, liefert aber weiterhin eine externe RTK-Antenne mit.

Die Hersteller höherpreisiger Geräte integrieren zusätzliche Sensorik wie Ultraschall oder optische Abstandssensoren, die weitere Daten liefern. So lassen sich etwaige Signalprobleme bei der Satellitenavigation kompensieren.

Die neuen RTK-Mäher Segway Navimow X3, Sunseeker Elite X5 und X7 sowie Mammotion Luba 2 validieren ihre Position auf dem kartierten Grundriss zusätzlich mit Kamera. Sie können sich vorübergehend auch ohne Satellitenverbindung präzise zu rechtfinden.

Sensorik aus dem Fahrzeugbau

Einige neue Geräte planen ihre Routen ausschließlich mit interner Sensorik. Bei Eufys ersten Mährobotern E15 und E18 sowie dem Modell Sunseeker V3 blicken dafür Stereokameras in Fahrtrichtung. Der Ecovacs Goat 0500 Panorama nutzt Kameras oben und vorne. Die Modelle Ecovacs Goat A3000 und Dreame A2 kombinieren Frontkameras mit einer Lidar-Sensorkuppel auf dem Gehäuse. Dreames Submarke Mova bringt zwei Modelle, die sich nur anhand von Lidar orientieren. Externe Antennen braucht es bei diesen Geräten nicht mehr. Das verspricht einen leichteren Aufbau, weil die Suche nach einem Aufstellort mit stabilem Empfang entfällt.

Den Trend angestoßen hatte Dreame mit dem Vorjahresmodell A1, das sich in unserem Test anhand von Lidar zuverlässig über den Rasen lotste – aber erst nach vielen Firmware-Updates [1]. Inwiefern das anderen Herstellern ohne Anlaufprobleme gelingt, bleibt abzuwarten.

Distanzsensoren wie Kameras und Lidarmodule haben noch einen anderen Job: Sie sollen Kollisionen verhindern, damit Gartenmobiliar und -deko sowie Mensch und Tier unversehrt bleiben. Vor allem wegen Berichten über durch Mähroboter verletzte Igel steigt hierzulande das Interesse an Geräten mit zusätzlichen Schutzvorkehrungen.

Zwar stoppen alle Roboter und drehen bei, wenn Objekte die Federkontakte der Stoßfänger oder der Haube triggert. Zudem sollen grob gezinkte Kämme oder bis an den Boden reichende Schürzen vermeiden, dass der Mäher über anderes als Gras fährt. Doch beispielsweise junge Igel sind zu leicht, um die Sensorik anspringen zu lassen, und so klein, dass sie unter der Verblendung durchrutschen können. Ein unschönes Verhalten, das wir auch bei unseren Igel-Dummy-Tests in [2] beobachten konnten. Weil die meisten günstigen Kabel-Mähbots nur mit diesen Mechaniktricks arbeiten, bieten sie kaum

Bild: Bert Kolbow-Lehnardt



Eine RTK-Antenne korrigiert bei vielen aktuellen Modellen das GNSS-Signal, damit der Mähbot die Fläche zentimetergenau bearbeitet.

Schutz für kleine Igel. Nur im kleintierfrei abgesperrten Garten sollte man sie betreiben und ansonsten zu Modellen mit aktiver Hinderniserkennung greifen.

Fernsensoren zur Hindernisumgehung sind höherpreisigen Geräten ab etwa 1000 Euro vorbehalten. Damit drehen sie im Idealfall schon ab, bevor es zum Aufprall kommt. Die besten Ergebnisse erzielen bislang an der Front montierte Kamerasysteme, wie etwa das des Vorjahresmodells des Mammoth Luba 2 [3]. Als Prüfstein kam dabei ein Dummy in Igelform der Spezialfirma CTS zum Einsatz, der in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung IZW und c't verfeinert wurde [2].

Die meisten Newcomer setzen dieses Jahr auf kamerabasierte Objekterkennung, mit Kärchers RCX 6 auch ein Modell der genannten Traditionsmarken. Mit Husqvarna schwenkt sogar der Marktführer um und stellte jüngst ein eigenes Kamerasystem vor. Erhältlich ist es erst ab 2026.

Andere Techniken sind weniger effektiv. Lidarsensoren, die auf dem Gehäusedach montiert sind, können nicht weit genug nach unten gucken, um Kleintiere zu registrieren. Modelle, die Ultraschall und Radar nutzen, erkannten in einem vorigen Vergleichstest größere Hindernisse, nicht aber Igel-Attrappen.

Freie Bahn fürs Automapping

Nur sehr günstige Geräte bedient man noch ausschließlich, indem man sich bückt und am Gehäuse Tasten drückt. Auf alle höherpreisigen Mähbots greift man auch bequem per Smartphone zu. Beim perfekten Robo würde das allerdings kaum einen Unterschied machen, denn man müsste niemals eingreifen.

Bei Modellen ohne Begrenzungsdraht ist der App-Einsatz in jedem Fall zentral für die Inbetriebnahme. Sie prägen sich die Rasengrenzen nur ein, wenn man sie mit Joystick-Schaltflächen einmal daran entlangdirigiert. Das ist ein weniger schmutziges Geschäft, als Kabel zu verbuddeln, hat aber seine Tücken. Große Grundstücke anzulernen, erfordert Geduld. Geänderte Grenzabschnitte lassen sich nicht immer in der App-Karte anpassen, bei einigen Modellen muss man erneut los. Wem eine gewisse Flexibilität wichtig ist, der sollte aus diesem Grund auf per App anpassbare Karten achten.

Mehr Einrichtungskomfort verspricht die Software etwa der 2025er-Modelle von Ecovacs und Mammoth, des Segway Navimow X3 und des Sunseeker V3 (Plus). Sie bieten an, den Rasengrundriss



Bild: Berti Kolbow/Lehrzeit

Viele Mäher, die sich nicht an einem Führungsdraht orientieren, steuert man einmal um das Gelände, um ihnen die Grenzen beizubringen. Neue Geräte mit Automapping können das alleine.

durch eine eigenständige Kennenlernrunde automatisch ohne menschliches Zutun zu kartieren. Dafür machen sie sich die Bildmusteranalyse ihrer KI-gestützten Kameras zunutze. Die Funktion „Automapping“ beherrschten in den Vorjahren schon einzelne Modelle, etwa der Segway Navimow i105E. Jetzt wird das Feature zum Branchentrend.

Geeignet ist dieser Ansatz jedoch nur für Mähflächen, die sich optisch klar von allem darauf und darum abgrenzen. Bei wilderen Gärten sind Unterschiede zwischen Gras und Beeten, abgesenkten Steinflächen oder Teichufern für die Kameras schwer zu erfassen. Der Roboter kartiert dann ungenau oder bleibt hängen. Zudem registriert er so nur eine zusammenhängende Fläche, nicht mehrere, etwa durch Wege getrennte Teilbereiche. Für letzteres brauchen auch Mähbots mit Automapping menschliche Hilfe.

Wer also ein komplexes Grundstück hat, achtet auf Automapping-Mähbots, die zusätzlich weiterhin auch die manuelle Kartierung beherrschen. Auch Korridore markiert man dann in der Regel virtuell. Dass man stattdessen wie etwa beim Sunseeker V3 dafür Magnetflächen auslegen muss, ist die Ausnahme.

Klare Kanten zeigen

Generell schlechter als die Fläche trimmen die meisten Bots die Rasenkanten. Die Mähscheibe liegt aus Sicherheitsgründen meist in der Mitte des Gerätes, sie kommt also nicht nahe genug an Steinkanten heran. Daher bleibt nicht selten ein 15 Zentimeter breiter Streifen ungemäht. Mit Mechaniktricks und Fahrmanövern versuchen einige neue Geräte, den Abstand zu verkürzen.

Der Dreame A2 schwenkt die Mähscheibe bei Randfahrten etwas nach außen. Dies soll die Distanz zwischen Klingen und Rasenkante auf unter fünf Zentimeter senken. Eine Schiene schirmt die Messer nach außen hin ab. Im Flächenbetrieb fährt der Schneidkopf wieder in die Mittelposition mit größerem Sicherheitsabstand zurück. Anders als bei fest seitlich versetzten Mähscheiben sind ein ungleich verteiltes Gehäusegewicht und somit Spurrillen kein Thema. Dieser Ansatz erleichtert das Kantentrimmen auch dort, wo man den Mäher nicht etwas über den Rand hinaussteuern kann, etwa an Zäunen oder Hauswänden.

Ecovacs verspricht beim Goat A3000 ebenfalls einen Klingenabstand von nicht mehr als fünf Zentimetern bis zum Rasenrand. Dazu verschwenkt das Gerät nichts. Stattdessen mäht es mit zwei nebeneinander liegenden Schneidwerken, die jeweils nah an der Gehäusekante platziert sind, auf einer üppigen Gesamtbreite von 33 Zentimetern. Dicke Blenden machen sie von außen unzugänglich.

Husqvarna und Gardena führen ein Tänzchen auf, um den Halmen am Rand den Kopf abzdrehen. Die Automower-Neuzugänge 305E NERA und 405XE NERA übernehmen eine zweigeteilte Mähwerkbauweise und die besondere Kantenschnittchoreografie zweier verwandter Vorjahresgeräte. In Gardenas Smart Sileno Free steckt erstmals die gleiche Technik.

In der Mitte befindet sich ein großer Teller, hinten ein kleinerer, der nahe an der Gehäusekante sitzt. Fahren die Mähbots auf ein Randstück zu, schwingen sie ihr Heck in einer weiten Kurve um 180 Grad herum und am Rand entlang. Husqvarna will so im besten Fall auf zwei Zentimeter an die Kante herankommen. Der Rasen muss dann allerdings von ebenerdigen Steinen eingefasst sein, weil das Mähbotgehäuse dabei über die Grenze hinauslugt.

Weiter, enger, höher

In der Modellsaison 2025 steigt die Auswahl an Geräten mit unterschiedlichen Akkulaufzeiten. Die

Spannbreite der laut Herstellerangabe maximal in ein bis zwei Tagen leistbaren Fläche reicht bei den prominenten Markenneuzugängen von 500 (Goat 0500) bis 10.000 Quadratmetern (Navimow X3). Die Reichweite sollte man nicht zu knapp wählen. Die Hersteller schätzen sie anhand von Idealbedingungen. Erfordern verwinkelte Gärten viele Ausweichmanöver, kommen die Bots langsamer voran und müssen öfter auftanken.

Apropos verwinkelt: Sehr enge Stellen unter einem Meter Breite mögen viele Roboter weiterhin nicht. Dank schlauerer Kamera-Auswertung werden die Geräte aber mutiger und trauen sich in Korridore, die weniger Rangierzone rechts und links von ihnen bieten als früher. Die etwa 40 Zentimeter schmalen Kleingeräte Goat 0500 und Sunseeker V3 wagen sich mit ihren 3D-Optiken immerhin durch Passagen von 70 respektive 80 Zentimetern Breite. Mit anderen kamerabasierten Mähbots lohnt sich zumindest ein Versuch. Sie können mitunter mehr, als der Hersteller sicherheitshalber im Datenblatt notiert.

Ausdrücklich leichter bewältigen immer mehr Bots steile Abhänge. War früher oft bei 35 Prozent Gefälle Schluss, etablieren sich nun Werte von etwa 50 Prozent als Standard. Dazu sind etwa Dreame A2 oder Ecovacs' Goat A3000 in der Lage. Mithilfe von Allradantrieben sollen der Kärcher RCX 6 und Sunseekers Elite X7 bis zu 70 Prozent, die Luba-Modelle von Mammotion bis zu 80 Prozent Steigung bewältigen.

Fazit

Nur wenn das Budget klein ist, greift man noch zu einfachen Mährobotern mit Begrenzungsdraht. Weniger Einrichtungsaufwand und eine effizientere Fahrweise bieten kostspieligere Bots, die sich per Satellit oder Distanzsensorik über die Fläche navigieren. Mit Lasersensoren und Kameras an der Front bestehen die besten Chancen, kleine Tiere zu verschonen. Die Optiken bilden auch die Voraussetzung für Automapping, eine Funktion, die im Idealfall das händische Kartieren der Rasenfläche erübrigt.

Unabhängig von der Navi-Methode gilt: In großen, unebenen Gärten wählt man die Akkulaufzeit und Steigfähigkeit nicht zu knapp. Wiederum für verwinkelte Bereiche bevorzugt man statt Leistungsprotzen möglichst kompakte Geräte, weil der benötigte Rangierabstand in schmalen Passagen nicht zu unterschätzen ist. Wer auf klare Kanten steht, achtet auf coole Messertricks für den Randschnitt. Nur wenn smarte und mechanische Talente stimmen, ist der Mähbot eine echte Gartenhilfe. (sha) **ct**

Literatur

[1] Sven Hansen, Laser-Pfadfinder, Dreame Roboticmower A1 im Test, c't 24/2024, S. 80

[2] Berti Kolbow-Lehradt, Ein Crash, der Igel rettet, Wie bei c't ein Teststandard für sichere Mähroboter entsteht, c't 2/2025, S. 114

[3] Berti Kolbow-Lehradt, Rücksichtsvoller Raser, Kabelloser Mähroboter Mammotion Luba 2 AWD im Test, c't 17/2024, S. 100

Smart-Home-Systeme für Einsteiger

Wir vergleichen die smarten Geräte von Bosch, Homematic und Shelly: Wie einfach sind sie einzurichten, zu bedienen und was kostet eine Grundausstattung?

Von **Patrick Bellmer und Marvin Strathmann**



Bild: Patrick Bellmer, Marvin Strathmann

Smart-Home-Systeme für Einsteiger	84
Ihre ersten Schritte mit Home Assistant	98
Zigbee2MQTT: Adapter, Setup, Geräte	106
KNX in Theorie und Praxis	116
KNX selbst programmieren	124
„Überstandard“ Matter fürs Smart Home	132

Wer viele smarte Geräte im Einsatz hat, der nutzt meist die Komponenten von verschiedenen Herstellern: Hier einen Zwischenstecker, dort eine smarte Lampe und der Unterputz-Aktor ist von irgendwem anders. Richtig smart wird ein Zuhause aber erst, wenn die ganzen Geräte miteinander agieren können: Wenn etwa der Fensterkontakt die Raumtemperatur absenkt oder das Heizkörperthermostat Daten von externen Sensoren erhält, um so gezielt wie möglich zu heizen. Es ist daher verlockend, nur ein System von einem Hersteller zu verwenden. Aber welches?

In diesem Artikel vergleichen wir drei Systeme genauer, Bosch, Homematic IP und Shelly. Die folgenden Artikel gehen auf weitere Systeme ein: Home Assistant (Seite 98), Zigbee2MQTT (Seite 106), KNX (Seite 116 und 124) sowie Matter (132), die wir in diesem Artikel daher nur am Rand berücksichtigen.

Bosch, Homematic IP und Shelly bieten die Komponenten, die Sie für die grundlegenden Smart-Home-Funktionen benötigen: smarte Heizungssteuerung mit Heizkörperthermostat, Tür-Fenster-Kontakte, sowie einen externen Temperatursensor. Tür-Fenster-Kontakte erkennen, ob ein Fenster oder eine Tür geöffnet oder geschlossen ist und externe Sensoren lassen sich an anderen Stellen im Raum platzieren, um die Temperatur genauer widerzuspiegeln. Schutzfunktionen lassen sich über einen Bewegungsmelder und Wassersensor realisieren; und Nachrüstbarkeit über einen Zwischenstecker, der weitere, eigentlich nicht so smarte Geräte, ins Smart Home einbinden kann.

Wir gehen auf die Einrichtung, Bedienung und den Komfort der Geräte sowie der zugehörigen App ein. Außerdem beleuchten wir die weitere Produktpalette der Hersteller genauer. Schließlich stellen wir ein Haus und eine Wohnung mit den genannten Komponenten aus – jedenfalls theoretisch. So können wir die Preise vergleichen, die eine Grundausstattung bei jedem Hersteller kosten würde.

Mit welchen Kosten Sie rechnen sollten

Wer sein Zuhause smart machen möchte, sollte sich vor dem Kauf der ersten Komponente auf ein System festlegen. Plattformen wie Amazon Alexa oder Home Assistant ermöglichen zwar das Zusammenspiel verschiedenster Smart-Home-Ökosysteme innerhalb eines Haushalts, führen aber häufig zu zusätzlichen Ausgaben aufgrund zusätzlicher Hardware oder er-

höhen nicht selten die Komplexität. In die Entscheidungsfindung sollten dabei unter anderem der benötigte Funktionsumfang, die Bedienung, aber auch der Preis einfließen.

Vor allem den Preis sollten Sie dabei nicht unterschätzen. Denn wenn Sie nicht nur eine einzelne Heizung mit einem smarten Thermostat bestücken wollen, werden aus 50 Euro schnell mehrere Hundert. Deshalb nutzen wir für unseren Vergleich der Smart-Home-Systeme zwei typische Wohnsituationen, um einen Eindruck über die zu erwartenden Gesamtkosten zu liefern. Wir gehen dabei nicht auf diverse Starterpakete mit verschiedenen Geräten oder auf Multipacks ein – gerade letztere haben sich in unseren Tests kaum gelohnt und waren oft teurer als der mehrfache Einzelkauf der Komponenten.

Unser Beispielhaus verfügt über zwei Geschosse mit einer Gesamtwohnfläche von 150 m². Letztere verteilen sich auf sechs Zimmer, eine Küche, zwei Bäder, einen Hauswirtschaftsraum und zwei Flure. Einen Keller gibt es nicht. Für die wichtigsten Smart-Home-Funktionen rechnen wir mit:

- Acht Heizkörper-Thermostate,
- drei Raumklimasensoren für Räume, in denen mit erhöhter Luftfeuchtigkeit zu rechnen ist,
- zwei Bewegungssensoren – jeweils einen pro Flur und Etage,
- ein Wassersensor für den Raum mit Waschmaschine,
- vier schaltbare Zwischenstecker für Stehlampen und anderes sowie
- 17 Tür-Fenster-Kontakte – jeweils einen für jedes Fenster und jede Außentür.

Die Anzahl an Tür-Fenster-Kontakten mag zunächst recht hoch wirken. Allerdings verfügt das Haus über zehn Räume, teilweise mit mehr als einem Fenster. Hinzu kommt mindestens eine Terrassentür, oftmals sind es auch zwei oder mehr.

Übersichtlicher wird es in unserer Beispielwohnung. Sie hat drei Zimmer, eine offene Küche, Bad (ohne Fenster), Gäste-WC (ohne Fenster und Heizung) sowie einen Flur und Hauswirtschaftsraum (beide ohne Fenster und Heizung). Zusätzlich gibt es einen Balkon. Die Wohnfläche beträgt 80 m². Daraus ergibt sich der folgende Bedarf:

- Fünf Heizkörper-Thermostate,
- zwei Raumklimasensoren,
- ein Bewegungssensor,
- ein Wassersensor,

- zwei schaltbare Zwischenstecker und
- vier Tür-Fenster-Kontakte.

Bosch Smart Home

Bosch dürfte den meisten Baumarktkunden ein Begriff sein: Der deutsche Hersteller verkauft dort etwa Bohrmaschinen, Akkuschauber oder Stichsägen. Auch als Zulieferer für die Autobranche kennt man das Unternehmen und so mancher hat vielleicht eine Waschmaschine oder einen Kühlschrank von Bosch bei sich Zuhause stehen.

Seit 2016 bietet Bosch aber auch klassische Smart-Home-Komponenten an, etwa Tür-Fenster-Kontakte, Bewegungsmelder und Thermostate. Sie lassen sich zentral über die App Bosch Smart Home steuern und etwa in Automationen einbinden.

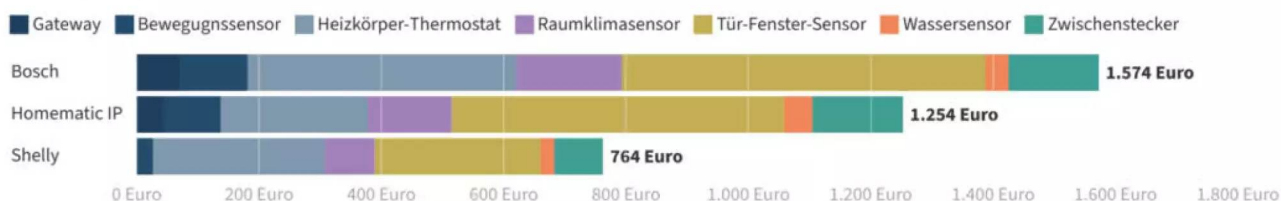
Smarte Heizungssteuerung

Wer seine Räume smart beheizen möchte, findet im Sortiment von Bosch das Heizkörperthermostat II und den Tür-/Fensterkontakt II. Außerdem lässt sich noch das Raumthermostat II erwerben, um etwa an einem weiteren Ort die Temperatur zu messen und die Heizung zu steuern. Fensterkontakt und Heizkörperthermostat bietet Bosch zusätzlich in einer Variante mit dem Zusatz [+M] an: Diese Modelle unterstützen den Matter-Standard und lassen sich auch ohne Bosch-Gateway betreiben – Matter-Controller vorausgesetzt.

Als Gateway hat Bosch den Smart Home Controller II im Angebot, der über Zigbee mit den Boschgeräten kommuniziert und den Sie zwingend für alle Komponenten ohne Matter-Unterstützung benötigen. Außerdem fungiert der Controller als Matter-

Gesamtkosten für das Haus im Vergleich

Wer ein ganzes Haus oder eine ganze Wohnung mit Smart-Home-Komponenten ausstatten möchte, sollte im Vorfeld gründlich rechnen. Denn bei dutzenden Aktoren und Sensoren machen sich selbst geringe Unterschiede bei den Einzelpreisen in der Gesamtrechnung deutlich bemerkbar.



Gesamtkosten für die Wohnung im Vergleich



Preise entsprechen den günstigsten Angeboten am 16. Juni 2025

Grafik: heise online / pbe

Das Raumthermostat von Bosch zeigt erst auf Knopfdruck die aktuelle Temperatur an. Dann allerdings gut lesbar und hell.



Bridge und kann so die Bosch-Geräte, die kein Matter beherrschen, in anderen Matter-Systemen bereitstellen.

Boschs Tür-und-Fensterkontakt besteht aus zwei Komponenten: einem recht klobigen Sensor und einem sehr dünnen Magneten. Das Gehäuse für den Sensor ist 7,5 cm lang, 2,5 cm hoch und 2,2 cm breit und hat auf der oberen Seite einen Bedienknopf, der etwa ein Drittel der Fläche einnimmt. Der Magnet ist nur 3 mm dünn und strengt sich wirklich sehr an, von der Klobigkeit des Sensors abzulenken – erfolglos.

Der Sensor lässt sich etwa an einem Fensterahmen anbringen, der Magnet an einem beweglichen Fensterflügel. Bosch lässt dem Nutzer die Wahl, ob er für den Sensor Löcher bohren oder kleben möchte. Befindet sich der Magnet in der Nähe des Sensors, registriert Bosch das Fenster als geschlossen, ansonsten ist es geöffnet. Dank der IP45-Zertifizierung kann der Nutzer ihn auch für ein Garagentor, ein Gartenhaus oder den Briefkasten verwenden. Als Batterie kommt eine CR123A zum Einsatz, die beiliegt.

In der App zeigt Bosch schlicht den aktuellen Status des Fensters an: offen oder geschlossen. In den Optionen des Geräts lässt sich etwa ein Symbol oder der Verwendungszweck festlegen und einen Pausen-Modus einstellen: Ein Doppelklick auf den Bedienknopf aktiviert ihn und das System ignoriert alle Änderungen für eine einstellbare Zeit – das ist nützlich, um etwa nachts den Alarm nicht auszulö-

sen, wenn man mal fünf Minuten lüften möchte. Praktisch: Der Button des Sensors lässt sich in Automationen verwenden. So kann der Nutzer per Tastendruck auf den Fensterkontakt etwa den Boost-Modus eines verbundenen Thermostats aktivieren.

Zusätzlich zum Tür-/Fensterkontakt II und der Matter-Variante verkauft Bosch noch den Tür-/Fensterkontakt II Plus mit eingebautem Erschütterungssensor, der damit auch vor Einbrüchen schützen soll.

Das Heizkörperthermostat von Bosch kommt mit Adaptern für die Heizung und zwei AA-Batterien. Die Installation ist recht simpel: Altes Thermostat abnehmen und das neue anbringen – passende Adapter liefert Bosch mit. Anschließend kalibriert sich das Thermostat und der Nutzer weist es in der App einem Raum zu.

Der Bedienkopf lässt sich leicht nach links oder rechts in Richtung eines aufgedruckten Plus- oder Minussymbols drehen, um die Soll-Temperatur um 0,5 Grad zu erhöhen oder zu verringern. Der Bildschirm zeigt den aktuellen Batterie- sowie Funkstatus an und die aktuelle Temperatur sowie die Zieltemperatur. Der Boost-Vorgang lässt sich nicht direkt am Thermostat starten: Es kann also vorkommen, dass der Nutzer mit dem Handy und der Bosch-App direkt vor dem Thermostat steht, bloß damit sich das Ventil für fünf Minuten komplett öffnet.

Ist bereits ein Fenstersensor im selben Raum vorhanden, agieren die beiden Geräte automatisch miteinander: Wenn das Fenster geöffnet ist, springt die Anzeige auf Lo und das Thermostat schließt das

Ventil. Außerdem erscheint ein kleines Fenster-Symbol im Display des Thermostats. In der App lässt sich etwa die Bedienung am Gerät sperren oder die Display-Helligkeit einstellen. Außerdem lässt sich eine Angleichung festlegen, wenn die gemessene Temperatur des Thermostats von der tatsächlichen Raumtemperatur abweicht. Über die App kann der Nutzer zudem einen individuellen Zeitplan für jeden Raum erstellen – das klappt sehr intuitiv.

Das Raumthermostat von Bosch schluckt vier beiliegende AAA-Batterien und lässt sich sehr einfach über einen QR-Code im Batteriefach anlernen. Das Thermostat ist 8,6 cm breit und 8,7 cm lang – also fast quadratisch. Es kommt mit abgerundeten Ecken und die Höhe beträgt 2,8 cm. Praktisch: Dank einer optionalen Montageplatte lässt sich das Gerät an der Wand montieren oder einfach über einen Bügel irgendwo hinstellen.

Das LED-Display ist nicht dauerhaft aktiv, sondern zeigt auf Tastendruck die aktuelle Temperatur und die Luftfeuchtigkeit an. Über den Drehregler lässt sich dann die gewünschte Temperatur in 0,5-Grad-Schritten einstellen. Der bunte LED-Streifen unterhalb des Displays blinkt blau, sobald die Luftfeuchte über 70 Prozent steigt, und blinkt gelb, sobald die Luftfeuchtigkeit unter 30 Prozent sinkt.

Das Raumthermostat erscheint nicht als eigenständiges Gerät in der Favoritenansicht der App, sondern dient als weiterer Messpunkt für die Raumtemperatur. Die gemessene Luftfeuchtigkeit zeigt die App nur in der Kachel für den gewählten Raum an und an keinem weiteren Ort. Über die Einstellungen in der App gibt es ähnliche Optionen wie beim Heizkörperthermostat: Kindersicherung aktivieren, Temperatur angleichen und Display-Optionen verändern. Außerdem zeigt Bosch hier die gemessene Temperatur an – aber nicht die Luftfeuchtigkeit.

Schutz

Der Wassermelder kommt mit zwei AAA-Batterien und lässt sich per QR-Code in der App anlernen. Während der Einrichtung kann der Nutzer einen Testalarm auslösen und dem Gerät einen Raum zuweisen. Die quadratische Box mit abgerundeten Ecken kommt mit einer Länge und Breite von je 7,5 cm. Sie ist 2,5 cm hoch und oben weiß gehalten, während die Unterseite metallisch erscheint.

Der optimale Standort ist etwa unter Wasserleitungen oder -schläuchen – neben der Waschmaschine. Der Sensor hat auf der Unterseite zwei Metallkontakte und registriert Wasser, sobald sich der

Stromkreis schließt. Es ertönt ein lauter Piepton und die App sendet eine Push-Nachricht an den Nutzer. Laut Bosch reagiert das Gerät ab einem Wasseraustritt von 1,5 mm.

Die Montageplatte des Bewegungsmelders hat eine kleine Wasserwaage integriert, um sie gerade an einer Wand anzubringen. Bosch lässt dem Nutzer wieder die Wahl, ob er bohren oder kleben möchte. Das Batteriefach ist extra verpackt und kommt mit einer bereits eingelegten CR123A-Batterie. Es ist noch Platz für eine weitere Batterie, aber die liefert Bosch nicht mit – und weist bei der Einrichtung schlicht darauf hin, dass der Nutzer eine zweite Batterie einlegen kann, um die Betriebsdauer zu verlängern.

Ist der Bewegungsmelder angelernt, gibt es in der App wenig Einstellungsmöglichkeiten: Der Nutzer kann den Melder testen oder die Sensitivität einstellen. In Automationen wird er erst richtig smart: Die Bewegungsfunktion und die gemessene Helligkeit lassen sich als Auslöser verwenden, um Aktionen zu starten.



Der Bewegungsmelder von Bosch lässt sich einfach aufstellen oder an der Wand montieren.

In der App lässt sich zudem ein Alarmsystem konfigurieren und verschiedene Profile dafür anlegen: Etwa, wenn keiner Zuhause ist. Bosch fügt passende Geräte automatisch zum Profil "Vollschutz" hinzu, das der Nutzer bei kompletter Abwesenheit nutzen soll – auch Bewegungsmelder oder Fensterkontakte. Ist dieser Sicherheitsmodus aktiviert und erkennt etwa der Bewegungsmelder etwas, dann löst der Einbruchalarm aus. Hier kann der Nutzer zwischen akustischen und visuellen Alarmen wählen – Sirene, Rauchmelder oder Lampe sollten dafür bereits eingebunden sein. Außerdem lassen sich passende Kameras einschalten. Neben dem Gerätealarm erhält der Nutzer eine Push-Nachricht aufs Handy und erkennt, dass der Einbruchalarm ausgelöst hat. Über die App lässt sich dann etwa schnell der Notruf wählen oder der Alarm deaktivieren.

Smarte Funktion nachrüsten

Geräte, die nicht smart sind, lassen sich etwa über einen Zwischenstecker von Bosch ins System einbinden und steuern. Der Nutzer kann sie so an- und ausschalten sowie ihren Stromverbrauch messen. Der Zwischenstecker kommt quadratisch mit abgerundeten Ecken und ist je 6 cm lang und breit sowie 8,3 cm hoch. Er dient auch als Funksignalverlängerung und kann so andere Geräte ins Bosch-Netzwerk holen, die ansonsten zu weit weg sind.

Bosch konzentriert sich bei seinem Smart-Home-Sortiment eher auf die essenziellen Bestandteile: Der Hersteller hat etwa noch smarte Außen- und Innenkameras, Schalter, Taster, Rauchwarnmelder oder eine Außensirene im Angebot. Für den smarten Unterputz-Einbau gibt es einen Dimmer, ein smartes Relais oder eine Licht-und-Rollladensteuerung – so lassen sich viele weitere Geräte ins Bosch-System einbinden, etwa Bewässerungssysteme oder Garagentore. Insgesamt hält sich die Produktpalette aber in Grenzen: Für Einsteiger reicht es völlig aus, wer aber einen smarten Wettersensor oder einen steuerbaren Controller für die Fußbodenheizung benötigt, der muss auf andere Hersteller ausweichen.

Bedienung

Die smarte Bedienung erfolgt nur über die kostenlose App Bosch Smart Home und nicht etwa über den Browser. Das Gateway ist darüber schnell angelernt: Strom- und Netzkabel einstecken und dann mit der App den QR-Code auf der Rückseite scannen. Anschließend legt man in der App Räume



Bei der Einrichtung unterstützt die Bosch-App den Nutzer mit einfachen Montageanleitungen.

oder den aktuellen Standort fest – etwa, damit Bosch den Sonnenuntergang präziser in Automationen verwenden kann.

Die anderen Geräte lassen sich ebenfalls einfach in der App hinzufügen. Aus einer Liste wählt der Nutzer erst das vorhandene Gerät aus und die App gibt an, wo der QR-Code zum Scannen zu finden ist – etwa auf der Gehäuseinnenseite des Tür- und Fensterkontakts. Die App führt durch den Anlernvorgang, misst die Signalstärke am Verwendungs-ort und gibt Hinweise zur Montage.

Standardmäßig landet der Nutzer in einer Favoritenansicht, wo sich häufig genutzte Geräte anlegen

lassen. In der Raumsicht fassen Kacheln die einzelnen Sensorwerte und Gerätestatus je Raum zusammen und zeigen sie recht schlicht an. Der Fernzugriff lässt sich in den Einstellungen einfach aktivieren oder deaktivieren und so das Smart Home auch von unterwegs aus steuern. Die App wirkt zwar nicht gerade modern, aber auch nicht veraltet – sie sieht eher nach 2021 als nach 2025 aus.

Die Gerätesteuerung ist recht intuitiv, und auch Heiz- oder Alarmprofile lassen sich problemlos einrichten und verändern. Automationen samt Bedingungen kann der Nutzer schnell und einfach erstellen. Zudem lassen sich Zustände hinzufügen, wobei der Name etwas irreführend ist: Es handelt sich eher um virtuelle Schalter, die sich etwa in der Favoritenansicht umschalten oder in Automationen nutzen lässt: Der Nutzer aktiviert etwa den Zustand Partymodus und die Heizung heizt oder diverse Lichter gehen an.

Bei all den nützlichen Funktionen in der App vernachlässigt Bosch manchmal die schlichte Bedienung am Gerät selbst – etwa der fehlende Boost-Knopf am Heizkörperthermostat.

EQ3 Homematic IP

Das Smart-Home-System Homematic IP entwickelt der deutsche Hersteller EQ3 und kann mit mehr als 100 Produkten aufwarten: von Klassikern wie dem smarten Zwischenstecker bis zur Schaltplatine, um eine LED-Leuchte ins Smart Home zu bringen. Homematic IP richtet sich dabei eher an Einsteiger, die ihre Geräte per App steuern möchten. Nicht verwechseln sollte man es mit Homematic (ohne IP): Das Homematic-ohne-IP-System lässt sich über eine lokale Zentrale einrichten und die Geräte mit komplexen Automationen steuern. Wenn wir im Folgenden von Homematic sprechen, ist damit in der Regel Homematic IP gemeint.

Der Nutzer kann also sein komplettes Haus mit Geräten von Homematic IP smart machen, ist durch die proprietäre Software aber gleichzeitig eingeschränkt: Es ist beispielsweise nicht immer möglich, alle Geräte und Funktionen in Home Assistant einzubinden, da die Community mühsam alle Features nachtragen muss und bei den vielen Produkten manche auf der Strecke bleiben.

Smarte Heizungssteuerung

Die smarte Heizungssteuerung gehört zum Klassiker im Smart Home. Homematic IP hat dafür viele Geräte in noch mehr Varianten zur Auswahl. Alleine

sechs verschiedene Heizkörperthermostate sowie je vier Fenstersensoren und Wandthermostate. Grundsätzlich sind sie in Weiß gehalten, manche Modelle gibt es noch in Anthrazit oder Silber. Je nachdem, welche Funktionen der Nutzer benötigt, welche Optik ihm zusagt oder wie viel Geld er ausgeben möchte, sollte er die gewünschten Geräte gut miteinander vergleichen.

Egal für welches smarte Gerät man sich entscheidet, alle benötigen ein Gateway, mit dem sie per Funk auf 868 MHz kommunizieren. Für die Zentrale gibt es drei häufig genutzte Varianten: Den Access Point, die CCU3 und die Home Control Unit: Der Access Point ist die einfachste Lösung für Einsteiger und ermöglicht eine einfache Steuerung per App, erfordert jedoch eine Internetverbindung und unterstützt bis zu 120 Geräte. Die CCU3 kommt mit bis zu 250 Geräten klar und bietet eine vollständige lokale Steuerung ohne Cloud-Zwang, erlaubt komplexe Automatisierungen und ist eher für fortgeschrittene Nutzer geeignet – was auch an der Bedienoberfläche mit 90er-Jahre-Optik liegt. Die Home Control Unit kombiniert beide Ansätze und bietet sowohl lokale als auch cloudbasierte Steuerung. Die Gerätegrenze liegt hier bei 350. Wir gehen grundsätzlich von einem Access Point und der Steuerung per App aus.

Der optische Fensterkontakt von Homematic IP kommt ohne Gegenstück wie einen Magneten aus. Die beiliegende AAA-Batterie lässt sich in das dafür vorgesehene Fach des Sensors einsetzen und die Abdeckkappe daraufklicken – fertig. Die Abdeckung gibt es in Weiß und Braun. Über eine mitgelieferte Spiegelfolie lässt sich der Sensor auch bei sehr dunklen Fensterflügeln einsetzen. Insgesamt ist der Sensor 10 cm lang, 1,5 cm breit und 2 cm hoch. Das Gerät lässt sich dann etwa an einem Fensterrahmen anbringen.

Der Kontakt lässt sich nur innen verwenden und funktioniert mit allen Fenstern und Türen, die nicht bündig schließen, sondern etwas herausragen. Alternativ gibt es einen Tür-und-Fensterkontakt für den verdeckten Einbau im Flügel oder eine Magnetvariante – letztere hat allerdings etwas klobigere Maße: 10 cm × 2,5 cm × 1,8 cm. Auch der beiliegende Magnet ist recht auffällig.

Ist ein Fenster geöffnet, steht in der zugehörigen App ein kleines Fenster-Symbol in der jeweiligen Raum-Kachel. Auf dem Startbildschirm oben rechts zeigt Homematic IP einen übergreifenden Fenster- und Türstatus als Symbol an: Ist mindestens ein Fenster oder eine Tür geöffnet, gibt es ein geöffnetes Fenster; bei einem Geschlossenem-Fenster-Symbol



Das klassische Heizkörperthermostat von Homematic IP kommt mit Drehrad und zeigt dauerhaft die Ist-Temperatur auf dem Bildschirm an.

ist alles zu. Tippt der Nutzer auf das Symbol, zeigt die App alle geöffneten Fenster und Türen an. So sieht er auf einen Blick, ob etwa noch Fenster geschlossen werden müssen, wenn er das Haus verlässt. In den Einstellungen eines Kontakts lässt sich nur eine Meldeverzögerung in Sekunden einstellen.

Das klassische Heizkörperthermostat von Homematic IP kommt mit zwei AA-Batterien sowie Adaptern für die Montage – die sehr einfach vonstattengeht. In der App startet man den Anlernprozess und legt die Batterien ein. Die App findet dann das Gerät und der Nutzer muss einen QR-Code scannen, der sich auf einem separaten Zettel befindet. Anschließend legt man den Raum in der App fest und schraubt das Thermostat an die Heizung an. Das Gerät kalibriert sich und zeigt die Soll-Temperatur dauerhaft auf dem Bildschirm an. Über das Drehrad lässt sie sich in 0,5-Grad-Schritten verändern und per Knopfdruck darauf startet der Boost-Vorgang. In der App lassen sich noch die Kindersicherung aktivieren und Temperatur-Abweichungen festlegen.

Mit angelerntem Fensterkontakt und Thermostat in einem gleichen Raum senkt Homematic IP automatisch die Soll-Temperatur, wenn ein Fenster geöffnet ist – standardmäßig auf 12 Grad. Über die Raumklimakonfiguration in der App lässt sich diese Fenster-Auf-Temperatur für jeden Raum ändern.

Auch die Boost-Dauer lässt sich hier je Raum verändern, voreingestellt sind fünf Minuten. In der App lassen sich zudem noch Heizprofile für jeden Raum anlegen.

Das Wandthermostat benötigt zwei AAA-Batterien, die beiliegen. Es kommt mit einer Adapterplatte, die der Nutzer an die Wand kleben oder bohren kann und misst die Temperatur sowie die Luftfeuchtigkeit. Zusätzlich liegt ein weißer Rahmen bei. Mit den Standardmaßen des Thermostats (8,6 cm × 8,6 cm × 2,5 cm) lässt es sich auch in normale Schalterrahmen einbauen.

Nach der Einbindung durch den QR-Code weist man dem Gerät einen Raum zu und kann dann über das Drehrad die Soll-Temperatur der verknüpften Heizkörperthermostate verändern. Ein Tastendruck darauf startet wie beim Thermostat den Boost-Modus. Die Anzeige wechselt zwischen Ist-Temperatur und Luftfeuchtigkeit. In der App lässt sich das Display noch dazu bringen, nur die Ist- oder die Soll-Temperatur anzuzeigen. Das Display an sich ist nicht sehr hell, kann allerdings so dauerhaft die Werte anzeigen, ohne zu viel Strom aus der Batterie zu ziehen. Interagiert der Nutzer mit dem Drehrad, wird der Bildschirm kurz heller.

Schutz

Der Wassersensor von Homematic IP ist weiß, rund und benötigt zwei AA-Batterien, die im Lieferumfang enthalten sind. Der Durchmesser ist etwa 8 cm, die Höhe 2,7 cm. In der App scannt der Nutzer den QR-Code ein und weist ihm einen Raum zu. Er hat auf der Unterseite vier Metallpins, drei außen, einer in der Mitte. Der Sensor steht auf den drei äußeren Pins, während der Pin in der Mitte etwas eingezogen ist. So erkennt der Sensor über die äußeren Pins Feuchtigkeit und über den mittigen Pin den Wasserstand. Laut EQ3 erkennt er einen Wasserstand ab einer Höhe von 1,5 Millimeter, die Feuchtigkeitserkennung schlägt eher an.

In der App kann der Nutzer entscheiden, ob der Sensor bei Feuchtigkeit und/oder Wasser auslösen soll, wie lang der akustische Alarm geht oder wie sich der Sound anhören soll. Auch eine verbundene Homematic-IP-Alarmsirene kann damit ausgelöst werden. Zusätzlich erhält man eine Nachricht per Push aufs Handy und in der App. Der Sensor hat zudem einen eingebauten Manipulationsschutz: Nimmt man ihn mit etwas Schwung hoch, löst gleich der Alarm aus und in der App erscheint ein Gefahrenalarm – das lässt sich nicht deaktivieren.

Vom Bewegungsmelder gibt es wieder mehrere Varianten: Bewegungsmelder mit Dämmerungssensor für innen, im Rahmen, für außen oder mit Schaltaktor. Auch einen Durchgangssensor hat EQ3 im Angebot, der die Richtung erkennt, in die jemand läuft.

Die Variante für Innen mit Dämmerungssensor lässt sich wieder über die App und QR-Code anlernen und kommt mit zwei AA-Batterien. Man kann ihn etwa auf einen Schrank stellen oder über die Montageplatte und die mitgelieferten Schrauben an der Wand montieren. Er kann Lichter steuern oder Alarmer auslösen. In den Einstellungen lässt sich etwa die Bewegungserkennung deaktivieren. Die Verknüpfung mit anderen Geräten wie Lampen erfolgt über Schaltgruppen: Hier lassen sich Geräte auswählen, ihre Einstellungen festlegen und etwa einen Helligkeitswert einstellen, wann der Dämmerungssensor auslösen soll.

Homematic IP bietet verschiedene Alarm-Modi: Unschärf, Hüllschutz und Vollschatz. Bei Unschärf ist der Alarm ausgeschaltet, bei Hüllschutz sind noch Leute Zuhause, beim Vollschatz ist das gesamte Haus leer. Sie lassen sich über die App aktivieren und nach einem Auslösen auch wieder deaktivieren – der Nutzer erhält beim Auslösen eine Push-Nachricht und vorhandene Alarmsirenen springen an. Für den Hüllschutz lässt sich auch auswählen, welche Geräte einbezogen werden: Es kann etwa sinnvoll sein, nur das Erdgeschoss zu aktivie-

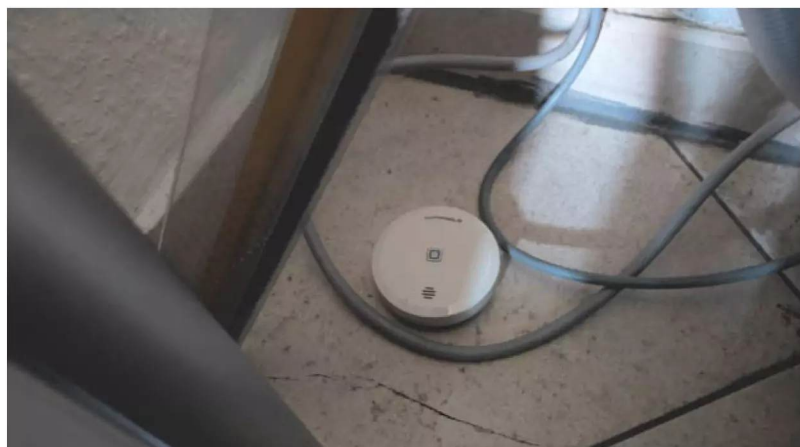
ren, um im Schlafzimmer im ersten Stock ohne Alarm lüften zu können. Über Automatisierungen lässt sich dann etwa der Hüllschutz automatisch nachts aktivieren und morgens wieder deaktivieren.

Smarte Funktion nachrüsten

Über einen Zwischenstecker von Homematic IP lassen sich alle möglichen elektrischen Geräte ins Smart Home holen und damit steuern. Auch hier gibt es mehrere Varianten: eine normale Schaltsteckdose und eine Schalt-Mess-Steckdose, die den Stromverbrauch misst. Die Schaltsteckdose kommt mit einem Bedienknopf, dessen Funktion sich in der App belegen lässt: Etwa ob der Knopf etwa das Gerät nur einschalten oder umschalten soll. Auch ein langer Tastendruck lässt sich definieren. Auch diese Steckdose kann die Funkreichweite von Homematic IP verlängern.

Den Zwischenstecker gibt es ebenfalls in einer [+M]-Variante, die Matter mitbringt. Diese Version stellt zudem einen Energiesparmodus für Geräte im Standby-Modus bereit und soll mit angeschlossenen Balkonkraftwerken umgehen können – er erkennt die Stromflussrichtung und kann demnach den Verbrauch oder den Ertrag ermitteln.

Außer der Variantenvielfalt hat EQ3 sehr viele unterschiedliche Geräte im Sortiment. Über Schnittstellen für Gas- und Stromzähler über Wetterstationen, ein Keypad für den Zutritt, Wiegand-Schnittstelle, LED-Controller bis zu Unterputz-Aktoren.



Der Wassersensor von Homematic IP steht hier an einem typischen Einsatzort: zwischen Schläuchen, Kabeln und Dreck.

Bedienung

Die App von Homematic IP ist modern gehalten: Die Übersichtsseite zeigt jeden Raum untereinander an oder als einzelne Kacheln, durch die der Nutzer per Wischbewegung navigiert. Am oberen Rand finden sich Schnellaktionen und Informationen zum Klimabetriebsmodus, Alarmzustand, Wetter und geöffneten Fenstern sowie Türen. Hier lässt sich etwa schnell der Urlaubsmodus für die Thermostate oder den Vollschutz aktivieren. Informationen wie Einbruchsalarme oder niedrige Batterien in einem Gerät zeigt die App ebenfalls oben an.

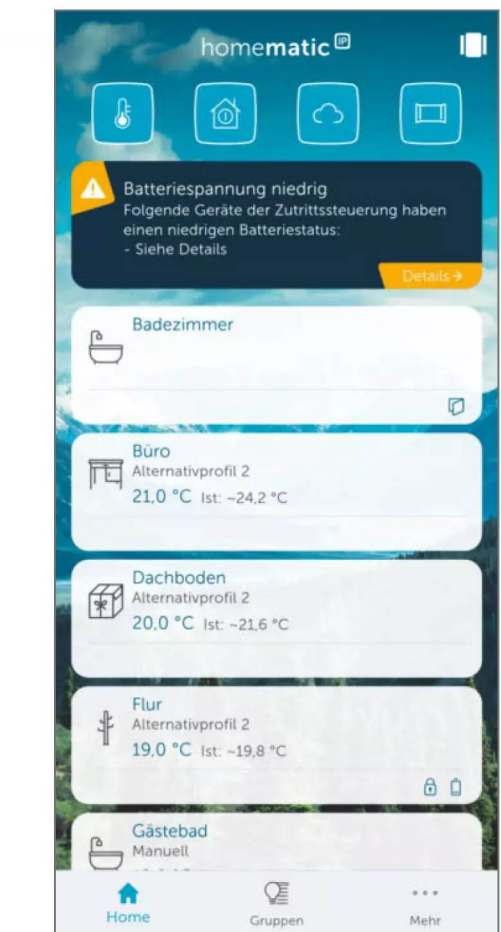
In jedem Raum lassen sich die zugeordneten Geräte steuern und ihre Einstellungen abrufen. Dabei sind manche Optionen unnötig verteilt: Über die Raumnavigation lässt sich etwa nicht die Fenster-auf-Temperatur für diesen Raum verändern, das geht nur über die Raumklimakonfiguration in den allgemeinen Einstellungen. Heizprofile einzustellen und einem Raum zuzuweisen ist nicht sehr intuitiv: Der Nutzer muss ein Profil für einen Tag erstellen und kann ihn dann in einen anderen Tag kopieren.

Automationen sind dagegen recht simpel zu erstellen: Auslöser wählen, dann Bedingungen festlegen und eine Aktion aussuchen – für die meisten Nutzer sollte das ausreichen. Geräte lassen sich über die App schnell und problemlos einrichten: Homematic IP liefert für viele Geräte einen Sticker mit QR-Code mit, den man aufbewahren soll – das ist etwas unpraktisch, da solche Zettel über die Jahre verloren gehen können. Die Bedienung am Gerät funktioniert problemlos. Praktisch: Die Displays vom Heizkörper- und Raumthermostat zeigen dauerhaft Werte, ohne zu viel Strom zu verbrauchen. Auch die Steuerung über Amazon Alexa und Google Home ist möglich.

Shelly

Bereits seit 2018 bietet Shelly Smart-Home-Komponenten an. Allerdings beschränkte sich das Unternehmen bis vor wenigen Jahren auf nachrüstbare Aktoren und Sensoren. Damit lassen sich bereits vorhandene elektrische Geräte nachträglich smart machen und automatisieren. Gerade bei der Automatisierung bietet Shelly von Anfang an viele Freiheiten und ermöglicht auch vergleichsweise komplexe Regelwerke.

Inzwischen bietet Shelly auch zahlreiche Plug-and-play-Komponenten an. Dazu gehören auch Smart-Home-Klassiker: Heizkörperthermostate, Tür-



Die App von Homematic IP zeigt oben diverse Kurzbefehle und darunter mögliche Warnungen an. Es folgt eine Raumliste.

Fenster-Kontakte, Bewegungsmelder, schaltbare Zwischenstecker und vieles mehr. Der große Vorteil: Alle Shelly-Komponenten kommunizieren auf Wunsch miteinander und lassen sich in Regeln kombinieren. Der Einsatzbereich ist deshalb deutlich größer als bei vielen anderen Smart-Home-Systemen.

Ursprünglich beschränkte Shelly sich auf WLAN für den Datenaustausch. Einige Plug-and-play-Komponenten setzen inzwischen jedoch auf Bluetooth –

erkennbar am Namenszusatz BLU. Über ein USB-Gateway lassen sich diese zwar ins WLAN einbinden, je nach Wohnungs- beziehungsweise Hausgröße sind im Zweifelsfall aber mehrere dieser Gateways erforderlich. Allerdings können auch einige Geräte wie der schaltbare Zwischenstecker als Gateway fungieren.

Smarte Heizungssteuerung

Vor allem im Bereich der smarten Heizungssteuerung ist Bluetooth bei Shelly relevant. Das Thermostat Shelly BLU TRV kommuniziert ausschließlich über den Kurzstreckenfunk, wird aber mitsamt einem USB-Gateway ausgeliefert. Die Installation des Thermostats gelingt mit wenigen Handgriffen, Adapter für die gängigen Heizkörperventile liefert Shelly mit. Gleiches gilt für Batterien. Denn anders als beim ersten TRV verzichtet Shelly auf einen integrierten Akku und rät zudem auch vom Einsatz wiederaufladbarer Batterien ab. Nachhaltig ist das nicht.



Bild: Shelly

Das Shelly BLU TRV zeigt die gewählte Temperatur an.

Eine in die Stirnseite des Thermostats integrierte LED-Segmentanzeige informiert über die gewählte Temperatur; der verbaute Temperatursensor soll offene Fenster erkennen. Die Bedienung erfolgt wahlweise über den Knauf, die Shelly-App und einen Browser. App und Browser informieren zusätzlich über die gemessene Temperatur und den Zustand des Ventils; nur hier lässt sich der Boost-Modus starten. App und Browser erlauben die üblichen Automatisierungen, etwa zeitbasierte Temperaturvorgaben. Ebenso lässt sich das Thermostat in Szenen und Aktionen einbinden, etwa auf Basis gemessener Temperaturen. Neben den ins Thermostat integrierten Sensoren lassen sich aber auch externe Daten für die Steuerung verwenden. Hierfür sehen App und Browser die Option "Angeschlossene Sensoren" vor, über die man den Raumklimasensor H&T Gen 3 und den Tür-Fenster-Sensor BLU Door/Window einbinden kann.

Der Raumklimasensor H&T Gen 3 misst Temperatur sowie relative Luftfeuchtigkeit und zeigt sie zusammen mit der aktuellen Uhrzeit auf einem monochromen E-Paper-Display an. Die Einbindung ins Smart Home erfolgt wahlweise per WLAN (Shelly unterstützt grundsätzlich nur 2,4-GHz-Netze) oder Bluetooth. Beide Messwerte lassen sich als Auslöser für Automatisierungen nutzen. Der Raumklimasensor erhält Strom entweder von vier 1,5-Volt-AA-Batterien oder über die integrierte USB-C-Buchse. Der Einsatz letzterer ist ratsam, da der Datenaustausch in diesem Fall alle paar Sekunden erfolgt. Im Batteriemodus konnten wir hingegen teilweise Reaktionszeiten von mehreren Minuten beobachten. Angaben zur Messgenauigkeit gibt es nicht, im Test lag die Temperaturabweichung gegenüber anderen Thermometern bei etwa 0,5 Grad Celsius. Eine sinnvolle Ergänzung des TRV BLU ist der H&T Gen 3 aber dennoch. Denn seine gemessenen Werte sind deutlich präziser als die vom Thermostat gemessene Temperatur.

Aber auch der BLU Door/Window arbeitet genauer. Denn das Thermostat kann offene Fenster nur über einen vergleichsweise schnellen Temperaturabfall erkennen. Der Tür-Fenster-Sensor besteht hingegen aus zwei Bauteilen: einem Magneten und der Haupteinheit. Erkennt letztere den Magneten nicht mehr, meldet sie ein geöffnetes Fenster. Ein Neigungssensor erkennt zusätzlich den Öffnungswinkel, wenn der Nutzer das Fenster kippt. Während die Offen-Geschlossen-Erkennung im Test absolut zuverlässig und mit einer Latenz von etwa einer Sekunde erfolgte, ist die Neigungsangabe eher nur ein grober Richtwert. Die Datenanbindung erfolgt



Der Shelly Flood lässt sich etwa unter einer Spüle platzieren.

per Bluetooth, den nötigen Strom liefert eine Knopfzelle vom Typ CR2032.

Schutz

Möchte man Bewegungen als Auslöser in Automatisierungen einbauen, kann der Shelly BLU Motion die entsprechenden Daten liefern. Der gerade einmal 34 mm × 42 mm × 27 mm große Bewegungsmelder erkennt nicht nur Bewegungen, sondern auch die Umgebungshelligkeit. Dadurch lassen sich Regeln erweitern und etwa festlegen, dass eine Bewegung nur dann relevant ist, wenn eine gewisse Helligkeit unter- oder überschritten wird. So könnten Sie sich eine Benachrichtigung mit Alarm-Charakter schicken lassen, wenn der BLU Motion nachts im Flur oder Keller eine Bewegung erkennt. Oder Sie steuern damit einfach eine Lampe, die sich ins Shelly-System einbinden lässt.

Strom liefert eine Knopfzelle vom Typ CR2477, die Datenübertragung erfolgt per Bluetooth. Neben dem regulären Modus, in dem sich das Gerät nur

bei einer erkannten Bewegung meldet, lässt sich auch der Beacon-Modus einschalten. In diesem meldet der BLU Motion alle 30 Sekunden seinen Status inklusive gemessener Helligkeit und erkannter Bewegungen. Im Test arbeitete der BLU Motion zuverlässig. Die Reaktionszeiten lagen bei etwa einer Sekunde. Je nach geplantem Einsatzort kann sich Bluetooth als Problem entpuppen und den Kauf eines zusätzlichen Gateways erforderlich machen.

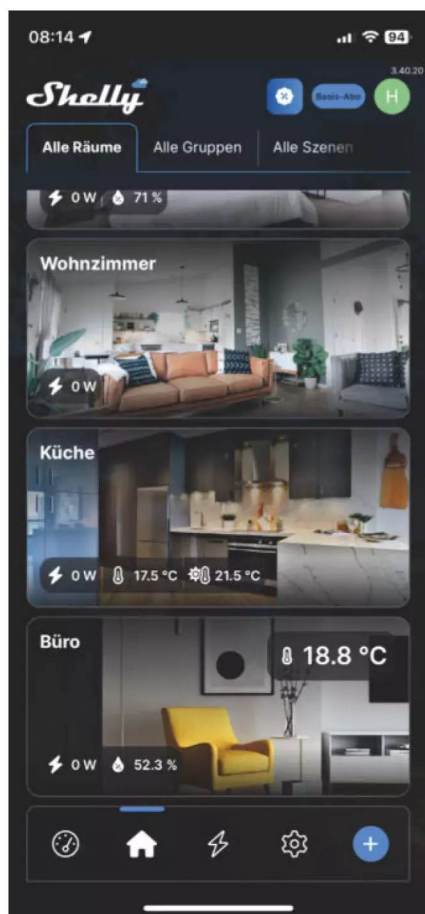
Um sich vor einem gravierenden Wasserschaden zu schützen, hilft der Shelly Flood. Das kreisrunde Gerät (7 cm Durchmesser) erkennt Wasserleckagen und meldet sich mit einem Alarm – eine entsprechende Regel vorausgesetzt. Klassische Einsatzorte sind etwa in der Nähe der Waschmaschine oder des Geschirrspülers. Die Einbindung erfolgt per WLAN, Strom liefert eine CR123A-Batterie.

Der Sensor erkannte sofort eine simulierte Überschwemmung. Während der Platzierung sollte der Nutzer aber in der App kontrollieren, ob die WLAN-Versorgung am gewählten Standort ausreicht. Im Test wurden wir an mehreren Stellen mit guter Abdeckung auf einen schwachen Empfang hingewiesen. Ein kleines i-Tüpfelchen: Der Shelly Flood verfügt auch über einen Temperatursensor. Dessen Werte lassen sich für die Steuerung einer Fußbodenheizung verwenden – sofern man diese in Shelly einbinden kann.

Smarte Funktion nachrüsten

Über smarte Zwischenstecker lassen sich viele Geräte, die auf eine Steckdose angewiesen sind, nachträglich smart machen. Interessant ist das vor allem für Lampen, bei denen Sie die klassischen Leuchtmittel nicht gegen smarte tauschen können oder wollen. Einen besonders kompakten Zwischenstecker bietet Shelly mit dem Plug S MTR Gen 3. Er kann maximal 2500 W durchreichen, funkt per WLAN und Bluetooth, unterstützt das Smart-Home-Protokoll Matter, informiert auf Wunsch per LED-Ring über den aktuellen Betriebszustand und misst den Stromverbrauch. Letzteres ermöglicht etwa das Protokollieren von Verbräuchen, aber auch verbrauchsbasierte Automatisierungen.

So lässt sich eine Regel erstellen, die beim Unterschreiten eines festgelegten Werts eine Benachrichtigung verschickt. Oder man verbindet einen Ventilator mit dem Zwischenstecker und lässt ihn starten, wenn der Raumklimasensor eine zu hohe Temperatur meldet.



Die Shelly-App zeigt standardmäßig eine Raumübersicht an.

Ansonsten ist der Plug S MTR Gen 3 auch als Bluetooth-Gateway und WLAN-Repeater zu verwenden. Für den Einsatz im Freien bietet Shelly eine Outdoor-Variante an (Outdoor Plug S Gen 3), für Geräte mit mehr als 2500 W Leistung den schlicht Plug genannten Zwischenstecker. Hier beträgt das Leistungslimit 3500 W.

Schon die Anzahl der unterschiedlichen Aktoren zum Nachrüsten ist ein Alleinstellungsmerkmal des Shelly-Systems. Es stechen aber auch zwei Displays hervor. Über das Wall Display und Wall Display X2 lassen sich verbundene Komponenten steuern und sich Messwerte anzeigen lassen. Shelly sieht dabei

den Einbau in einer Schalterdose und die Stromversorgung über die dort vorhandene 230-V-Leitung vor. Das Wall Display X2 kann man aber auch per USB-C-Schnittstelle versorgen und einfach im Regal oder einem Tisch platzieren – eine passende Halterung vorausgesetzt. Eingriffe in die Hauselektrik bleiben Ihnen dann erspart.

Bedienung

Die Bedienung seiner Komponenten ermöglicht Shelly auf zwei sehr unterschiedlichen Wegen. Der komfortablere Ansatz ist der Einsatz von Shelly Control. Hierfür benötigt der Nutzer wahlweise die Shelly-App oder einen Browser, über den der Nutzer die Shelly-Control-Homepage aufruft. Der Aufbau der Bedienoberfläche ist in App und Browser nahezu identisch. Auf der Dashboard-Ansicht lassen sich die wichtigsten Messwerte und Funktionen direkt darstellen. Eine Unterteilung nach Räumen bietet der Reiter "Mein Zuhause". Ein separater Bereich informiert über die Gesamtanzahl der installierten Geräte und diejenigen, die nicht erreichbar sind. Ebenso lässt sich der derzeitige Gesamtverbrauch anzeigen, wenn Komponenten mit Verbrauchsmessung vorhanden sind.

Neben den üblichen Wenn-Dann-Regeln lassen sich auch komplexere Automatisierungen über Webhooks erstellen. Zudem lassen sich Shelly-Komponenten auch in andere Smart-Home-Plattformen wie Amazon Alexa, Google Home und Home Assistant einbinden. Möchte der Nutzer Shelly ohne Cloud nutzen, lohnt sich ein Blick in die Einstellungen der Komponenten. Denn hier lässt sich für jedes Gerät einzeln festlegen, ob es diese Art der Verbindung nutzen soll oder nicht. Zwischen App und Browser gibt es auch kleinere Unterschiede, was den Funktionsumfang angeht. Der wichtigste: Per Browser lassen sich nicht alle Einstellungen von Bluetooth-Komponenten anpassen.

Für den zweiten Weg benötigt man lediglich einen Browser. Alle WLAN-fähigen Shelly-Komponenten erstellen im Zuge der Ersteinrichtung einen WLAN-Zugangspunkt, über den der Nutzer Zugriff auf die Einstellungen erhält. Hier lassen sich die Komponenten auch mit Ihrem eigentlichen WLAN verbinden. Anschließend sind die Komponenten über ihre IP-Adresse erreichbar. Bei dieser Variante bleibt die Cloud außen vor. Allerdings hat der Nutzer so ohne weitere Hilfsmittel auch keinen Zugriff, wenn er sich außerhalb der Reichweite seines WLANs befindet.

Fazit

Alle drei Smart-Home-Systeme ermöglichen einen einfachen und vor allem auf Wunsch schrittweisen Einstieg in die Welt der Heimautomatisierung. Sie lassen sich bequem per Smartphone-App steuern und nehmen Ihnen mit Regeln und Szenen auf Wunsch viel Arbeit ab. Im besten Fall sinkt auch noch Ihr Energieverbrauch, wenn sich ein offenes Fenster und die Heizung keinen Wettkampf um die Raumtemperatur liefern oder der Bewegungsmelder die Lampe steuert.

Bosch punktet mit seiner durchdachten App. Regeln und Szenen können Sie hier mit wenigen Klicks erstellen, zudem gibt es viele Einstellungsmöglichkeiten für die Geräte. Die Hardware kann allerdings nicht ganz mithalten. Viele Komponenten wirken klobig, was die Akzeptanz bei den Mitbewohnern reduzieren könnte. Zudem fehlt in manchen Fällen die Möglichkeit, Funktionen direkt am Gerät zu steuern – etwa den Boost-Modus des Heizkörperthermostats.

Homematic IP bietet eine große Komponentenvielfalt, in bestimmten Bereichen können Sie sogar zwischen mehreren Modellen wählen. Die App ist modern gestaltet, ermöglicht das schnelle Anlegen von Regeln und stellt Messwerte gut dar. Stellenweise gibt es aber Raum für Verbesserungen, etwa beim Anlegen von Heizprofilen oder beim Konfigurieren von Tasten. Ebenso wirken einige Komponenten, etwa der Fensterkontakt, nicht sonderlich robust.

Datenblätter,
Systemübersichten
und mehr

ct.de/wm5c

Shelly bietet das größte Angebot an Smart-Home-Komponenten – vor allem, wenn es um Nachrüstmöglichkeiten geht, die direkt in die vorhandene elektrische Installation eingreifen. Die von uns vorgestellten Plug-and-play-Modelle können auch Neulinge leicht installieren. Ein großer Pluspunkt ist die optionale Bedienung per Browser sowie die Möglichkeit, auch komplett auf den Cloud-Betrieb zu verzichten. Unabhängig von der Art der Steuerung ist der Funktionsumfang der größte im Vergleich. Einen ähnlichen Grad an Komplexität erlaubt keines der beiden anderen Systeme. Dafür wirken die Bedienoberflächen nicht zeitgemäß und unterstützen den Nutzer beim Erstellen von Regeln und Szenen nicht ausreichend. Viele Funktionen versteckt Shelly zudem in diversen Untermenüs.

Übrig bleibt der Blick auf die Preise. Ausgehend von unserer Beispielwohnung und unserem Beispielhaus ist Shelly mit etwa 370 und 760 Euro das günstigste der drei Systeme. Bosch landet hingegen auf dem letzten Platz. Für unser Haus müssten Sie 1570 Euro einplanen, für die Wohnung mehr als 760 Euro. Preistreiber sind hier vor allem die teuren Tür-Fenster- und Bewegungssensoren. Homematic IP landet in der Mitte mit 1250 Euro für das Haus und 580 Euro für die Wohnung. Der Hersteller überrascht mit dem im Vergleich günstigsten Heizkörper-Thermostat in der Variante Basic – das für 30 Euro fast genau so viele Funktionen liefert wie die klassische Variante von Homematic IP für 50 Euro. (msn) **ct**

BAUEN SIE IHREN WUNSCH-PC!

TIPPS
zum
Aufrüsten



NEU
im heise shop!

 shop.heise.de/ct-wunschpc25



Bild: KI Midjourney | Collage c't

Ihre ersten Schritte mit Home Assistant

Home Assistant verbindet nicht nur smarte Geräte im Heim miteinander. Mit der quelloffenen und kostenlosen Software funktionieren sogar Dinge, die die Gerätehersteller nicht einbauen wollten oder konnten. Wir erklären, wie Sie die mächtige Steuerzentrale installieren und einrichten.

Von **Marvin Strathmann**

Die Kaffeemaschine startet automatisch zum Sonnenaufgang, die Waschmaschine meldet das Ende des Waschgangs per WLAN und selbst die Toilette lässt sich ans heimische Netz anbinden: Die Zahl der smarten Geräte im Haushalt steigt kontinuierlich an. Um alle zu kontrollieren

und ihre Funktionen sinnvoll in Einklang zu bringen, gibt es mittlerweile eine ganze Menge Software – darunter „Home Assistant“, das schon viele Fans gewinnen konnte.

Das hat einen guten Grund: Eine große Community treibt das Projekt voran und macht die Smart-

Home-Zentrale unglaublich vielseitig. Auch immer mehr Hersteller und Marken unterstützen das Projekt, darunter Philips Hue, Ikea Trådfri, Sonos und Xiaomi. In diesem Artikel gehen wir auf die nötige Hardware, die Installation und grundlegende Funktionen von Home Assistant ein.

Das Projekt

Home Assistant begann 2013 als Python-Programm, heute treibt die eigens gegründete Firma Nabu Casa das Projekt voran. So erscheint Anfang jeden Monats eine neue Hauptversion, die in der Regel neue Funktionen bringt oder weitere Smart-Home-Komponenten einbindet. Manchmal ändert sich sogar ein Interface komplett oder Geräte fallen weg – etwa weil ein Hersteller nicht möchte, dass seine Geräte in Home Assistant eingebunden werden können. Es lohnt sich daher, das Blog von Home Assistant mit den Release Notes im Blick zu behalten (siehe ct.de/wm8c). Für Entwickler gibt es zudem einen Developer Blog.

Geld verdient Nabu Casa mit Cloudfunktionen: Der Zugang kostet 7,50 Euro im Monat und erlaubt das Steuern des Smart Homes aus der Ferne. Zusätzlich können zahlende Abonnenten Home Assistant automatisch mit Alexa und Google Assistant verbinden. Wer kein Geld ausgeben möchte, muss

diese Verbindung über einen Alexa-Skill oder die Google Console umständlich per Hand einrichten.

Die Hardware

Home Assistant läuft problemlos auf einer Vielzahl von Geräten, darunter Odroid-Einplatinencomputer und x86-64-PCs. Auf der offiziellen Website finden Sie zudem Anleitungen für die Installation auf Linux, macOS, Windows und anderen Systemen wie einem NAS oder in einer virtuellen Maschine (siehe ct.de/wm8c).

Die beliebteste Hardwarebasis dürfte der Mini-Computer Raspberry Pi sein. Die Entwickler empfehlen aufgrund der Gigabit-Ethernet-Verbindung einen Raspberry Pi ab Version 4. Wenn es sein muss, geht auch ein Pi 3 Model B; das Model A hat hingegen nicht genug RAM für das System. Generell gilt: Je umfangreicher das Smart Home ausfällt, umso leistungsstärker sollte die Hardware sein.

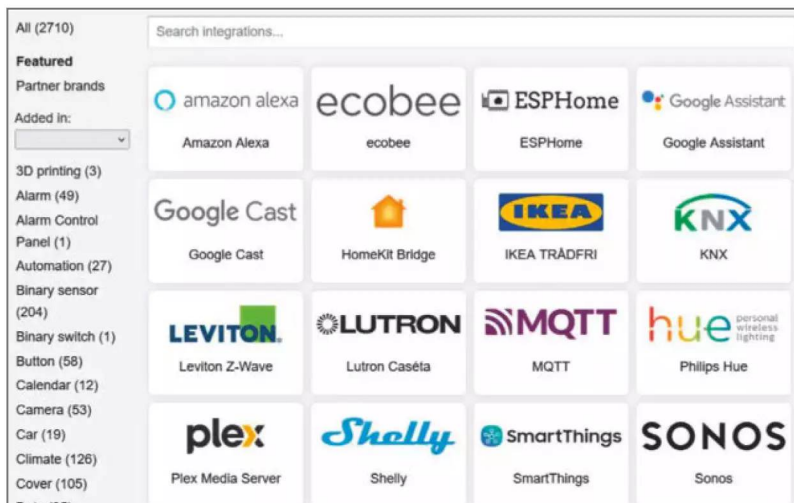
Die Entwickler von Home Assistant bieten selbst zwei Geräte an: „Home Assistant Green“ für 100 Euro und „Home Assistant Yellow“ für um die 150 Euro. Ersterer ist ein System-on-a-Chip (SoC) mit Gehäuse, auf dem die Zentrale bereits vorinstalliert ist – es kommt mit einem 1,8-GHz-Quad-Core-Arm-Prozessor und 4 GByte RAM. Man muss es nur einstecken und kann gleich loslegen.

Home Assistant Yellow ist eher etwas für erfahrene Nutzer, die ihre Zentrale mit der Zeit erweitern wollen. Im Lieferumfang enthalten ist ein Carrier Board samt Gehäuse für das Raspberry Pi Compute Module 4. Letzteres müssen Sie aber selbst besorgen – für 25 bis 100 Euro je nach Ausstattung und Leistung. Yellow hat die Smart-Home-Standards Zigbee 3.0, Thread und Matter bereits integriert und bietet mehrere Erweiterungsmöglichkeiten: einen Steckplatz für NVMe-SSDs, einen M.2-Sockel und einen PCIe-x1-Slot.

Unter dem Namen „Home Assistant Sky Connect“ bekommt man für 40 Euro schließlich einen USB-Dongle, der Zigbee 3.0 bereitstellt – und laut Entwickler in Zukunft auch Thread. Er eignet sich gut als Erweiterung für Home Assistant Green, aber auch für eine individuelle Installation (siehe dazu auch Seite 106).

Installation auf dem Raspi

Von einem separaten Rechner lässt sich auf einem Raspberry Pi das Betriebssystem „Home Assistant Operating System“, kurz „HA OS“, schnell einrichten.



Home Assistant steuert Geräte unzähliger bekannter und weniger bekannter Firmen.

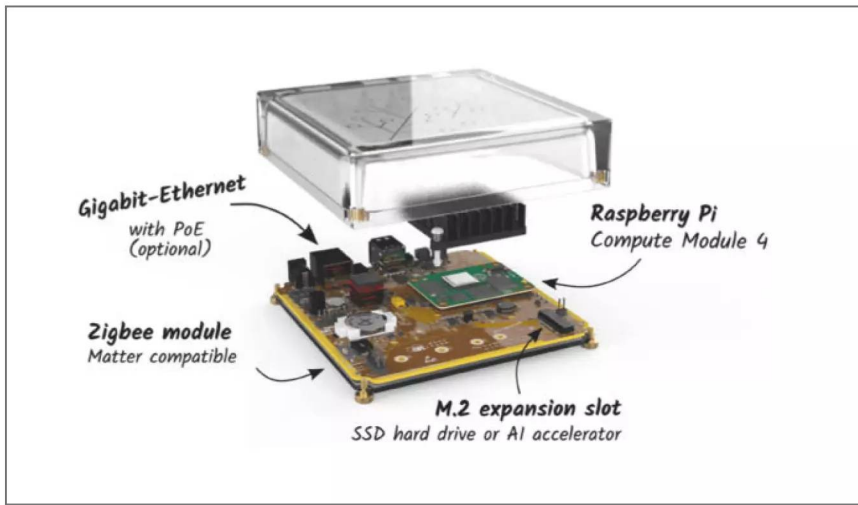


Bild: Home Assistant

Unter dem Namen „Home Assistant Yellow“ bekommt man eine Hardwareplattform für die Smart-Home-Zentrale, die einige Erweiterungsmöglichkeiten bietet.

Zusätzlich zum Raspberry Pi benötigt man ein Netzteil ab 3 Ampere, eine schnelle MicroSD-Karte der A2-Klasse mit mindestens 32 GByte Speicher und FAT32 als Dateisystem sowie einen SD-Kartenleser, um das Betriebssystem aufzuspielen. Um eine gute Verbindung zum Netz zu gewährleisten, sollte man ein Ethernet-Kabel an den Router hängen.

Im ersten Schritt lädt man den Raspberry Pi Imager (unter ct.de/wm8c) auf seinen Rechner herunter, öffnet das Programm und sucht sich seinen Raspberry Pi aus der Liste. Als Betriebssystem wählt man unter „Other specific-purpose OS/Home assistants and home automation“ dann „Home Assistant“ aus.

Nun steckt man die SD-Karte in einen Rechner und wählt sie mit dem Imager aus. Achtung: Der komplette Inhalt der SD-Karte wird überschrieben. Nach einem Klick auf „Next“ landet das Betriebssystem auf der SD-Karte – was einige Minuten dauern kann. Anschließend schiebt man die SD-Karte in den Raspberry Pi und startet den Mini-Computer.

Nach ein paar Minuten ist Home Assistant dann von einem Rechner aus ansprechbar. Je älter die Hardware, desto länger dauert der erste Bootvorgang. Mit einem Raspberry Pi 4 ist er nach etwa einer Minute abgeschlossen. Im Browser seiner Wahl auf einem anderen Rechner gibt man dann `homeassistant.local:8123` ein, wobei der Rechner im selben Netz sein muss wie der Raspberry Pi. Alternativ geht auch `homeassistant:8123` oder `http://<IP-Adresse des Raspberry Pi>:8123`.

Onboarding

Hat der Raspberry Pi gebootet, erscheint der Willkommensbildschirm des Home Assistant im Browser. Danach dauert es aber noch einige Zeit, bis die Ersteinrichtung abgeschlossen ist – beispielsweise bei einem Raspberry Pi 3B ungefähr 20 Minuten. Danach klickt man sich durch die ersten Einstellungen, richtet einen Administrator-Account ein und legt den aktuellen Standort fest.

Nun ist die Zentrale einsatzbereit und lässt sich auch fortan über die Weboberfläche bedienen. Mit den kostenlosen Companion-Apps für Android und iOS (siehe ct.de/wm8c) kontrolliert man das System zusätzlich am Smartphone und erhält auf Wunsch personalisierbare Push-Benachrichtigungen. Jedes Smartphone mit App wird als eigenes Gerät registriert. Zusätzlich kann Home Assistant Daten (wie den Akkustand des Handys) auslesen, diese als Information anzeigen oder in Automatisierungen verwenden – etwa für den Zeitpunkt, wenn sich das Handy mit dem heimischen WLAN oder dem Büronetz verbindet.

Schon während der Einrichtung erkennt Home Assistant üblicherweise vorhandene Geräte, bindet diese ein und zeigt sie im Standard-Dashboard an. Andere muss man eventuell noch konfigurieren.

Home Assistant erschlägt Anfänger zu Beginn mit seiner Vielfalt an Begriffen leicht. Das Programm erklärt sie auch nicht, vielmehr muss man sich die

benötigten Informationen selbst zusammensuchen. Hat man die Grundprinzipien aber erst einmal verstanden, kommt man mit den Bezeichnungen gut zurecht. Wir gehen nachfolgend die wichtigsten Optionen durch.

Ganz oben in den Einstellungen findet man den Eintrag für die Home-Assistent-Cloud, um das System von außen zu erreichen und es mit Alexa oder Google Assistant zu verbinden. Der Eintrag ist nur relevant, wenn man ein Abo dafür bei der Entwicklerfirma Nabu Casa abgeschlossen hat, daher ignorieren wir ihn hier einfach.

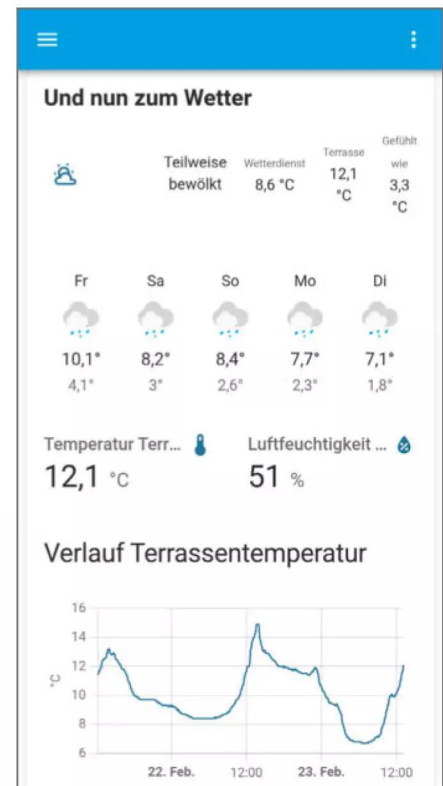
Der zweite Eintrag ist hingegen für alle Nutzer gleich der interessanteste: „Geräte & Dienste“. Ein Klick darauf führt zu vier Registerkarten: Integrationen, Geräte, Entitäten und Helfer.

Integrationen

Integrationen sind Plattformen, über die sich verschiedene Smart-Home-Geräte oder Daten einbinden lassen. Die Auswahl ist groß und umfasst neben Trådfri von Ikea, Smart TVs von Samsung und den Home-Connect-Geräten von Bosch und Siemens noch viele mehr. Neben Marken und Produkten unterstützt Home Assistant auch Protokolle wie das Internet Printing Protocol oder MQTT. So bindet das System etwa Wetterdaten oder Spritpreise aus dem Netz ein.

Insgesamt führt die Übersichtsseite des Projekts (siehe ct.de/wm8c) über 2700 Integrationen auf. Wer möchte, kann vor der Installation des Home Assistant dort prüfen, ob dieser die vorhandenen Smart-Home-Geräte unterstützt. Die Wahrscheinlichkeit ist groß – und selbst wenn die gewünschte Integration nicht verfügbar ist, gibt es noch HACS. Das ist der Community Store von Home Assistant, über den sich (unter anderem) neue Integrationen herunterladen lassen, die meist nicht ganz so gut getestet sind wie die offiziellen. In der Regel funktionieren sie sehr gut, können aber auch mal einen Fehler produzieren. Schon hier zeigt sich: Die große Home-Assistant-Community hilft dabei, fast jedes smarte Gerät einzubinden.

Im Reiter Integrationen der Option „Geräte & Dienste“ zeigt Home Assistant alle installierten Integrationen. Ein Klick auf die jeweilige Verknüpfung blendet weitere Informationen und die dazugehörigen Geräte und Integrationen ein. Über den Button „Integration hinzufügen“ lassen sich neue Integrationen hinzufügen, indem man nach der gewünschten Marke sucht.

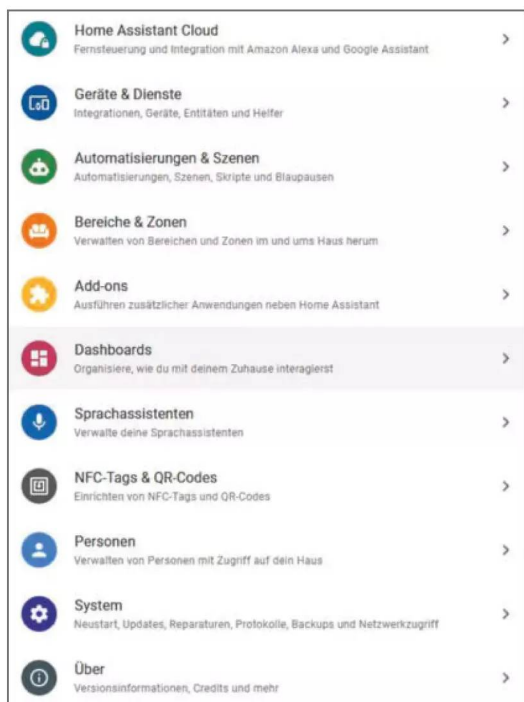


Eine Wetteransicht in der Android-App von Home Assistant.

Die folgenden Verbindungsschritte sind sehr unterschiedlich: Manche Integrationen funktionieren einfach so, andere verlangen einen Benutzernamen und ein Passwort und wieder andere möchten, dass Sie einen Entwickleraccount anlegen. In der Dokumentation zur jeweiligen Integration steht, wie man diese einbindet.

Geräte

Geräte sind zunächst einmal die physischen Komponenten, die Sie zu Hause stehen haben. Bei Home-matic IP kann das beispielsweise ein Fensterkontakt sein oder bei Philips Hue eine Lampe. Manchmal bekommt man mehr Geräte angezeigt, als man erwartet. Fügt man ein NAS von Synology hinzu, bringt die Integration gleich mehrere Geräte mit:



Home Assistant bietet viele Einstellungen. Leider erschließt sich aus den Namen nicht immer gleich, was sich hinter den einzelnen Menüpunkten verbirgt.

den Netzwerkspeicher, dazu jede eingebaute Festplatte und jedes Volume als einzelnes Gerät.

Leider ist Home Assistant hier nicht sehr konsequent: Auch Dinge ohne physische Präsenz können ein Gerät sein. So werden Erweiterungen wie der Dateieditor als einzelnes Gerät gelistet und selbst das Home-Assistant-Betriebssystem findet sich in der Liste. Und manchmal ist das Wort Gerät recht kreativ ausgelegt: Bindet man Spritpreise über die Integration namens Tankerkönig ein, dann ist jede Tankstelle ein Gerät.

Im Gerätereiter listet Home Assistant alle bekannten Geräte auf. Diese lange Liste lässt sich nach Hersteller oder Integration filtern. Klickt man ein Gerät an, zeigt Home Assistant Details dazu an – etwa, in welchen Automatisierungen man es verwendet. Zusätzlich sieht man, welche Entitäten zu diesem Gerät gehören. Eine Entität ist eine einzelne Information oder eine Funktion.

Entitäten

Angenommen, die Integration des Internet Printing Protocols findet einen Drucker. Diesem Gerät könnten beispielsweise sechs Entitäten zugeordnet sein: der Druckerstatus wie „Bereit“, die Betriebsdauer seit dem Einschalten und vier Entitäten, die den Tintenstand je Farbe in Prozent angeben. Eine einfache Trädfri-Lampe von Ikea hat wiederum vielleicht nur eine Entität – einen Schalter als Steuerelement, um sie an- und auszuschalten. Eine smarte Waschmaschine von Bosch bringt wiederum gleich 33 Entitäten mit – zum Beispiel ist jedes Waschprogramm ein Schalter, den man an- und ausschalten kann.

Da die meisten Geräte mehrere Entitäten besitzen, werden Sie mit Einträgen geflutet, wenn Sie viele Geräte einbinden. Da den Überblick zu behalten, ist gar nicht so einfach – auch wenn Home Assistant bei Aufruf eines Gerätes versucht, die zugehörigen Entitäten zu gruppieren: in Sensoren, Konfiguration, Steuerelemente, Diagnose und so weiter. Zum Glück lässt sich die Liste auch filtern, zum Beispiel nach Name oder Integration.

Klickt man auf eine Entität, sieht man deren aktuellen Status und die Änderungen in den vergangenen 24 Stunden. Tiefergehende Statistiken sind über das Graph-Symbol oben rechts verfügbar, die Einstellungen einer Entität über das Zahnrad-Symbol. Dort lässt sich auch der Name oder der Bereich der Entität ändern oder ihr ein anderes Symbol zuweisen. Letzteres ist nicht sehr intuitiv gelöst. Klickt man auf das Symbol, öffnet sich eine sehr lange Liste mit allen verfügbaren Icons. Auf Englisch kann man dann nach dem passenden Begriff suchen, etwa nach „ceiling-fan“, um ein Symbol für einen Deckenventilator zu finden.

Wer den passenden Begriff nicht kennt, hat Pech. Einfacher ist ein anderer Weg, der darauf beruht, dass es sich bei den Symbolen um Open Source Material Design Icons (MDI) handelt, weshalb jedes Icon in Home Assistant auch das Präfix „mdi:“ trägt. So kann man die offizielle Liste im Netz mit allen aktuellen MDI-Symbolen (unterct.de/wm8c) durchgehen und das gewünschte Symbol herausuchen. Den MDI-Namen, trägt man anschließend mit dem vorangestellten „mdi:“ in Home Assistant ein, also etwa „mdi:ceiling-fan“.

Helfer

Mit Helfern fügt man Entitäten hinzu, die ein Gerät selbst nicht bereitstellt. Das kann etwa ein virtueller

Button sein, der mehrere Geräte gleichzeitig ein- oder ausschaltet, ein Tageszeitschalter, der je nach Uhrzeit an oder aus ist, oder ein Drop-down-Menü, um eine Auswahl im Dashboard zu ermöglichen. Man kann sie anschließend in Dashboards verwenden oder für Automatisierungen einsetzen.

Am nützlichsten dürfte der Template-Helfer sein. Damit lassen sich neue Sensoren erstellen, die auf anderen Sensoren basieren. So gibt es etwa eine Integration für Nina-Warnungen. Mit einem Template-Sensor lässt sich die Anzahl der gerade aktiven Warnungen ausgeben und im Dashboard verwenden, um genau diese Anzahl an Warnungen anzuzeigen.

Templates basieren auf Jinja, einer Template-Engine für Python. So erhält man die Funktionen einer einfachen Programmiersprache. Die Ausdrücke der Engine erinnern stark an Python, weshalb Vorteile hat, wer Erfahrung mit der Sprache aufweisen kann. Da die Syntax recht verständlich ist, kommen aber auch Anfänger damit gut zurecht. In der Dokumentation unter ct.de/wm8c gibt es eine gute Einführung ins Templating mit Jinja.

Sind Integrationen gefunden, die Geräte eingebunden und alle passenden Entitäten vorhanden, dann will man auch, dass das Smart Home miteinander redet und Aktionen ausführt. Im nächsten großen Einstellungspunkt „Automatisierungen & Szenen“ findet man dafür Automatisierungen, Szenen, Skripte und Blaupausen.

Verwirrender hätte man das Ganze allerdings kaum bezeichnen können: Automatisierungen haben

einen Auslöser, Bedingungen und Aktionen. Skripte funktionieren ähnlich, man kann aber keinen Auslöser definieren – sie sind eher dafür gedacht, von Automatisierungen aufgerufen zu werden. Über Szenen kann man wiederum bestimmte Einstellungen für Geräte und Entitäten festlegen und diese dann einfach in einer Automatisierung verwenden.

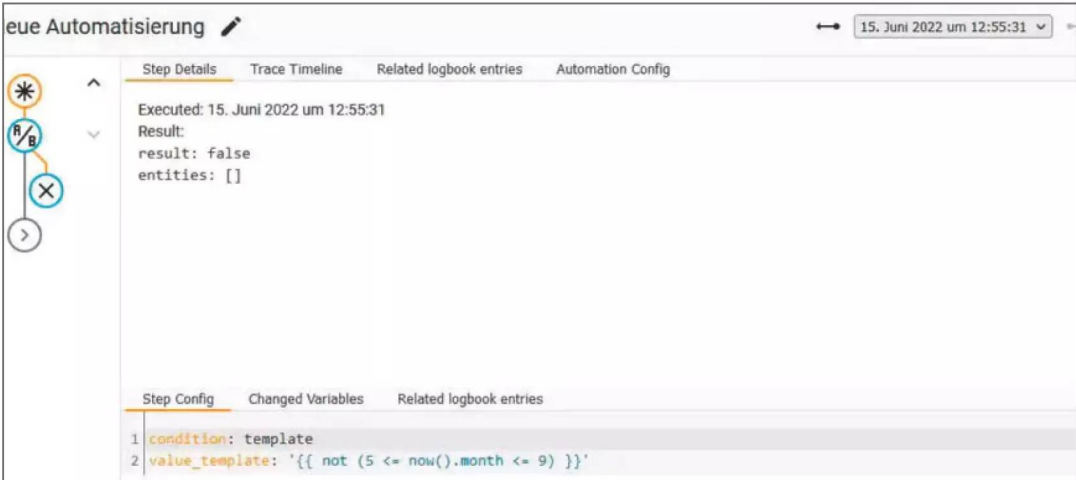
Blaupausen sind schließlich vom Nutzer erstellte Vorlagen für Automatisierungen oder Skripte, die sich einfach mit anderen Nutzern im Home-Assistant-Forum (ct.de/wm8c) teilen lassen. Über ein GUI legt der Empfänger dann eigene Entitäten fest oder wählt Bedingungen aus.

Automatisierungen

Im Reiter Automatisierungen klickt man unten rechts auf „Automatisierung erstellen“ und dann auf „Neue Automatisierung erstellen“, worauf eine leere Vorlage erscheint. Zudem ist der Bildschirm nun in drei Bereiche aufgeteilt: „Wenn“, „Aber nur wenn“ und „Dann mache“.

Im Wenn-Bereich legt man über „Auslöser hinzufügen“ den Auslöser fest. Das kann ein bestimmter Zustand einer Entität sein, eine Eigenschaft eines Geräts, eine Uhrzeit, ein Ergebnis eines Templates und vieles mehr. Will man etwa eine bestimmte Temperatur eines Temperatursensors als Auslöser nehmen, wählt man erst „Entität“ und dann „Numerischer Zustand“. Anschließend löst er aus, wenn die angegebene Zieltemperatur über- oder unterschritten wird.

Mithilfe der Trace-Funktion lässt sich nachvollziehen, warum eine Automatisierung nicht so läuft, wie sie sollte.



The screenshot displays the Home Assistant interface for an automation named "eue Automatisierung". The automation is currently in a "Trace" state, indicated by a blue circle with a white 'x' icon. The "Trace Timeline" tab is selected, showing the execution details for 15. Juni 2022 um 12:55:31. The result is "false" and the entities are an empty list. The "Automation Config" tab shows the configuration for the automation, including a condition and a value template.

Automation Config

Step Config	Changed Variables	Related logbook entries
1	condition: template	
2	value_template: '{{ not (5 <= now().month <= 9) }}'	

Der Bereich „Aber nur wenn“ ist optional. Wer möchte, kann hier Bedingungen für die Automatisierung festlegen. Auch das kann wieder jede mögliche Art von Zustand sein, darunter der Zustand einer Entität, eine Uhrzeit oder eine bestimmte Template-Auswertung. Zusätzlich lassen sich hier Bausteine hinzufügen. Das sind die logischen Funktionen Nicht, Oder und Und. So lässt sich beispielsweise festlegen, dass die Automatisierung nur dienstags läuft, aber nicht vor 12 Uhr.

Im letzten Bereich „Dann mache“ wählt man schließlich die auszulösende Aktion aus: Eine Benachrichtigung über die Companion-App aufs Handy schicken, eine Szene aktivieren, ein Thermostat herunterfahren und vieles mehr. Auch hier lassen sich Bausteine hinzufügen, damit das Programm beispielsweise erst einmal eine Variable definiert, die später noch verwendet werden soll.

Eine nützliche Funktion namens Trace hilft dabei, Fehler aufzudecken – etwa, wenn ein Template einen falschen Wert ausgibt und daher eine nötige Bedingung nicht eintritt. Hierüber lässt sich verfolgen, welchen Weg die Automatisierung einschlägt und ob bestimmte Bedingungen eintreten, damit sie funktioniert. Sollte es mal nicht laufen wie gewollt, lohnt es sich fast immer, bei der Trace-Funktion vorbeizuschauen, um das Problem zu analysieren.

Szenen

Über Szenen lassen sich bestimmte Zustände von Geräten vorgeben – etwa, dass das Licht einiger Lampen auf eine bestimmte Prozentzahl gedimmt wird. Hierzu fügt man im Reiter Szenen eine neue Szene ein und legt den Zustand von Geräten und Entitäten fest. Sie lässt sich nun in einer Automatisierung verwenden, indem man beispielsweise das Einschalten des Fernsehers als Auslöser verwendet. Als Bedingung ließe sich zusätzlich etwa noch einstellen, dass die Sonne bereits untergegangen sein muss.

Skripte

Skripte funktionieren wiederum ähnlich wie Automatisierungen. Hier definiert man im Bereich Sequenz Aktionen, wie die Temperatur des Thermostats zu verringern oder Nachrichten zu verschicken.

Allerdings haben Skripte keinen Auslöser, sondern werden manuell aktiviert oder in Automatisierungen eingebettet. Für die erste Variante lässt sich über Helfer ein Schalter erstellen und in eine Auto-

matisierung einbinden. Einen Bedingungen-Bereich wie bei den Automatisierungen sucht man bei Skripten ebenfalls vergeblich. Allerdings gibt es auch hier Bausteine und somit die Möglichkeit, seine Aktionen sehr genau zu steuern.

Skripte sind dann nützlich, wenn man mehrere Automatisierungen hat, die auf dieselben Aktionen zurückgreifen. So kann ein Skript etwa von drei unterschiedlichen Automatisierungen ausgelöst werden, ohne dass man alles kopieren und alle Kopien aktuell halten muss.

Bereiche, Zonen und Add-ons

Bereiche sind etwa Küche, Badezimmer oder Garten. Wer mag, lädt für jeden Bereich ein passendes Bild hoch.

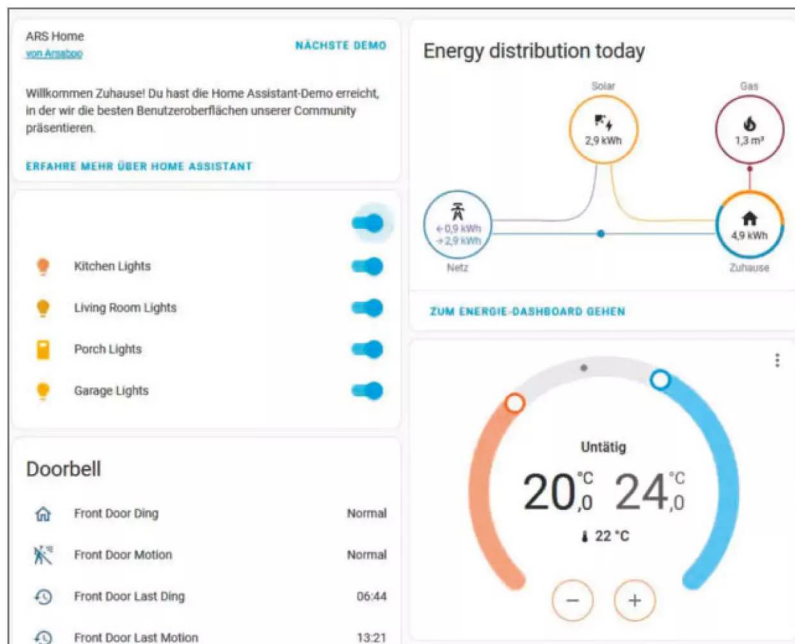
Ordnet man ein Gerät einem Bereich zu, dann verfrachtet Home Assistant dessen gesamte Entitäten in diesen. Zwar kann man für jede Entität den jeweiligen Bereich ändern, das ergibt in den meisten Fällen aber keinen Sinn. Klickt man auf einen Bereich, werden alle Geräte und Automatisierungen angezeigt, die diesem zugeordnet sind. Ein Gerät kann nicht mehreren Bereichen zugeordnet sein, eine Lampe also nicht im „Flur Erdgeschoss“ und im „Flur Obergeschoss“ stehen.

Bereiche sollte man nicht mit Zonen verwechseln. Letztere nutzt Home Assistant unter anderem, um die Anwesenheit zu prüfen. So lassen sich etwa die Zonen Zuhause und Arbeit festlegen und bei einem Wechsel zwischen diesen Aktionen ausführen. Standardmäßig erstellt Home Assistant eine „Home Zone“, in der alle Geräte landen. Hierbei handelt es sich um den Ort, den man beim Onboarding angegeben hat.

Für Home Assistant gibt es einen umfangreichen Store mit Add-ons, etwa für den Plex Media Server. Sie erweitern die Funktionen von Home Assistant an sich und sollten daher nicht mit Integrationen verwechselt werden, die neue Geräte und Entitäten des Smart Homes bereitstellen.

Dashboards

Neue Dashboards legt man über die entsprechende Option in den Einstellungen mit „Neues Dashboard von Grund auf“ an. Nun erhält man eine leere Seite und kann nachfolgend einen Titel vergeben, ein Symbol auswählen und eine URL benennen. Am Ende erscheint das Dashboard links in der Seitenleiste und ist mit einem Klick abrufbar.



Karten zeigen im Dashboard von Home Assistant unterschiedliche Elemente an.

Es lassen sich auch mehrere Dashboards anlegen, sodass man für jeden Einsatzzweck die passende Anzeige hat. Eines könnte beispielsweise einen Grundriss mit Buttons und Daten für Smart-Home-Geräte enthalten, ein anderes technische Informationen anzeigen und ein weiteres Dashboard als Oberfläche für das Tablet im Flur Steuerelemente anzeigen.

Bei Views handelt es sich um Tabs für verschiedene Informationen, die in einem Dashboard auf tauchen können. Ein praktisches Beispiel: Das Dashboard „Haus“ enthält für jede Etage einen Tab mit dem Grundriss des jeweiligen Stockwerks.

Views lassen sich auch auf bestimmte Nutzer beschränken: Man kann Besucher etwa grundsätzlich auf Home Assistant zugreifen lassen, bestimmte (Admin-)Views für sie aber sperren.

Dokumentationen und Downloads

ct.de/wm8c

Karten und Plaketten

Karten sind Elemente, die Home Assistant bereitstellt, um damit eine Ansicht in einem Dashboard

zu befüllen: etwa ein Alarmpanel, Schaltflächen für Lampen, gruppierte Elemente mit Schaltern, eine Anzeige für den Wetterbericht, eine Steuerung für Thermostate und weitere mehr. Über horizontale und vertikale Kartenstapel lassen sich zudem mehrere Karten gruppieren.

Wem die Standardauswahl nicht reicht, der nutzt die Custom-Cards aus der Community, etwa über den HACS-Store. Da beim Home Assistant eigentlich alles hinter dem GUI aus YAML-Code (einer Auszeichnungssprache wie XML) besteht, lassen sich die Karten notfalls manuell bearbeiten.

Zusätzlich hat die Community zahlreiche Themes gebastelt, die die Karten visuell anpassen. Sie stehen im Home-Assistant-Forum bereit. Themes lassen sich zum Teil nur für einzelne Karten definieren. Einen guten Überblick über diesen Bereich liefert die Dokumentation zu Dashboards. Mit der Dashboard-Demo im Netz können Sie schon vor der Installation entscheiden, ob Sie Home Assistant und seine Dashboards wirklich nutzen möchten.

In den Views können neben Karten schließlich noch Plaketten stehen. Das sind kleine Kreise, die Daten einer Entität enthalten und über den Karten am oberen Rand kleben, etwa der Status einer Lampe. Um sie zu aktivieren, geht man in den Bearbeitungsmodus des Dashboards und klickt am oberen Rand auf „Badge hinzufügen“. Hier lässt sich dann die gewünschte Entitäten auswählen. Achtung: Die Badges funktionieren nicht im Panel-Layout.

Fazit

Home Assistant ist ein mächtiges Werkzeug für alle, die die komplette Kontrolle über ihr Smart Home erhalten wollen. Nicht nur die Zahl der offiziellen Integrationen ist beeindruckend, die Community sorgt dafür, dass der Funktionsumfang stetig wächst. Dank umfangreicher Automatisierungen kann jedes smarte Gerät im Haus jedes andere beeinflussen.

Diese Macht kommt mit einem Haken: Home Assistant ist für Einsteiger nicht intuitiv verständlich. Zwar versuchen die Entwickler auch Anfänger mit Plug-&-Play-Hardware abzuholen. Aber im Kern bleibt es ein Bastelprojekt, ein Hobby. Und um dieses Hobby zu meistern, muss man Zeit mitbringen.

Wer jedoch Spaß am Ausprobieren und einen aktuellen Raspberry Pi oder schlicht einen alten Laptop rumliegen hat, kann das System schnell aufsetzen und ohne Kosten testen. (msn) **ct**

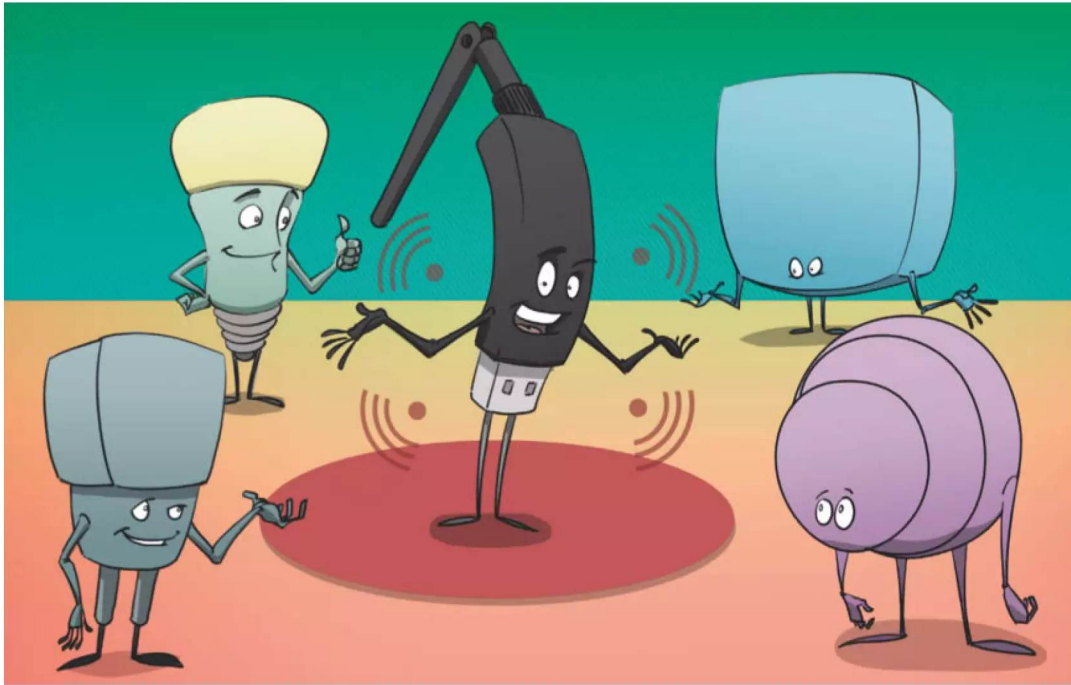


Bild: Thorsten Hübner

Zigbee2MQTT: Adapter, Setup, Geräte

Zigbee2MQTT ist erwachsen geworden: Einfache Installation, ein aufgeräumtes Webinterface und über 3300 unterstützte Geräte machen den cloudlosen Brückenschläger für den Smart-Home-Funkstandard ZigBee richtig attraktiv. Wir zeigen, wie Sie loslegen und stellen eine Reihe spannender Sensoren und Aktoren vor.

Von **Andrijan Möcker**

Wider das Herstelleruniversum: Wer heute das eigene Zuhause mit überschaubaren Kosten und großer Geräteauswahl versmarten möchte, kommt nicht um eine hersteller-unabhängige Smart-Home-Zentrale wie Home Assistant, Node-Red oder openHAB herum. Zwar sprechen diese Zentralen auf Wunsch auch mit Clouds,

besitzen aber ebenso eine Reihe von Schnittstellen wie das Telemetrieprotokoll MQTT, um mit cloudlosen Sensoren und Aktoren zu kommunizieren. So wird das Smart Home noch unabhängiger.

Unkomplizierte und günstige Geräte ohne Cloudzwang zu finden, ist indes gar nicht so leicht. Es gibt aber einen Mittelweg: Zigbee2MQTT. Die kostenlose

Open-Source-Software, die ehrenamtlich vom Niederländer Koen Kanter programmiert wird, spannt mittels Netzwerk- oder USB-Zigbee-Adapter eine eigene Basisstation auf, in die man Geräte einbuchen kann.

Zigbee, das ist ein weit verbreiteter, herstellerübergreifender Funkstandard für Smart-Home-Hardware, der seit 2004 existiert. Mittlerweile sind Tausende praktische Zigbee-Geräte günstig im Handel erhältlich: Lampen, Temperatursensoren, Öffnungsmelder für Fenster und Türen, Schaltsteckdosen und viele weitere. Die Krux an der Sache: Trotz des Standards unterstützt die Bridge des einen Herstellers meist nicht die Geräte des anderen. Wieder entstehen Herstelleruniversen.

Zigbee2MQTT umgeht dieses Problem. Das erklärte Ziel ist, möglichst viele Geräte zu unterstützen, unabhängig vom Hersteller. Grob zusammengefasst übersetzt die Software die Zigbee-Datenpakete im JSON-Format (Objektnotation) auf MQTT und erlaubt umgekehrt das Steuern der Zigbee-Geräte. So können beliebige Smart-Home-Zentralen mit Zigbee-Geräten arbeiten – vorausgesetzt, die Zentralen verstehen sich mit MQTT und JSON. Die Sensoren und Aktoren laufen dann zwar noch mit der Herstellerfirmware, da Zigbee aber keinen Internetzugang bietet, verlassen die Daten die eigenen vier Wände nicht.

Seitdem wir in c't 24/2018 [1] das erste Mal über Zigbee2MQTT berichtet haben, hat sich eine Menge getan: Koen Kanter und fast 400 weitere Unterstützer haben in den vorigen Jahren über 3300 Geräte hinzugefügt, der Software ein komfortables Webinterface verpasst und eine Dokumentation geschrieben, die sich sehen lassen kann.

Wir stellen die Software deshalb neu vor und zeigen, wie Sie damit loslegen. Außerdem haben wir eine große Geräteübersicht zusammengestellt, in der Sie auf den nächsten Seiten stöbern können, bevor Sie mit dem Bestellen und Installieren loslegen. Beachten Sie dabei, dass wir nicht alle diese Geräte getestet haben und dass nach Redaktionsschluss sowohl neue Geräte hinzukommen als auch ältere nicht mehr oder nur als Restposten lieferbar sein könnten.

Voraussetzungen

Zigbee2MQTT ist, vom sehr einfachen Dashboard abgesehen, nur ein Übersetzer und richtet sich somit an Smart-Home-Enthusiasten, die bereits eine herstellerunabhängige Zentrale betreiben, in die sie die Zigbee-Geräte integrieren wollen. Grundlegende

Erfahrungen beim Betrieb einer solchen und etwas MQTT-Wissen sollten Sie also mitbringen, damit die Lernkurve nicht zu steil wird. Einsteigerartikel zu MQTT, der Flowchart-Programmierschnittstelle Node-Red und weiteren Smart-Home-Themen finden Sie in [2], [3] und [4].

Abgesehen davon ist Zigbee2MQTT keine dramatisch schwierige Magie, und fertige Zigbee2MQTT-Integrationen gibt es unter anderem für die besonders beliebten Zentralen Home Assistant, openHAB, Domoticz und auch für Node-Red. Diese können Daten über eingebuchte Geräte von Zigbee2MQTT abfragen und erleichtern das Integrieren gegenüber der händischen Arbeit mit MQTT erheblich. Da die Details des Einrichtens von Zentrale zu Zentrale variieren, sparen wir das in diesem Artikel aus und verlinken stattdessen die jeweiligen Dokumentationen: ct.de/wtb9.

Zigbee2MQTT benötigt nur wenige Ressourcen, sodass jeder halbwegs aktuelle Raspberry Pi (ab 2 aufwärts, exklusive Pico und Zero) dafür genügt. Zigbee2MQTT besitzt keinen eigenen MQTT-Broker (Server) und kann mit beliebigen verbunden werden. Den Dienst müssen Sie also installieren, aber nicht zwangsläufig auf derselben Hardware.

Adapter

Ein Zigbee-Adapter ist essenziell für Zigbee2MQTT und günstigste Option sind USB-Sticks: Ab etwa 10 Euro wird man bei Amazon, eBay & Co. fündig, wenn man nach „zigbee2mqtt“ sucht. Doch Obacht beim Kauf: Adapter mit CC2531 und CC2538 – zwei Zigbee-Chips von Texas Instruments – werden von den Entwicklern heute nicht mehr empfohlen; sie benötigen für Updates einen separaten Flash-Adapter, haben zu wenig Rechenleistung für größere Zigbee-Netze (>20 Geräte) und bieten gerade mit einer Platinenantenne schlechte Reichweite. Insbesondere bei Zigbee, wo knopfzellengetriebene Sensoren mit kleiner Sendeleistung funken, sind gute Antennen essenziell.

Unterstützt werden beide Chips aber nach wie vor, sodass Sie die günstigen Sticks trotzdem zum Einstieg kaufen können – solange Ihnen die Nachteile bewusst sind und Sie akzeptieren, dass der Stick mit wachsender Netzgröße eventuell ersetzt werden muss.

Gleich auf Nummer sicher gehen können Sie mit dem „Sonoff Zigbee USB Dongle Plus“ für rund 30 Euro. Der Dongle kommt mit einem aktuellen Zigbee-Chip und einer RP-SMA-Rundstrahlantenne, die man

Sonoffs Zigbee-USB-Stick kostet rund 30 Euro und ist bereits mit der passenden Firmware bespielt, um in Verbindung mit Zigbee2MQTT als Basis zu dienen.



Bild: Sonoff

Der SLZB-06 der Firma Smartlight lagert den Zigbee-Chip in ein separates Netzwerkgerät aus, mit dem sich Zigbee2MQTT via TCP verbindet. Das ist sinnvoll, wenn Zigbee2MQTT virtuell laufen soll oder der Server weit entfernt vom Einsatzort der Smart-Home-Geräte steht.



Bild: smartlight

bei Bedarf durch eine größere ersetzen kann. Updates nimmt er per USB entgegen. Mit diesem Adapter haben wir bislang nur positive Erfahrungen gesammelt.

Etwas teurer, aber dafür flexibler sind netzwerkgebundene Zigbee-Adapter: Die ukrainische Firma Smartlight bietet etwa den SLZB-06, der einen ESP32-Mikrocontroller besitzt und wahlweise per

WLAN oder Ethernet mit dem Heimnetz verbunden werden kann. Die Spannungsversorgung läuft über USB-C oder standardkonformes Power-over-Ethernet (IEEE 802.3af), was das Platzieren erleichtert.

Geduldige Sparfüchse zahlen bei AliExpress rund 53 Euro für den SLZB-06 und den Versand aus China, warten dafür aber auch etwa zwei Wochen bis zum Eintreffen des Pakets. Flotter gehts, wenn man beim niederländischen Webshop HobbyElectronica bestellt, wo rund 70 Euro zusammenkommen.

Netzwerkadapter lohnen sich insbesondere dann, wenn Zigbee2MQTT in einer virtuellen Umgebung laufen soll und das Durchreichen von USB umständlich ist oder wenn der Server beziehungsweise Raspberry Pi so weit entfernt vom Einsatzort der Geräte steht, dass die Kosten für Router (Zigbee-Repeater) die des Adapters übersteigen.

Zigbee2MQTT verbindet sich per TCP mit den Netzwerkadaptern, das klappt also auch ohne große Umstände über das Internet. So sind auch entfernte Zigbee-Netze ohne zusätzliche Serverhardware und mit virtuellen Zigbee2MQTT-Instanzen im Docker-Container denkbar – etwa für das Elternhaus oder die Ferienwohnung. Da die TCP-Verbindung jedoch unverschlüsselt ist, muss man dafür wenigstens eine VPN-Verbindung zwischen den Orten einplanen.

Anders als in WLANs benötigt man keine zusätzlichen Netzwerkadapter (und auch keine weiteren USB-Sticks), um die Reichweite des Zigbee-Netzes zu erhöhen. Geräte mit fester Spannungsversorgung – Lampen, Schaltsteckdosen, manche Sensoren, Extender-Sticks – agieren im Netz als sogenannte Router und leiten die Datenpakete anderer bis zur Basis (Coordinator) weiter. Wer was wie routet, organisiert das Netz ohne Zutun des Nutzers. Links zu den genannten und weiteren Adaptern finden Sie über ct.de/wtb9.

Installation

Haben Sie sich für einen Adapter entschieden, diesen bestellt und erhalten, können Sie mit der Installation von Zigbee2MQTT loslegen. Da ein kleiner Linux-Rechner, wie etwa der Raspberry Pi einer ist, das geläufigste Setup im cloudlosen Smart-Home ist, gehen wir für diese Anleitung genau darauf ein. Zudem verwenden wir die Containerumgebung Docker, die das Administrieren und Updaten von Diensten enorm erleichtert.

Die englische Dokumentation (ct.de/wtb9) von Zigbee2MQTT hält die Schritte für weitere Betriebssysteme bereit. Fehlt Docker auf Ihrem Heimserver

Zigbee2MQTT

Geräte

Dashboard

Karte

Einstellungen

Gruppen

OTA

Touchlink

Logs

Erweiterungen

Anlernen aktivieren (Alle)

Suchkriterien eingeben

X

#	Bild	Gerätename	IEEE-Adresse	Hersteller	Modell	LQI	Spannungsversorgung	
1		bad_bewegungsmelder	0x005043c9a339ad7d (0x9697)	HEIMAN	HS3MS	42		
2		bad_fenster	0x00158d000273bb41 (0x4506)	Xiaomi	MCCGQ11LM	39		
3		bad_repeater	0x943469fffe5478da (0x17EC)	TuYa	TS0207_repeater	39		
4		bad_sensor	0x00158d0002739c70 (0x2782)	Xiaomi	WSDCGQ11LM	42		
5		buero_fenster	0xa4c138b511dcd54e (0x7678)	TuYa	TS0203	36		
6		buero_sensor	0x00158d00025f03e0 (0x17A9)	Xiaomi	WSDCGQ11LM	39		
7		flur_bewegungsmelder	0x00158d0002b6e7be (0x002A)	Xiaomi	RTCGQ11LM	42		
8		ikea_lichtsteuertaster	0x84ba20fffe7815f5 (0xA32E)	IKEA	E2001/E2002	42		
9		klosensor	0x00158d0002c635d1 (0xAEAA)	Xiaomi	RTCGQ11LM	18	?	
10		kueche_fenster_mitte	0xa4c1389033a120a6 (0xFBC7)	SONOFF	SNZB-04	39		
11		kueche_lichtschalter	0xa4c138222de11a88 (0x7926)	Moes	ZS-EUB_1gang	42		
12		schlafzimmer_fenster_gross	0x00158d0001a8cbc4 (0x223A)	HEIMAN	HS3DS	36		

Das noch relativ neue Webinterface von Zigbee2MQTT macht das Einrichten von Zigbee-Geräten sehr einfach und sorgt für guten Überblick.

Ergänzen Sie in den MQTT-Parametern die IP-Adresse Ihres Servers, sofern dieser nicht auf demselben Host läuft. Haben Sie die Authentifizierung aktiviert, entfernen Sie die Rauten an den Parametern dafür (user, password) und ergänzen den Zugang.

Besitzen Sie einen Netzwerkadapter, müssen Sie den port-Parameter mit dessen IP-Adresse und TCP-Port versehen: port: 'tcp://<IP-Adresse>:<Port>'.

Beachten Sie die Apostrophe. Nutzen Sie einen USB-Stick, bleibt der Port-Parameter unverändert.

Speichern Sie die Konfiguration mit STRG+O; Nano schließen Sie mit STRG+X.

Das Herunterladen und Starten des Docker-Containers erledigen Sie über ein Compose-File. Dazu wechseln Sie in den Docker-Ordner: cd docker/, legen mit nano compose.yaml die Datei an und übertragen folgenden Inhalt:



Bild: Ikea

Zigbee-Starterset von Ikea

Einen der günstigsten Einstiege in die Welt der Zigbee-Leuchtmittel kann man mit dem Trådfri-Starterset machen. Für 13 Euro bekommt man die 800 Lumen starke LED2103G5 sowie die Zwei-Tasten-Fernbedienung E2201 „Rodret“.

Die LED-Lampe leuchtet ausschließlich mit 2700 Kelvin (Warmweiß), lässt sich dimmen und besitzt vier Effekte. Helligkeitsänderungen kann man mit einem Übergang versehen, sodass die Änderung nicht abrupt passiert.

Die Fernbedienung meldet an oder aus, wenn die beiden Tasten kurz gedrückt werden; hält man sie gedrückt, erhöht oder senkt man die Helligkeit. Das Loslassen wird ebenso gemeldet.



Bild: Tuya

Öffnungsmelder von Tuya

Öffnungsmelder sind essenziell im schlauen Heim, denn mit ihnen kann man etwa die Heizung abschalten, wenn das Fenster geöffnet wird, oder auch das Licht einschalten, wenn man spät heim kommt. Der chinesische Smart-Home-Hersteller Tuya bietet eine Reihe von Modellen in unterschiedlichen Formen.

Der 19DZT meldet, ob der Magnetkontakt am Sensor ist oder nicht, den Status der Batterie und ob diese dem Ende nah ist, sowie den Status des Manipulationskontaktes, der auslöst, wenn der Sensor von der Wand entfernt wird.

Auf AliExpress zahlt man derzeit rund 5 Euro pro Sensor, muss aber mit zwei Wochen Versandwartezeit rechnen. Im europäischen Raum werden für Kontakte zwischen 10 und 20 Euro fällig. Zum Betrieb sind zwei AAA-Batterien nötig.



Bild: Xiaomi

Atmosphärensensoren von Xiaomi

Der WSDCGQ12LM alias Aqara T1 von Xiaomi ist ein echter Klassiker. Der Temperatur-, Druck- und Luftfeuchtesensor wurde als einer der ersten von Zigbee 2MQTT unterstützt. Er läuft mit einer CR2032-Knopfzelle und hält damit etwa ein Jahr. Das geht, weil der Sensor nur bei Änderungen neue Werte sendet.

Der T1 ist mit seinem 3,6 x 3,6 Zentimeter großen Gehäuse in Weiß sehr dezent und somit leicht im Raum versteckt. Die Redaktion setzt diese Sensoren bereits seit einigen Jahren ein und konnte bislang keine negativen Auffälligkeiten feststellen.

In Europa kostet der Sensor rund 15 bis 20 Euro, in China 7 bis 15 Euro.



Make + Oxocard

Einfach einsteigen in Elektronik und Programmierung

Jetzt reinschauen!

shop.heise.de/make-oxocard24



Bild: Tuya



Bewegungsmelder von Tuya

Ebenso dezent ist Tuyas Bewegungsmelder 809WZT. Der gerade einmal 3,3 x 2,6 Zentimeter große Sensor im weißen Rundgehäuse hat laut Hersteller einen konischen Öffnungswinkel von 120° bei einer Reichweite von fünf bis acht Metern. Versorgt wird er von einer CR2450-Knopfzelle, die bei zehn Auslösungen pro Tag etwa ein Jahr halten soll.

Der Sensor meldet neben der Bewegungserkennung und dem Manipulationsalarm auch den Batteriestatus in Prozent und als Spannungswert in Millivolt.

In China kostet der 809WZT rund 6 Euro, in Europa etwa das Doppelte. Der wenige Euro teurere ZG-204ZL im gleichen Gehäuse besitzt zusätzlich einen Helligkeitssensor und kann in drei Stufen in seiner Empfindlichkeit geändert werden.

Bild: Tuya



Heizkörperthermostate von Tuya & Bosch

Heizkörperthermostate waren anfangs noch ein Problem in Zigbee2MQTT, doch mittlerweile ist die Unterstützung rund geworden, sodass man auch die Heizungssteuerung cloudfrei erledigen kann. Der Funktionsumfang der Thermostate variiert jedoch von Modell zu Modell. Tuyas TV02-Zigbee kostet nur 32 Euro und kann Zeitpläne eigenständig abarbeiten.

Boschs Heizungsthermostat II kostet 60 Euro und ist auf externe Steuerbefehle zum Umsetzen von Zeitplänen angewiesen. Trotzdem sind alle wichtigen Funktionen an Bord, und Zeitpläne beherrschen viele Smart-Home-Zentralen bereits. Außerdem gefällt es uns optisch etwas besser und es stammt von einem europäischen Hersteller.

Bild: Bosch



Raumthermostat von Bosch

Gerade bei hohen Vorlauftemperaturen werden die Temperatursensoren in digitalen Heizkörperthermostaten schnell ungenau. Die Lösung ist ein Raumthermostat wie das von Bosch. Es meldet Temperatur und Luftfeuchte und hat Bedienelemente, um die Zieltemperatur und den Modus der Heizung im jeweiligen Raum zu steuern.

Heizkörperthermostaten mit Remote-Temperature-Option dient das Bosch-Raumthermostat somit als Messstelle – herstellerunabhängig natürlich. Das BTH-RM ist die Batterievariante, die mit vier AAA-Batterien bestromt wird und rund 70 Euro kostet. Die 230-Volt-Variante BTH-RM230Z zur Wandmontage liegt bei 100 Euro. Eine günstige Alternative ohne Bedienelemente ist Sonoffs SNZB-02D für 22 Euro.

```
version: "3.8"
services:
  zigbee2mqtt:
    image: koenkk/zigbee2mqtt:latest
    restart: unless-stopped
volumes:
  - ./data/zigbee2mqtt:/app/data
  - ./run/udev:/run/udev:ro
devices:
  - /<Adapter-Pfad>/dev/ttyACMO
```

```
ports:
  - 8080:8080
environment:
  - TZ=Europe/Berlin
```

Beachten Sie, dass die Volume-Zuweisung noch geändert werden muss, wenn Sie unseren vorherigen Vorschlag zum Pfad nicht übernommen haben. Der Punkt symbolisiert den Pfad, in dem Sie sich gerade befinden.



Bild: Innr

Außen-Schaltsteckdose von Innr

Die OSP 210 von Innr ist eine simple Schaltsteckdose, die man per Zigbee 2MQTT einfach an- und ausschalten kann. Der einzige konfigurierbare Parameter ist das Verhalten beim Einstecken beziehungsweise nach einem Stromausfall. Die Dose kann wahlweise an- oder ausschalten, das Gegenteil des vorherigen Zustands einstellen oder sich den vorherigen Zustand merken und wiederherstellen.

Die OSP 210 schaltet bis zu 2,3 Kilowatt (10 Ampere) und erfüllt den Schutzgrad IP44 (spritzwasser- und staubdicht). Sie kostet rund 25 Euro.



Bild: Xiaomi

Taster von Xiaomi

Separate Taster sind im Smart-Home eine tolle Möglichkeit, um mit einem Druck viel auf einmal passieren zu lassen – etwa, um die Tageslichtbeleuchtung im Wohnzimmer abzuschalten, mit indirekter Beleuchtung eine gemütliche Atmosphäre herzustellen und die Heizung aufzudrehen.

Xiaomis Tasterserien sind da nur ein Beispiel unter vielen. Je nach Modell und Hersteller haben die Geräte einen, zwei, drei oder vier Taster. Xiaomis H1 genannte Schalter können dabei nicht nur signalisieren, welcher Taster gedrückt wurde, sondern auch, ob Sie kurz oder lang und einzeln oder gemeinsam gedrückt haben.

Je nach Händler, Hersteller und Anzahl der Taster zahlt man 8 bis 30 Euro.



Bild: Philips

Außenlampe von Philips

Philips ist mit seinen Lampen zweifelsohne einer der ersten auf der Zigbee-Tanzfläche gewesen und noch heute gut im Geschäft. Mit dem 17435/30/P7 alias „Hue Discover White & Color“ kann man Außenbereiche farbenfroh beleuchten. Der IP44 geschützte LED-Scheinwerfer kann 16 Millionen Farben mit Farbtemperaturen zwischen 2000 und 6500 Kelvin abstrahlen und liefert 2050 Lumen Strahlungsleistung.

Der Preis liegt bei etwa 140 Euro; die elektrische Leistung beträgt maximal 15 Watt. Die Spannungsversorgung läuft über fest verdrahtete 230 Volt, sodass die Lampe von einer Elektrofachkraft angeschlossen werden muss.

Passen Sie außerdem den Adapter-Pfad an; sofern Sie einen Zigbee-Netzwerkadapter haben, entfernen Sie `devices:` und den Pfad darunter. Damit ist die Datei bereit und Sie können sie speichern und schließen (STRG+O, STRG+X).

Der Befehl `docker compose up -d` schiebt den Start an. Je nach Geschwindigkeit Ihrer Internetverbindung und der Rechenleistung des Host-Systems kann das einige Minuten dauern. Anschließend öffnen Sie einen beliebigen Browser und navigieren

zum Zigbee2MQTT-Webinterface: `http://<IP-Adresse des Servers>:8080`.

Grundeinrichtung

Sobald das Webinterface online ist, können Sie auch das erste Zigbee-Gerät einbuchen. Dazu klicken Sie oben auf „Anlernen aktivieren (Alle)“ und aktivieren den Pairing-Modus des Geräts. Wie das geht, variiert von Gerät zu Gerät und ist in der Herstelleranleitung



Licht-Schaltmodul von Sonoff

Alle Lampen im Haus durch smarte Leuchtmittel zu ersetzen geht irgendwann in die Kosten. Zumal das auch nicht immer nötig ist, wenn es nur ums Ein- und Ausschalten geht. Einfache Schaltmodule statt smarte Lampen einzusetzen ergibt deshalb deutlich mehr Sinn. Dafür taugt Sonoffs ZBMINIL2, das laut Hersteller bis zu 1,4 Kilowatt (6 Ampere) schaltet und ohne Nullleiter auskommt. Das geht, weil das Leuchtmittel im ausgeschalteten Zustand trotzdem leicht durchstromt wird, damit der Zigbee-Chip arbeiten kann.

Ein gesundes Misstrauen gegenüber 230-Volt-Produkten aus China ist sinnvoll. Sonoff kann jedoch ein TÜV-Rheinland-Zertifikat vorweisen und erfüllt demnach die Euronorm für elektrische Schalter EN 60669-1.

Der ZBMINIL2 kostet in Europa rund 20 Euro.



Bewässerungscomputer von Pearl

Im smarten Zuhause muss natürlich auch der Garten smart bewässert werden. Der „Royal Gardineer ZigBee“, wie ihn Pearl getauft hat, kann von Zigbee 2MQTT mit Zeitplänen zur Bewässerung bespielt werden und optional zum Verschieben seiner Aktionen angewiesen werden, wenn die Natur das Gießen übernimmt.

Die Wasserzufuhr läuft über ein 3/4-Zoll-Außengewinde, ein 1/2-Zoll-Adapter ist auch enthalten. Auf der anderen Seite befindet sich eine in heimischen Gärten übliche Schnellkupplung.

Tatsächlich steckt im Royal Gardineer eine Erfindung von Tuya, die so auch noch andere Hersteller übernommen haben. Pearl verlangt 66 Euro für das Gerät; der Betrieb läuft über zwei AA-Batterien.

beschrieben. Lampen etwa müssen oft einige Male aus- und wieder eingeschaltet werden, viele Sensoren haben einen Reset-Knopf.

Hat sich das Gerät verbunden (joined), „spricht“ Zigbee2MQTT mit ihm über seine Fähigkeiten (Interview) und überträgt Konfigurationsparameter (Configuration). Warten Sie ab, bis das Gerät mit Bild in der Liste angezeigt wird und Zigbee2MQTT meldet, dass das Gerät erfolgreich hinzugefügt wurde. Klicken Sie oben auf „Dashboard“; je nach Gerätetyp können Sie es dort testweise ansteuern beziehungs-

weise Sensordaten ansehen. Nicht wundern: Bei manchen Geräten mit Batterie wird der Ladezustand nicht in jedem Paket gesendet und so kann es sein, dass dieser noch nicht angezeigt wird.

Ist der erste Test erfolgreich, wechseln Sie zurück in die Geräteübersicht und klicken rechts auf den blauen Button, um eine eindeutige Bezeichnung zu vergeben. Wir empfehlen dafür das Muster <Raum>_<Bezeichnung>_<Unterbezeichnung>, etwa schlafzimmer_fenster_links. Das hilft, den Überblick zu behalten. Ein Klick auf „Gerätename“ sortiert diese nach

Literatur

[1] Jan Mahn, Luftbrückenbau, Zigbee-Geräte ohne Cloud und Hersteller-Bridge betreiben, c't 24/2018, S. 164

[2] Jan Mahn, Welt-sprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164

[3] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142

[4] Andrijan Möcker, Cloudlos glücklich, Marktübersicht: Alternative Smart-Home-Firmwares und Fertiggeräte, c't 2/2023, S. 62

**Adapter,
Dokumentation, Infos**

ct.de/wtb9

Namen. Diese Bezeichnung, die bei Zigbee2MQTT „friendly name“ heißt, nutzt die Software gleichzeitig als Bezeichnung für das MQTT-Topic, in dem die Daten des Geräts landen: `<base_topic>/<friendly_name>`.

Je nach Arbeitsweise Ihrer Smart-Home-Zentrale kann es auch Sinn ergeben, Schräg- statt Unterstriche im Namen zu nutzen. Zigbee2MQTT nutzt diese dann, um MQTT-Subtopics zu bauen, also etwa `smart-home/zigbee2mqtt/schlafzimmer/fenster/links` oder `smarthome/zigbee2mqtt/schlafzimmer/sensoren/temperatur_luftfeuchte`.

Das Steuern der Geräte – sofern möglich – läuft über das Subtopic `/set`, das an das Topic des Geräts angehängt wird. Auch Steuerbefehle müssen als JSON-Objekt bei Zigbee2MQTT abgegeben werden, also etwa `{\"state\": \"ON\", \"brightness\": 255, \"color_temp\": \"warm\"}`, um eine Lampe einzuschalten und mit maximaler Helligkeit warmweiß leuchten zu lassen.

Welche Informationen ein Zigbee-Gerät an Zigbee2MQTT liefert und inwiefern es gesteuert werden kann, erfahren Sie aus der Geräteübersicht im Wiki (ct.de/wtb9).

Welt voller Geräte

Mit Ihrer Zigbee2MQTT-Installation steht Ihnen nun eine riesige Welt voller Smart-Home-Geräte zu günstigen Preisen offen – ohne dass Sie sich Sorgen darum machen müssen, ob der Hersteller morgen noch da ist oder die Cloud für andere Zentralen zu nagelt, um seine eigene besser verkaufen zu können.

Doch nicht nur das: Zigbee2MQTT besitzt mehr Funktionen, als wir hier im Artikel beleuchten können. Links zu spannenden Artikeln in der Dokumentation finden Sie über ct.de/wtb9. In den Literaturverweisen sind außerdem ältere Artikel zu Zigbee2MQTT, unter anderem dazu, wie Sie Zigbee-Fensterkontakte mit einer Tado-Heizungssteuerung verbinden. (amo) **ct**

CLC25

19. und 20. November 2025
Mannheim

Die Konferenz für Developer Experience, Platform Engineering und mehr

Highlights aus dem Vortragsprogramm:

- **Platform Engineering:** Der goldene Pfad zur eigenen Developer-Plattform
- **KI in Software Development und Delivery:** Hilfreiche Agenten
- **Stabile Systeme:** Mit Observability den Überblick behalten
- **Sichere Supply Chain:** Images, Dependencies, Authentifizierung
- **Erfahrungsberichte:** KI, IT-Grundschutz, Multi Tenancy & Co.

Workshops am 18. November

clc-conference.eu

Veranstalter



dpunkt.verlag



Jetzt
Frühbucher-
tickets
sichern!

zu ergaumen, einen Sensor von Hersteller A dazu zu bringen, die Lampe von Hersteller B zu schalten. Interoperabilität gibt es in dieser Smart-Home-Welt nur über nachträglich erfundene Schnittstellen wie Matter (siehe Seite 132) oder über Open-Source-Eigenbau-Projekte (siehe Seite 98).

KNX ist der erklärte Gegenentwurf zu dieser Smart-Home-Kleinstaaterei mit nachträglich angeflanschten Meta-Schnittstellen. Erfunden wurde das Protokoll unter dem Namen EIB (Europäischer Installationsbus) schon in den Neunzigern, als Smart Home noch Haus- oder Gebäudeautomation hieß. Das zentrale Versprechen: Einem KNX-Gerät ist es egal, von welchem Hersteller andere KNX-Geräte im Haus stammen. Hinter KNX steht kein einzelner Anbieter, sondern die KNX Association mit Sitz in Belgien. Mitglieder sind unter anderem Hersteller, Dienstleister und Händler, die deutschen Akteure sind im KNX Deutschland e. V. organisiert.

Branchengrößen aus dem Bereich der Industriesteuerung sind genauso vertreten wie kleine Hersteller, die nur eine Handvoll KNX-Produkte im Portfolio haben. Ganz grob kann man die umfangreiche Produktwelt in drei Kategorien einteilen: Sensoren reagieren auf Umwelteinflüsse (wie ein Temperatur- oder Lichtsensor) oder auf Benutzerinteraktion (wie ein Wandtaster oder ein Bewegungsmelder) und verschicken Telegramme mit Messwerten oder Schaltinformationen. Akteure sind zum Beispiel Relais für Beleuchtung oder Rollläden, ein Heizungsventil oder eine Klimaanlage. Sogenannte Funktionsmodule können zum Beispiel Zeitschaltfunktionen übernehmen oder Anwesenheit simulieren, um Einbrecher während des Urlaubs in die Irre zu führen. Auch Touch-Displays, die gern im Eingangsbereich an der Wand hängen und mit denen die Bewohner das Haus steuern, gehören in diese Kategorie.

Die meisten Kunden kommen über einen Elektriker oder Architekten mit KNX in Kontakt und lassen sich im Rahmen von Sanierung oder Neubau ein Komplettpaket mit Installation und Programmierung einbauen. Aktive Communities wie das Forum knx-user-forum.de zeigen aber, dass es auch KNX-Selbstbauer gibt, die in Eigenregie planen, aufbauen und erweitern. Sowohl an Kunden von Komplettpaketen als auch an Selbsterbauer richtet sich dieser Artikel. Er erklärt KNX auf Protokollebene und gibt all jenen, die mit dem Gedanken spielen, mit diesem System ein Haus zu vernetzen, einen Überblick, welche Komponenten zusammenspielen und mit welchen Kosten man rechnen muss.

Programmierkunst

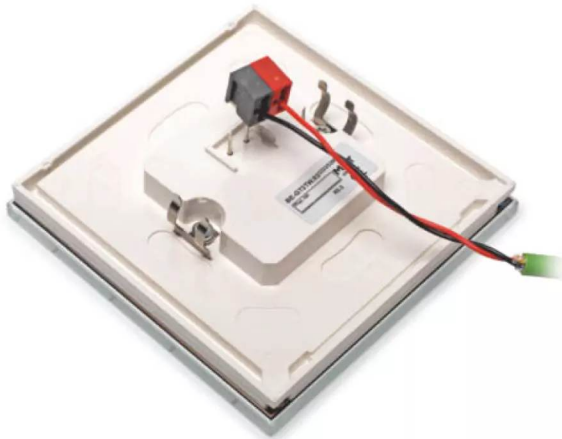
Die Kernaufgabe bei der Vernetzung mit KNX ist die Programmierung der Anlage. Sonst sind die Nachrichten, die die Sensoren schicken, nur nutzloses Gebrabbel, weil kein Akteur darauf reagiert. Falls Sie bisher mit Smart-Home-Zentralen zu tun hatten, werden Sie vermutlich erwarten, dass eine KNX-Zentrale diese Aufgabe übernimmt. Doch KNX funktioniert anders: Anstatt einen zentralen Vermittler zu programmieren, der Statusinformationen entgegennimmt, eine Logik abarbeitet und Steuerbefehle versendet, wird die Logik in die Geräte selbst geschrieben. Programmcode muss man dafür jedoch nie tippen – das Mittel der Wahl ist die Software ETS, die von der KNX Association entwickelt und vertrieben wird. Sie braucht man, um physische Adressen zu vergeben, sogenannte Gruppenadressen anzulegen und dann schließlich Logiken zu entwickeln. Damit die ETS auf dem Computer des Programmierers mit den Geräten sprechen kann, braucht man eine Schnittstelle: Entweder arbeitet man mit einem fest installierten KNX-IP-Interface, das per Netzwerkkabel angeschlossen wird, oder man greift fürs Einrichten zu einem KNX-USB-Interface für rund 130 Euro.

Die vernetzten Geräte dazu zu bringen, miteinander zu sprechen, ist keine Aufgabe für einen Nachmittag und die Software ETS eine regelrechte Wissenschaft. Eine Einführung in diese Materie lesen Sie im folgenden Artikel ab Seite 124. Doch bevor es ans Programmieren geht, brauchen Sie einen Überblick über Geräte, Verkabelung, Topologie und Adressierung von KNX-Geräten.

Mit Kabel

KNX ist heute in zwei Spielarten gebräuchlich: in einer verkabelten (KNX TP) und einer drahtlosen (KNX RF). KNX PL (Powerline) hat die KNX Association inzwischen aufgegeben: Dabei wurden die Steuerdaten auf die 230-Volt-Wechselspannung moduliert, so ähnlich wie es auch Powerline-Netzwerkadapter tun. In diesem Artikel geht es um die am häufigsten anzutreffende KNX-Variante, KNX TP, die Pakete mit 16 Byte langen Nutzdaten mit 9600 Bit/s überträgt.

Das TP steht für „Twisted Pair“ und beschreibt, auf welchem Medium die Daten transportiert werden. Vorgesehen ist ein Twisted-Pair-Kabel, also eines mit zwei verdrehten Aderpaaren. Spezifiziert ist Kabel vom Typ „YCYM 2 x 2 x 0,8“, geschirmtes Kabel mit vier starren Adern von je 0,8 Millimeter Durchmesser. Weil KNX die Hauptanwendung für dieses Kabel ist,



Meist abnehmbar: Das KNX-Kabel schließt man an die Busklemme an und steckt sie aufs Gerät.

heißt es im Handel oft einfach KNX-Kabel (oder EIB-Kabel) und ist fast immer grün. Alternativ kann man zu geschirmtem Datenkabel vom Typ „J-Y(ST)Y 2 x 2 x 0,8“ greifen, das aber weniger spannungsfest ist. Mit dem grünen KNX-Kabel ist man auf der sicheren Seite, es wurde mit 4 Kilovolt Prüfspannung getestet und teuer ist es auch nicht: Für beide Kabeltypen muss man pro 100-Meter-Rolle etwa 50 Euro einplanen. Durch die auffällige Farbgebung kommt auf der Baustelle hoffentlich auch niemand auf den Gedanken, das Kabel für Telefon, Netzwerk oder gar 230 Volt zweckzuentfremden.

KNX TP richtet sich klar an jene, die ein Gebäude neu bauen oder in den Rohbauzustand versetzen möchten – schließlich muss das grüne Kabel in die Wand, um Schalter, Sensoren und andere Komponenten anzubinden und auch die 230-Volt-Verkabelung muss man anders gestalten, als in einer Anlage mit konventionellen Lichtschaltern. Im bewohnten Zustand möchte man das unvermeidliche Massaker im Putz definitiv nicht anrichten. Die gute Nachricht für alle, die KNX-Geräte verkabeln müssen: KNX TP ist ein Bussystem. Sämtliche Geräte, die Nachrichten senden und empfangen sollen, kann man hintereinander an die Datenleitung anschließen. Das spart Kabel.

Ganz konkret: Ausgangspunkt der Kabelage wird zum Beispiel ein Verteilerkasten pro Etage mit der KNX-Systemtechnik. Von dort zieht man eine Leitung zum ersten Lichtschalter im ersten Raum, verlegt es von dort zu einem Helligkeitssensor in der Decke und zum Rollladenschalter am Fenster. Baumstruk-

turen mit Zweigen an einem Gerät funktionieren ebenso. Also führen die Leitungen etwa aus dem Kasten in den Flur, von dort in mehrere Räume, dort wieder hintereinander oder verzweigt zu den nächsten Geräten. Wie man die einzelnen Räume und die Geräte darin mit dem Bus verbindet, hängt in erster Linie vom Gebäude, von Installationszonen (so bezeichnen Elektriker die Bereiche an Wänden und Decken, in denen Kabel verlegt werden dürfen) und Wanddurchbrüchen ab. Die einzige Regel: Ketten (Daisy-Chains) sowie Baum- und Sterntopologien sind erlaubt, Ringe jedoch verboten; ein Gerät darf also nicht über zwei Wege am Bus hängen.

Das Verdrahten mit der Busleitung ist nicht schwierig: Das grüne Kabel hat vier Drähte, also zwei Adernpaare. Für den KNX-Bus benötigt man aber nur ein Paar, den roten und den schwarzen Draht. Das zweite Paar (Gelb/Weiß) dient als Reserve und kommt bei einigen besonders energiehungrigen Geräten als zusätzliche Spannungsversorgung zum Einsatz.

Viel falsch machen kann man beim Verkabeln nicht: Im Normalfall hat ein KNX-Gerät eine Busklemme mit vier roten und vier schwarzen Anschlüssen. An zwei davon hängt man das eingehende Buskabel, an die anderen bis zu drei Kabel, die zu dem oder den nächsten Geräten führen. Elektrisch betrachtet hängen alle Geräte parallel am Bus.

Bei den allermeisten Geräten ist diese Busklemme nicht fest verbunden, sondern auch im verkabelten Zustand abnehmbar. Die Erfinder haben dabei den Fall bedacht, dass man ein Gerät auch mal im laufenden Betrieb tauschen muss. Anstatt die Drähte aus einer festen Klemme zu ziehen und damit alle weiteren Geräte in der Kette lahmzulegen, zieht man den Baustein einfach ab. Der Bus bleibt intakt – man kann einen KNX-Wandtaster zum Beispiel schnell ausbauen und rundherum tapezieren.

Spannungsversorgungen

Auf der Busleitung sollen 24 Volt Gleichspannung anliegen, das ist die spezifizierte Nennspannung. Sie ist nicht nur für die Signalübertragung wichtig, sondern versorgt auch die Geräte mit Energie. Das ist die nächste gute Nachricht: Batterien müssen in einem KNX-TP-System nicht gewechselt werden.

Weil die Spannung über Leitungslänge, Verbraucher und Kontakte unweigerlich abfällt, sind KNX-Geräte so konstruiert, dass sie zwischen 21 und 30 Volt funktionieren – das Netzteil kann also ruhig etwas mehr als die Nennspeisung liefern, ohne Schaden anzurichten.

Ein Gleichspannungsnetzteil ist die erste Komponente, die Sie für jedes KNX-System einplanen müssen, es zählt zu den sogenannten Systemgeräten. Das natürliche Habitat für diese Geräte ist ein Schaltkasten mit Hutschienen. Der Kasten darf großzügig bemessen werden, es kommen einige Hutschienengeräte zusammen. Ein beliebiges 24-Volt-Netzteil in dieser Bauform darf es jedoch nicht sein, Sie brauchen eines, das explizit als KNX-Netzteil angeboten wird. Ein solches liefert nicht nur die richtige Spannung, sondern hat eine Drossel, die entscheidend für die Signalführung auf dem Bus ist – dazu später mehr.

Für ein KNX-Netzteil müssen Sie mit 100 bis 150 Euro rechnen, auch abhängig vom maximalen Strom, das es liefern kann. Eine gängige Größe sind 640-Milliampere-Netzteile. Das ist kein Zufall, sondern einfache Berechnung: Die Verkettung von Geräten an einem Netzteil heißt in der KNX-Nomenklatur Linie. Bis zu 64 Geräte kann man wie oben beschrieben als Baum- oder Sterntopologie in eine solche Linie hängen. Ein KNX-Gerät soll laut Spezifikation maximal 12 Milliampere ziehen, die meisten sind aber genügsamer. Mit einem 640-Milliampere-Netzteil darf sich jedes im Schnitt 10 Milliampere genehmigen, falls man tatsächlich einmal die Maximalzahl ausreizt.

Linienplan

Die Linie ist der kleinste Verbund aus KNX-Geräten, eine Anlage darf aber weit mehr als 64 Geräte haben. Die erste Erweiterungsmöglichkeit führt über einen Linienverstärker zusammen mit einem weiteren Netzteil. Mit einem solchen Verstärker kann man eine Linie um weitere 64 Geräte erweitern (ein Liniensegment), der Verstärker selbst zählt aber als eigenes Gerät. Insgesamt kann man das wiederholen, bis 255 Geräte an einer Linie hängen – in den meisten größeren Installationen reizt man diese Grenze aber nicht aus, stattdessen plant man direkt mehrere Linien ein. Dann wird die Topologie aber schlagartig komplizierter und die Installation teurer: Zunächst baut man eine sogenannte Hauptlinie, eine Art „Linie für Linien“, die eine eigene Spannungsversorgung bekommt (das Netzteil darf dafür kleiner ausfallen). An dieser Linie hängen keine Sensoren und Aktoren, dafür sogenannte Linienkoppler im Hutschienenformat. Die Hauptlinie muss den Verteilerkasten also gar nicht verlassen.

Ein solcher Linienkoppler hat zwei rot-schwarze Busklemmen, eine kommt an die Hauptlinie, an die andere hängt man die abzweigende Linie. Da-

KNX-Komponenten und ihre Kosten

Komponente	Preis	Spezifikation, Suchbegriff
24V-Netzteil	100–150 €	24 Volt DC, KNX-Netzteil mit Drossel
Buskabel	0,50 €/m	YCYM 2 × 2 × 0,8 (KNX-Kabel)
KNX-IP-Schnittstelle	150 €	KNX IP (KNX-IP-Gateway)
8-Kanal-Schaltaktor	200 €	Schaltaktor oder Jalousieaktor
KNX-USB-Schnittstelle	130 €	KNX USB Interface
Software ETS Lite	200 €	ETS 6 Lite

hinter braucht man pro Linie wieder eine eigene 24-Volt-Spannungsversorgung, denn der Linienkoppler trennt beide Seiten galvanisch. Damit lohnt sich der Aufwand, eine Hauptlinie mit mehreren Linien einzurichten, auch für viele kleine Gebäude: Soll KNX auch Geräte im Außenbereich anbinden, spricht viel dafür, diese an eine eigene Linie zu hängen. So kann ein Außengerät zu Beispiel bei Wassereintrich nur seine Linie und nicht das ganze System lahmlegen.

Linienkoppler können aber noch mehr als nur galvanisch zu trennen. Sie trennen auf Wunsch auch auf logischer Ebene. In einem großen KNX-System kann es ohne Gegenmaßnahmen sehr gesprächig auf dem Bus zugehen, wichtige Nachrichten wie ein Wasserleck drohen dann unterzugehen, wenn die Nachrichten jedes Sensors an jeder Ecke des Hauses vorbeikommen. Mit Linienkopplern können Sie den Bus segmentieren und filtern, welche Nachrichten von einer Linie in eine andere gelangen müssen. Wenn man sich als Planer in einem Wohnhaus für eine Linie pro Stockwerk entschieden hat, dann darf ein Großteil der Lichtschaltnachrichten im Filter hängenbleiben, weil sie nur in der jeweiligen Linie relevant sind. Wünscht man sich einen Alles-Aus-Schalter neben der Haustür, müssen dessen Nachrichten aber in alle anderen Stockwerke vordringen können.

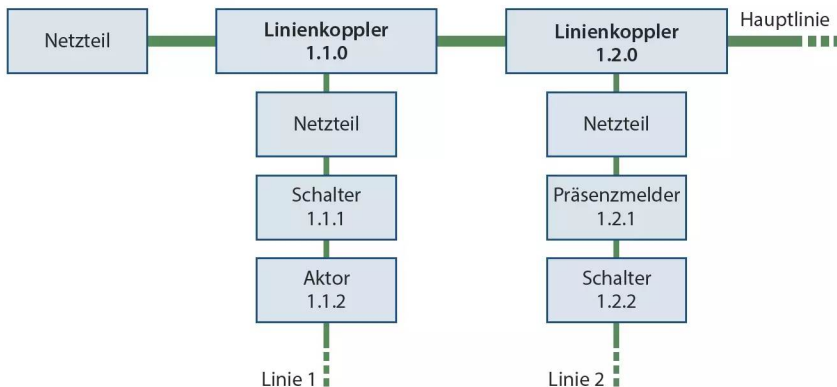
Der KNX-Standard sieht oberhalb der Hauptlinie noch eine höhere Ebene vor und nennt diese Bereiche. Die sind schnell erklärt: Bereichskoppler verbinden mehrere Hauptlinien, diese oberste Topologieebene spielt bei privaten Installationen aber keine große Rolle, weshalb wir ihre Besonderheiten auslassen.

Adressierung

Direkt mit der Topologie hängt auch die Adressierung von Geräten zusammen. Jedes Gerät im System braucht eine dreistellige Adresse, die ähnlich aufgebaut ist wie eine IPv4-Adresse in einem TCP/IP-

KNX-Topologie mit Hauptlinie

An der Hauptlinie hängen mehrere Linienkoppler, die ihre Linie anbinden. Sowohl die Haupt- als auch die anderen Linien brauchen ein eigenes Netzteil, weil Koppler galvanisch trennen.



Netzwerk. Eine KNX-Adresse hat drei Bereiche mit Zahlen von 0 bis 255, getrennt durch Punkte. Die KNX-Entwicklergemeinschaft hat sich darauf geeinigt, in der ersten Stelle den Bereich zu kodieren, in der zweiten Nummer die Linie und in der dritten Stelle die Geräte einer Linie durchnummerieren. Dadurch werden nicht alle Adressen von 0.0.0 bis 255.255.255 ausgenutzt – KNX hat für die Anzahl von Bereichen und Linien nämlich Einschränkungen (die aber nicht zu erreichen sind): Es darf „nur“ 15 Bereiche geben, darin je 15 Linien mit je 255 Geräten. In Summe passen also über 57.000 Geräte in ein KNX-System.

In einem typischen Gebäude mit Haupt- und Nebenlinien geht es mit der Adresse 1.0.0 los. Die bekommt ein Systemgerät, das in vielen Installationen zu finden und auf der Hauptlinie installiert ist: ein IP-Interface, um KNX mit einem Netzwerk zu verbinden. Spätestens zum Programmieren der Anlage ist das eine nützliche Investition. Bei den Adressen folgt der erste Linienkoppler für Linie 1 mit der Adresse 1.1.0, an diesem hängt eine ganze Linie mit Geräten von 1.1.1 bis (theoretisch) 1.1.255. Ebenfalls an der Hauptlinie hängt der zweite Linienkoppler mit der Adresse 1.2.0 und weiteren Geräten.

Wie die Adressen an der dritten Stelle, also innerhalb einer Linie, vergeben werden, ist Geschmacksache und Gegenstand heftiger Debatten in KNX-Foren. Manch einer baut einfach hinten an, wenn neue

Geräte dazukommen, andere teilen sich den Bereich von 1 bis 255 nach eigener Gewohnheit auf und nutzen Adressen bis 20 zum Beispiel nur für Hutschienengeräte im Verteilerkasten. Unbestritten ist aber: Eine Übersicht über Geräte und Adressen muss man unbedingt anfertigen und nicht nur digital (in der Software ETS) aufbewahren, sondern am besten auch ausdrucken.

Schön geschaltet

Um ein Gebäude oder eine Wohnung mit KNX zu vernetzen, reicht es nicht aus, grüne KNX-Kabel in jeden Raum zu legen – auch die 230-Volt-Installation muss passend geplant werden, vor allem fürs Licht, auf Wunsch auch für ausgewählte Steckdosen und Motoren von Rollläden und Jalousien.

In einer konventionellen Installation ohne KNX ist die Verkabelung der Deckenlampe einfach: Neben der Tür hängt ein Lichtschalter, der den Außenleiter (auch Phase genannt) schaltet. Vor dort verläuft ein Kabel zum Auslass an der Decke. In einer typischen KNX-Installation sieht das ganz anders aus. Der Wandtaster, der den Lichtschalter ersetzt, hat mit 230 Volt gar nichts zu tun, er hängt nur am KNX-Bus und versendet Nachrichten, wenn ihn jemand betätigt.

Die vermeintlich triviale Aufgabe, einen konventionellen Schalter zu ersetzen, kann der KNX-Planer

auf verschiedene Arten lösen. Den höchsten Komfort bekommt man mit KNX-Wandtastern, die mit fast jeder erdenklichen Extrafunktion zu bekommen sind: zwei bis sechs Wippen mit mechanischem Klick oder Touch, eingebautem Temperaturfühler, sowie Farbdisplays, die nebenbei zum Beispiel die Uhrzeit oder den Stromverbrauch anzeigen können. Bedienen kann man damit längst nicht nur das Licht, beim Programmieren der Anlage kann man jedes KNX-Gerät damit verknüpfen. Für einen Taster mit Display und Volllausstattung, der also mehr Steuerzentrale als simpler Schalter ist, muss man aber rund 300 Euro auf den Tisch legen.

Wer sich diesen Luxus nicht in jedem Raum gönnen will und das Licht in der Speisekammer mit einem schlichteren Modell steuern möchte, bekommt simple KNX-Taster (ab 80 Euro) ohne Display und anderen Schnickschnack. Eine weitere Alternative sind handelsübliche Taster aus einer Schalterserie, die man optisch ansprechend und passend

findet. Damit sie Kontakt zum KNX-Bus haben, braucht man eine Taster- oder Universalschnittstelle, ein kleines Gerät, das in einer Unterputzdose hinter dem Taster Platz findet.

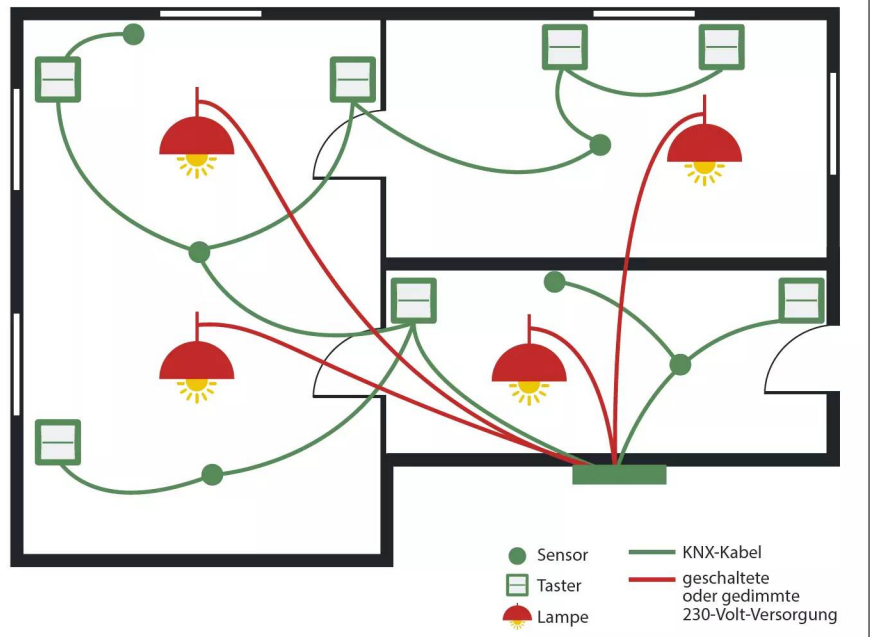
Noch besser als ein schöner Lichtschalter ist einer, den man gar nicht braucht: Präsenzmelder und Lichtsensoren können den Bewohnern die Entscheidung auch ganz abnehmen und den Raum immer passend erhellen, wenn jemand zugegen ist. Zur Königsklasse in Sachen Planung und Programmierung gehört eine sogenannte Konstantlichtregelung, bei der das Licht automatisch so gedimmt wird, dass es immer gleich hell ist, auch wenn die Sonne hinter einer Wolke hervorkommt.

Zentral verkabelt

Damit jemand auf die Schaltbefehle hört, muss man Aktoren installieren. Die Lampe an Decke oder Wand bekommt ihre geschaltete (oder gedimmte) Span-

Vernetzung mit KNX

In einem KNX-Heim gibt es viel zu verkabeln: Sensoren und Aktoren verbindet man mit grünem KNX-Kabel in Baum- oder Sterntopologie. Licht wird meist über Aktoren im Schaltkasten gesteuert.



nungsversorgung sehr häufig direkt aus dem KNX-Schaltkasten, der die Etage versorgt. Das Schalten und Dimmen geschieht dann in Hutschienengeräten, die es unter anderem als Schaltaktoren oder Dimmaktoren gibt. Eine typische Größe ist ein 8-Kanal-Schaltaktor, für den man rund 200 Euro einplanen muss. In einer Dreizimmerwohnung kann der schon ausreichen, um alle Lampen zu versorgen.

Ganz ähnlich angeschlossen werden Motoren von Rollläden und Jalousien. Aus denen kommt je ein Draht für jede Drehrichtung und man muss unbedingt sicherstellen, dass nie beide gleichzeitig eingeschaltet sind. Ohne KNX übernimmt diese Aufgabe ein mechanischer Rollladenschalter (Jalousiewippe), in einem KNX-Haus ein Rollladen- oder Jalousieaktor auf der Hutschiene im Schaltkasten. Die Auswahl passender Aktoren für Rollläden und Beleuchtung sowie Dimensionierung der 230-Volt-Zuleitungen ist eine Aufgabe für den Elektriker.

Wenn ein Mehrfachaktor im Schaltkasten überdimensioniert sein sollte, weil es weniger zu schalten gibt, kann man sowohl für Licht als auch für Rollläden zu kleinen Einfach-Aktoren greifen, die in einer tiefen Unterputzdose Platz finden. Smart-Home-Bastler, die bisher mit WLAN-Modulen gearbeitet haben, kennen diese Bauform zum Beispiel vom Hersteller Shelly.

Wenn Sie bis hier mitgerechnet haben und dabei die eigenen vier Wände im Kopf hatten, sind Sie womöglich schon auf einige Meter Kabel gekommen. Die Grafik „Vernetzung mit KNX“ zeigt eine fiktive Wohnung, die mit KNX-Kabeln und Kabeln für Lampen und Rollläden vernetzt ist – berücksichtigt sind dabei aber keine Installationszonen. Die Kabel werden in der Realität selbstverständlich nicht quer durch die Wohnung verlegt, sondern laufen horizontal und vertikal, bevorzugt entlang der Raumkanten. Die Tabelle „KNX-Komponenten und ihre Kosten“ zeigt, mit welchen Kosten Sie für Geräte kalkulieren müssen.

Spannungsschwankungen

Die wichtigsten Schritte sind erledigt, die Topologie aus Linien und Bereichen steht, Adressen sind geplant, Kabel verlegt und eine Gleichspannung liegt an. Jetzt kann über den Bus kommuniziert werden. Drückt ein Bewohner zum Beispiel auf einen Taster, soll dieser ein sogenanntes Telegramm verschicken. Um das zu erreichen, produzieren KNX-Geräte charakteristische Wechsellspannungsschnipsel auf der konstanten Gleichspannung des Busses, um logische Nullen und Einsen zu übertragen.

Die Eins ist schnell erklärt: Sie entspricht dem Ruhezustand. Wer nichts tut, sendet dauerhaft eine Reihe aus Einsen. Für eine Null zieht der Sender kurz einen hohen Strom, senkt dadurch die Spannung auf dem Bus um knapp 5 Volt, wartet kurz und „lässt dann los“. Den Rest erledigt das System aus anderen Teilnehmern, Leitungen und dem Netzteil mit der verlangten Drossel. Die kurz abgesenkte Spannung schnell nach oben, es entsteht eine kurze Spitze, dann pendelt sich die Spannung wieder auf den Nennwert ein. In der Grafik „Signalübertragung bei KNX TP“ sehen Sie das Ergebnis: keine saubere Sinuswelle, für andere Teilnehmer aber leicht zu identifizieren, auch wenn der ganze Prozess nach nur 104 Mikrosekunden erledigt ist. Um die nächste Null zu senden, würde das Gerät wieder kurz die Spannung senken, für eine Eins einfach eine Zeichenlänge nichts tun.

Dass KNX mit vergleichsweise hoher Gleichspannung arbeitet und darauf durch kurze Schwankungen im Bereich von 5 Volt ein Signal aufträgt, hat einen tieferen Sinn: So wird die Übertragung robust gegen elektromagnetische Störungen.

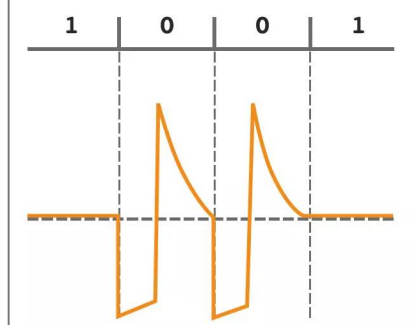
Der Rest des Protokolls ist unspektakuläre digitale Datenübertragung. Aus den Einsen und Nullen (Bits) werden Bytes (jeweils acht Bit) und daraus Telegramme: Los geht es mit einem Kontrollfeld (ein



Planen Sie den Schaltkasten großzügig, denn Platz auf der Hutschiene brauchen Sie reichlich: Zu Netzteilen gesellen sich Aktoren, Gateways und andere Systemgeräte.

Signalübertragung bei KNX TP

Um eine 0 zu senden, zieht ein Sender einen hohen Strom und senkt dadurch die Spannung auf dem Bus kurz um etwa 5 Volt ab. Den Rest erledigt das System aus anderen Teilnehmern und Netzteil mit Drossel. Es entsteht eine charakteristische Spannungsform.



Byte), das die Priorität der Nachricht enthält. Es folgt ein fünf Byte langes Adressfeld mit der Absender- und der Empfängeradresse. Dann dürfen ganze 16 Byte Nutzdaten folgen – bei einem Lichtschalter kann das wesentlich kürzer sein als bei einer Wetterstation. Abgerundet wird das Telegramm durch ein ein Byte langes Sicherungsfeld für die Paritätsprüfung. Passt die Prüfsumme nicht, sortieren die Empfänger die Nachricht aus.

Spannender als der Aufbau der Nachrichten ist eine raffinierte Problemlösung: das Vermeiden von Kollisionen. Theoretisch könnten ja zwei Nutzer exakt gleichzeitig auf einen Lichtschalter im Haus drücken oder zwei Sensoren gleichzeitig auslösen. Ohne Gegenmaßnahmen würde das im Datenchaos enden, schließlich gibt es nur einen Bus. KNX verpflichtet alle Geräte daher zur besonderen Rücksichtnahme. Wer sendet, muss gleichzeitig immer zeichenweise lauschen – das Verfahren heißt „Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance“ (CSMA/CA). Früher oder später (spätestens bei der eigenen Adresse) werden sich die Telegramme von zwei Konkurrenten unterscheiden, bis dahin ist es kein Problem, wenn sie dasselbe senden. Einer sendet aber irgendwann eine Eins, der andere eine Null. Wer eine Eins erzeugt (also gerade ruht) und hört, dass woanders eine Null auf den Bus kommt, muss seine Übertragung sofort abbrechen. Er merkt sich sein Telegramm, wartet ab und sendet es anschließend noch einmal. So geht kein Bit verloren.

Fazit

KNX ist ein Veteran unter den Hausvernetzungsprotokollen, macht aber keine Anstalten, den Markt an die funkende und cloudvernetzte Konkurrenz abzutreten. Wenn Sie angesichts des unvermeidlichen Aufwands, den eine verkabelte Automation nunmal mitbringt, bis jetzt noch nicht abgeschreckt sind, sollten Sie erforschen, ob das KNX-Universum für Ihre Wünsche passende Geräte zu bieten hat. Schauen Sie sich in einem KNX-Webshop mal nach Akteuren und Sensoren um. Aber Achtung, manche Preise haben es in sich. (jam) **ct**



TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAS!

Make:Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden Schulen



Fächerübergreifend



Digital zum Downloaden



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden: **make-magazin.de/education**



KNX selbst programmieren

KNX ist der Smart-Home-Standard, den meist Fachfirmen verkaufen, inklusive Einbau und Programmierung. Wer KNX selbst programmieren möchte, braucht die Software ETS. Hat man sich damit einmal angefreundet, entstehen schnell eigene Logiken.

Von **Jan Mahn**

Die meisten Smart-Home-Ökosysteme richten sich klar an private Kunden. Vernetzte Leuchtmittel und funkende Sensoren liegen zuhauf in Super- und Baumärkten zum Mitnehmen und Selbsteinrichten. In der KNX-Welt ist das anders: Die meisten Kunden kaufen die Komponenten nicht einzeln, sondern besprechen mit ihrem Elektriker

oder Architekten, welche Funktionen sie sich wünschen und wie die Schalter aussehen sollen – am Ende bekommen sie ein fertig verkabeltes und programmiertes Heim.

Das heißt aber nicht, dass ambitionierte Heimvernetzer keine Chance hätten, selbst ein KNX-System aufzubauen oder zu erweitern. Umfangreiche

Diskussionen in KNX- und Hausautomationsforen zeigen: Es gibt seit Jahrzehnten eine aktive KNX-Selbstbau-Community. Die Komponenten kann man in einschlägigen Webshops bestellen und, abgesehen von den 230-Volt-Installationen, auch als Laie in Betrieb nehmen.

Dieser Artikel richtet sich an alle, die KNX-Hardware selbst programmieren und in die Arbeit mit der dafür nötigen Software namens ETS einsteigen möchten. Dabei beschränkt sich das Folgende auf die KNX-Variante namens TP (für Twisted Pair), die mit verkabelten Geräten arbeitet. Wie die Datenübertragung auf dem KNX-Bus technisch funktioniert, welche Geräte man mindestens anschaffen muss und wie die Verkabelung mit den grünen Kabeln funktioniert, haben wir im vorigen Artikel ausführlich beschrieben (siehe Seite 106). Nachfolgend erfahren Sie, wie Sie Geräten eine Adresse zuweisen, Einstellungen vornehmen sowie Schalter und Aktoren über sogenannte Gruppenadressen miteinander verbinden. Mit diesem Wissen können Sie bestehende KNX-Umgebungen nachträglich optimieren oder sich selbst daran machen, eine KNX-Anlage für die eigenen vier Wände von Grund auf zu planen.

Wenn Sie das im Artikel Gezeigte nachbauen wollen, brauchen Sie mindestens eine KNX-Spannungsversorgung, ein KNX-IP-Interface sowie einen beliebigen Aktor (etwa einen mehrkanaligen Schalt- und Jalousieaktor) und einen Taster oder Präsenzmelder. Das Beispiel, das wir für diesen Artikel zusammengebaut haben, ist denkbar einfach: Ein Präsenzmelder oder Taster soll eine Lampe ein- und ausschalten, die am Aktor angeschlossen werden kann.

Alternativlos: die ETS

Wer KNX-Geräte parametrieren will, kommt nicht an der Software ETS vorbei; die Abkürzung steht für „Engineering Tool Software“. Die ETS ist aktuell in Version 6 und wird von der KNX Association weiterentwickelt und vertrieben. Das ist die vorwiegend von KNX-Herstellern finanzierte Organisation, die das Ökosystem zusammenhält. Linux- und macOS-Nutzer müssen zum Programmieren eine virtuelle Maschine nutzen oder ein Windows-Zweitgerät aufreiben, denn die ETS gibt es aktuell ausschließlich für Windows. In die ETS integriert ist der Gerätekatalog, der aus dem Internet alle nötigen Informationen über alle Geräte sämtlicher KNX-Hersteller herunterlädt. Das bedeutet: Wenn Sie Hardware mit KNX-Logo kaufen, können Sie davon

ausgehen, dass Sie die Funktionen über die ETS einrichten können.

ETS kommt in drei Varianten, allesamt kostenpflichtig: Die günstigste Variante ist die ETS Lite für 283 Euro (alle Preise inklusive Mehrwertsteuer). Mit der darf man bis zu 20 Geräte pro Projekt verwalten. Speziell an ambitionierte Heimvernetzer richtet sich die Variante ETS Home für 416 Euro. Mit der darf man genau ein Projekt gleichzeitig bearbeiten, darin aber bis zu 64 Geräte kontrollieren. Professionelle Anwender zahlen 1190 Euro für die ETS Professional und verwalten darin beliebig viele Kundenprojekte mit beliebig vielen Komponenten. Abgesehen von der maximalen Geräteanzahl unterscheiden sich die Varianten im Funktionsumfang nicht. Alle drei können online aktiviert werden, für die Professional-Version gibt es optional auch einen Lizenzdongle, der immer dann praktisch ist, wenn man als Installateur ohne Internetanbindung auf Baustellen unterwegs ist. Käuflich erwerben kann man alle ETS-Spielarten im deutschen Shop der KNX Association (zu finden über ct.de/wepk). Immer wieder gibt es Rabattaktionen, in der „Black Week“ 2024 beispielsweise mit 34 Prozent Nachlass.

Um die Schritte in diesem Artikel nachzuspielen und um herauszufinden, ob Sie selbst mit dem ETS-Bedienkonzept warm werden, müssen Sie kein Geld ausgeben. Laden Sie einfach die kostenlose Demo-version herunter, mit der Sie ohne weitere Einschränkungen bis zu fünf Geräte programmieren dürfen. Falls Sie bereits mehr als fünf Geräte für erste Experimente angeschafft haben, gibt es noch einen Trick: Sobald Sie einen kurzen deutschsprachigen ETS-Onlinekurs im KNX-eCampus hinter sich gebracht haben, lässt die Association eine drei Monate aktive Lizenz für ETS Lite springen (siehe ct.de/wepk). Die Videos im Kurs sind etwas langatmig, vermitteln aber einen ganz guten Überblick, wo man klicken muss, und nach 30 Minuten hat man sich die kostenlose Lizenz erarbeitet.

Erste Schritte

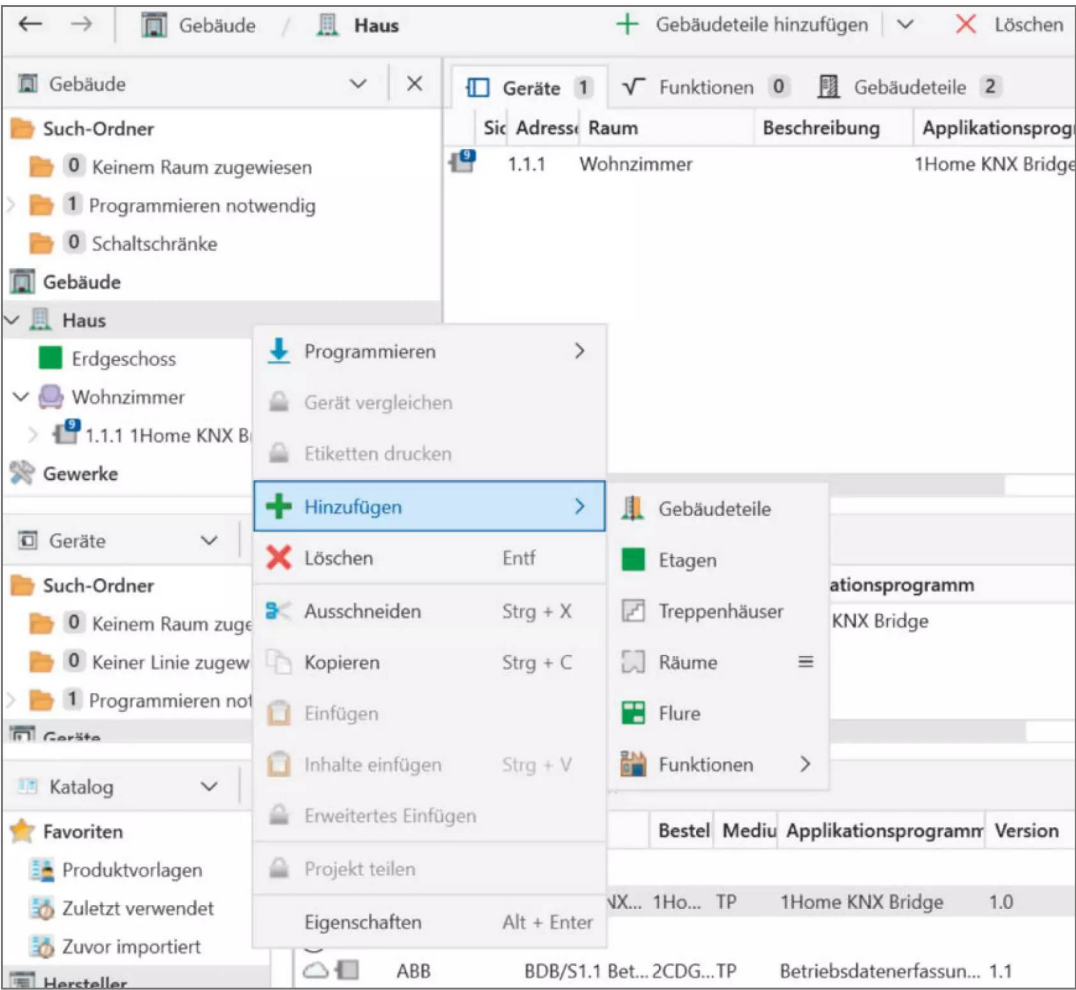
Der Installationsassistent der ETS ist selbsterklärend und beim ersten Start dürfen Sie sich entweder mit Ihren KNX-Zugangsdaten anmelden (wenn Sie sich eine Lite-Version verdient oder eine Version gekauft haben) oder die Demo-Version starten. Dann können Sie direkt ein neues, leeres Projekt anlegen. Wählen Sie als Typ Familienhaus und belassen Sie die weiteren Voreinstellungen. Die ETS richtet dann ein Projekt mit dreistelligen Gruppenadressen ein (dazu

gleich mehr) und erzeugt die Linie mit dem Adressbereich 1.1 für die ersten Geräte.

Sie sehen einen recht leeren und wenig einladenden Bildschirm mit einer Ordnerstruktur auf der linken Seite. Bevor Sie die füllen, sollten Sie jetzt Ihre Hardware vorbereiten, wenn Sie die Schritte direkt nachvollziehen wollen: Zuerst müssen Sie Netzteil und KNX-IP-Gateway in Betrieb nehmen und Windows-PC sowie Gateway in ein gemeinsames Netzwerk stecken. Wir haben im Aufbau für diesen Artikel mit dem „Weinzierl KNX IP LineMaster 762.1

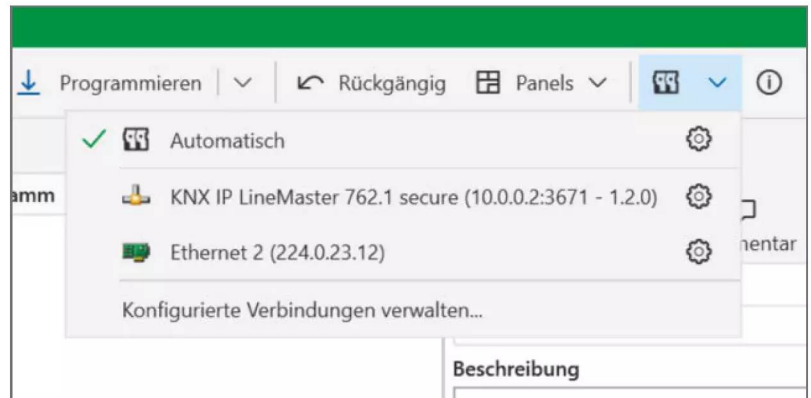
secure“ ein Kombigerät aus Netzteil und Gateway verwendet. Wenn Ihr IP-Gateway in einem Netzwerk mit aktivem DHCP-Server hängt, nutzen Sie etwa die Weboberfläche Ihres Routers oder eine IP-Scanner-App wie *Fing*, um die IP-Adresse des Gateways zu ermitteln. Wollen Sie die Adresse händisch einstellen, müssen Sie die Anleitung Ihres Gateways konsultieren.

In den meisten Fällen reicht es, das Gateway einfach ins Netzwerk zu hängen. Dann findet ETS es automatisch, sofern Multicast im Netzwerk erlaubt



Im ersten Schritt sollte man der ETS beibringen, welche Etagen und Räume das Haus hat. Das sorgt später für mehr Übersicht.

Die ETS braucht eine Verbindung zu einem KNX-IP-Gateway. Darüber werden die Geräte programmiert.



ist. Sicherstellen können Sie das mit einer Schaltfläche oben rechts in der ETS: Das Symbol sieht aus wie eine KNX-Klemme, in die man den roten und schwarzen Draht einführt. Als Standard ist die Option Automatisch ausgewählt, darunter sollten Sie bereits Ihr Gateway sehen. Falls nicht, können Sie eine neue Verbindung per Hand hinzufügen. Steht die Verbindung, sind Sie bereit für die Programmierarbeit.

Fundament und Wände

Weiter geht es mit dem virtuellen Nachbau Ihres Gebäudes. In der ETS kann man seine Geräte in

einer hierarchischen Struktur sortieren: Ein Gebäude wird direkt mit dem Projekt erzeugt. Per Rechtsklick finden Sie den Menüpunkt Hinzufügen und darin Gebäudeteile, Etagen, Treppenhäuser, Räume und Flure. Nicht alle diese Ebenen müssen Sie für ein Einfamilienhaus ausnutzen. Die Gliederungsebenen sind lediglich Ordner, um Ordnung im Projekt herzustellen. Bauen Sie zum Test einfach eine Etage namens Erdgeschoss und darin einen Raum namens Wohnzimmer.

Um das erste Gerät ins Wohnzimmer zu holen, brauchen Sie ein zusätzliches Panel; so heißen die Arbeitsflächen in der ETS. Oben rechts finden Sie

Wohin mit dem Gateway?

Ein KNX-IP-Gateway vermittelt zwischen IP-Paketen und der Welt von KNX TP (KNX über das grüne Twisted-Pair-Kabel). Diese Schnittstelle brauchen Sie zunächst fürs Programmieren der Komponenten. Danach funktionieren sie ohne Gateway, sodass man das auch direkt mit dem ETS-Computer verbinden könnte. Es spricht jedoch einiges dafür, dauerhaft eine Verbindung zwischen KNX und einem Netzwerk herzustellen. Denn das Gateway kann auch alle Datentelegramme, die auf dem KNX-Bus verschickt werden, an Geräte im Netzwerk schi-

cken oder Informationen von diesen ins KNX-System speisen. So gibt es zum Beispiel KNX-Erweiterungen für Smart-Home-Zentralen wie Home Assistant oder Node Red, die etwa auf einem Raspberry Pi laufen. Spätestens, wenn über Ihren KNX-Bus auch Sicherheitstechnik wie Fenstersensoren verbunden sind, sollten Sie Smart-Home-Raspi und KNX-Gateway in ein gemeinsames separates Netzwerk stecken und vom restlichen Heimnetz trennen. Sonst kann schlimmstenfalls jeder Nutzer Ihres WLANs auch das Haus steuern.

Erfolgreiche Übernahme

Neu anzufangen ist einfach, doch wie geht man mit einer KNX-Installation um, die jemand anderes errichtet hat? Solange kein verschlüsseltes KNX Secure aktiv ist, können Sie aus technischer Sicht problemlos Geräte umkonfigurieren. So richtig einfach klappt das aber nur, wenn Sie entweder eine saubere Dokumentation aller Geräte- und Gruppenadressen oder besser die komplette ETS-Projektdatei besitzen. Ohne zu wissen, welche Geräte wie miteinander kommunizieren, beginnt die Erweiterung mit mühsamem Reverse Engineering. Dabei hilft das Panel Diagnose, das über den Bus verschickte Nachrichten mitschneidet und darstellt.

eine Schaltfläche für die Panels, über die Sie das Panel namens Geräte aktivieren – es dockt unten an. Der Katalog, der alle je erfundenen KNX-Geräte aus dem Internet nachladen kann, ist noch zwei weitere Klicks entfernt. Klicken Sie im leeren Geräte-Panel rechts und wählen „Geräte hinzufügen“. Es öffnet sich ein weiteres Panel, das rechts oben eine Suchleiste hat. Falls Sie schon eigene Hardware besitzen, suchen Sie über die Freitextsuche nach Hersteller oder Produktbezeichnung. Für unseren Versuchsaufbau haben wir unter anderem einen Präsenzmelder namens „PD11-KNXs-FLAT-DX“ vom Hersteller B.E.G an den Bus gehängt. Um diesen Artikel exakt nachzuvollziehen, können Sie diesen suchen. Außerdem nutzen wir beispielhaft einen „SAH/S24.16.7.1“ von ABB, ein Aktor für die Hutschiene mit 24 Relais, über die man Verbraucher oder Rollläden steuern kann. Für die ETS-Lizenz zählen die 24 Relais als ein Gerät.

Achtung beim Import: Manche Produkte gibt es in mehreren Varianten, die Bezeichnungen unterscheiden sich nur in einzelnen Zeichen. Wählt man das falsche Gerät, scheitert die Programmierung später.

Der nächste Schritt geschieht am schnellsten per Drag & Drop: Schnappen Sie sich das gefundene

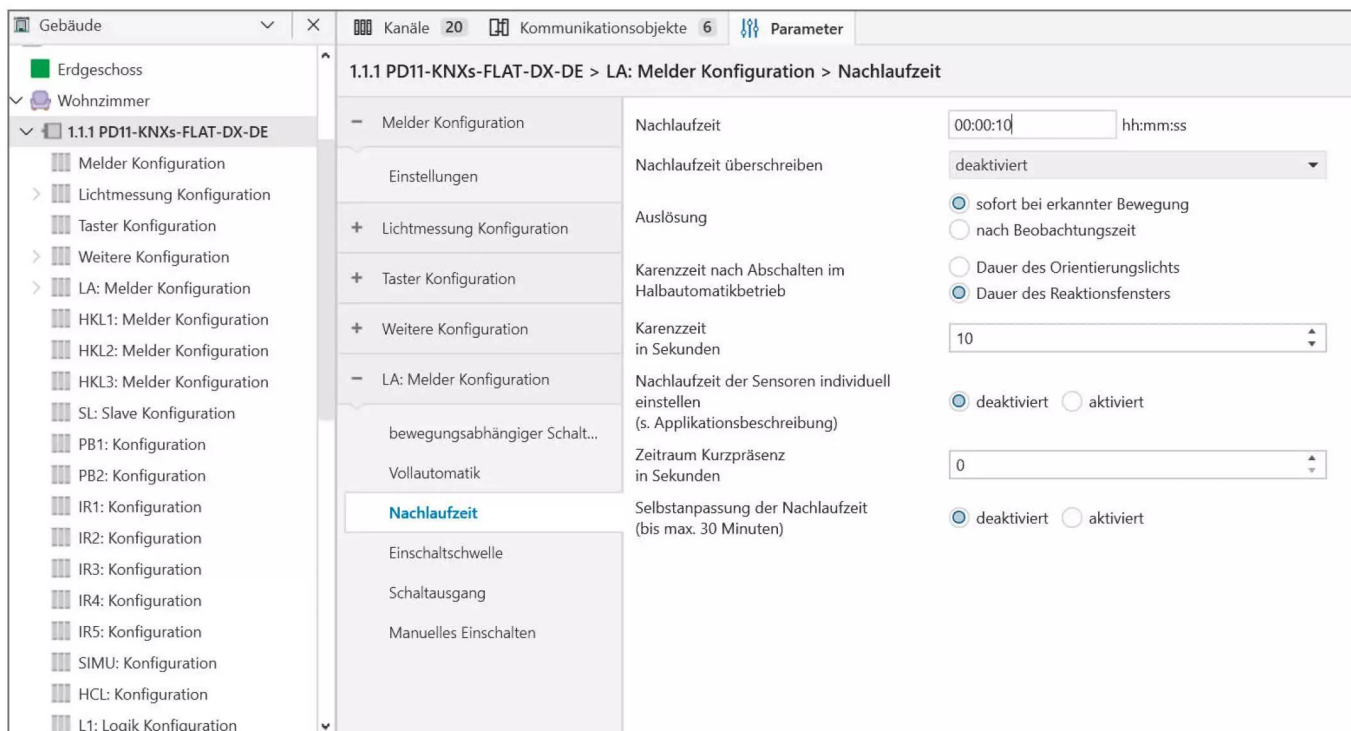
Produkt und ziehen Sie es links auf das Wohnzimmer. Bei einigen Produkten, genauer bei solchen, die verschlüsseltes KNX per „KNX Secure“ sprechen, taucht in diesem Moment eine Kennwortabfrage auf. Sie dürfen sich ein Kennwort für das Projekt ausdenken. Für erste Tests sollten Sie stattdessen die Schaltfläche Abbrechen wählen, denn KNX Secure erhöht die Komplexität in der Experimentierphase.

Die ETS vergibt für jedes Gerät eine Adresse und beginnt mit der 1.1.1. Alle Geräte landen auf einer sogenannten Linie (siehe S. 116). Will man die Adresse ändern, reicht ein Doppelklick auf ein hinzugefügtes Gerät, rechts darf man die Adresse ändern und der Komponente auch einen sprechenden Namen geben.

Sobald Sie erste Geräte importiert haben, die Sie auch physisch besitzen und an den Bus angeklemt haben, können Sie diese mit ihrer Geräteadresse versorgen. In der oberen Leiste finden Sie die Schaltfläche Programmieren und daneben ein Aufklappenmenü. Weil Sie noch keine Logik eingerichtet haben, wählen Sie zunächst nur „Physikalische Adresse“. In einem echten Haus folgt jetzt der Teil, in dem Sie den Schreibtisch verlassen müssen: Die ETS zeigt rechts, welches Gerät programmiert werden soll, und fordert Sie auf, die Programmiertaste zu betätigen. Diese Arbeit erledigen Sie in großen Projekten besser zu zweit. Rufen, laufen, drücken. Keine Angst: Das Spiel muss man nur einmalig erledigen. Sobald die Adresse einmal im Speicher der Hardware liegt, kann die ETS sie fortan erreichen und mit Konfigurationen versorgen.

Verknüpfung

Genug der vorbereitenden Arbeiten. Sobald Sie einen Sensor (wie einen Präsenzmelder oder einen Taster) und einen Aktor (wie einen Jalousie- und Schaltaktor) im ETS-Projekt haben, können Sie beide miteinander verknüpfen. Das funktioniert in der KNX-Welt anders, als Sie es von Systemen mit Smart-Home-Zentrale gewohnt sein mögen. Jedes Gerät kann verschiedene Informationen als sogenanntes Telegramm auf den Bus schreiben, versehen mit einer Gruppenadresse. Jedes andere Gerät belauscht dauerhaft den Bus und kann darauf angelernt werden, bei bestimmten Gruppenadressen zu reagieren. Eine Zentrale, die Aufgaben delegiert, braucht man nicht. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet das: Der Lichtschalter ruft laut „Licht Wohnzimmer an“ und alle Aktoren, die sich angesprochen fühlen sollen, reagieren darauf und schalten.



Kern der Magie: Im Reiter Parameter eines Geräts richtet man alle Funktionen ein, die der Hersteller für sein Produkt vorgesehen hat. Die Menüs sehen bei jedem Gerät anders aus und können mehrere Bildschirmseiten füllen.

Um ein Gefühl zu bekommen, wie das in der Praxis funktioniert, folgt eine Schritt-für-Schritt-Erklärung, die Präsenzmelder und ein Relais des ABB-Aktors verbindet. Klicken Sie zunächst doppelt auf den PD11-KNXs im Wohnzimmer. Oben sehen Sie drei neue Reiter, einer heißt Parameter. Sie landen in einer Ansicht, die weitgehend vom jeweiligen Gerätehersteller stammt. Die Hersteller haben die Möglichkeit, hier sehr umfangreiche Geräteeinstellungen, Menüs und Untermenüs zu hinterlegen. Tipp: Lassen Sie sich zum Einstieg nicht von der Vielzahl der Funktionen ablenken, so manches braucht man erst, wenn man ein konkretes Problem lösen möchte. Die allen Komponenten beiliegende Anleitung verrät, welche Kniffe ein Produkt so beherrscht und wie man diese in den Parametern aktiviert.

Der Beispiel-Sensor hat einen Menüpunkt namens Einstellungen, darin darf man unter Licht-Ausgang die Betriebsart wählen. Schalten Sie den Mel-

der unter dem Punkt LA auf Schaltbetrieb und wählen Sie „bewegungsabhängig (wie Präsenzmelder)“, damit er ein Telegramm sendet, wenn er eine Bewegung in seinem Umfeld wahrnimmt. Alternativ kann dieser Melder auch bei Über- und Unterschreiten einer Helligkeitsschwelle aktiv werden oder Dimm-Befehle senden.

Typisch für die Konfigurationsmenüs von KNX-Geräten: Auf einer Übersichtsseite schaltet man diverse Gerätefunktionen ein, dann tauchen links neue Einstellungsseiten auf. Der Präsenzmelder hat ganz unten im linken Menü den Abschnitt „LA: Melder Konfiguration“. Dort finden Sie einen Punkt namens Nachlaufzeit. Ändern Sie diese Zeit für den Test etwa auf 10 Sekunden.

Weitere Parameter müssen Sie nicht anfassen. Wechseln Sie oben auf den Reiter Kommunikationsobjekte, auch hier gibt es wieder mehr zu sehen, als Einsteiger dringend brauchen. Interessant für den konkreten Fall ist die Objektfunktion namens Schal-

ten. In der Tabelle erfahren Sie, dass es sich um einen 1 Bit langen Schaltbefehl handelt. Das ist wichtig, denn miteinander verbinden kann man immer nur Telegramme vom selben Datentyp.

Um eine Verbindung herzustellen, klicken Sie rechts auf die Zeile mit dem Schaltbefehl und wählen „Verbinden mit...“. Es öffnet sich ein Fenster, in dem Sie eine Gruppenadresse vergeben können. Solche Adressen notiert man in drei Blöcken, getrennt durch Schrägstriche. Dadurch kann man sie leicht von Geräteadressen unterscheiden. Erzeugen Sie zum Test die Gruppenadresse 0/0/1 und nennen Sie diese etwa „Licht Wohnzimmer“.

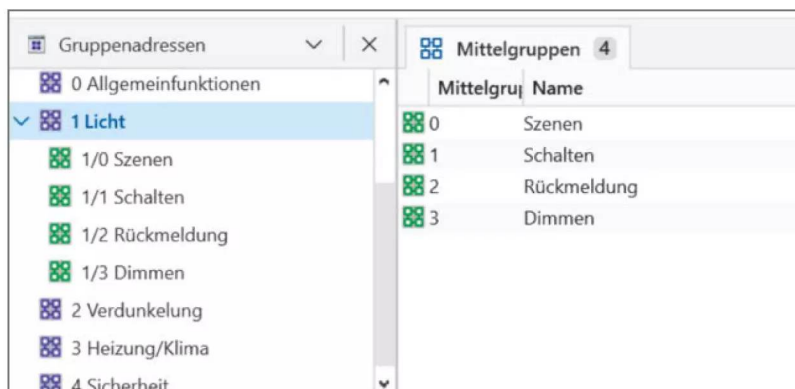
Jetzt können Sie den Bewegungssensor hinter sich lassen (einen Speichern-Knopf gibt es nicht) und links in der Ordnerstruktur den Aktor doppelt anklicken. Auch der braucht zuerst eine Behandlung im Parameter-Reiter. Im ersten Menüpunkt können Sie bei diesem Gerät wählen, ob die Ausgänge als gewöhnliche Schaltaktoren arbeiten oder einen Rollladen/Jalousien bewegen. Schließt man einen Rollladenmotor an, muss sichergestellt sein, dass nie beide Richtungen gleichzeitig fahren, wofür diese Option auch sorgt. Fürs Beispiel ist das nicht nötig, schalten Sie „Ausgang A“ auf den Modus Schaltaktor um.

Jetzt können Sie erstmals zwei Geräte verbinden. Wechseln Sie aus der Konfiguration in den Tab Kommunikationsobjekte, suchen Sie die Zeile „Kanal A – Schalten Schalten“ und verknüpfen Sie sie per Rechtsklick mit der Gruppenadresse 0/0/1. Abschließend wählen Sie oben die Schaltfläche Programmieren, sofern Sie echte Geräte in Betrieb haben. Dann werden Sie mit einem Erfolgserlebnis belohnt: Sobald der Präsenzmelder eine Bewegung erkennt, klackt das Relais. Nach 10 Sekunden (die eingestellte Nachlaufzeit) geht das Licht wieder aus.

Mit Struktur

Bevor Sie sich aufs Programmieren weiterer Hardware oder ausgefilterter Funktionen stürzen, müssen Sie sich über ein anderes Thema Gedanken machen: die Struktur der Gruppenadressen. Dass man eine Struktur braucht und nicht einfach von 0/0/1 hochzählt, ist Konsens in der KNX-Community. Wie die Struktur am besten aussieht, wird hingegen heiß diskutiert.

Zwei große Lager haben sich herausgebildet. Die einen folgen einem Leitfaden der Schweizer KNX-Organisation, die eine Aufteilung nach Gebäuden vorschlägt. Die Hauptgruppe (erster Teil der Adresse)



Über Gruppenadressen sprechen Geräte miteinander. Sie setzen sich aus Hauptgruppe, Mittelgruppe und Adresse zusammen – ihre Struktur sollte man vorab planen und in der ETS hinterlegen.

kodiert die Etage. Erlaubt sind Werte von 0 bis 31. 0 nimmt man für allgemeine Funktionen, 1 für den Keller, 2 für das Erdgeschoss und so weiter. Im Einfamilienhaus ist das Vorgehen bei genauerem Hinsehen gar nicht so hilfreich, weil in der Regel gar nicht so viele Etagen im Spiel sind und man dadurch viel Adressraum verschwendet.

In der Mittelgruppe verpackt man die sogenannten Gewerke: 0 enthält das Licht, 1 alle Jalousien, Rollläden und Markisen, 2 ist für Heizen und Kühlen gedacht. Von diesem Schema gibt es zwei Varianten: Einige Planer legen alle Rückmeldungen der Beleuchtung auf 6 und von Rollläden auf 7, andere trennen Schaltbefehle und Rückmeldungen nicht. Rückmeldungen senden die meisten Geräte – sie enthalten den Ist-Zustand und können zum Beispiel dafür genutzt werden, eine LED an einem Taster zu aktivieren, wenn das Licht an ist.

Das Licht im Wohnzimmer im Erdgeschoss bekommt nach diesem Schema zum Beispiel die Adresse 2/0/1, das Licht in der Küche die 2/0/2 und die Jalousie im Gästezimmer im Obergeschoss die 3/1/1.

Die zweite große Strömung nutzt die Hauptgruppe für die Trennung der Gewerke: Allgemeinfunktionen auf 0, Licht auf 1, Verdunkelung auf 2 und so weiter. Das nutzt den Adressraum der Hauptgruppen meist besser aus, weil man in der Regel mehr Gewerke als Etagen hat. Die Mittelgruppe kodiert die Funktionen, etwa Lichtschalten auf 1, Rückmeldung auf 2, Dimmen auf 3. Die letzte Stelle beschreibt dann, worum es konkret geht. Das Licht im Wohn-

zimmer könnte nach dieser Struktur die Adresse 1/1/1 bekommen, das Licht in der Küche die 1/1/2.

Als Einsteiger sollte man die Bedeutung dieses Schemas nicht überbewerten und nicht in die Glaubenskriege einsteigen. Wichtig ist, dass man selbst mit der Struktur zurechtkommt und dass man überhaupt eine verwendet – Wildwuchs verdirbt den Spaß an der Arbeit. Wie auch immer man sich entscheidet: Am besten legt man die Struktur mit den im Projekt vorkommenden Gewerken und Etagen direkt zu Beginn in der ETS an. Dafür gibt es ein Panel namens Gruppenadressen (zu aktivieren über das Aufklappenmenü oben). Dort erzeugt und benennt man Haupt- und Mittelgruppen.

Vertiefung

Wenn Sie die bisherige Arbeit mit der ETS nicht abgeschreckt hat und Sie weitermachen wollen, können Sie Ihr Wissen jetzt vertiefen. Als weitere Komponente neben Aktor und Präsenzmelder können wir für Experimente einen Taster mit Display empfehlen. Solche gibt es ab etwa 100 Euro. Ihm können Sie beispielsweise beibringen, Licht-an-aus-Telegramme zu senden. Gleichzeitig kann er auf dem Rückkanal die Statusmeldungen eines Aktors verarbeiten und anzeigen, ob das Licht an ist. Nebenbei zeigen solche Taster auch andere Informationen an, zum Beispiel die Messwerte eines Sensors.

Als Übungsaufgabe könnten Sie einen Präsenzmelder wie den aus dem Beispiel, der auch Helligkeitswerte in Lux erfassen kann, dazu bringen, diese Werte an einen Taster mit Display zu schicken. Ein Gespür, was mit KNX noch alles möglich sein

Dokumente der
KNX Association:

ct.de/wepk

Flexibilität durch Gruppen

Die Verbindung zwischen Sender und Empfänger einer Nachricht mit Gruppenadresse ist keine 1:1-Beziehung, ansonsten wäre KNX kaum flexibel. Ein Sensor kann vielmehr auf mehrere Gruppenadressen schreiben und ein Aktor auf mehrere Adressen hören. Eine typische Situation: Die Lampe im Wohnzimmer hört nicht nur auf die Gruppenadresse für Licht im Wohnzimmer, sondern auch auf eine Adresse für alles Licht im Erdgeschoss und auf eine hausweite Licht-Master-Adresse. So kann man sich zum Beispiel neben der Haustür leicht einen Alles-aus-Knopf programmieren, der beim Verlassen alle Lampen abschaltet.

könnte, entsteht dann von ganz allein. Aber nicht vergessen: Lassen Sie sich von konkreten Wünschen inspirieren und probieren Sie nicht etwa, der Reihe nach alle Parameter-Untermenüs für alle Geräte durcharbeiten. Selbst vermeintlich simple KNX-Komponenten wie ein einfacher Taster haben Dutzende Sonderfunktionen. (jam) **ct**

Endlich *gute* Fotos!



**JETZT
LOSLEGEN!**



**+ TIPPS
VON PROFI-
FOTOGRAFEN**



shop.heise.de/ct-fotoeinsteiger25



Bild: KI, Collage c't

„Überstandard“ Matter fürs Smart Home

Das Kommunikationsprotokoll Matter soll die vernetzte Heimsteuerung erleichtern, indem es als „Universalsprache“ zwischen den Smart-Home-Ökosystemen von Apple, Google und Samsung vermittelt. Bislang profitieren von Matter aber nur die Nutzer einer einzigen Plattform.

Von **Berti Kolbow-Lehradt**

Ob Licht, Heizung, Verschattung oder Sicherheitsalarme – das Potenzial von Smart-Home-Anwendungen erschließt sich erst vollständig, wenn man Produkte mehrerer Hersteller unter einer extra Bedienoberfläche kombiniert. Doch die Planung solcher Kombinationen war lange sehr

komplex: Welche Geräte arbeiten zusammen? Welche Überplattform kann alle benötigten Funktionen abrufen? Welche Kommunikationstechnik stellt die Datenübertragung zwischen den Geräten sicher?

Der Matter-Standard sollte dieser Grübeleien seit seinem Start im Jahr 2022 eigentlich ein Ende be-

reiten. Tech-Größen wie Amazon, Apple, Google und Samsung stießen ihn an, um die Smart-Home-Welt für die Kundschaft übersichtlicher zu gestalten. Das Kommunikationsprotokoll sollte als „Überstandard“ eine Brücke zwischen den konkurrierenden Funkstandards und Befehlslogiken der Hersteller schlagen.

Doch nach drei Jahren Praxis zeigt sich: Auch mit Matter müssen Smart-Home-Interessierte noch gründlich prüfen, welche Komponenten untereinander in welchem Maße kompatibel sind. Hinzu kommt: Matter ersetzt andere Wege der Kontaktaufnahme nicht, sondern ergänzt sie lediglich. In der Praxis bedeutet das: Ein Wechsel ist nicht immer sinnvoll, teilweise leisten die bewährten Kommunikations- und Steuerungslösungen mehr. Die Komplexität ist mit Matter somit eher gestiegen als gesunken.

Dieser Artikel zeigt auf, wo Matter tatsächlich für eine bessere Verständigung sorgt und wo es stattdessen zusätzliche Stolperfallen aufstellt. Wir stellen einerseits Kombinationen von Marken, Gerätekategorien und Plattformen vor, durch die sich konkrete Vorteile ergeben, und andererseits solche, bei denen es schlicht egal ist, ob man Matter oder eine alte Verbindungsmethode nutzt. Um den Rahmen nicht zu sprengen, konzentrieren wir uns dabei auf die vier großen kommerziellen Plattformen und

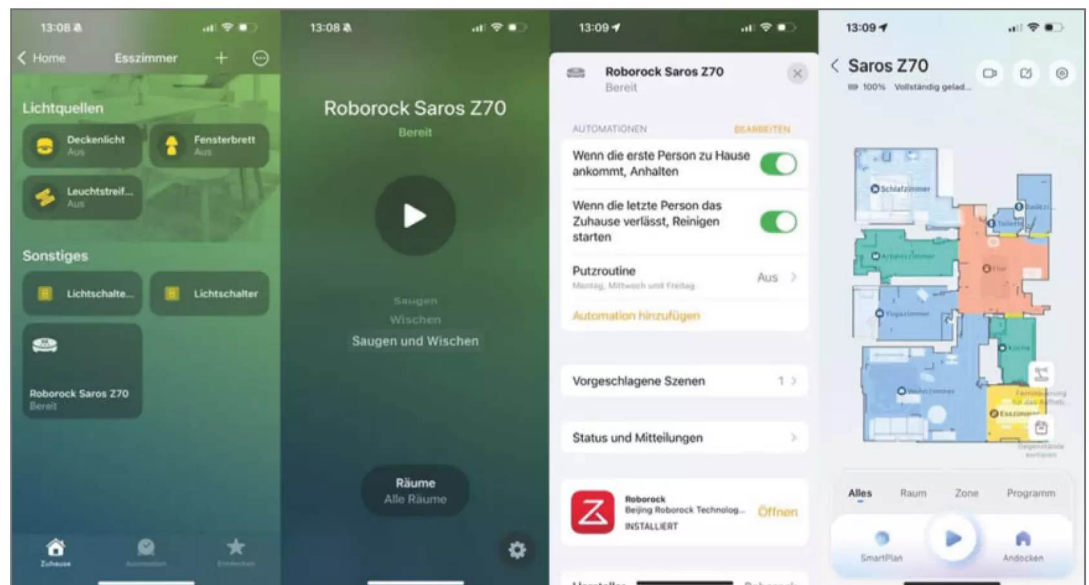
lassen Open-Source-Optionen wie Home Assistant weitestgehend unerwähnt.

Was Matter verspricht

Eine Hardware-Vermittlungszentrale („Matter-Controller“) und eine App vom gleichen Hersteller, die alle mit dem Controller verknüpften Komponenten steuert – mehr braucht es in einer idealen Matter-Welt nicht für eine Smart-Home-Steuerung. Stets auch die App des jeweiligen Geräteherstellers zu installieren, ist in diesem Szenario unnötig. Stattdessen installiert und konfiguriert man die Gerätesammlung unter der Bedienoberfläche eines Anbieters nach Wahl.

Die Art der Datenübertragung spielt in der Architektur des Standards praktisch keine Rolle mehr, solange sie IP-basiert ist. Das bewährte WLAN und den Newcomer Thread akzeptiert Matter direkt. Andere Funkprotokolle wie DECT, ZigBee, Z-Wave, Bluetooth, EnOcean, KNX oder DALI kann ein (W)LAN-Gateway („Matter-Bridge“) übersetzen. In letzterem Fall ist kein kostspieliger Neuanfang nötig, wenn vorhandene Sensoren oder schaltbare Geräte nicht mit dem neuen Standard harmonieren. Eine compatible Bridge reicht, um darüber gekoppelte Bestandteile in einem Matter-Setup weiter zu verwenden.

Matter ermöglicht, Saubroboter erstmals unter Apple Home zu steuern. Damit sind etwa anwesenheitsabhängige Automaten möglich. Komfortfeatures wie die Kartenansicht bleiben aber der Hersteller-App vorbehalten.



Für Haushalte mit mehreren eingesetzten Plattformen gibt es die Multi-Admin-Funktion. Sie erlaubt etwa, Komponenten mit Apple Home einzurichten, dann an Google Home oder Amazon Alexa zu übergeben und am Ende über eine der drei Plattformen steuern zu können. Das ist etwa prima in Hybrid-Haushalten, in denen Android- und iOS-Fans unter einem Dach leben.

Selbst der ausufernden Cloud-Abhängigkeit der Smart-Home-Welt tritt Matter entgegen. Die Anmeldung der Geräte und der Austausch manueller Steuersignale müssen lokal erfolgen. Für die Verarbeitung etwa von Wenn-Dann-Regeln, für Backups und das Rechte- und Rollenmanagement gibt es allerdings keinen Offline-Zwang.

Als weiteren Kaufanreiz bietet Matter den Rückhalt einiger der derzeit einflussreichsten Tech-Konzerne. Dem Ruf von Apple, Amazon und Google folgen viele einschlägige Smart-Home-Marken. Rund 300 Mitglieder vereint die Matter-Allianz unter dem Dach der Zertifizierungsorganisation Connectivity Standards Alliance (CSA). Mit AVM, Bosch, Ikea, Nuki, Philips Hue und Tado bieten populäre Herstellergrößen kompatible Produkte. Zuletzt stellten etwa Shelly und Roborock einen Teil ihres Sortiments auf den neuen Standard um. Ledvance will in diesem Sommer die Traditionsmarke Osram mit einem Schwung Matter-Geräte wiederbeleben. Mit Busch-Jaeger (ABB), Jung, Hager, Legrand oder Schneider Electric nutzen auch immer mehr Profi-Marken das Kommunikationsprotokoll aktiv. Sie adressieren private Haushalte über Fachbetriebe.

Was Matter wirklich bringt

Vereinzelte zeigt sich das Schnäppchenpotenzial, das mit der Idee universell kompatibler Hardware einhergeht. Smart-Home-Geräte lassen sich günstiger anbieten, wenn dafür keine Hersteller-App entwickelt und gepflegt werden muss. Ein Beispiel ist die Basics-Linie des Online-Händlers Tink: Er bietet unter eigenem Logo einfache Standardprodukte wie Zwischenstecker, Lampen oder Sensoren, die sich direkt mit Apps von Apple, Amazon oder Google steuern lassen.

Neue Handelsmarken mit Spottpreisen sind in der Matter-Welt aber noch eine Randerscheinung. Hinter dem größeren Teil des Angebots stehen bekannte Marken, die durch den Umstieg auf Matter mit der flexibleren Auswahl von Steuerplattformen um neue und alte Kundschaft buhlen.

Bei Amazon, Google und Samsung verlängert sich die Kompatibilitätsliste kaum – wenn man mal von



Bild: Berti Kolbow/Lehnardt

Dank der Direktverbindung über „Matter Binding“ benötigen der externe Temperatursensor und der Heizkörperthermostat von Eve für die Zusammenarbeit keine Cloud.

der Möglichkeit absieht, dass sich dort nun auch Geräte der bislang auf Apple spezialisierten Marke Eve anbinden lassen.

Eine größere Auswahl an smarten Komponenten als zuvor bietet Matter in nennenswertem Umfang bisher nur für Apple Home. Den Zugang zu dieser Plattform regelte zuvor alleine die HomeKit-Schnittstelle. Doch die Tür zu HomeKit war (und ist) hart bewacht: So mancher Hersteller scheute Apples Prüfparcours. Mit einem Matter-Logo bleibt er ihnen erspart, da der offizielle Zutritt zu Apple Home in der Zertifizierung für den neuen Standard enthalten ist. Dadurch sind Marken wie AVM, Busch-Jaeger, Govee, SwitchBot, Roborock, Ubisys und Wiz erstmals mit Apple Home kompatibel. Andere – wie Hama, Ledvance, Shelly und TP-Link – bringen plötzlich einen ganzen Schwung Apple-Home-Produkte statt nur vereinzelte Komponenten. So ist die Auswahl an Geräten für Apples-Plattform dank Matter bedeutend gewachsen.

Apple punktet seinerseits damit, mit den eigenen Matter-Controllern als Thread Border Router vollständig die Hersteller-Bridges für Smart Locks von Nuki und für Thermostate von Tado ersetzen zu können. Tado akzeptiert aktuell keine weitere Schalt-

zentrale anderer Matter-Plattformen, Nuki darüber hinaus lediglich den Google Nest Wifi Pro, einige WLAN-Router von Amazons Eero-Marke sowie den Home Assistant Connect ZBT-1. Dazu später mehr.

Apple Home ist zudem die erste Anlaufstelle, mit der sich lokale Automatisierungen per sogenanntem Matter Binding in der Praxis nutzen lassen. Dabei kommunizieren Geräte via Direktverbindungen, ohne dabei Wenn-Dann-Regeln zu benötigen oder Daten in die Cloud schicken zu müssen. Hersteller Eve koppelt auf diese Weise den externen Temperatursensor Eve Thermo Control mit dem Heizkörperthermostat Eve Thermo in Apple Home. Ist es am Aufstellort des Sensors wärmer oder kühler als am Radiator, dreht der Thermostat die Heizung automatisch stärker auf oder zu, als er das ohne die Korrekturmessung tun würde.

Kein Unterschied

Die erwähnten Smart Locks und Heizungen taugen hingegen nur bedingt als Positivbeispiele. So bietet derzeit noch keine der Matter-Plattformen Zeitpläne fürs Heizen, obwohl der Standard dies seit einem halben Jahr zulässt. Und den hierzulande wichtigen Schließstatus „Tür entriegeln, ohne die Falle zu ziehen“ unterstützt bislang über Matter einzig Home Assistant, aber keine kommerzielle Alternative.

Zwar ist die Zahl unterstützter Gerätekategorien und Funktionen seit der im Herbst 2024 veröffentlichten Version 1.4 abermals beachtlich gestiegen (siehe Tabelle „Die Evolution von Matter“). Doch das, was alle CSA-Mitstreiter beschließen, setzen die

Plattformen nur zögerlich um. Viele sind noch damit beschäftigt, Matter-Version 1.2 zu integrieren – der oben genannte Türschlossstatus ist ein Teil davon. Das bedeutet: Die Plattformen hinken zum Teil ein Jahr hinterher.

Dabei sind einige Anbieter schneller als andere. Samsung SmartThings hält sich seit April 2025 an die Vorgaben der Matter-Version 1.4, kann also etwa mit PV-Anlagen und Wärmepumpen umgehen sowie Energielasten steuern. Die mit Samsungs Software gekoppelte Technik lässt sich aber in keine andere Matter-Steuerplattform übernehmen, denn dort wird sie ja nicht unterstützt. Das verwässert die Idee eines universellen Standards.

Generell gilt: Welche Gerätekategorien und Funktionen der Matter-Welt die Plattformen unterstützen, entscheiden sie selbst. Selbst wenn sich ein Gerät von zwei Plattformen ansprechen lässt, ist nicht garantiert, dass alle Tastenkommandos oder Sensorwerte des Geräts in beiden Bedienoberflächen verfügbar sind.

Auch sonst ist das Zusammenspiel zwischen den Tech-Riesen hakelig, weil bisherige Alleingänge das Multi-Admin-Feature aushöhlen. Für die Übernahme von Geräten von einer zur anderen Plattform hat jede ihre eigene Bedienlogik, an die man sich – wie gehabt – gewöhnen muss. Mal regeln QR-Codes, mal Zahlencodes den Handschlag.

Zudem kann man bislang immer nur ein Gerät auf einmal etwa von Apple zu Amazon, zu Google, zu Samsung und umgekehrt durchreichen. Seit Matter 1.4 lässt sich zwar auch eine Generalerlaubnis ausstellen, die einen ganzen Rutsch aktueller und

Die Evolution von Matter			
Version ¹	1.0	1.2	1.3
Erscheinungsdatum	4. Oktober 2022	23. Oktober 2023	18. Mai 2024
Gerätekategorien	Licht (Lampen und Schalter), Strom (Steckdosen und Schalter), Heizung/Klima (Thermostate und Regler), Beschattung (Jalousien, Rollläden), Sensoren (Bewegung und Öffnung), Türschlösser (Smart Locks), Media-Player (für Streaming), Bridges (für Zigbee, Z-Wave etc.)	Kühlschränke, Geschirrspüler, Waschmaschinen, Luftreiniger, Raumklimageräte, Saugroboter, Ventilatoren, Luftqualitäts-sensoren, Rauch- und Kohlenmonoxid-Alarm	Energieverbrauchsmessung, E-Auto-Ladestationen, Wassermanagement, Mikrowellenöfen, Backöfen und Herde, elektrische (Induktions-)Kochfelder, Dunstabzugshauben, Wäschetrockner
weitere Funktionen		Schließzustand von Fallen-Schlössern (Tür entriegeln, ohne Falle zu ziehen)	Szenen (Gruppensteuerung mit definiertem Betriebszustand), Matter-Casting (Mirroring und Pushnachrichten-Anzeige auf Displays) ²
¹ Version v1.1 vom Mai 2023 war ein Wartungsupdate, das nur Fehler behob. ² Die Grundfunktion des Display-Mirrorings stellte Amazon außer der Reihe auf der CES 2024 vor. Quelle: www.matter-smarthome.de			

später installierte Geräte automatisch hinzufügt. Aber noch keine Plattform nutzt diese Option.

Darüber hinaus ist nicht garantiert, dass bei einer Übernahme vorhandener Geräte die Zielplattform die zuvor zugeordneten Gerätenamen und Räume akzeptiert. Im Zweifelsfall legt man beides erneut fest – so, als würde man jede Komponente zum ersten Mal einrichten. Damit macht Multi-Admin kaum etwas einfacher als zuvor.

Wer Geräte via Matter verknüpfen will – ob nun auf einer Plattform oder auf mehreren parallel – sollte die Erwartungen auf Grundlegendes reduzieren. Nur eher Banales wie das Ein- und Ausschalten von Lichtern, Zwischensteckern und Rollomotoren sowie das Abrufen einfacher Sensorzustände etwa für „Bewegung“ und „Auf oder Zu“ funktioniert inzwischen auf allen Plattformen verlässlich und auf vergleichbare Weise. Das ist wahrlich kein Ruhmesblatt, denn diese Fähigkeiten beherrscht der Standard seit der 1.0-Premiere 2022.

Wie oben angesprochen, geht der Funktionsumfang je nach Plattform darüber hinaus. Doch die Tech-Riesen Apple, Amazon, Google und Samsung kommunizieren nur lückenhaft, welche Rosinen sie sich aus dem Matter-Kuchen picken. Von wenigen Ausnahmen wie Eve abgesehen, listen auch die Gerätehersteller selten auf, welche Funktionen ihre Produkte mit der jeweiligen Software können.

Ob man Talente, die neuere Matter-Versionen nachliefern, mit der bereits gekauften Technik nutzen kann, bleibt ungewiss. So manche No-Name-Anbieter günstiger Zwischenstecker aktualisiert die Firmware nicht auf Matter 1.3, liefert also nicht die Fähigkeit zur Stromverbrauchsvermessung nach. Auch Markenhersteller lassen die Produktpflege schleifen.

Die Firmen sparen sich die Updates nicht zuletzt deshalb, weil sie ihre Geräte bisher vor dem Aufspielen neuer Firmware bei der CSA kostspielig und zeitraubend re-zertifizieren lassen müssen – egal, ob neue Matter-Funktionen hinzukommen oder der Hersteller nur Fehler ausbessert. Zur Technikmesse CES im Januar 2025 hat die CSA zwei neue Verfahren angekündigt, die den Check ähnlicher oder bereits zertifizierter Produkte beschleunigen und vergünstigen soll.

Inwiefern man dadurch erkennbar häufiger aktualisierte Technik erwarten kann, bleibt abzuwarten. Es ist für sie von außen auch schwer zu prüfen. Die verwendete Matter-Version schreiben Plattformanbieter und Gerätehersteller selten ins Datenblatt oder auf die Verpackung. Ein Matter-Logo war und

ist daher kein Freifahrtschein, dass ein Gerät auf der Wunschplattform alles kann, was der Standard bietet.

Ihr eigenes Süppchen kochen die Matter-Plattformen zudem beim Spannen von Thread-Netzen, sodass man das Potenzial der vermaschten Netzwerktechnik in einem Matter-Setup noch nicht ausschöpfen kann. Die großen Anbieter verweben ihre Netze bisher nicht gegenseitig. Neue Regeln des Thread-Standards 1.4 und die von Matter geschaffene Produktkategorie HRAP (Home Router and Access Points) sollen das Teilen der nötigen Credentials erleichtern. Bisher ist beides nicht in der Praxis angekommen. Deshalb vermeidet man weiterhin Funklöcher am zuverlässigsten, indem man bei der Hardware auf eine Plattform setzt.

Neuer Standard, neue Ärgernisse

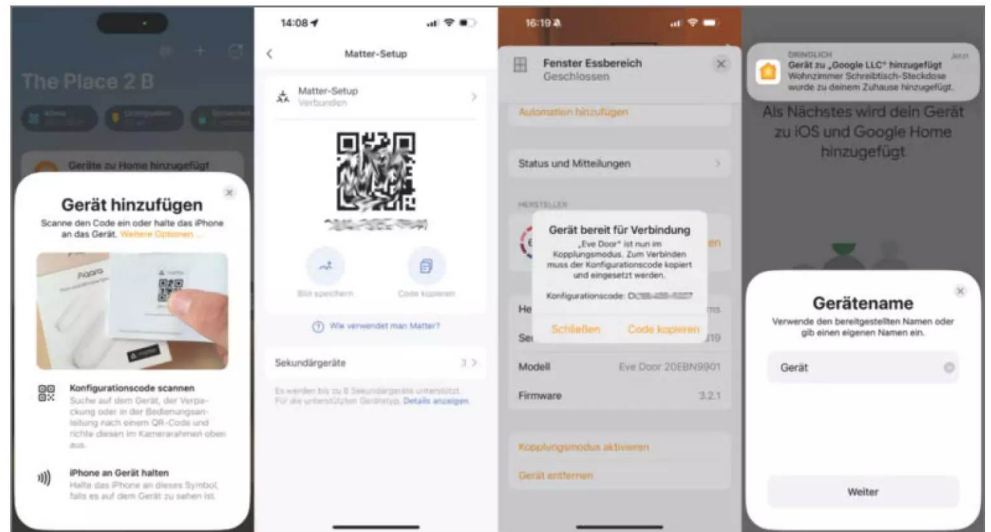
Der Smart-Home-Idylle mit Matter stehen weitere Hindernisse im Weg, die man auch bei bisherigen Vereinigungsversuchen von Standards kennt. Den Wildwuchs an Schaltzentralen und Apps bündigt auch dieser neue Anlauf in der Praxis bisher nicht. Wer Bestandsgeräte über Bridges koppeln muss, weil die Komponenten sonst nicht mit Matter funken, braucht weiterhin so viele Vermittlungsstellen wie zuvor – für jeden Gerätehersteller eine eigene.

Da Matter-Bridges selten auch gleichzeitig als Matter-Controller fungieren, braucht man für letztere Funktion ebenfalls separate Schaltkästen – und zwar gleichfalls für jede Plattform, wenn man Apple, Amazon und so weiter parallel einsetzt. Wer sich Stellplatz sparen will, bleibt schon aus diesem Grund bei einer Matter-Plattform.

Wer auf einen Offline-Betrieb Wert legt, für den sind Amazon, Google oder Samsung nicht die erste Wahl. Auch nach der Einführung von Matter sind Amazon, Google und Samsung nicht von ihrem Cloud-Fokus abgekehrt. Ihre Bedienoberflächen können Geräte manuell nur schalten, solange sie mit dem Internet verbunden sind. Wenn-Dann-Regeln führt einzig Samsung auch ohne Hilfe eines Web-servers aus. Apple Home hingegen bietet seit jeher einen Offlinebetrieb für manuelle und automatische Schaltungen. Regeln müssen nur einmalig per Cloud synchronisiert werden.

Das einzig Lokale bei Amazon und Google ist die Kopplung von Zubehör. Die vorherige Einrichtung von App und Cloud des Geräteherstellers kann man sich dadurch immerhin sparen, sofern man dessen Exklusivfunktionen nicht braucht. Nur werden Kom-

Matter-Geräte koppelt man mittels gedruckter oder in der Hersteller-App angezeigter Codes. Einmal zu einer Plattform wie Apple Home hinzugefügt, kann man sie von dort an andere Plattformen (wie die von Google) durchreichen.



ponenten eben oft gerade wegen exklusiver Funktionen angeschafft.

Die Praxis zeigt: die meisten Hersteller-Apps bieten viel mehr Funktionen als die Matter-Apps für die gleiche Gerätekategorie. Der Anreiz sie nutzen, ist nicht geringer geworden. Sie können womöglich in einem Ordner an einer weniger prominenten Stelle des Homescreens verschwinden, sofern man sie selten braucht. Aber ein Ende bereitet Matter dem Wildwuchs für Smart-Home-Apps vorerst keinesfalls.

Matter-Setup mit Apple Home

Weil Matter wegen der größeren Geräteauswahl bislang nur für Apple-Home-Nutzer überhaupt ein Schritt nach vorne ist, schauen wir uns Matter nachfolgend einmal im Praxistest aus deren Sicht an. Sind Aspekte auch auf das Zusammenspiel von Matter mit anderen Smart-Home-Ökosystemen übertragbar, weisen wir darauf hin.

Wer Apple als Matter-Plattform wählt, braucht für den Zugriff auf die Home-App ein iPhone oder iPad mit iOS respektive iPadOS 16.4. Das Betriebssystem läuft auch auf betagten Geräten aus 2017. Android bleibt aber außen vor. Als Controller dienen alle HomePod-Varianten und einige Apple-TV-Boxen (siehe Tabelle „Matter-Controller“). Wichtig: Der erste HomePod, ältere Apple TVs sowie die 64-GB-Version des dritten 4K-Modells beherrschen kein Thread.

Wer nicht nur WLAN-Komponenten und -Bridges koppeln will, greift daher besser zur 128-GB-Version. Thread drin oder nicht? Das ist auch bei Amazon, Google und Samsung ein Unterscheidungsmerkmal.

Matter-Geräte fügt man via QR-Code oder Zahlenfolge in Apple Home hinzu. Im Konfigurationsbildschirm fotografiert man den Code ab oder tippt die Ziffern ein. Gibt es keine gedruckten Codes, blendet die Hersteller-App sie ein. Mitunter braucht man dann ein zweites Mobilgerät für den Code-Scan. WLAN- und Thread-Geräte haben jeweils einen eigenen Kopplungscode. Komponenten, die an Bridges hängen, reicht man gebündelt durch, indem man nur die Bridge autorisiert.

Beim Erstkontakt sortiert man jedes Gerät in einen Raum im Apple-Zuhause. Später via Hersteller-App an der Bridge angelegtes Zubehör fügt Apple automatisch dem Raum der Bridge zu – ohne erneute Code-Abfrage. Bei Amazon, Google und Samsung ist das Anmeldeprozedere per Code-Abfrage ähnlich gestrickt.

Matter-Geräte koppelt man mittels gedruckter oder in der Hersteller-App angezeigter Codes. Einmal zu einer Plattform wie Apple Home hinzugefügt, kann man sie von dort an andere Plattformen (wie die von Google) durchreichen.

Anschließend unterscheiden sich die Matter-Komponenten in der Bedienung nicht von anderen HomeKit-Geräten aus der Vor-Matter-Ära. Man kann

Matter-Controller		
Marke und Gerät	Matter over Wi-Fi / Matter over Bridge	Matter over Thread
Amazon (Auswahl)		
Echo 4	✓	✓
Echo Dot 5	✓	–
Echo Hub	✓	✓
Echo Pop	✓	–
Echo Show 5 (3. Gen.)	✓	–
Echo Show 8 (3. Gen.)	✓	–
Echo Show 10 (3. Gen.)	✓	✓
Echo Show 15	✓	–
Echo Studio	✓	✓
Apple		
Apple TV HD	✓	–
Apple TV 4K (1. Gen.)	✓	–
Apple TV 4K (2. Gen.)	✓	✓
Apple TV 4K (3. Gen., 64 GByte)	✓	–
Apple TV 4K (3. Gen., 128 GByte)	✓	✓
HomePod (1. Gen.)	✓	–
HomePod (2. Gen.)	✓	✓
HomePod mini	✓	✓
Google		
Google Home	✓	–
Home Mini	✓	–
Nest Audio	✓	–
Nest Mini	✓	–
Nest Hub (1. Gen.)	✓	✓
Nest Hub (2. Gen.)	✓	✓
Nest Hub Max	✓	✓
Nest Wifi	✓	✓
Nest Wifi Pro	✓	✓
Google TV Streamer	✓	✓
Samsung		
SmartThings Hub v2	✓	–
SmartThings Hub v3 (Aeotec)	✓	✓
Quelle: Eve Systems, eigene Recherche		

sie manuell oder in Gruppen schalten, automatisieren und per Sprachbefehl steuern – es gibt keinen Unterschied zwischen Matter und HomeKit.

Matter-Zubehör im Praxiseinsatz

Auf der Suche nach passendem Matter-Zubehör wählt man sich durch Kompatibilitätslisten der Her-

steller. Ein offizielles, praxisnahes Verzeichnis fehlt unverändert. Die Übersicht zertifizierter Geräte der CSA ist keine Hilfe, weil sie nichts über deren Verfügbarkeit im Handel aussagt. Die umfassendste Orientierungshilfe bietet die Webseite des Journalisten Frank-Oliver Grün (siehe ct.de/wj5s).

Für den Praxistests wählten wir Komponenten von AVM, Govee, Roborock, SwitchBot, TP-Link und Wiz, da die Hersteller erst seit der Matter-Einführung Apple Home offiziell beziehungsweise in nennenswertem Umfang unterstützen. Mit Geräten von Aqara, Meross, Nanoleaf und Philips Hue verglichen wir zudem Unterschiede zur Kopplung per HomeKit-Schnittstelle. Am Beispiel von Nuki und Tado ergründen wir, inwiefern Matter-Controller Aufgaben von Hersteller-Bridges übernehmen.

Die Stabilität des Setups erwies sich im Langzeittest als schwankend. Über weite Strecken verhielten sich die Geräte erwartungsgemäß. Es blieb aber wie auch bei früheren Stichproben dabei, dass ein Matter-Gerät hin und wieder die Verbindung verlor oder das Netzwerk instabil wurde. Ein Neustart der Geräte schaffte schnelle Abhilfe.

Zum Teil gravierendere Probleme verursachte der Wechsel zu iOS 18.4 und den entsprechenden Betriebssystemversionen anderer Apple-Hardware. Es führte eine neue HomeKit-Architektur ein. Als Nebenwirkung entfernte es einen ganzen Schwung Matter-Komponenten dauerhaft und sorgte für Schließprobleme mit einem Smart Lock. Seit der Version 18.5 sowie Firmware-Updates der Hersteller hat sich der Zustand wieder normalisiert.

Stärker noch als etwaiges Troubleshooting beschäftigte uns jedoch die Planung des Setups. Lückenhaft umgestellte Produktsortimente sowie mehrere verfügbare Funkstandards und Bridge-Varianten verkomplizieren den Auswahlprozess.

Bei AVM, Aqara, Philips Hue, SwitchBot und TP-Link rücken Fragen um den Bridge-Einsatz in den Vordergrund. AVM bietet Matter vorerst einzig mittels eines extra zu kaufenden Smart-Home-Gateways für DECT- und ZigBee-Geräte an. Auf einer Fritzbox läuft Matter bisher nicht. Das Gateway schleust diverse mit DECT-ULE funkenden Heizkörperthermostate, Steckdosen und Kontaktsensoren von AVM und Telekom Magenta durch. Zudem akzeptiert es viele ZigBee-Geräte etwa von Philips Hue und Ikea. Im Test reichte das Gateway die Komponenten problemlos an Apple Home durch und Schaltbefehle aus der Gegenrichtung zurück. Ein Freak-Unfall sorgte zwischenzeitlich dafür, dass Geräte aus der Home-App verschwanden, nachdem wir sie zusätzlich zu

Dank Matter-Kompatibilität von AVM lassen sich Fritz!DECT-Steckdosen erstmals offiziell zu Apple Home hinzufügen. Als Bindeglied dient das Smart-Home-Gateway der Fritz-Reihe.

Berti Kolbow/Lehradt



den Matter-Plattformen von Amazon, Google und Samsung hinzugefügt hatten. Die aufwendige Ursachenforschung von AVM ergab: Ein von uns definierter Gerätenamen zählte 34 Buchstaben, Matter akzeptiert aber nur 31 – eine bis dahin unbekannte Grenze, deren Übertritt das System stottern ließ. Ein kürzerer Name und schon flutschte wieder alles, was zeigt, wie komplex und fehleranfällig der Unterbau des Matter-Standards noch ist.

Die Auswahl der SwitchBot-Produkte macht keine Mühe, nahezu alle verstehen Matter. Ein Highlight ist ein Matter-kompatibler Standventilator, noch eine Rarität in der Smart-Home-Welt. Enge Grenzen für ein Matter-Setup mit SwitchBot setzen zwei von drei WLAN-Brücken des Herstellers, die im Test die Schaltsignale an Bluetooth-Vorhangmotoren durchreichten. Nur vier (Hub mini) oder acht (Hub 2) Matter-Geräte können sie managen. Es ist aber möglich, die Zahl mit einem weiteren Hub zu erhöhen. Der neue Hub 3 schafft immerhin 30 Geräte, erreichte uns aber nicht rechtzeitig zum Test.

TP-Link bietet einige Steckdosen, LED-Birnen, Sensoren und Schalter an. Der im Test verwendete Zwischenstecker P110M kommuniziert dank WLAN direkt mit dem Heimnetz. Der Bewegungssensor T100 sowie der Temperatur- und Feuchtesensor T315 setzen wegen des proprietären Funkprotokolls hingegen den Tapo Hub 200 oder 500 als Matter-Bridge voraus.

Aqara nutzt ebenfalls zwei Funkstandards: Die wenigen Thread-Geräte sind direkt mit einem Apple

Home Hub koppelbar, ZigBee-Modelle brauchen eine von sieben Schaltkisten oder Sicherheitskameras, die als Matter-Bridge geeignet sind. Als Spezialität kann man per Aqara-App nicht nur einzelne Geräte, sondern auch Gruppenschaltungen oder bestimmte Sensormessungen wie ein von einer Kamera erkanntes Gesicht an Matter-Apps durchreichen. Dort sind sie als Auslöser oder Aktionsziel von Wenn-Dann-Regeln verfügbar. Aqara bewirbt die Eigenlösung als Advanced Matter Bridging.

Nur vereinzelte Aqara-Produkte sind nicht oder nicht mit allen Funktionen Matter-fähig, darunter ein Luftqualitätssensor. Diese lassen sich aber weiterhin per HomeKit anbinden. Aktiviert man beide Kopplungsmethoden, erzeugt dies jedoch Doppelinträge in Apple Home. Vermeiden lässt sich das nur, wenn man alles auf zwei Hubs verteilt oder durchweg bei HomeKit bleibt. Funktional ist letzteres bisher kein Nachteil.

Bei Philips Hue gibt es nur einen Anlass, das HomeKit-fähige ZigBee-Gateway zu Matter zu migrieren: Die Apple-Software akzeptiert dann markenfremde, günstigere Leuchtmittel, die mit der Hue Bridge gekoppelt sind. Bei den anderen Matter-Plattformen ging das schon immer. Für einen sauberen Wechsel entfernt man alle Geräte aus Apple Home und lernt sie neu an. Sonst drohen wie bei Aqara Dubletten.

Govee und Nanoleaf bieten noch wenige, Wiz hingegen schon sehr viele Matter-Lichter. Die für den

Tados Umstellung auf Matter



Nico Juran

Tados Mail vom Mai 2024 mit dem Betreff „Einführung von tado X“ stimmte mich zunächst positiv. Immerhin kündigte das Unternehmen im ersten Absatz das an, worauf ich schon gewartet hatte: Die Unterstützung des Kommunikationsstandards Matter, der endlich die direkte

Verbindung der Tado-Thermostate mit Smart-Home-Plattformen wie Alexa, Apple Home oder Google Home ermöglicht.

Bislang ließen sich die Tado-Geräte nur über Umwege mit anderen Systemen verbinden. Dabei ist die Kombination mit Fremdkomponenten sinnvoll, da Tado selbst zum Beispiel keine Sensoren anbietet, um zuverlässig zu prüfen, ob gerade ein Fenster in einem Zimmer geöffnet ist und man „für draußen“ heizt. Meine Sensoren sind aktuell über einen Skill mit Alexa verknüpft, die so auch Kontakt zur Tado-Plattform herstellt.

Stutzig machte mich nur, dass Tado ankündigte, gleich eine neue Produktreihe einzuführen. Ich war davon ausgegangen, dass das Unternehmen für mein aktuelles System „Tado V3+“ eine überarbeitete Internet-Bridge herausbringen würde, die die Verbindung zwischen meinen alten Thermostaten und Matter herstellt.

Im zweiten Absatz der Mail folgte die Ernüchterung: „Um Enttäuschungen oder Missverständnisse zu vermeiden, möchten wir dich darüber informieren, dass dein modulierendes Heizsystem leider nicht mit der tado X Produktlinie kompatibel ist“, musste ich dort lesen. Das heißt, Tado bringt eine neue Bridge heraus, die mit meinen alten Thermostaten nichts anfangen kann. Und die neuen Tado-X-Thermostate arbeiten auch nicht mit meiner Bridge zusammen: Die Kommunikation läuft beim

neuen Set über Thread, während die bisherigen Geräte über ein proprietäres Funkprotokoll miteinander sprechen.

Versperrter Weg

Das Problem liegt bei mir aber tiefer: Ich bin schon deshalb mit meinen Tado-Thermostaten nicht völlig zufrieden, weil ich gefühlt jedem Thermostat zu jeder Heizsaison einen neuen Satz Batterien spendieren muss. Daran haben nach meiner Erfahrung auch Firmware-Updates und die neueste Gerätegeneration V3+ nur wenig geändert.

Hinzu kommt, dass ich schon durch bloße Nutzung drei Thermostate verschlissen habe: Im Laufe der Zeit nahmen deren Drehräder einfach keine Befehle mehr entgegen, irgendwann schraubte ich mich förmlich tot, ohne dass etwas passierte. Mein Workaround besteht nun darin, Heizkörperthermostaten über einen zusätzlichen Tado-Wandthermostat „fernzusteuern“.

An dieser Stelle dürften Sie sich fragen, warum ich nicht schon lange auf ein anderes System umgestiegen bin. Tja, leider bin ich als Mieter mit einer älteren Vaillant-Therme geschlagen, die selbst dann krampfhaft die Wassertemperatur hält, wenn alle Heizungen heruntergedreht sind. Das kostet Geld und führt zudem dazu, dass das Gerät auch nachts vor sich hin blubbert. Immerhin hat sie aber einen Anschluss, um sich von einem externen Controller steuern zu lassen. Ebendiese Aufgabe übernimmt der sogenannte Funkempfänger von Tado. Er fährt die Therme je nach Bedarf hoch und runter, was super funktioniert. Und leider habe ich bislang kein Konkurrenzsystem gefunden, das eine solche Thermensteuerung bietet.

Aussichten

Insofern wäre ich durchaus bereit, in den sauren Apfel zu beißen und mein Set komplett durch Tado X zu ersetzen – in der

Test verwendeten WLAN-Streifen und -Birnen von Govee und Wiz brauchen keine Bridge. Nanoleaf verwendet bei aktuellen Produkten WLAN, bei Auslaufmodellen zum Teil Thread. Von letzterem Funkprotokoll verabschiedet sich der Hersteller, weil ein großer Teil dessen Kundschaft es störte, dass nicht alle Matter-Controller dafür infrage kommen. Im Test

nutzten wir einen HomePod 2 als Heimnetzkontakt. Im Einsatz bemerkten wir keinen Unterschied zu den HomeKit-fähigen WLAN-Leuchtmitteln der Marke. Das Gleiche gilt für den Matter-Zwischenstecker MSS315 von Meross.

Bei Nuki kommen Smart Locks der vierten und fünften Generation, bei Tado die X-Heizthermostate

Hoffnung, dass die neuen Thermostate auch langlebiger und energiesparender arbeiten. Anfangs war dies aber nicht möglich: Die Firma bot bei Tado X keinen Funkempfänger für Thermen mehr an, sondern nur noch einen „Optimierer“ für Wärmepumpen. So hing ich nun auf dem alten Tado-System fest.

Mittlerweile scheint das Unternehmen aber ein Einsehen gehabt zu haben. Jedenfalls ist auf der Tado-Website nun nachzulesen, dass auch eine Steuerung von Thermen möglich sei. Mein Vaillant-Oldie ist dort allerdings nicht aufgeführt, weshalb bei Redaktionsschluss noch die Recherche lief, ob ich werde umsteigen können oder nicht.

Bild: Tado

Dass bisherige Tado-Heizsystem zeichnete aus, dass es eine Therme steuern konnte. Die dafür notwendige Komponente bietet Tado beim Matter-fähigen Nachfolger Tado X aber nicht mehr an.



Website rund um Matter mit Gerätelisten

ct.de/wjjs

infrage. Nur sie verstehen Thread und nutzen Apple-Hardware als Border Router. Das Besondere: Parallel zu Apple Home bleiben die Geräte per Hersteller-App bedienbar. Die Thread-WLAN-Bridge von Tado spart man sich oder platziert sie als Thread-Repeater in Funklöchern. Bei Nukis Standard-Schlossmodellen wird die WLAN-Bridge der Marke überflüssig. Die

Pro-Versionen brauchen sowieso keine, sparen aber Akkulaufzeit, wenn man das interne stromhungrige WLAN zugunsten des genügsameren Thread abschaltet.

Als einer der ersten Saugroboter lässt sich der Saros Z70 von Roborock via Matter-Standard in Apple Home einbinden. Der HomeKit-Verbindungsweg versteht sich nicht mit Robotern. Andere Plattformen wie Alexa und Google konnten hingegen schon vor der Matter-Ära mit den Produkten umgehen. Insofern ist Matter ausschließlich für Apple-Fans des robotischen Bodenputzes ein Mehrwert. Der Z70 ließ sich im Test reibungslos mit Apple Home koppeln. Der Funktionsumfang enthält Grundlegendes wie Starten, Stoppen, Raumauswahl, Wechsel zwischen Saugen und Wischen oder einer Kombi von beidem. Alles klappte im Test. Es fehlt hingegen etwa die KI-gestützte Vollautomatik beim Putzen und der Kartengrundriss des Zuhauses. Die Roborock-App bleibt daher weiter die Hauptanlaufstelle, verschwindet nicht vom Smartphone. Im Unterschied dazu ermöglicht der Einsatz der Apple-App jedoch kreative Automationen, etwa Putzeinsätze, die an die Anwesenheit gekoppelt sind. Dann beginnt der Bot das lärmende Saugen nur, wenn man das Haus verlassen hat.

Fazit

Geräte via Matter zu koppeln und zu bedienen klappte im Test überwiegend reibungslos. Aber die Anreize, sich deswegen von bewährten Anschlusswegen abzuwenden, sind praktisch nur bei Apple Home gegeben. Dort lockt die vergrößerte Auswahl an Anbietern. Doch die Recherche nach kompatiblen Produkten nervt wegen vieler Ausnahmen bei Apples Plattform genauso wie bei den anderen. Das Offline-Talent von Matter ist vor allem bei Amazon und Google schwach ausgeprägt. Ohne Internet geht dort wenig. Die Harmonie zwischen Amazon, Apple und Google sowie Samsung ist ausbaufähig.

Am besten fährt man, wenn man sich für eines der Ökosysteme entscheidet. Damit bleibt drei Jahre nach dem Matter-Start fast alles so wie zuvor. Es besteht Hoffnung, dass der Standard mit der Zeit mehr Erwartungen erfüllt als bisher. Er ist noch jung, andere heute übliche Standards wie Wi-Fi und USB brauchten auch viele Jahre, bis sie alltagstauglich waren. Dass das so kommt, erfordert jedoch einen Vertrauensvorschuss, der sich angesichts einiger gescheiterter Einigungsversuche im Smart Home nicht garantiert auszahlt. (nij) **ct**

Wie Raspis das Smart Home bereichern

Jedes Smart Home ist anders und Fertiglösungen von der Stange werden dem nicht immer gerecht. Mit einem oder mehreren Raspis sparen Sie nicht nur Geld, sondern setzen auch coole Projekte um, die datenschutzfreundlich arbeiten und weitreichend konfigurierbar sind. Der Bastelspaß ist dabei stets inklusive.

Von **Peter Siering**

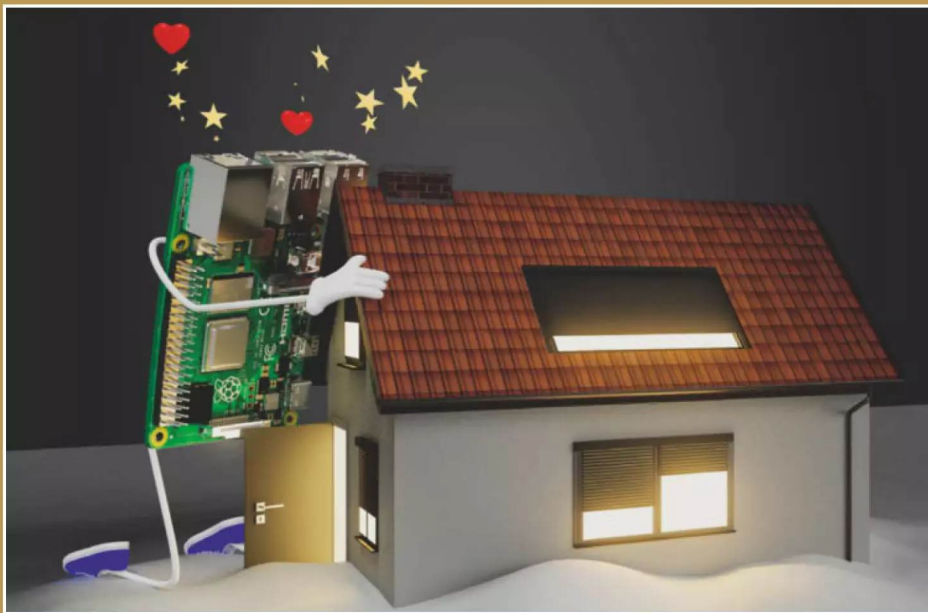


Bild: Andreas Martini

Wie Raspis das Smart Home bereichern	142
Taupunktlüftungsanlage fürs Haus	144
Überwachungskamera ohne Cloud, mit KI	154
Homebridge: HomeKit ohne Apple	162
Daten sammeln, verteilen & visualisieren	164

Mannigfaltige Aufgaben gibt es im Smart Home: Lampen steuern, die Heizung regeln, die Waschmaschine loslaufen lassen und so weiter. Hinter den Kulissen heißt das: Messwerte sammeln, Gerätschaften schalten, Verbindungen zwischen selbigen herstellen und daraus Aufgaben ableiten, Verlaufsdaten sammeln, Bedienoberflächen bereitstellen und Brücken zwischen verschiedenen Techniken bauen. Mitglieder der Raspi-Familie können an jeder Stelle helfen.

Der Artikel ab Seite 144 zeigt unter anderem, wie die Pico-Familie dank ESPHome-Firmware gemeinsam mit regulären Raspis glänzen kann. Dass ein moderner Raspi mit passender Erweiterung lokale KI-Modelle ausführen kann, um so Objekte in einem Videodatenstrom zu erkennen, demonstriert der Artikel ab Seite 154.

Hausmeister

Als Basis fürs Smart Home brauchen Sie eine Zentrale, die alle Fäden zusammenhält. Welcher Ansatz passt, hängt von den Anforderungen ab und vor allem von dem Gerätezoo, den Sie verwenden wollen. Ein weiteres wichtiges Kriterium ergibt sich daraus, wie sehr sie sich in die Abhängigkeit zu einem Hersteller und dessen Clouddiensten begeben wollen. Die folgend vorgestellten Open-Source-Lösungen helfen oft, die Klauen fragwürdiger Anbieter zu meiden.

ioBroker, Home Assistant (siehe dazu auch S. 98) und openHAB schreiben sich das Automatisieren und die Visualisierung des smarten Zuhauses auf die Fahnen. Sie enthalten eigene Verfahren zum Gestalten der Oberfläche und zum Beschreiben von Aktionen. Alle kennen eigene Apps für Mobilgeräte zum Steuern der Geräte. Die Möglichkeiten für einen Zugriff aus der Ferne, etwa um die Heizung hochzufahren, variieren von selbstgestrickten Portfreigaben über einen VPN-Zugang zu speziellen Clouddiensten.

Homebridge (siehe dazu auch S. 162) vergrößert die Welt von Apples Heimautomatisierung (Home oder Home Kit genannt) schlagartig um eine Vielzahl von Geräten. Es schlägt eine Brücke zu nicht offiziell von Apple zertifizierten Gerätschaften und ist eher im Backend des Smart Home anzusiedeln, sprich seine Weboberfläche dient zum Verwalten des Gerätebestands, nicht aber zum Steuern. Die erledigt man wie für zertifiziertes Gerät mit den macOS- und iOS-Apps. Die bieten in Grenzen auch Automatisierungen an und sind auch aus dem Internet zugänglich, wenn ein Homepod oder iPad im lokalen Netz

aktiv ist – dann allerdings mithilfe der Apple-Cloud. Alle bedienen sich eines eigenen Konzepts für Erweiterungen, die mal Plug-ins, mal Add-ons heißen. Die Erweiterungen rüsten einzelne Funktionen nach oder binden Geräte eines bestimmten Typs an. Oft unterscheiden die Projekte offizielle Erweiterungen und solche, die aus der Community stammen. Erweiterungen gehen gern mal bei größeren Updates der Plattform kaputt. Bei Entwicklungen aus der Community muss man oft höhere Hürden für die Inbetriebnahme meistern.

Erweiterungen schlagen auch Brücken zwischen verschiedenen Standards. Viele Plattformen können ihnen bekannte Geräte per eigener HomeKit-Brücke auch für die Apple-Welt exportieren. Nötigenfalls helfen weitere Dienste, zum Beispiel Zigbee2MQTT, das Zigbee-Geräte wie Philips Hue und Ikea Tradfri aus der Herstellercloud holt und über einen lokal betriebenen MQTT-Server steuerbar macht (siehe auch S. 106), oder NodeRed, das Daten konvertiert und exportiert oder MQTT-Topics bei Bedarf umschreibt (siehe auch S. 164).

Auch wenn die Aufgaben und Lösungen sich ähneln, so hat doch jede dieser Smart Home-Blasen ihre eigenen Begrifflichkeiten und Regeln. Bis man mitreden kann und die passenden Suchbegriffe kennt, vergeht einige Zeit.

Einsteiger sollten auch wissen: Nichts hält länger als ein solides Rasperium. Und ein Smart Home ist immer auch ein Tamagotchi-Zoo: Batterien wollen getauscht werden, Firmware sollte aktualisiert werden, die Software der Zentrale verlangt ebenfalls nach Updates. Die einzuspielen, empfiehlt sich schon deshalb, weil Sie so sicherstellen, dass die auch neuartige, später ergänzte Geräte überhaupt zu benutzen weiß.

Die Pflege braucht Strategien. Wenn wegen automatisch eingespielter Updates plötzlich die Mitbewohner das Licht nicht mehr einschalten können, hängt schnell der Haussegen schief. Oft ist etwa bei Update-Aussetzern Hilfe nicht weit. In den Bug-Trackern der Projekte finden sich binnen Stunden Hilfen. Den Aufwand und solche Notfalleinsätze sollte man indes bei der Planung des eigenen Smart Home einkalkulieren. Das alles ist aber kein Grund, sich ins Bockshorn jagen zu lassen. Sie gewinnen viel Freiheit: Sie müssen Ihre Daten keinem Clouddienst anvertrauen. Sie dürfen smarte Gerätschaften verschiedener Provenienz beliebig mischen. Sie können Funktionen realisieren, die es als kommerzielles Produkt gar nicht gibt. Das wiegt etwaige Minnendienste an der Technik locker auf. (ps) **ct**



Taupunktlüftungs- anlage für's Haus

Wenn die Luftfeuchtigkeit an Wänden oder Fenstern kondensiert, herrscht Schimmelgefahr. Eine automatische Taupunktlüftungsanlage mit Raspberry Pi hilft Ihnen, besonders im Winter das Raumklima im Griff zu behalten, ohne ständig die Fenster öffnen und schließen zu müssen.

Von **Mirko Dölle**

Richtiges Lüften ist für das Raumklima entscheidend, die feuchte und vergleichsweise warme Luft muss regelmäßig nach draußen befördert und trockene, kältere Luft hineingelassen werden. Andernfalls droht der Wasserdampf an Fenstern oder Außenwänden zu kondensieren, was die

Schimmelbildung fördert. Moderne Niedrigenergiehäuser sind deshalb mit ausgeklügelten Lüftungsanlagen ausgestattet, die den regelmäßigen Luftaustausch übernehmen.

In älteren Häusern muss man sich selbst darum kümmern, die Fenster regelmäßig zu öffnen – und

vor allem auch wieder zu schließen, damit nicht bei schlechtem Wetter feuchte Luft etwa in den Keller gelangt und dort das Schimmelproblem verschärft. Deshalb behält eine kleine Armada aus einem Raspberry Pi, auf dem Home Assistant läuft, und mehreren Raspberry Pi Pico, die mit ESPHome als WLAN-Sensoren arbeiten, die Umgebungsbedingungen außen, im Keller oder Ihrer Wohnung im Blick. Gelüftet wird automatisch dann, wenn die Bedingungen dafür stimmen.

Dazu steuern die Raspis Rohrlüfter, wie sie in Küchen und Badezimmern verbreitet sind und die sich auch nachträglich etwa in Kellerfenster einsetzen lassen. Steht in Ihrem Keller aber schon einen Finger breit Wasser, kann das keine Taupunkt-Lüftungsanlage mehr richten.

Taupunkt als Auslöser

Das Hauptkriterium, den oder die Lüfter einzuschalten, ist der Taupunkt. Dieser berechnet sich aus gemessener Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit und gibt an, ab welcher Temperatur der in der Luft vorhandene Wasserdampf Tröpfchen bildet – etwa an der Fensterscheibe. Der Taupunkt ist ein gutes Indiz dafür, wie viel Wasserdampf sich in der Luft befindet – Luft mit einem niedrigeren Taupunkt enthält weniger Feuchtigkeit als solche mit einem höheren. Eine automatische Steuerung soll deshalb nur dann lüften, wenn der Taupunkt der Außenluft niedriger als der der Innenraumluft ist.

Kabellos glücklich

Um den Verkabelungsaufwand für Sensoren und Steuerung zu reduzieren, haben wir uns für mehrere, per WLAN untereinander vernetzte Raspis entschieden. Die Steuerung soll das äußerst leistungsfähige Smart-Home-System Home Assistant übernehmen. Auf Ihrer Einkaufsliste sollten deshalb ein Raspi 4 oder 5, mindestens zwei Raspberry Pi Pico W für die Sensoren, zwei Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren vom Typ DHT22 oder AM2302 und ein 230-Volt-Relais-Modul oder eine WLAN-Schaltsteckdose stehen. Außerdem benötigen Sie 5-Volt-Netzteile für den Raspi und die Picos.

Beginnen Sie mit der Installation von Home Assistant auf einer MicroSD-Karte. Dies ist mit dem Raspberry Pi Imager schnell erledigt (siehe auch die ausführliche Anleitung ab Seite 98): Modell auswählen – wir empfehlen dafür einen Raspi 4 mit 2 GByte RAM –, Home Assistant OS in der Rubrik „Other

Projektinfo

🎯 Raspberry Pi mit Home Assistant als Taupunkt-Lüftungsanlage mit ESP-Home-Sensoren auf Basis des Raspberry Pi Pico W

📖 Linux-Grundkenntnisse

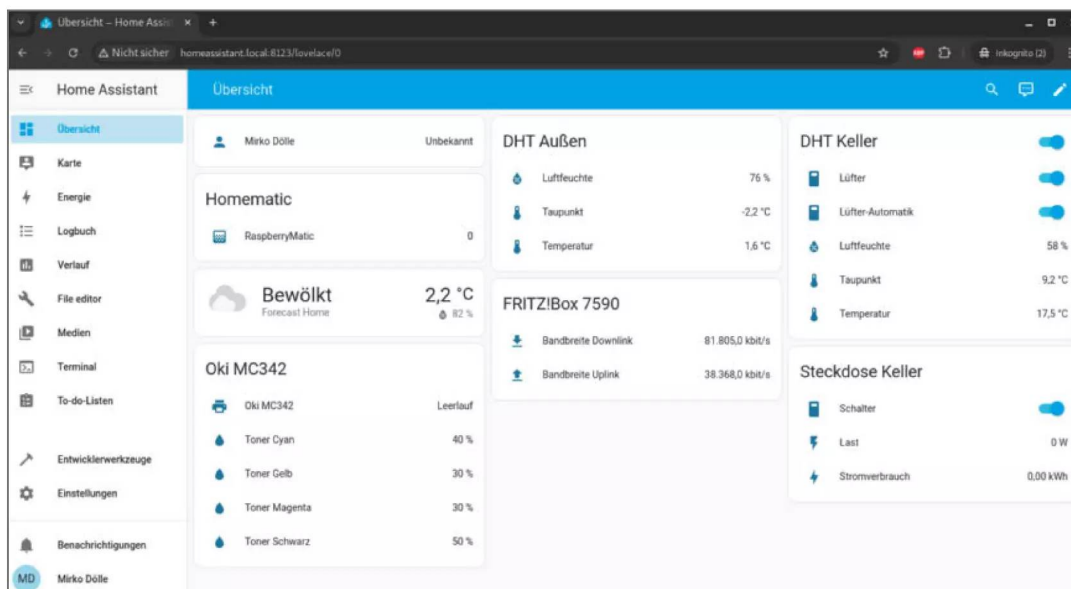
🕒 4 Stunden

💰 ab 80 Euro

🛒 Raspberry Pi 4 mit 2 GByte RAM
Netzteil für Raspi 4
MicroSD-Karte ab 16 GByte
2 Raspberry Pi Pico W
2 Netzteile für Raspi Pico
2 Sensoren DHT22 oder AM2302
Relais-Platine oder WLAN-Schaltsteckdose

Vorsicht bei zusätzlichen Rohrlüftern

Falls Sie zu etwaigen vorhandenen Rohrlüftern weitere installieren, um Keller oder Wohnung zu trocknen, so sollten Sie Ihren Schornsteinfeger um Rat fragen: Pusten Sie zu viel Luft nach draußen, besteht die Gefahr, dass etwa die Gas-Etagenheizung nicht mehr genug Brennluft erhält und deshalb Kohlenmonoxid erzeugt oder gar Abgase durch den Schornstein in die Wohnung gesaugt werden. Ihr Schornsteinfeger kann beurteilen, ob eventuell weitere Zuluftöffnungen erforderlich sind. In jedem Fall raten wir, einen Kohlenmonoxidmelder in der Wohnung zu installieren.



Home Assistant zeigt nicht nur Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Keller an, die universelle Smart-Home-Zentrale behält auch die Internetbandbreite Ihrer Fritzbox und den Tonerstand Ihres Netzwerkdrukkers im Auge.

specific-purpose OS/Home assistants and home automation“ als Betriebssystem auswählen und das System auf die Karte kopieren. Die Ersteinrichtung erfolgt über das Web-Frontend unter der URL <http://homeassistant.local:8123>, das wenige Minuten nach dem ersten Start des Raspi über die Ethernet-Schnittstelle erreichbar ist und erste Statusmeldungen anzeigt. Bis zum Willkommensgruß und dem Start der Konfiguration dauert es allerdings gut 10 bis 15 Minuten. Lassen Sie sich in dieser Zeit nicht von etwaigen Warnungen verunsichern – in den meisten Fällen ist der erste Start dennoch erfolgreich. Erst wenn Sie nach über 20 Minuten noch immer nicht willkommen geheißen werden, sollten Sie einen Blick auf die Warnungen oder in die Log-Dateien im Web-Frontend werfen.

Los geht es mit einem Klick auf „Mein Smarthome erstellen“, woraufhin Sie Name, Benutzername und Passwort für den Administratorzugang festlegen müssen. Die anschließende Abfrage Ihrer genauen Wohnadresse legt den Heimbereich fest. Das kann später für Automatisierungen praktisch sein, etwa um eine Außenleuchte bereits einzuschalten, wenn sich Ihr Smartphone dem Heimbereich nähert. Einen Missbrauch der Daten müssen Sie nicht fürchten, denn Sie können im darauffolgenden Dialog genau festlegen, ob und welche statistischen oder Diagnosedaten an die Entwickler weitergegeben werden.

Zum Abschluss gibt Ihnen Home Assistant einen Überblick, welche unterstützten Geräte der Netzwerksan bereits gefunden hat. Mit einem Klick auf „Fertig“ gelangen Sie zum – noch nahezu leeren – Dashboard, zu Deutsch „Übersicht“ im Navigationsmenü auf der linken Seite.

Ebenfalls in der Navigationsleiste finden Sie etwaige Benachrichtigungen, etwa über verfügbare (Firmware-)Updates oder eben über Geräte, die Home Assistant automatisch gefunden hat. Alternativ finden Sie diese auch unter „Einstellungen/ Geräte und Dienste“. So hat Home Assistant zum Beispiel eine sogenannte Integration für die Fritzbox, über die Sie sich die verfügbare DSL-Bandbreite im Dashboard von Home Assistant anzeigen lassen können. Über die IPP-Integration kommen Sie an Druckerdaten wie den Tonerstand Ihres Netzwerkdrukkers heran.

Smart-Home-Sensoren

Um die Raspberry Pi Pico W als drahtlose Umweltsensoren einzubinden, benötigen Sie die ESPHome-Integration. ESPHome ist ein weitgehend hardware-unabhängiges Entwicklungssystem für Heimautomatisierung, das neben den bekannten ESP32-Mikrocontrollern auch verschiedene Arduino-Modelle sowie den Raspberry Pi Pico W unterstützt. Die ESP-

Home-Entwicklungsumgebung erzeugt aus einfach strukturierten Konfigurationsdateien, ohne dass Programmierkenntnisse erforderlich wären, Firmwaredateien, die meist per WLAN auf den Mikrocontrollern landen.

ESPHome ist in Python geschrieben und prinzipiell betriebssystemunabhängig. Achten Sie unter Windows bei der Installation von Python aus dem Microsoft-Store darauf, dass der Interpreter Ihrem Standard-Pfad hinzugefügt wird. Unter Linux greifen Sie auf die Paketverwaltung Ihrer Distribution zurück – sofern Python nicht ohnehin zum Standardinstallationsumfang gehört. Die Installation von ESPHome erfolgt in einer virtuellen Python-Umgebung, damit etwaige Zusatzbibliotheken nicht mit den systemweit installierten kollidieren. Öffnen Sie deshalb eine PowerShell oder ein Linux-Terminal und legen Sie ein Verzeichnis für ESPHome an, in dem Sie die virtuelle Python-Umgebung installieren. Die Befehle dazu sind unter Windows und Linux die gleichen:

```
mkdir esphome
cd esphome
python -m venv venv
cd ..
```

Um die virtuelle Umgebung zu aktivieren, rufen Sie unter Windows das Skript `.\esphome\venv\Scripts\activate` auf, unter Linux benutzen Sie den Befehl `source esphome/venv/bin/activate`. Als Bestätigung, dass Sie sich in der virtuellen Umgebung befinden, sehen Sie am Anfang des Prompts ein `(venv)`. Nun installieren Sie ESPHome über die Python-Paketverwaltung:

```
pip3 install esphome
```

Anschließend können Sie mit `esphome version` überprüfen, ob die Installation erfolgreich war, und danach das Web-Frontend von ESPHome starten:

```
esphome dashboard esphome/
```

Im Browser finden Sie das Web-Frontend nun unter der Adresse `http://127.0.0.1:6052/`.

Aufgespielt

Beginnen Sie mit dem Raspi Pico W für den Außensensor – ohne zunächst den Sensor selbst anzulöten. Damit Sie den Pico über das ESPHome-Frontend

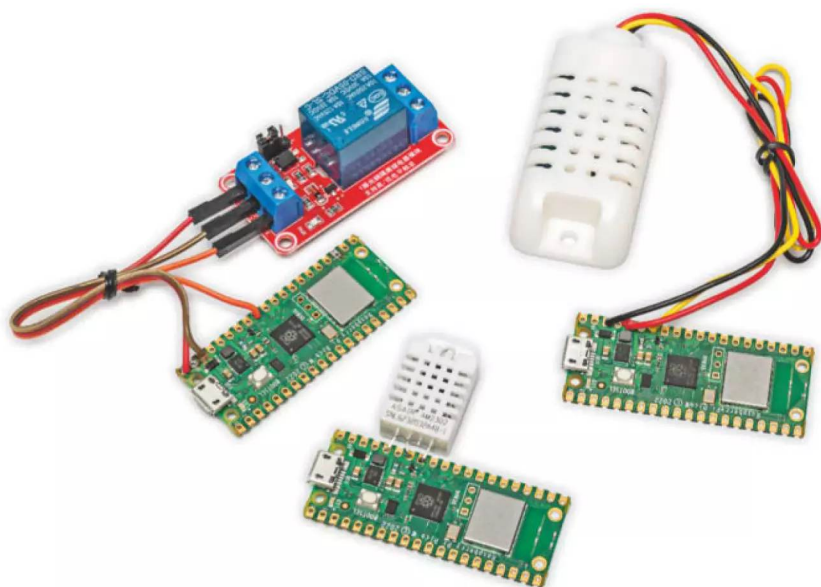
programmieren und schließlich in Home Assistant integrieren können, müssen Sie darauf zunächst eine PlatformIO-Firmware installieren. Diese Firmware müssen Sie für jeden Pico neu erzeugen, denn sie enthält den individuellen Geräteschlüssel für die Home-Assistant-Integration und das Passwort für spätere OTA-Updates (Over The Air, via WLAN) durch das ESPHome-Frontend.

Die Firmware erzeugen Sie, indem Sie per Browser im Dashboard von ESPHome auf „New Device“ klicken und einen Namen für die Komponente vergeben – zum Beispiel „dht-aussen“. Wir empfehlen, an dieser Stelle auf Leerzeichen, Großbuchstaben und Umlaute zu verzichten, denn dieser Name wird auch in abgewandelter Form als Dateiname für die Gerätekonfiguration benutzt. Einen gut lesbaren Gerätenamen können Sie gleich im Anschluss vergeben. Als Nächstes will ESPHome die Firmware-Installation vornehmen. Dieser Schritt funktioniert aber nur auf ESP32-Mikrocontrollern. Beim Raspberry Pi Pico W klicken Sie auf „Skip this step“ und gelangen so zur Geräteauswahl, wo Sie den Pico anklicken.

Daraufhin wird der Geräteschlüssel erzeugt, den Sie unter anderem für Home Assistant benötigen. Es ist zu diesem Zeitpunkt nicht nötig, den Schlüssel aufzubewahren, da er auch in den Konfigurationsdaten des Geräts steht. Klicken Sie einfach auf „Install“, um zur Auswahl der Übertragungsart der Firmware zu gelangen. Hier müssen Sie einmalig „Manual download“ verwenden, schließlich ist der neue Pico noch nicht per WLAN erreichbar. So gelangen Sie zur Anleitung, wie Sie die Firmware aufspielen, und nach ein paar Sekunden Vorbereitungszeit erscheint auch der Download-Link. Laden Sie die Firmware unbedingt im UF2-Format herunter und speichern Sie die Datei auf Ihrem PC.

Die Übertragung auf den Raspi Pico ist leicht, halten Sie dazu einfach den Taster auf dem Pico gedrückt, während Sie ihn per USB an Ihren PC anschließen. Dort meldet sich der Pico als USB-Speicherriegel an und Sie kopieren die Firmware-Datei einfach in das oberste Verzeichnis von dessen Dateisystem. Hat das geklappt, trennt der Pico selbst die Verbindung und der Status im ESPHome-Dashboard wechselt von Offline auf Online. Ab dann dient das USB-Kabel nur noch zur Stromversorgung und der Pico erhält spätere Updates via WLAN.

Mit einem Klick auf „Edit“ öffnen Sie die im YAML-Format gespeicherte Konfigurationsdatei des Geräts. Es handelt sich um eine einfache Textdatei, in der Einrückungen (zwei Leerzeichen pro Ebene) eine große Rolle spielen und zur Strukturierung dienen.



Mit wenigen Lötunkten wird aus einem Raspi Pico W ein drahtloser Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor. Der Pico links oben hingegen wurde mittels Relais-Platine zur WLAN-Schaltsteckdose aufgerüstet.

Gleich am Anfang finden Sie im Block „esphome“ unter „name“ den (möglicherweise vereinfachten) Gerätenamen; dafür sind nur Kleinbuchstaben und Minus erlaubt. Den Namen hinter „friendly_name“ zeigt Home Assistant im Dashboard an. Hier dürfen Sie auch Leerzeichen, Großbuchstaben und Umlaute verwenden. Schließen Sie diesen Namen aber sicherheitshalber in Anführungszeichen ein, damit es keinen Ärger etwa mit Leerzeichen gibt:

```
esphome:
  name: dht-aussen
  friendly_name: "DHT Außen"
```

Im Konfigurationsblock „api“ steht der schon erwähnte Geräteschlüssel für Home Assistant, unter „ota“ das Passwort, das ESPHome für Updates verwendet, und unter „wifi“ die Zugangsdaten Ihres WLAN – allerdings nur als Verweis auf die Einträge in der Datei secrets.yaml, nicht als Klartext. Das macht es auch einfacher, die Zugangsdaten für alle Geräte an dieser zentralen Stelle zu ändern.

Unterhalb des Blocks „wifi“ können Sie eigene Blöcke einfügen – und damit den Raspi Pico individuell programmieren. Das geht in den meisten Fällen ganz ohne eine Programmiersprache mit wenigen Schlüsselementen, die ESPHome dann intern in Code umwandelt. Als Erstes soll der Pico

ein Lebenszeichen von sich geben, indem die LED alle zwei Sekunden aufblitzt.

Dazu müssen Sie wissen, dass die LED des Pico W, anders als beim Pico ohne WLAN, über den GPIO-Port 32 angesteuert wird. Die Konfiguration wird also um ein Ausgabegerät auf GPIO32 erweitert:

```
output:
  - platform: gpio
    pin: 32
    id: led
```

Damit gibt es ein „Ding“ („Entity“) mit der ID „led“, das zur Ausgabe („output“) dient – kurz ein Ausgabegerät mit der Bezeichnung „led“. Damit weiß der Pico zunächst nichts anzufangen, denn er hat noch keine Information, was er damit tun soll.

Für wiederkehrende Aktionen kennt ESPHome das „interval“; da die LED im Zwei-Sekunden-Takt aufblitzen soll, beträgt das Intervall entsprechend 2000 ms (Millisekunden). Damit die LED nur kurz aufblitzt, soll der LED-Ausgang für 100 ms eingeschaltet und dann wieder ausgeschaltet werden. Daraus ergibt sich folgende Konfiguration:

```
interval:
  - interval: 2000ms
    then:
```

- `output.turn_on: led`
- `delay: 100ms`
- `output.turn_off: led`

Speichern Sie die vervollständigte Konfiguration, danach klicken Sie auf „Install“. Daraufhin erscheint ein Terminalfenster, das den Übersetzungsvorgang sowie den anschließenden Upload auf den Pico zeigt. Bei einem Tippfehler oder anderen Problemen sehen Sie die entsprechenden Fehlermeldungen im Terminal. Ist die Übertragung abgeschlossen, sehen Sie etwaige Statusmeldungen des Picos im Terminal, das Sie mit einem Klick auf „Stop“ jederzeit schließen können. Derweil blinkt die LED des Pico unaufhörlich.

Sobald der Pico online ist, wird er von Home Assistant erkannt und zur Einbindung angeboten. Warten Sie damit noch etwas, denn mit der bisherigen Konfiguration stellt der Pico noch keine „Dinge“ für Home Assistant bereit: Ein Ausgabegerät zählt für Home Assistant nicht. Der nächste Schritt ist deshalb, den Sensor für Temperatur und Luftfeuchtigkeit anzulöten. Dazu empfehlen wir entweder das Modell DHT22 oder AM2303, was letztlich ein DHT22 in einem Outdoor-Gehäuse ist. Der Sensor benötigt 3,3 bis 6 Volt und hat einen 1-Wire-Anschluss, über den er die Daten liefert. Schließen Sie Pin 1 (VCC, rot) an Pin 36 des Pico an, der letzte Pin des DHT22 gehört an Pin 38 oder 33 (GND, schwarz) und der zweite Pin des DHT22 (gelb) an Pin 34 (GPIO28) des Pico. Auf externe Pull-Up-Widerstände können Sie bei so kurzen Kabeln verzichten. Die Einbindung erfolgt über einen weiteren Abschnitt in der Konfigurationsdatei:

```
sensor:
  - platform: dht
    model: DHT22
    pin: 28
    temperature:
      name: temperature
    humidity:
      name: humidity
    update_interval: 30s
```

Mit pin ist nicht etwa der Anschlusspin 34 gemeint, sondern die interne GPIO-Nummer, 28 steht also für GPIO28 oder kurz GP28. Speichern und übertragen Sie die Konfiguration auf den Pico, schon empfängt er Temperatur und Luftfeuchtigkeit über GPIO28.

Nun können Sie den Pico in Home Assistant einbinden, eine entsprechende Benachrichtigung über ein neues Gerät finden Sie unten in der Navigations-

leiste. Voraussetzung dafür ist lediglich, dass sich der Raspi mit Home Assistant im gleichen Netzwerk wie der Pico befindet. Klicken Sie auf den Link „Check it out“, und Sie landen in den Integrationen, wo Sie den neuen ESPHome-Knoten „DHT Außen“ vorfinden. Mit einem Klick auf „Hinzufügen“ startet die Einbindung, bei der Sie unter anderem den Geräteschlüssel aus der Konfigurationsdatei eingeben müssen. Die Zuordnung zu einem Raum oder Bereich ist nicht nötig, das können Sie später noch erledigen.

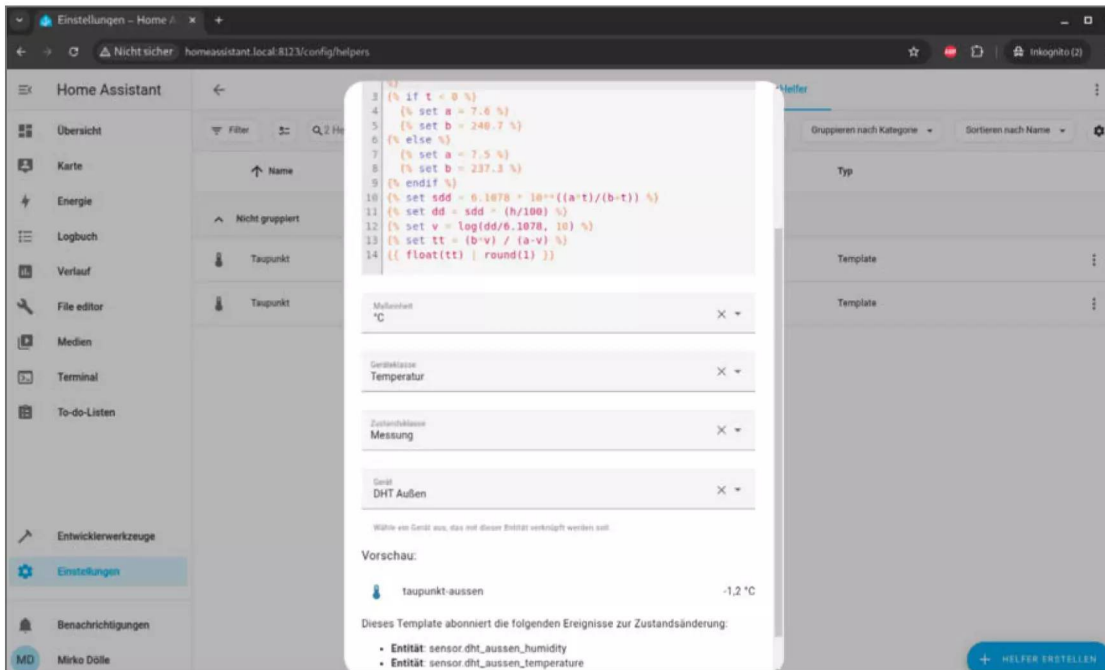
Unmittelbar nach dem Einbinden taucht der Pico im Dashboard von Home Assistant mit seinem `friendly_name` „DHT Außen“ auf und liefert „Humidity“ und „Temperature“ – weil in der Konfiguration die englischen Begriffe als `name` für Temperatur und Luftfeuchtigkeit eingetragen sind. Das ist Absicht, denn der `name`-Eintrag wird auch herangezogen, um die „Entity-ID“ für Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu bilden: „sensor.dht_aussen_humidity“ und „sensor.dht_aussen_temperature“. Sie finden diese Angaben, indem Sie unter „Einstellungen/Geräte & Dienste/ESPHome“ bei „DHT Außen“ auf „Entitäten“ klicken.

Die Entity-ID wird unter anderem für Automatisierungen oder in Templates (Helfer) benötigt und darf deshalb weder Umlaute noch Leer- oder Sonderzeichen enthalten. Verwenden Sie deutsche Begriffe als `name`-Angabe, so werden etwa Umlaute durch andere Zeichen ersetzt, was die Lesbarkeit erschwert. Indem Sie in der Liste der Entitäten etwa auf den Namen „DHT Außen humidity“ und dann auf das Zahnrad-Symbol klicken, können Sie einen deutschen Begriff für die Entität angeben, die dann auch im Dashboard angezeigt wird. Die Entity-ID ändert sich dadurch nicht.

Ausgerechnet

Der DHT22-Sensor liefert Temperatur und Luftfeuchtigkeit, aber keinen Taupunkt. Dieser wird aber benötigt, um abschätzen zu können, ob im Keller gelüftet werden soll oder nicht. Die Taupunkttemperatur lässt sich jedoch aus aktueller Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit berechnen. Solche Umrechnungen sind typische Aufgaben für sogenannte Helfer (Templates) in Home Assistant, von denen etliche zur Standardinstallation gehören. So auch ein Schimmelindikator, der allerdings nicht den benötigten Taupunkt liefert.

Um einen feuchten Keller trockenzulegen, ist entscheidend, ob die Außenluft weniger Wasser enthält



Ein Jinja-Template in Home Assistant berechnet aus Temperatur und Luftfeuchtigkeit des physischen DHT22-Sensors den Taupunkt und stellt ihn als virtuellen Sensor-Messwert bereit.

als die im Keller. Es gibt verschiedene Erweiterungen aus der Home-Assistant-Community, die den Wassergehalt der Luft oder die Taupunkttemperatur berechnen, doch diese lassen sich mit Bordmitteln nicht ohne Weiteres installieren. Deshalb haben wir uns entschieden, den Taupunkt kurzerhand in Home Assistant selbst zu berechnen.

Dazu verwenden wir die in [1] beschriebene Näherungsformel. Sie berechnet anhand der Temperatur (t) den Sättigungsdampfdruck (sdd) auf Basis der Magnusformel, dann unter Einbeziehung der relativen Luftfeuchtigkeit (h) den Dampfdruck (dd) und schließlich die Taupunkttemperatur (tt) in Grad Celsius. Zudem finden temperaturabhängig noch die Konstanten a und b Eingang in die Formel. Hier der Inhalt der Berechnungsfunktion aus [1], verfasst in C:

```
float a, b;
if (t >= 0) {
    a = 7.5;
    b = 237.3;
} else {
    a = 7.6;
```

```
    b = 240.7;
}
float sdd=6.1078*pow(10,(a*t)/(b+t));
float dd = sdd * (h/100);
float v = log10(dd/6.1078);
float tt = (b*v) / (a-v);
return { tt };
```

Home Assistant verwendet statt C-Code Jinja-Templates (siehe ct.de/wdtx), bei denen geschweifte Klammern ({}) eine entscheidende Rolle spielen. Die nachfolgenden Zeilen zeigen analog zur C-Funktion die Berechnung der Taupunkttemperatur in einem Jinja-Template:

```
{% set t = float(states('sensor.dht_aussen_temperature')) %}
{% set h = float(states('sensor.dht_aussen_humidity')) %}
{% if t < 0 %}
    {% set a = 7.6 %}
    {% set b = 240.7 %}
{% else %}
```

```
{% set a = 7.5 %}
{% set b = 237.3 %}
{% endif %}
{% set sdd=6.1078*10**((a*t)/(b+t)) %}
{% set dd = sdd * (h/100) %}
{% set v = log(dd/6.1078, 10) %}
{% set tt = (b*v) / (a-v) %}
{{ float(tt) | round(1) }}
```

Beim direkten Vergleich der C- und Jinja-Implementierung lassen sich die Unterschiede der Sprachen leicht herausarbeiten. In den ersten beiden Zeilen werden Temperatur und Luftfeuchtigkeit anhand der Entity-ID ausgelesen, die sich bei jedem ESPHome-Knoten ändert. Erklärungsbedürftig ist außerdem die Rückgabe von tt mittels {{ ... }} in der letzten Zeile des Jinja-Codes: Die explizite Typenumwandlung der Variablen mittels float() ist erforderlich, damit der Wert nicht als Zeichenkette fehlinterpretiert wird – ansonsten funktioniert das anschließende (|) Runden auf eine Dezimalstelle per round(1) nicht. Damit Sie das Jinja-Template nicht abtippen müssen, wenn Sie im nächsten Schritt einen neuen Helfer in Home Assistant anlegen, finden Sie es auf ct.de/wdtx zum Download.

Zur Eingabemaske für neue Helfer gelangen Sie über „Einstellungen/Geräte & Dienste/Helfer/Helfer erstellen“. Home Assistant bietet Ihnen dann verschiedene vorgefertigte Hilfsfunktionen an, wählen Sie aus der Liste „Template“ für ein neues, eigenes Jinja-Template. Anschließend möchte Home Assistant noch wissen, was dieses Template leisten soll – wählen Sie dort „Template für einen Sensor erstellen“. Nehmen Sie als Namen zunächst „taupunkt-aussen“, da dieser Name auch wieder als Vorlage für die ID des Templates dient. In das Feld „Zustandstemplate“ fügen Sie den Code des Jinja-Templates ein; die Maßeinheit ist „°C“, die Geräteklasse, anhand derer das Icon bestimmt wird, „Temperatur“, die Zustandsklasse „Messung“ und schließlich das Gerät „DHT Außen“.

Nun sollte unter „Vorschau“ ein kleines Thermometer mit der Bezeichnung „taupunkt-aussen“ auftauchen und dort eine plausible Taupunkttemperatur anzeigen. Steht dort als Wert „Unbekannt“, deutet das auf einen Fehler im Jinja-Code hin, wahrscheinlich bei der Auswahl der Entity-ID von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Ist die Vorschau plausibel, klicken Sie auf „OK“ und erstellen so das neue Sensoren-Template, das die Taupunkttemperatur der Außenluft bereitstellt. Ein zweites Sensor-Template mit dem gleichen Code, bei dem Sie allerdings Temperatur und Luftfeuchtigkeit des Keller-

sensors als Eingabewerte verwenden, erledigt die Berechnung des Taupunkts der Luft im Keller.

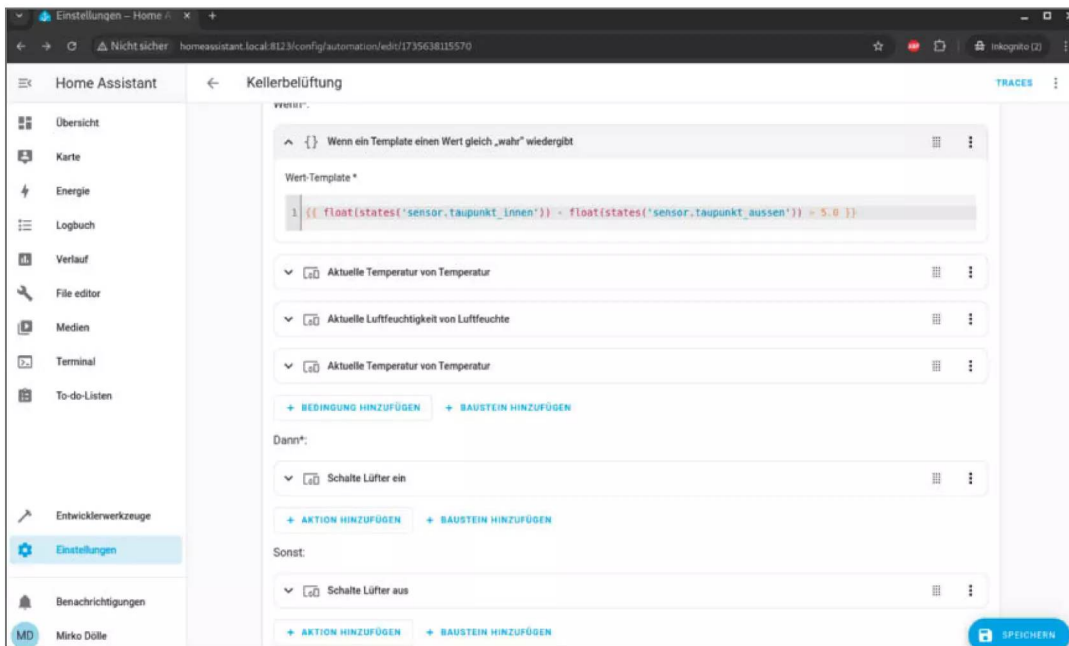
Bevor Sie einen Rohrlüfter ansteuern, können Sie für einen Trockenlauf die LED des Kellerknotens als virtuellen Lüfterschalter benutzen. Wurde sie in der ESPHome-Konfiguration des Außenknotens als „output“ benutzt, um ein Lebenszeichen zu senden, dient sie beim Kellerknoten als „switch“, also als Schalter:

```
switch:
- platform: gpio
  pin: 32
  name: fan
  restore_mode: ALWAYS_OFF
```

Damit erhalten Sie im Dashboard von Home Assistant bei „DHT Keller“ neben Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Taupunkt einen Schiebeschalter mit der Entity-ID „switch.dht_keller_fan“, über den Sie die LED (Pin 32) ein- und ausschalten können. Indem Sie die Pin-Nummer später ändern, können Sie über einen der anderen GPIO-Pins ein Relais ansteuern, das den Rohrlüfter schaltet. Zunächst signalisiert aber nur die LED, ob der Rohrlüfter laufen würde oder nicht – abhängig davon, wie hoch der Taupunkt außen und innen ist.

Damit es sich auch lohnt, den Rohrlüfter einzuschalten, sollte der Taupunktunterschied zwischen draußen und Keller mindestens 5 Grad betragen. Diese Bedingung muss regelmäßig überprüft und der Lüfter auch wieder abgeschaltet werden, wenn etwa im Sommer Temperatur und Luftfeuchtigkeit draußen höher sind als im Keller – sonst würde man sich die Feuchtigkeit ins Haus tragen. Es gibt noch weitere sinnvolle Randbedingungen, so soll es im Winter im Keller nicht frieren, der Lüfter soll also auch dann ausgehen, wenn es im Keller kälter als 10 Grad wird. Auch wenn es draußen Stein und Bein friert, soll der Lüfter nicht laufen. Nutzen Sie den Taupunktlüfter nicht im Keller, sondern im Wohnbereich, möchten Sie auch nicht auf weniger als 50 Prozent Luftfeuchtigkeit heruntertrocknen.

All dies formulieren Sie unter „Einstellungen/Automatisierungen & Szenen/Automatisierung erstellen“, indem Sie eine neue Automatisierung einrichten. Die Eingabemaske hat drei Abschnitte: „Sobald“, „Und wenn“ sowie „Dann“. Es hat sich bewährt, mit der Formulierung von „Dann“ zu beginnen: Der Lüfter soll nur eingeschaltet werden, wenn die Taupunktdifferenz und alle anderen Anforderungen erfüllt sind – ansonsten wird der Lüfter ausgeschaltet. Ein einfaches „Dann“ genügt nicht,



Da der Lüfter auch ausgeschaltet werden muss, wenn die Voraussetzungen nicht erfüllt sind, benötigen Sie eine „Wenn-dann“-Bedingung mit zusätzlicher „Sonst“-Angabe. Als Auslöser bleibt nur eine Zeitsteuerung.

Sie benötigen ein „Dann“, das den Lüfter einschaltet, und ein „Sonst“, das ihn ausschaltet. Klicken Sie deshalb unter „Dann“ auf „Baustein hinzufügen“ und wählen Sie aus der Liste der Bausteine „Wenn-dann“. Sie erhalten daraufhin im „Dann“-Abschnitt einen Baustein mit „Wenn“, „Dann“ und der Möglichkeit, ein „Sonst“ hinzuzufügen – was Sie tun.

Anschließend können Sie das „Sonst“ formulieren, indem Sie auf „Aktion hinzufügen“ klicken und aus der Liste der Möglichkeiten „Gerät“ wählen. Als Gerät geben Sie „DHT Keller“ an und als Aktion, den Lüfter auszuschalten – damit ist das „Sonst“ auch schon vollständig definiert. Arbeiten Sie sich weiter nach oben zu „Dann“ vor. Auch hier fügen Sie ein neues „Gerät“ als Aktion hinzu, wählen wiederum „DHT Keller“ aus und lassen den Lüfter einschalten.

Das „Wenn“ im „Dann“-Abschnitt korrekt zu definieren, verlangt einige Überlegungen. Der Knackpunkt: Wenn nicht alle Bedingungen zum Einschalten des Lüfters erfüllt sind – Taupunktdifferenz, Mindesttemperatur und -luftfeuchtigkeit im Keller und auch draußen nicht zu kalt –, muss der Lüfter explizit ausgeschaltet werden. Es genügt deshalb nicht, die Bedingungen im „Und wenn“-Abschnitt einzutragen, alle vier Bedingungen gehören in den „Wenn-dann“-Abschnitt mit dem „Sonst“.

Für die Überprüfung des Taupunkts fügen Sie als erste Bedingung ein „Template“ hinzu, das Sie unter „Andere Bedingungen“ finden. Den eigentlichen Temperaturvergleich erledigt folgendes Jinja-Template:

```
{{ float(states('sensor.taupunkt_2_innen')) - float(states('sensor_2_taupunkt_aussen')) > 5 }}
```

Bei den übrigen Bedingungen handelt es sich um einfache „Gerät“-Bedingungen, bei denen Sie lediglich Temperatur oder Luftfeuchtigkeit der ESPHome-Knoten „DHT Keller“ und „DHT Außen“ überprüfen. Damit ist der „Dann“-Abschnitt vollständig.

Der Abschnitt „Und wenn“ darüber kann leer bleiben – eine nicht erfüllte Bedingung an dieser Stelle würde verhindern, dass der Lüfter überhaupt angesteuert wird. Das ist allenfalls praktisch, um die Lüftungsautomatik abschalten und den Lüfter manuell steuern zu können.

Der „Sobald“-Abschnitt entscheidet darüber, wann Home Assistant die Automatisierung überhaupt ausführt – der Trigger. Naheliegender wäre, auf jede Änderung der Taupunkttemperatur innen und außen zu reagieren, um zu überprüfen, ob der Lüfter unter den neuen Bedingungen noch laufen soll. Hier steht

Ihnen aber eine Eigenart der Home-Assistent-Logik im Weg: Zwar können Sie eine „Gerät“-Bedingung für den Taupunkt hinzufügen, müssen jedoch zwingend eine Mindest- oder Höchsttemperatur angeben. Home Assistant löst dann nur aus, wenn einer der Schwellwerte über- respektive unterschritten wird – nicht jedoch, wenn sich die Änderung innerhalb des angegebenen Bereichs bewegt. Auf den bloßen Umstand, dass sich der Wert geändert hat, können Sie so nicht reagieren.

Deshalb bleibt Ihnen nur, die Automatisierung in festen Zeitabständen auslösen zu lassen, etwa minutlich oder alle fünf Minuten. Dazu fügen Sie unter „Sobald“ den Auslöser „Zeitschema“ hinzu, den Sie in der Rubrik „Zeit und Ort“ finden. Um die Automatisierung alle fünf Minuten auszulösen, tragen Sie unter „Minuten“ als Wert „/5“ ein. Möchten Sie jede Minute auslösen, können Sie entweder „/1“ bei „Minuten“ eintragen oder „0“ unter „Sekunden“ – bei Letzterem löst Home Assistant zu jeder vollen Minute aus.

Die vollständige Automatisierung können Sie nun speichern, wobei sie unmittelbar aktiv wird. Anhand der LED erkennen Sie, ob der Lüfter laufen würde oder nicht. Sie können die LED über den Schalter im Dashboard auch manuell ein- oder ausschalten – bis die Automatik eine Minute später wieder die Kontrolle an sich reißt.

Angeschaltet

Um den Rohrlüfter mit dem Raspi Pico ein- und auszuschalten, benötigen Sie ein netzspannungsfähiges Relais für den Raspi. Solche werden in großer Zahl angeboten. Wichtig ist eine Betriebsspannung von maximal 5 Volt, mehr kann der Pico nicht bereitstellen. Auch wenn die Ansteuerung mit einem 3,3-Volt-Signal erfolgt, sollte dies für alle üblichen 5-Volt-Relais ausreichen – so sieht es der TTL-Standard vor. An welchen GPIO-Pin des Raspi Sie die Steuerleitung des Relais anschließen, bleibt Ihnen selbst überlassen – potenzielle Kandidaten sind GPIO27 (Pin 32) und GPIO26 (Pin 31). Diese liegen in der Nähe der Anschlüsse für 5 Volt (Pin 40) und Masse (Pin 38 oder 33). Indem Sie in der ESPHome-Konfigurationsdatei die Pin-Nummer 32 für die LED in 27 oder 26 ändern, schaltet der Pico künftig das Relais.

Sie können das Lüfter-Relais auch mit einem eigenen, dritten Raspi Pico ansteuern – etwa wenn sich der Rohrlüfter an anderer Stelle befindet als dort, wo Sie Temperatur und Luftfeuchtigkeit messen wollen. Dann verlegen Sie einfach den „switch“-



Die WLAN-Schaltsteckdose Shelly Plug S gibt es schon für gut 10 Euro, auch sie wird von Home Assistant unterstützt. Das erspart es Ihnen, mit potenziell lebensgefährlicher Netzspannung an einer Raspi-Schaltung herumbasteln zu müssen, und ist sogar billiger als ein Raspi Pico W mit Relaisplatine.

Block der ESPHome-Konfiguration von „DHT Keller“ in die Konfiguration des neuen Pico. So ersparen Sie sich lange Kabelwege.

Noch einfacher und auch günstiger ist es aber, auf eine fertige WLAN-Schaltsteckdose wie den Shelly Plug S zurückzugreifen. Dieser kostet um 20 Euro. Haben Sie den Shelly Plug mit Ihrem WLAN verbunden (und den internen Access Point des Plugs abgeschaltet), findet Home Assistant den Plug automatisch und bietet an, ihn hinzuzufügen. Alles, was Sie dann noch tun müssen, ist die Automatisierung anzupassen – indem Sie nicht mehr den Lüfter am Raspi Pico ansteuern, sondern den Schaltausgang des Shelly Plug. Das vermeidet auch das Risiko, mit lebensgefährlicher Netzspannung an einer Raspi-Schaltung herumbasteln zu müssen.

Fazit

Eine Taupunktlüftungsanlage ist ein probates Mittel, um Schimmel in Wohnung und Keller vorzubeugen. Dabei sparen Sie durch die Sensoren auf Basis des Raspberry Pi Pico W und günstigen WLAN-Steckdosen viel Geld gegenüber kommerziellen Anlagen. Die drahtlose Vernetzung erleichtert außerdem den Einbau, für den Sie andernfalls viele Kabel durch Wohnung oder Keller verlegen müssten. (mid) **ct**

Literatur

[1] Ulrich Schmerold, Das Taupunkt-Lüftungssystem, Make Magazin 1/2022, S. 22 (kostenlos abrufbar in der Make-App)

**YAML-Konfigurationen
und Jinja-Templates**

ct.de/wdtx



Bild: Andreas Martini

Überwachungskamera ohne Cloud, mit KI

Um Kameraaufnahmen des eigenen Grundstücks auszuwerten, braucht es keine teuren Softwareabos oder Herstellerclouds. Ein Raspberry Pi mit etwas Zubehör, Open Source Software und ein Nachmittag Zeit genügen, um einen Netzwerkvideorekorder (NVR) mit Objekterkennung zu basteln.

Von **Christopher Kunz**

Wer sein Hab und Gut mit Kameras im Blick behalten möchte und sich nicht an eines der Herstellersysteme für Videoüberwachung wie „Unifi Protect“ von Ubiquiti binden möchte, benötigt einen autarken Netzwerkvideorekorder, öfter Network Video Recorder (NVR) genannt. Schön wäre es, wenn der nicht nur aufzeichnet, sondern

auch Objekte erkennt. NAS-Hersteller wie Synology und QNAP, aber auch Anbieter wie Genius Vision, bieten solche Produkte an. Die sind aber kostenpflichtig und gehen bei mehreren Kameras schnell ins Geld.

Ehemals vielversprechende kostenlose Alternativen wie MotionEyeOS scheinen nicht mehr weiter-

entwickelt zu werden. Anders die Open Source Software Frigate des Entwicklers Blake Blackshear, um die sich inzwischen auch eine aktive Community gebildet hat. Frigate fügt sich nahtlos in den populären Home Assistant ein (eine Einführung finden Sie ab S. 98), leistet aber auch unabhängig davon gute Dienste. Wenn man Frigate auf einem Raspberry Pi installiert und der Software KI-Rechenwerke in Form einer TPU (Tensor Processing Unit) zur Seite stellt, wird der Raspi zum vollwertigen NVR mit Objekterkennung, der ganz ohne Cloud auskommt.

Frigate: Open-Source-NVR

Frigate läuft als Docker-Container auf dem Raspi und nutzt zur Objekterkennung die Frameworks OpenCV und TensorFlow. Hardwarebeschleunigt durch TPU geht das rasend schnell. Die Software bereitet das Bild mehrerer IP-Überwachungskameras in einer Weboberfläche übersichtlich auf und steuert Aufnahmen und Vorhaltezeit. Bevorzugt verarbeitet sie RTSP-Videostreams (Real-Time Streaming Protocol), wie sie zum Beispiel ältere Kameras des Herstellers Ubiquiti liefern. Auch einige Kameras von TP-Link und Ring sprechen RTSP, die haben wir aber nicht mit Frigate getestet. Gibt eine Kamera lediglich einen MJPEG-Stream oder Einzelbilder aus, kann Frigate sie mit den passenden Parametern für Ffmpeg umkodieren. Aber Achtung: Datenströme auseinanderzunehmen und wieder zusammenzusetzen, kostet wertvolle CPU-Zyklen, über die ein Raspberry Pi nicht unendlich verfügt. Frigate steht unter der freizügigen MIT-Lizenz.

Für unseren Testaufbau haben wir die RTSP-Kameras Ubiquiti G3, Ubiquiti G4 Bullet, Annke C800 und eine Webcam auf Basis eines Raspberry Pi Zero W mit Raspberry-Pi-Kamera ausprobiert. Letztere liefert nur einen MJPEG-Stream. Alle IP-Kameras und der Raspi sollten mit demselben (drahtlosen) Netzwerk verbunden sein.

Was steckt drin?

Der NVR-Server besteht im Kern aus einem Raspberry Pi 5 mit 4 GByte RAM und einem Erweiterungsboard, auf dem das KI-Beschleunigerkärtchen mit TPU (Tensor Processing Unit) im M.2-Format steckt. Der TPU-Chip ist mit der PCIe-Schnittstelle des Raspi 5 verbunden. Der Hersteller Pineboards verkauft das Erweiterungsboard mit dem TPU-Chip als Bundle namens „Hat AI!“ (HAT, Hardware Attached on Top), obwohl das Board unter den Raspi 5 montiert wird.

Projektinfo

🎯 Raspberry Pi als NVR-Server mit KI-Objekterkennung

📖 Linux- und Netzwerkgrundkenntnisse

🕒 2 bis 4 Stunden

💰 ca. 140-150 Euro

🛒 Raspberry Pi 5 mit 4 GB RAM
offizielles Raspberry-Pi-5-Netzteil
Raspberry Pi 5 Active Cooler Pineboards
Hat AI! Bundle inkl. M.2 Coral Edge TPU
MicroSD-Karte mit 64 GByte Speicherplatz
(optional) Pineboards Universalgehäuse,
transparent

Grundsätzlich funktioniert das auch mit einem Raspberry Pi 4, mangels PCIe ist es dann aber Essig mit dem M.2-Beschleunigerkärtchen und man muss mit einer TPU vorliebnehmen, die per USB angebunden ist. Der Coral USB Accelerator von Google schlägt derzeit mit satten 75 Euro zu Buche. Wir haben uns deswegen für den Raspi 5 entschieden, der im fertigen Aufbau auch kompakter und robuster wirkt, weil kein USB-TPU daran baumelt.

Das offizielle Netzteil und der aktive Kühler für den Raspi 5 sowie eine wertige MicroSD-Karte mit 64 GByte fanden zusätzlich den Weg in unseren Einkaufskorb. Wer auf absolute Ruhe bedacht ist, kann den aktiven Kühler auch durch einen passiven Kühlkörper ersetzen, ungekühlt sollte der Raspi jedoch nicht bleiben, denn der Prozessor steht bei der Verarbeitung von Aufnahmen ständig unter Last.

Installation von Hardware und Betriebssystem

Als ersten Schritt bringen Sie Raspberry Pi OS Lite in der 64-Bit-Version auf die MicroSD-Karte und konfigurieren den Netzwerk- und SSH-Zugriff. Das erledigen Sie am einfachsten in den Einstellungen des Raspberry Pi Imagers (siehe ct.de/w4g6). Den Benutzer haben wir aus sentimentalen Gründen „pi“

getauft. Sie können natürlich auch einen anderen Namen wählen.

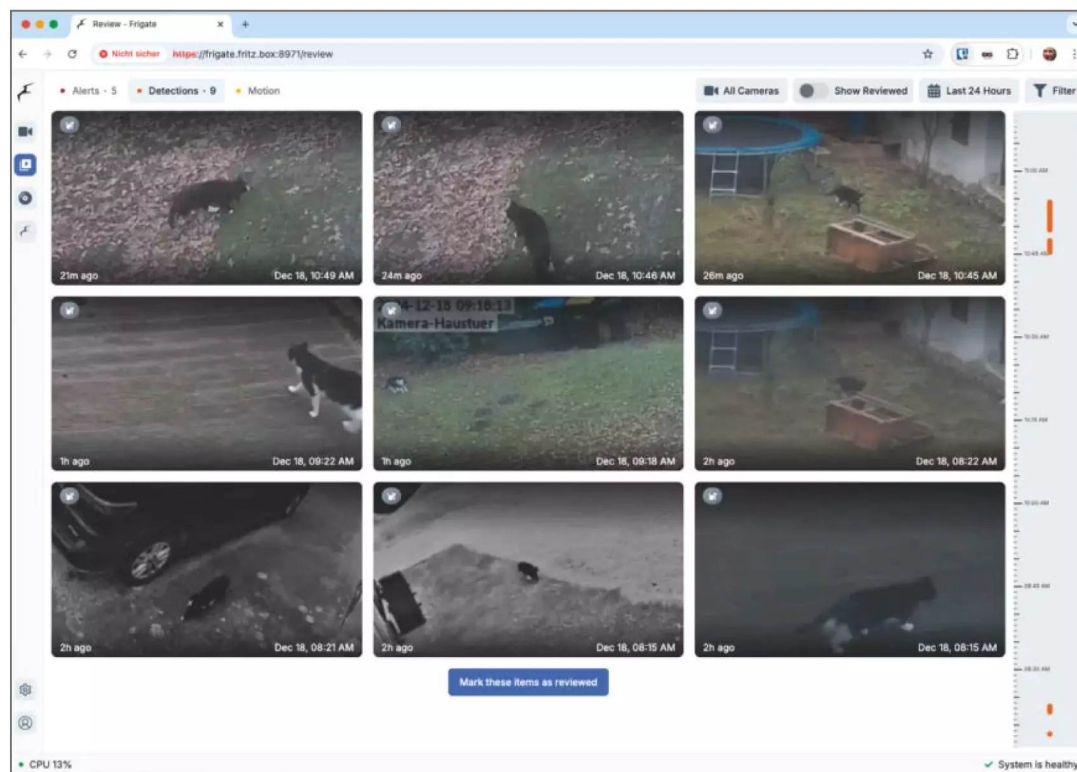
Zur Inbetriebnahme des Rechners stecken Sie lediglich die MicroSD-Karte in den Slot und verbinden den Raspi mit dem Netzteil. Da Sie sich in den folgenden Schritten den Kartenleser des Geräts verbauen, sodass Sie die Karte nicht mehr mal eben stecken und entfernen können, sollten die Netzwerkverbindung und der Fernzugriff funktionieren. Prüfen Sie, ob der Raspberry Pi sich mit dem konfigurierten WLAN verbindet und Sie sich mittels SSH einloggen können. Wenn beides funktioniert, fahren Sie ihn wieder herunter.

Stecken Sie dann das flache kupferfarbene Kabel aus dem „Hat AI“-Bundle in den entsprechenden Slot auf dem Erweiterungsboard. Das richtige Kabelende erkennen Sie am Aufdruck „Hat“. Ziehen Sie dazu den stehenden Riegel nach oben. Die auf Kabel

und Platine gedruckten weißen Dreiecke müssen auf derselben Seite sein. Schieben Sie das Kabel bis zum Anschlag in den Stecker und arretieren Sie vorsichtig den Riegel, damit es fest klemmt. Das Kabel darf nicht schief sitzen.

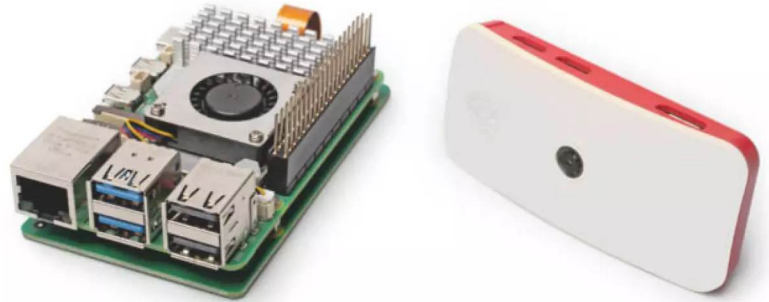
Nun nehmen Sie das KI-Kärtchen und den eingekerbten Abstandshalter aus Messing aus dem Tütchen und schieben die Karte in den M.2-Slot. Den Abstandshalter platzieren Sie in der vorgesehenen Einkerbung und schrauben ihn von unten fest. Alle mitgelieferten Schrauben im Bundle sind identisch, deswegen müssen Sie sich nicht um ein falsches Gewinde sorgen. Befestigen Sie mit vier weiteren Schrauben die Abstandshalter auf dem Erweiterungsboard.

Mit den vier übrigen Schrauben befestigen Sie nun das Erweiterungsboard unter dem Raspi. Deswegen PCIe-Schnittstelle sitzt an der kurzen Seite ge-



Was treiben eigentlich die Katzen? Frigate auf dem Raspi-NVR zeigt alle Katzensichtungen der letzten Stunden an. Am rechten Bildschirmrand befindet sich ein interaktiver Zeitstrahl.

Frigate verarbeitet bevorzugt RTSP-Videostreams von Netzwerkkameras. Mit etwas FFmpeg-Zuberei verdaut es aber auch MJPEG-Streams, wie sie beispielsweise die Raspberry Pi Kamera auf einem Raspberry Pi Zero W liefert.



genüberliegend der USB-Ports. Der Riegel ist anders als der Riegel des Erweiterungsboards in einer liegenden Position, sodass Sie ihn vorsichtig in Richtung Kante der Platine ziehen müssen. Schieben Sie das Flachkabel vorsichtig in den Slot und arretieren Sie es mit dem Riegel. Es darf weder verdreht noch schief sitzen. Bei Problemen können Sie unseren Artikel zum Einbau von PCIe-Adapterkarten beim Raspberry Pi 5 [1] zurate ziehen.

Um den aktiven Kühler zu montieren, lösen Sie die Schutzfolien von den Klebepads am Kühlkörper, richten den Lüfter aus und lassen die Federnasen in die letzten beiden Löcher auf dem Raspi einrasten. Das kleine Kabel passt in den einzigen vierpoligen Pfostenstecker auf dem Board.

Frigate vorbereiten

Wenden Sie sich nach der Hardware jetzt der Software zu. Außer verschiedenen Kniffen für mehr Leistung braucht Raspberry Pi OS auch Treiber für das KI-Kärtchen. Schalten Sie den Raspi an, loggen Sie sich mittels SSH ein und bringen Sie alle Pakete mit `sudo apt update && sudo apt upgrade` auf den neuesten Stand. Editieren Sie jetzt die Konfigurationsdatei `/boot/firmware/config.txt` mit einem Texteditor wie `nano` oder `vim`. Ergänzen Sie den folgenden Block, um der Raspi-GPU mehr RAM zu gewähren und den Kernel und das Erweiterungsboard miteinander bekannt zu machen:

```
gpu_mem=512
dtparam=pciex1
kernel=kernel8.img
dtoverlay=pineboards-hat-ai
```

Einen Neustart später wird das Erweiterungsboard erkannt, der Raspi kann mangels Treiber aber nicht

viel mit dem KI-Beschleuniger anfangen. Um das zu beheben, fügen Sie zunächst das Repository von Google für die Coral Edge TPU hinzu:

```
echo "deb https://packages.cloud.google.com/apt coral-edgetpu-stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/coral-edgetpu.list
```

```
sudo curl https://packages.cloud.google.com/apt/doc/apt-key.gpg -o /etc/apt/trusted.gpg.d/coral.asc
```

```
sudo apt update
```

Installieren Sie anschließend die notwendigen Bibliotheken und Werkzeuge zum Bau der Kernel-module:

```
sudo apt update && sudo apt install \
  cmake libedgetpu1-std devscripts \
  debhelper dkms dh-dkms
```

Laden Sie die Quellen der sogenannten „Gasket“-Treiber (Gasket steht für Google ASIC Software, Kernel Extensions & Tools) von GitHub herunter. Bauen Sie daraus ein Debian-Paket und installieren Sie es:

```
git clone https://github.com/google/gasket-driver.git
```

```
cd gasket-driver/
```

```
sudo debuild -us -uc -tc -bcd ..
```

```
sudo dpkg -i \
  gasket-dkms_1.0-18_all.deb
```



Auf der Übersichtsseite der Weboberfläche liefert Frigate Livebilder aller angeschlossenen Kameras.

Zum Schluss erstellen Sie noch eine udev-Regel und ergänzen Systembenutzer und -Gruppe für die TPU, die Google „apex“ nennt.

```
sudo sh -c "echo \nSUBSYSTEM==\"apex\", MODE=\"0660\", \nGROUP=\"apex\" >> \n/etc/udev/rules.d/65-apex.rules"
```

```
sudo groupadd apex
```

```
sudo adduser apex
```

Das Kernelmodul sollte jetzt installiert und aktiv sein. Ob das geklappt hat, prüfen Sie mit dem Befehl `sudo -lspci -v`. In der Ausgabe sollte das Gerät „Global Unichip Corp. Coral Edge TPU“ und „Kernel driver in use: apex“ auftauchen. Fehlt die Coral Edge TPU, hilft womöglich ein Reboot. Prüfen Sie außerdem, ob das Kernelmodul korrekt kompiliert und installiert wurde. Taucht es in der Ausgabe von `lsmod | grep apex` nicht auf, ist beim Bau der Module etwas schiefgegangen.

Andocken

Frigate steckt in einem Docker-Container, die Container-Engine muss also auch noch auf den Raspi. Die nötigen Installationsbefehle kopieren Sie aus der Docker-Dokumentation, die wir unter ct.de/w4g6 verlinkt haben. Für einen Testaufbau können Sie

Docker auch mit dem sogenannten Convenience Script installieren:

```
curl -fsSL https://get.docker.com -o \nget-docker.sh
```

```
sudo sh get-docker.sh
```

Erstellen Sie in einem passenden Verzeichnis, etwa dem Homeverzeichnis des Benutzers „pi“, die notwendige Verzeichnisstruktur für Frigate:

```
cd /home/pi\nmkdir -p frigate/docker\nmkdir frigate/config\nmkdir frigate/storage
```

Im Unterverzeichnis `frigate/docker` erstellen Sie nun die Datei `docker-compose.yml` für Docker Compose, die Sie aus dem verlinkten GitHub-Repository herunterladen (ct.de/w4g6). Lautet das Arbeitsverzeichnis nicht `/home/pi`, dann ändern Sie die entsprechenden Zeilen mit einem Texteditor. Der Wert hinter der Variable `shm_size` ist von der Anzahl und Auflösung Ihrer Kameras abhängig. Der Entwickler von Frigate gibt einen Richtwert von Bildbreite in Pixel mal Bildhöhe in Pixel mal 13,5 plus 270.480 Byte Speicherbedarf pro Kamera an. Zusätzlich genehmigt sich Frigate 30 MByte des Hauptspeichers, um Anwendungsprotokolle vorzuhalten. Sie können den Speicherbedarf mit den folgenden Zeilen



Die Konfiguration Ihres Frigate-Setups können Sie auch im integrierten Editor der Weboberfläche anpassen.

Python-Code schnell ausrechnen. Die Platzhalter in Spitzklammern ersetzen Sie durch Ihre Werte:

```
python3 -c 'print("{:.2f}MB".format(
    (((<Breite> * <Höhe> * 13.5 +
    <+ 270480) / 1048576) * 2
    <+ <Kameras> + 30))'
```

Verfügt Frigate über zu wenig Shared Memory, quittiert der Container das mit Fehlermeldungen, die Bus error enthalten. Spätestens dann sollten Sie den Taschenrechner zücken.

Speichern Sie die Docker-Compose-Datei, starten Sie den Container aber noch nicht. Damit Frigate erfolgreich hochfährt, ist eine Konfigurationsdatei nötig, die Sie ebenfalls im GitHub-Repository zu diesem Artikel finden. Eine Beispielkamera ist in dieser Konfigurationsdatei bereits aktiviert; die RTSP-URL `rtsp://192.168.1.123/stream1` ersetzen Sie durch die Adresse Ihrer Kamera. Falls Sie den Raspi nach der Installation der Treiber nicht neu gestartet haben, dann tun Sie es jetzt.

Frigate konfigurieren

Jetzt steht der erste Start des Containers an:

```
cd ~/frigate/docker
sudo docker compose up
```

Behalten Sie beim ersten Start die Logs im Auge, denn hier taucht das initiale Administratorpasswort für Frigate auf. Mit dem Benutzernamen „admin“ und dem Passwort klappt die Anmeldung auf `https://ip-adresse-des-raspi:8971` im Browser, nachdem Sie eine Ausnahme für das selbst signierte Zertifikat hinzugefügt haben. Notieren Sie die Zugangsdaten in Ihrem Passwortmanager, beenden Sie den Container mit Strg+C und fahren Sie ihn mit dem Befehl `sudo docker compose up -d` im Hintergrund erneut hoch.

Die Weboberfläche von Frigate begrüßt Sie im aufgeräumten Look. Am linken Bildschirmrand befindet sich eine Schaltfläche für die Übersicht aller Kamerastreams, je eine Schaltfläche für Bewegungsereignisse und die Einstellungen. Doch in diesem Zustand kann man lange vor der Kamera herumhampeln, es werden keine Ereignisse aufgezeichnet. Das liegt daran, dass die frisch installierte Frigate-Instanz zwar die Videostreams der eingebundenen Kameras anzeigt, diese aber noch nicht analysiert und somit auch keine Clips von Interesse speichert.

Das können Sie Frigate aber fix und ohne Kommandozeile beibringen. Über den Menüpunkt „Configuration Editor“ in den Einstellungen rufen Sie ebendiesen auf und ergänzen den folgenden Block:

```
record:
  enabled: True
  retain:
```

```

days: 0
mode: all
events:
  retain:
    default: 30
    mode: motion

```

Damit weisen Sie Frigate an, alle erkannten Bewegungen aufzunehmen, als Clips zu speichern und dreißig Tage lang vorzuhalten. Ereignislose Aufnahmen werden nicht gespeichert. Nach jeder Konfigurationsänderung müssen Sie Frigate über „Save & Restart“ in der oberen rechten Ecke des Fensters neu starten. Nach wenigen Minuten ist die Weboberfläche wieder erreichbar.

Wenn Sie sich nun vor der Kamera bewegen, taucht nach wenigen Sekunden beim Klick auf die Schaltfläche „Play“ in der linken Menüleiste ein Alarm (Alert) auf. Eine Bewegung wurde erkannt und die entsprechende Aufnahme gespeichert. Am rechten Rand des Fensters finden Sie zudem einen Zeitstrahl, der übersichtlich alle Ereignisse der vergangenen Stunden anzeigt. Außer Personen erkennt Frigate auch Autos, Fahrräder, Hunde, Katzen und weitere bewegliche Objekte; löst ihr vierbeiniger Mitbewohner zu viele Alarmer aus, kann man dessen Umtriebe auch mittels Objekt-Labels in der Konfigurationsdatei (siehe ct.de/w4g6) von der Aufnahme ausschließen.

Beim Anbinden weiterer Kameras ist ein wenig Vorsicht geboten. Zwar ist die Konfiguration simpel, Sie kopieren einfach den Block, der in unserem Beispiel im GitHub-Repository mit `wohnzimmer`: beginnt, müssen YAML-typisch aber die korrekte Einrückung beachten und die RTSP-URL anpassen:

```

mqtt:
  enabled: false
detectors:
  coral:
    type: edgetpu
    device: pci
cameras:
  wohnzimmer:
    enabled: True
    ffmpeg:
      inputs:
        - path: ⌘
          rtsp://192.168.1.123/stream1
      roles:
        - detect
        - record

```

Frigate verwendet viel Prozessorleistung auf die Dekodierung der Videostreams, um sie an den TPU-Chip zur Objekterkennung weiterzugeben. Dem genügt eine geringere Auflösung, um zuverlässig Resultate zu liefern. Sofern Ihre Kamera also mehrere RTSP-Streams verschiedener Qualitätsstufen anbietet, nutzen Sie die niedrigste zur Erkennung und die höchste zur Aufzeichnung von Ereignissen. Das spart CPU-Leistung. Die Bildqualität der gespeicherten Aufnahmen ist jedoch wichtig, um beispielsweise im Ernstfall Einbrecher erkennen zu können.

Mit der entsprechenden Konfiguration kommt Frigate auf einem Raspberry Pi 5 mit mehreren HD-Kameras gut klar. In unseren Tests verarbeitete die Software die Streams zweier Ubiquiti G3, einer Ubiquiti G4 Bullet und einer Annke C800 mehrere Wochen lang ohne Murren und zeichnete Ereignisse zuverlässig auf. Wenn der Platz auf der MicroSD-Karte knapp wird, können Sie Ihrem NVR auch eine Netzwerkfreigabe als Datenspeicher unterschieben, indem Sie die Docker-Compose-Datei in diesem Sinn anpassen.

Ausblick

Mit verhältnismäßig wenig Geld und einem Nachmittag Raspi-Bastelei erhält man einen autarken NVR, der simpel zu bedienen ist und viele Funktionen enthält. Frigate ist kostenlos, erweiterbar und verträgt sich prima mit Home Assistant, das Ereignisse in Frigate als Auslöser für Smart-Home-Aktionen, beispielsweise Licht anschalten, nutzen kann. Im Zusammenspiel mit der Coral Edge TPU bietet Frigate eine robuste Objekterkennung.

Läuft der NVR stabil, stehen Ihnen weitere Möglichkeiten offen. So unterstützt Frigate die automatische Verfolgung von Objekten mittels motorisierter PTZ-Kameras (Pan, Tilt, Zoom), sofern diese zum ONVIF-Standard (Open Network Video Interface) kompatibel sind. Aufzeichnungen lassen sich prinzipiell auch anhand von Audiosignalen starten, Sie können sich per Telegram-Bot Alerts zu neuen Ereignissen um Haus und Hof aufs Smartphone schicken lassen und auch eine Gesichtserkennung lässt sich als Plug-in nachrüsten.

Blake Blackshear, der Entwickler von Frigate, bietet zudem einen Zusatzdienst namens „Frigate+“ an. Für einen Obolus von 50 US-Dollar im Jahr erhalten Kunden bis zu zwölf maßgeschneiderte KI-Modelle, die man anhand eigener Bilddaten trainieren kann. Dazu müssen Sie jedoch zuvor reichlich Bilder in die Cloud von Frigate hochladen und die Objekterkennung manuell anlernen. (ndi) **ct**

Literatur

[1] Lutz Labs und Christof Windeck, Raspadapter, SSD- und PCIe-Adapter für den Raspberry Pi 5: Test und Technik, c't 19/2024, S. 82

GitHub-Repository zum Projekt

ct.de/w4g6

IMPRESSUM

Redaktion

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.heise.de

Leserbriefe und Fragen zum Heft:
sonderhefte@ct.de

Die E-Mail-Adressen der Redakteure haben die Form xx@heise.de oder xxx@heise.de. Setzen Sie statt „xx“ oder „xxx“ bitte das Redakteurs-Kürzel ein. Die Kürzel finden Sie am Ende der Artikel und hier im Impressum.

Chefredakteur: Torsten Bееck (tbe, verantwortlich für den Textteil), Dr. Volker Zota (vza)

Konzeption: Jörg Wirtgen (jow)

Koordination: Jobst Kehrnhahn (keh, Leitung), Pia Groß (pia)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi), Sven Hansen (sha), Jan Mahn (jam), Marvin Strathmann (msn), Nico Juran (nij), Stefan Porteck (spo), Peter Siering (ps), Stefan Wischner (swi),

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Berti Kolbow-Lehradt, Daniel Ziegner

Assistenz: Susanne Cölle (suc), Tim Rittmeier (tir), Martin Triadan (mat)

DTP-Produktion: Vanessa Bahr, Dörte Bluhm, Lara Bögner, Beatrix Dedek, Laura-Sophie Gruhn, Madlen Grunert, Cathrin Kapell, Steffi Martens, Leonie Preuß, Marei Stade, Matthias Timm, Christiane Tümmeler, Souraya Ben Saied, Nicole Wesche

Digitale Produktion: Christine Kreye (Leitung), Thomas Kaltschmidt, Martin Kreft, Pascal Wissner

Illustration, Fotografie: Thorsten Hübner, Albert Hulm, Moritz Reichartz

Titel: Steffi Martens, www.freepik.com

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)
(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenverkauf: Verlagsbüro ID GmbH & Co. KG,
Tel.: 05 11/61 65 95-0, www.verlagsbuero-id.de

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL Druck GmbH & Co. KG,
Senefelder Str. 3-11, 86650 Wemding

Vertrieb Einzelverkauf:
DMV DER MEDIENVERTRIEB GmbH & Co. KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1815
E-Mail: info@dermedienvertrieb.de
Internet: dermedienvertrieb.de

Einzelpreis: € 14,90; Schweiz CHF 27,90;
Österreich € 16,40; Luxemburg € 17,10

Erstverkaufstag: 18.07.2025

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

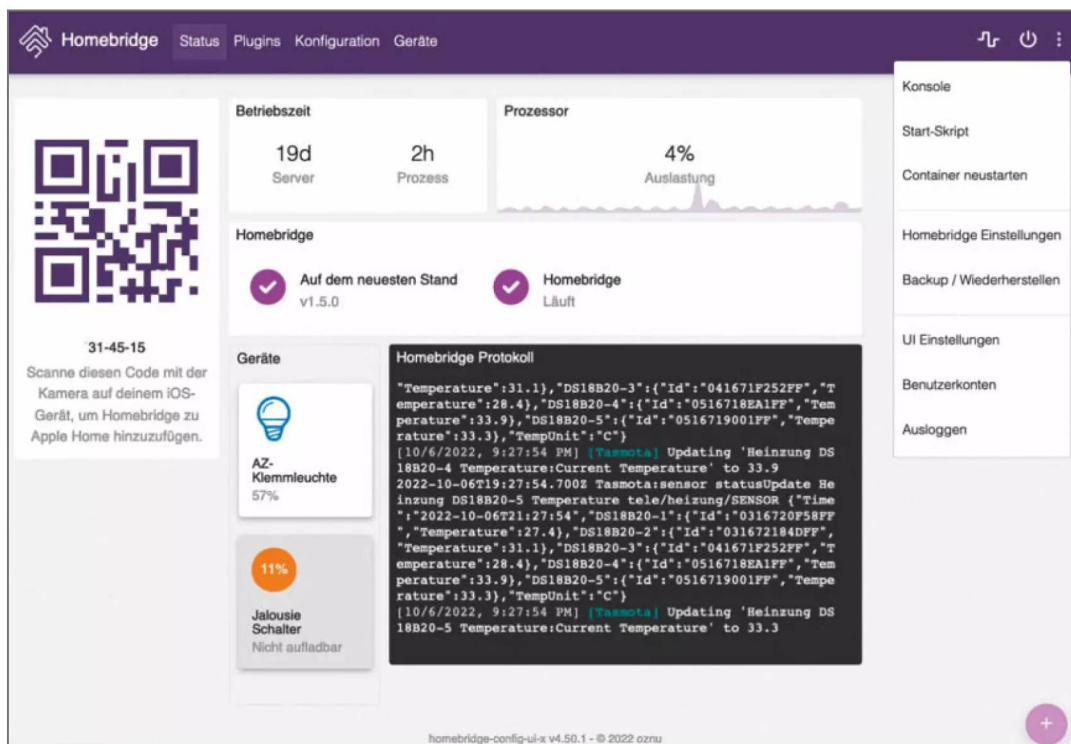
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher:
www.xpublisher.com

Printed in Germany.

Alle Rechte vorbehalten.

© Copyright 2025 by
Heise Medien GmbH & Co. KG



Homebridge: HomeKit ohne Apple

Apple hat mit HomeKit einen eigenen Standard für Smart-Home-Gerätschaften geschaffen, der eine Zertifizierung der Hardware voraussetzt. Dank Homebridge geht es auch ohne.

Von **Peter Siering**

Um mit den Apple-Bordmitteln wie der Home-App auf iOS und macOS Smart-Home-Geräte zu steuern, müssen die zertifiziert sein oder dem modernen Matter-Standard folgen. Die Open-Source-Umgebung Homebridge verbindet diese

Apple-Welt mit dem restlichen, nicht zertifizierten Smart-Home-Universum. Homebridge läuft als npm-Anwendung nicht nur auf dem Raspi, sondern auch auf nahezu allen anderen gängigen Plattformen. Plug-ins schließen MQTT, Tasmota, Samsung-TVs,

Xiaomi und weiteres verbreitetes Smart-Home-Geräte an die Apple-Welt an.

Die im Browser bedienbare Software spuckt einen QR-Code aus. Scannt man den mit einem iOS-Gerät, werden die über Plug-ins konfigurierten Geräte in der Home-App sichtbar. Die Weboberfläche erlaubt auch das direkte Bedienen der Geräte und kennt sogar Benutzerkonten inklusive zweitem Faktor zum Anmelden.

Die Konfigurationshinweise der Plug-ins fallen hilfreich aus, zum Beispiel bei Tasmota; so ist sichergestellt, dass Geräte automatisch passend in Homebridge auftauchen. Wir haben außerdem positive Erfahrungen mit den Zigbee2MQTT- und Mqttthing-

Homebridge

Smart-Home-Brücke zur Apple-Welt

Hersteller, URL	Homebridge, https://homebridge.io
Plattformen	u.a. Linux, Windows, Mac, Docker, Synology DSM, Raspi
Preis	kostenlos (Apache-Lizenz)

Plug-ins gesammelt. Der Betrieb läuft auf einem Raspi mit automatischen Updates via Docker Watchtower erfreulich unauffällig und unanfällig für Störungen. (ps **ct**)

Neue Version 2025:

c't Desinfec't 2025

Ihr Rettungssystem bei Virenbefall

Jetzt
NEU



c't 12/2025 digital auf einem
bootfähigen 32 GByte USB-Stick



NEU



shop.heise.de/ct-desinfec25

im heise shop!

MQTT-fähige Geräte senden ihre Daten an einen MQTT-Server, der Broker heißt. Dort können andere MQTT-Geräte die Daten abonnieren. Treffen neue Daten ein, reicht der MQTT-Server sie an alle Abonnenten weiter. MQTT ist keine Einbahnstraße: Jedes Gerät kann selbst auch Daten empfangen. In der Praxis erhalten sie häufig Konfigurationsdaten oder Steuerbefehle auf diesem Weg.

Auch Software kann als MQTT-Client die Datenquellen über ein Abonnement anzapfen. So lassen sich zum Beispiel Dienste realisieren, die Temperaturen regelmäßig in eine Datenbank schreiben, um sie später auszuwerten. Auch im Smart Home verwenden manche Steuerzentralen MQTT, um Lampen anzusteuern.

MQTT entkoppelt

Unterm Strich hilft MQTT, Aufgaben zu trennen, etwa Sensoren und Steuerung, aber auch, Komponenten so zu isolieren, dass man sie austauschen kann, etwa die verwendete Steuerzentrale im Smart Home. Aber nicht nur das: Es ist auf Robustheit ausgelegt. Es kennt verschiedene Qualitätsanforderun-

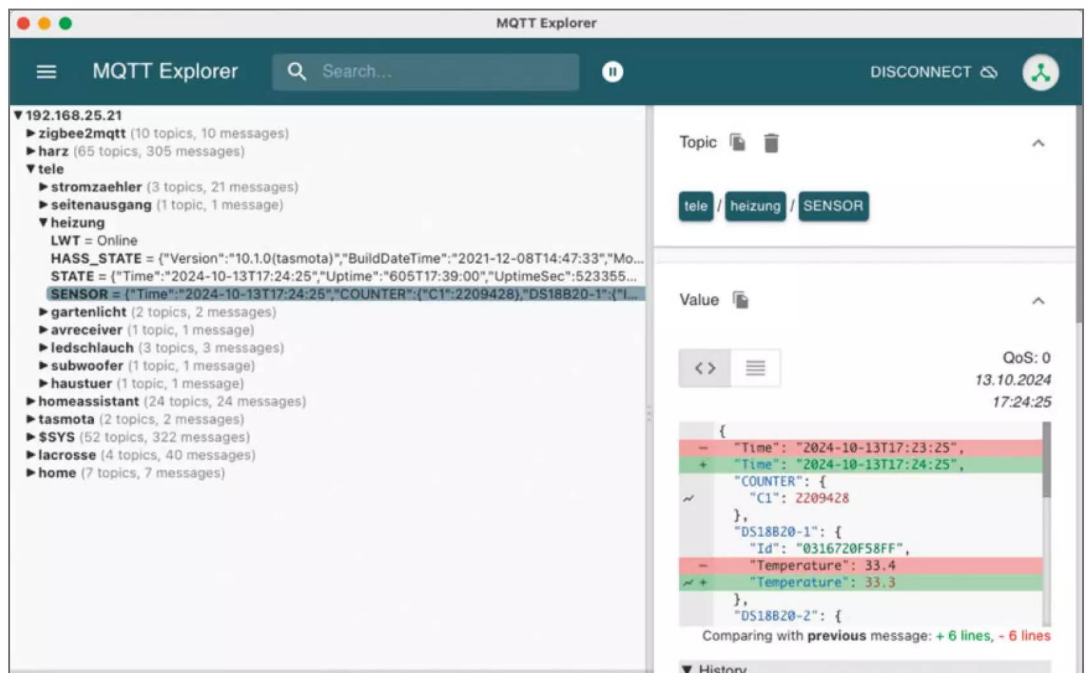
gen für die Zustellung von Nachrichten und funktioniert so auch über langsame und schlechte Verbindungen. Auf Wunsch speichert ein Broker stets die letzte Nachricht zwischen.

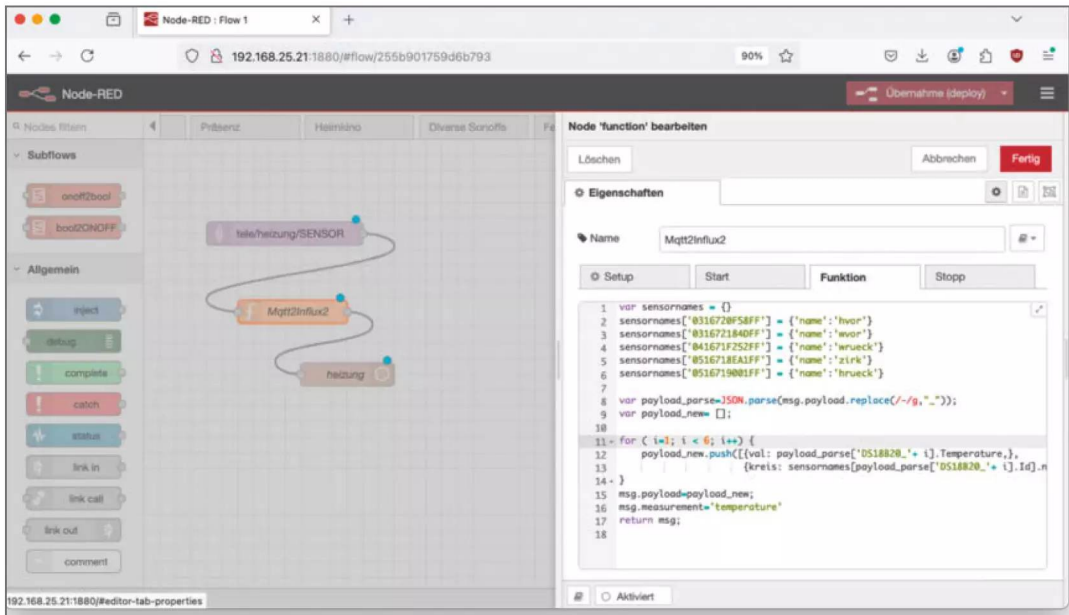
Nimmt sich einer der beteiligten Kommunikationspartner eine Auszeit, stört das die anderen nicht. Schlimmstenfalls gehen Nachrichten verloren. Da die normalerweise ohnehin regelmäßig übertragen oder abgefragt werden, fällt das oft nicht auf. Clients können vorbeugend für einen Verbindungsabbruch einem Broker den Auftrag erteilen, Abonnenten eine besondere Nachricht zu übermitteln.

MQTT-Nachrichten bestehen aus aneinander gehängten Topics, wie zum Beispiel „Zuhause/Bad/Temperatur“. So ergibt sich auf dem Broker eine Hierarchie ähnlich dem Verzeichnisbaum eines Dateisystems. An einem solchen Topic hängt der Nachrichteninhalt. Das können Binär- oder Klartextdaten sein; oft ist es JSON. Vorgaben für die Struktur und wie Topics zu heißen haben, gibt es nicht.

MQTT-Clients können mit Wildcards Nachrichten für einen ganzen Teilbaum abonnieren: Ein angehängtes „#“ liefert alle Nachrichten an den darunter liegenden Teilbaum, etwa aus „Zuhause/Bad/#“ die

Um einen MQTT-Broker zu verstehen, hilft ein Programm, das ihn beobachtet. MQTT Explorer tut das und zeigt Änderungen an dorthin übermittelten Daten übersichtlich an, je nach Beschaffenheit sogar als Grafik.





Das grafische Entwicklungswerkzeug Node-Red vermittelt bei Bedarf zwischen per MQTT bereitstehenden Sensordaten und Zeitreihendatenbanken. Dafür eingesetzter JavaScript-Code hilft dabei, Sensor-IDs in lesbare Namen zu übersetzen, die als Tags in InfluxDB landen.

Topics „Temperatur“ und „Feuchte“. Mit einem „+“ kann ein Client gezielt nur die in einem Teilbaum erfassten Werte für die Temperatur abfragen, etwa mit „Zuhause/+/Temperatur“.

Nützlich für den Umgang mit MQTT ist Software, um die eingehenden Nachrichten zu beobachten. Hier empfiehlt sich der MQTT Explorer von Thomas Nordquist. Das Programm ist zwar etwas in die Jahre gekommen, aber nach wie vor sehr nützlich. Inzwischen hat der Entwickler angefangen, an der Version 0.4 zu arbeiten. Die neuere Version gibt es auf GitHub, aber nicht in den App-Stores.

Für die Inbetriebnahme eines MQTT-Brokers lautet die Empfehlung nahezu einhellig, zu Eclipse Mosquitto zu greifen. Dieser Server-Dienst lässt sich am einfachsten per Docker einrichten. Wenn der Server auch aus dem Internet erreichbar sein soll, muss man akribisch darauf achten, die dafür eingerichteten Konten mit starken Passwörtern zu versehen und unbedingt nur TLS-gesicherte Verbindungen zu verwenden.

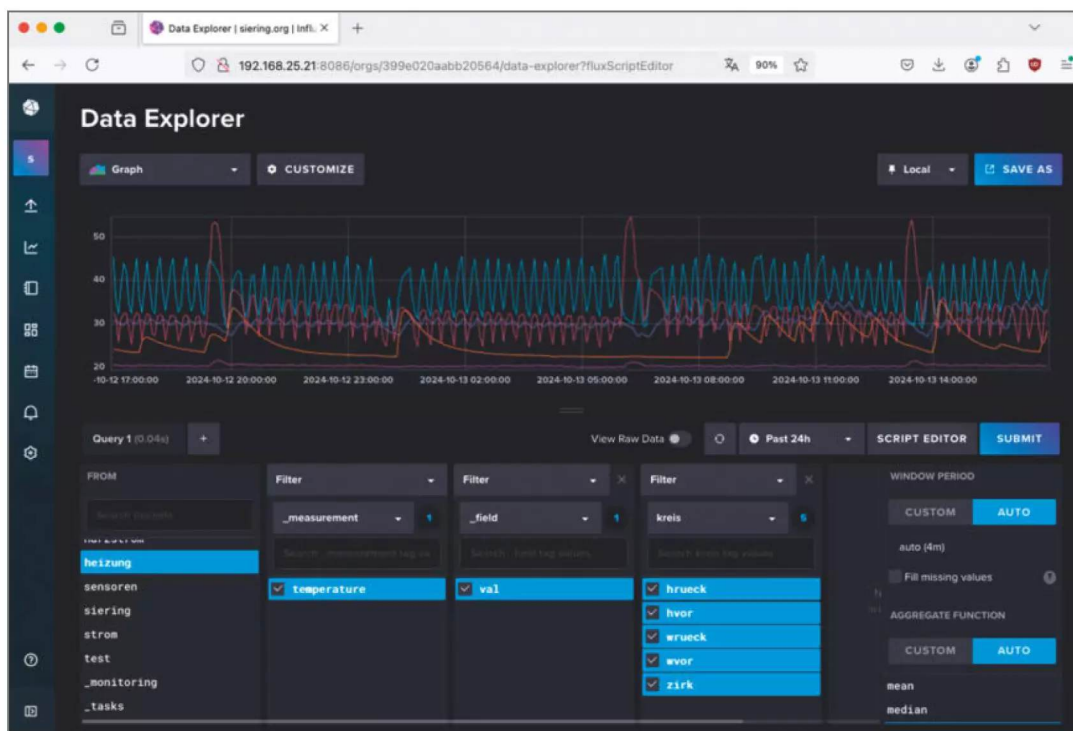
Node-Red verbindet

Wer selbst MQTT-Nachrichten generieren will, etwa um damit ein Gerät zu konfigurieren, kann Befehle auf der Kommandozeile einsetzen. Viel bequemer ist es aber, auf Software wie Node-Red zurückzugreifen: Dieses im Browser bediente und auf einem Server ausgeführte Werkzeug zur grafischen Programmierung spricht unter anderem MQTT.

Mit wenigen Mausklicks erstellen Sie in Node-Red eine Verbindung zu einem MQTT-Broker und abonnieren dort Topics. So können Sie Daten anzeigen oder weiterverarbeiten lassen. Nützlich ist Node-Red besonders dann, wenn Sie Daten von Geräten verarbeiten wollen, die selbst kein MQTT sprechen: Oft genügen einige Nodes oder ein paar Zeilen Code, um diese einzusammeln, passend aufzubereiten und dem Broker als MQTT-Topic zu übermitteln.

Für allerlei Funktionen und Erweiterungen stehen fertige Funktionen bereit, Knoten in der Node-Red-

Mit dem Data Explorer in der Weboberfläche von InfluxDB stöpselt man seit Version 2 recht schnell Auswertungen der eingelaufenen Daten zusammen und erzeugt daraus ansehnliche Dashboards.



Diktion. Wenn die nicht genügen, um Daten von einem ins andere Format zu überführen, macht das nichts: Node-Red sieht vor, selbstgeschriebenes JavaScript in eigene Knoten zu verpacken.

Node-Red macht auch dann eine gute Figur, wenn es darum geht, per MQTT verfügbare Daten zum Beispiel an eine Zeitreihendatenbank weiterzugeben. Das ist so oft viel leichter zu realisieren als mit den umständlichen Werkzeugen, die solche Datenbanken selbst bereitstellen. Die naheliegende Lösung ist hier im Zweifel eine Ihnen vertraute Technik. Es finden sich im Netz Implementierungen, um mit Python Daten aus MQTT in eine Datenbank zu schieben.

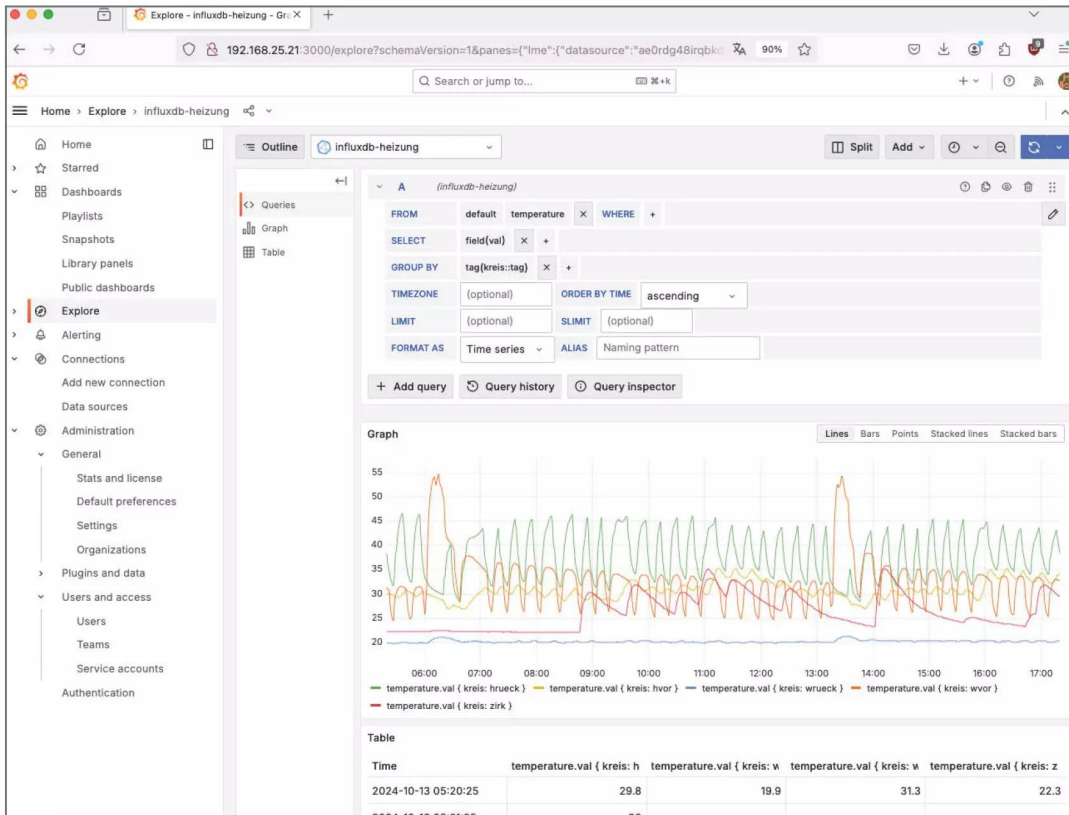
Auf den ersten Blick klingt das alles nach einem sehr großen Aufwand für eine sehr kleine Aufgabe. Sensoren könnten doch schließlich auch direkt Daten in eine Datenbank schieben. Im Prinzip ja, aber: Dank MQTT verlassen die Daten ihr Silo und sind für so gut wie jeden gängigen Dienst zugänglich, etwa zur Heimautomatisierung mit Home As-

sistent, Homebridge, OpenHAB, ioBroker und so weiter – Sie lösen damit Ihre Daten und Sensoren aus der Abhängigkeit einzelner Dienste.

InfluxDB speichert

Als Aufbewahrungsort für Sensordaten bietet sich die Zeitreihendatenbank InfluxDB an. Sie bringt eine eigene Weboberfläche mit, um die Grundkonfiguration einzurichten und eingegangene Daten auch grafisch darzustellen. In der Weboberfläche kann man die Abfragen mehr oder minder zusammenklicken, um die Daten zu selektieren. InfluxDB kennt obendrein zwei eigene Abfragesprachen.

InfluxDB verwendet etwas andere Konzepte und Namen als andere Datenbanken. Messreihen (measurements) entsprechen einer Tabelle in einer SQL-Datenbank. Automatisch erzeugte Zeitstempel (points) sind wie Zeilen einer SQL-Tabelle. Werte (fields), zum Beispiel eine Temperaturangabe, lassen sich mit nicht indizierten Spalten vergleichen.



Wer es hübscher mag, greift zu Grafana: Hier lassen sich die InfluxDB-Daten ebenfalls auswerten und vor dem Erstellen von dauerhaft erreichbaren Dashboards erforschen. Grafana verwendet auf Wunsch als Abfragesprache das wieder angesagte SQL-artige InfluxQL.

Zusätzliche Merkmale für Werte (tags) sind verwandt mit indizierten Spalten einer SQL-Tabelle.

Außerdem begegnen dem Influx-Nutzer drei weitere Konzepte: Eine „Organisation“ stellt eine Verwaltungseinheit dar, innerhalb derer sich Rechte vergeben lassen. Hier genügt meist eine. Ein „Bucket“ könnte man als Container für Messreihen beschreiben. Wichtig ist die einem Bucket zugeordnete „Retention Policy“, also die Aufbewahrungsfrist; alte Daten löscht eine Influx-Installation auf Anforderung automatisch.

Für den interaktiven Zugriff auf die Weboberfläche setzt Influx auf herkömmliche Benutzernamen nebst Kennwort. Für den automatisierten Zugriff, also das

Hinzufügen von Daten und deren Abruf, setzt Influx auf Tokens. Die generiert es als „API Tokens“ in seiner Weboberfläche mit unterschiedlichen Rechten. Achtung: Notieren Sie die generierten Tokens idealerweise in einem Passwortmanager, sie werden nur einmal angezeigt.

Viele Beispiele und Tutorials verwenden die an SQL orientierte Sprache „InfluxQL“, die mit InfluxDB in Version 1 eingeführt worden war. Version 2 ersetzt diese durch die im Vergleich dazu gewöhnungsbedürftige Sprache „Flux“, die völlig anders aufgebaut ist. Mit der nächsten Hauptversion wollen die Entwickler nach anhaltender Kritik zu InfluxQL zurückkehren. Kurzum: Ignorieren Sie Flux.

Grafana garniert

Wenn Ihnen die Möglichkeiten zur grafischen Auswertung in InfluxDB nicht genügen oder Sie InfluxQL benutzen möchten, landen Sie früher oder später bei der Analyse- und Visualisierungslösung Grafana. Die kann nämlich auch mit der wiederbelebten Abfragesprache arbeiten. Etwas trickreich ist die Einrichtung einer Verbindung zu InfluxDB mit InfluxQL zur Datenabfrage. Unserer Erfahrung nach sind viele Anleitungen im Netz unvollständig oder führen nicht zum Ziel.

Bei uns hat das Einrichten von InfluxDB als Datenquelle in Grafana geklappt, indem wir zunächst in Influx einen Zugriffs-Token erzeugt haben. Den haben wir dann in Grafana unter Datasources als Custom HTTP-Header „Authorization“ in das Feld „Value“ eingetragen und ihm das Wort „Token“ mit einem trennenden Leerzeichen vorangestellt. Als weitere Felder sind nur noch die URL einzutragen, der Name der Datenbank (nicht die ID des Buckets) und als HTTP-Methode „GET“ zu wählen.


So mächtig InfluxDB und Grafana auch sind, so prächtig kann man sich darin verzetteln. Deshalb unser Tipp: Schauen Sie, ob nicht Influx schon genügt oder vielleicht die Funktionen der ohnehin schon einsatzbereiten Heimautomationslösung weit genug reichen. Manchmal ist weniger auch mehr.

Wo man Node-Red, MQTT-Broker, InfluxDB und Grafana laufen lässt, ist nicht nur eine Geschmacks-

frage: Den beiden erstgenannten genügt ein Raspberry Pi 4 oder 5. Für die Zeitreihendatenbank eher nicht, weil wegen der sehr häufigen Schreibzugriffe keine SD-Karte als Speichermedium verwendet werden sollte. Und InfluxDB und Grafana brauchen etwas Dampf, wenn sie über Wochen oder Monate gesammelte Daten auswerten sollen. Ein NAS oder ein Heimserver sind dafür gut geeignet.

Wer die Dienste nicht selbst betreiben will, kann auch auf fertige Cloud-Angebote zurückgreifen. Doch das kann ganz schnell teuer werden und birgt mitunter Überraschungen: So musste InfluxData neu einräumen, in seinen Rechenzentren vorschnell die Daten zahlender Kunden gelöscht zu haben. Die Vorwarnungen hatten sie nicht erreicht und so wurden sie kalt erwischt.

Strich drunter

Es klang schon an: Jedes der empfohlenen Werkzeuge ist für sich bereits ein heftiges Kaliber und braucht einige Einarbeitung. InfluxDB als Datensammelbecken ist außerdem in Bewegung. Wer die Komponenten mit Docker benutzt, sollte von der eigentlich sinnvollen Strategie Abstand nehmen, die Images automatisiert mit Updates zu versehen. Sonst sitzt man womöglich plötzlich vor einem grundrenovierten GUI, auf dem man sich kaum mehr zurechtfindet. Solange die Dienste nicht von außen erreichbar sind, scheint das für manchen der bessere Kompromiss. (ps) 

Erwähnte Tools

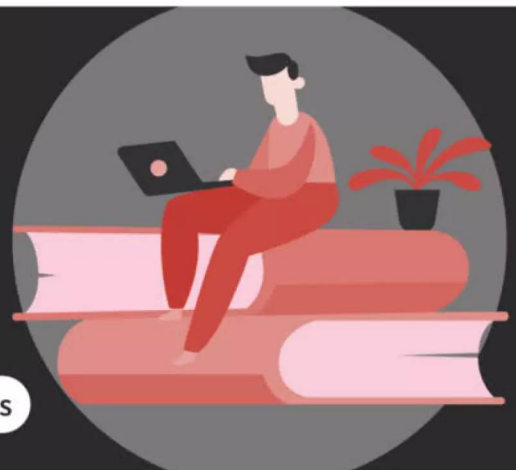
ct.de/wz5d

 heise academy

IT-Know-how für die Zukunft

Flexible Weiterbildung on-demand mit unserem **Essential Pass**: Lernen Sie in über 190 Videokursen aus sieben IT-Schwerpunkten.

 Jetzt entdecken: heise-academy.de/essential-pass



Vorschau c't Digital souverän

Ab dem 15. August im Handel und auf ct.de

Wie Sie die Kontrolle über Ihre Daten gewinnen

Die Frage der digitalen Souveränität treibt Unternehmen und Behörden um, aber auch Privatpersonen. Wie abhängig sind wir von Cloud-Anbietern, insbesondere aus den USA, und wie können wir im Kleinen wie Großen in der digitalen Welt die Unabhängigkeit wiedererlangen? Genau das zu klären, ist Thema im Sonderheft Digital souverän. Ein zentrales Thema ist der Ausstieg aus den Abhängigkeiten von US-Cloud-Anbietern wie Microsoft, Google & Co. Im Sonderheft zeigen wir, warum es sich lohnt, jetzt Alternativen zu prüfen, wie man passende Lösungen findet und welche rechtlichen Rahmenbedingungen in Europa gelten. Außerdem beleuchten wir wegweisende politische und gesellschaftliche Initiativen, die digitale Souveränität vorantreiben – von Non-Profit-Organisationen bis zum staatlichen Wechsel auf Open-Source-Lösungen. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Aufbau eigener Cloud-Infrastrukturen: Vom ersten Einstieg mit Nextcloud bis zum Betrieb eigener

Dienste mit Proxmox VE decken wir das nötige Know-how ab. Das ist nicht nur etwas für erfahrene Admins – unser Self-Hosting-Kompendium liefert das nötige Rüstzeug, um Dienste sicher, stabil und datenschutzkonform selbst zu betreiben. Neben fundiertem Praxiswissen enthält das Heft Anleitungen für konkrete Self-Hosting-Projekte zum Selbermachen – von der Foto-Cloud Immich auf dem Raspberry Pi über einen automatischen Backup- und Sync-Client ganz ohne Cloud bis zum lokalen Standort-Tracker. Für alle, die die digitale Kontrolle zurückgewinnen und ihre Datenhoheit selbst in die Hand nehmen möchten. Ob Sie neu in die Welt des Self-Hostings einsteigen oder Ihre bestehende Infrastruktur weiter absichern und ausbauen möchten – Digital souverän bietet Ihnen das Wissen und die Werkzeuge, um digitale Selbstbestimmung zu leben.

Weitere c't-Sonderhefte: heise.de/s/00MxL

Themenschwerpunkte

Raus aus den US-Clouds

- Warum der Ausstieg aus US-Clouds jetzt sinnvoll ist
- So finden Sie europäische Alternativen
- Die rechtliche Lage im Überblick
- Was beim Umstieg aus der US-Cloud zu beachten ist
- Wie Non-Profits die digitale Welt nachhaltig gestalten
- Open Source statt Microsoft: Schleswig-Holstein macht's vor
- Wie europäische Länder digitale Unabhängigkeit anstreben
- Sovereign Tech Agency: Wie der Bund Open-Source-Software finanziert

Admin-Wissen für die private Cloud

- Self-Hosting-Kompendium: Dienste richtig selber hosten
- Was Server-Admins für die Cloud wissen müssen
- Dienste ins Netz bringen: Grundlagen, Tunnel & Proxys
- Virtualisierung mit Proxmox: Der Alleskönner für den Heimserver

Einstieg in die eigene Cloud

- Warum Nextcloud die erste Wahl für Selbsthoster ist
- Nextcloud von Grund auf einrichten
- Nextcloud-Clients für Desktop und Mobilgeräte
- DSGVO-konforme Nextcloud-Angebote zur Miete, Cloud-Projekte zum Selbsthosten
- Eigene Foto-Cloud mit Raspberry Pi und Immich
- Pixelunion: Die europäische Foto-Cloud
- Standortverlauf lokal aufzeichnen mit Dawarich
- BASPi: Backup & Sync ganz ohne Cloud

Datenkraken verstehen!

Schwachstellen aufdecken wie die Profis!

JETZT
Tools + Taktiken
kennenlernen



Mittlerweile arbeiten Profi-Hacker als Pentester, um Sicherheitslücken aufzudecken. Wir blicken ihnen im c't Sonderheft über die Schulter:

- ➔ Trainingsmaterial für angehende Hacker
- ➔ Live-Pentest: Cyberangriffe zu Fuß
- ➔ Mit dem Raspi Angriffe simulieren
- ➔ Interview: Über das Hacken einer PS5



NEU



im heise shop!



shop.heise.de/ct-hacking25

FREITAG IST c't-TAG!*

Jetzt 5x c't lesen

für 24,00 €
statt 31,75 €**

** im Vergleich zum Standard-Abo

30%
Rabatt!



*Endlich Wochenende! Endlich genug Zeit, um in der c't zu stöbern. Entdecken Sie bei uns die neuesten Technik-Innovationen, finden Sie passende Hard- und Software und erweitern Sie Ihr nerdiges Fachwissen. **Testen Sie doch mal unser Angebot: Lesen Sie 5 Ausgaben c't mit 30 % Rabatt – als Heft, digital in der App, im Browser oder als PDF. On top gibt's noch ein Geschenk Ihrer Wahl.**

Jetzt bestellen:

ct.de/meintag

