

Die besten Helfer für ...

Haushalte

Saug-, Wisch- und Fensterputzroboter im Test

Energiesparen

Stromfresser im Haushalt erkennen und beseitigen

Gartenarbeit

Kaufberatung und Tuning von Mährobotern

Zugangskontrolle

Smarte Türöffner und Schließsysteme der Zukunft



Einfach schöner wohnen

Musik • Licht • Alexa und Co.

Sprachassistenten im Praxistest • Lichtsysteme im Vergleich
Musikverteilung im ganzen Haus

Inhalt

Smart und sicher

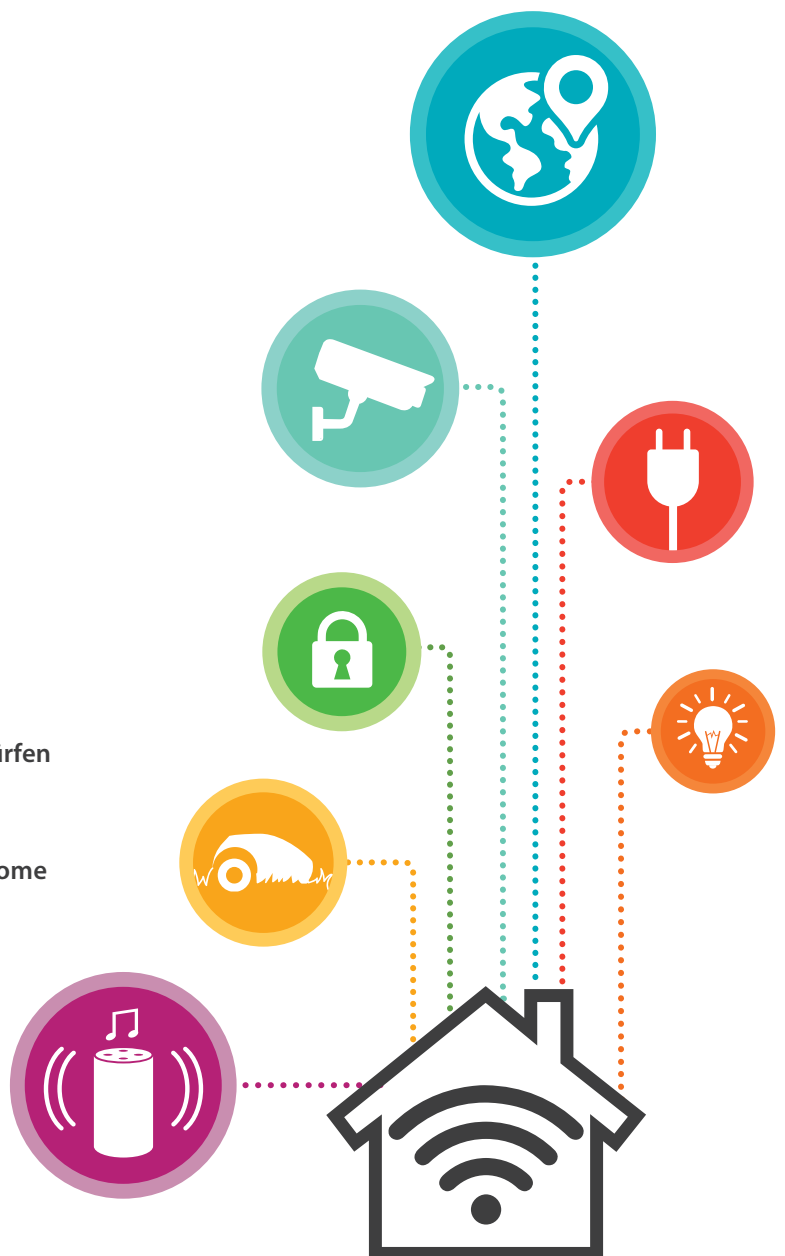
- 6 Schließ- und Zugangssysteme der Zukunft
- 8 Türschlösser mit smarten Funktionen
- 14 Smarte Schlösser mit Tasker steuern und ins Smart Home einbinden
- 17 Sicherheits-Checkliste Smart Home
- 18 Neun smarte Überwachungskameras mit App-Steuerung für innen und außen
- 24 Vernetztes Schließsystem für Wohnungs- und Haustüren

Kluge Assistenten

- 26 Sprachassistenten durchdringen den Alltag
- 32 Alexa, Google Assistant, Apple Siri und Bixby im Vergleich
- 38 Was wir von Alexa & Co. in Zukunft erwarten dürfen
- 40 Wie Sprachassistenten unseren Datenschutz aushöhlen
- 44 Neun funkgesteuerte Steckdosen fürs Smart Home
- 51 Smarte Steckdosen ohne Hersteller-Cloud betreiben

Wohlfühlen mit Licht

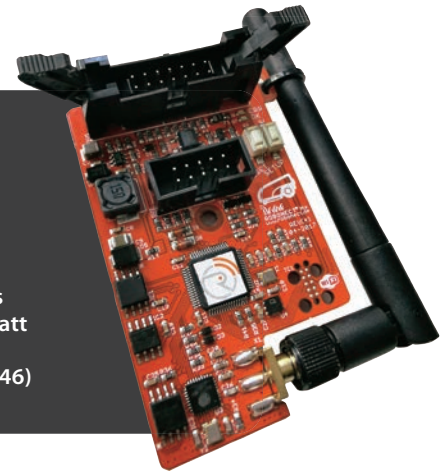
- 60 Lichtsysteme von Philips, Osram, Ikea, Paulmann und Innr mixen
- 64 Was Sie über LED-Lampen wissen müssen
- 68 Zwölf Multiroom-Systeme mit WLAN



AKTION

Smartes Rasenmäher- Update

Leser dieses Heftes
erhalten 40 Euro Rabatt
auf die Robonect
Hx-Platine (siehe S. 146)



Vernetzte Musik

- 78 Chromecast, Spotify Connect & Co. als günstige Alternative zu Mehrraum-Lautsprechern
- 82 Streaming-Clients mit Endstufe: Sonos Amp und Connect:Amp vs. Amazon Echo Link Amp
- 86 Yamahas Multiroom-System MusicCast ins Smarthome einbinden
- 90 Software zur Steuerung von MusicCast-Geräten über Windows und macOS

Strom sparen

- 92 Stromverbrauch im Haushalt optimieren
- 96 Strom sparen im Smart Home
- 98 Wie sich der Energieverbrauch von Unterhaltungselektronik mindern lässt
- 100 Strom sparen mit Smartphones und Tablets: Nutzt sie mehr!

Das bisschen Haushalt ...

- 102 Saugroboter mit Raumerkennung und App-Steuerung
- 108 Fensterputzroboter Winbot X mit Akku und Sicherungsleine
- 110 Schlafmatte mit Smart-Home-Anbindung von Withings

Mähen lassen

- 112 Was bei der Anschaffung eines Mähroboters zu beachten ist
- 118 Smarter Robomäher unter 1000 Euro: Gardena Sileno City
- 120 Mähroboter von Husqvarna und Gardena ins Netz holen

Smart Home automatisieren

- 124 Fünf Smart-Home-Zentralen, um ZigBee, Z-Wave Cloud & Co. unter einen Hut zu bringen
- 132 Die Smart-Home-Steuerungssoftware ioBroker
- 136 ioBroker sicher installieren und betreiben
- 138 Node-Red: Tado-Heizungssteuerungen integrieren und erweitern
- 142 Node-Red: günstige Smart-Home- Gadgets mit Apple HomeKit verbinden

Zum Heft

- 3 Editorial
- 146 **Rabattaktion**
- 146 Impressum

Hereinspaziert!

Schließ- und Zugangssysteme der Zukunft



Smarte Schlösser	Seite 6
Gegensprechanlagen	Seite 8
Schlösser steuern und einbinden	Seite 14
Security Checkliste	Seite 17
Überwachungskameras im Test	Seite 18
Vernetztes Schließsystem	Seite 24

„Sesam, öffne dich“ – und schon ist im Märchen von Ali Baba der Weg zur Räuberhöhle frei. Sprachsteuerung ist heute fast schon wieder ein alter Hut. Wahrscheinlich werden wir ins Heim der Zukunft einfach so eintreten können – ganz ohne Codewörter oder Schlüssel.

Von Sven Hansen

Mechanische Zugangssysteme sind wohl fast so alt wie die Menschheit. Sobald man sich seine Höhle besonders nett eingerichtet hatte, ging es auch gleich um den Schutz vor ungebetenen Gästen. Wie erkenne ich möglichst früh, wer da vor dem Eingang steht? Wie Sorge ich dafür, dass ich Zutritt habe und andere nicht? Wie kann ich mein Zutrittsrecht an Vertraute weitergeben? Die Erfindung des mechanischen Schlüssel-/Schloss-Prinzips war zur Lösung der beiden letzten Fragen zweifellos ein großer Wurf. Seit Jahrhunderten ist der Metallschlüssel das gängigste Mittel zur Zutrittskontrolle – doch das soll sich ändern.

Mecha(tro)nisch

Etwa 70 Kilometer westlich von München, im beschaulichen Affing, schraubt man beim Sicherheitsspezialisten Abus an den Schließsystemen der Zukunft. „Heute benötigt man zum Öffnen unserer vernetzten Schließanlagen einen Chip oder die App auf dem Handy“, erklärt der damalige Geschäftsführer Benjamin Pflaum bei unserem Besuch. Die in Affing je nach Kundenauftrag montierten Schließzylinder sind ein Puzzle aus über 100 Einzelteilen – ein Blick in die Werkstatt erinnert eher an eine Uhrenmanufaktur. Die hier gefertigten mechatronischen Zylinder ersetzen den herkömmlichen Schließzylinder und lassen sich je nach Modell per Chip, Zahlenkombination oder per Funk über eine App ansprechen. Hier wird der mechanische Schlüssel einfach durch ein elektronisches Pendant ersetzt.

Die großen Vorteile gegenüber dem mechanischen Schlüssel: Die elektronische Variante lässt sich leichter an andere Nutzer übermitteln und kostengünstig vervielfältigen. Und zur Not kann das Zutrittsrecht ebenso einfach wieder ent-

ziehen. Spätestens bei großen Schließanlagen stellen nämlich verlorene mechanische Schlüssel einen hohen Kostenfaktor dar. Selbst bei einer einfachen Familie kann sich die Investition in eine mechatronische Schließanlage schnell lohnen, weil die Kinder die Schlüssel erst gar nicht verlieren können. „Unser mechatronisches Zahlenschloss, das man per Transponder oder sechsstelligem Code öffnet, ist aus diesem Grund sehr beliebt.“

Die Zukunft sieht Pflaum bei den biometrischen Verfahren. „In wenigen Jahren wird sich mit Hilfe von multisensorischen Verfahren die Tür von alleine entriegeln, wenn ich mich als berechtigte Person nähere.“ Dabei hat Pflaum nicht unbedingt die erste Generation biometrischer Sensoren im Sinn: „Fingerabdrucksensoren funktionieren nicht mit nassen Händen und nicht jeder mag sich vor einen Iris-Scanner mühsam in Position bringen. Moderne Gesichtserkennungssysteme auf Basis von Scannern und Kamerabildern lassen sich zudem oft noch überlisten.“

Den Durchbruch soll die Verschmelzung unterschiedlicher Sensordaten brin-

gen: „Mischt man Videodaten mit zusätzlichen Sensorinformationen, kann das System berechnete Personen erkennen und den Zutritt gezielt erteilen.“ Im Moment funktionieren diese Techniken noch nicht zuverlässig genug oder die zur sicheren Erkennung nötigen Sensoren sind einfach noch zu teuer. „Alles nur eine Frage der Zeit“, ist sich Pflaum sicher. Derweil experimentiert man in Affing schon mit den Möglichkeiten der heutigen Technik. „Mithilfe moderner Algorithmen können wir schon jetzt recht sicher bestimmen, ob da eine bekannte Person sich Zutritt verschaffen möchte“, erklärt Pflaum. Jeder Mensch geht offenbar mit einer anderen Dynamik ans Werk.

Was geht

Bis die Maschinenintelligenz so weit ist, dass sie souverän den Türsteher mimen kann, muss der Mensch ihr also noch einen Schritt entgegenkommen. So kann unser Kollege Julius Beineke, der sich im vergangenen Jahr im Selbstversuch einen NFC-Chip implantieren ließ (siehe Seite 24), problemlos Abus' vernetztes wAppLoxx-System bedienen und die Schlösser durch Handauflegen entriegeln.

Zum Glück braucht es aber nicht unbedingt einen Bodymod, um sich in Sachen Schließsystemen ein Stückchen Zukunft ins Heim zu holen. Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen elektronische Schlösser und Systeme zur Zugangskontrolle vor, die sich in bestehende Installationen integrieren lassen: Ein System, mit dem man die Haustür eines Mehrfamilienhaus App-fähig macht, oder Schließzylinder, die man mit dem Handy öffnet oder komplett ins Smarthome integriert. Der Schutz der modernen „Wohnhöhle“ dürfte somit gesichert sein. (sha@ct.de) **ct**

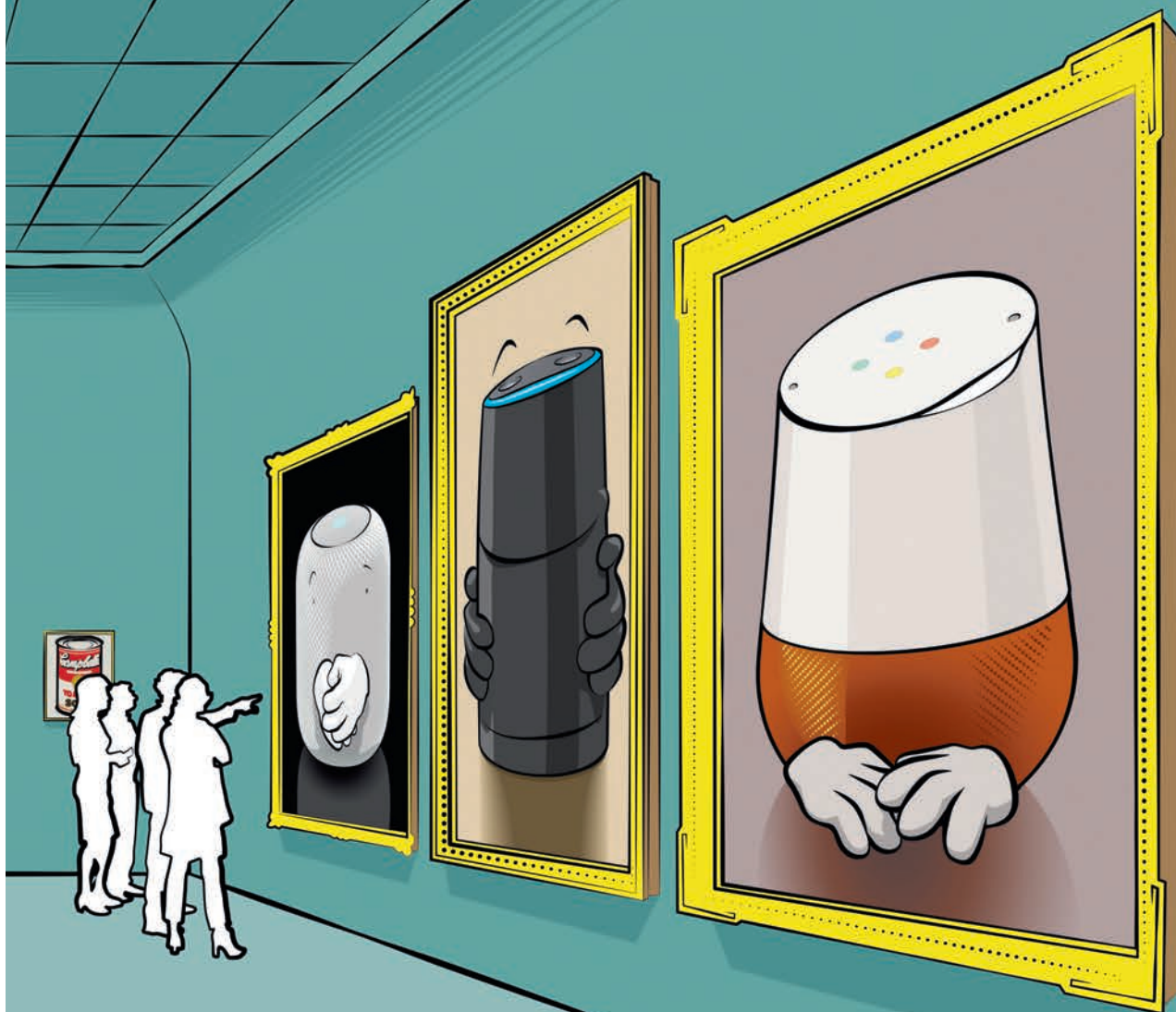
Feinmechanik trifft Elektronik: Beim Sicherheitsspezialisten Abus in Affing werden mechatronische Schließzylinder nach



Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019

Sie sind da!

Sprachassistenten durchdringen den Alltag



Was Assistenten leisten	Seite 26
Test: Google Assistant, Alexa & Co.	Seite 32
Der Assistent der Zukunft	Seite 38
Assistenten im Datenschutz-Check	Seite 40

Ob man die Sprachassistenten für unverzichtbare Helferlein hält oder für den absoluten Daten-GAU – fast jeder ist schon mal mit Alexa & Co in Kontakt gekommen. Deshalb ist es wichtig, die Funktionsweise der Assistenten zu verstehen, denn sie sind weder reine Spielerei noch Alleskönner oder Datenspione.

Von Sven Hansen, Nico Jurran und Stefan Porteck

Der Faszination einer menschenähnlichen Maschine kann sich kaum jemand entziehen. Mit Amazons Echo stand in vielen Haushalten erstmals eine Sprechdose auf dem Tisch, die auf Zuruf Nachrichten, Informationen und Musik liefert, Witze erzählt und Geräte im Haushalt steuert. Auch wenn die erste Begeisterung verflogen ist, sind die Sprachassistenten Teil des Alltags geworden: Laut einer aktuellen Studie nutzt heute rund ein Drittel aller Deutschen Alexa & Co., vor einem Jahr war es nur ein Fünftel.

Außer dem Sprachassistenten des Versandriesen Amazon sind in deutschen Haushalten der Google Assistant und Apple Siri anzutreffen. Siri nimmt eine Sonderstellung ein: Nicht nur, dass der Assistent – obwohl älter als Alexa – erst sehr spät über den „HomePod“ genannten vernetzten Lautsprecher einen festen Platz in Wohnräumen erhielt. Apple kündigte bislang auch keine weitere Variante des Geräts oder gar ein Integrationsprogramm für Dritthersteller an. Und während Amazon und Google sowohl Entwickler-Kits als auch die nötigen Begleit-Apps unter Android und iOS bereitstellen, lässt sich Siri nur auf dem HomePod und nur von iOS-Nutzern einrichten und konfigurieren.

Abseits der drei großen Assistenzsysteme versuchen sich immer wieder einzelne Gerätehersteller an einer eigenen Sprachsteuerung – beispielsweise Microsoft mit Cortana am PC, Samsung mit Bixby auf Smartphones und LG mit dem „Voice Mate“ auf seinen aktuellen Smart-TVs. Über letzteren lassen sich nicht nur TV-Sender nach Namen ansteuern und die Lautstärke verändern, er durchsucht beispielsweise auch YouTube nach Titeln und das TV-Angebot nach Filmen. Auch die Autohersteller versuchen es mit eigen-

nen Assistenten: Bei den Premiummarken Mercedes und BMW kann man sich in ausgewählten Fahrzeugen mit MBux oder dem Personal Digital Assistant unterhalten.

Wie geht das?

Wenn sie in einem smarten Speaker verpackt sind, arbeiten Sprachassistentensysteme nach demselben Muster. Sie horchen über im Lautsprecher integrierte Fernfeldmikrofone permanent auf ein Aktivierungswort (englisch Hotword) wie „Alexa“ oder „Hey Google“. Dabei fließt noch nichts in die Cloud. Erst wenn sie ihr Wort erkennen, zeichnen sie den nachfolgenden Satz auf und schicken ihn verschlüsselt an die Cloud des jeweiligen Anbieters. Manche Assistenten in Geräten wie dem Fire-TV-Medienplayer und dem angesprochenen LG-Fernseher springen nur an, wenn der Nutzer eine bestimmte Taste auf der Fernbedienung mit integriertem Mikrofon drückt.

In der Cloud wird die Sprachaufzeichnung in Text umgewandelt und nach Kommandos durchsucht. Handelt es sich

um eine Frage, suchen die Server die passende Antwort heraus, wandeln sie über ein Text-To-Speech-System in Sprache und schicken diese Audiodaten an den vernetzten Lautsprecher des Nutzers zurück. Geht es dem Anwender hingegen darum, mit seinem Sprachbefehl ein Smart-Home-Gerät zu schalten, übermitteln Amazon, Google & Co. das Kommando an den passenden Cloud-Dienst.

Die Intelligenz der Sprachassistenten steckt somit komplett in der Cloud und nicht im Gerät auf der heimischen Kommode. Das hat für die Anbieter den Vorteil, dass sich die Hardware auf Nutzerseite praktisch auf eine Kombination aus Lautsprecher, Fernfeldmikrofonen und Internetzugang beschränkt. Die lässt sich preisgünstig in vernetzte Lautsprecher integrieren – aber auch in Smart-TVs, Soundbars, Tablets und sogar in smarte Thermostate. Einen Überblick, in welchen Geräten mittlerweile Assistenten direkt zu finden sind, finden Sie auf Seite 30. Das Cloud-Konzept wirft allerdings immer wieder eine Reihe datenschutz- und verbraucherrechtlicher Fragen auf, die der Artikel ab Seite 40 beleuchtet.

Sprachsynthese

Eine gelungene Sprachausgabe ist bei den Assistenzsystemen mindestens so wichtig wie die Erfassung und korrekte Auswertung der vom Nutzer gesprochenen Befehle. Schließlich soll der Anwender die Antworten auf Anhieb verstehen und nicht erst rätseln müssen, was die Assistentin gesagt hat. Eine Herausforderung stellen dabei fremdsprachige Begriffe und Eigennamen dar.

Aber auch die Stimme, die Sprechgeschwindigkeit und die Betonung sind wichtige Faktoren: Auf Dauer ist es anstrengend, einer Sprachassistentin zuzuhören, die sehr schnell oder sehr langsam spricht oder sprichwörtlich ohne Punkt und Komma vor sich hinredet.

Um zum gewünschten Ergebnis zu kommen, nutzen die Entwickler verschiedene Ansätze. Im einfachsten Fall lässt man eine reale Person Sätze komplett oder in größeren Abschnitten einsprechen und spielt diese Audiodateien dem Nutzer später passend vor. Dies bietet sich beispielsweise an, wenn der Nutzer nach einem Witz oder einer Geschichte fragt, wo es oft auf Pausen und die richtige Betonung ankommt.

Wenn die Anbieter Texte mit sogenannten SSML-Tags (Speech Syn-



Mit dem Amazon Echo (links) und dem Google Home (rechts) ist der Sprachassistenten-Boom.

Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019

Schlau erleuchtet



Vier vernetzte Lichtsysteme versprechen mehr
Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz

Vier Lichtsysteme im Test Seite 52
Lichtsysteme mischen Seite 60
Basiswissen LED-Lampen Seite 64

Glühlampen und Energiesparfunzeln der ersten Generation haben ausgedient. Vernetzte Lichtsysteme sorgen nicht nur für eine angenehme Wohnatmosphäre, sondern lassen sich nutzbringend ins smarte Heim integrieren. Wir testen die vier Marktführer: App, Smart-Home-Anbindung, aber auch Lichtausbeute, Farbtreue und Lichtverteilung der Ersatzbirnen.

Von Sven Hansen

Zugegeben: Die ersten Erfahrungen mit energieeffizienten Leuchtmitteln in den 80ern waren durchaus ernüchternd. Der Glühbirnenersatz, im Fachjargon Retrofit-Leuchtmittel, wog damals mehr als die Pendelleuchte an der Decke und tauchte die Umgebung nach dem Einschalten in grünlich flirrendes Dämmerlicht – die Geburtsstunde der Energiesparfunzel.

Seither hat sich viel bewegt, moderne LED-Filamentlampen kommen sexy daher. In ihnen sind filigrane LEDs zu leuchtenden Fäden aneinandergereiht. In dem Format der alten E27-Birne bringen die Ingenieure heute die gesamte LED-Vorschalttechnik nebst Kühlung unter und finden sogar Platz für ein Funkmodul.

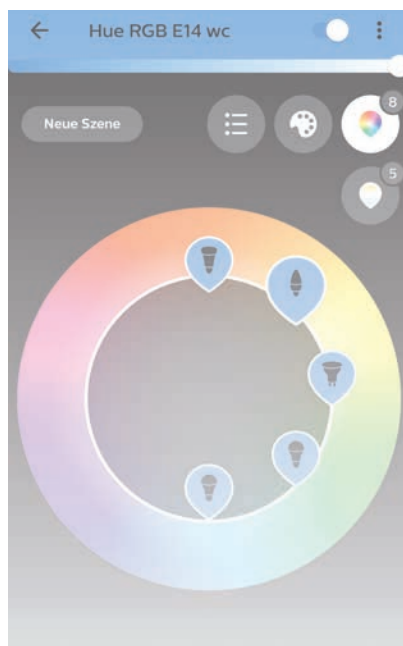
Spätestens da wird die Sache spannend, denn was man mit vernetztem Licht für nette und nützliche Dinge anstellen kann, hat Lichtspezialist Philips mit der Einführung seines Hue-Systems gezeigt. Philips' vernetzte Retrofit-Lampen und Komplettleuchten gehören zur Standardausstattung jedes Smart Homes. Kein Wunder also, dass sich inzwischen auch Mitbewerber in diesem Feld tummeln.

In unserem Test treten vier Lichtsysteme an, die man per App steuern kann und die sich ins smarte Heim integrieren lassen. Neben Philips Hue ist das Einrichtungshaus Ikea mit seinen Trådfri-System dabei, sowie das vernetzte System des Beleuchtungsspezialisten Paulmann. Abgerundet wird das Testfeld vom niederländischen Unternehmen Innr. Spannend dabei: Innr wurde von ehemaligen Mitarbeitern von Philips und Innr gegründet.

Die Hue-App hat in Sachen

stellen wollten. Eigentliche würde man auch Osram im Testfeld vermuten. Die Lichtspezialisten haben allerdings 2017 ausgerechnet ihre Consumer-LED-Sparte verkauft. Aus der Lightify-Hardware wurde „Smart+“. Das Nachfolgeunternehmen Ledvance vertreibt zwar weiter Retrofit-Lampen unter dem Markennamen Osram – das für den Betrieb nötige Gateway ist beim Lichter-Deal allerdings auf der Strecke geblieben. Ob es eine neue Steuerinstanz geben wird, ist nach Angaben von Ledvance noch nicht entschieden.

Ikea, Innr, Paulmann und Philips bieten innerhalb ihrer Systeme ein recht unterschiedliches Portfolio vernetzter Lichtkomponenten an. Am beliebtesten sind nach wie vor Retrofit-Leuchtmittel, denn



Die Hue-App hat in Sachen

Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019

längst nicht alle Haushalte haben den Wechsel hin zu moderner LED-Technik abgeschlossen – oft sind die vor langer Zeit angeschafften Leuchten zu teuer oder einfach zu schön, um sie zu entsorgen.

Retrofit-Lampen sollten der klassischen Glühbirne auch in punkto Farbtreue, Lichtverteilung und Flimmerfreiheit möglichst nahe kommen. Im Lichtlabor mussten sich die Kandidaten daher einer peniblen Prüfung unterziehen. Den technischen Hintergrund zur LED-Technik und den durchgeführten Messungen finden Sie im Grundlagenartikel ab Seite 64.

Die Hersteller verdienen mit dem Verkauf der Austauschleuchtmittel für E27 (klassische Birne), E14 (meist Kerzenform) und GU10 (Spot) derzeit noch das meiste Geld, wobei der Trend klar hin zu Komplettleuchten geht. Bei der hohen Lebensdauer der LED-Technik wird manch ein Kunde im Zweifelsfall eher die komplette Leuchte entsorgt, als eine Birne zu wechseln.

Smartes Licht?

Von Smart Home spricht man dann, wenn Systeme Verbesserungen in den Bereichen Komfort, Sicherheit oder Energieeffizienz bringen – in allen drei Feldern lassen sich die getesteten Lichtsysteme einsetzen.

Durch LED-Technik sorgen sie zunächst für maximale Lichtausbeute bei minimalem Energieverbrauch und lassen sich über Timer oder Bewegungsmelder ausschalten, um Strom zu sparen. Für Sicherheit sorgen sie durch die Anwesenheitssimulation, durch das automatische Ausleuchten in gefährlichen Bereichen (Treppe) oder wenn man sie für Benachrichtigungen einsetzt: Ein Feueralarm der vernetzten Rauchmelder lässt sich im gesamten Haus durch Blinken oder farbiges Leuchten signalisieren.

Und spätestens beim Thema Komfort können die Systeme richtig punkten. Dank der vernetzten Lichter lassen sich im Handumdrehen unterschiedliche Lichtstimmungen zaubern, die man per App, Fernbedienung oder Sprachsteuerung vom Sofa aus anstößt, ohne zusätzliche Kabel zu verlegen. Dabei lassen sich unterschiedliche Lichtquellen zur Gestaltung ganzer Lichtszenen parallel einbinden.

Das Thema Dimmen ist bei gewöhnlichen Retrofit-Lampen ein Problem, denn die alten Wanddimmer sind meist auf ohmsche Lasten ausgelegt – statt zu dimmen lassen sie die Lampen so aber ganz aus oder leuchten unangenehm zu flackern.



Musikverteiler

Zwölf Multiroom-Systeme mit WLAN

Funkvernetzte Musiksysteme versprechen großartigen Sound und lassen sich stressfrei per App oder Sprachsteuerung bedienen. Doch selbst wenn man die Vorzüge erst einmal nur in einem Raum nutzen möchte, will der Kauf des ersten Lautsprechers wohlüberlegt sein.

Von Sven Hansen

Musik drahtlos übers Netz zu schicken, ist kein Problem. So lässt sich auch der riesige HiFi-Turm samt Staubfänger-Verkabelung zugunsten kleiner, autonomer Lautsprecher in Rente schi-

cken. Mit den günstigen Musik-Abos von Spotify & Co. gerät auch der Stress mit der Verwaltung einer MP3-Sammlung zunehmend in Vergessenheit.

Eines hat sich allerdings noch nicht durchgesetzt: ein übergreifender Standard, der die vernetzten Lautsprecher unterschiedlicher Hersteller nahtlos miteinander verbinden würde. Hinter der Kaufentscheidung für den ersten WLAN-Lautsprecher steckt somit immer auch die Entscheidung für eine ganze Produktfamilie. Aus diesem Grund holten wir uns für unseren Test von Musikverteilsystemen die Einstiegslautsprecher fast aller am Markt vertretenen Anbieter ins Labor. Selbst wenn man nur auf der Suche nach einem Bluetooth-Lautsprecher oder Smart-speaker mit Alexa ist, lohnt sich ein Blick

auf das Testfeld: Einige Kandidaten erfüllen das eine oder andere Anforderungsprofil quasi nebenbei und die Multiroom-Fähigkeit bekommt man für einen geringen Aufpreis mit dazu.

Testfeld

Im Test sind zwölf Netzwerklautsprecher, die Musik per WLAN oder Ethernet in allen Räumen des Hauses verteilen können. HiFi-Firmen wie Bose, Heos (Denon), Panasonic, Sony und Yamaha steigen gegen den TV-Spezialisten Technisat oder die Lautsprecherschmieden von Dynaudio und Teufel in den Ring. Mit dem Pulse Flex 2i von Bluesound ist auch ein „High-Endler“ vertreten: Das kanadische Unternehmen gehört wie die Edelmarken NAD und PSB Speakers zur Lenbrook-Gruppe. Mit dem Arena steht zudem ein Lautsprecher des kalifornischen Start-ups Riva auf dem Prüfstand. Die Entwickler rund um den selbsternannten Audio-Guru Rikki Farr haben sich nichts weniger als die Neuerfindung des Sounds auf die Fahnen geschrieben.

Mit dabei ist natürlich auch Sonos – wir schnappten uns hier den Sonos One, obwohl sein Vorgänger Sonos Play:1 gut

30 Euro günstiger zu haben ist. Zum einen halten sich hartnäckig Gerüchte von einem Produktionsstopp des Play:1, zum anderen kann man sich die Informationen zum kleinsten Sonos-Speaker nach der Formel „Sonos One minus Alexa / Airplay2 = Play:1“ leicht selbst erschließen.

Am Anfang unserer ausführlichen Tabelle steht Amazons Echo Plus der zweiten Generation. Mit der Vorstellung eines Subwoofers und zahlreicher Echo-Variationen hat der Versandriese deutlich gemacht, dass er auch als Anbieter von hörenswerter Multiroom-Hardware Kasse machen will. Google belässt es derweil eher bei Referenzdesigns – die anderen Hersteller sollen die coolen Speaker liefern. Mit Google Cast hat der Internetgigant zumindest ein wichtiges Streaming-Protokoll im Markt. Wie gut es sich für den Multiroom-Betrieb eignet, erklärt der Artikel „Musik in allen Flüssen“ ab Seite 78.

Die hier getesteten Netzwerklautsprecher arbeiten mit einer Echtzeitanalyse des Eingangssignals und passen die Wiedergabe dynamisch an. Die auf passive Lautsprecher ausgelegten Messverfahren für den Frequenzgang greifen deshalb zu kurz und bergen die Gefahr, im schlimmsten Fall einem Prüfstand-Modus des Herstellers aufzusitzen. Deshalb verzichten wir in diesem Test auf die Ermittlung des Frequenzgangs und legen statt dessen mehr Wert auf einen umfangreichen und qualifizierten Hörtest.

Ab ins Netz

Die Einrichtung eines Netzwerklautsprechers folgt meist einem festen Muster: Die Speaker ziehen ein eigenes WLAN auf, dem man per App beitreten muss. Auf Android-Geräten funktioniert das ab und zu automatisch, unter iOS muss man den Accesspoint wegen der strengeren Sicherheits-Policy der Apple-Geräte manuell auswählen. Einmal mit dem Speaker verbunden, versorgt man ihn mit den nötigen Zugangsdaten, und nach einem Neustart bucht er sich im WLAN ein und erscheint in der App.

Diese Prozedur verlief im Test meist reibungslos. Positiv fiel der Dynaudio auf, in dessen App das Setup als interaktiver Chat ablief, der gleich auch mögliche Probleme abfing – fast so, als ob ein guter Freund am anderen Ende säße. Viel Geduld brauchten wir bei den Sony-Speakern, die wir nach zwei Hardware-Update-Gebinke fast schon wieder

in den Karton gesteckt hätten. Nach einer weiteren halben Stunde haben sie sich dann doch wieder beruhigt und erschienen in der Musicpal-App.

Panasonics AllPlay-Lautsprecher trieben uns wiederholt die Schweißperlen auf die Stirn. Hinweistexte in der App waren unsauber übersetzt, eine Einrichtung der drei All-05-Speaker war zunächst kaum möglich. Offensichtlich waren unsere Testgeräte zuvor in einem anderen WLAN angemeldet – erst nach mehreren Resets spürten sie und liefen danach erstaunlich zuverlässig.

Die Denon-Tochter Heos geht einen Sonderweg. Für den Erstkontakt zwischen Smartphone und Speaker nutzen die Entwickler die 3,5-mm-Buchse des Handys als Modem. Doof nur, wenn man keine Kopfhörerbuchse mehr hat. Alternativ kann man die Heos-Speaker per Netzwerkkabel an den Router anschließen und muss sie im nächsten Schritt ins WLAN hieven.

Zwei Drittel der Kandidaten kommen mit einer Ethernet-Buchse. Auch wenn die

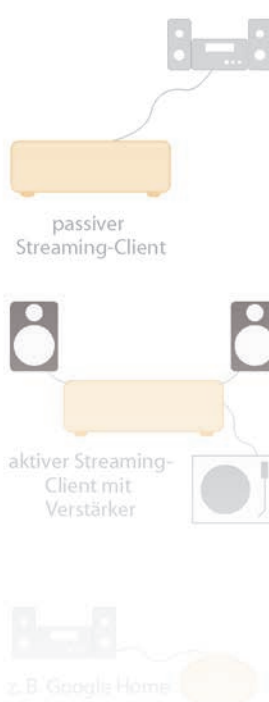
Durchsatzraten von modernen WLAN-Verbindungen genug Puffer für eine Audioübertragung bieten, kann die Kabeloption für manch einen Kunden interessant sein – nicht nur etwa im Hobbykeller oder dem Gartenhaus ohne WLAN. Sollen am Ende zehn oder mehr Abspielstationen vielleicht noch mit unterschiedlichen Streams oder unkomprimierten Musikdateien bedient werden, kann es im WLAN eng werden – und natürlich sind Funkverbindungen generell anfällig für Störungen von außen. Wer Ethernet-Kabel im Zuge einer Renovierung dezent in den Wänden verschwinden lassen kann, sollte es tun.

WLAN-seitig verstehen sich alle Testkandidaten aufs 2,4-GHz-Band, das in einigen Wohngebüden allerdings bereits chronisch überfüllt ist. Hinzu kommt die unschöne Nähe zum Bluetooth-Standard, der sich ebenfalls um 2,4 GHz breit macht und für Probleme sorgen kann. Das 5-GHz-Band ist noch nicht ganz so stark frequentiert, allerdings gibt es auch klare Unterschiede bei

Multiroom-Komponenten

Die Komponenten der Musikverteilungssysteme lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen. Geräte zur Nachrüstung schlagen eine Brücke zu alter Hardware (links). Aktive Netzwerklautsprecher (Mitte) gibt es in unterschiedlichen Größenklassen, vom kleinen Smartspeaker bis zum Standlautsprecher. Darüber hinaus gibt es vereinzelte Komponenten vom Internetradio bis zum Klavier.

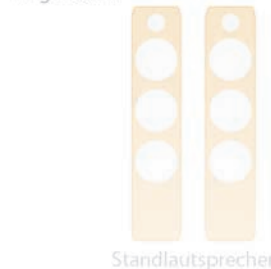
Nachrüstlösungen



aktive Lautsprecher mit Assistent



ohne Assistent



sonstige Geräte



Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019

Geld zurück

Stromverbrauch im Haushalt optimieren



Stromverbrauch optimieren Seite 92
Smart Home Seite 96
TV und Lautsprecher Seite 98
Smartphone und Tablets Seite 100

Mit einigen einfachen Maßnahmen lässt sich die Stromrechnung spürbar senken, ohne dass der Komfort leidet – wer beim Neukauf von Geräten auf Effizienz achtet, kann noch mehr sparen.

Von Urs Mansmann

Wie sich der Stromverbrauch auf verschiedene Anwendungszwecke wie Kochen, Telekommunikation und Beleuchtung verteilt, ist nicht nur individuell nach Haushalt sehr verschieden, sondern es gibt je nach Quelle dazu auch vollkommen unterschiedliche Zahlen. Klar ist nur, dass der Anteil der IT- und TK-Geräte an der Stromrechnung zunimmt, weil immer mehr elektronische Helfer in den Haushalten installiert werden und weil immer größere Fernseher und immer leistungsfähigere Beamer den Verbrauch nach oben treiben. In den folgenden Artikeln können Sie nachlesen, wie Sie mit Geräten verschiedener Kategorien am besten sparen können.

Nach Informationen des Statistischen Bundesamtes ist der Stromverbrauch seit 2010 leicht zurückgegangen. Der technische Fortschritt zeigt also Wirkung. 2017 zeichnete sich allerdings eine Trendwende ab: Der Verbrauch der privaten Haushalte lag ungefähr auf dem Niveau von 2016, nachdem er in den Vorjahren je-

weils ein Prozent oder mehr zurückgegangen war.

Dabei ist Strom längst nicht die einzige Energiequelle im Haushalt. Den weitaus größten Teil des Energieverbrauchs verschlingt die Heizung, die üblicherweise mit Öl, Gas oder Fernwärme betrieben wird. Selbst mit einer hocheffizienten elektrischen Wärmepumpe ist die gewonnene Wärme teuer, weil die Stromkosten so hoch sind. Nur die effizientesten Anlagen mit einer Jahresarbeitszahl von 5 oder besser ziehen mit konventionellen Öl- oder Gasheizungen gleich.

Haushalte in Deutschland verbrauchen im Jahr typischerweise zwischen 1600 und 6000 Kilowattstunden, geben also rund 500 bis 1800 Euro für den verbrauchten Strom aus, für den wir in allen folgenden Rechnungen 30 Cent pro Kilowattstunde ansetzen. Wird auch das warme Wasser mit Strom bereitet, muss man pro Person einige hundert Kilowattstunden draufschlagen – elektrisch betriebene Warmwasser-Boiler oder Durchlauferhitzer sind große Stromfresser. 100 Liter Wasser um 10 Grad zu erwärmen kostet rund eine Kilowattstunde Energie.

Eine kurze und sparsame Dusche mit 30 Litern kann man also mit rund 20 bis 25 Cent Stromkosten ansetzen.

Normalerweise lohnt es sich nicht, einen funktionierenden Stromfresser gegen ein sparsames Neugerät zu tauschen. Leistungsgeräte wie Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen oder Wäschetrockner sind so teuer, dass sich ein vorzeitiger Austausch nur im Extremfall finanziell lohnt. Immerhin 100 Euro im Jahr kann man sparen, wenn man einen Uralt-Wäschetrockner gegen ein Gerät der neuesten Effizienzklasse austauscht. Finanziell amortisiert sich ein Austausch innerhalb einiger Jahre. Betrachtet man jedoch die gesamte Ökobilanz für die Herstellung eines neuen Geräts, also auch den dabei anfallenden Rohstoff- und Energieverbrauch, tut man der Umwelt keinen Gefallen durch einen vorzeitigen Austausch.

Glühbirnen wegwerfen

Einmal angeschaffte verschwenderische Geräte sorgen oft viele Jahre lang für einen erhöhten Verbrauch. Der Anteil für Beleuchtung beispielsweise sinkt seit vielen Jahren nur minimal, obwohl es gerade bei Leuchtmitteln enormen Fortschritt gegeben hat. Um eine Glühbirne mit 60 Watt zu ersetzen, benötigt man eine Energiesparlampe mit rund 14 Watt Leistung, eine LED erzeugt den gleichen Lichtstrom schon mit 7 Watt.

Hier lohnt sich, anders als bei teuren Haushaltsgeräten, ein vorzeitiger Tausch sehr schnell und entlastet die Umwelt

Leistungsaufnahme und Stromkosten

Welche Menge an elektrischer Energie ein Gerät pro Jahr tatsächlich verbraucht, hängt weniger von den Angaben auf seinem Typenschild ab – sondern vor allem davon, wie man es benutzt. Deshalb lassen sich einerseits Stromkosten nur schwer einschätzen, andererseits aber stromdurstige Geräte auch sparsam betreiben.

Eine LED-Lampe mit 5 Watt, die kontinuierlich leuchtet, würde jährlich rund 13 Euro Stromkosten verursachen. Denn ein Jahr (außer Schaltjahren) hat 8760 Stunden, daraus ergeben sich bei 5 Watt im Dauerbetrieb 43.800 Wattstunden (kWh).

Die meisten Lampen brennen aber nur abends und bleiben im Urlaub ganz aus. Rechnet man nun mit 337 Tagen \times 4,5 Stunden \times 5 Watt, ergeben sich bloß noch 7,6 kWh zum Preis von 2,28 Euro.

Dasselbe gilt für einen PC – aber der verändert seine Leistungsaufnahme im laufenden Betrieb auch noch ständig. Bei einem Büro-PC taktet der Prozessor nur ganz selten und kurzzeitig mal hoch, die meiste Zeit „schläft“ er. Setzt man die Leistungsaufnahme im Leerlauf von 20 Watt für einen einfach ausgestatteten PC an,

den lang läuft, kommt man auf 44,6 kWh und 13,38 Euro. Ein WLAN-Router mit nur 9 Watt, der rund um die Uhr läuft, verbrennt im Jahr hingegen knapp 79 kWh für 24 Euro.

Selbst ein stromdurstiger Gaming-PC belastet die Stromrechnung also nur wenig, wenn man ihn wenige Stunden pro Woche einschaltet. Umgekehrt bringt es eine Menge, wenn man fünf unnötige (Standby-)Verbraucher abschaltet, von denen jeder bloß 5 Watt schluckt – vor allem langfristig: 25 Watt Dauerbetrieb über ein Jahr kosten satte 66 Euro.

(ciw@ct.de)

Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019



Reinemacher

Saugroboter mit Raumerkennung und App-Steuerung

Saugrobotern wird nachgesagt, sie seien etwas für Faule. Wenn das stimmt, dann ist die neueste Generation sogar was für ganz Faule: Diese Bots reinigen auf Zuruf, einige können auch wischen oder leeren ihren Behälter selbst. Klingt gut, hilft aber nur, wenn die Wohnung danach auch sauber ist. Wir haben sechs Saugroboter getestet.

Von Stefan Porteck

Waschen, Geschirrspülen, Staubsaugen – viele Aufgaben im Haushalt sind so eintönig, dass man sie problemlos an Maschinen auslagern kann. Den Nutzen einer Wasch- oder Geschirrspülma-

schine zweifelt niemand mehr an. Saugroboter haben sich langsam ebenfalls den Status eines nützlichen Haushaltsgeräts erarbeitet und die Hersteller haben sich in der jüngeren Vergangenheit immer neue Gimmicks und Verbesserungen für die autonomen Staubsauger ausgedacht. Die wohl wichtigste Verbesserung und damit auch Kriterium bei unserer Testgeräteauswahl: Die Helfer sollen nicht planlos in der Wohnung herumgurken, sondern zielgerichtet zu Werke gehen und sich mit wenigen Fingertipps an eine gewünschte Stelle schicken lassen.

Nahezu alle hochwertigen Staubsaugerroboter orientieren sich mittels Laser-Distanz-Sensoren (Lidar, light detection and ranging) oder – in wenigen Fällen – über eine Kamera (Roomba i7+). So zeichnen sie bei der ersten Fahrt einen Grundriss aller Räume auf und vermerken größerer Hindernisse wie Schränke oder Betten.

Fortan sind sie in der Lage, jeden Raum gezielt abzufahren und zu erkennen, an welchen Stellen sie bereits geputzt haben.

Dieses gezielte Vorgehen unterscheidet sie von günstigen Saugbots: Diese fahren so lange stumpf geradeaus, bis sie irgendwo anstoßen. Dann drehen sie sich um eine zufällige Gradzahl, fahren wieder los und das Spiel beginnt von Neuem. Da sie im Idealfall Hindernisse gezielt umkreisen und jeden Winkel erreichen, können Saugroboter mit Raumerkennung sowohl viel schneller als auch viel gründlicher reinigen als ihre simpel gestrickten Kollegen.

Wir haben uns sechs solcher Bots in die Redaktion geholt und getestet, wie gut sie sich in Wohnungen wirklich zurechtfinden, welche smarten Funktionen sie bieten und wie viel Schmutz sie von Hartböden und Teppichen entfernen. Mit von der Partie sind Bots von Bosch, Ecovacs, iRobot, Neato, Roborock und Vorwerk.

Während der Reinigung fahren alle Testkandidaten den Boden des Raumes in parallelen Bahnen ab. Treffen sie dabei auf ein Hindernis, umfahren sie es entweder und setzen die Reinigung dahinter fort – oder sie drehen um und widmen sich der ausgelassenen Stelle später. Ist der Raum vom Staub befreit, steuern sie gezielt den nächsten Raum an. In unseren Testfahrten wurde so in fast jedem Durchlauf jeder zugängliche Bereich mindestens einmal gesaugt.

Alle getesteten Saugbots zeichnen die erfassten Grundrisse in der zugehörigen Smartphone-App ein. Dort können die Nutzer beispielsweise festlegen, dass ein markierter Bereich gezielt angefahren wird – etwa nach dem Frühstück, um die Krümel unterm Tisch aufzusaugen. Bei allen Geräten des Tests lassen sich zudem dauerhaft Sperrbereiche festlegen, um beispielsweise teure Vasen, Stehlampen oder Futter- und Wassernäpfe der Haustiere vor Kontakt mit dem Roboter zu schützen.

Beim S6 von Roborock, dem D7 von Neato und dem VR300 von Vorwerk kann man alternativ einzelne Bereiche durch Magnetbänder ausschließen. Das ist vor allem bei hochflorigen Läufern oder Teppichen mit Fransen praktisch, an denen sich die Bots meist festfahren. iRobot setzt beim Roomba i7+ stattdessen auf „Mini-Leuchttürme“, die den Sauger mit einer Infrarotlichtschranke von bestimmten Bereichen fernhalten. Das klappte in der Praxis ganz gut, die Türmchen sind aber keine Augenweide und brauchen regelmäßig neue Batterien.

Fast alle getesteten Saugbots lassen sich zudem gezielt in nur einen oder mehrere Räume schicken – auch per Sprachbefehl über Alexa oder den Google Assistant. iRobot, Roborock und Vorwerk halten in ihren Apps noch ein weiteres praktisches Feature bereit: Sie erlauben die manuelle Fernsteuerung ihrer Bots.

Den Roxxter von Bosch gibt es optional mit einer eingebauten Webcam, mit der man in der App von unterwegs nach dem Rechten schauen kann. Der Stream läuft laut Bosch über firmeneigene Server und wird nicht gespeichert. Wer Angst vor Überwachung oder Hackern hat, schiebt am Bot einfach den integrierten mechanischen Verschluss vor die Kamera.

Die Lidar-Sensoren erkennen vor allem große Möbelstücke gut, für kleine Hindernisse kommen zusätzlich IR- oder Ultraschallsensoren in der App zum Einsatz ins Spiel. Damit erkannten die Testkandi-

daten auch dünne Stuhlbeine meist rechtzeitig. Besonders selten gingen der S6 von Roborock und der Deebot Osmo mit Möbeln auf Tuchfühlung. Grundsätzlich ist man aber bei keinem Saugbot davor gefeit, dass Möbel sanft angerempelt werden. Je dunkler ein Möbelstück, desto schlechter erkennen es die Bots. Jeder Saugroboter hat für solche Fälle Kontakte in seinen Stoßstangen, die ihn beim Auslösen sofort stoppen und die Richtung ändern lassen. Darüber hinaus sind die Haushaltshelfer mit Absturzsensoren ausgestattet: Sobald die Front über eine Kante fährt, legen sie eine Vollbremsung hin, fahren einige Zentimeter zurück und drehen ab. Selbst von dem mit 75 × 75 cm sehr kleinen Tisch in unserer Schallmesskammer stürzte keiner der Testkandidaten.

Mit losen Kabeln und auf dem Boden liegenden Kleinkram kommt hingegen keiner der getesteten Sauger klar. Wenigstens erziehen die Bots ihre Besitzer so zu einer gewissen Ordnung. Vor dem ersten Einsatz eines Saugroboters sollte man also zugängliche Kabel entwirren, aufrollen und mit Kabelbindern sichern. Das nervt zwar, muss aber nur einmal erledigt werden und sieht danach dauerhaft schöner aus, weshalb sich der Aufwand verschmerzen lässt.

Nicht rein, aber sauber

Ausschließlich von der Leistung betrachtet sind alle Saugroboter einem herkömmlichen Bodenstaubsauger klar unterlegen: Ihre Staubbehälter fassen nur ein Bruchteil dessen, was in einen normalen Saugbeutel passt, ihre Akkulaufzeit reicht nur für etwa 80 bis 120 Quadratmeter und

ihre Gebläse erzeugen eine Saugleistung, die im Vergleich zu echten Staubsaugern nur ein laues Lüftchen darstellt.

Trotzdem sind Saugroboter kein überteuertes High-Tech-Spielzeug. So reicht bei allen Testkandidaten die Saugleistung aus, um die täglich anfallende Staubmenge und Fusseln von Socken oder Handtüchern vom Boden zu entfernen. Besonders gut schneiden dabei die Kandidaten von iRobot, Roborock und Vorwerk ab. Falls die Bots nicht allen Dreck auf einmal beseitigen, lässt man sie die Fläche halt mehrmals abfahren.

Der Deebot Osmo 900 und der S6 von Roborock nehmen von Hartböden mit einem nassen Wischtuch auch den verbleibenden Feinstaub auf und entfernen einfache Flecken wie Getränkespritzer. Beide Bots haben an ihrer Unterseite einen abnehmbaren Tank, den man mit Wasser befüllt und an den man mit Klettband ein Wischtuch befestigt. Das Nass-Saugen sorgt zwar für mehr Sauberkeit, kann aber mit echten Wischrobotern mit Sprühvorrichtung und einem konventionellen Mopp nicht mithalten. Dafür sind die Wassermenge und der Anpressdruck zu gering.

Bauartbedingt kommt kein Bot, egal ob rund oder eckig, in die Ecken von Räumen. Die Modelle von Ecovacs, iRobot, Neato und Vorwerk versuchen, mit einer, der Osmo 900 mit zwei Seitenbürsten auch dort zu reinigen: Meist kommen sie aber nicht in den letzten Winkel. Diesen Nachteil und den der geringen Saugleistung machen die autonomen Staubsauger aber dadurch weitestgehend wett, dass sie sich ohne Aufwand täglich losschicken lassen – auch zeitgesteuert in Abwesenheit, sodass der Lärm nicht stört. Zudem quetschen sich die flachen Bots unter viele Kommoden, Sofas und Betten, wo man sonst oft nur quartalsweise saugt. Unterm Strich nehmen sie bei regelmäßigem Einsatz so viel Dreck und Staub auf, dass sich in abgelegenen Ecken erst gar keine Wollmäuse sammeln. Nach wenigen Tagen ist die Grundlast an Staub dann so gering, dass eine wöchentliche Leerung ihrer Behälter ausreicht.

Beim Roomba i7+ muss nicht einmal das der Nutzer übernehmen: In der Basisstation steckt ein konventionelles Staubsauger-Gebläse. Kehrt der Bot nach getaner Arbeit zurück, saugt es für rund zehn Sekunden über eine Öffnung an seinen Staubbehälter des Bots leer. In der Station steckt ein herkömmliches



Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019



Kaufberatung

Was bei der Anschaffung eines Mähroboters zu beachten ist

Verlegen von Such- und Begrenzungsdraht, adäquater Diebstahlschutz, Smartphone-Anbindung ... vor dem Kauf eines Rasenmähroboters gibt es viele Fragen zu klären.

Sven Hansen, Martin Reche

Für manche ist Gartenarbeit Erholung, für andere einfach nur anstrengend. Wie Sie Ihren Garten smarter machen und worauf Sie bei Mährobotern, Vernetzung und automatischer Bewässerung achten

sollten, erklären wir im Schwerpunkt Smart Garden (ct.de/whvk).

Es ist eine verlockende Vorstellung im smarten Garten: Man liegt in der Hängematte, ein Kaltgetränk in der Hand – der Rasenmähroboter kürzt währenddessen leise surrend das Grün. Damit dieser Traum Wirklichkeit wird, reicht es aber längst nicht, einen solchen Roboter zu kaufen, ihn auszupacken und auf „Start“ zu drücken.

Vor dem ersten Mähvorgang steht die lästige Sache mit den Such- und Begrenzungsdrähten auf dem Programm. Außerdem eignet sich längst nicht jeder Robo für jeden Garten: Bei einem Grundstück in Hanglage müssen viele Rasen-Robos

bisher passen. Zudem sollte man sich vor dem Kauf fragen, ob es ein einfaches Modell oder eines mit smarten Funktionen sein soll. Letztere lassen sich etwa per App überwachen und aus der Ferne steuern. Und auch beim Mähsystem gibt es feine Unterschiede.

Günstige Rasenmähroboter erhält man, wie auch andere Smart-Garden-Geräte (etwa automatische Bewässerungssysteme und Lösungen fürs Garten-WLAN) inzwischen auch beim Discounter und im Baumarkt. Die Preise starten bei rund 350 Euro, Sonderangebote liegen teilweise noch darunter. Dafür erhält man in der Regel Gartengeräte ohne smarte Funktionen, die sich für kleinere Rasen-

flächen anbieten. Am anderen Ende der Preisskala tummeln sich Modelle von Gartengeräteherstellern wie Husqvarna, Stihl und der Husqvarna-Tochter Gardena. Mit dicken Akkus und smarten Funktionen vollgestopft, kosten sie teilweise mehrere tausend Euro und eignen sich, je nach Modell, für Rasenflächen jenseits der 2000-Quadratmeter-Marke.

Antrieb und Mähwerk

Die meisten am Markt erhältlichen Rasenmähroboter sind ähnlich aufgebaut. Sie besitzen zwei motorbetriebene Hinterräder. Diese sind nicht durch eine Achse verbunden, sondern werden von separaten Elektromotoren angesteuert. Durch diese Antriebsart sind die Roboter theoretisch so wendig wie ein Raupenfahrzeug und können sich auf der Stelle drehen. Hinzu kommen ein oder zwei Stützräder, die ähnlich wie Möbelrollen lediglich den von den Antriebsrädern vorgegebenen Bewegungen folgen.

Die Antriebsräder gibt es mit unterschiedlicher Stollentiefe. Je griffiger das Profil, desto leichter kann der Roboter Steigungen im Gelände erklimmen. Der Nachteil: Tiefe Stollen bedeuten mehr Stress für den Rasen und werden in der Praxis zu Magneten für nasses Laub und feuchte Erdklumpen. Idealerweise sind die Antriebsräder so griffig wie nötig und so flach wie möglich. Teurere Mäher gibt es daher je nach Gelände mit unterschiedlichen Antriebsrädern.

Das Mähwerk besteht bei vielen Modellen aus einer Messerscheibe, die mit frei rotierenden Mini-Klingen ausgestattet ist. Rotiert die Messerscheibe, richten sich die Klingen durch die Fliehkräfte nach außen. Stoßen sie auf Hindernisse, können sie so leichter zurückweichen, ohne



Grobstollige Antriebsräder sammeln vor allem bei Feuchtigkeit gerne Blätter, Sand und Erde auf. Bürsten in den Radkästen können helfen oder man legt selbst Hand an.

dass der Mäher blockiert. Bei teureren Modellen ist die Messerscheibe zusätzlich durch eine frei rotierenden Schutzscheibe abgedeckt. Sie bewirkt, dass die Messeraufhängung bei einem Kontakt mit harten Hindernissen nicht beschädigt wird.

Seltener zu finden sind Mäher mit Mähbalken. Das Prinzip erinnert an klassische Handmäher und kommt unter anderem bei Modellen von Stihl zum Einsatz. Der Balken ist solider gearbeitet als die Klingen, die beim Auftreffen auf einen Stein schlimmstenfalls auch brechen können. Wenn der Mähbalken allerdings einmal verbogen ist, kostet der Ersatz deutlich mehr als beim Klingensystem. Bei Defekten oder Abnutzung lassen sich beide Systeme mit einem Schraubendreher und etwas Geschick in Eigenregie wechseln.

Der perfekte Rasenschnitt wäre ein Scherenschnitt bei dem der Halm gegen eine Kante sauber abgetrennt wird – ein Spindelmäher käme diesem Prinzip am nächsten. Die Roboter arbeiten jedoch alle mit frei rotierenden Messern. Ob Balken, Dreistern oder Klingen: Je schärfer, desto besser. Bei einem stumpfen Mähwerk werden die Halme bei 2500 Umdrehungen/Minute zwar noch abgeschlagen, fransen zum Leidwesen des Rasens an den Enden jedoch sichtbar aus.

Unabhängig ob der Roboter mit einem Mähbalken oder mehreren kleinen Messern arbeitet – mit einer seit Monaten ungemähten Wiese werden beide Systeme nicht fertig. Hier wird Handarbeit fällig. Das gilt in der Regel auch für Rasenkanten, die das Mähwerk nicht erreicht, da die Messer aus Sicherheitsgründen rund 20 Zentimeter hinter der Außenkante liegen. Eine Ausnahme stellen Mäher mit seitlichem Mähwerk dar, die die Randbereiche mit einem sporadischen Kantenschnitt kurz halten. Durch Mähen entlang des Begrenzungsdrahtes besteht dabei allerdings die Gefahr der Spurbildung.

Sensoren und smarte Mäher

Die Sensorik hilft dem Roboter, seinen Weg durch den Garten, zurück zur Ladestation und um Hindernisse herum zu finden. Über ein Antennensystem fängt er ein Signal vom Such- und Begrenzungsdraht auf. Überfährt er diesen



Kanten wie hier zwischen Rasen und Terrasse stellen viele Rasenmähroboter vor Probleme: Ihre Mähwerke erwischen dort

Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019



Die Allesverbinder

Fünf Smart-Home-Zentralen, um ZigBee, Z-Wave Cloud & Co. unter einen Hut zu bringen

In vielen Haushalten werkeln smarte Insellösungen unverbunden munter vor sich hin: per App gesteuerte LED-Leuchten hier, smarte Heizungsthermostate da und die vernetzte Wetterstation dort. Smart-Home-Zentralen mit mehreren Funkstandards ermöglichen es, die unterschiedlichen Systeme miteinander zu verknüpfen und für die Heimautomation nutzbar zu machen.

Von Sven Hansen

Die wenigsten Menschen leben in einem Smart Home aus einem Guss, das sorgfältig entworfen alle Aspekte von Komfort über Sicherheit bis hin zur Energieeffizienz in einem zentralen System zusammenführt. Der Grund dafür ist leicht benannt: Solche Systeme lassen sich meist nur in der Bauphase unauffällig integrieren und sind zudem äußerst kostspielig.

Ganz ohne Smart-Home-Funktionen muss man aber auch in „unsmarten“ Häusern und Wohnungen nicht auskommen. Dank Funktechnik ist das Nachrüsten unterschiedlicher Komponenten heutzutage recht einfach möglich. Leider sprechen die Lösungen verschiedener Hersteller nicht unbedingt dieselbe Sprache: Das schlaue Heim funknet munter auf den gängigen Frequenzen 433 MHz, 868 MHz

und 2,4 GHz und nutzt Protokolle von Bluetooth über EnOcean und Homematic bis ZigBee, Z-Wave und WLAN. Versucht man als Kunde, nur einem Standard die Treue zu halten, wird man mit einer beschränkten Geräteauswahl „belohnt“.

Geht es ums Mischen unterschiedlicher Standards, kann man zu Plattformen wie OpenHab2 oder FHEM greifen. Doch nicht jeder mag sich einen Heimautomationsserver Marke Eigenbau zusammensetzen, denn die Integration der eigenen Systeme kostet Zeit, und nicht immer sind alle Softwarekomponenten der mit viel privatem Engagement entwickelten Bastelplattformen auf dem neuesten Stand.

Abhilfe versprechen Smart-Home-Zentralen, die mehrere Standards verstehen und so unterschiedliche Systeme

unter eine Oberfläche bündeln – zur einfachen Steuerung per App oder Sprachsteuerung und für die übergreifende Automatisierung mithilfe von Makros.

Wir testeten fünf standardübergreifende Smart-Home-Zentralen, die smarte Insellösungen unterschiedlicher Hersteller miteinander verknüpfen können. Dabei sollten die Kandidaten mindestens zwei der im Smart-Home-Segment relevanten Standards unterstützen.

Der Homey von Athom und Samsungs SmartThings Wifi haben mit Z-Wave und ZigBee die wichtigsten Protokolle gleich an Bord, bei Huawei Home Base ist neben ZigBee zumindest DECT-ULE mit von der Partie. Das Mediola Gateway V5+ und den Homee kauft man als Basismodul. Zusätzliche Funkstandards erlernen beide Zentralen über Hardware-Erweiterungen. So muss man Module für Z-Wave, ZigBee oder EnOcean erst dann hinzukaufen, wenn man sie wirklich braucht. Nur, um Verwechslungen vorzubeugen: Homee ist der schlaue Würfel der Homee GmbH, Homey die kluge Kugel von Athom.

Samsungs SmartThings-Zentrale ist hierzulande ausschließlich über Vodafone zu haben, die von Huawei hergestellte Home Base (Gen. 2) wiederum nur über die Telekom. Beide Anbieter verkaufen Hardware zu einem subventionierten Preis an die Kundschaft und verlangen für den vollen Funktionsumfang Abgebühren.

Standardfragen

Wenn es um den „richtigen“ Funkstandard geht, streiten sich die Geister. Die

Testkandidaten lösen den gordischen Knoten nach dem Motto „mehr ist besser“. Da alle ZigBee beherrschen, lassen sich zumindest die smarten Leuchtmittel von Philips, Ikea Trådfri oder Innr problemlos einbinden.

Das Mediola Gateway V5+ und Athoms Homey sprechen zudem zahlreiche unverschlüsselte Protokolle im 433- und 868-MHz-Band. Letztere gelten als unsicher, da sie anfällig für Replay-Attacken sind und nur unidirektional arbeiten. Dennoch sind sie in vielen Haushalten in Form von Zwischensteckern oder Rolladenmotoren nebst zugehörigen Fernbedienungen zu finden.

Beide Zentralen sind zusätzlich mit Infrarot-Boostern ausgestattet, sodass sie Geräte im direkten Umfeld durch das Ausenden von Fernbedienungssignalen steuern können. Infrarot wird spätestens dann interessant, wenn man den Heimkino-Zirkus im Wohnzimmer zu einer gemeinsamen Vorstellung bekommen möchte. Auch manche Klimaanlage oder günstige LED-Produkte mit Farbwahl kommen noch mit einer IR-Fernbedienung.

Nicht zu vernachlässigen ist die Netzwerkverbindung per WLAN oder LAN, die alle Testkandidaten mitbringen. Hierüber lassen sie sich per App, Rechner oder Cloud ansprechen, können aber wahlweise die ebenfalls vernetzten Gateways anderer Systeme (zum Beispiel die Hue-Bridge) ansteuern, direkte HTTP-Befehle an vernetzte Hardware senden (zum Beispiel an Denon-Receiver) oder andere Systeme über deren Cloud-API auslesen

oder steuern (zum Beispiel Wetterstationen von Netatmo).

Erlaubt man den Cloud-Zugriff, ermöglichen Meta-Dienste wie IFTTT oder ConradConnect das Erstellen von weiteren Verknüpfungen, sodass die verbundenen Komponenten etwa auf Wetterinformationen aus dem Netz reagieren oder über den Umweg der Cloud auf andere Art kooperieren.

Bedienung

Im Kern verfolgen alle fünf Systeme ein ähnliches Bedienkonzept. Zunächst bindet man die Zentrale per WLAN oder LAN ins heimische Netz ein. Bis auf Mediolas Aio Gateway lassen sich die Kandidaten über eine kostenlose App (iOS und Android) einrichten und konfigurieren. Bei Mediola benötigt man eine spezielle Einrichtungssoftware (ConfigTool Neo) sowie den Aio Neo Creator – beide sind für Windows und macOS zu haben.

Nachdem die jeweilige Zentrale im Netz erreichbar ist, geht es ans Anlernen der unterschiedlichen Smart-Home-Komponenten. Am Beispiel des weit verbreiteten Lichtsystems Hue lässt sich gut zeigen, dass die Einbindung dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen kann. Auf der Hardware-Ebene sind alle fünf Kandidaten in der Lage, Hue-Leuchten direkt per ZigBee einzubinden und zu steuern – die sonst notwendige Hue-Bridge als Vermittler zwischen WLAN und ZigBee braucht man nicht mehr. Alternativ können die Kandidaten bis auf die Homee-Zentrale per WLAN mit einer bereits konfigurier-



Die getesteten Smart-Home-Zentralen verbinden Hardware aus unterschiedlichen Welten: DECT-ULE, WLAN, ganze IP-Gateways sowie Komponenten mit EnOcean, ZigBee oder Z-Wave. Einmal eingebunden, lassen sich alle Geräte gemeinsam orchestrieren.

Lesen Sie mehr in der c't Smart Home 2019