

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
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.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Basteln mit Raspi und ESP“: Merlin Schumacher (mls@ct.de), „WhatsApp-Alternativen“: Dr. Hans-Peter Schüller (hps@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (acb@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Ressort Software & Internet

Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Dieter Brors (db@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Anke Poimann (apoi@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüller (hps@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jürgen Schmidt (ju@ct.de)

Redaktion: Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin Schumacher (mls@ct.de), Jan Schüller (jss@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktn@heise.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Julius Beineke (jube@ct.de), Robin Brand (rbr@ct.de), Hannes A. Czerulla (hcza@ct.de), Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilgert (uh@ct.de), Nico Jürjan (nij@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (Litg, uk@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbach (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (Ltg, rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de), Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnemann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Norman Steiner, Dieter Wahnner

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börmson

Digitale Produktion: Rolf Ahlborn, Melanie Becker, Joana Hollasch

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/ppg>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>
via Tor: sq4lecqyx4izcpkp.onion

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, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 36 vom 1. Januar 2019.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagunion KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800
E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;
Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:
Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €
(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende

(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €,
Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 CHF).

c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).
Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)
oder E-Mail (leserservice@ct.de).

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 Verlags 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 in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 