



Homeoffice-Bolidchen

Mini-PCs mit modernen Vier- bis Sechskern-Prozessoren von AMD und Intel

Intels moderne und effiziente Prozessoren mit Tiger-Lake-Architektur finden ihren Weg in immer mehr Mini-PCs. Sehr unterschiedlich ausgelegte Modelle versuchen, einen Crowdfunding-Mini mit AMDs Ryzen zu schlagen, doch der hat mit leiser Kühlung ein stimmiges Konzept.

Von Carsten Spille

Der Trend zum Homeoffice ist ungebrochen und mancher merkt schmerzlich, wie laut der alte heimische Rechner heult, wenn er in Videokonferenzen an seine Grenzen kommt. Ersatz muss her, aber der soll das kleine Arbeitszimmer oder die mühsam freigeräumte Wohnzimmerecke nicht unnütz zustellen. Wer aus Ergonomiegründen nicht zu einem Notebook greifen will, wählt besser einen Mini-PC. Die sind meist sparsam und steuern auch 4K-Bildschirme mit ergonomischen 60 Hz an. Dank ihres größeren Volumens

und dem Wegfall des Akkus gibt es mehr Platz für den Kühler, weshalb sie speziell unter Last in der Regel leiser als Notebooks arbeiten.

Nach unserem Vergleichstest zu Beginn des Jahres hat sich bei den Mini-PCs einiges getan [1]. Nach jahrelangem technischen Stillstand bei den Core-i-Prozessoren stellt Intel AMDs schnellen Ryzen-4000-Prozessoren bei den Mini-PCs nun die elfte Generation mit Tiger-Lake-Architektur entgegen. Sie hat zwar nur vier Kerne, die arbeiten aber ausneh-

mend flott. Schnelles LAN mit 2,5 GBit/s ist nun keine Ausnahme mehr, sondern eher die Regel, die WLAN-Module funken im 5-GHz-Band standardmäßig mit MIMO-Technik für höheren Durchsatz, auch wenn sie nicht direkt neben dem Router stehen. In den Prozessoren integrierte Video-Einheiten helfen den x86-Kernen, auch moderne Videoformate wie HEVC und AV1 stromsparend und damit ohne nerviges Lüfterheulen wiederzugeben. Schnelle USB-Anschlüsse erlauben flotten Zugriff auch auf größere Datenmengen auf externen Speichermedien.

Wir haben vier Mini-PCs ins Testlabor geholt, drei mit den aktuellen Tiger-Lake-Prozessoren von Intel und ein AMD-Ryzen-System, das zwei Kerne mehr hat als die Intel-Riege. Vom 360 Euro günstigen NUC11-Barebone mit Zweikernprozessor und Thunderbolt 4 bis zum Crowdfunding-Komplett-PC HM50 für 835 Euro ist die Spanne der Geräte sehr breit: Asrocks NUC BOX-1165G7, Intels NUC Pro Chassis Element, NUC11TNHi3 und der Minisforum HM50. Ursprünglich wollten wir auch noch ein Gerät des deutschen Mittelständlers E.E.P.D. mit achtkernigem Ryzen Embedded V2718 in den Test aufnehmen, doch das Gerät hatte zum Testzeitpunkt noch Vorserienstatus und einige Marotten. Wir reichen den Test in einer der kommenden Ausgaben nach.

Spar-Technik

Mini-PCs verwenden die gleichen Hardware-Komponenten wie Notebooks und sind daher meist ähnlich sparsam. Weil Eingabegeräte und Bildschirm nicht nur bei Barebones sondern auch bei Komplett-Systemen meist noch extra angeschafft werden müssen, sind sie oft günstiger als ein vergleichbares Notebook. Dafür können diese Peripheriegeräte flexibel an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. Das ist besonders wichtig, weil gerade sie essenziell für die Ergonomie sind.

Bei Barebones kommen zu den Grundkosten meist noch Arbeitsspeicher, SSD und Betriebssystem hinzu: Eine SSD mit rund 500 GByte ist ab zirka 70 Euro erhältlich, 16 GByte Arbeitsspeicher kosten mit passendem Format und Geschwindigkeit derzeit um die 90 Euro. Linux als Betriebssystem ist kostenlos, für Windows 10 werden mindestens noch einmal 100 Euro fällig. Von weniger Speicherplatz

raten wir ab, da der Preis pro GByte bei kleineren SSDs und SODIMM-Größen deutlich höher ausfällt. Wer komplett selbst basteln möchte, kann auch einen Blick auf unsere Bauvorschläge für sparsame Mini-PCs werfen [2,3].

Tiger im Tank

Anstelle von vielen CPU-Kernen, die bei typischen Büroaufgaben wie Tabellenkalkulationen, Videokonferenzen, E-Mails und Co. größtenteils ungenutzt bleiben, schaffen Intels neue Willow-Cove-Kerne nun mehr Arbeit pro Takt, wovon vor allem die genannten Anwendungen profitieren. Die Core-i-11xx erreichen per Turbo einen fast so hohen Takt wie ausgewachsene High-End-Prozessoren und arbeiten dabei jenseits der 4 GHz. Diesen Takt können sie aufgrund ihrer geringen erlaubten Leistungsaufnahme (TDP) zwar nicht lange halten, aber das Ansprechverhalten profitiert davon besonders im Zusammenspiel mit einer modernen SSD deutlich.

AMDs aktuelle Ryzen-Prozessoren wie der Hexa-Core Ryzen 5 4500U im Miniforum HM50 arbeiten mit der Zen-2-Architektur beinahe ebenso flott, haben aber mehr Rechenkerne. Die verbesserten Nachfolger Ryzen 5000U/H mit Zen-3-Rechenwerken wurden bereits vorgestellt, sind aber noch in keinem Mini-PC aufgetaucht. Schon für moderat aufwendige 3D-Spiele eignen sich die getesteten Rechner aber alle nicht. Dafür sind die integrierte Grafikeinheiten zu schwach.

Leistung satt?

Die getesteten Geräte sind für den Bürobetrieb ausreichend flott. Laufen nicht zu viele Programme zugleich, gilt das sogar für den NUC11TNHi3 mit seinem schwächlich anmutenden Zweikernprozessor. Wer mehr Leistung benötigt, greift zu Intels NUC Pro, dessen Core i7-1185G7 auch dank des verlöteten LPDDR4x-4266-Speichers die höchsten Benchmarkergebnisse im Test erreicht.

Mini-PCs – Bootdauer und Büro-Leistung

	Sysmark 25				Bootdauer
	Gesamt [Punkte]	Produktivität [Punkte]	Kreativität [Punkte]	Ansprechverhalten [Punkte]	bis Login [s]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Asrock NUC BOX-1165G7	1206	1271	1213	1014	16
Intel NUC Pro Chassis Element	1408	1421	1509	1115	20
Intel NUC11TNHi3	1087	1139	1093	925	25
Minisforum HM50	1046	1110	1051	861	24
Zum Vergleich					
Asrock 4X4 BOX-4800U	1183	1235	1268	844	15
Intel NUC10i5FNK	1144	1197	1206	851	23
Zotac ZBox CI642 Nano	1083	1173	1113	784	13
Asus Mini PC PN50	1069	1190	1041	837	14

gemessen unter Windows 10 mit 16 GByte RAM, System-SSD 500 GByte

Mini-PCs – Leistungsaufnahme und Lautheit

	Leistungsaufnahme			Lautheit		
	Leerlauf [W]	CPU [W]	CPU+GPU [W]	Leerlauf [Sone]	CPU [Sone]	CPU+GPU [Sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Asrock NUC BOX-1165G7	11	41	41	<0,1	0,9	0,6
Intel NUC Pro Chassis Element	8,2	44	47	<0,1	2	2
Intel NUC11TNHi3	7,4	29	30	<0,1	0,4	0,3
Minisforum HM50	6,7	45	48	<0,1	0,1	0,1
Zum Vergleich						
Asrock 4X4 BOX-4800U	7,6	48	55	<0,1	1,4	1,4
Intel NUC10i5FNK	3,7	53	52	<0,1	2,1	1,5
Zotac Zbox CI642 Nano	8,6	30	35	<0,1	<0,1	0,1
Asus Mini PC PN50	7,9	30	28	0,1	0,6	0,6

gemessen unter Windows 10. Leistungsaufnahme primärseitig inkl. Wandlerverlusten



Durch den für einen Mini-PC riesigen Lüfter bleibt der HM50 auch unter Volllast beinahe unhörbar, ist aber auch der größte unter den Mini-PCs.

Ein Kompromiss zwischen hoher Performance und leisem Betrieb ist Asrocks NUC BOX-1165G7. Er liegt in den Benchmarks etwa in der Mitte zwischen dem NUC Pro und den beiden ungefähr gleich schnellen Schlusslichtern, bleibt dabei mit weniger als 1 Sone Lautheit auch unter Volllast gut erträglich. Auch wenn das im Idealfall höchstens einmal am Tag ins Gewicht fällt: Er bootet auch am flottes-ten, die drei anderen sind beim Starten auffällig lahm.

Der NUC11TNHi3 und der Minisforum HM50 sind zwar rund zehn Prozent langsamer als die Asrock-Box im Office-Benchmark BAPCo SYSMark 25, der Unterschied macht sich aber kaum bemerkbar. Dafür arbeiten beide unter Last noch einmal deutlich leiser, den HM50 hört man dank seines großen Kühlers selbst in ruhiger Umgebung nur, wenn man sein Ohr schon fast aufs Gehäuse legt. Im Leerlauf sind alle vier unauffällig leise.

Beim Nichtstun verbraten die Testkandidaten für Mini-PC-Verhältnisse viel Strom – doch das ist Jammern auf hohem Niveau. Selbst der Asrock als Schluckspecht unter den Vieren kommt mit rund 11 Watt aus, am besten schneidet noch der HM50 mit knapp 7 Watt ab. Unter Linux (Ubuntu Desktop 21.04) sind sie nach Powertop-Optimierung durchweg rund 1 Watt sparsamer als unter Windows. Weniger schön: Wer seinen Rechner häufig in den Standby-Zustand schickt, um Strom zu sparen, kann sich das mit den drei Minis auf Intel-Basis schenken. Die aktuelle Tiger-Lake-Plattform nutzt den „modern standby“-Modus, wodurch der der S3-Stromsparszustand wegfällt. Anstelle der

üblichen rund 1 bis 2 Watt im traditionellen Standby brauchen die Minis so satte 5 bis 8 Watt, nur um beim Einschalten direkt alle Instant-Messages oder E-Mails parat zu haben. Das klappt bei Notebooks deutlich besser.

Fazit

Die erste Generation Mini-PCs mit Tiger-Lake-CPU zeigt ihre beeindruckenden Krallen. Allerdings gelingt es keinem der Probanden, einen rundum guten Mini-PC vorzulegen - Leistungsaufnahme und Lautheit sind eine direkte Folge der Hatz nach hoher Leistung. Hier wäre weniger mehr gewesen - oder der Mut, auch auf Kosten maximaler Kompaktheit mit einem etwas voluminöseren Kühlsystem die Lautheit gen Null zu drücken. Dazu kommen bei den NUCs nervige Kleinigkeiten wie Probleme mit den USB-C-Anschlüssen oder langsames Ethernet-LAN.

Wer vor allem wenig leistungsfressende Büroaufgaben angehen will, für den ist der leise Minisforum HM50 mit Ryzen 5 4500U erste Wahl. Ist mehr Performance gefragt, muss man am Asrock NUC BOX-1165G7 die wenigsten Abstriche machen. (csp@ct.de)

Literatur

- [1] Carsten Spille, Klein, aber SOHO?, Mini-PCs mit starken Vier- bis Achtkern-Prozessoren von AMD und Intel, c't 5/2021, S. 84
- [2] Carsten Spille, 7-Watt-Spar-Mini, Sparsamer Einsteiger- und Office-PC für 250 Euro, c't 24/2019, S. 28
- [3] Carsten Spille, Sparen mit Zukunft, Asrocks Desktop-mini-H470-Barebone als flexibel konfigurierbarer Spar-PC, c't 6/2021, S. 76
- [4] Christof Windeck, Tiger-Box, Mini-PC-Barebone Intel NUC11 mit Tiger-Lake-Prozessor Core i5-1135G7, c't 7/2021, S. 102



Asrock NUC BOX-1165G7

Dank flottem Intel Core i7-1165G7 ist das Asrock-Kistchen der zweitschnellste Barebone im Testfeld. Auch bei anspruchsvolleren Büroaufgaben hat der Rechner genug Power. Er bindet vier 4K-Bildschirme mit ergonomischen 60 Hz an, zwei davon im Display-Port-Alt-Mode über Typ-C-Buchsen an der Vorderseite. Die USB-Buchsen sind ein wenig schneller als die der anderen Kandidaten und knacken nicht nur beim Lesen, sondern auch beim Schreiben die 1 GByte/s. Auch eine schnelle PCIe-4.0-SSD kann man im Asrock-NUC ausreizen.

Im Vergleich zum Schwestermodell mit Ryzen 7 4800U punktet die Core-i7-1156G7-Variante bei Büroaufgaben, ist beim Rendering und bei Kreativaufgaben wie Videoschnitt langsamer, aber auch leiser als dieses [1]. Die NUC BOX-1165G7 schluckt im Leerlauf rund 11 Watt – für einen Mini-PC ist das ziemlich viel. Eine der beiden RJ45-Buchsen kommuniziert mit passenden Gegenstellen rund 300 MByte/s schnell; praktisch fürs entsprechend angebundene NAS. Der Internet-Anschluss kommt in der Regel auch mit den 100 MByte/s der zweiten Ethernet-schnittstelle aus. Etwas niedrig war die gemessene WLAN-Transfertrate im 2,4-GHz-Band.

Unter Ubuntu Desktop 21.04 gelang es uns nur über den HDMI-Ausgang, der Box Töne zu entlocken – die Klinkebuchse blieb stumm.

flott
 bootet schnell
 hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf
Preis: 660 Euro



Intel NUC11TNHi3

Der NUC ist der günstigste Barebone im Test, doch das wird mit der langsamsten CPU im Test erkaufte. Der Tiger-Lake-i3 1115G4 sticht in keiner Disziplin wirklich hervor, genügt aber für einfache Büroaufgaben wie Videokonferenzen, Webanwendungen & Co. Dafür braucht er unter Dauerlast maximal nur rund 30 Watt. Folglich hat das Kühlsystem auch kaum Probleme, ihn schön leise auf Temperatur zu halten. Im Vergleich zu früheren NUCs ist außer dem M.2-2280-Slot für NVMe-SSDs und dem kleinen 2230er für das WLAN-Modul hier ein dritter M.2-Anschluss enthalten. Der nimmt allerdings nur SATA-Geräte im 2242-Format auf – also mit maximal 42 Millimetern Länge. Unter dem Deckel findet ein 2,5-Zoll-Laufwerk bis 9,5 Millimeter Bauhöhe Platz, der bei Ausnutzung der Höhe aber recht eng bemessen ist.

Wer Thunderbolt-Geräte besitzt, findet am NUC je einen TB3- und TB4-Anschluss, die richtig schnell sind. Als Typ-C-Buchsen sollten sie auch USB-Geräte ansprechen, aber mit unseren externen SSDs – darunter eine WD Black P50 und Sandisk Extreme 900 – hatten wir kein Glück. Für Displays sind zwei HDMI-Buchsen vorgesehen, der besonders bei Büromonitoren verbreitete DisplayPort fehlt, ebenso analoge Audio-Klinken. Lautsprecher oder ein analoges Headset müssen also über einen Adapter angeschlossen werden, den Intel aber nicht mitliefert.

- 👆 leise
- 👆 schnelles Thunderbolt 3 & 4
- 👇 USB-C-Probleme

Preis: 330 Euro



Intel NUC Pro Chassis Element AV

Der NUC Pro Barebone ist etwas für Spezialisten – es gibt ihn als Compute Element auch mit abweichender Ausstattung. Mit der Testkonfiguration ist er der schnellste Rechner im Feld, was er nicht nur dem Core i7-1185G7, sondern auch dem schnellen LPDDR4x-4266-Speicher verdankt. Der ist im Vergleich zu den SODIMMs der anderen fast ein Drittel schneller, doch das klappt nur, weil er verlötet ist, sich also nicht mehr nachträglich aufrüsten lässt.

Die 8 Watt Leistungsaufnahme im Leerlauf sind gerade noch okay für einen leistungsstarken Mini-PC. Er bindet nur zwei Bildschirme an, die aber immerhin hochauflösend per HDMI2.0. Zudem hat der NUC eine Avermedia CO513EC Capture-Card. Deren HDMI-Passthrough nimmt Videos bis Full HD mit 60 fps an. Fürs Encoding nutzt sie Intels Quicksync der integrierten Iris-Xe-Grafik. Die Audio-Klinken der Capture Card haben eine geringe Dynamik und einen schlechten Signal-/Rauschabstand von nur 82 dB(A) – üblich sind 95 bis 100. Von den beiden Ethernet-Anschlüssen ist keiner schneller als 1 GBit/s und nur eine der beiden Ethernet-Buchsen kann den NUC Pro aufwecken. An der Vorderseite gibt es nur zwei USB-A-Buchsen, eine im lahmen USB-2-Standard, die andere 1 GByte/s schnell.

Im Inneren ist einer der beiden M.2-2280-Steckplätze noch frei und an entsprechender Stelle des Bodenblechs sind zwei Wärmeleitpads für die M.2-SSDs angeklebt, sodass diese im Betrieb kühler bleiben und damit länger ihre Maximalleistung durchhalten.

- 👆 sehr schnell
- 👇 langsames Ethernet
- 👇 kein USB-C

Preis: zirka 1000 Euro



Minisforum HM50

Aus einem Crowdfunding-Projekt hervorgegangen, hat der Hersteller Minisforum sich sehr viele richtige Gedanken bei der Konzeption des HM50 gemacht. Als einziges AMD-System im Testfeld hat es keine Standby-Probleme mit „modern standby“. Mit seinen sechs etwas betagteren Zen-2-Kernen, die auch noch auf Simultaneous Multi-threading verzichten müssen, kann es gerade so mit Intels brandneuen Core-CPU mithalten. Dafür bietet es eine rundum gelungene Schnittstellen-Auswahl mit ausreichend Ports an der zugänglichen Frontseite, langsamerem Realtek- und schnellem Intel-LAN sowie DP- und HDMI-Ausgängen – am vorderen USB-C lässt sich dank Alt-Mode ein dritter Bildschirm anschließen. Als einziges Geräte im Test hat es ein USB-C-Netzteil.

Das Gehäuse des HM50 ist mit rund 1,25 Litern Volumen das mit Abstand größte im Test, verschwindet bei Bedarf aber dennoch leicht hinter handelsüblichen LCDs an der mitgelieferten VESA-Halterung. Die Größe erlaubt es dem Hersteller, einen CPU-Kühler mit vergleichsweise riesigem Lüfter für beinahe unhörbaren Betrieb auch unter Vollast einzubauen. Unter der verschraubten Plastik-Bodenplatte, deren zusätzliche Haltenasen recht widerspenstig sind, finden zwei 2,5-Zoll-Laufwerke Platz, die aber höchstens sieben Millimeter hoch sein dürfen – bei SSDs Standard, bei HDDs die Ausnahme.

Zu bekommen ist der HM50 nur über die Herstellerwebseite www.minisforum.com, zum dort genannten Preis zurzeit noch die Einfuhrumsatzsteuer, landläufig Zoll, hinzu.

- 👆 sehr leise
- 👆 sparsam im Leerlauf
- 👇 Deckelhalterung klemmig

Preis: 835 Euro

Mini-PCs mit AMD Ryzen und Intel Core – technische Daten

Hersteller, Typ	Asrock Industrial NUC BOX	Intel NUC 11	NUC Pro Chassis Element AV	Minisforum
Variante	1165G7	TNHi3	CMCM2FB	HM50
Hardware-Ausstattung				
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i7-1165G7 / 4+SMT / 2,8 (4,7) GHz	Core i3-1115G4 / 2+SMT / 3,0 (4,1) GHz	Core i7-1185G7 / 4+SMT / 3,0 (4,8) GHz	Ryzen 5 4500U / 6 / 2,3 (4,0) GHz
CPU-Fassung / -Lüfter (Regelung)	– (verlötet) / 1 (✓)	– (verlötet) / 1 (✓)	– (verlötet) / 1 (✓)	– (verlötet) / 1 (✓)
Grafik (-speicher)	Intel Iris Xe (96 EU, vom Hauptspeicher)	UHD Graphics (48 EU, vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (96 EU, vom Hauptspeicher)	Radeon Graphics Vega 6 (vom Hauptspeicher)
RAM-Typ (max.)	2 × DDR4-3200 SO-DIMM (64 GByte)	2 × DDR4-3200 SO-DIMM (64 GByte)	2 × LPDDR4x-4266 verlötet (k.A.)	2 × DDR4-3200 SO-DIMM (64 GByte)
RAM mitgeliefert	–	–	2 × LPDDR4x-4266 verlötet (16 GByte)	2 × 8 GByte DDR4-3200 (Kingston CBD32D4S2S1ME-8)
SSD mitgeliefert	–	–	Crucial MX500 (512 GByte, SATA)	Kingston (256 GByte, NVMe, OM8PDP3256B)
Mainboard (BIOS) / Chipsatz	Asrock NUC-TGL (P1.20) / Tiger Point-LP	NUC11TNBi3 (0043) / Tiger Point-LP	CM11EBV716W (0045) / Tiger Point-LP	Besstar Tech Limited HM50 (5.16) / im Ryzen-SoC integriert
Netzwerk-Interface (Chip) / TPM	1 GBit/s (Intel I219-V), 2,5 GBit/s (Intel I225-LM) / TPM 2.0	2,5 GBit/s (Intel I225-LM) / TPM 2.0	2 × 1 GBit/s (Intel I219-V) / TPM 2.0	1 GBit/s (Realtek RTL8111), 2,5 GBit/s (Intel I225-V) / AMD PSP 10.0 (TPM 2.0)
WLAN, Chip, Anbindung	802.11ax (2 × 2 / 2,4 GBit/s / Bluetooth 5.1), Intel AX200NGW, PCIe	802.11ax (2 × 2 / 2,4 GBit/s / Bluetooth 5.1), Intel AX201NGW, PCIe	802.11ax (2 × 2 / 2,4 GBit/s / Bluetooth 5.1), Intel AX201NGW, PCIe	802.11ax (2 × 2 / 2,4 GBit/s / Bluetooth 5.1), Intel AX200NGW ¹ , PCIe
Audio-Chip	Realtek ALC233	Intel HDA	Intel HDA	Realtek ALC269
Gehäuse inkl. Füße (B × H × T)	11,8 cm × 5,0 cm × 11,0 cm	11,7 cm × 5,4 cm × 11,7 cm	20,0 cm × 3,3 cm × 14,5 cm	15,0 cm × 5,5 cm × 15,0 cm
Kensington-Lock / Schlosslasche	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Netzteil (Leistung)	AcBel ADB002 (12,7 cm × 5,0 cm × 3,2 cm, Kabel zum Schuko-Stecker 148 cm, Kabel zum Hohlstecker 180 cm, 19 Volt, 90 W)	Huntkey HKA09019047-6U (12,5 cm × 5,0 cm × 3,0 cm, Kabel zum Schuko-Stecker 180 cm, Kabel zum Hohlstecker 180 cm, 19 Volt, 90 W)	Huntkey HKA09019047-6U (12,5 cm × 5,0 cm × 3,0 cm, Kabel zum Schuko-Stecker 118 cm, Kabel zum Hohlstecker 185 cm, 19 Volt, 90 W)	Powertron PS1065-190T2B342 (9,5 cm × 4,5 cm × 3 cm, Kabel zum Euro-Stecker 100 cm, Kabel zum USB-C 123 cm, 19 Volt, 65 W)
Anschlüsse hinten	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0, 2 × USB-A (10 GBit/s), 1 × 1-Gbit/s-LAN, 1 × 2,5-Gbit/s-LAN, Strom	je 1 × Thunderbolt 3 und 4 (inkl. DP), 2 × HDMI 2.0, 1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-A (480 MBit/s), 1 × 2,5-Gbit/s-LAN, Strom	2 × HDMI 2.0, 2 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB-A (480 MBit/s), 2 × 1-Gbit/s-LAN, Avermedia CO513EC mit 2 × analog Audio und HDMI-Pass-through, Strom	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0, 4 × USB-A (5 GBit/s), 1 × 1-Gbit/s-LAN, 1 × 2,5-Gbit/s-LAN, Strom (via USB-C)
Anschlüsse vorn, oben und seitlich, sonstige	1 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB-C (10 GBit/s, inkl. DP), 1 × analog Audio (3,5 mm Klinke), intern: 1 × SATA-6G (proprietär, 2,5-Zoll, bis 9,5 mm)	2 × USB-A (10 GBit/s), intern: 1 × SATA-6G (proprietär, 2,5-Zoll, bis 9,5 mm), 1 × M.2-2242 (B-Key, SATA)	1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-A (0,5 GBit/s)	2 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s, inkl. DP), 2 × analog Audio (3,5 mm Klinke)
Zubehör	Vesa-Halterung, Schrauben, Kurzanleitung (teils auf Deutsch)	Vesa-Halterung, Schrauben, Kurzanleitung (teils auf Deutsch)	Vesa-Halterung, Schrauben, Kurzanleitung (teils auf Deutsch)	Vesa-Halterung, SSD/HDD-Halterung, Schrauben, HDMI-Kabel (60 cm), Kurzanleitung (auch Deutsch)
Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransfer-Messungen				
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf UHD	1,9 W (1,0 W) / 8,9 W („modern standby“) / 11,1 W	0,8 W (0,4 W) / 6,0 W („modern standby“) / 7,4 W	0,7 W (0,3 W) / 5,2 W („modern standby“) / 8,2 W	1,0 W (–) / 1,2 W / 6,7 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	41 / 41 Watt	29 / 30 Watt	44 / 47 Watt	45 / 48 Watt
USB-A 3.x hinten / vorne: Lesen (Schreiben)	1065 (1021) / 1057 (1024) MByte/s	1050 (963) / 1059 (965) MByte/s	1051 (963) / 1053 (962) MByte/s	392 (327) / 1010 (956) MByte/s
USB-C 3.x hinten / vorne: Lesen (Schreiben)	– / 1071 (1056) MByte/s	n. möglich / – MByte/s	–	– / 1013 (958) MByte/s
Thunderbolt Lesen (Schreiben)	–	3094 (2509) MByte/s	–	–
LAN 1 / 2: Empfangen (Senden)	119 (118) / 297 (295) MByte/s	297 (297) MByte/s / –	119 (119) / 119 (118) MByte/s	119 (119) / 297 (297) MByte/s
WLAN 2,4 GHz / 5 GHz: nah (fern)	25 (2,4) / 81 (24) MByte/s	27 (9,3) / 100 (9,3) MByte/s	24,3 (18,2) / 100,0 (31,1) MByte/s	25,4 (14,1) / 85,2 (25,8) MByte/s
mitgelieferte SSD: Lesen (Schreiben)	–	–	562 (519) MByte/s	2760 (2433) MByte/s
Funktions- und Leistungstests				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	– / ✓	– / –	✓ (nur eth0) / –	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	– / ✓ (–)	– / ✓ (–)	– / ✓ (–)	✓ ¹ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	16 Sekunden	25 Sekunden	20 Sekunden	24 Sekunden
Anzahl gleichzeitiger 4K-Displays (60 Hz)	4	4	2	3
Cinebench R32 Single-/Multithreading	1355 / 4824 Punkte	1333 / 2560 Punkte	1457 / 5642 Punkte	1138 / 6368 Punkte
3DMark Firestrike	4111 Punkte	2662 Punkte	5152 Punkte	2599 Punkte
Dirt Rally, Full HD, mittel (hoch)	65 (52) fps	47 (37) fps	83 (64) fps	57 (45) fps
Linux-Kompatibilität (Ubuntu Desktop 21.04)				
Leerlauf / WLAN / VGA (3D)	9,2 Watt / ✓ / ✓ ²	7,7 Watt / ✓ / ✓	7,6 Watt / ✓ / ✓	6,1 Watt / ✓ / ✓ ³
Bewertung				
Leistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ○ / ⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ○ / ⊖
Audio (analog): Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / –	– / –	⊖ / ⊕⊕	⊕ / ○
Geräuschkw.: Leerlauf / Volllast	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	660 € / 2 Jahre gesetzliche Gewährleistung	355 € / 3 Jahre Bring-In	780 € / 3 Jahre Bring-In	835 € / 1 Jahr Bring-In
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊕⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – nicht vorhanden k. A. keine Angabe ¹ nur über die USB-Buchsen hinten am Gerät ² Soundausgabe nur über HDMI ³ Ubuntu 21.04 lief erst nach Abschalten von IOMMU stabil ⁴ wegen Chipknappheit auch anderes Modell möglich				