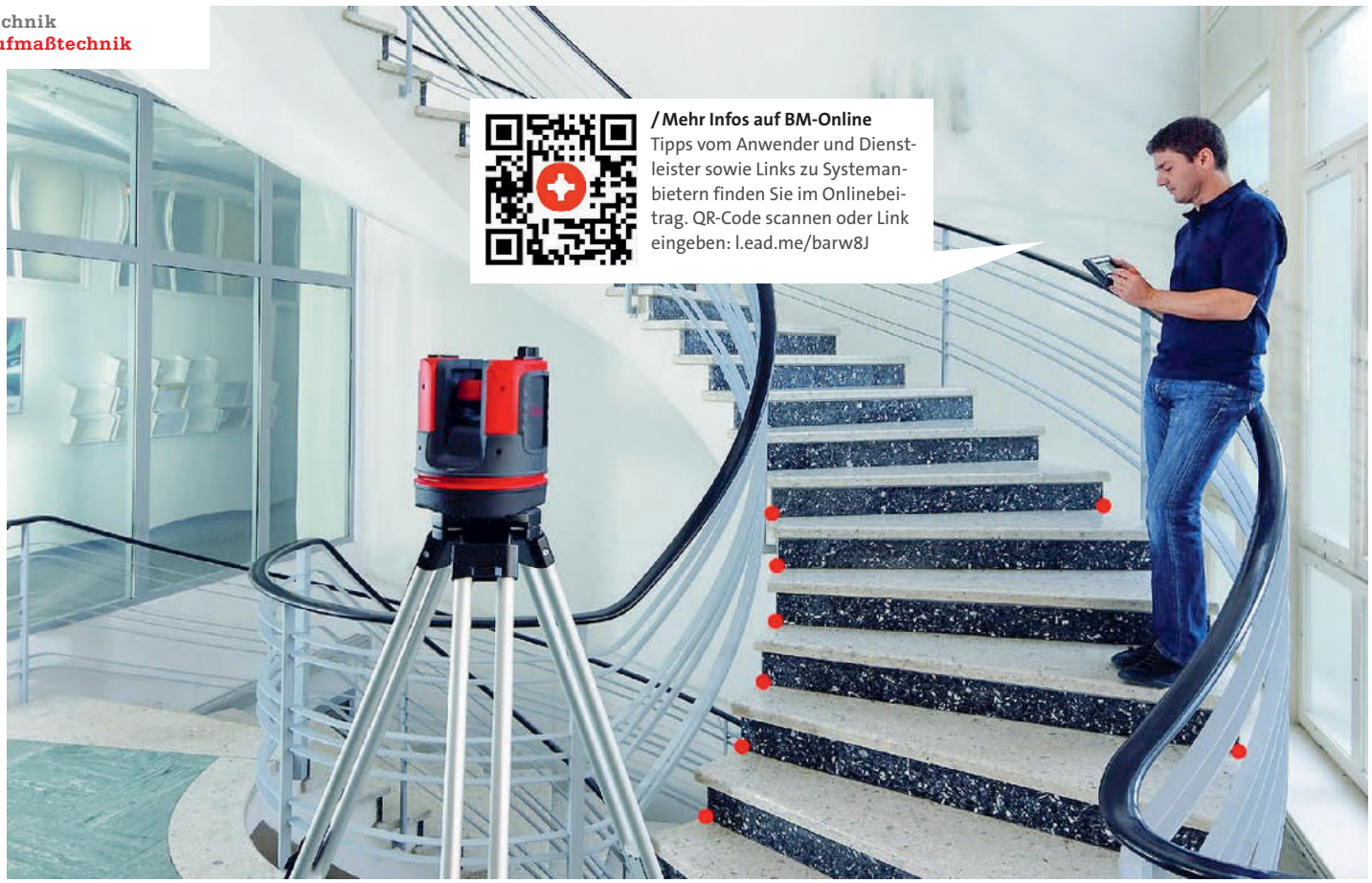

**/ Mehr Infos auf BM-Online**
Tipps vom Anwender und Dienstleister sowie Links zu Systemanbietern finden Sie im Onlinebeitrag. QR-Code scannen oder Link eingeben: l.ead.me/barw8J

Foto: Leica Geosystems

*/ Für das 3D-Aufmaß filigraner Strukturen, runder oder frei geformter Räume oder Treppen sind 3D-Aufmaßsysteme prädestiniert.*

*3D-Aufmaßsysteme im Vergleich*

# Punkt oder Wolke?

*3D-Messsysteme erfassen selbst komplexe Geometrien präzise und schnell. Wann eignen sich tachymetrische Systeme und wann greift man besser zum 3D-Laserscanner?* **MARIAN BEHANECK**

Bei verzogenen Treppenläufen, krummen und schiefen oder gar frei geformten Innenräumen stoßen traditionelle Messverfahren schnell an Grenzen. Moderne 3D-Messsysteme erfassen beliebige Objekte über den Horizontal- und Vertikalwinkel sowie die gemessene Distanz dreidimensional.
Die Messdaten lassen sich anschließend per USB-Stick, Datenkabel oder Funk auf mobile oder stationäre Rechner übertragen und auswerten.
Für jede Aufgabe bieten Hersteller passende Lösungen: tachymetrische Systeme, 3D-Laserscanner oder neuartige kombinierte Verfahren. Was sich wofür besser eignet, hängt davon ab, welche Daten man braucht und was man mit ihnen vorhat.

**Tachymetrische Aufmaßsysteme ...**
... erfassen Messpunkte selektiv, die einzeln anvisiert werden müssen. Sie bestehen aus einem Stativ und einem darauf montierten, dreh- und schwenkbaren Laser-Distanzmessgerät mit Bluetooth-Datenschnittstelle oder einem speziellen 3D-Aufmaßgerät. Nach der Aufstellung, Orientierung und Kalibrierung können die Messpunkte durch manuelles Drehen und Schwenken oder – motorisch betrieben und per Funk-Fernbedienung gesteuert – halbautomatisch anvisiert werden. Erfasst werden nur die Messpunkte am Objekt, die man später auch tatsächlich braucht (Eckpunkte, Kanten etc.). Anschließend werden die 3D-Messkoordinaten über ein Datenkabel, einen Stick oder kabellos per Bluetooth oder WLAN in das zum System gehörende Aufmaßprogramm übertragen und am Display des Gerätes oder eines separaten Tablets angezeigt. Dadurch lassen sich die dreidimensionalen Aufmaßskizzen gegebenenfalls noch vor Ort korrigieren. Danach können sie per DXF- oder DWG-Schnittstelle in beliebige CAD-Programme importiert und daraus Grundrisse, Aufrisse oder Schnitte generiert werden.
Einige Systeme können zusätzlich Messdaten an einer Linie oder innerhalb einer Fläche automatisch erfassen, um beispielsweise Oberflächenunebenheiten zu erkennen.
Eine weitere Funktion ermöglicht die Rückprojektion geometrischer Punkte aus einer CAD-Datei, um per Laserstrahl Bohrbilder auf Wände, Decken oder Böden zu markieren.

Foto: Leica Geosystems

/ 3D-Laserscanner erfassen das Messumfeld parallel geometrisch und fotografisch.

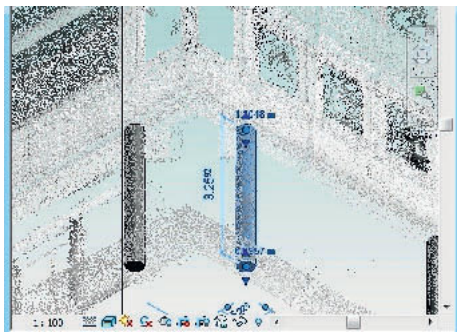

Foto: Laser Scanning Architecture

/ Während Punktwolken von 3D-Laserscannern aufbereitet und ausgewertet werden müssen, ...

Foto: Flexijet

/ ... liefern tachymetrische Systeme durch selektive Punktwahl unmittelbar verwertbare CAD-Daten.

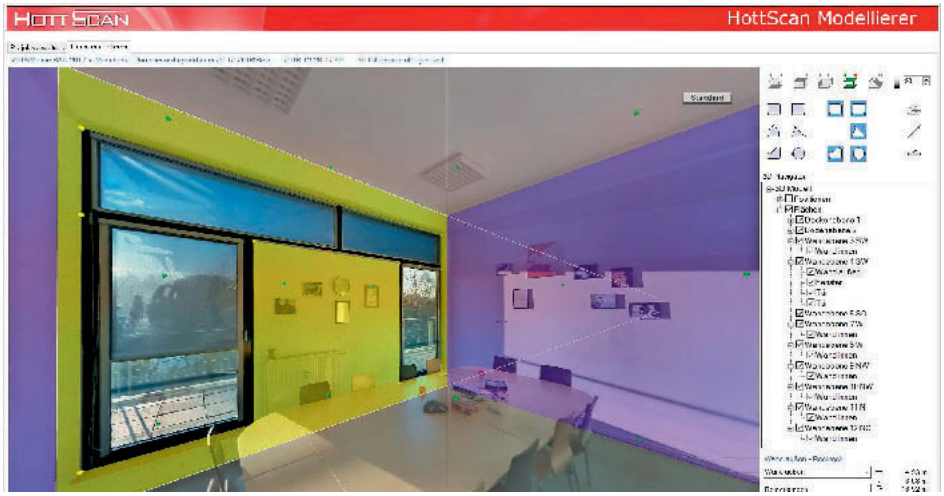


Foto: Hottgenroth/HottScan

/ Tachymetrische Messverfahren mit dem Fotoaufmaß kombiniert: Aus den vor Ort gewonnenen Mess- und Fotodaten lassen sich am Büro-PC Räume dreidimensional modellieren und Mengenauswertungen generieren.

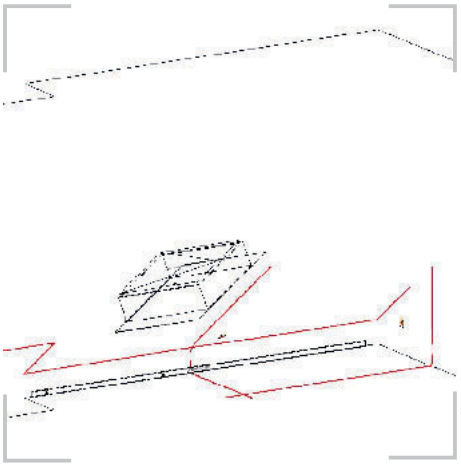

Foto: Elbracht

/ Beim tachymetrischen Aufmaß genügen bereits wenige präzise erfasste Messpunkte, ...

Foto: Elbracht

/ ... um daraus Einbaumöbel zu zeichnen, für Kunden zu visualisieren und schließlich zu fertigen.

**3D-Laserscanner ...**

... messen Objekte nicht selektiv, sondern tasten sie rasterförmig in Sekundenschnelle ab und erzeugen dabei Millionen von 3D-Messpunkten, sogenannte „Punktwolken". Laserscanner sind ideal, wenn Gebäude oder Räume verformungsgerecht, Freiformobjekte oder kleinteilige Strukturen detailliert erfasst werden müssen. Die rasterförmige Messdatenerfassung hat den Vorteil, dass kein Maß vergessen werden kann, allerdings entstehen dabei große Datenmengen.

Das Prinzip ist einfach: Ein vertikal in hoher Geschwindigkeit rotierender Laserscanner dreht sich zusätzlich horizontal um die eigene Achse. Dabei tastet er während einer 360°-Umdrehung alle ihn umgebenden Objekte vollständig ab und speichert ihre Geometriedaten als räumliche Koordinatenwerte. Eine integrierte Digitalkamera erzeugt zusätzlich 360°-Fotopanoramen. Da der Scanner nicht durch massive Bauteile hindurch messen kann, ist – wie bei tachymetrischen Systemen auch – meist eine mehrfache Aufstellung an unterschiedlichen Standpunkten erforderlich. Der Messvorgang läuft so schnell ab, dass auch schwierige Messaufgaben in wenigen Minuten erledigt sind. Allerdings relativiert sich dieser Zeitvorteil bei der anschließenden Auswertung der Punktwolken, denn diese ist zeitaufwendig. Dabei werden die Messdaten in ein Aufmaß- oder direkt ins CAD-Programm eingelesen, gefiltert und relevante Messpunkte manuell, teilweise auch halbautomatisch in

**Zusatzinfo auf BM-Online**

**Praxistipps aus Tischlersicht**

Tischlermeister Matthias Elbracht ist überzeugter Anwender eines tachymetrischen Systems. Den Vorteil sieht er neben geringeren Anschaffungs- und Wartungsvertragskosten u. a. darin, dass schon vor Ort ein CAD-Kantenmodell des Raumes zur Weiterleitung entsteht ...

**Praxistipps aus Dienstleistersicht**

Architekt und Laserscanning-Dienstleister Johannes Rechenbach von Laser Scanning Architecture ist vom 3D-Laserscanning überzeugt, rät jedoch, vor dem Kauf die voraussichtliche Einsatzhäufigkeit zu prüfen ...

Die kompletten Statements sowie weitere Infos finden Sie im Beitrag auf BM-Online.

CAD-Elemente (Linien, Bögen, Quader, Zylinder) oder BIM-Bauteile umgewandelt (siehe BM-Beitrag zu Building Information Modeling, BM 01/2017: „Erst digital, dann real bauen“). Für eine Schnellauswertung lassen sich Schnitte oder Schnittansichten mit relativ wenig Aufwand generieren, indem durch die Punktwolke einfach eine Schnittebene gelegt wird.

**Neues Kombi-System**

Vor etwa einem Jahr wurde mit Hottscan ein neuartiges 3D-Aufmaßsystem vorgestellt, das auf mehreren Messprinzipien basiert. Es tastet die Umgebung wie ein Laserscanner automatisch rasterförmig ab, allerdings mit einer erheblich geringeren Geschwindigkeit und Punktedichte. Etwa 40 Messpunkte werden für ein Raumaufmaß innerhalb von zwei Minuten nach dem tachymetrischen Messprinzip erfasst. Bei Bedarf können manuell oder per Fernsteuerung zusätzliche Messpunkte aufgenommen werden.
Aus den parallel aufgenommenen Einzelfotos wird zusätzlich ein hochauflösendes räumliches 3D-Fotopanorama erstellt. Nach der Übergabe der Mess- und Fotodaten per USB-Stick oder WLAN werden mit der dazugehörigen Fotoaufmaß-Software am PC die aufzumessenden Räume dreidimensional modelliert, indem aus mehreren Messpunkten ebene Flächen und daraus Räume konstruiert werden. Die daraus entstandenen CAD-Aufmaßskizzen und Mengenauswertungen lassen sich per Schnittstelle an CAD- respektive Angebots- oder Abrechnungsprogramme übergeben und dort direkt weiterbearbeiten.

**BM-Produktvergleich: 3D-Laserscanner**

| Anbieter | Faro<br>*www.faro.com* | Leica Geosystems<br>*www.leica-geosystems.de* | Surphaser<br>*www.limess.com* | Hottscan<br>*www.hottscan.de* |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **Produktname** | **Focus M70** | **Leica BLK360 Imaging Laser Scanner** | **Surphaser 10** | **Hottscan (kombiniertes Messverfahren)** |
| **Messung:**<br>min.-max. Entfernung<br>Sichtfeld hor. / Sichtfeld vert. | 0,6 bis 70 m<br>360° / 300° | 0,6 bis 60 m<br>360° / 300° | 1 bis 110 m<br>360° / 270° | 0,05 bis 80 m<br>347° / 180° |
| **Genauigkeit:**<br>Reichweite in mm / Winkel hor. / Winkel vert. / 3D-Lagegenauigkeit | ±1,5 auf 10 m / k. A.<br>k. A / k. A. | ±4, 7 mm auf 10, 20 m / k. A.<br>k. A. / ±6, 8 mm auf 10, 20 m | ±0,7 mm auf 15 m / 1"<br>1" / k. A. | ±1 mm auf 8 m / ±0,005° rel.<br>±0,005° rel. / ± 4 mm auf 8 m |
| **Geschwindigkeit:**<br>max. Messwerte pro Sekunde / mittlere Scandauer in Minuten | 488 000<br>4,58 min (0.045° Auflösung) | 360 000<br>< 3 min (mit Bildaufnahme) | 208 000<br>4,5 min (7200 x 7200 Auflös.) | 0,5<br>2 min (bei 40 Messwerten) |
| **Zusatzfunktionen:**<br>Foto / Bildauflösung<br>Panorama / Sonst. | + / 165 Megapixel HDR<br>+ / – | + / 3 x 5 Megapixel<br>+ / Video, Infrarotkamera | + / 2 x 5 Megapixel<br>+ / – | + / 5 Megapixel<br>+ / – |
| **Maße (ohne Stativ):**<br>Größe B x H x T / Gewicht | 230 x 183 x 103 mm / 4,2 kg | 100 x 165 x 100 mm / 1 kg | 278 x 200 x 118 mm / 5 kg | 200 x 320 x 150 mm / 4,2 kg |
| **Gehäuse:**<br>IP-Schutzart / Material | IP 54 / k. A. | IP 54 (IEC 60529) / k. A. | k. A. / Metallgehäuse | IP 40 / Alu und Kunststoff |
| **Schnittstellen:**<br>Ethernet / USB / Bluetooth / WLAN / Sonst. | – / – / –<br>+ / GPS, Glonass | – / – / –<br>+ / – | – / + / –<br>+ / – | – / + / –<br>+ / – |
| **Stromversorgung:**<br>Eingangsspannung<br>Akkulaufzeit | 14,4 V<br>4,5 Stunden | 36 V<br>2 x 6 Stunden | 14–24V<br>2 Stunden | 16,8 V<br>11,5 Stunden |
| **Lieferumfang:**<br>Koffer / Stativ / Ladegerät<br>Software / Zielmarken / Sonst. | + / – / +<br>+ / –/ Akku, Schnellverschluss | + / + / +<br>+ / – / – | + / – / +<br>+ / – / Steuerung Tablet (opt.) | – / + / +<br>+ / – / – |
| **Besonderheiten:** | - kompakt, leicht und intuitiv bedienbar<br>- Touchscreen-Bedienung<br>- CAD-Standardschnittstellen | - klein und leicht<br>- 360°-Panoramabild und gleichzeitiger 360°-Scan innerhalb von 3 Minuten<br>– Ein-Tasten-Bedienung | - sehr hohe Genauigkeit<br>- kleines Messrauschen<br>- hohe Geschwindigkeit | - neue Technologie, Komplettsystem (Hard-/Software)<br>- 3D-Räume schnell erfassen<br>- CAD-Datenübergabe und Mengenauswertungen |
| **Prei: Gerät** (in Euro, netto) | 26 500,– | 15 000,– | 75 000,– | 7 999,– |

*Erläuterungen: + = Ja, vorhanden, - = Nein, nicht vorhanden, k. A. = keine Angabe. Angaben beruhen auf Herstellerinformationen – keine Gewähr, Abbildungen nicht maßstäblich, Stand: Februar 2018 (Quelle: Autor)*

BMGrafik

**Selber machen oder machen lassen?**
Wer auf der Baustelle digital aufmessen will, muss etwas mehr Geld ausgeben als für Zollstock, Bandmaß, Bleistift und Papier. Die Kosten liegen zwischen 1500 für einfache Objekte mit wenigen Messpunkten und 14000 Euro für voll ausgestattete tachymetrische Systeme sowie zwischen 15000 und 50000 Euro und mehr für 3D-Laserscanner mit unterschiedlichen Messgenauigkeiten.
Hinzu kommen jährliche Kalibrierungs- und Wartungskosten (1000 bis 4000 Euro). Ganz gleich, welches System man einsetzt: 3D-Aufmaße gibt es nicht auf Knopfdruck. So muss bei tachymetrischen Messverfahren jeder Messpunkt einzeln anvisiert werden. Bei großen und komplexen Objekten mit vielen Messpunkten kann das zu einer Herausforderung werden.
Je komplexer die Geometrie, je kleinteiliger das Objekt ist, desto aufwendiger ist eine Einzelpunkt-Erfassung und desto mehr lohnt sich das 3D-Laserscanning. Wenn man nur gelegentlich Aufmaße braucht, sollte man vorher allerdings genau überlegen, ob sich die Investition in ein eigenes Aufmaßsystem lohnt oder ob eine Dienstleistung nicht sinnvoller ist. Praxisstatements vom Schreiner und vom Dienstleister finden Sie samt weiteren Systemanbietern im Beitrag auf BM-Online.

Der Autor
Dipl.-Ing. Marian Behaneck ist freier Journalist mit den Schwerpunkten Software, Hardware und IT im Baubereich.

**BM-Produktvergleich: Tachymetrische 3D-Aufmaßsysteme**

| Anbieter | Flexijet<br>*www.flexijet.info* | Hottscan<br>*www.hottscan.de* | Leica Geosystems<br>*www.leica-geosystems.com* | SL Laser<br>*www.sl-laser.com* |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **Produktname** | **Flexijet 3D** | **Hottscan (kombiniertes Messverfahren)** | **Leica 3D Disto** | **Procollector** |
| **Messung:**<br>Messbereich / Distanzgenauigkeit<br>Winkelgenauigkeit<br>Messbereich hor. / vert. | 0,05 bis 100 m / ± 1 mm<br>0,0007°<br>360° / 360° | 0,05–80 m / ±1 mm auf 8 m<br>0,01°<br>347° / 180° | 0,5–50 m / ±1 mm auf 10 m<br>< 0,0014°<br>360° / 250° | 0,05 bis 30 m / ±1.5 mm<br>> 0,0002°<br>360° / 200° |
| **Messpunkterfassung:**<br>Manuell / Fernbedienung<br>max. Messrate | + / +<br>60 Punkte pro Minute | + / +<br>20 Punkte pro Minute | + / +<br>30 Punkte pro Minute | – / +<br>600 Punkte pro Minute |
| **Funktionen:**<br>automatische Nivellierung<br>Messreihen<br>CAD-Datenprojektion | +<br>+<br>+ | –<br>+<br>– | +<br>+<br>+ | –<br>+<br>+ |
| **Datenübertragung:**<br>Kabel / USB<br>Bluetooth / WLAN | – / +<br>– / + | – / +<br>– / + | + / +<br>+ / – | – / –<br>+ / – |
| **Aufmaß-Exportformat:**<br>DXF / DWG / Sonst. | + / + / PDF, Plug-ins für Messung (ArchiCAD und Revit) | + / + / HottCAD, IFC, Collada | +* / – / TXT, CSV, JPG<br>(* Im- und Export) | + / – / – |
| **Maße (ohne Stativ):**<br>Größe B x H x T / Gewicht | 370 x 170 x 175 mm / 5 kg | 200 x 320 x 150 mm / 4,2 kg | Ø 187 x 216 mm / 2,8 kg | 240 x 310 x 240 mm / 5,5 kg |
| **Gehäuse:**<br>IP-Schutzart / Material | k. A. / Metal, Kunststoff | IP 40 / Alu und Kunststoff | IP 54 / diverse Materialien | IP 40 / Kunststoff |
| **Stromversorgung:**<br>Anzahl x Volt / Typ / Akkulaufzeit | 1 x 19 V / Netzteil o. Akku / 10 Stunden | 1 x 16,8 V / Li-ion-Akku / 11,5 Stunden | 14,4 V / Li-Ionen-Akku / 8 Stunden | 100-240 V / Netzteil o. Akku / 8 Stunden |
| **Lieferumfang:**<br>3D-Aufmaßgerät / Transportbox<br>Stativ / Ladegerät<br>Aufmaß-Software / Sonst. | + / +<br>+ / +<br>+ / + diverses Zubehör | + / –<br>+ / +<br>+ / – | + / +<br>– / +<br>+ / + Zielmarken etc. | + / +<br>+ / +<br>+ / + Lasersichtbrille etc. |
| **Besonderheiten:** | - 3D-Aufmaß direkt im CAD<br>- automatische Messreihen<br>- integrierte Kamera und Touchdisplay, Schocksensor, Zielwahl per Kamera mgl. | - automatische Nivellierung in der Software<br>- Fotopanorama<br>- Raum-Beleuchtung | - hohe Genauigkeit<br>- Laserpointer u. Digitalkamera mit Fadenkreuz zum Anvisieren<br>- 3 J. Garantie auf Sensor | - Projektion mit Maßkorrektur<br>- Tablet-PC als Option<br>- alle Funktionen enthalten<br>- Scannerfunktion<br>- Fernbedienung |
| **Preis:** System (in Euro, netto) | 13900,– | 7999,– | 6450,– | 9900,– |

*Erläuterungen: + = Ja, vorhanden, - = Nein, nicht vorhanden, k. A. = keine Angabe. Angaben beruhen auf Herstellerinformationen – keine Gewähr, Abbildungen nicht maßstäblich, Stand: Februar 2018, (Quelle: Autor)*

BMGrafik