

# 16

## Tischventilator

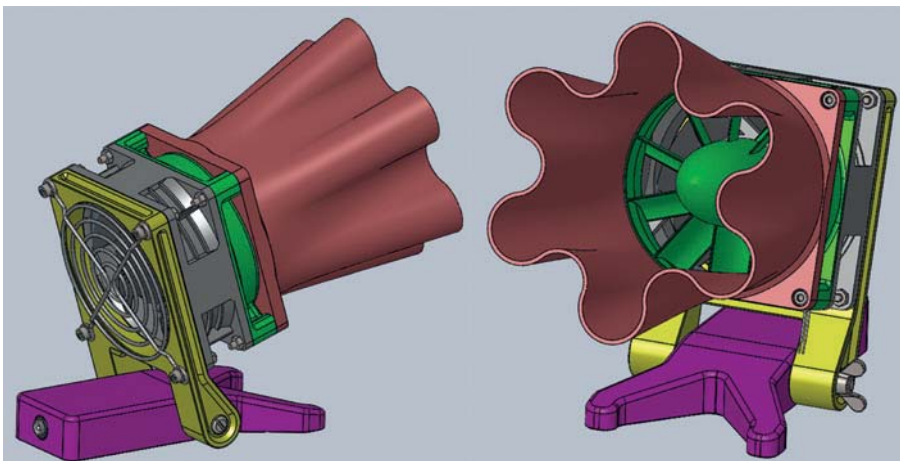
In diesem Kapitel stelle ich dir drei verschiedene Typen von Tischventilatoren vor. Für jeden dieser Ventilatoren werden mehrere Druckteile und einige Kaufteile benötigt. Dieses Projekt war für mich das erste, an das ich mich heranwagte, welches ein wenig Elektronik benötigt. Da ich kein Elektrotechniker bin, hatte ich riesigen (wahrscheinlich viel zu großen) Respekt vor Stromschlägen und kaputten Schaltungen. Doch bei der Realisierung stellte sich heraus, dass diese Angst absolut unbegründet war. Auf das Löten von Kabelverbindungen kann weitgehend verzichtet werden. Im Anschluss an die drei Ventilatoren-Projekte stelle ich noch eine Methode vor, durch welche die Luftströmung nach vorne gerichtet wird und so einen höheren Kühleffekt erzeugt. Die dabei eingesetzten Strömungsrichter können nachträglich in die beiden großen Ventilatoren eingebaut werden.

### ■ 16.1 Ventilator 80 mm

Mein erster Ventilator ist aus der Idee heraus geboren worden, einen kleinen Lüfter für den Schreibtisch zu bauen. Eine Grundbedingung war deshalb, dass der Ventilator sehr leise sein soll. Ich besorgte mir einen günstigen Ventilator für PCs, bemerkte jedoch schnell, dass die Luftströmung eines Ventilators recht stark radial nach außen bläst und nicht in axialer Richtung, wie man es erwarten könnte. Deshalb sieht meine Konstruktion einen Strömungsrichter (gelb) und mit ein wenig Abstand ein konisches, am Austritt gewelltes Rohr (grau) vor, welche auf den Ventilator gesetzt werden (Bild 16.1 und Bild 16.2). Mit dem gewellten Austritt wollte ich erreichen, dass mehr Umgebungsluft mitgerissen wird. Ob dem so ist, kann ich nicht sagen, weil die Strömungsgeschwindigkeit wohl zu gering ist, um diesen Effekt zu spüren oder sogar zu messen. Doch die Luftströmung kommt nun dahin, wohin man sie haben will. Der Ventilator ist außerdem schwenkbar. Dazu öffnet man leicht die Flügelmutter, kippt den Ventilator in die gewünschte Position und zieht danach die Flügelmutter wieder an (bitte nicht zu fest anziehen!).



**Bild 16.1** Kleiner Ventilator mit 80 mm Durchmesser



**Bild 16.2** Kleiner Ventilator mit 80 mm Durchmesser

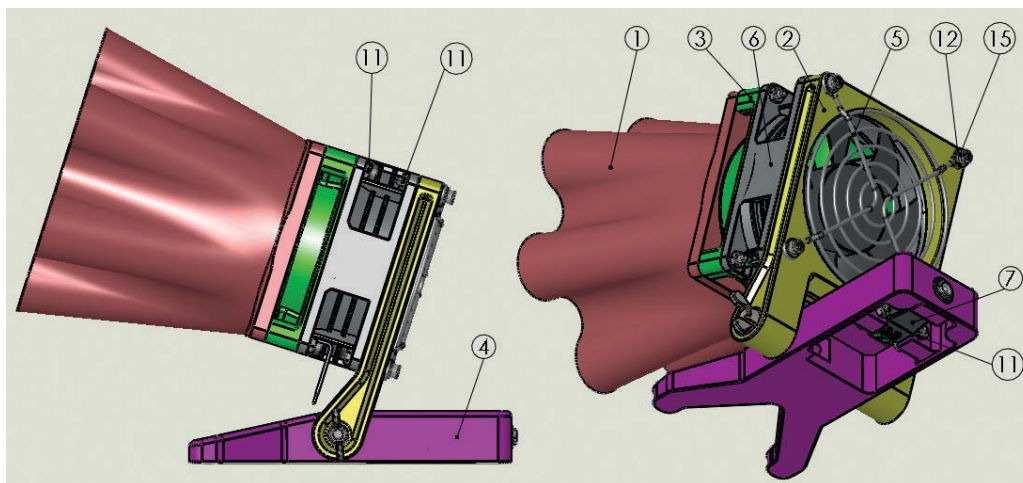
### 16.1.1 Übersicht der benötigten Teile

In der folgenden Liste findest du alles, was du für die Erstellung des Tischventilators (80 mm) benötigst.

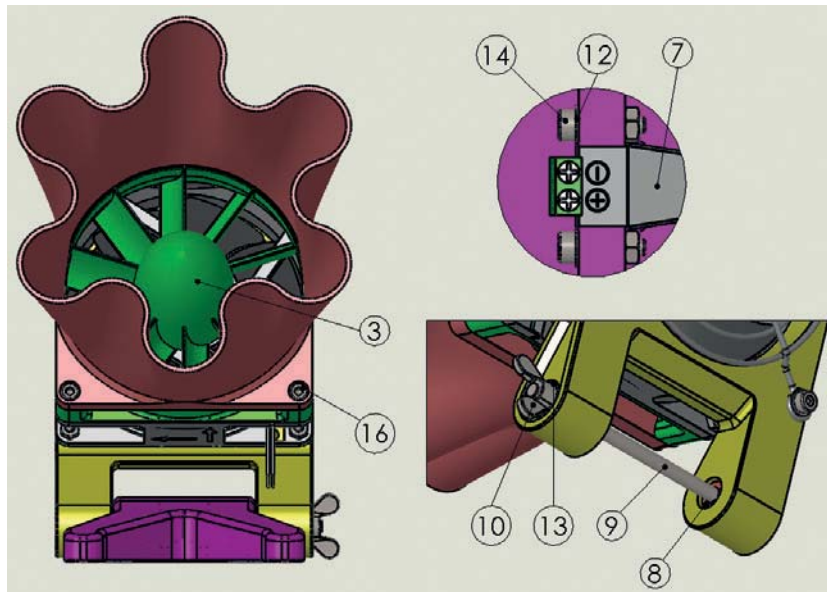
Pos.	Menge	Teil	Material
1	1×	<i>Duese.stl</i>	PLA
2	1×	<i>Halter.stl</i>	PLA
3	1×	<i>Stroemungsrichter.stl</i>	PLA
4	1×	<i>Basis.stl</i>	PLA

Pos.	Menge	Teil	Material
5	1×	Lüftergitter 80 mm (Amazon, ASIN: B01FLVMPUA)	
6	1×	Ventilator 80 mm (Amazon, ASIN: B002QVFN7G)	
7	1×	Stecker Female Jack 5.5 × 2.1 12 VDC (Amazon, ASIN: B00XX8Q9K6)	
8	1×	Gewindeinsatz M4 (im Baumarkt erhältlich); Alternative (ohne Rand): Eindrehschraube (Amazon, ASIN: B00FZQPXFQ)	
9	1×	Flachkopfschraube mit Schlitz ISO 1580 – M4 × 80	
10	1×	Flügelmutter DIN 315 – M4	
11	10×	6kt-Mutter Nut ISO 4032 – M3	
12	6×	Scheibe DIN 125 – A 3.2	
13	1×	Scheibe DIN 125 – A 4.3	
14	2×	Zylinderschraube DIN 912 M3 × 12	
15	4×	Zylinderschraube DIN 912 M3 × 20	
16	4×	Zylinderschraube DIN 912 M3 × 25	
	1×	Netzteil 12 VDC, 2A Adapter (Amazon, ASIN: B01166W6XS)	
	1×	Ein-/Aus-Schalter (Amazon, ASIN: B01MZ1DW2P)	
	4×	kleine, selbstklebende Filz pads oder Gummipuffer	

Bild 16.3 und Bild 16.4 zeigen die Einzelteile in der Übersicht. Anhand der Positionsnummern (Pos.) erkennst du, um welches Teil aus der Liste es sich jeweils handelt.



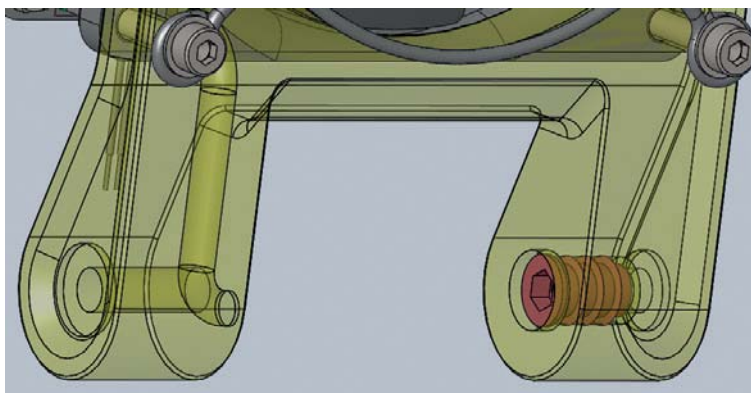
**Bild 16.3** Bauteile für den Zusammenbau des Ventilators (Teil 1)



**Bild 16.4** Bauteile für den Zusammenbau des Ventilators (Teil 2)

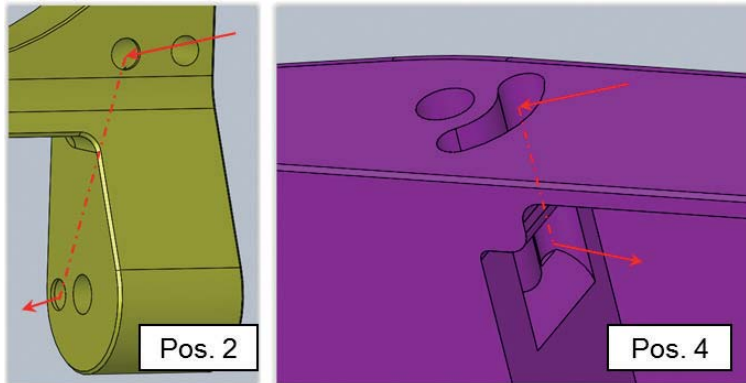
### 16.1.2 Zusammenbau des Ventilators (80 mm)

Mit einem langen Inbusschlüssel dreht man den Gewindeeinsatz (Pos. 8) langsam in die Bohrung des Halters (Pos. 2). Dabei dreht man immer wieder vorwärts und rückwärts, sodass das schneidende Gewinde des Gewindeeinsatzes den Kunststoff nicht einreißt. Der Gewindeeinsatz darf nicht aus der Bohrung herausragen (Bild 16.5).



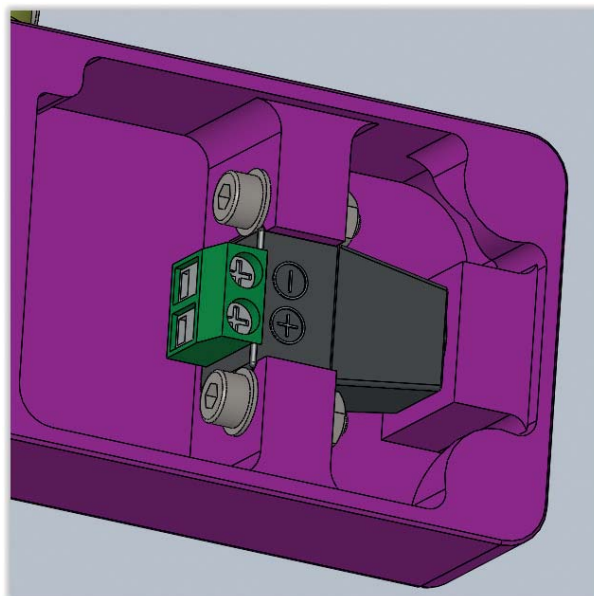
**Bild 16.5** Einschrauben des Gewindeeinsatzes

Nun schneidet man das Kabel des Ventilators direkt am Stecker ab und führt es in die Bohrung des Halters (Pos. 2) ein, bis das Kabel an der Unterseite herausragt. Dann muss das Kabel in die nierenförmige Bohrung der Basis (Pos. 4) eingeführt werden. Der Halter (Pos. 2) wird jetzt auf die Basis (Pos. 4) gesteckt. Dabei ist darauf zu achten, dass das Kabel nicht beschädigt wird (Bild 16.6).



**Bild 16.6** Kabel durch den Halter (Pos. 2) und die Basis (Pos. 4) führen

Als Nächstes wird der Stecker (Pos. 7) in die Bohrung der Basis (Pos. 4) gesteckt und mit den Schrauben, den Scheiben und den Muttern gesichert. Danach alles wie in Bild 16.7 dargestellt montiert.



**Bild 16.7** Montage des Steckers

An die Unterseite der Basis (Pos. 4) können nun vier kleine, selbstklebende Filz pads oder Gummipuffer angebracht werden (Bild 16.8).



**Bild 16.8** Filz pads an die Unterseite kleben

### 16.1.3 Verkabelung des Ventilators (80 mm)

Dieser Ventilator hat vier Kabel. Das gelbe Kabel wird an den Pluspol des Steckers (Pos. 7) und das schwarze an den Minuspol angeklemt. Da die Hersteller der Ventilatoren sich an keine Norm halten, was die Verkabelung angeht, können die Kabel durchaus auch einfarbig sein. Wenn kein Datenblatt vorliegt (was bei Amazon leider nicht selten ist) und im Internet keine Informationen zu finden sind, dann hilft nur Ausprobieren. Man braucht dabei keine Angst zu haben, dass der Ventilator durchbrennt, solange das Netzteil maximal 12 VDC hergibt.

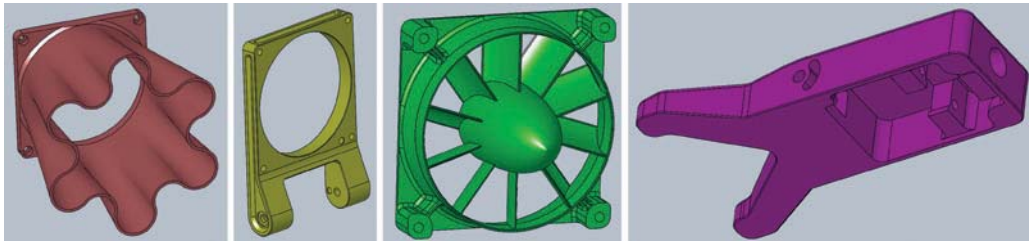
Zwischen dem Netzteil und dem Ventilator habe ich einen Ein-/Aus-Schalter (Amazon, ASIN: B01MZ1DW2P) angeschlossen. Damit entfällt das lästige Ein- und Ausstecken des Netzteils. Allerdings sollte das Netzgerät bei längerem Nichtgebrauch des Ventilators immer abgesteckt werden (Bild 16.9).



**Bild 16.9** An/Aus Schalter

### 16.1.4 Druckteile des Ventilators (80 mm)

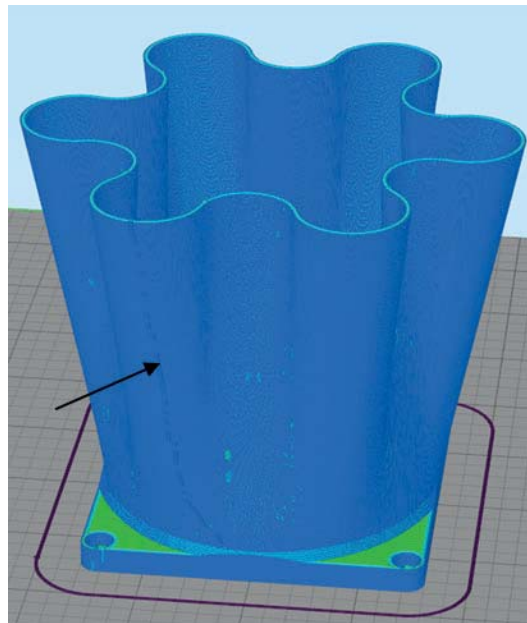
Der Ventilator setzt sich aus den in Bild 16.10 dargestellten Druckteilen zusammen.



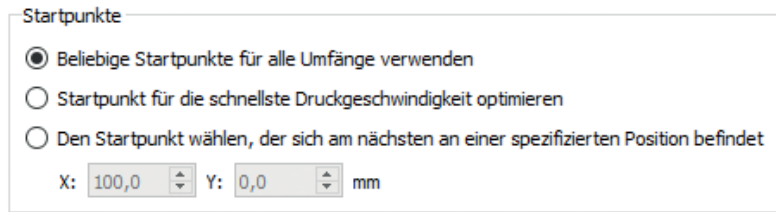
**Bild 16.10** Von oben links: Rohr (Pos. 1), Halter (Pos. 2), Strömungsrichter (Pos. 3) und Basis (Pos. 4)

### 16.1.5 Druckeinstellungen für das Rohr

Die Schichthöhe habe ich bei meinem Druckteil auf 0,2 mm gestellt. Stellt man die Schichthöhe auf 0,25 mm, spart man sich ungefähr 45 Minuten Druckzeit bei einer berechneten Druckzeit von knapp drei Stunden. Um eine hässliche Naht auf dem Rohr zu vermeiden (siehe Pfeil in Bild 16.11), sollte man die Einstellung *Beliebige Startpunkte für alle Umfänge* verwenden vornehmen (Bild 16.12).



**Bild 16.11** Startpunkte für das Rohr



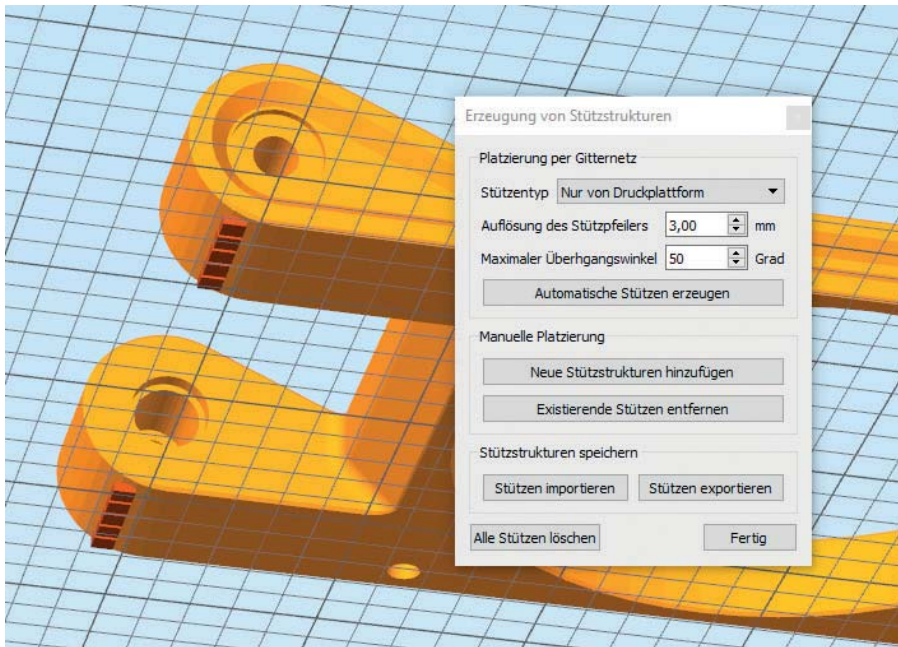
**Bild 16.12** Diese Einstellung vermeidet Narbenbildung durch übereinander liegende Startpunkte bei Rotationsteilen.

Folgende allgemeine Druckeinstellungen sind für das Rohr vorzunehmen:

- Druckgeschwindigkeit: 55 – 60 mm/s
- Schichthöhe: 0,2 mm
- innerer Füllgrad: 10 %

### 16.1.6 Druckeinstellungen für den Halter

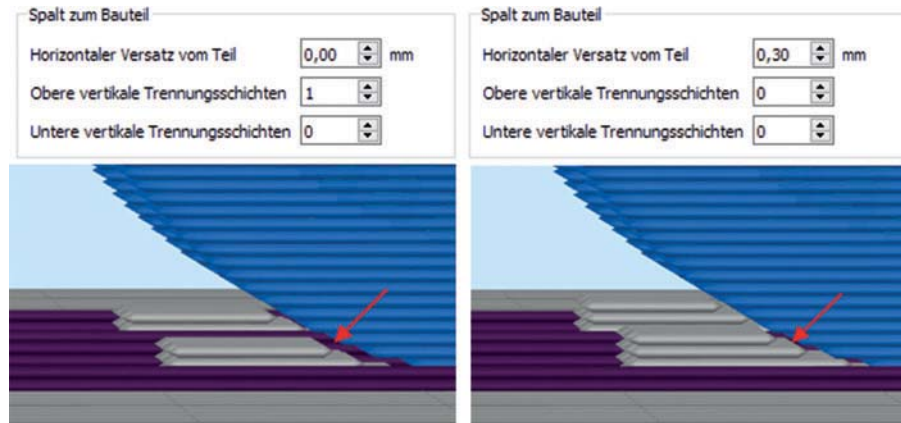
Damit der untere Teil der beiden Rundungen des Halters auch rund gedruckt wird, müssen diese abgestützt werden. Dafür setzt man unter *Platzierung per Gitternetz* den Wert bei *Maximaler Überhangswinkel* auf 50° (gemessen von der Vertikalen: 0° vertikal; 90° horizontal). Das bedeutet, dass bei größeren Winkeln Stützen gedruckt werden, bei kleineren nicht (Bild 16.13).



**Bild 16.13** Stützmaterial für den Halter erzeugen



Eine wichtige Einstellung für das Stützmaterial in einer Rundung ist *Spalt zum Bauteil*. Der Abstand des Stützmaterials zur Rundung ist links in Bild 16.14 größer als rechts. Nur rechts in Bild 16.14 kann man den Abstand des Stützmaterials genau einstellen. Ein kleiner Abstand sollte bleiben. Auf diese Weise ist das Entfernen des Stützmaterials einfacher und hinterlässt weniger Spuren auf dem Druckteil.



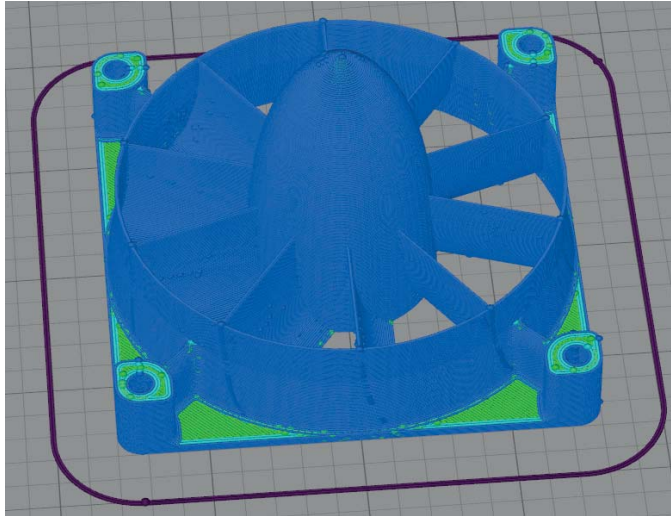
**Bild 16.14** Einstellungen für verschiedene Abstände der Stützstruktur zum Druckteil (links: Abstand groß, rechts: Abstand beliebig klein einstellbar)

Folgende allgemeine Druckeinstellungen sind für den Halter vorzunehmen:

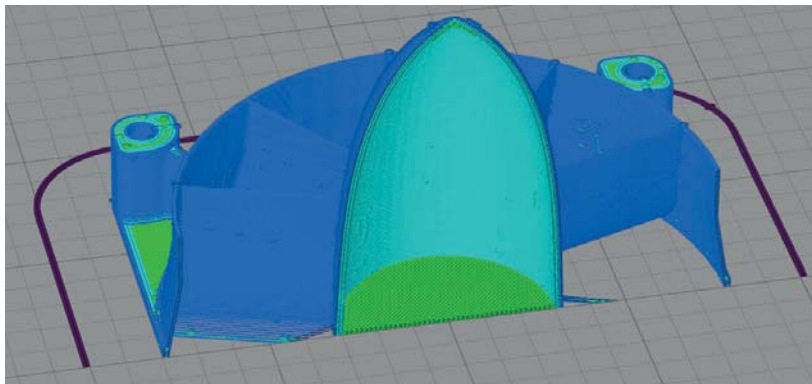
- Druckgeschwindigkeit: 55 mm/s
- Schichthöhe: 0,2 mm
- innerer Füllprozentsatz: 10 %

### 16.1.7 Druckeinstellungen für den Strömungsrichter

Beim Druck des Strömungsrichters möchte ich aufzeigen, dass man unter bestimmten Bedingungen auch auf das Infill verzichten kann. Man spart damit nämlich Druckzeit und Filament. Voraussetzung hierfür ist, dass a) die äußeren Konturen stark genug sind, Druckkräfte aufzunehmen, und b) dass das Infill nicht als inneres Stützmaterial für horizontale Ebenen dienen muss. Im Falle des Strömungsrichters wird auf das Infill verzichtet, indem man einen hohlen Zapfen druckt (Bild 16.16). Der Wert bei *Innerer Infill-Prozentsatz* wird dazu auf 0 % gesetzt (Bild 16.17).



**Bild 16.15** Strömungsrichter im Slicer

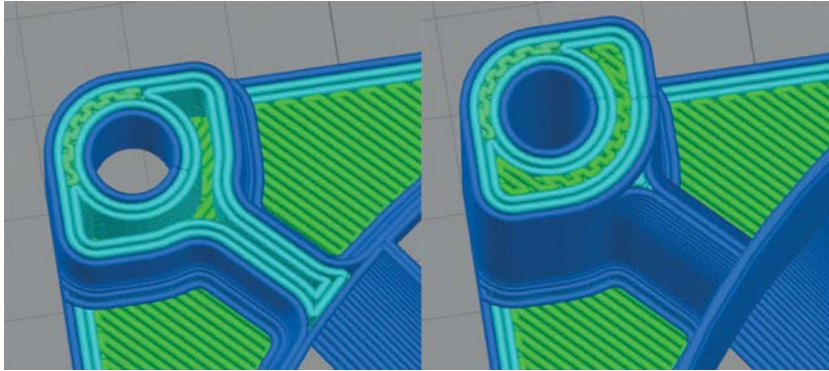


**Bild 16.16** Höhler Zapfen des Strömungsrichters

Innerer Fill-Prozentsatz  %

**Bild 16.17** Einstellung zur Vermeidung der inneren Füllung des Zapfens

Bei den Auflagen an den vier Ecken des Strömungsrichters liegt ein scheinbarer Widerspruch zu Bedingung b) vor. Da der Spalt aber relativ schmal ist, kann die (horizontale) Oberseite leicht gefüllt werden (Bild 16.18).



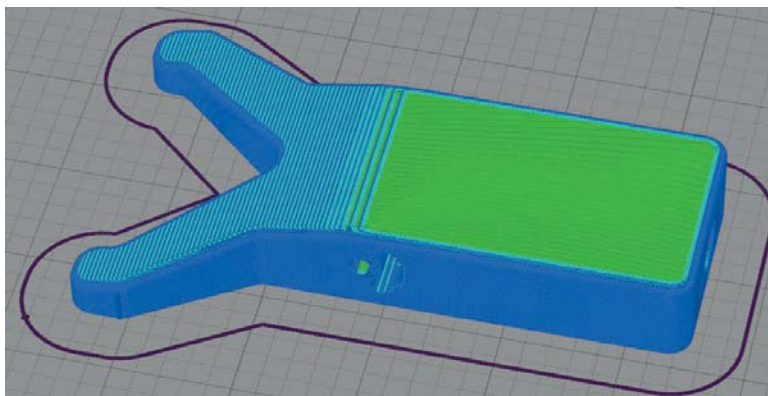
**Bild 16.18** Hohle Auflagen an den Ecken des Strömungsrichters

Folgende allgemeine Druckeinstellungen sind für den Strömungsrichter vorzunehmen:

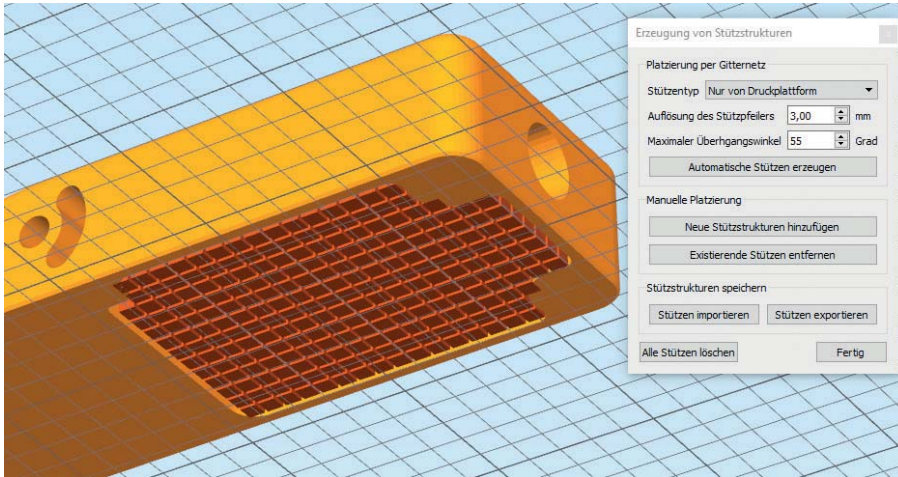
- Druckgeschwindigkeit: 55 mm/s
- Schichthöhe: 0,2 mm
- innerer Füllprozentsatz: 0 %

### 16.1.8 Druckeinstellungen für die Basis

Der Hohlraum auf der Unterseite der Basis muss mit Stützmaterial ausgefüllt werden. Zuerst sollte bestimmt werden, wo sich die Stützen befinden sollen. Wenn man Stützen in Bohrungen vermeiden möchte, stellt man unter *Platzierung per Gitternetz* den *Stützentyp* auf *Nur von Druckplattform* (Bild 16.20). Damit bleiben die Kabeldurchführung und das Schraubloch für die Schraube frei von Stützmaterial. Die große, horizontale Bohrung auf der Rückseite der Basis (für den Stromstecker) hat einen Durchmesser von knapp 11 mm. Erst ab einem Durchmesser von 20 mm ist Stützmaterial notwendig.



**Bild 16.19** Basis im Slicer



**Bild 16.20** Orte des Stützmaterials

Bei der Definition des Stützmaterials denke ich immer zuerst an dessen Entfernung vom Druckteil (Bild 16.21). Zum einen sollte zwischen den Stützsträngen soviel Abstand sein, dass man mit einer Zange hineingreifen kann (*Stütz-Infill-Prozentsatz* unter *Stützmaterial erzeugen*: 13%). Zum anderen sollten die Stützen die vertikalen Wände nicht berühren (*Horizontaler Versatz vom Teil* unter *Spalt zum Bauteil*: 1,30 mm). Damit die Verbindung zwischen der Oberseite der Stützschicht und der darüber liegenden Ebene des Druckteils etwas lockerer ist, sollte die oberste Stützschicht nicht gedruckt werden (*Obere vertikale Trennungsschichten* unter *Spalt zum Bauteil*: 1).

**Stützmaterial erzeugen**

Stützmaterial erzeugen

Stütz-Extruder Extruder

Stütz-Infill-Prozentsatz  %

Extra-Aufbauabstand  mm

Basis Schichten Stützen

Drucke Stützstruktur jede  Schichten

---

**Dichte Stützstruktur**

Düse für dichte Stützstrukturen Extruder

Dichte Stützschichten

Dichter Infill-Prozentsatz  %

**Automatische Platzierung**

*Nur verwendet, wenn keine manuelle Stütze festgelegt ist*

Stütztyp Nur von Druckplattform

Stützfeiler-Auflösung  mm

Max. Überhangwinkel  Grad

---

**Spalt zum Bauteil**

Horizontaler Versatz vom Teil  mm

Obere vertikale Trennungsschichten

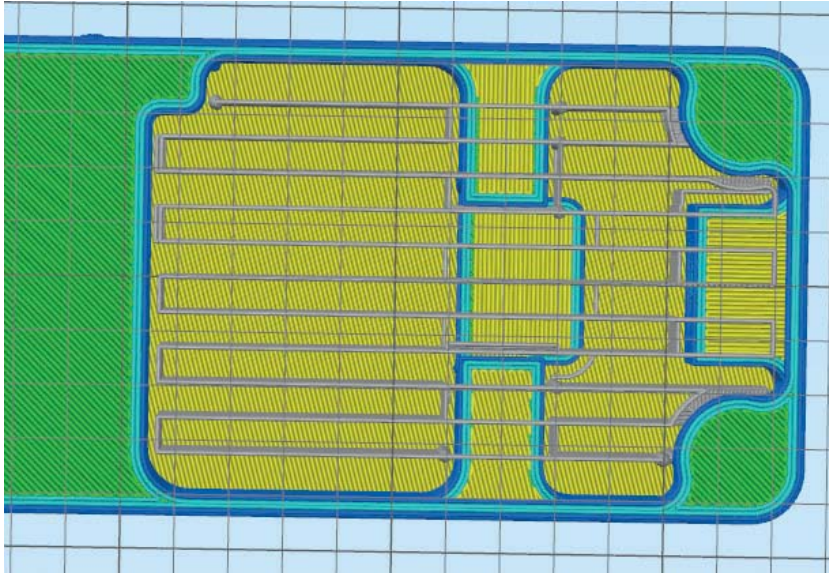
Untere vertikale Trennungsschichten

---

**Stütz-Infill-Winkel**

Grad

**Bild 16.21** Definition des Stützmaterials



**Bild 16.22** So sieht das eingestellte Stützmaterials in der Vorschau aus.

Folgende allgemeine Druckeinstellungen sind für die Basis vorzunehmen:

- Druckgeschwindigkeit: 55 mm/s
- Schichthöhe: 0,2 mm
- innerer Füllprozentsatz: 10 %

## ■ 16.2 Ventilator 120 mm

Nach erfolgreicher Fertigung des kleinen Ventilators wollte ich einen größeren bauen. Ich fand einen – im Vergleich zum 80 mm-Ventilator – wesentlich leiseren PC-Ventilator mit einem Durchmesser von 120 mm, der zusätzlich mit einer LED-Rundum-Innenbeleuchtung ausgestattet ist. Der Ventilator besitzt (wie sein Vorgängermodell) eine Schwenkmöglichkeit (Bild 16.23).