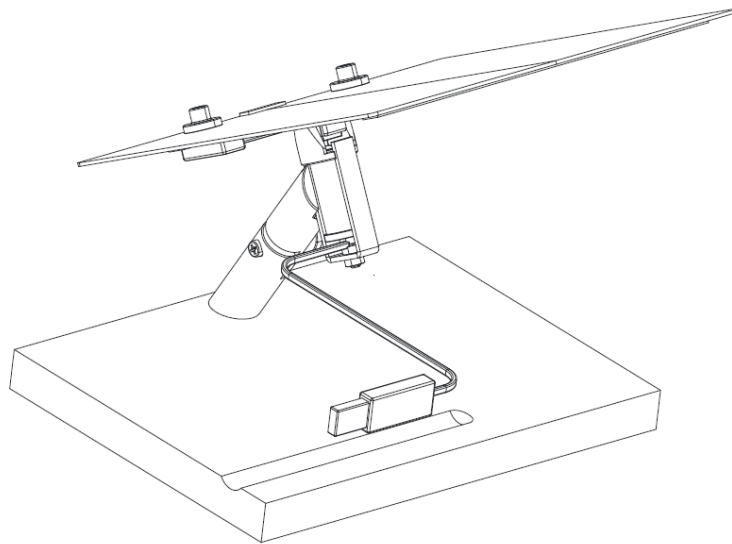


Der magler® TFO.9 Tischfächer im Vergleich mit Axiallüftern

Diese Zusammenstellung der Daten / Kennwerte des magler® 0.9 Tischfächers zeigt im Vergleich von relevanten Werten marktüblicher Axiallüfter die Vor- und Nachteile eines Fächerlüfters gegenüber Axiallüftern.

Der magler® TFO.9 Tischfächer:

Fächerblatt 200mm x 200mm; $f_0=1,5$ Hz; 5V USB; 0,35W



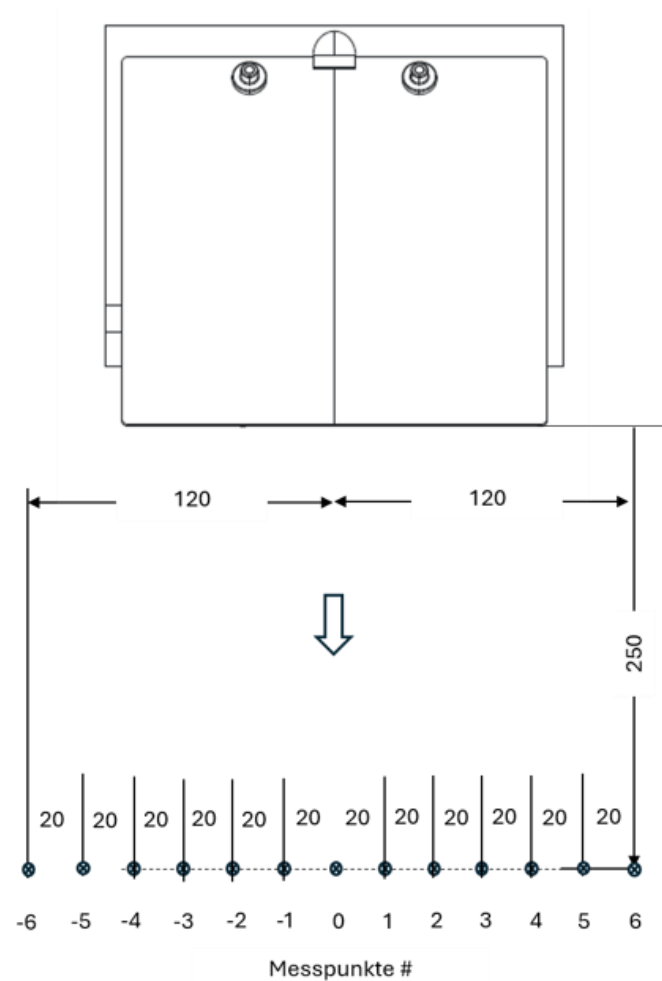
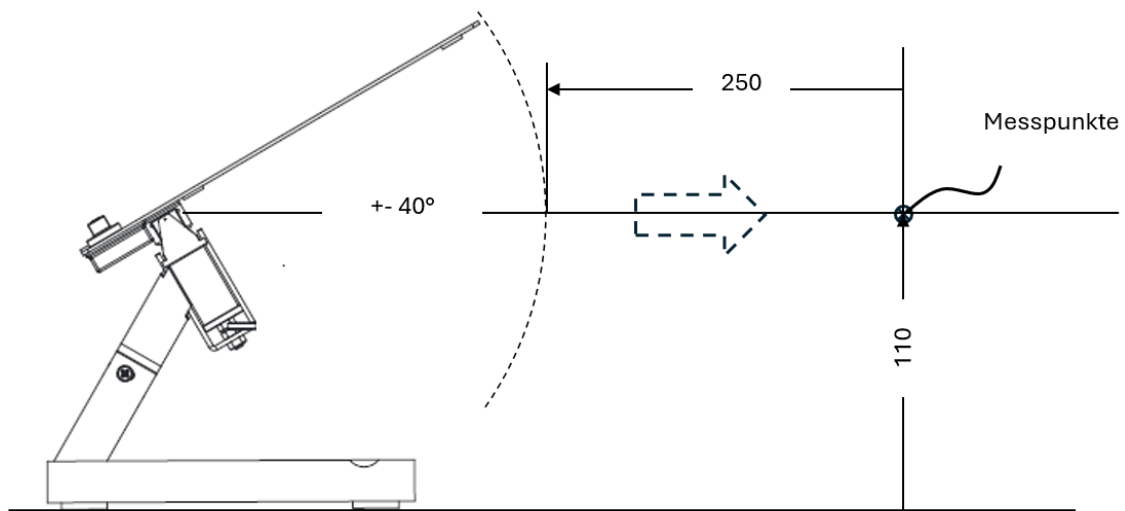
Die Axiallüfter

Modell A: Handlüfter mit Schutzkäfig (80mm Durchmesser); batteriebetrieben;
ca. 2,5W; Hersteller: A

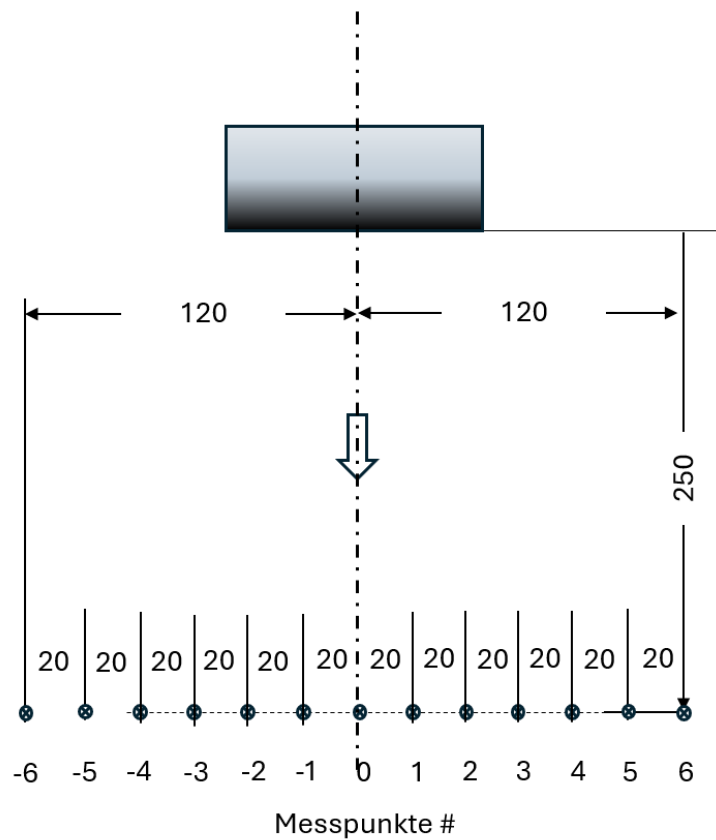
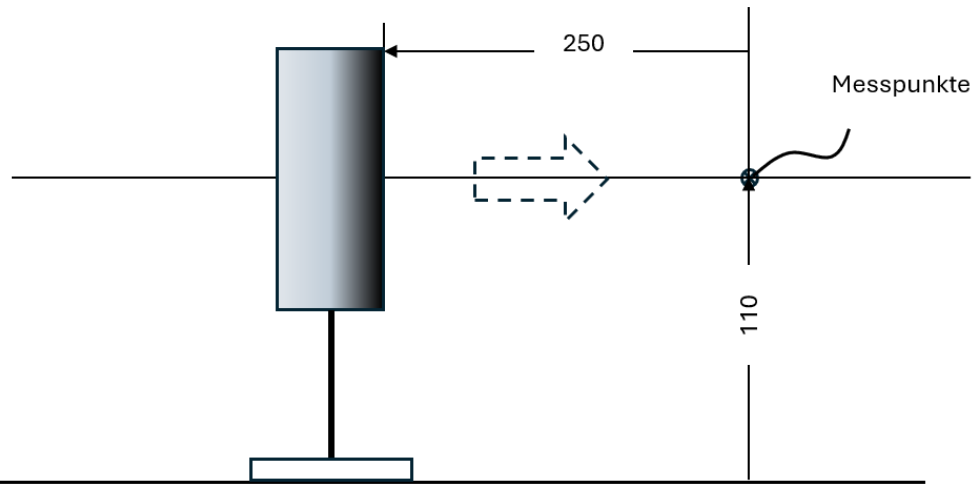
Modell B Handlüfter ohne Schutzkäfig (120mm Durchmesser); batteriebetrieben;
ca. 2,5W; Hersteller: B

Definition der Positionen der Messpunkte für die Luftstrom- und Schallmessungen

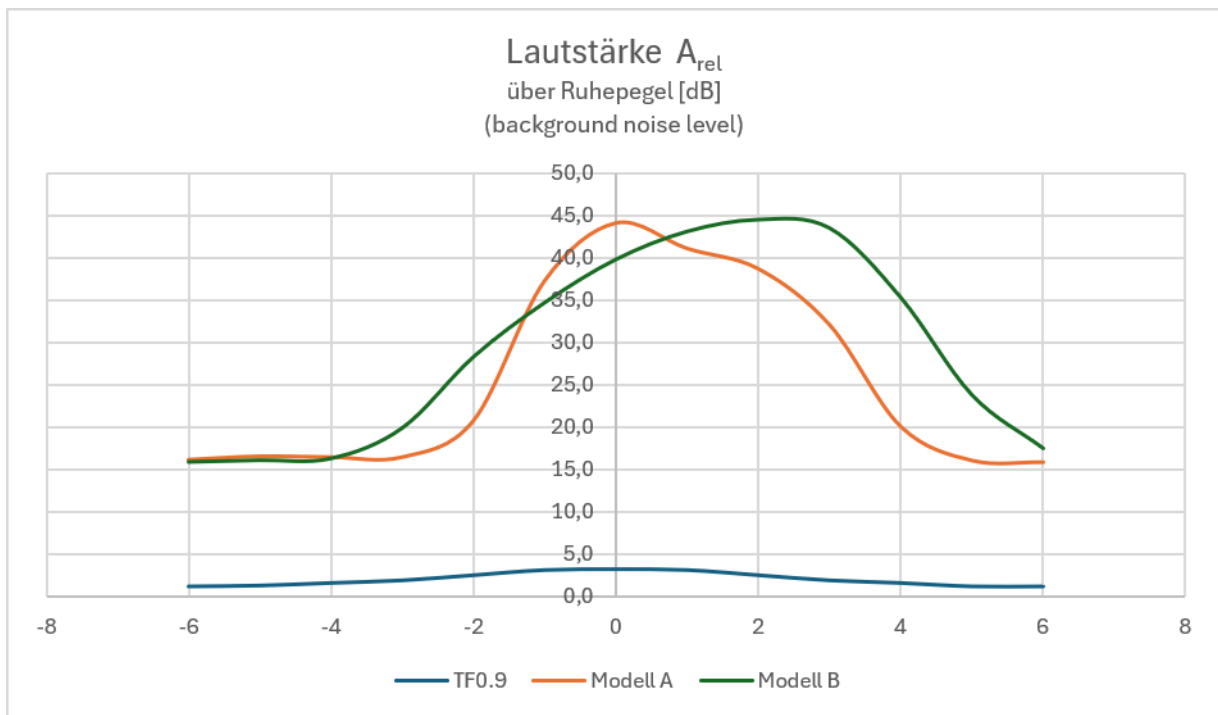
a) magler® TFO.9



b) Axiallüfter Modell A und Modell B



Messwerte der Lautstärke in dB



Messpunkt MP	Tischfächer TF0.9		Hand- Axiallüfter			
	A_{abs}	A_{rel}	A_{abs}	A_{rel}	A_{abs}	A_{rel}
6	30,2	1,2	44,9	15,9	46,5	17,5
5	30,2	1,2	45,1	16,1	52,8	23,8
4	30,6	1,6	49,1	20,1	64,3	35,3
3	30,9	1,9	61,1	32,1	72,5	43,5
2	31,5	2,5	67,7	38,7	73,5	44,5
1	32,1	3,1	70,1	41,1	72,1	43,1
0	32,2	3,2	73,1	44,1	68,8	39,8
-1	32,1	3,1	66,3	37,3	63,7	34,7
-2	31,5	2,5	49,8	20,8	57,3	28,3
-3	30,9	1,9	45,5	16,5	48,9	19,9
-4	30,6	1,6	45,5	16,5	45,3	16,3
-5	30,3	1,3	45,6	16,6	45,1	16,1
-6	30,2	1,2	45,2	16,2	44,9	15,9

Der Ruhepegel im Raum beträgt 29,0 dB

Die Lautstärke in dB wurde mit der Android- App [Schallmessung dB-Meter von KTW](#) Apps Version 11.5 auf einem Samsung Smartphone Galaxy A55 5G an den Messpunkten #-6 bis #+6 gemessen.

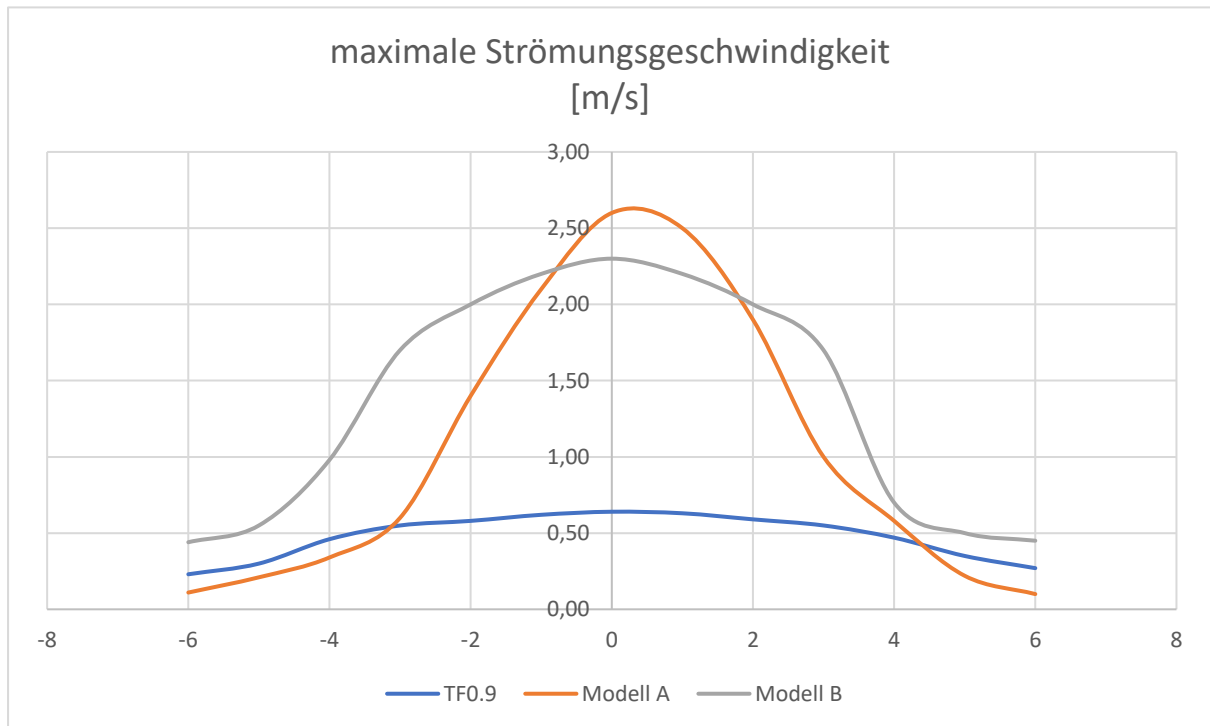
Diese Messung der Durchschnittswerte aus einer Messperiode von jeweils 60 Sekunden ist zwar nicht absolut feinkalibriert, gestattet aber einen hinreichend genauen Vergleich. Die App ist äußerst sensitiv und die Werte wurden auf einen

ruhigen ungedämmten Raum mit einem mittleren Ruherauschen von 29,0 dB bezogen. Eine aufwändige Vergleichsmessung im schalltoten Raum erscheint derzeit nicht als erforderlich. Der Benutzer arbeitet in der Regel nicht in einem schalltoten Raum.

Der magler® 0.9 Tischfächer ist über die gesamte Fächerbreite um ca. 40dB leiser als die Handlüfter in ihrer langsamsten Stufe.

Ein Geräusch des magler® 0.9 Tischfächers ist mit max. 3,2dB extrem leise und ist im Ruheraumpegel von 29,0 dB praktisch kaum mehr wahrnehmbar.

Messwerte des Luftstroms in m/s



max. Strömungsgeschwindigkeit im Wirbel [m/s]				
Messpunkt	Tischfächer TF0.9		Hand- Axiallüfter	
MP	TF0.9		Modell A	Modell B
6	0,27		0,10	0,45
5	0,35		0,22	0,50
4	0,47		0,58	0,70
3	0,55		1,00	1,70
2	0,59		1,90	2,00
1	0,63		2,50	2,20
0	0,64		2,60	2,30
-1	0,62		2,10	2,20
-2	0,58		1,40	2,00
-3	0,55		0,60	1,70
-4	0,46		0,34	0,98
-5	0,30		0,21	0,55
-6	0,23		0,11	0,44

Der Luftstrom wurde gemessen mit einem sehr empfindlichen Hitzdraht-Anemometer vom Typ [Trotec BA30WP](#).

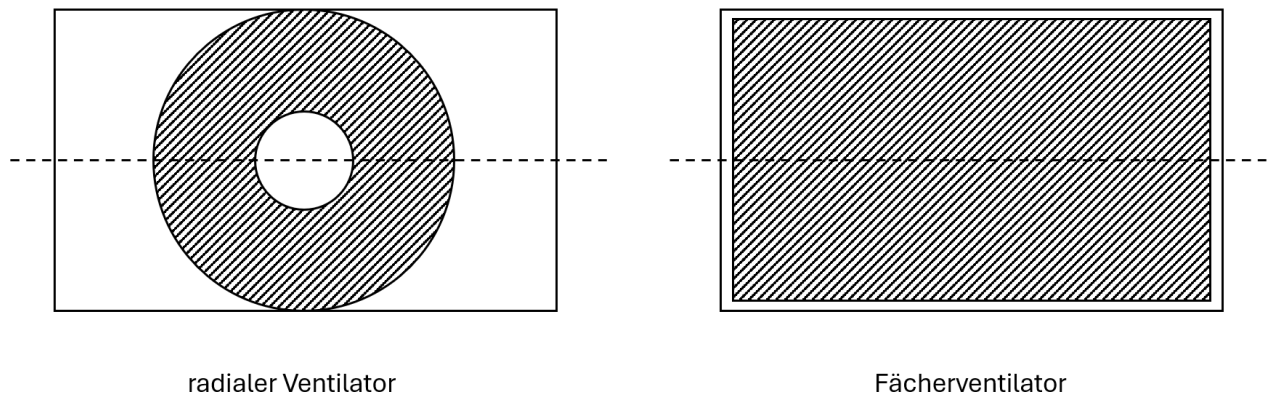
Die gemessenen Werte repräsentieren Maximalwerte an den jeweiligen Messpunkten.

Während beim Fächer die Luftbewegung über die gesamte Fächerbreite hinweg durch **Verwirbelung mit turbulenten abwechselnd gegenläufigen Luftwirbeln** und dadurch stark schwankenden Amplituden bei etwa 0,5 m/s der Einzelwerte entsteht, erzeugen die Axiallüfter im zentralen Bereich einen laminar blasenden Luftstrom mit einem Amplitudenmaximum von etwa 2,5m/s im Zentrum des Antriebs.

Zu beachten ist, dass die gemessenen Werte entlang einer Gerade in der Mitte der Lüfter nur einen zweidimensionalen Querschnitt repräsentieren. Das Strömungsverhalten wäre jedoch dreidimensional betrachtet beim Fächerlüfter über eine im Wesentlichen rechteckige Fläche, also im Raum quaderförmig großflächig verteilt.

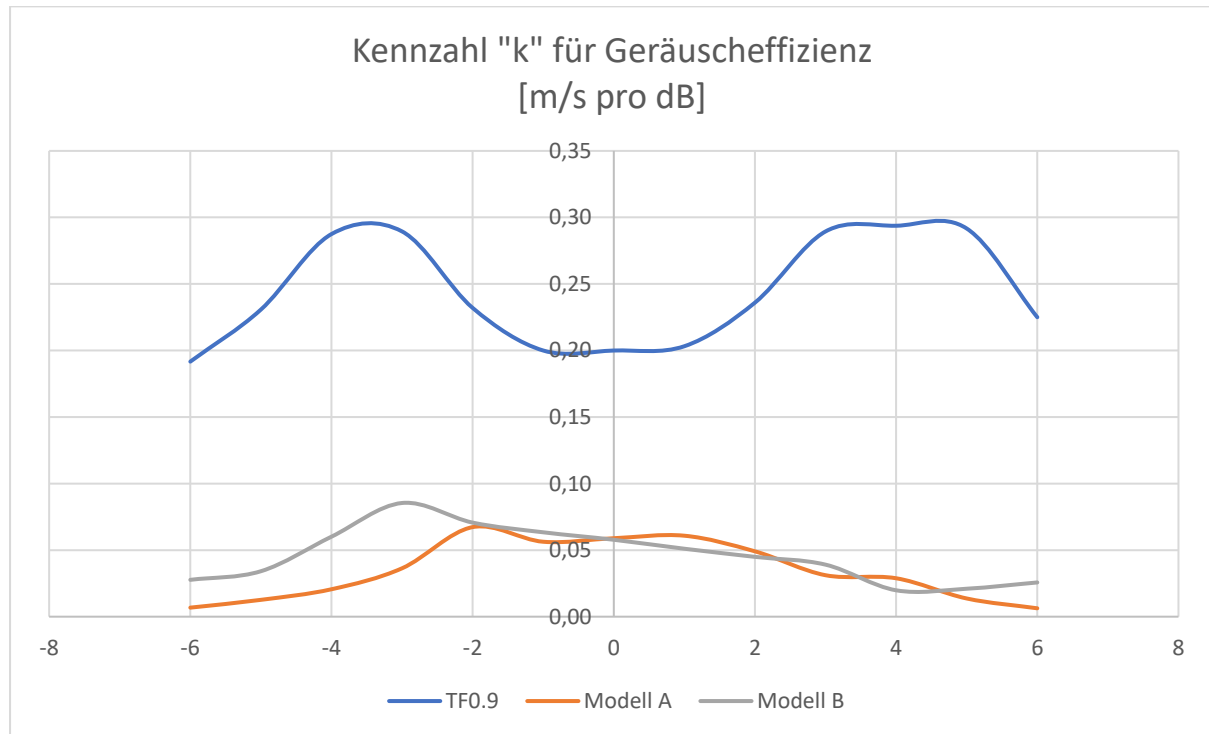
Ein Axiallüfter erzeugt dagegen prinzipiell ein räumlich zylindrisches Strömungsprofil, mit stark fokussiertem Luftstrom in der Mitte.

Aktive Ventilationsfläche



Kennwert k für eine „Geräuscheffizienz“

Um darzustellen, salopp gesagt, wieviel „Wind pro Lärm“ entsteht wurde ein Kennwert k definiert, der die Strömungsgeschwindigkeit pro Geräuschpegel an einem bestimmten Messpunkt wiedergeben soll:



Geräuscheffizienz : Strömungsgeschwindigkeit / dB										
m/s pro dB										
Messpunkt	Tischfächer TF0.9			Hand- Axiallüfter						
							Modell A		Modell B	
	v	A	v / A	v	A	v / A	v	A	v / A	
MP	TF0.9		TF0.9	Modell A		Modell A	Modell B		Modell B	
6	0,27	1,20	0,23	0,10	15,90	0,01	0,45	17,5	0,03	
5	0,35	1,20	0,29	0,22	16,10	0,01	0,50	23,8	0,02	
4	0,47	1,60	0,29	0,58	20,10	0,03	0,70	35,3	0,02	
3	0,55	1,90	0,29	1,00	32,10	0,03	1,70	43,5	0,04	
2	0,59	2,50	0,24	1,90	38,70	0,05	2,00	44,5	0,04	
1	0,63	3,10	0,20	2,50	41,10	0,06	2,20	43,1	0,05	
0	0,64	3,20	0,20	2,60	44,10	0,06	2,30	39,8	0,06	
-1	0,62	3,10	0,20	2,10	37,30	0,06	2,20	34,7	0,06	
-2	0,58	2,50	0,23	1,40	20,80	0,07	2,00	28,3	0,07	
-3	0,55	1,90	0,29	0,60	16,50	0,04	1,70	19,9	0,09	
-4	0,46	1,60	0,29	0,34	16,50	0,02	0,98	16,3	0,06	
-5	0,30	1,30	0,23	0,21	16,60	0,01	0,55	16,1	0,03	
-6	0,23	1,20	0,19	0,11	16,20	0,01	0,44	15,9	0,03	

Diese Betrachtung hebt den Vorteil des Fächerlüfters hervor, dass er zwar weniger bläst, aber wesentlich leiser ist. Hinzu kommt noch, dass der Fächerlüfter elektrisch

extrem sparsam ist, was einen in der Kennzahl noch nicht berücksichtigten zusätzlichen Beitrag zur Effizienz einbringt.

Fazit und Kommentar

Kühlung

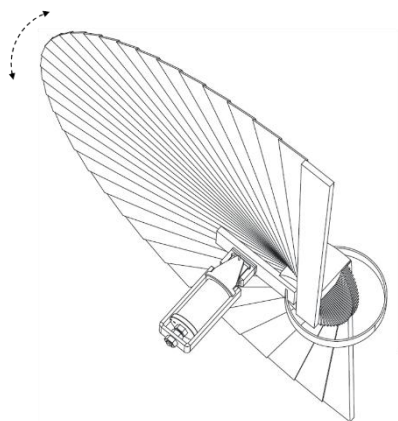
Zur Kühlung am menschlichen Körper wird die abwechselnd gegenseitig drehende **turbulente Luft- Verwirbelung** eines Fächers, trotz des objektiv geringeren mittleren Luftstroms **subjektiv als wesentlich angenehmer empfunden als ein laminarer und gleichförmiger Luftzug** eines Axiallüfters, welcher den Benutzer dauerhaft anbläst und an ihm vorbeiströmt. Ein gleichbleibender laminarer Luftstrom wirkt auf die Schleimhäute und Nebenhöhlen austrocknend und kann zu Verspannungen im Nackenbereich führen.

Ein axialer Lüfter, beispielsweise für den Schreibtisch oder auch für Handbetrieb wird angeboten, hat sich deshalb noch nicht wirklich im Markt durchsetzen können. Ein im Durchmesser großer axialer Lüfter am Schreibtisch wäre unhandlich, schwer und nervig hörbar. Ein kleiner axialer Handlüfter muss dagegen mit höherer Drehzahl arbeiten, um einen vergleichbaren Luftstrom erzeugen zu können und ist neben der auf den Benutzer blasenden laminaren Luftbewegung auch noch zusätzlich laut.

Der Fächer hat sich dagegen seit über tausend Jahren ausgehend von Asien inzwischen weltweit als angenehmes Mittel zur [Kühlung der Hautoberflächen](#) von Mensch und Tier etabliert. In Zeiten des Klimawandels dürfte der Bedarf an Kühlung steigen. Sogar in Schottland wurden im letzten Sommer im Bus Fächer im Einsatz beobachtet!

Die Fächerform könnte außerdem noch optimiert werden, beispielsweise könnte durch einen zum Randbereich hin nierenförmigen Fächer oder einen Fächer in der Form einer Delphin- oder Walflosse eine über die Fächerbreite homogenere Luftverwirbelung mit wechselnder Wirbeldrehung (Stichwort Bionik) erzeugt werden.

Erste Designstudien zum Einklemmen herkömmlicher Handfächer am magler®, welche künftig den Einsatz eines mobilen magler® - Antriebs am faltbaren Handfächer ermöglichen werden, sind erfolversprechend.



Der magler® TFO.9 Tischfächer ist im Vergleich

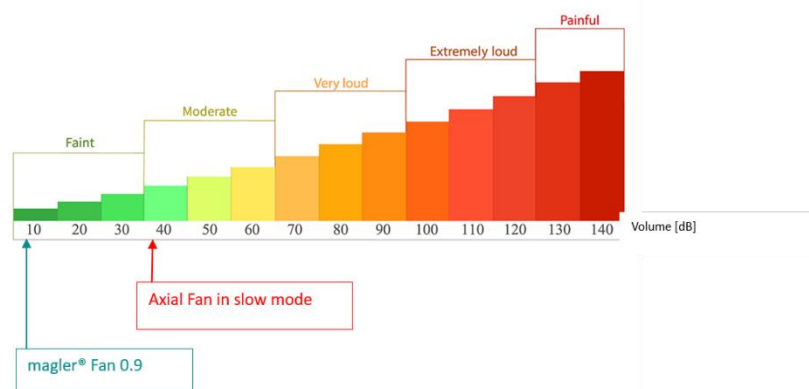
→ **leise** und angenehm in der Geräuschemission

In der subjektiven Lautstärke- Wahrnehmung geht man in einer [Faustformel](#) davon aus, dass der Mensch eine Erhöhung des Schallpegels um 10dB als Verdoppelung der Lautstärke wahrnimmt. Demnach würde der oben genannte Unterschied von etwa 40dB einer

$$10 + 10 + 10 + 10 \text{ dB} = 40 \text{ dB}$$

$$2 * 2 * 2 * 2 = 16 \text{ fachen}$$

Lautstärkewahrnehmung des Axiallüfters im Vergleich zum magler® TFO.9, gemessen im Abstand von 25 cm entsprechen. Die subjektive Wahrnehmung befindet sich zwar in beiden Fällen innerhalb der akustisch ruhigen Bereiche „Faint“ und „Moderate“ (siehe Grafik unten), macht sich aber beim Axiallüfter auf die Dauer störend bemerkbar, insbesondere in leiser Umgebung am PC, wo beispielsweise ein kleiner, hoch drehender Lüfter im Laptop als sehr störend empfunden werden kann. Hinzu kommt, dass der Axiallüfter bei einer bereits reduzierten Drehzahl ein Emissions-Frequenzspektrum zwischen etwa 150Hz und 700Hz erzeugt, während der Fächerlüfter eine Emissionsfrequenz von nur 1,5 Hz hat. Hohe Frequenzanteile der Emission können auf Dauer störend auf den Benutzer wirken. Der Lautstärke- und Frequenzunterschied dürfte künftig neben der Anwendung am PC beispielsweise auch bei Anwendungen im Schlafbereich, am Baby-Bett oder beim transportablen Lüfter beispielsweise im Theater ein entscheidendes Kriterium sein.



Quelle der Skala: <https://www.akustikform.ch/raumakustik/dezibel-skala>

→ **effizient** wegen der geringen Leistungsaufnahme

Auch wenn ein Axiallüfter in seiner niedrigsten Stufe bereits mit etwa 1,6W sparsam betreibbar ist, liegt der magler® TFO.9 Tischfächer mit nur 0,35W Leistungsaufnahme noch etwa um den Faktor 4 darunter. Die hohe Energieeffizienz wird durch den magler® Pendelantrieb erreicht.

Mit der niedrigen Leistungsaufnahme bietet sich der Antrieb auch für batterie- oder akkubetriebene mobile Fächeranwendungen an. Damit wird beispielsweise mit einer der Ladung einer einzigen AA-LiIon Zelle (ca. 22g) ein mobiler Einsatz von über 10h möglich.

→ **robust** durch Überlastbarkeit und wegen magnetischer Rutschkupplung

Für den auf dem Schreibtisch oder in der Hand schwingenden Fächer, der jederzeit offen für einen Eingriff ist, ist das Merkmal der Überlastbarkeit, ohne dabei eine Verletzungsgefahr darzustellen, ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal. Der Fächer bleibt für den Zeitraum eines Eingriffs schlicht stehen, ohne dabei Schaden zu verursachen oder überlastet zu werden und läuft danach einfach weiter. Der magler® -Antrieb ist intrinsisch sicher.

Ein Axiallüfter benötigt dagegen in der Regel ein raumumfassendes Lüftergehäuse, um den Eingriff in das mit leistungsstarkem Drehmoment rotierende Lüfterrad und damit Verletzungen des Benutzers zu verhindern.

Der magler®- Fächerlüfter bietet Mensch und Tier
angenehme Kühlung der Haut
– ohne viel Wind!

Es fehlt in dem Segment als Tischfächer oder als Handfächer ein vergleichbarer Antrieb – eine Marktlücke, die mit dem magler® - Pendelantrieb erfolgversprechend bedient werden kann!