

COOLERBOX | 4G

Kühlsystem für LTE-Router

Eine Bauanleitung



Bauanleitung für eine Schutzbox mit Kühlung für LTE Router

- Von der Plastebox zum „Router-Kühlschrank“ für unter 40€ -

Herzlich Willkommen in der LTE-Anbieter.info Bastelecke! Nachdem [Ospel's tolle Selbstbau-Antenne](#) für optimalen Empfang, auch bei kleinem Geldbeutel sorgt, geht es diesmal um den LTE-Router. Also dem Kernstück jeder LTE-Zuhause-Anlage, gleich nach der Antenne. Genauer gesagt, wollen wir uns dem „Wohlbefinden“ des meist nicht billigen Gerätes widmen. Dieser fristet bei vielen, gezwungenermaßen, seinen Alltag auf den teils nicht isolierten Dachböden. Dort oben kann die Temperatur im Hochsommer schon mal schnell die vom Hersteller angegebenen Obergrenzen erreichen. Und diese sind recht niedrig angesetzt, meist deutlich unter 50 °C. Werte über der Spezifikation, können schon nach kurzer Zeit ein frühzeitiges Ableben des Routers bedeuten. Und bei „unsachgemäßem“ Einsatz, sprich jenseits der Herstellerempfehlung, sind Gewährleistungsansprüche schwer durchzusetzen und eher Glücksache. Im schlimmsten Fall bleibt man also auf dem Schaden sitzen. Außerdem wollen wir das „Tor zum Internet“ auch vor netzbauenden und 8-beinigen Freunden schützen. Vielleicht ja auch vor beißwütigen Nagetierchen. Kurzum: Die Idee zur Router-Coolerbox war geboren. Im Folgenden findet Ihr alle nötigen Informationen für den Nachbau. Angefangen von der Materialbeschaffung, bis zur Elektronik und dem Zusammenbau. Natürlich wurde auch auf die Kosten geschaut. Im Regelfall sollte man mit 40 € gut auskommen. Also ran an die Schraubenzieher und LötKolben!



Die Aufgabenstellung:

Ziel ist es, eine temperaturabhängig gesteuerte, aktiv gekühlte Kunststoffbox zu bauen, in welcher der LTE-Router bequem und sicher Platz findet. Zudem soll diese an der Wand montierbar sein. Die Kühlung selbst erfolgt mit leisen und günstigen PC-Lüftern. Der Stromverbrauch ist daher gering und die Lüftung setzt nur ein, wenn bei der Innentemperatur ein Grenzwert überschritten wird.

Über die Anleitung:

Die Bauanleitung ist ein Gemeinschaftsprojekt von [Thomas-B](#) (elektronische Steuerung), [Ospel](#) (Idee, Entwurf und Bau der schönen Box samt Anleitung) und dem Mod von [LTE-Anbieter.info](#) (Grafik, Foto & Design). Vielen Dank an dieser Stelle an alle für die tolle Arbeit!!!!

1. Die Materialbeschaffung:

Vor aller Arbeit steht natürlich die Beschaffung der nötigen Bauteile. Die Bestellnummern beziehen sich auf Artikel im Onlineshop von www.pollin.de. Die angegebenen Preise sind Tagespreise zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Bauanleitung im Juli 2012. Die Endpreise sind Bruttopreise und können sich mittlerweile geändert haben.

Einkaufsliste für die elektronische Steuerung:

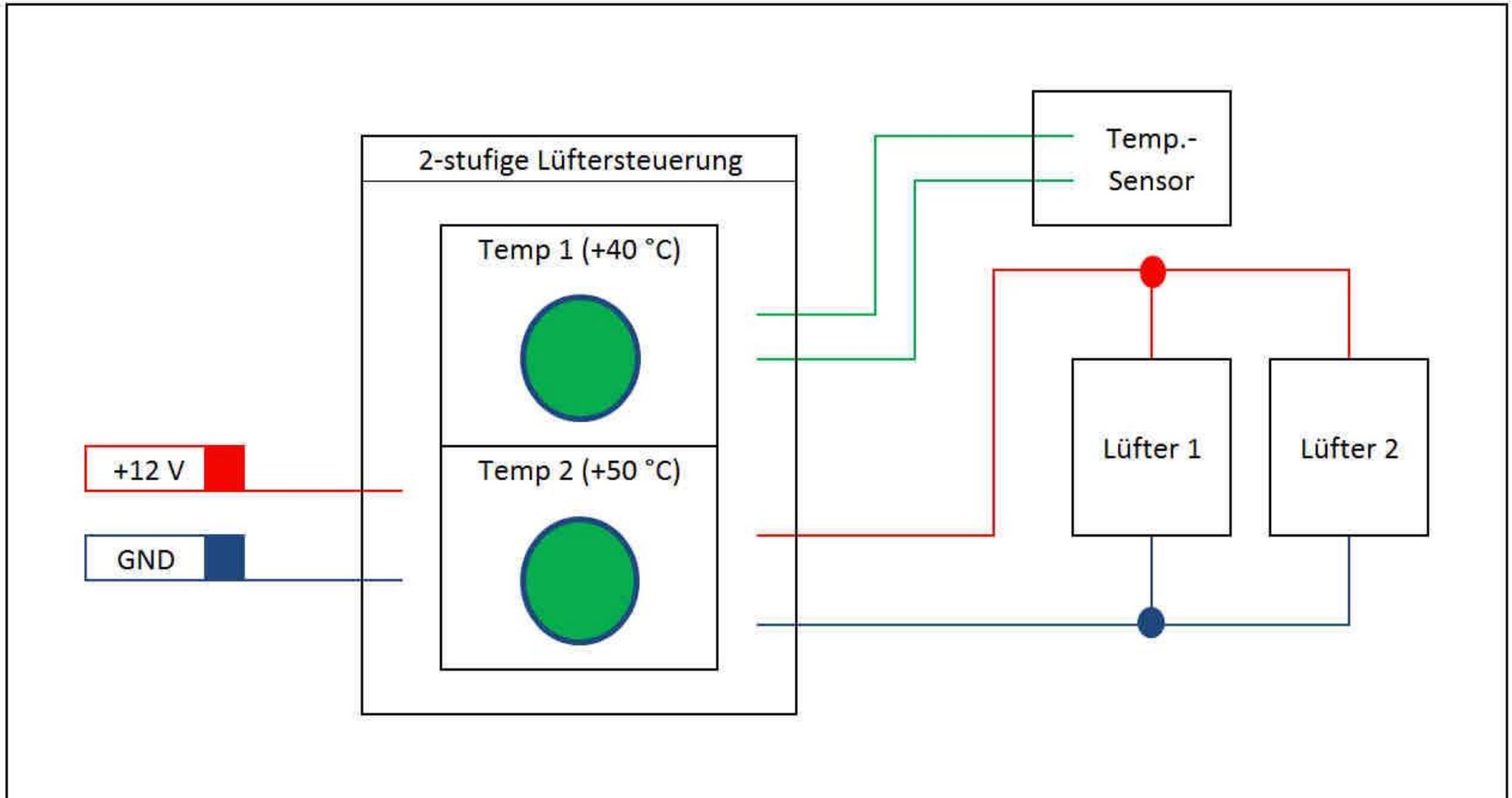
Stückliste für die Lüftersteuerung mit zwei Schaltschwellen							
POS	Bauteil	Beschreibung	Best. Nr.	Quelle	Anzahl	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	Bausatz PC-Lüftersteuerung	2 Temperaturschwellen	810 243	www.pollin.de	1	6,95 €	6,95 €
2	Axiallüfter 12 V, 80x80x25 mm	8025HS	320 026	www.pollin.de	2	1,25 €	2,50 €
3	Steckernetzteil 12 V / 1,0 A	APD WA 18H12	351 283	www.pollin.de	1	3,95 €	3,95 €
gesamt:							13,40 €

Einkaufsliste für die BOX selbst:

Pos	Bezeichnung	Abmessung	Quelle	Artikel-Nr:	Stück	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	Kunststoffbox, transparent	340x230x160	OBI	460065	1	2,99 €	2,99 €
2	Alu-Flachstange	15x2x500	OBI	9296761	1	2,29 €	2,29 €
3	Senkkopfschrauben	M5x20	OBI	Din7991	4	0,07 €	0,28 €
4	Kreuzschlitzschrauben	M4x20	OBI	Din7985	6	0,07 €	0,42 €
5	Unterlegscheibe	M5	OBI	Din125A	8	0,03 €	0,24 €
6	Unterlegscheibe	M4	OBI	Din125A	6	0,03 €	0,18 €
7	Karoseriescheiben	M4	OBI	Din9021	8	0,08 €	0,64 €
8	Sechskantmuttern	M5	OBI	Din934	4	0,05 €	0,20 €
9	Sechskantmuttern	M4	OBI	Din934	8	0,05 €	0,40 €
10	Schrauben für PC-Lüfter	Ø5x10	Internet		8	0,14 €	1,12 €
Summe:							8,76 €

→ Alternative Steuerung: [Einkaufsliste \(PDF\)](#)

2. Steuerung inklusive Lüfter



Beschreibung der Einzelkomponenten

1. Bausatz PC-Lüftersteuerung (Pollin Artikelnummer 810 243) > [Link zum Produkt](#)

Kompakte Steuerung für alle PC-Lüfter ohne Steueranschluss. Bei einer einstellbaren Starttemperatur von +30 ... + 40 °C wird der Lüfter mit minimaler Leistung gestartet. Innerhalb einer ebenfalls einstellbaren Temperaturspanne (+5 ... +10 °C) oberhalb der Starttemperatur fährt die Steuerung die Lüfterleistung auf 100 % hoch.

Technische Daten:

- Betriebsspannung 12 V-
- PWM mit 30 kHz Schaltfrequenz
- Lüfterleistung max. 6 W (0,5 A)
- Eigenstromverbrauch 35 mA (= 0,4 W)
- Gewicht: 20 g
- Maße (aufgebaut): 62x43x18 mm

In unserem Beispiel ist es empfehlenswert, die erste Starttemperatur auf +30 °Celsius zu setzen, die zweite Temperaturschwelle sollte dann zehn Grad höher (also auf +40 °Celsius) gesetzt werden. Beachtet werden muss die maximale Leistung der angeschlossenen Lüfter, da wir mindestens zwei Lüfter benötigen, darf die maximale Leistung pro Lüfter die 3 Watt (12 V / 0,25 A) nicht überschreiten

2. Axiallüfter 8025HS (Pollin Artikelnummer 320026) > [Link zum Produkt](#)

Technische Daten:

Betriebsspannung:	12 V DC,
Stromaufnahme:	150 mA
Drehzahl:	3200 U/min
Luftdurchsatz:	39 CFM,
Geräuschpegel:	29,5 dB(A).
Maße:	80x80x25 mm.

Eingezeichnet sind in der Schaltung nur 2 Lüfter, auch bei der Erstellung der Stückliste wurden nur diese 2 Lüfter berücksichtigt. Aber es können natürlich auch 4 oder mehr Lüfter angeschlossen werden, diese dürfen in der Summe ihrer Leistung die 6 Watt bzw. in der Summe ihrer Stromaufnahme die 500 mA (=0,5 A) nicht überschreiten, da es sonst zu einer Überlastung der Lüftersteuerung kommt.

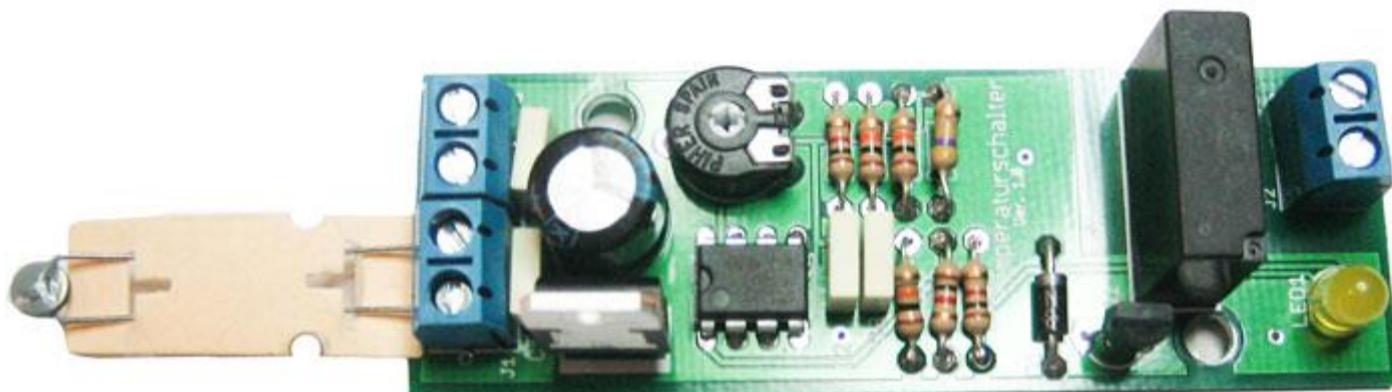
3. Stromversorgung: Stecker-Schaltnetzteil 15.2230, 12 V-/1 A (Pollin Artikelnr.: 351 283) > [Link zum Produkt](#)

Hochwertiges Netzgerät "Made in Germany" mit 2 m Kabel und 2-poliger Buchse zur Aufnahme eines Hohlsteckers.

Technische Daten:

Eingangsspannung:	230 V AC
Ausgangsspannung:	12 V DC
Maximaler Strom:	1,0 A (1000 mA)
Leistungsaufnahme Standby:	< 0,5 W.

Vorgesehen ist die Verwendung eines Steckernetzteils 12 V / 1,0 A. Die Schaltung benötigt (bei maximaler Last von 6 Watt) ca. 0,535 A (535 mA), sodass noch genügend Reserve vorhanden ist und das Netzteil nicht an seiner Leistungsgrenze betrieben wird. Beim Anschluss an die Lüftersteuerung muss der Stecker abgeschnitten und die Kabelenden verzinnt werden, damit sie in den Anschlussblock der Platine geklemmt werden können. Es muss auf die Polarität (Plus / Minus) geachtet werden!



2.1 Schaltungsbeschreibung:

Eine Lüftersteuerung mit 2 Schaltstufen und somit einer Hysterese ist sinnvoll, wenn man die Lüfterlaufzeiten reduzieren will. Einerseits erhöht sich dadurch die Lebensdauer der Lüfter, andererseits sinken Stromverbrauch und Geräuschbelästigung. Im vorliegenden Schaltungsbeispiel wurde die untere Grenztemperatur auf +30 °C eingestellt, die obere Grenztemperatur soll bei +40 °C liegen. Wird die Schaltung in Betrieb genommen, stellt sich ein bestimmter Schaltzustand ein.

- | | | |
|----|--|--|
| 1. | Die Temperatur ist niedriger als +30 °Celsius: | Die Lüfter bleiben aus, da die Temperatur noch weit vom kritischen Bereich entfernt ist. |
| 2. | Die Temperatur liegt zwischen +30 und +40 °C: | Die Lüfter laufen mit reduzierter Drehzahl an, um einen kontinuierlichen Luftstrom in der Box zu erzeugen. |
| 3. | Die Temperatur liegt oberhalb von +40 °C: | Die Lüfter laufen mit voller Leistung an, da die Temperatur nahe des kritischen Bereiches liegt. Durch einen maximalen und kontinuierlichen Luftstrom soll die Übertemperatur im Inneren der Box reduziert werden. |

Je nachdem, wie sich die Temperatur im Inneren der Box jetzt entwickelt, wird die Drehzahl der Lüfter entsprechend geregelt bzw. sie gehen ganz aus. Wichtig ist, dass beim Aufbau die Lüfter an den Stirnseiten der Box platziert werden und ein Lüfter die frische Umgebungsluft in das Innere der Box drückt, während der andere Lüfter die warme Luft aus der Box wieder in die Umgebung abtransportiert. Es muss also auf die Luftstromrichtung beim Einbau der Lüfter geachtet werden.

Zum Einstellen der Schwellwerte und als Komfortfunktion für die Box kann optional auch noch ein Thermometer mit abgesetztem Sensor in den Aufbau integriert werden. Anbieten würde sich da zum Beispiel dieser:

Innen-/Außenthermometer JT 201 (Pollin Artikelnummer 830 268) > [Link zum Produkt](#)

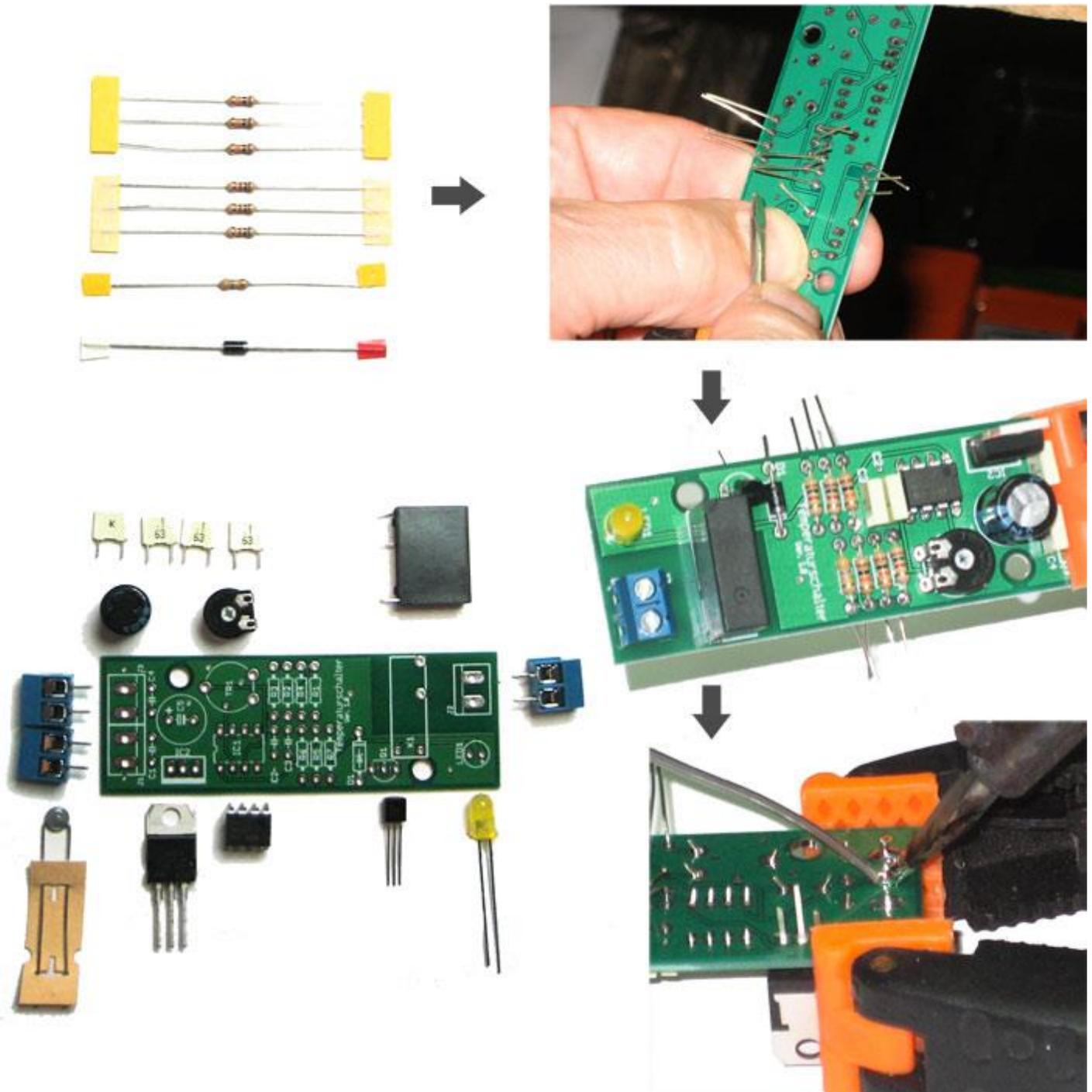
Thermometer mit zweiteiligem LCD für die gleichzeitige Anzeige der Innen- und Außentemperatur.

- Min/Max-Speicher
- Alarmfunktion
- Geeignet zum Aufstellen und Aufhängen
- Außenfühlerleitung 1,7 m lang
- Maße (BxHxT): 70x110x20 mm.

Natürlich können die Grenztemperaturen problemlos auf andere Werte eingestellt werden. Wichtig ist, dass die Temperatur der Platine 1 immer unter der der Platine 2 bleibt. Eichen kann man den Aufbau mit Hilfe eines einfachen Thermometers, bei Erreichen einer der gewünschten Temperaturstufe wird am Potentiometer der entsprechenden Platine der gewünschte Schaltzustand eingestellt, er wird auch durch eine LED angezeigt.

2.2 Zusammenbau der Lüftersteuerung:

Die folgenden Bilder sollen grob illustrieren, wie die Platine für die Lüftersteuerung zusammengebaut wird. Die Details findet Ihr ausführlich im Handbuch des Bausatzes.



3. Bau der Kiste inklusive Wandmontage:

Beginnen wir nun mit dem Bau der eigentlichen Box. Zunächst kommen die Lüfter an die Reihe. Wie bereits erwähnt, kommen einfache PC-Lüfter mit einem Durchmesser von 120 mm zum Einsatz. Zuerst müssen wir uns die kreisrunden Ausschnitte mit dem Geodreieck und einem Folienschreiber anzeichnen. Macht euch hierzu zwischen den beiden oberen Rippen (an denen der Schließmechanismus befestigt ist) mittig eine Markierung. Danach zieht rechtwinklig zur Bodenfläche eine Linie von unserer Mittenmarkierung bis zum Boden durch. Von der Bodenfläche aus 65 mm eine Markierung auf unserer Mittellinie und dort wieder rechtwinklig dazu eine ca. 30 mm lange Querlinie. Somit haben wir uns die Lüftermitte angezeichnet. Nun nehmt eine unbrauchbare CD (z.B. von Modern Talking), legt diese auf unsere Mittenmarkierung und zeichnet mit dem Folienschreiber einmal komplett außen rum. Jetzt innerhalb mit ca. 5 mm Abstand zur Kreismarkierung Löcher bohren und dann (am besten mit einer Fingernagelschere, alternativ auch Fußnagelschere) das Mittelteil austrennen. Die stehengebliebenen Spitzen kann man mit der Nagelschere noch ein wenig abschneiden, bevor man mit dem Dremel das 120mm-Loch sauber ausschleift. Lasst zum angezeichneten Kreis ca. 1 mm Platz, sonst wird das Loch etwas zu groß. Jetzt müsst Ihr nur noch den Lüfter genau über den Kreisausschnitt legen, mit einer kleinen Schraubzwinde fixieren und die 4 Löcher zur Befestigung mit einem 4er Bohrer abbohren. Markiert Euch noch von innen die Stelle, an der die Anschlusskabel des Lüfters in die Box geführt werden sollen und bohrt hier ein 5er Loch. Schneidet jetzt noch einen Schlitz mit der Nagelschere von der großen Bohrung in die kleine. Der gesamte Vorgang muss auf der anderen Seite der Kiste wiederholt werden.



Auf der Bodenfläche unserer Kiste zeichnet Ihr nun in allen 4 Ecken, jeweils 20 mm von den Außenkanten entfernt, die Bohrungen für die Wandbefestigung an und bohrt auch hier 5er Löcher.

Um den Router (Routerbezeichnungen) in der Kiste befestigen zu können, brauchen wir noch 2 Alu-Winkel, die wir uns selbst herstellen. Dazu nehmen wir uns das Alu-Flachmaterial und sägen uns 2 Stücke mit einer Länge von 230 mm ab. Dann legen wir die beiden Stücke in einem Abstand von Mitte/Mitte 110 mm auf eine ebene Fläche und

Stellen den Router mittig in ca. 10 mm Abstand zur Vorderkante auf die Schienen. Nun zeichnet man mit dem Filzstift vorne und hinten die Außenkontur der Router-Standfläche nach und entfernt den Router wieder.



Unsere Knickkante ist 140 mm von der Vorderkante den Schienen (Bild 1). Nun vervollständigen wir noch unsere Markierungen wie auf Bild 2 dargestellt und können die Bohrpositionen an. Die 5er Bohrungen zur Klemmung des Routers, sollten unsere Markierung gerade so tangieren (Bild 3).

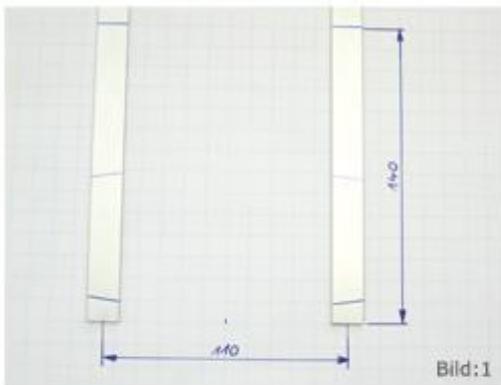


Bild:1

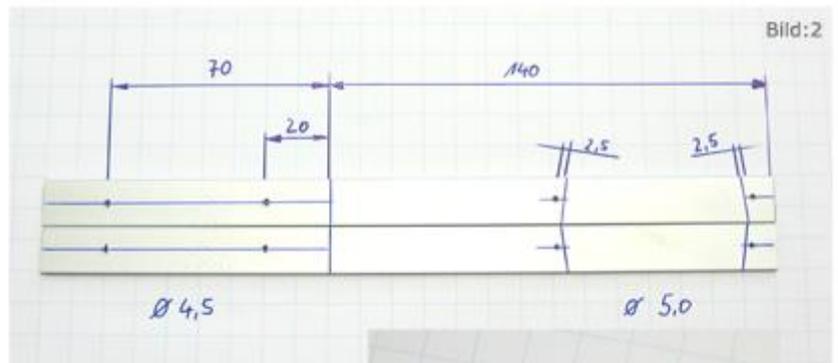


Bild:2



Bild:3

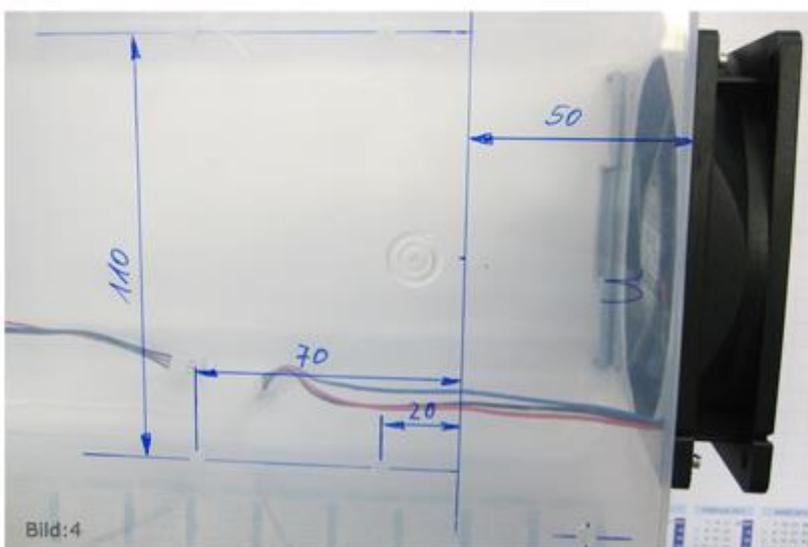


Bild:4

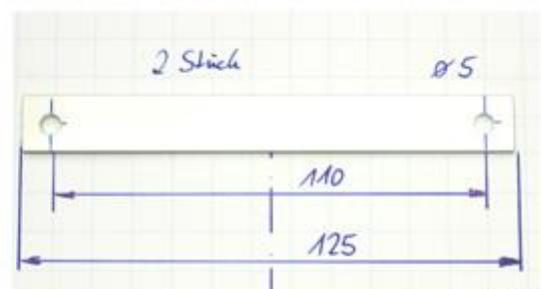


Bild:5

Jetzt müssen wir nur noch die Schienen an der Markierung 90° abwinkeln und fertig sind die Halterungen.

Als nächstes zeichnen wir uns auf der Bodenfläche der Kiste die Befestigungsbohrungen für die Winkel an (Bild 4) und bohren hier 4er Löcher.

ACHTUNG: Bei allen Bohrarbeiten an der Kiste müsst ihr äußerst vorsichtig zu Werke gehen und scharfes Werkzeug haben. Wenn man ein wenig zu viel Druck ausübt, dann neigt das Material zu reißen. Das musste ich leider auch miterleben.

Um dem Ganzen mehr Stabilität zu verleihen, fertigen wir uns noch 2 Quertraversen (Bild 5) und bauen nun alles in die Kiste ein (Bild 6). Jetzt kann der Router das erste Mal in der Box fixiert werden und wir erhalten, wie in Bild 7 die fertig fixierte Konstruktion.

Optional: Wer will, kann an der Stelle, an der sich der WLAN-Taster des B1000 befindet ein kleines Löchlein bohren, dann ist es möglich den Taster mit einer Büroklammer zu betätigen ohne die Kiste öffnen zu müssen.

Zur Einführung diverser Kabel (LAN, 12V für Router, 12V für Lüfter, Antennenkabel) brauchen wir in unserer Box noch 2 Kabelverschraubungen, wie im Bild 9 oben zu sehen. Die Löcher dafür bohren wir am besten mit einem Stufenbohrer 1 x in Höhe der LAN-Anschlüsse des Routers und 1 x in Höhe der Antennenanschlüsse. Beide Bohrungen ca. 35 mm von der Bodenfläche entfernt (Bild 10 u. 11) und schrauben die Kabelverschraubungen ein.

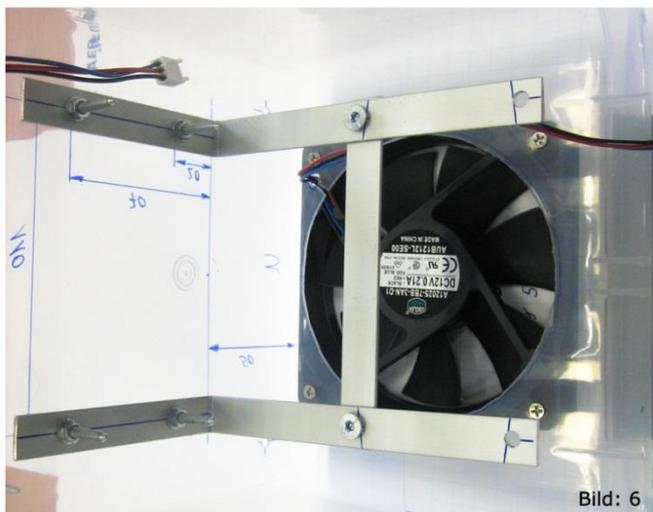


Bild: 6



Bild: 7



Bild: 8

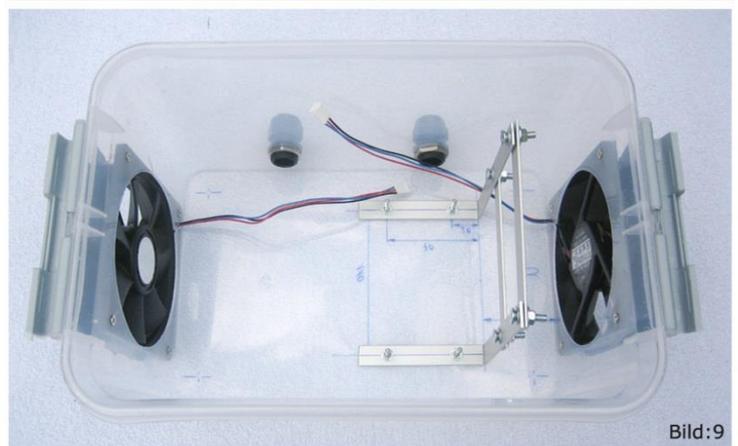


Bild: 9

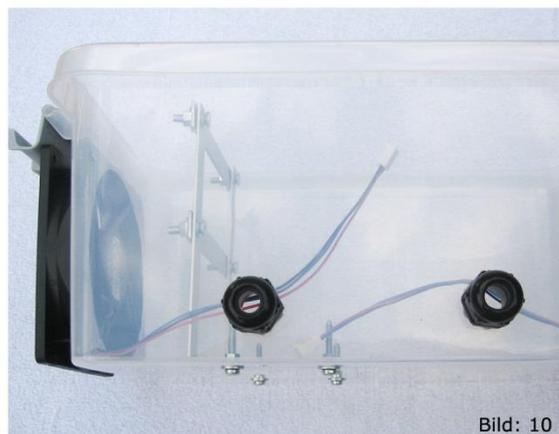


Bild: 10

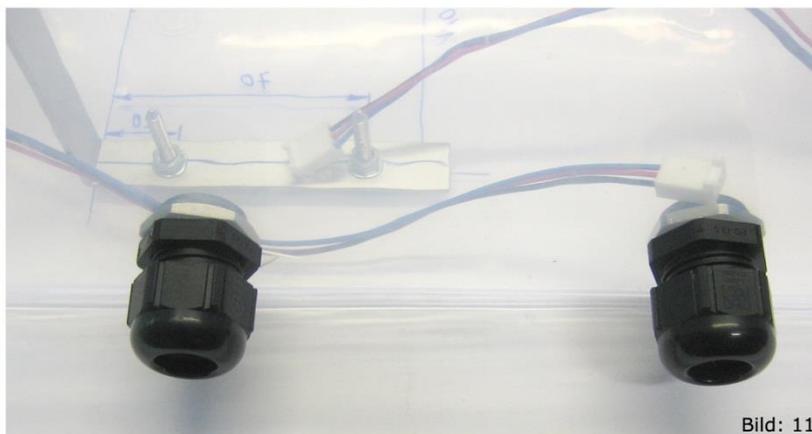


Bild: 11

Zum Finale müssen wir nur noch unsere Steuerungskomponenten in der Box platzieren und verkabeln. Zur Erleichterung habe ich mir an geeigneter Stelle einfach zwei M4 Schrauben von unten durch die Kiste gebohrt, auf die ich zum einen die 12V vom Netzgerät geklemmt habe, um dann von dort aus zu den einzelnen Anschlusspunkten zu gelangen.

4. Testen und kalibrieren der Steuerung:

Zum Ausprobieren der Steuerung, drehen wir beide Thermostate an beiden Thermoschaltern auf ganz nach rechts (kleinste Stufe). Danach beginnen wir an Thermostat 1 langsam zu drehen, bis die aufgelötete LED leuchtet. Die Lüfter sollten jetzt noch nicht drehen. Dann an Thermostat 2 langsam drehen, bis auch hier die LED leuchtet. Jetzt sollten die Relais ziehen und die Lüfter beginnen zu drehen. Jetzt dasselbe Thermostat wieder zurück drehen bis die LED erlischt und die Lüfter sollten weiter laufen. Wenn man jetzt das Thermostat 1 auch wieder langsam zurückdreht, bis auch diese LED erlischt, sollten auch die Lüfter wieder stehen bleiben und unsere Schaltung ist in Ordnung.

Das genaue Kalibrieren ist leichter gesagt als getan. Wir wollen ja, dass sich die aktive Kühlung bei +30°C einschaltet und bei +10°C wieder abschaltet. Theoretisch ganz einfach. Man geht mit der Box in einen Raum, in dem es +10° hat, lässt die Box etwas stehen zur Akklimatisierung und dreht dann am 1. Thermostat bis die aufgelötete LED leuchtet, also gerade bis zum Schaltpunkt. Dann geht man in einen Raum in dem es +30°C hat und wiederholt das Prozedere mit dem 2. Thermostat. Leider mangelt es mir an solchen Räumen und ich hab einfach auf das richtige Wetter gewartet.

5. Pimp your Cooler-Box

Die Bauanleitung beschreibt die Cooler-Box nur in der „Basisversion“. In diesem Abschnitt möchte ich noch ein paar Verbesserungen, Erleichterungen und Verschönerungen erläutern. Wie alles im Leben, ist das dann aber auch mit zusätzlichen Kosten verbunden und deshalb kann hier jeder für sich selbst entscheiden, ob es einem das wert ist oder nicht.

Alternativ zur selbstgelöteten [Lüftersteuerung](#), kann man auch auf ein fertiges Bauteil zurückgreifen. So etwas gibt es für 37,95 € bei Conrad Elektronik. Um beide Lüfter daran anschließen zu können, benötigt man auch noch ein [Y-Kabel](#), das noch mal mit 4,95 € zu Buche schlägt. Das größte Problem für diese Variante stellt das Netzteil dar. Für die oben genannte Steuerung werden nämlich 2 Spannungen (12V und 5V) benötigt und solche Netzteile sind nicht von der Stange zu kaufen.

Um ungebetene Gäste (Krabbelgetier) vom Inneren der Box fernzuhalten, sollten auch die beiden Lüfter mit Gittern oder Netzen abgedeckt werden. Das kann man auf einfachste Weise tun, in dem man sich aus Omas Gardine ein Stück herausschneidet und dann einfach mit einem Gummi über die Lüfter spannt.

Etwas eleganter ist es, wenn man sich im Baumarkt ein Fliegengitter besorgt, welches mit selbstklebendem Klettband ins Fenster fixiert werden kann. Dieses Klettband klebt man dann oben um den Lüfter und das Fliegengitter um den Lüfter. Die High-End-Lösung sind natürlich fertige und formschöne [PC-Lüftergitter](#). Diese kann man für 4,95 € je Stück auch bei Conrad Elektronik erwerben.

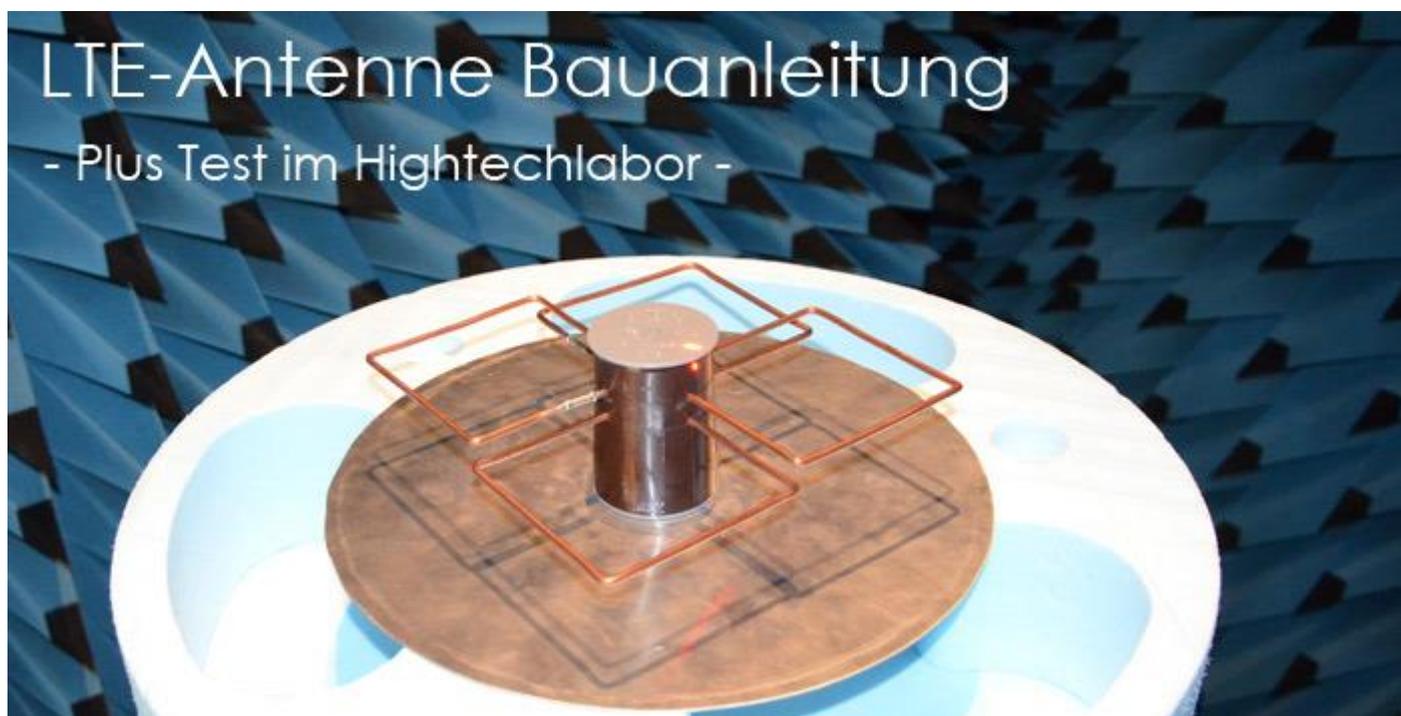
Ein schöner Vorschlag, wie ich finde, wäre auch der Einbau eines [digitalen Thermometers](#). Dann kann man, wenn man vor der Cooler-Box steht, sofort sehen, welche Temperatur in der Box herrscht. Das ist nicht nur optisch schön, sondern auch sinnvoll. Ein solches Thermometer gibt es schon ab 3,95 €, auch wieder bei Conrad Elektronik.

Und jetzt ist eure Phantasie gefragt, das ein oder andere Gimmick fällt euch bestimmt auch noch ein!

Für Anregungen, Verbesserungsvorschläge, Tipps, Erfahrungsberichte mit dem Nachbaut etc. gibt es im LTE-Forum von Ite-anbieter.info einen [extra Tread](#). Ihr seid herzlich eingeladen, dort zu posten was die Tasten hergeben!



6. Tipp für Bastel-Fans



Und jetzt viel Spaß beim Nachbauen wünscht euch:

Ospel, Thomas-B und der MOD von Ite-anbieter.info!

Rechtliche Hinweise

Alle genannten Preise - Stand Juli 2012. Diese können mittlerweile abweichen.

Sämtliche Arbeiten und Modifikationen am Router auf eigene Gefahr und ohne Gewähr. Es kann zudem nicht garantiert werden, dass der Nachbau gleiche oder ähnliche Vorteile bringt, wie im dargelegten Testbau.

Verwendung & Vervielfältigung:

Diese Bauanleitung (PDF) darf unverändert(!), unentgeltlich verbreitet werden. Wir würden uns selbstverständlich freuen, wenn Blog- oder Webseitenbesitzer die Anleitung vorstellen und verlinken. Es darf natürlich auch fleißig getwittert und geliked werden 😊

Bildquellen:

Werkzeuge und sonstige Gestaltungsbilder: © Bernhard Ospel

Schaltungssteuerung/Schaltungsplan: © Thomas-B (bartsch@imails.de)

Deckblatt: ©lte-anbieter.info

