

FÜR KALTE TAGE



Akkus vorwärmen minimiert den Innenwiderstand und erhöht die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Akkus – hier eine Beispielanleitung für ein Wochenend-Projekt.

Autor: Chris Domes

++ Akku-Heizkoffer ++ Akku-Heizkoffer ++ Akku-Heizkoffer ++

Immer wieder wird darüber diskutiert – Fakt ist, dass sich der Innenwiderstand eines Akkus mit der Innentemperatur drastisch verändert. Je kälter der Akku, desto höher der Innenwiderstand und das bedeutet kleinere maximal mögliche Ströme und höhere Verlustleistung.

Mit einem Heizkoffer hat man eine bequeme Möglichkeit, die Akkus nicht nur zum Flugplatz zu transportieren, sondern sie auf dem Weg dorthin auch gleich auf eine „flugtaugliche“ Temperatur vorzu-

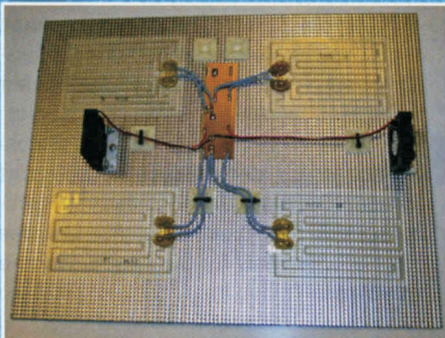
wärmen. Da die eigenen Bedürfnisse und Ansprüche mitunter sehr stark variieren, liegt der Gedanke an den Eigenbau nahe.

Diese Anleitung soll eine Basis zeigen, die nach eigenem Gusto erweitert und abgeändert werden kann – und somit den persönlichen Ansprüchen am besten gerecht werden kann.

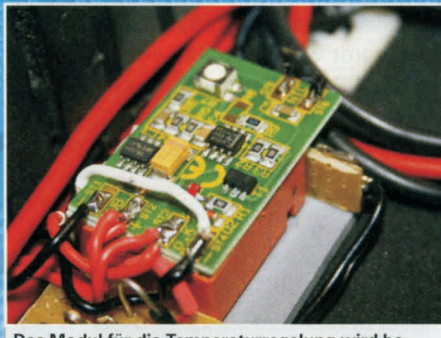
Der Zeitaufwand ist dabei mit zwei Nachmittagen sehr überschaubar, sofern alle benötigten Teile beschafft sind und das nötige Werkzeug parat liegen.

≡ **Prinzipieller Aufbau**

Der Grundaufbau ist sehr simpel. Zum einen benötigen wir eine Heizplatte, die möglichst flächig und gleichmäßig Wärme erzeugt und den Innenraum aufheizt. Dies wird im Beispiel durch vier selbstklebende Heizfolien realisiert, die auf die Unterseite einer Metallplatte (Stahlblech, Alublech) aufgeklebt werden. Damit die Akkus nicht direkt mit der Oberfläche, die Temperaturen von über 60° C erreichen kann, in Berührung kommen, wird ein Gitter über dieser Platte angebracht. Streckmetallgitter bietet sich dafür an, da



Die Heizplatte ist fertiggestellt.



Das Modul für die Temperaturregelung wird betriebsfertig geliefert.



Der Aufbau des Unterspannungswarners erfolgt mit diskreten Bauteilen auf einer Streifenrasterplatte.

es durch die Maschen-Schränkung einen ausreichenden Abstand zur Oberfläche gewährleistet und gleichzeitig einen Spalt für die Luft-Zirkulation herstellt, ohne dass zusätzliche Abstandshalter benötigt werden. Dadurch kann das „Heiz-Blech“ in das Streckmetall regelrecht „eingewickelt“ werden.

Die Heizplatte sollte seitlich 4 cm kürzer als die innere Breite des Koffers sein, um auf beiden Seiten einen Luftspalt zur Zirkulation zu gewährleisten. Über die Breite des Koffers wird das so erstellte Heizelement von zwei an den Seiten vernieteten oder verschraubten Aluminiumprofilen getragen und durch Schrauben fixiert.

Zur Verbesserung der Effizienz kann die Luftumwälzung durch den Einbau von Axiallüftern verbessert werden, da die Wärme unterhalb der Heizplatte sich sonst unnötig staut. Teilt man die verwendeten Heizelemente in zwei Gruppen, so kann über den hier verwendeten Doppel-Wippenschalter die Heizleistung halbiert werden. Für das schnellere Aufheizen schaltet man die volle Leistung ein und

bei Erreichen der Betriebstemperatur eine Gruppe ab. Gerade beim Einsatz mit interner Batterie-Speisung des Heizkoffers ist dies sinnvoll zur Erhöhung der Akkulaufzeit. Als Akkus für die Heizung bieten sich je nach Gesamtleistung NiCd/NiMH, LiPo oder FePo-Zellen ab ca. 4.000 mAh an. Da der Maximalstrom bei einer 50 W Heizung ca. 4 A beträgt, können auch für den Flugbetrieb nicht mehr taugliche Akkus hier noch Verwendung finden.

„Der Zeitaufwand ist mit zwei Nachmittagen sehr überschaubar, sofern alle benötigten Teile beschafft sind und das Werkzeug parat liegt.“

Die Temperaturregelung sorgt dabei dafür, dass bei Erreichen der Soll-Temperatur die Heizung abgeschaltet wird und erst nach Absinken um ca. 2° C wieder zugeschaltet wird. Somit wird nicht nur die Innentemperatur relativ konstant gehalten, für den Batteriebetrieb bedeutet

das auch eine höhere Betriebsdauer des internen Akkus.

Um eine Tiefentladung zu vermeiden, kann ein simpler Unterspannungswarner zum Einsatz kommen, der mit wenigen Bauteilen in ca. 15 Minuten aufgebaut ist. Dieser trennt zwar in der hier gezeigten Variante nicht die Last vom Akku, erzeugt aber einen schrillen Warnton, der auf ein Nahen des Kapazitätendes hinweist und es ermöglicht, die Heizung abzustellen oder eine andere Energiequelle für die Speisung zu verwenden.

Einbaubuchsen ermöglichen sowohl das Laden des eingebauten Akkus, ohne diesen entnehmen zu müssen, als auch den Betrieb z.B. am 12-V-Kfz-Bordnetz. Bei der Verwendung von LiPo-Akkus wird empfohlen, auch den/die Balanceranschlüsse nach außen zu führen. Hierzu kann z.B. eine MPX-Buchse mit Einbaurahmen verwendet werden, die sechs Einzelkontakte zur Verfügung stellt.

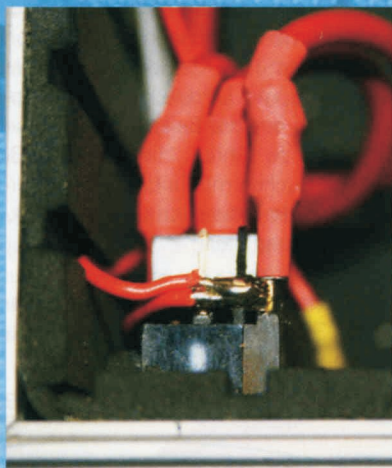
Die einfachste Variante ist eine herausführbare Steckverbindung der Elektronik,



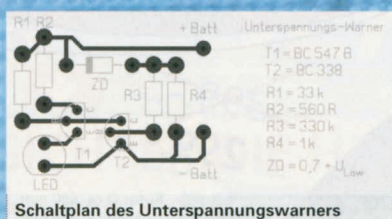
Detailansicht der fertigen Heizplatte



Die Tragleisten sind bereits befestigt.



Hier ist die Lötbrücke am Schalter zu sehen.



die einfach vorsichtig im Kofferdeckel eingeklemmt wird – ich rate von dieser Lösung aus Gründen der Sicherheit jedoch ab, da Scheuerstellen an der Isolation irgendwann zu einem Kurzschluss durch das Alu-Rahmenprofil führen könnten.

Ans Werk!

Zunächst wird die Heizplatte hergestellt. Dazu das Trägerblech auf das Innenmaß des Koffers zuschneiden, dabei in der Breite je Seite 2 cm Luft für die Zirkulation lassen. Für das Zuschneiden eignet sich z.B. ein Trennschleifer mit Metall-Trennscheibe. Auf die gereinigte Oberfläche des Blechs werden die Heizfolien so aufgeklebt, dass sie die Metallfläche möglichst gleichmäßig abdecken.

Nun wird das Streckmetallgitter zugeschnitten, in der Breite wie das Innenmaß des Koffers, in der Tiefe werden 2–3 cm zugegeben. Das Blech mit Heizfolien wird auf das Gitter gelegt (die Seite des Blechs, die unbedeckt ist, liegt auf dem Gitter auf, die Heizelemente zeigen nach oben) und die überstehenden Flächen in der Tiefe des Gitters werden nach hinten um das Blech gelegt.

Zum gleichmäßigen Anlegen bietet sich eine Wasserwaage oder ein Stück einer Dachlatte an, um gleichmäßigen Druck auf das Gitter auszuüben. Wenn Miniaturlüfter verwendet werden sollen, können diese wie gezeigt über einen Winkel direkt unter der Heizplatte angeschraubt werden, alternativ ist eine liegende Montage oder eine seitlich am Rand stehende Montage möglich – jedoch muss hier auf Abstand zur Montagefläche geachtet werden und vorher müssen die Maße für Heizblech und Gitter angepasst werden.

Danach werden die L-Profile auf die Breite des Koffers abgelängt. Dabei wird das vordere Profil so zugeschnitten, dass im geplanten Montagebereich von Schalter und gegebenenfalls Kontroll-LEDs kein Überstand besteht. Die Profilleisten werden nun an drei Stellen mit 3 mm gebohrt, im Koffer mit entsprechendem Abstand zum Boden ausgerichtet, die Löcher durchgebohrt und die Leisten mit Nieten oder M3-Schrauben mit selbstsichernden Muttern befestigt.

Die Heizeinheit wird nun aufgelegt und ausgerichtet. Entweder werden dann zwei Löcher diagonal oder zwei Löcher

je Seite mit 1 mm Durchmesser durch den Rand der Heizplatte und der Tragleisten gebohrt. Danach werden die Löcher in der Heizeinheit auf 3 mm aufgebohrt. Das Heizelement kann nun mit Blechschrauben auf den Tragleisten befestigt werden. Dazu gegebenenfalls die 1-mm-Bohrung in den Leisten vorher auf das erforderliche Maß für die Blechschraube aufbohren.

Nun wird der Wippenschalter für den Einbau vorbereitet. Durch die hier verwendete Schaltung benötigt man einen Schalter, um den gesamten Koffer abzuschalten, den anderen für die Aktivierung des zweiten Heizelements. Da beide geregelt arbeiten sollen, auch bei Betrieb

„Buchsen für eine externe Stromzuführung baut man am sinnvollsten in den unteren/seitlichen Bereich ein...“

am 12-V-Kfz-Bordnetz, wird in diesem Fall der Minuspol der Elemente geschaltet (ergibt sich aus der Schaltung). Da hierzu je ein Pol der Schalter gemeinsames Potential hat, lässt sich dies bereits fest durch eine Lötbrücke realisieren. Hierzu wird der Plastik-Isoliersteg zwischen den oberen beiden Anschlüssen des Schalters mit einem Cuttermesser weggeschnitten und mit 2,5-mm²-Litze eine Lötbrücke gesetzt.

Den Doppelwippenschalter nun auf der Stirnseite (wo der Koffergriff ist) an freier Stelle einbauen, dazu den Ausschnitt mit Kugelschreiber markieren (Rahmen des Schalters berücksichtigen!) und an den Eckpunkten mit einem 1- bis 1,5-mm-Bohrer durchbohren. Da die meisten Hobbykoffer nur eine Folienoberfläche haben und eigentlich aus HDF (Hochdichte Faserplatte) hergestellt sind, kann der eigentliche Ausschnitt mit einem Cuttermesser vorgenommen werden. Dazu anfangs lieber etwas zu knapp ausschneiden und nacharbeiten. Bei Koffern aus Aluminium bietet sich die Verwendung einer Mini-Bohrmaschine (z.B. Dremel, Proxxon u.ä.) mit einer Mini-Trennscheibe an.

Sofern Buchsen für externe Stromzuführung, Laden etc. gewünscht sind, diese

Heli-Basics Akku-Heizkoffer

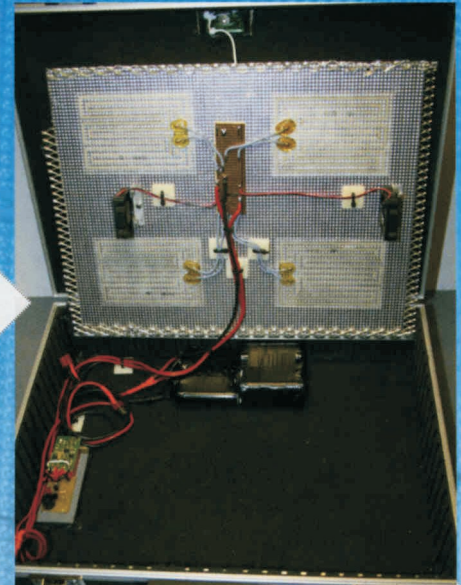
am sinnvollsten in den unteren, seitlichen Bereichen des Koffers an-/einbauen. Wird ein LCD-Temperaturanzeigemodul verwendet, dieses in den Kofferdeckel einarbeiten. Der Ausschnitt hierfür wird wie beim Wippenschalter vorgenommen. Wenn autarker Betrieb mit eingebautem Akku gewünscht ist, den Befestigungspunkt möglichst im unteren mittigen Bereich wählen und den Akkupack mit selbstklebendem Klettband fixieren, alternativ können Löcher durch den Boden gebohrt und der Akku sicher mit Kabelbindern befestigt werden.

≡ Verkabelung

Danach beginnt die Verkabelung. Dazu kann man entweder die Heizelemente mittels Lüsterklemmen verbinden, wer es eleganter haben möchte, verwendet ein Stück Lochrasterplatine, das mit Doppelklebeband (nur stark haftendes verwenden!) auf der Unterseite der Heizplatte angebracht wird. Als Zuleitung zum



Fertig! So sieht das warme und geschützte Plätzchen für die Akkus aus.



Unter der Heizplatte versteckt sich die Elektronik. Hier ist auch Platz für die Akkus, die im autarken Betrieb die Heizelemente versorgen.

Schalter findet 2,5-mm²-Silikonlitze Verwendung, wobei es sinnvoll ist, die Anschlüsse am Schalter mit 4,8-mm-Steckschuhen zu versehen.

An die gebrückten Kontakte lötet man nun die Plus-Leitung des SMD-Temperaturschalters und des Unterspannungswarner, die in unserem Beispiel gemeinsam auf einer Kunststoffträgerplatte montiert wurden. (Die SMD-Schaltung wurde auf dem Lastrelais mittels Doppelklebeband befestigt.) Die Minusleitung ist hier ebenfalls durchgeschliffen und gleichzeitig auf den Mittelkontakt (Common) des Schaltkontaktes des Relais gelegt.

Den Temperaturfühler des Temperaturschalters bringt man sinnvollerweise nicht direkt auf der Platine an, sondern verwendet als Zuleitung ein 2-adriges 0,5-mm²-

Kabel, um den Sensor in der Mitte des Kofferdeckels platzieren zu können.

Die Elektronik

1. Temperaturschalter

Das SMD-Modul wird betriebsfertig geliefert, es muss eigentlich nur der Sensor und das Lastrelais angeschlossen werden. Dieses wird benötigt, da der SMD-Baustein nur maximal 1 A an Last schalten kann. Der Sensor wird, durch ein 2-adriges Kabel verlängert, im Deckel des Koffers angebracht, um dort die Lufttemperatur zu ermitteln.

Da das Modul normalerweise dazu ausgelegt ist, eine Lüftung bei Überschreitung einer Temperatur anzuschalten, wird in unserem Fall der NC-Kontakt des Relais verwendet, um eine umgekehrte Arbeits-

weise zu erreichen. Das heißt: Solange die Temperatur noch nicht den Wunschwert hat, ist der Relaiskontakt geschlossen, erst wenn der Sollwert erreicht ist, steuert das SMD-Modul das Relais an und die Heizung wird abgeschaltet. Bis die Temperatur entsprechend abgesunken ist, schaltet das Modul seinen Ausgang stromlos. Wird der Kontakt umgeschaltet, wird die Heizung wieder aktiviert.

Auf der SMD-Platine befindet sich eine LED. Diese leuchtet, wenn unsere Heizung abgeschaltet ist, das ist also für uns das Signal „gewünschte Temperatur ist erreicht“. Schaltet man den Koffer ein, muss diese LED „aus“ sein, d.h. die Heizung wird mit Strom versorgt. Der Abgleich ist im Handumdrehen erledigt. Gemäß der beiliegenden Anleitung misst man mit



Werkzeuge und weiteres Material

- ✓ Akku-Schrauber mit Bohrfutter
- ✓ Spiralbohrersatz 1–10 mm
- ✓ Nietzange mit 3×10 mm Popnieten oder
- ✓ Schrauben M3×20 mm mit Stoppmuttern (ca. 10 Stück) sowie 2–4 Blechschrauben (1,6–2,5 mm)
- ✓ LötKolben/-Station, Lötdraht
- ✓ diverse Schraubendreher/Inbus (je nach Schrauben)
- ✓ Kombizange, Seitenschneider, Kabelbinder (100 mm, schmal, ca. 20 Stück)
- ✓ eventuell Lüsterklemmen für Leiter bis 2,5 mm² (alternativ Flachsteckhülsen 4,8 mm und passende Crimpzange)
- ✓ Schrumpfschlauch 6 mm Durchmesser
- ✓ Heißluftpistole bzw. Feuerzeug
- ✓ Cuttermesser



Das LCD-Temperatur-Modul ist in den Kofferdeckel eingesetzt.



Unter dem Doppelwippschalter sitzen die Kontroll-LEDs.

einem Digitalmessgerät (Multimeter) die Spannung am benannten Messpunkt und stellt sie mittels eines Potentiometers auf der Platine auf den Wert ein, den man dem zugehörigen Temperaturwert der Tabelle entnimmt (ist in der Beschreibung des Moduls gelistet). Fertig!

2. Unterspannungswarner

Der Unterspannungswarner ist eine simple Kippstufe, die bei Unterschreiten einer bestimmten Spannung den Schaltzustand ändert und bei Überschreiten der Schaltschwelle wieder auf den ursprünglichen Zustand zurückschaltet (Schmitt-Trigger mit geringer Hysterese). Dabei wird die Schaltspannung durch eine Zenerdiode definiert. Der Wert der Zenerdiode +0,7 V (BE-Spannung des Transistors) entspricht dabei der Schaltschwelle, wobei durch

Toleranzen eine Abweichung von -0,3 V bis +0,1 V möglich ist. Im gezeigten Beispiel ist die theoretische Spannung, ab der gewarnt wird, ca. 10,7 V (in der Praxis 10,7–10,4 V). Diese kann durch Ändern der Zenerdiode an die persönlichen Wünsche angepasst werden (eine 9,1-V-Zenerdiode würde eine Warnung bei ca. 9,8 V auslösen).

Der Aufbau erfolgt dabei mit diskreten Bauteilen auf Streifenrasterplatte, ein Abgleich ist nicht notwendig. Die im Beispiel verwendete LED dient nur der optischen Signalerkennung, falls ein Summer abschaltbar sein soll oder erst später durch andere Montage hinzugefügt wird. Die LED kann aber auch (genauso wie der Piezosummer) in eine Kofferfläche integriert werden, als optischer Warmmelder.

Wenn die Verkabelung und der Einbau etwaiger Kontroll-LEDs abgeschlossen ist, alle Kabel mittels Kabelbindern bündeln und gegen Zugbelastung schützen. Offenliegende Kontaktflächen isoliert man am einfachsten mit transparentem 2-K-Sprühlack oder Plastik70-Spray von KontaktChemie (z.B. Conrad Elektronik Nr. 813621, 7,45 Euro).

≡ Viel Spaß!

Abschließend wünsche ich viel Spaß beim Nachbau – und bei der Umsetzung eigener Ideen als Ergänzung und Erweiterung. Ganz gleich ob integrierte Lade- und Balancing-Anschlüsse für das Laden im warmen Koffer, eine automatische Batterietrennung bei zu niedriger Versorgungsspannung, oder was Ihnen sonst noch einfällt! ☺



Stückliste Heizkoffer „Grundgerät“

| Menge | Bezeichnung | Bezug | Preis (€) |
|-------|--|--------------------------------|------------|
| 1x | Hobbykoffer | Baumarkt | ca. 10,- |
| 1 m | Alu L-Profil 15x15 mm | Baumarkt | ca. 3,- |
| 1x | 1,5-mm-Alu-Blech (oder Stahl-Blech) mit dem Innenmaß des Koffers | Baumarkt | ca. 5,- |
| 1x | Streckmetall-Gitter o.ä., 4 cm größer als das Innenmaß des Koffers | Baumarkt | ca. 8,- |
| 4x | Selbstklebende Heizfolie, 12 W | Conrad Electronic (Nr. 532878) | 5,75/Stück |
| 1x | Lastrelais, UM-Schalter, 12 V | Conrad Electronic (Nr. 503924) | 2,36 |
| 1x | SMD-Temperaturschalter-Modul | ELV (Nr. 68-523-13) | 5,95 |

Alternativ:

| | | | |
|----|---|--------------------------------|-------|
| 1x | Temperaturschalter-Modul inkl. Schaltrelais | Conrad Electronic (Nr. 194883) | 12,95 |
| 1x | Doppelwippenschalter, Snap-In | Conrad Electronic (Nr. 700028) | 2,05 |

Optional:

| | | | |
|------|-----------------------|--------------------------------|---------|
| 1–2x | Lüfter, z.B. 40x40 mm | Conrad Electronic (Nr. 998641) | je 7,95 |
| 1x | LCD-Temperatur-Modul | Conrad Electronic (Nr. 100816) | 12,95 |

Je nach gewünschten externen Anschlussmöglichkeiten (12-V-KFZ-Netz, Lade-Anschluss für eingebauten Akku) eignen sich Buchsen wie Nr. 734020 von Conrad Electronic oder Multiplex-Stecker mit Einbaurahmen.

Stückliste optionale Unterspannungsüberwachung

| Menge | Bezeichnung | Bezug | Preis (€) |
|-------|--|--------------------------------|-----------|
| 1x | Zener-Diode (9,1 V oder 10 V/1,3 W, siehe Text) | Conrad Electronic (Nr. 180637) | 0,27 |
| 1x | Transistor BC547 B | Conrad Electronic (Nr. 155012) | 0,10 |
| 1x | Transistor BC337 | Conrad Electronic (Nr. 154598) | 0,15 |
| 1x | Lötstreifenplatine | Conrad Electronic (Nr. 529555) | 3,75 |
| 1x | Kohleschicht-Widerstand 1/10 W jeweils 560 Ohm, 1 k-Ohm, 33 k-Ohm, 330 k-Ohm | Conrad Electronic | je 0,11 |
| 1x | LED 5 mm Rot (wenn gewünscht) | Conrad Electronic (Nr. 184543) | 0,08 |
| 1x | Piezo-Signalgeber 12 V | Conrad Electronic (Nr. 710136) | 2,10 |

Ferner für die Innenverkabelung:

ca. 1 m zweifadrig 0,5-mm²-Litze, 2 m 2,5-mm²-Silikonlitze rot sowie 1 m 2,5-mm²-Silikonlitze schwarz