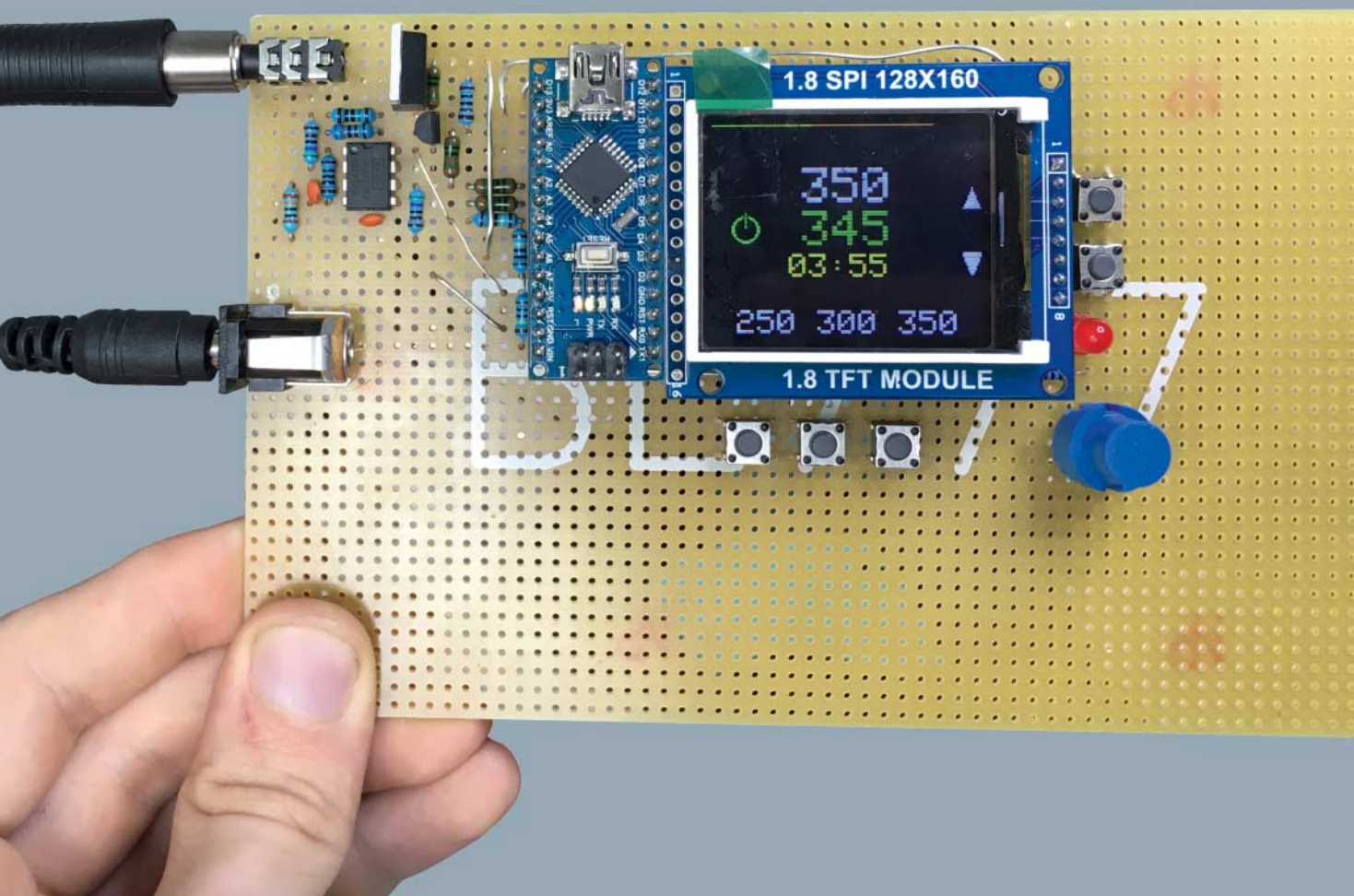


Lötstation – selbstgebaut

Eine Lötstation, die den Ansprüchen eines Makers gerecht werden soll, kostet in der Regel einen guten dreistelligen Betrag. Die Lötspitzen der Markengeräte sind allerdings zu vergleichsweise günstigen Preisen separat erhältlich. Martin Kumm hat mit einfachen Mitteln eine passende Lötstation zum Selbstbau für die Lötspitzen der Weller RT-Serie entwickelt, die wir um ein grafisches Display erweitert haben. In unserer Anleitung zeigen wir, wie man sich die Station auf einer Lochraster-Platine selbst zusammenbaut.

von Luca Zimmermann



Unsere digitale Lötstation mit TFT-Display kann auf Temperaturen zwischen 100 bis 400 Grad eingestellt werden. Nach dem Einschalten dauert es weniger als fünfzehn Sekunden, bis 320 Grad erreicht werden, was für das Löten mit bleihaltigem Lötzinn eine ausreichende Temperatur ist. Auf dem Display werden Soll- und Ist-Temperatur angezeigt. Außerdem gibt es drei speicherbare und sofort abrufbare Temperaturen, die in der untersten Reihe des Displays dargestellt sind.

Das Herzstück der Station ist ein Arduino Nano, das die Temperaturmessung übernimmt, das Display ansteuert und auch die Stromzufuhr für die Lötspitze regelt, sodass immer die vom Nutzer eingestellte Temperatur anliegt. Die leichten Lötspitzen der Weller RT-Serie sind für unsere Zwecke ideal, denn sie sind bereits mit einem Thermoelement in der Spitze versehen, um die Temperatur messen zu können. Außerdem kann man sie mit einem einfachen Klinkenkabel an die Station anschließen.

Die Bauteile kann man zum Beispiel bei Reichelt oder Conrad bestellen. Davon ausgenommen ist jedoch das Display, welches man günstig über eBay kaufen kann. Es gibt mehrere Händler, die verschiedene Displays anbieten. Auf folgende Werte muss man achten: 1,8 Zoll, TFT-Display, angesteuert per SPI, 128 × 160 Pixel.

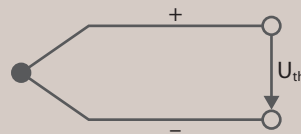
Wer seine Lötstation in ein Gehäuse einbauen möchte und Zugang zu einem Lasercutter hat (zum Beispiel im nächstgelegenen Fablab), kann sich aus unserer Linksammlung die passenden CAD-Dateien laden.

Blockschaltbild

Das Blockschaltbild gibt einen Überblick über die prinzipielle Funktionsweise der Lötstation. Ein analoger Eingang des Arduinos misst die Spannung des Thermoelements aus der Lötspitze. Da das Thermoelement nur eine sehr geringe Spannung abgibt, muss diese mit Hilfe eines Operationsverstärkers (OP-Amp) verstärkt werden, damit sie den messbaren Spannungsbereich des Arduinos abdeckt. Die Stromzufuhr zur Lötspitze wird per Pulsweitenmodulation (PWM) geregelt. Da der Arduino nicht die passende Spannung und Leistung abgeben kann, wird ein MOSFET benötigt, genauer gesagt der

THERMOELEMENT

Ein Thermoelement besteht aus zwei Stücken unterschiedlichen Metalls, die an einer Stelle miteinander verbunden sind. Gibt es zwischen den beiden Metallen eine Temperaturdifferenz, tritt eine Spannung auf. Dieses Phänomen nennt man Seebeck-Effekt, nach seinem Entdecker, einem Zeitgenossen Ohms. In der Lötspitze können wir damit nur die Differenz zur Umgebungstemperatur messen, die mit 24 Grad angenommen wird.



P-Kanal-MOSFET IRF5305. Das TFT-Display wird per SPI-Schnittstelle angesteuert. Da es in unserem Fall nur für 3,3 Volt ausgelegt ist, benötigen wir noch einen Pegelwandler.

Für die Stromversorgung benötigt man ein 12-Volt-Netzteil mit mindestens 4 Ampere. Es versorgt das Heizelement in der Lötspitze über den MOSFET und den Arduino Nano mit Strom. Der Operationsverstärker und die digitalen Komponenten benötigen außerdem 5 Volt und 3,3 Volt, die vom Arduino bereitgestellt werden.

Schaltung

Neben den aus dem Blockschaltbild bekannten Kernkomponenten enthält die Schaltung nur sehr wenige zusätzliche Bauteile. Da sich der P-Kanal-MOSFET IRF5305 nicht mit dem 5-Volt-Logikpegel des Arduinos schalten lässt, benötigt man noch einen N-Kanal-MOSFET. Wir benutzen das Modell 2N7000. R6 sorgt dafür, dass der IRF5305 sperrt, wenn solange der 2N7000 nicht durchschaltet. R7 stellt sicher, dass die Heizung der Lötspitze auch

Kurzinfo



Zeitaufwand:
ein Wochenende
(mit Gehäuse)



Kosten:
etwa 90 Euro
mit Lötspitze



Löten:
einfache Durchsteck-
montage



Werkzeug:
LötKolben

Schwierigkeitsgrad

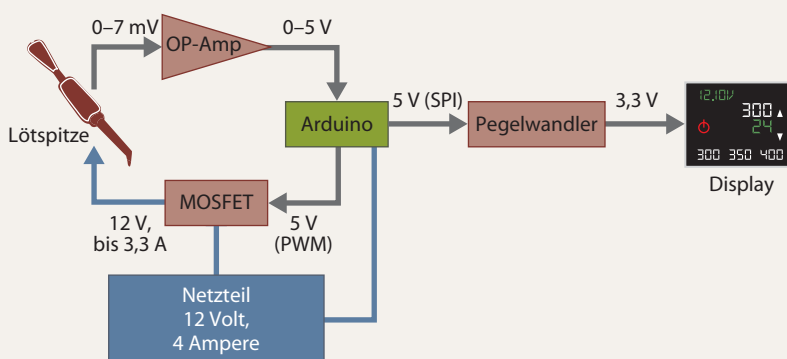
leicht schwer

Material

- » 1 Arduino Nano
- » 1 Operationsverstärker OPA 703 PA
- » 1 Pegelwandler 74HC4050
- » 1 P-Kanal-MOSFET IRF5305
- » 1 N-Kanal-MOSFET 2N7000
- » 1 DC-Buchse
- » 1 Klinkenbuchse (3,5 mm)
- » 1 Klinkenkabel (3,5 mm)
- » Buchsenleisten
- » 1 LED
- » 1 Widerstand 100 Ω
- » 1 Widerstand 220 Ω
- » 1 Widerstand 1 kΩ
- » 2 Widerstände 5,6 kΩ
- » 5 Widerstände 10 kΩ
- » 1 Widerstand 68 kΩ
- » 1 Widerstand 100 kΩ
- » 1 Widerstand 10 MΩ
- » 2 Kondensatoren 10 nF
- » 6 Taster
- » 1 Lötspitze Weller RT 1
- » 1 TFT-Display 1,8 Zoll
- » 1 Netzteil 12 Volt, 4 Ampere
- » 1 Lochraster-Platine

Blockschaltbild der Lötstation

Gut zu erkennen ist der Regelkreis zwischen Lötspitze und Arduino.



Sobald die Heizspannung an der Lötspitze anliegt, fällt diese auch an dem Kontakt des Sensors ab, da die Kontakte der Spitze alle niederohmig miteinander verbunden sind. Deshalb muss die Heizspannung zum Messen der Temperatur abgeschaltet werden. Um den nichtinvertierenden Eingang

Die ausgegebene Spannung des Thermoelements liegt zwischen 0 und 7 mVolt. Die Analogeingänge des Arduinos messen in einem Bereich zwischen 0 und 5 Volt. Um die geringe Spannung des Thermoelements in der vollen Auflösung von 10 Bit des Arduinos messen zu können, muss man sie auf einen Bereich zwischen 0 und 5 Volt verstärken. Mit

Widerständen von 100 Ω (R3) am invertierenden Eingang und 68 k Ω (R4) in der Rückkopplung des OPA703 stellt man einen Verstärkungsfaktor von 680 ein und kommt damit auf einen ausreichenden Bereich von 0 bis 4,76 Volt. Der 1-M Ω -Widerstand R14 sorgt dafür, dass 5 Volt am Eingang des Operationsverstärkers anliegen, falls der Kontakt zum Thermoelement unterbrochen ist. Damit wird sichergestellt, dass der Arduino von der Höchsttemperatur ausgeht und die Heizung ausschaltet. Kondensatoren glätten die zu messende Spannung.

An den Eingängen A2, A3 und A4 des Arduinos sind drei Pull-Down-Widerstände angebracht. Diese sind zwingend erforderlich, da die verwendete Firmware auch in der Lage ist, den LötKolben mit einem LiPo-Akku zu betreiben. Die drei Pins müssten dann in dem Falle an den Akku angeschlossen werden. Die Widerstände sorgen dafür, dass eine definierte Spannung anliegt.

Die Taster zur Bedienung, eine LED und das Display sind im Schaltplan rechts dargestellt.

Aufbau der Lötstation

Die Lötstation kann schrittweise auf einer Lochrasterplatine aufgebaut und getestet werden. Alternativ steht im Download-Bereich auch ein Platinenlayout zum selber ätzen bereit.

1 Arduino

Man beginnt mit dem Löten der Buchsenleisten, um den Arduino aufzustecken. Außerdem müssen der Anschluss des Netzteils und die Stromleitungen für Masse und 12 Volt bis zum Arduino gelötet werden. Schließt man das Netzteil an, sollte auf dem Arduino die Power-LED aufleuchten. Ist das nicht der Fall, kann man folgendes prüfen: Leuchtet die Power-LED, wenn der Arduino per USB an einen Rechner angeschlossen wird? Ist das nicht der Fall, kann der Arduino defekt sein. Liegt 12 Volt an den Anschlüssen des Netzteils an? Wenn das nicht zutrifft, dann ist entweder das Netzteil defekt oder die Kontakte sind nicht gut gelötet.

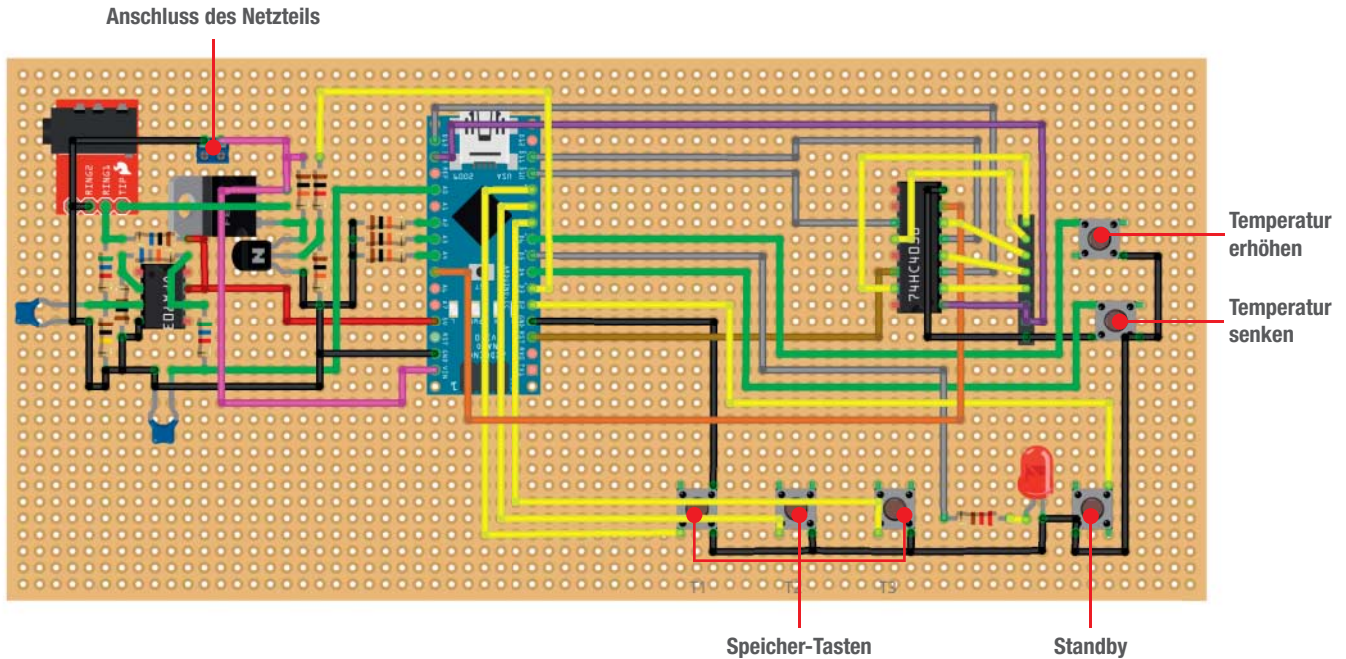
Die Pull-Down-Widerstände an den Analogeingängen A2, A3 und A4 müssen als Nächstes angelötet werden.

2 MOSFETs

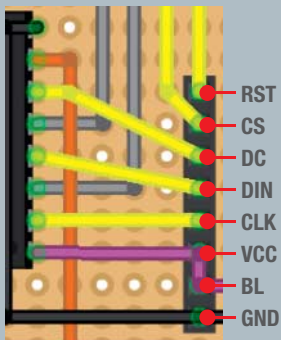
Nun werden die MOSFETs und die dazugehörigen Widerstände gelötet. Dabei werden auch alle Verbindungen gelötet, bis auf die in gelb dargestellte Steuerleitung vom Arduino zum N-Kanal-MOSFET. Die Verbindungen zu Masse und 12 Volt sind zum Test des Schaltungsblocks notwendig, im Ausschnitt des Layouts aber nicht dargestellt.

Möchte man diesen Teil der Schaltung testen, kann man die Spannung zwischen Drain des P-Kanal-MOSFETs (mittlerer Pin) und Masse messen. Diese sollte bei 0 Volt liegen. Nun kann man zum Test die 5-Volt-Spannung des Arduinos (vierter Pin von unten, links) nutzen, um zu testen, ob die MOSFETs auch durchschalten. Dazu legt man 5 Volt am

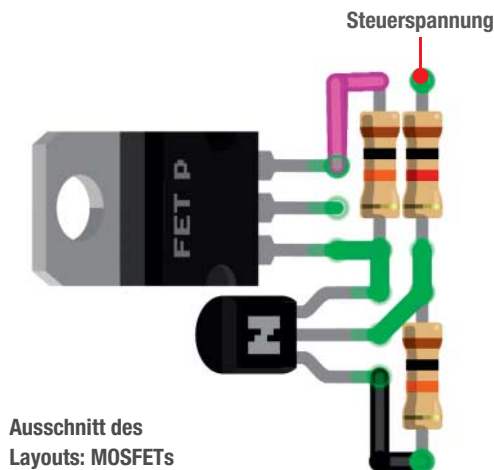
Anzeige



Der komplette Aufbau der Lötstation auf einer Lochrasterplatte



Pinbelegung des Displays



Ausschnitt des Layouts: MOSFETs

Kontakt des Widerstands, der im Bild mit *Steuerspannung* markiert ist an. Nun sollte man 12 Volt am Drain des P-Kanal-MOSFETs messen können. Liegen immer noch 0 Volt an, dann müssen nochmal alle Verbindungen überprüft werden.

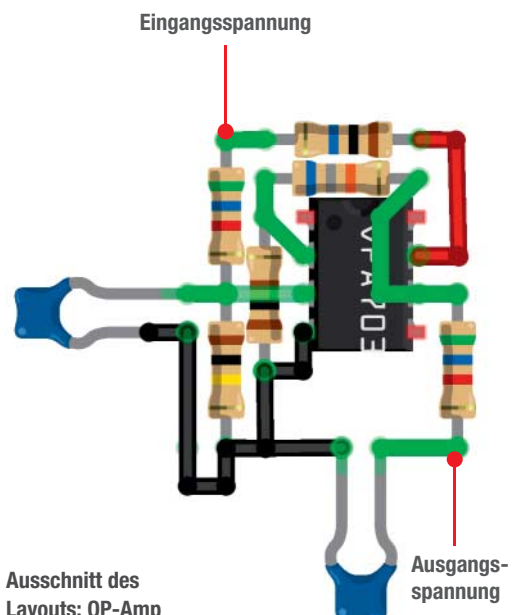
Nach erfolgreichem Test muss die Verbindung vom Arduino zum MOSFET-Block gelötet werden. Außerdem wird die Klinkenbuchse angelötet, die in der Grafik mit zwei Anschlüssen an Masse dargestellt

ist. Dabei handelt es sich um den zweiten Ring der Klinkenbuchse und das Gehäuse. Der Anschluss von Masse am Gehäuse ist optional.

3 OP-Amp

Im nächsten Schritt wird der Operationsverstärker inklusive der Stromversorgung gelötet, die im Ausschnitt nicht dargestellt sind. Die Verbindungen der Eingangs- und Ausgangsspannung, die im Bildausschnitt markiert sind, werden zunächst weggelassen.

Möchte man den Schaltungsblock testen, misst man die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers



Ausschnitt des Layouts: OP-Amp

Farbcodes auf der Lochrasterplatte

Farbe	Funktion
Schwarz	Masse
Lila	Stromversorgung 3,3 Volt
Pink	Stromversorgung 12 Volt
Rot	Stromversorgung 5 Volt
Grau, Braun, Grün, Orange, Gelb	Steuerleitungen, PWM für die Lötspitze

kers hinter dem 5,6-k Ω -Widerstand. Diese sollte 0 Volt betragen. Wenn man am Eingang der Schaltung 5 Volt anlegt, beträgt auch die Ausgangsspannung 5 Volt. Nach dem Test kann man die Verbindung zum Arduino und der Klinkenbuchse löten.

4 Bedienelemente und Firmware

Nun muss noch der Pegelwandler und die Buchsenleiste für das Display angelötet werden sowie die LED und ihr Vorwiderstand, die Taster und alle noch fehlenden Verbindungen. Die Hardware ist damit fertiggestellt und nur die Firmware muss noch in den Arduino übertragen werden. Zum Download gelangt man über unsere Linksammlung am Ende des Artikels.

Nach dem Flashen der Firmware sollte noch ein abschließender Test der Station ohne eine angeschlossene Lötspitze erfolgen. Durch falsch gelötete Kontakte kann die Spitze unter Dauerstrom gesetzt werden und damit bis zum Glühen erwärmen. Der letzte Test sollte mit einer LED und einem Vorwiderstand für 12 Volt oder einem Multimeter erfolgen, die man zwischen Masse und Spitze der Klinkenbuchse anschließt (der mittlere Ring bleibt frei). Die MOSFETs müssen beim Einstecken des Netzteils sperren und damit muss die LED dunkel bleiben, beziehungsweise die gemessene Spannung muss 0 Volt bleiben. Ist dies nicht der Fall, muss man prüfen, ob im MOSFET-Schaltungsblock ein Kurzschluss vorliegt oder der Pin vom Arduino fälschlicherweise 5 Volt führt.

Nach einem erfolgreichen Test kann man die LED beziehungsweise das Multimeter entfernen und die Lötspitze anstecken. Das Display sollte nun 24 Grad anzeigen. Bleibt nur noch, die Lötstation in Betrieb zu nehmen und zu prüfen, ob die eingestellte Temperatur auch gemessen wird.

Bedienung

Die Funktion der Taster ist im Übersichtsbild der Lochrasterplatine dargestellt. Nach einem Boot-Bildschirm zeigt das Display in der obersten Reihe die Soll-Temperatur, in der Mitte die Ist-Temperatur, beziehungsweise ohne eine angesteckte Lötspitze *ERR No Tip* und unten drei aus dem Speicher abrufbare Temperatureinstellungen. Mit den dazugehörigen Speichertasten kann man durch langes Drücken die aktuelle Soll-Temperatur abspeichern und durch kurzes Drücken wieder abrufen. Links im Display ist ein Power-Symbol dargestellt, dessen Farbe den aktuellen Status anzeigt: Rot steht für *Spitze nicht heizen*, Gelb für *Standby* und Grün für *Soll-Temperatur halten*. Im *Standby* wird die Spitze auf etwa 150 Grad gehalten. Mit der Taste *Standby* kann man die Station durch langes Drücken an- und ausstellen und durch kurzes Drücken in den Modus *Standby* wechseln. Außerdem gibt es noch zwei Tasten, um die Temperatur einzustellen. —pff

Anzeige

