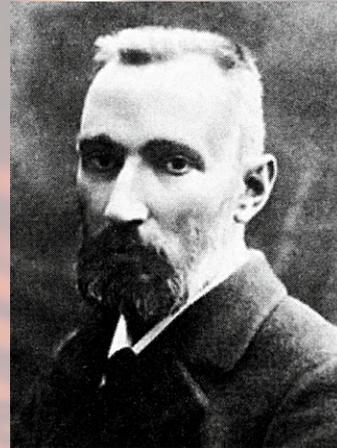
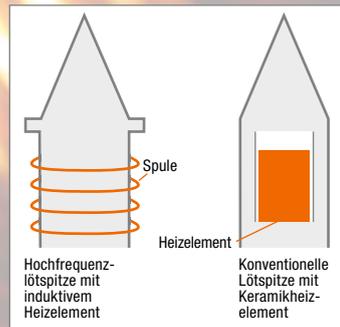


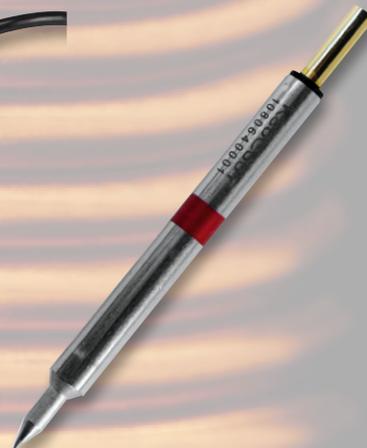


# Thermaltronics Induktionslötstation

Erwärmung durch Induktion – Regeln mit Curie-Effekt



Pierre Curie



Die Lötstation TMT-2000S der Firma Thermaltronics macht sich mittels spezieller Lötpatronen zwei physikalische Effekte zunutze, die bewirken, dass Lötungen professionell durchgeführt werden können. Im Folgenden werden die zugrunde liegenden physikalischen Effekte Induktionserwärmung und Curie-Effekt sowie deren Integration in die Lötpatronen dargestellt und der daraus resultierende praktische Nutzen für die Elektronikwerkstatt beschrieben.



## Löten

Beim Löten werden Metalle mithilfe geschmolzenen Metalls leitend miteinander verbunden. In der Elektronik werden die metallischen Anschlüsse (Anschlussdraht bzw. Anschlusspad) mit der kupfernen Leiterbahn einer Platine leitend miteinander verbunden, indem der Lötendraht, dessen Schmelztemperatur immer niedriger als die Schmelztemperaturen der zu verbindenden Metallteile liegt, durch Erwärmen verflüssigt wird und die erwärmten Metallteile beim Abkühlen verbindet. Grundsätzlich sollten mit einem LötKolben zunächst die zu verbindenden Teile erwärmt werden, danach wird der Lötendraht an die Lötstelle geführt und durch die Wärme verflüssigt. Nach Abschmelzen einer angemessenen Menge Löt-drahtes wird erst der Lötendraht und dann der LötKolben entfernt. Der gesamte Vorgang sollte ca. 2 bis 3 Sekunden dauern und während des Abkühlens/Erstarrens des Löt-drahtes darf die Lötstelle nicht bewegt werden. Wichtig ist, dass die Temperatur des LötKolbens so gewählt wird, dass einerseits die Erwärmung der Metallteile und vor allem das Schmelzen des Löt-drahtes zügig vonstatten gehen, aber andererseits die Löttemperatur nicht so hoch ist, dass die involvierten Komponenten (elektronisches Bauteil, Leiterbahn) durch Überhitzung beschädigt werden.

## Lötgeräte

Ein LötKolben ist ein Gerät zum Erwärmen und Schmelzen von Metallen mit dem Ziel, elektrisch leitende und mechanisch haltbare Lötverbindungen herzustellen. Allen Lötgeräten gemeinsam ist, dass es einen nichtmetallischen Teil zum Anfassen des Lötgerätes gibt und einen metallenen Teil, der erhitzt wird. Mit dem erhitzten metallischen Teil werden die zu verbindenden Metallteile erwärmt und der Lötendraht (siehe [Elektronikwissen](#)) geschmolzen.

Er gibt unterschiedliche Arten von LötKolben. Früher wurden zum Löten metallische Hämmer von außen durch eine Flamme erwärmt und als Lötgerät verwendet. Teilweise findet man – hauptsächlich für den mobilen Einsatz – LötKolben, bei denen die Erhitzung durch eine Gasflamme von außen oder von innen erfolgt (Bild 1 ❶, Bestell-Nr. CY-14 51 00). Mobile LötKolben gibt es auch mit Batteriebetrieb (Bestell-Nr. CY-11 54 49). Ein normaler HandlötKolben (Bild 1 ❷, z. B. Bestell-Nr. CY-02 41 54) wird ähnlich wie ein Stift gehalten und hat einen direkten Anschluss an 230 V bzw. 12 V. Eine Lötspitze wird von außen oder von innen durch ein elektrisches Heizelement erhitzt. Als – in der Elektronik selten verwendete – Spezialform gibt es LötKolben in Pistolenform (Bild 1 ❸). Bei einer Lötpistole dient der Heizwendel gleichzeitig als Lötspitze. Am professionellsten lässt es sich mit einer sogenannten Lötstation arbeiten, bei der es ein separates Netzteil, das die erforderliche Spannung und ggf. Frequenz erzeugt, und einen über ein flexibles, hitzefestes Anschlusskabel angeschlossenen HandlötKolben gibt (Bild 1 ❹). Darüber hinaus gibt es auch HeißluftlötKolben und Reflow-Öfen, die vor allem im SMD-Bereich verwendet werden.



Bild 1: LötKolbenarten: ❶ GaslötKolben, ❷ LötKolben, ❸ Lötpistole, ❹ Lötstation

## Lötspitzen

Die Übertragung der durch den LötKolben erzeugten Hitze auf die Werkstoffe und den Lötendraht erfolgt durch eine Lötspitze. Je nach Lötgerät und Anwendung werden unterschiedliche Lötspitzen eingesetzt. Man unterscheidet die Form/Geometrie und Größe von Lötspitzen. So gibt es beispielsweise meißelförmige, konische oder abgeschrägte (Bild 2) sowie eine Vielzahl weiterer Lötspitzenformen.

## Lötstation Thermaltronics TMT-2000S-K

Die Induktionslötstation TMT-2000S ist eine professionelle Lötstation mit exzellenten Temperaturregelungseigenschaften und einer umfangreichen Auswahl verschiedener werkzeuglos und schnell wechselbarer Lötspitzen. Der Lieferumfang umfasst:

- ein Netzgerät mit Anschlusskabel im stabilen Metallgehäuse, das die Netzspannung von 100–240 V Wechselfrequenz auf eine ungefährliche niedrige Spannung mit einer Frequenz von 470 kHz umformt,
- ein hitzeisolierendes Handstück zur Aufnahme einer Lötpatrone, das per Stecker an das Netzgerät angeschlossen wird und über ein sehr flexibles, hitzefestes Anschlusskabel verfügt,
- eine praktische Ablage für den LötKolben, die durch einen integrierten kleinen Schalter erkennt, ob ein LötKolben eingelegt ist, und dann die Erhitzung des LötKolbens ausschaltet,
- ein hitzefestes Silikonpad zur Lötspitzenentnahme,
- Lötspitzen-Reinigungswolle aus Messinggeflecht zum schonenden Säubern der Lötspitze,
- einen sulfidfreien Schwamm, der – leicht angefeuchtet – zur Reinigung der Lötspitze verwendet werden kann.

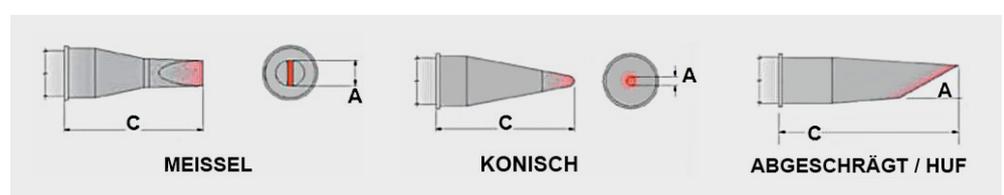


Bild 2: Beispiele für Lötspitzenformen: Meißel, konisch, abgeschrägt

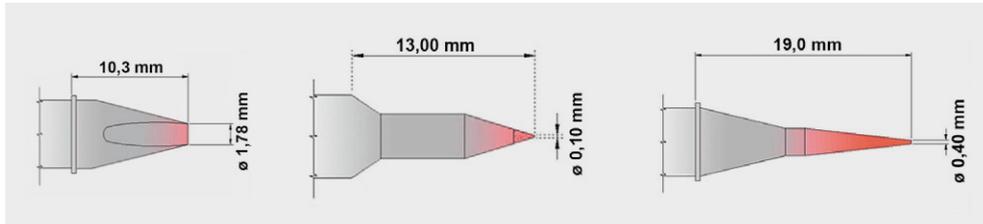


Bild 3: Lötpatronen (Beispiele): KxxCH018, KxxCO01, KxxBV004

Der angehängte Buchstabe K in der Artikelbezeichnung TMT-2000S-K kennzeichnet die Art der verwendbaren Lötpatronen. Zum Lieferumfang gehört keine Lötspitze/Lötpatrone, weil jeder seine eigene Vorliebe bezüglich Lötspitzenform und Temperaturbereich hat. Es gibt von Thermaltronics eine große Auswahl verschiedener Lötpatronen. Bild 3 zeigt beispielhaft drei gängige Lötspitzenformen. Für jede gewünschte Lötspitzenform kann man sich für den gewünschten bzw. benötigten Temperaturbereich entscheiden (Bild 4). Eine Lötpatrone mit der Bezeichnung K80CO01 ist beispielsweise eine Lötpatrone mit dünner konischer Spitze für einen Temperaturbereich von 420–475 °C (dazu unten mehr). Die Temperaturbereiche sind durch farbige Ringe an den Lötpatronen gekennzeichnet. Blau: unterer Temperaturbereich, gelb: mittlerer Temperaturbereich, rot: hoher Temperaturbereich (Bild 4, [1]). Der Hersteller Thermaltronics

empfiehlt blaue Patronen für Lötarbeiten mit bleihaltigem Lötendraht, gelbe Lötpatronen für bleifreies Löten und rote Lötpatronen für große Metallteile/-flächen. Im ELV Labor haben sich Lötpatronen für den roten Temperaturbereich für schnelles, bauteileschonendes Löten mit bleifreiem Lot in der Praxis am besten bewährt.

Die Besonderheit der Thermaltronics-Lötstation steckt in der Technologie der Lötpatronen. Im Gegensatz zu einfachen LötKolben werden die Lötspitzen von Thermaltronics nicht von außen oder innen durch ein Heizelement erhitzt. Es gibt auch keinen Temperatursensor oder Schalter in der Lötpatrone. Demzufolge gibt es auch keine Notwendigkeit, die erfasste Temperatur auszuwerten und durch eine Regelelektronik in der Basisstation zu regulieren. Der Innenaufbau einer Thermaltronics-Lötpatrone ist in Bild 5 zu sehen. Die Funktionsweise wird im Folgenden erklärt.

### Induktive Erwärmung

Eine stromdurchflossene Spule erzeugt bekanntlich ein magnetisches Feld – vgl. Elektromagnet, Relais usw. Vom Transformator kennt man das Prinzip der Induktion, bei dem durch eine Spule mit angelegtem

xx = 80 (80 Series 420–475 °C)

xx = 75 (70 Series 350–398 °C)

xx = 60 (60 Series 325–358 °C)



Bild 4: Farbcodierung bei Lötpatronen

### Lötendraht

Der in der Elektronik verwendete Lötendraht, auch Lot oder umgangssprachlich Lötzinn genannt, wird durch standardisierte Kurzbezeichnungen gekennzeichnet. Diese Kurzbezeichnung zeigt an, aus welchen chemischen Elementen der Lötendraht aufgebaut ist (Legierung). Die meist verwendeten chemischen Elemente sind Blei (chemisches Zeichen: Pb), Zinn (Sn), Kupfer (Cu), Silber (Ag) und Antimon (Sb). Liest man beispielsweise die Bezeichnung Pb60Sn40, so setzt sich der Lötendraht aus 60 % Blei und 40 % Zinn zusammen. Ein Lötendraht mit der Bezeichnung Sn99Cu1 setzt sich aus 99 % Zinn und 1 % Kupfer zusammen.

Manchmal werden einzelne Prozentangaben in der Bezeichnung weggelassen und ergeben sich dann aus den genannten Prozentangaben. Beispiel: Sn60Pb.

Jedes einzelne Element hat eine bestimmte Schmelztemperatur. Beispiele sind folgende Schmelztemperaturen:

Zinn (Sn) 232,0 °C, Bismut (Bi): 271,3 °C, Blei (Pb): 327,5 °C, Antimon (Sb): 630,7 °C, Silber (Ag): 961,9 °C, Kupfer (Cu): 1084,4 °C. Die Zusammensetzung des Lötendrahtes bestimmt seine Schmelztemperatur.

Kennzeichnung	Zusammensetzung	Schmelztemperatur
Sn99Cu1	99 % Zinn + 1 % Kupfer	227 °C
Sn95,5AgCu0,7	95,5 % Zinn, 3,8 % Silber, 0,7 % Kupfer	217 °C
Sn60Pb40 oder Sn60Pb	60 % Zinn + 40 % Blei	185 °C
Sn60Pb38Cu2	60 % Zinn + 38 % Blei + 2 % Kupfer	183 °C
Pb80Sn18Ag2	80 % Blei, 18 % Zinn, 2 % Silber	179 °C

Elektronik-Lötendraht wird bei der Herstellung mit einem dünnen Kern eines Flussmittels (oft Kolophonium) versehen, der das Löten vereinfacht, indem das Flussmittel Oxide auf den zu verbindenden Materialien entfernt bzw. verhindert. Bei der kompletten Bezeichnung eines Lötendrahtes wird angegeben, ob ein Flussmittel beigesetzt ist. Man liest dann beispielsweise noch nach alter Norm DIN 8511: F-SW32, wobei F für englisch „flux“ steht, S für Schwermetall und W für Weichlöten. Die Zahl spezifiziert das Flussmittel genauer. Nach der seit 1994 gültigen Norm DIN EN 28454-1 wird das als 2.2.3 geschrieben (Flussmitteltyp: organisch, Basis: wasserunlöslich, Aktivator: nicht auf Halogenidbasis).

Für normales Elektroniklöten ist eine Lötendrahtstärke von 1,0 mm optimal. Bei SMD-Lötungen ist ein Durchmesser von 0,5 mm geeigneter. Seit 2006 sind Lötdrähte mit Bleianteil weitestgehend verboten. Zu beachten ist, dass bleifreie Lote höhere Löttemperaturen erfordern. Bleifreie Lote sind im Reparaturfall nicht mit bleihaltigen Loten mischbar, und es sollte niemals eine Lötspitze sowohl für bleihaltiges als auch bleifreies Lot verwendet werden.

Von Weichlöten wird übrigens gesprochen, wenn die Schmelztemperatur – wie im Elektronikbereich der Fall – unter 450 °C liegt. Beim Hartlöten liegt die Schmelztemperatur zwischen 450 °C und 1100 °C.



Bild 5: Aufbau einer Thermaltronics-Lötpatrone



Wechselstrom ein Wechselmagnetfeld erzeugt wird, das in einer zweiten Spule eine Spannung induziert. Bei der induktiven Erwärmung ferromagnetischer Werkstoffe (vgl. [Elektronikwissen](#)) klappen die Elementarmagnete im Rhythmus eines Spulenfeldes um. Die dabei entstehenden Ummagnetisierungsverluste bewirken einen Aufheizvorgang.

Wenn man also wie in [Bild 5](#) eine Spule um ein ferromagnetisches Material wickelt und durch die Spule einen Wechselstrom fließen lässt, dann erwärmt sich das ferromagnetische Material durch Induktion. Dabei wird durch die Frequenz des angelegten Wechselstroms (wegen des sogenannten Skineffektes) die Erwärmungstiefe gezielt beeinflusst ([Bild 6](#)).

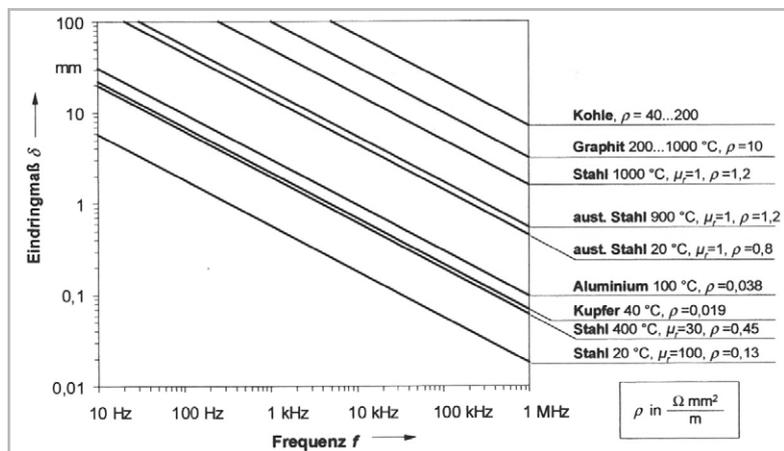


Bild 6: Eindringmaß bei induktiver Erwärmung [2]

Wie oben beschrieben arbeitet die Thermaltronics-Lötstation TMT-2000S mit einer Frequenz von 470 kHz. In [Bild 7](#) sieht man schematisch den Ablauf bei induktiver Erwärmung. Das System besteht aus drei Komponenten: einer Spule, einer Röhre aus einem ferromagnetischen Material und einem Kupferkern. Zunächst ([Bild 7 1](#)) ist der Körper noch kalt, dann wird ein Wechselstrom durch die Spule geschickt ([Bild 7 2](#)), was ein magnetisches Wechselfeld erzeugt. Dadurch werden Wirbelströme und Ummagnetisierungsverluste im ferromagnetischen Randbereich des Körpers induziert und dieser Randbereich erhitzt ([Bild 7 3](#)). Sobald der Randbereich sich erhitzt, geht Wärmeenergie auch in den Kupferkern der Lötpatrone über und dieser wird warm ([Bild 7 4](#)) und immer heißer ([Bild 7 5](#)). Die Wärme entsteht unmittelbar im Körper selbst, muss also nicht durch Wärmeleitung von einer Heizspirale bzw. einem Heizelement übertragen werden.

### Curie-Temperatur

Jedes ferromagnetische Material wird bei einer exakt definierten Temperatur, der Curie-Temperatur, paramagnetisch und verliert somit seine magnetischen Eigenschaften. Wird die Curie-Temperatur wieder unterschritten, so wird das Material wieder ferromagnetisch [3].

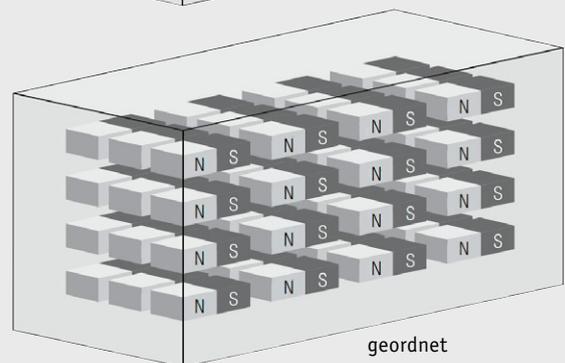
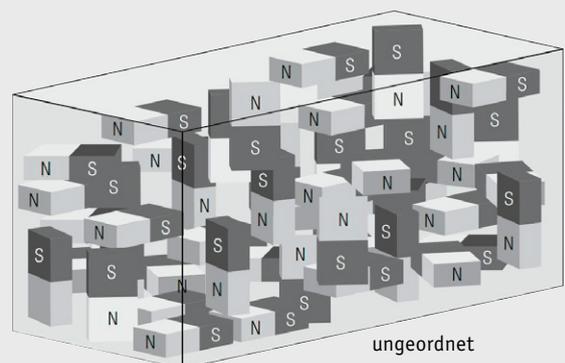
### Ferromagnetismus

Jeder Magnet hat bekanntlich einen magnetischen Nord- und einen Südpol. Zerteilt man einen Magneten in zwei Teile, so haben beide Teile wieder einen magnetischen Nord- und einen Südpol. Diese Teilung kann bis auf Atom- bzw. Molekülebene weiter erfolgen, ohne dass der Magneteffekt verloren geht. Die kleinste magnetische Einheit eines Materials bezeichnet man als Elementarmagnet. Sind die Elementarmagnete eines Stoffes ungleich ausgerichtet und gleich verteilt, dann heben sich die Magnetfelder der Elementarmagnete auf und der Stoff erscheint unmagnetisch. Wenn die Elementarmagnete geordnet sind, dann erscheint der Körper magnetisch.

Es gibt magnetisierbare Stoffe (z. B. Eisen, Kobalt, Nickel und Legierungen) und nicht magnetisierbare Stoffe (z. B. Aluminium, Kupfer, Blei, Gold).

Bei einem magnetisierbaren Stoff richten sich die ungeordneten Elementarmagnete bei Anlegen eines äußeren Magnetfeldes aus und der Stoff wird dadurch magnetisch. Solche Stoffe heißen Ferromagnete. Ferromagnetische Stoffe können ihren Magnetismus auch nach Entfernen des externen Magnetfeldes beibehalten.

Im Gegensatz zu Ferromagneten behalten sogenannte Paramagneten die Ordnung der Elementarmagneten nach Entfernen des äußeren Magnetfeldes nicht bei.



Elementarmagnete  
Quelle: Trilogie der induktiven Bauelemente, Würth Elektronik.  
www.we-online.de

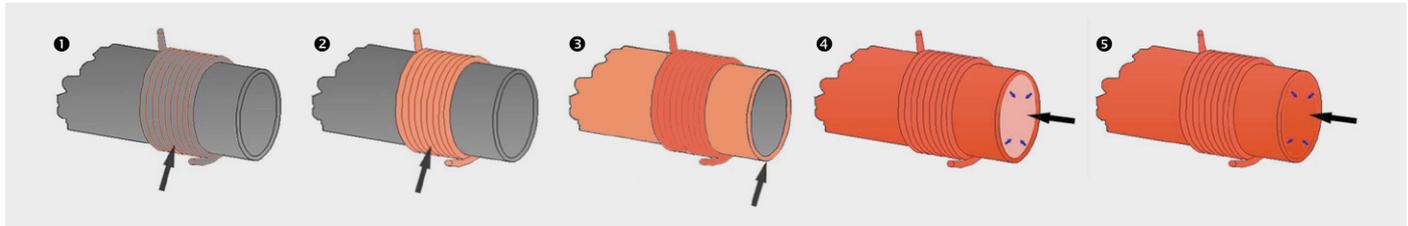


Bild 7: Induktive Erwärmung

Namensgeber für diesen 1894 von ihm entdeckten Effekt ist Pierre Curie (französischer Physiker).

Die Curie-Temperatur ist eine konstante Eigenschaft eines Materials. [Tabelle 1](#) listet exemplarisch die Curie-Temperatur verschiedener Stoffe auf. Durch Legierung (Verbindung) verschiedener Materialien kann man einen Werkstoff mit exakt gewünschter Curie-Temperatur herstellen.

Es gibt bei Youtube (unter dem Stichwort „Curie-Effekt“) anschauliche, nachbaubare (!) Versuchsanordnungen zum Curie-Effekt, bei denen demonstriert wird, dass ein Werkstoff unter der Curie-Temperatur von einem Magneten angezogen wird und oberhalb der Curie-Temperatur nicht mehr: Pendel, Motor o. Ä.

#### Curie-Temperaturen ausgewählter Stoffe [4]

Tabelle 1

Werkstoff	Curie-Temperatur
Eisen (Fe)	769 °C
Kobalt (Co)	1127 °C
Nickel (Ni)	358 °C

### Curie-Heat-Technologie

In den Lötpatronen der Thermaltronics-Lötstation TMT-2000S werden die beschriebenen Effekte Induktionserwärmung und der Curie-Effekt dermaßen kombiniert, dass ein Temperaturregelkreis entsteht, der als Curie-Heat-Technologie (oder Curie-Wärmetechnologie) bekannt ist ([Bild 8](#)). Der obere Teil des [Bildes 8](#) zeigt die beschriebene induktive Erwärmung. Wird nun durch immer weiteres Erwärmen durch Induktion die Curie-Temperatur erreicht ([oben rechts in Bild 8](#)), dann verliert der Mantel seine ferromagnetischen Eigenschaften, wodurch schlagartig keine weitere induktive Erwärmung mehr stattfindet ([rechts unten in Bild 8](#)). Der Mantel erhitzt nun auch den Kupferkern nicht weiter. Dieser kühlt ebenso wie der Mantel ab ([links unten im Bild 8](#)). Durch die Abkühlung des Mantelmaterials wird die Curie-Tempe-

ratur unterschritten, das Material wird wieder ferromagnetisch und die induktive Erwärmung beginnt von vorne.

Dieser Kreislauf spielt sich in sehr engen Grenzen um die Curie-Temperatur herum ab. Dadurch halten die Thermaltronics-Lötpatronen die Solltemperatur auf  $\pm 1,1$  °C genau ein, wobei die Solltemperatur vom Hersteller durch das Mischungsverhältnis der im Mantel verwendeten Legierung festgelegt wird. Es ist keine Kalibrierung erforderlich, weil das Material die Solltemperatur einmal festlegt und diese Eigenschaft immer bestehen bleibt. Die Lötpatronen sind wie beschrieben selbstregelnd, es gibt also keine Temperatursensoren, keine Regelelektronik und keine mechanischen Teile wie bei anderen Lötstationen.

Zu beachten ist, dass der Hersteller zwar – wie in [Bild 4](#) dargestellt – drei verschiedene Bereiche von Temperaturen angibt, aber bei einer bestimmten Lötpatrone wird die Temperatur auf  $\pm 1,1$  °C genau eingehalten. Was zunächst widersprüchlich scheint, lässt sich einfach erklären: Die konkrete Solltemperatur einer Lötpatrone hängt innerhalb des Temperaturbereiches von der Lötspitzengeometrie ab. Zwei Lötpatronen gleicher Lötspitzengeometrie innerhalb eines Temperatur-/Farbbereiches erzeugen exakt die gleiche Temperatur ( $\pm 1,1$  °C). Zwei K80C001 haben also die gleiche Temperatur.

Zwei Lötpatronen mit unterschiedlichen Lötspitzen haben innerhalb eines Temperatur-/Farbbereiches unterschiedliche Temperaturen: Die kürzere Lötspitze hat eine höhere Temperatur, weil die Spitze näher am kupfernen Kern ist als die längere Lötspitze. Eine K75CH018 ([Bild 3 links](#)) hat beispielsweise eine Temperatur von 390 °C, während die spitzere K75BV004 ([Bild 3 rechts](#)) eine Temperatur von 380 °C hat. Die Temperaturbereiche mit den Farbcodierungen ([Bild 4](#)) decken also jede Lötspitzengeometrie in dieser Serie ab.

Eine bestimmte Lötpatrone mit einer bestimmten Lötspitzenform hat immer die gleiche Temperatur. Diese feste Temperatur wird durch die beschriebene Temperatur-Selbstregulierung ([Bild 8](#)) immer auf  $\pm 1,1$  °C genau eingehalten, egal, ob ein dünner Diodenanschlussdraht oder dickere Metallteile verlötet werden, und auch über die gesamte Lebensdauer der Lötpatrone. Vorteil: Wenn mehr Wärme „abgezogen“ wird, wird nachgeheizt. Sonst nicht. Es ist nicht nötig – wie bei anderen Lötkolbentechnologien –, „auf Vorrat“ mehr Watt/Hitze zu verwenden.

Vergleichbar ist das Ganze in etwa mit einem (idealen) Tempomaten, der ein Auto bergauf und bergab konstant auf zum Beispiel 120 km/h halten kann, indem die Drehzahl erhöht wird, bis die Sollgeschwindigkeit erreicht ist. In der Analogie würde das Auto bei Erreichen der Sollge-

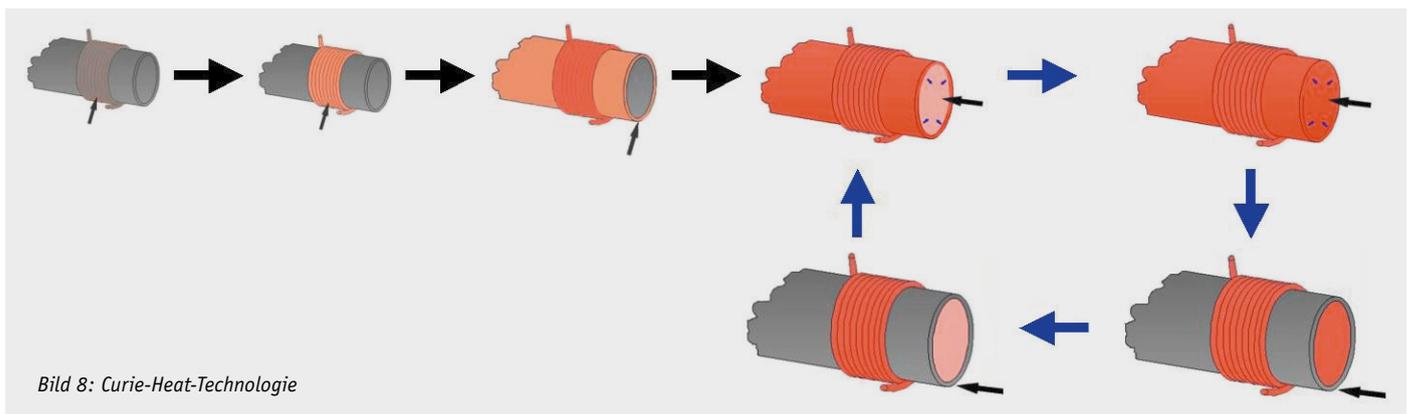


Bild 8: Curie-Heat-Technologie



schwindigkeit nicht weiter beschleunigt werden, sondern die Motordrehzahl würde schlagartig auf null gestellt und das Auto abgebremst werden. Das Auto verlangsamt sofort und unter der Sollgeschwindigkeit wird automatisch wieder „Gas gegeben“. Die induktive Erwärmung entspricht quasi dem Motor, der das Auto in Fahrt bringt, und der Curie-Effekt ist die Bremse, die bei einer bestimmten Geschwindigkeit schlagartig bremst.

Bei LötKolben ohne Curie-Heat-Technologie sind die „Bremsen“ bei Weitem nicht so wirksam: Das Heizelement heizt noch nach. Ein Überhitzen ist dann nicht ausgeschlossen. Die Bremse muss in der Analogie schon viele Meter vor Erreichen der Sollgeschwindigkeit getreten werden, um die Sollgeschwindigkeit nicht zu überschreiten. Das Unterschreiten der Solltemperatur muss ohne Curie-Heat-Technologie erst durch einen Temperatursensor erkannt und durch eine Elektronik in das Signal zum erneuten Heizen verarbeitet werden. Bei Curie-Heat-Technologie basiert die Regelung auf physikalischen Vorgängen direkt im Metall.

Induktion zum Heizen – Curie-Effekt zur Temperaturregelung: Die Kombination beider Effekte macht die Curie-Heat-Technologie möglich. Mit nur einem der beiden Effekte wäre es nicht möglich.

## Benutzung der Lötstation

Vor der eigentlichen Benutzung der Lötstation wird aufgrund der zu verlötenden Teile und des verwendeten Lötdrahtes entschieden, welche Lötspitzenform und welcher Temperaturbereich benötigt werden. Die geeignete Lötpatrone wird einfach und werkzeuglos in das Lötstück geschoben. Die Kontakte sind vergoldet und die Verbindung wird automatisch und sicher beim Einstecken der Patrone hergestellt.

Der Stecker am flexiblen Kabel des Handstücks wird in eine der Buchsen an der Vorderseite des Netzgerätes gesteckt. Es gibt zwei Buchsen, in die – auch gleichzeitig – zwei verschiedene LötKolben eingesteckt werden können (verschiedene Spitzenformen, bleihaltiger/bleifreier Löt Draht ...). Durch einen Schiebeschalter wird der zu verwendende LötKolben ausgewählt. Nachdem die Ablageeinheit durch ein Kabel mit der Rückseite des Netzgerätes verbunden ist, kann der Hauptschalter auf der Oberseite des Netzgerätes eingeschaltet und mit dem Löten begonnen werden. Die Lötspitze erreicht durch die sehr direkte induktive Erwärmung sehr schnell die Solltemperatur. Diese Löttemperatur wird wie beschrieben auf 1,1 °C genau eingehalten – egal, was gelötet wird. Für die Reinigung der Lötspitze sind in der Ablage ein Messinggeflecht und ein sulfidfreier Schwamm integriert.

Wird der LötKolben bei Löt pausen in der Ablage abgelegt, wird der LötKolben durch einen Minischalter abgestellt, um die Lötspitze zu schonen und die Brandgefahr zu minimieren. Sobald der LötKolben wieder entnommen wird, heizt die Lötpatrone sehr schnell wieder auf. Falls die Lötspitze gewechselt werden soll, schaltet man die Lötstation aus und kann mithilfe des beiliegenden Silikonpads die noch warme Lötpatrone aus dem Handstück entnehmen und eine andere Lötpatrone einsetzen.

## Fazit

Bei Lötarbeiten ist eine angepasste und konstante Lötspitzentemperatur extrem wichtig, um eine gute Lötverbindung herzustellen und dabei keine – teils hitzeempfindlichen elektronischen – Komponenten wie ICs etc. zu beschädigen.

Die Thermaltronics-Lötstation TMT-2000S arbeitet mit selbst regulierenden Lötpatronen. Dabei wird die Curie-Heat-Technologie genutzt, die auf induktiver Erwärmung und Regelung durch den Curie-Effekt basiert, wodurch die Lötspitze sehr schnell die Solltemperatur erreicht und diese Solltemperatur auf  $\pm 1,1$  °C stabil und dauerhaft eingehalten wird. Dafür ist keine Kalibrierung erforderlich. Die Temperatur wird exakt eingehalten, weil sie durch die legierungsspezifische Curie-Temperatur herstellenseitig für immer festgelegt ist.

Eine Ablagestation mit automatischem Ausschalter zur Schonung der Lötspitze und zur Verhinderung von Brandschäden sowie integrierte Metallwolle und Schwamm zur Lötspitzenreinigung machen die Lötstation zu einem professionellen Lötgerät für jeden Elektronikarbeitsplatz. 



## Weitere Infos:

- [1] Herstellerseite Thermaltronics: [www.thermaltronics.com](http://www.thermaltronics.com)
- [2] Klaus Müller: Werkstoffkundliche Qualifizierung des Randschichthärtens mit Laserstrahlung, Herbert Utz Verlag 2017 und [https://inductoheat.eu/wp-content/uploads/sites/15/2015/07/was\\_ist\\_Induktion-D.pdf](https://inductoheat.eu/wp-content/uploads/sites/15/2015/07/was_ist_Induktion-D.pdf)
- [3] Wilhelm Cassing et al.: Elektromagnetische Wandler und Sensoren: Grundlagen der feldnumerischen Berechnung elektromagnetischer Felder und Anwendungen in der Mechatronik, expert-Verlag 2002
- [4] [www.supermagnete.de/magnetismus/curietemperatur](http://www.supermagnete.de/magnetismus/curietemperatur)

Preisstellung Oktober 2018 – aktuelle Preise im ELV Shop

Empfohlene Produkte	Bestell-Nr.	Preis
Thermaltronics-Induktionslötstation TMT-2000S-K	CY-25 00 15	€ 219,-
Thermaltronics-Lötpatrone, konisch, 0,10 mm, K80C001, ca. 420 °C	CY-25 00 16	€ 18,95
Thermaltronics-Lötpatrone, konisch spitz, 0,40 mm, K80BV004, ca. 420 °C	CY-25 00 17	€ 15,95
ELV No-Clean Löt Draht bleifrei Sn99Cu1+ML, 1,0 mm	CY-10 76 79	€ 6,95
ELV Lötrauch-Absauggerät inkl. 3 Filter	CY-10 88 55	€ 44,95
Fixpoint Entlötsaugpumpe de luxe	CY-07 74 16	€ 3,95
Helping Hand mit Lupe	CY-02 95 13	€ 4,95
Bauteil-Lehre	CY-02 92 90	€ 0,93
Stannol-Entlötlitze, 1,5 mm	CY-12 77 72	€ 3,38
ELV Platinenhalter	CY-12 77 91	€ 9,95
Knipex Electronic Super Knips XL Seitenschneider	CY-12 92 37	€ 24,95
ELV Universal-Löthelfer-Set mit Federpinzette und Halteklammer	CY-05 46 55	€ 6,95