

# Induktiv vs. Widerstands-Heiztechnologie eingesetzt in Handlötssystemen Ein Leistungsvergleich

Von Hoa Nguyen, Chief Technology Officer



## Einführung

Beim Handlöten müssen bei der Wärmezufuhr vom Lötssystem zur Lötspitze mehrere Faktoren für die Leistungsbewertung des Systems berücksichtigt werden. Die Leistung des Systems und die Frage, ob der Lötgriffel mit Lötspitzen oder Lötpatronen eingesetzt wird sind zwei solcher Faktoren. Dies sind auch heute noch die Fragen, die sich ein Anwender vor der Entscheidung für ein Lötssystem stellen muss. Darüber hinaus werden bei heutigen Lötssysteme zwei verschiedene Heiztechnologien, induktiv bzw. resistiv, eingesetzt. Dies hat direkten Einfluss auf die Leistung. Bei der induktiven Erwärmung, auch direkte Erwärmung genannt, erzeugt ein Wechselstrom, der durch eine Spule fließt, ein Magnetfeld. Das Platzieren eines Objekts (Heizelement mit Lötspitze) innerhalb dieses Feldes induziert Wirbelströme, die Wärme erzeugen. Wärme wird dort erzeugt, wo und nur wo diese Wirbelströme fließen. Durch das Aufheizen der magnetischen Legierung erreicht diese ihre "Curie-Temperatur" und verliert ihre magnetischen Eigenschaften. Dies eliminiert den „Skin- Effekt“ des Heizelementes und bewirkt den Stromfluss zum niederohmigen, nicht heizenden Kupferkern der Lötspitze (Abbildung 1a).

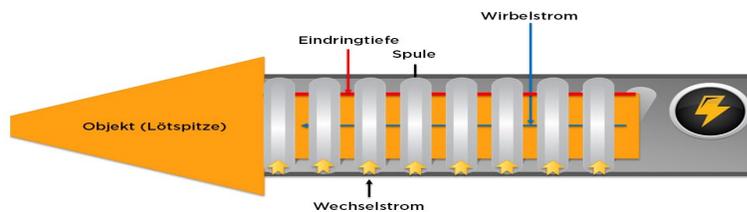


Abbildung 1a.

Bei der Widerstands-Heiztechnologie wird Wärme in einem Heizelement erzeugt und dann zum Lötspitzenende geleitet. Diese Heiztechnologie hat einen höheren thermischen Widerstand und bietet daher eine geringere thermische Leistung als induktive Erwärmung.

In diesem Dokument wird ein Testverfahren zur Messung der Leistung von Handlötssystemen beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse der Tests mit den neuen induktiven Metcal Handlötssystemen der GT-Serie mit Ergebnissen anderer auf dem Markt befindlichen Lötssystemen, die die Widerstands-Heiztechnologie einsetzen, veranschaulicht.

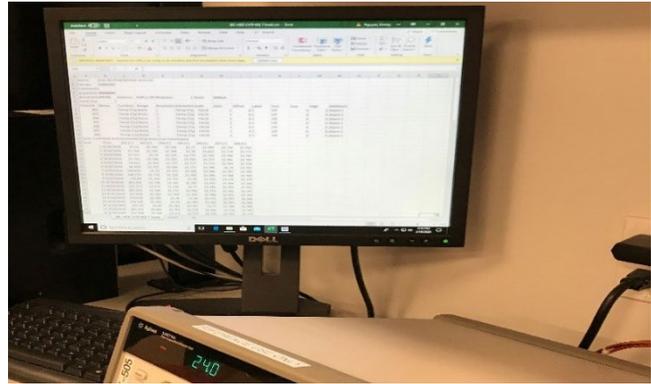
## Versuchsaufbau und Verfahren

Sieben identische Massepunkte aus Kupfer (8,5 mm Ø, 6,8 mm Höhe) werden auf eine Testplatine aufgebracht. Dieser Aufbau wurde ausgewählt, um eine hohe thermische Last zu simulieren. Die Anforderung ist, bei einer vorgegebenen Löttemperatur einen hohen Durchsatz zu erreichen. Ein vergleichbares Beispiel aus der Produktion wäre das Löten von Masseflächen.



Bild 1B: Aufbau 7-fach Massetest

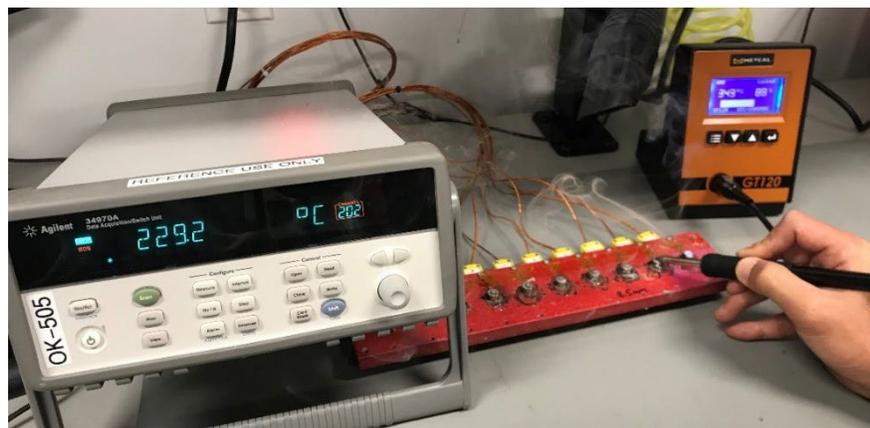
Der Testaufbau mit Massepunkten wird in Abbildung 1B gezeigt. Grundmaterial der Platine ist Phenolharz. Dieses verhindert eine Wärmeleitung zwischen den Massepunkten. Ein Typ K Thermoelement wird an jeden Anschluss der Massepunkte fixiert. Diese leiten die gemessenen Temperaturen an ein Datenerfassungssystem, das die Temperaturen aufzeichnet und, wie in den Abbildungen 2 und 3 gezeigt, speichert.



**Bild 2: Datenerfassungssystem erfasst Temperaturprofile**

Vor jedem Testlauf wurden die Masseflächen von Löt- und Flussmittelresten befreit und eine kleine, aber gleichbleibende Menge Lotpaste aufgetragen. Der Zweck der Lotpaste besteht darin, die Wärmeübertragung zwischen der Lötspitze und der Massefläche zu maximieren. Die Kontaktflächen wurden vor jedem Testlauf auf etwa 24 °C abgekühlt. Für dieses Experiment wurde die Leerlauftemperatur der Lötspitze des jeweils getesteten Löt-systems auf eine Temperatur von 400 °C eingestellt. Diese Temperatur wurde dann mit einem Temperaturmesser auf Korrektheit überprüft. Die Temperatur jedes Löt-kolbens wurde vor dem Test mindestens zweimal gemessen, um vergleichbare Voraussetzungen zwischen den unterschiedlichen Löt-systemen sicherzustellen. Sobald sich die eingestellten 400 °C stabilisiert hatten, wurde der Löt-kolben auf den ersten thermischen Massepunkt gesetzt. Um Messfehler an der Lötspitze zu minimieren und einen gleichmäßigen Wärmekontakt sicherzustellen, wurde der Lötgriffel über die gesamte Testreihe immer in einem Winkel von ca. 15° auf die Massepunkte aufgesetzt.

Sobald die Ausgangstemperatur des ersten Massepunktes von 24 °C die Zieltemperatur von ca. 250 °C erreicht hatte (bleifreies Lot schmilzt bei ca. 217 °C) wurde die Lötspitze auf den nächsten Massepunkt gesetzt. Dies wurde solange wiederholt bis alle 7 Messungen durchgeführt waren. Maßgebend ist die Zeit, die zur Durchführung der kompletten Messreihe benötigt wurde. Alle Messreihen wurden aufgezeichnet.



**Bild 3: Platzieren der Lötspitze auf dem Massepunkt**

## Getestete Handlötssysteme

Um den Test durchzuführen haben wir Lötssysteme verschiedener Hersteller ausgewählt. Die Systeme wurden, basierend auf ihrer jeweiligen Leistung, in zwei Leistungsgruppen unterteilt. Jedes System wurde mit den vom Hersteller angebotenen Lötspitzen oder Lötpatronen getestet. Lötspitzen werden von einigen Herstellern als kostengünstigere Lötoption angeboten und bieten tendenziell eine geringere Lötleistung als Lötpatronen, da sie indirekt durch ein Heizelement erwärmt werden.

Gruppe 1 beinhaltet Widerstands-Lötssysteme von 75 bis 130 W und induktive Lötssysteme mit 90 W. Die in diesem Versuch verwendeten Lötspitzen-Geometrien sind Meißel mit einer Breite zwischen 2,4 - 2,5 mm, wie vom Hersteller angeboten.

Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Heiz-Technologie	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT90	Induktiv	GT6-CH0025S	Standard Lötspitze	Meißel 2,5 mm
Metcal	GT90	Induktiv	GT4-CH0025S	Schlanke Lötspitze	Meißel 2,5 mm
JBC	CD-1BQE	Widerstand	T245759	Lötpatrone	Meißel 2,4 mm
Weller	WT1010	Widerstand	XNT-B	Lötspitze	Meißel 2,4 mm
Hakko	FX-951	Widerstand	T15-D24	Lötpatrone	Meißel 2,4 mm

Gruppe 2 umfasste Widerstands-Handlötssysteme von 130 - 250 W und induktive Lötssysteme mit 120 W. Die in diesem Versuch verwendeten Lötspitzen-Geometrien sind Meißel mit einer Breite von 5 - 6 mm, wie vom Hersteller angeboten.

Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Heiz-Technologie	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT120	Induktiv	GTC-CH0050S	Lötpatrone	Meißel 5,0 mm
Metcal	GT120	Induktiv	GT6-CH0050S	Lötspitze	Meißel 5,0 mm
JBC	HDE	Widerstand	C470002	Lötpatrone	Meißel 6,0 mm
JBC	DI-1D	Widerstand	C470002	Lötpatrone	Meißel 6,0 mm
Weller	WT1010H	Widerstand	XT-E	Lötspitze	Meißel 5,9 mm
Hakko	FM-203	Widerstand	T15-D52	Lötpatrone	Meißel 5,2 mm

## Ergebnisse des Leistungsvergleiches

Bei der Betrachtung der Leistung von Lötssystemen konzentrieren sich die Tester auf drei Messgrößen: Zeitdauer bis zur Zieltemperatur, Verweilzeit auf dem Massepunkt und Erholungszeit (bis zur eingestellten Leerlauftemperatur). Diese drei Messwerte zusammen identifizieren das beste Lötprodukt für eine Fertigungslinie und tragen dazu bei, den Durchsatz zu maximieren und den Ausschuss zu reduzieren.

**Das Kriterium „Zieltemperatur“ misst sich daran,** wie schnell sich die Lötspitze/Lötpatrone nach dem Einschalten auf die eingestellte Zieltemperatur erwärmt. Die Zeit bis zum Erreichen der Zieltemperatur ist entscheidend, da sie als verlorene Zeit im täglichen Fertigungsprozess angesehen werden muss. Viele Lötssysteme auf dem Markt haben eine relativ lange Aufheizzeit was insgesamt zu einer geringeren Produktivität führt. Das kann sich besonders bei Schichtbetrieb zu einem kostenrelevanten Faktor entwickeln.

**Die „Verweilzeit“ auf der Lötstelle,** hängt von der Temperaturstabilität ab und misst sich daran wie lange es dauert bis ein Lötprozess abgeschlossen werden kann. Wenn die heiße Lötspitze mit dem Lötpad in Kontakt kommt, hängt die Verweilzeit der Spitze auf dem Pad direkt davon ab, wie gut die Lötspitze die voreingestellte Temperatur aufgrund des Wärmeabflusses stabil halten kann. Die Temperatur an der Lötspitze kann, abhängig vom System, erheblich absinken und dadurch den Lötprozess bedeutend verlängern. Dies gilt insbesondere für Anwendungen mit höherem thermischem Bedarf.

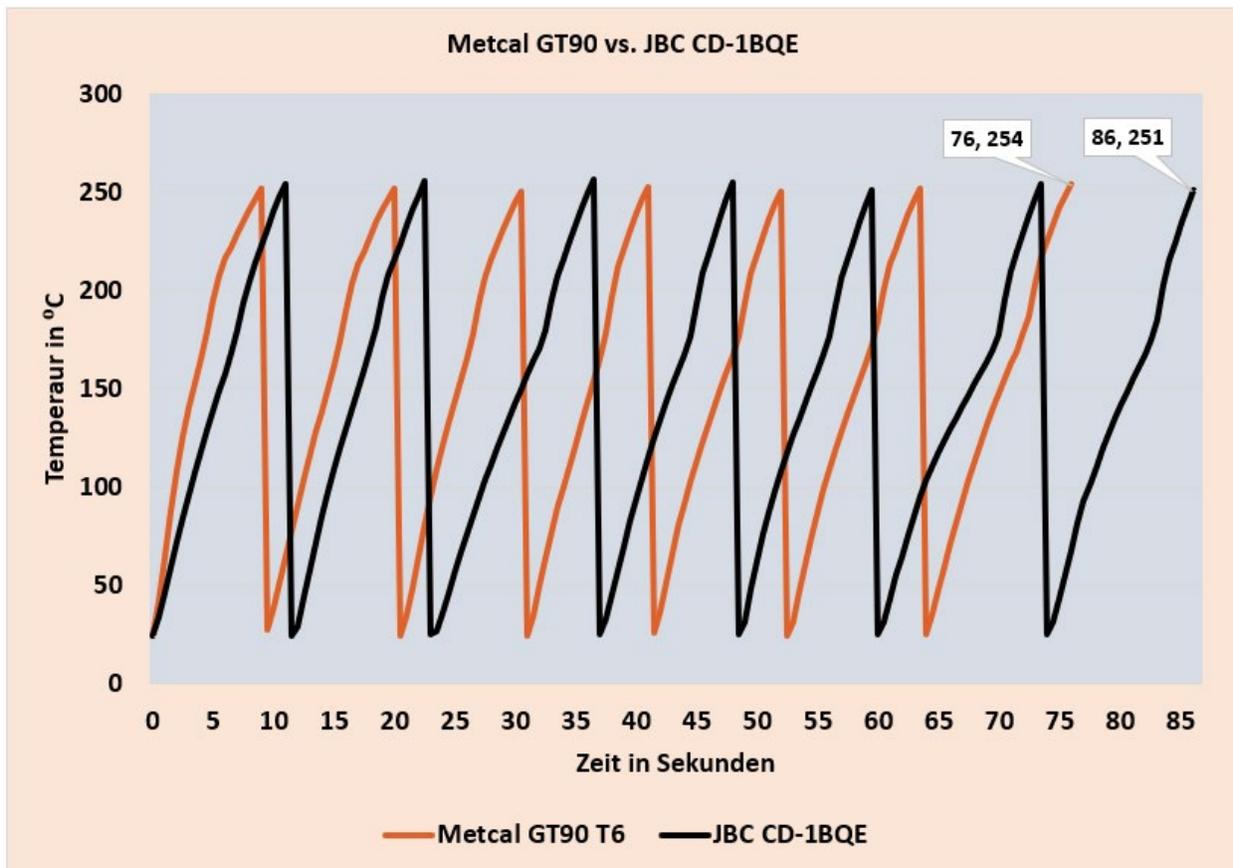
**Die „Erholungszeit“ ist die Zeit,** die eine Lötspitze benötigt, um nach Abschluss einer Lötung wieder die eingestellte Zieltemperatur zu erreichen. Erst dann wird mit dem nächsten Lötprozess begonnen. Wie bei der bereits besprochene „Zieltemperatur“ gibt es auch hier bei den unterschiedlichen Modellen erhebliche Abweichungen, die den Produktionsprozess verlängern.

In dem nachfolgenden Abschnitt haben wir die im o.a. Abschnitt beschriebene Testmethode verwendet, um die Wärmeleistung (die Zeit, um alle sieben Mess-Lötungen auf 250 °C zu bringen) der unterschiedlichen Lötssysteme zu vergleichen.

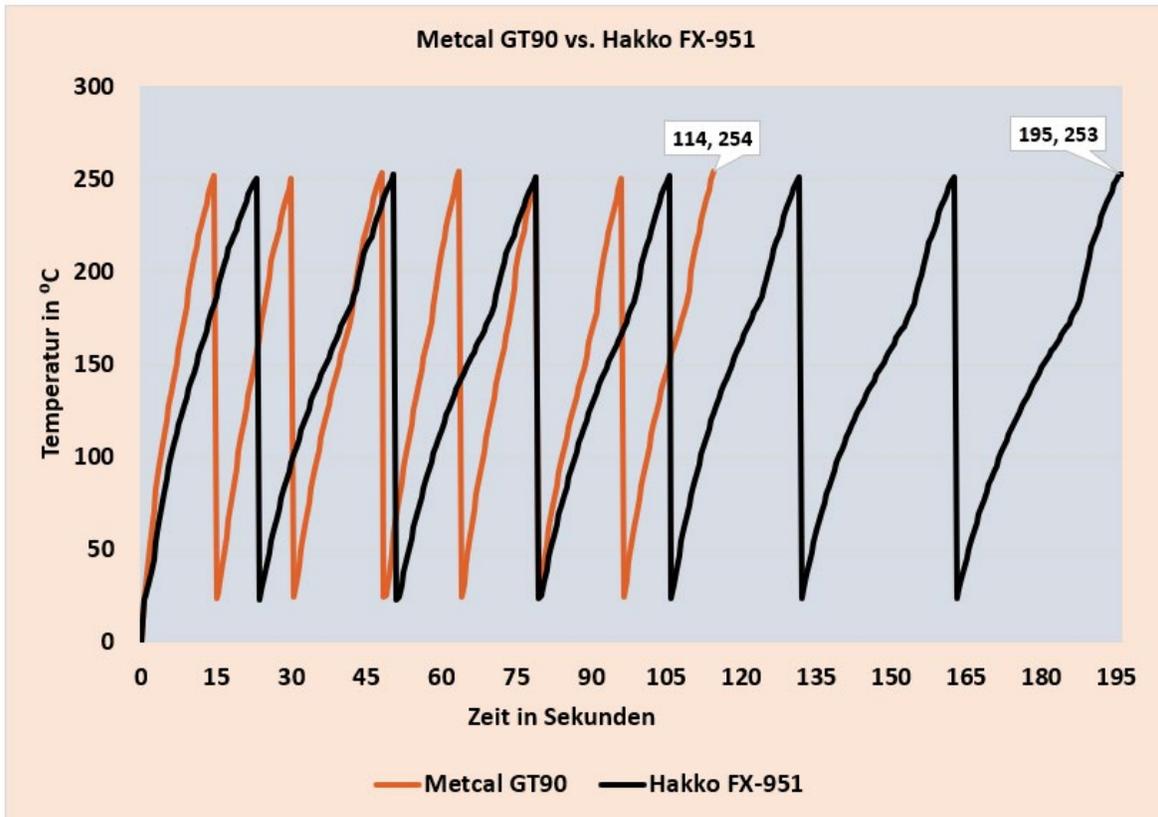
## Test Systeme für geringen bis mittleren Leistungsbedarf; 7-fach Leistungstest

Das Induktiv-Lötssystem Metcal GT90 wurde mit den Widerstands-Lötssystemen JBC CD-1BQE, Hakko FX-951 und Weller WT-1010 verglichen.

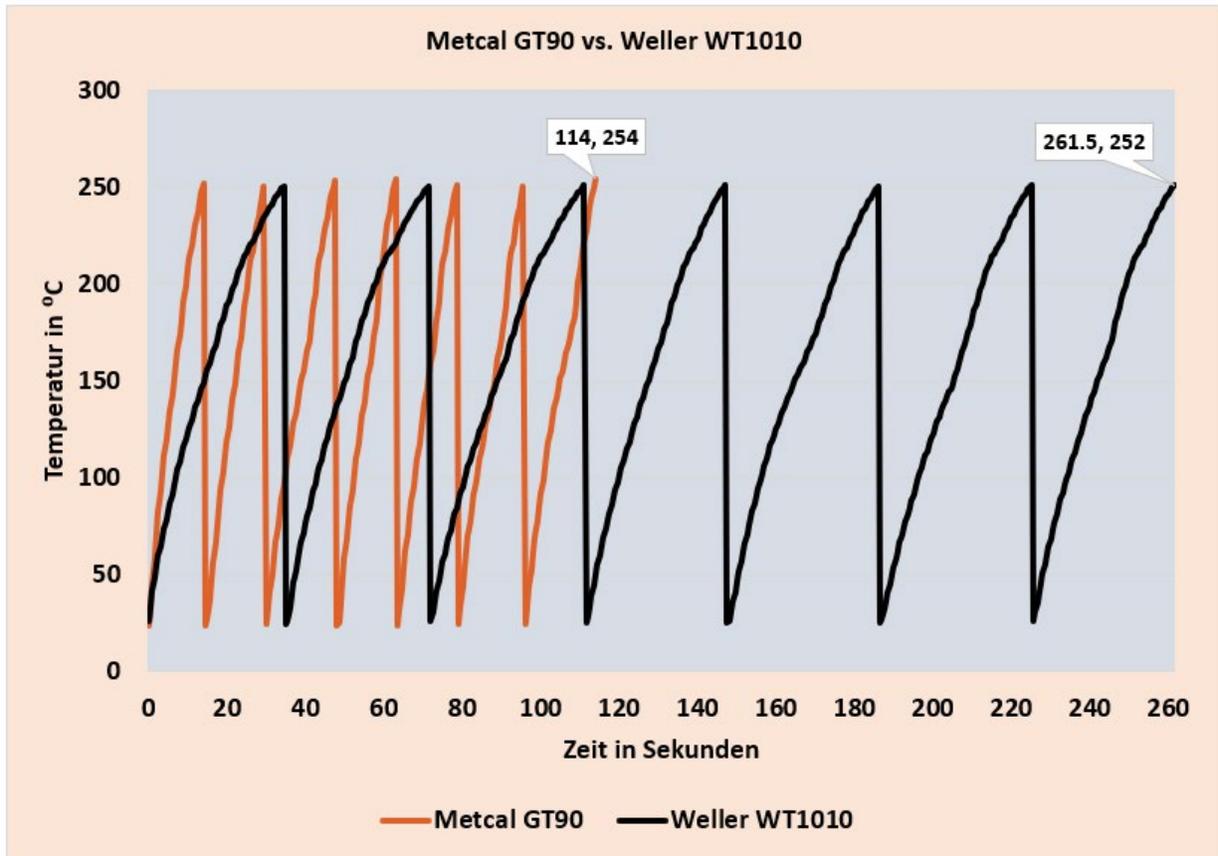
Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT90	GT6-CH0025S	Standard Lötspitze	Meißel 2,5 mm
JBC	CD-1BQE	T245759	Lötpatrone	Meißel 2,4 mm



Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT90	GT4-CH0025S	Schlanke Lötspitze	Meißel 2,5 mm
Hakko	FX-951	T15-D24	Lötpatrone	Meißel 2,4 mm



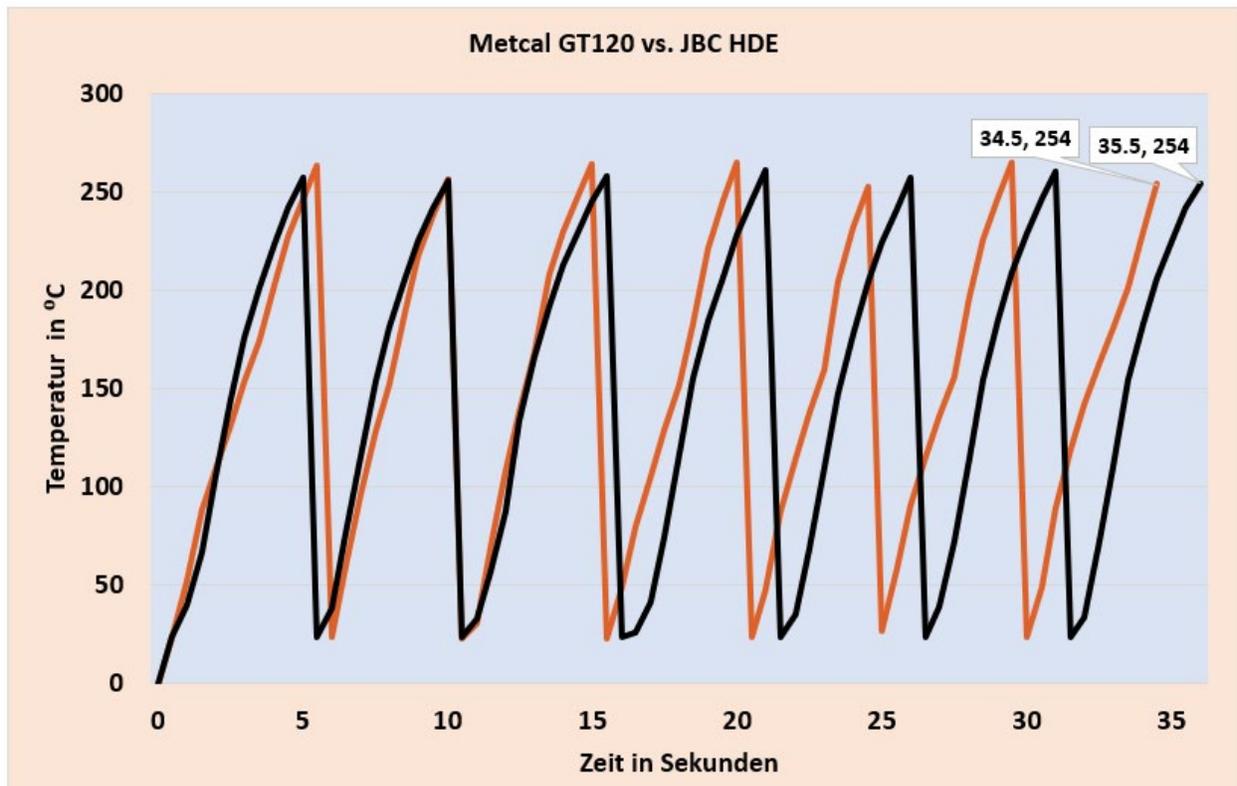
Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT90	GT4-CH0025S	Schlanke Lötspitze	Meißel 2,5 mm
Weller	WT1010	XNT-B	Lötspitze	Meißel 2,4 mm



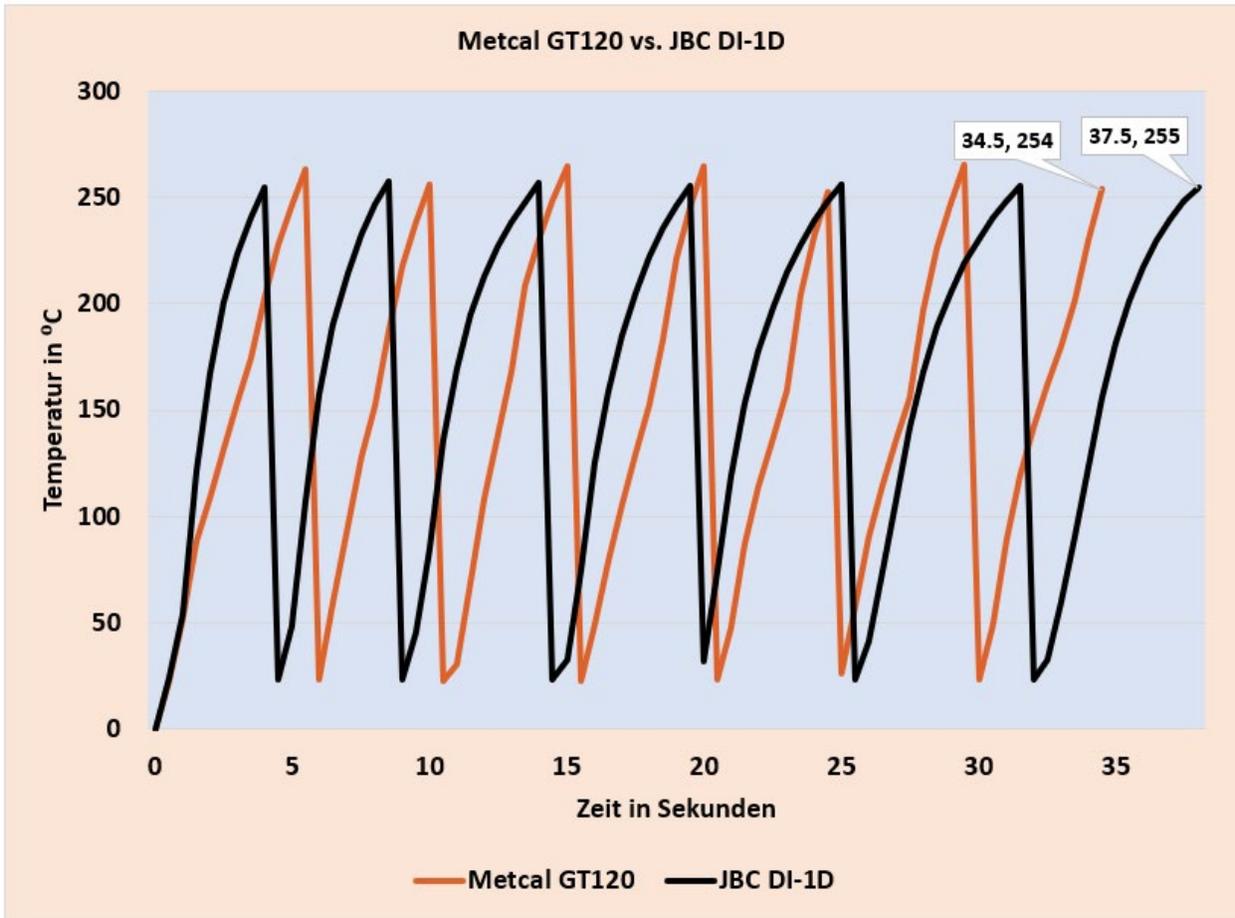
## Test Systeme für hohen Leistungsbedarf; 7-fach Leistungstest

Das Induktiv-Lötssystem Metcal GT120 wurde mit den Widerstands-Lötssystemen JBC HDE, JBC DI-1D, Hakko FM-203 und Weller WT-1010H verglichen.

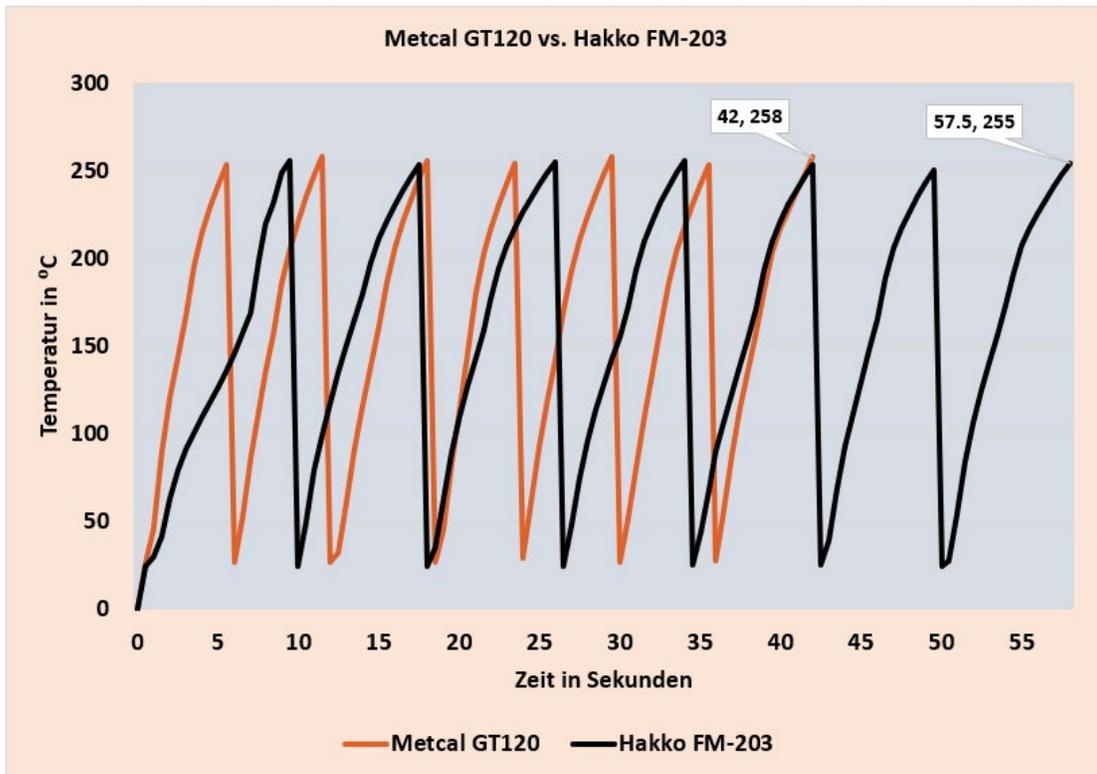
Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT120	GTC-CH0050S	Lötpatrone	Meißel 5,0 mm
JBC	HDE	C470002	Lötpatrone	Meißel 6,0 mm



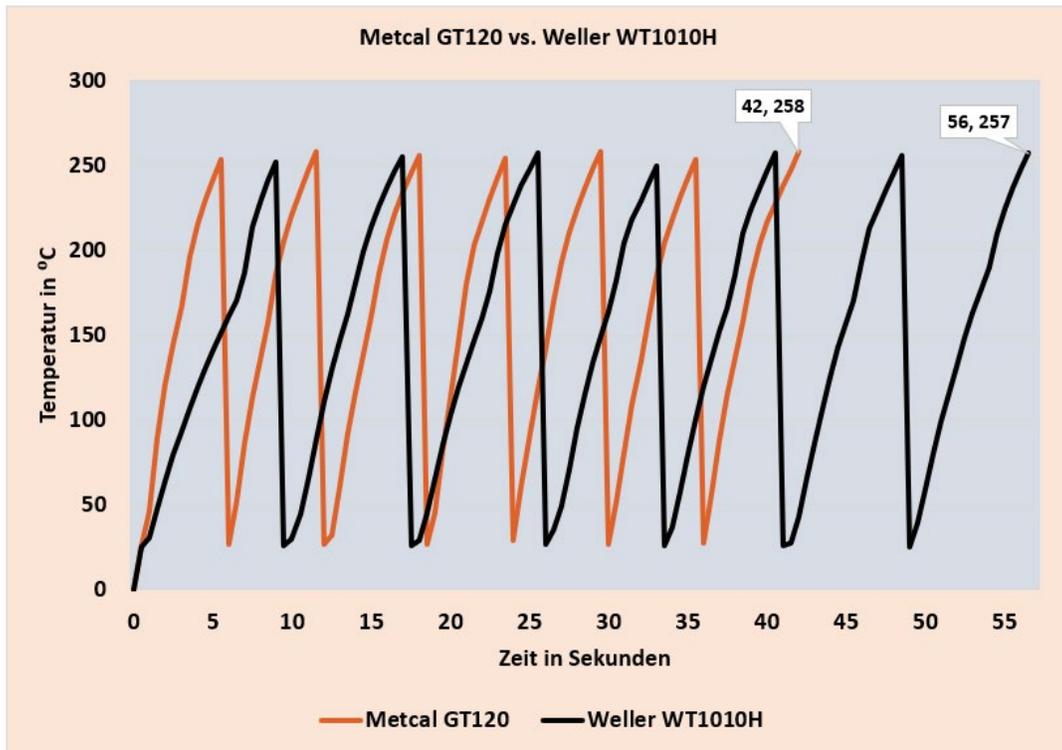
Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT120	GTC-CH0050S	Lötpatrone	Meißel 5,0 mm
JBC	DI-1D	C470002	Lötpatrone	Meißel 6,0 mm



Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT120	GT6-CH0050S	Lötspitze	Meißel 5,0 mm
Hakko	FM-203	T15-D52	Lötpatrone	Meißel 5,2 mm

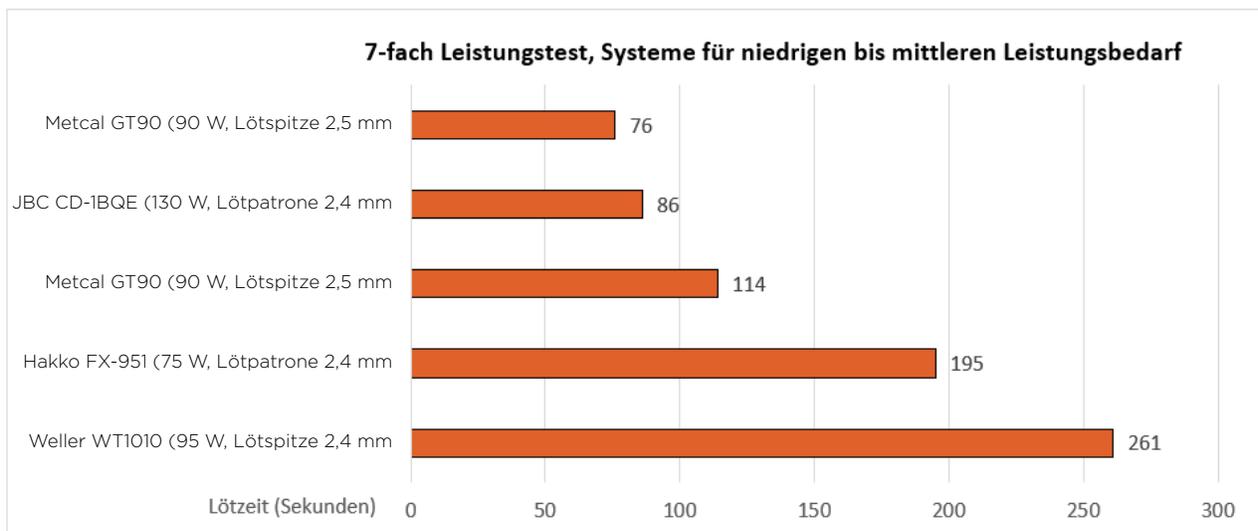


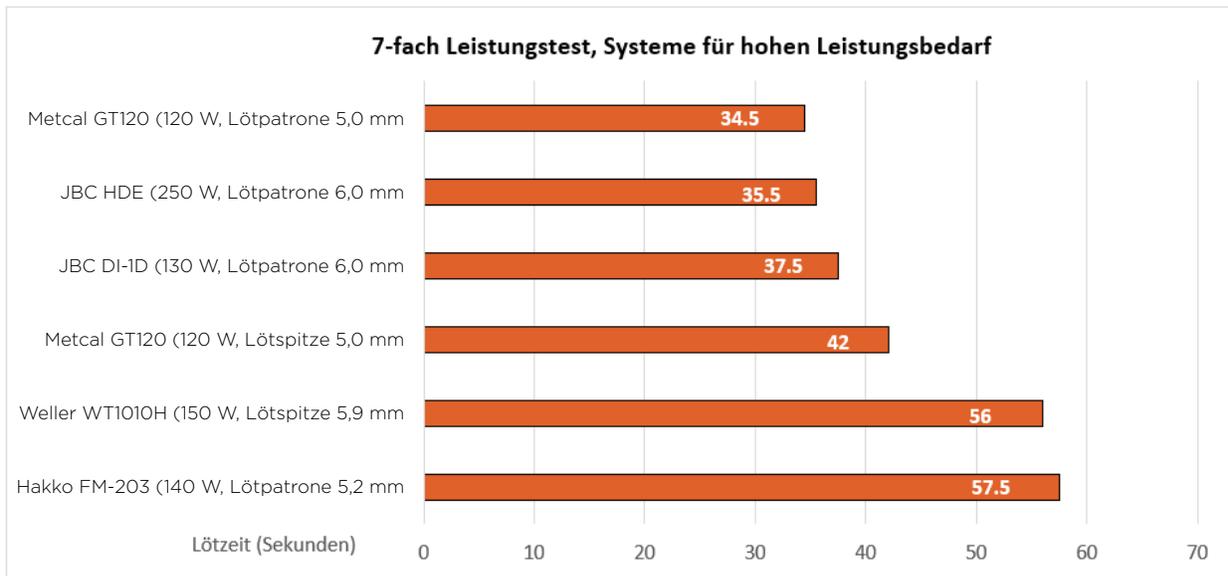
Hersteller	Artikel-Nr. Lötssystem	Artikel-Nr. Lötspitze/Lötpatrone	Lötspitze oder Lötpatrone	Geometrie
Metcal	GT120	GT6-CH0050S	Lötspitze	Meißel 5,0 mm
Hakko	FM-203	T15-D52	Lötpatrone	Meißel 5,2 mm



### Zusammenfassung

Nachfolgend die Ergebnisse der beiden Tests - Systeme für niedrigen bis mittleren und Systeme für hohen Leistungsbedarf.





Die Ergebnisse beider Tests zeigen eine Korrelation zwischen drei verschiedenen Faktoren:

- Heiztechnologie
- Systemleistung
- Lötspitze vs. Lötpatrone

Obwohl Leistung eine wichtige Rolle bei der Beurteilung ähnlicher Systeme spielt, zeigen die Tests, dass die Heiztechnologie, gefolgt von der Wahl zwischen einer Lötspitze oder einer Lötpatrone, eine größere Auswirkung auf die Gesamtleistung zu haben scheint. Dies zeigt sich an der Leistungsverbesserung in jedem der folgenden Fälle:

1. Das induktive 90 Watt Lötssystem mit einer Standard-Lötspitze übertraf alle getesteten Lötssysteme mit Widerstands-Heizung, unabhängig davon ob sie mit Lötspitzen oder Lötpatronen eingesetzt wurden.
2. Das induktive 120 Watt Lötssystem ist leistungsmäßig gleichwertig mit dem 250 Watt Lötssysteme mit Widerstands-Heizung und übertraf das getestete 130 Watt Lötssysteme mit Widerstands-Heizung bei dem ausschließlich Lötpatronen eingesetzt wurden.
3. Das induktive 120 Watt Lötssystem mit Lötspitzen übertraf alle Lötssysteme mit Widerstands-Heizung unter 150 Watt sowohl mit Lötspitzen als auch mit Lötpatronen. Ausnahme, das JBC-System DI-ID mit Lötpatron.
4. Beim Vergleich ähnlicher Lötssysteme mit Widerstands-Heizung übertreffen in beiden Tests die mit Lötpatronen getesteten Systeme diejenigen mit Lötspitzen getesteten signifikant.

Eine Anmerkung ist, dass die JBC-Systeme mit Widerstands-Heizung, im Vergleich zu anderen Wettbewerbssystemen mit Widerstands-Heizung, bei Systemen mit gleicher Leistung besser abzuschneiden scheinen. Dies ist vermutlich auf einen technologischen Vorteil der Systeme oder Lötpatronen zurückzuführen. Weitere Tests zwischen diesen Systemen und anderen Lötssystemen mit Widerstands-Heizung sind erforderlich, um diesen Befund weiter zu erklären.

## Schlussfolgerungen

Bei der Bewertung der Leistung vergleichen die meisten Anwender nur die Nennleistung der Lötssysteme. Wenn alle anderen Parameter zwischen zwei Systemen gleich sind, ist diese Leistungsbewertung sinnvoll. In der Realität finden sich aber keine zwei Systeme die absolut gleich sind. Sie unterscheiden sich durch die Heiztechnologie, ob Lötspitzen oder Lötpatronen eingesetzt werden und weitere Herstellerabhängige technische Unterschiede, die die Leistung erheblich beeinflussen kann.

Für die Betrachtung der Gesamtsystemleistung ist es sehr wichtig wo sich das Heizelement in einer Löt-Spitze/-Patrone befindet. Je näher das Heizelement am Ende der Lötspitze platziert ist, desto schneller kann sich diese aufheizen.

Dies erklärt, warum Lötssysteme mit Lötpatronen ein besseres Ergebnis erzielen als Lötspitzen. Lötspitzen sind eine kostengünstigere Lösung, bestehen aber im Gegensatz zu Lötpatronen aus mehreren Teilen und die Heizspule lässt sich nicht so nah am Ende der Lötspitze platzieren. Das dadurch bedingte größere Temperaturgefälle zum Spitzenende senkt den thermischen Wirkungsgrad und damit auch die Gesamtleistung.

Dieses Prinzip erklärt auch, warum Lötssysteme mit induktiver Heiztechnologie Systeme mit Widerstands-Heiztechnik übertreffen. In induktiven Lötssystemen ist das Heizelement physikalisch ein Teil der Lötspitze, was sie zu einer einteiligen Lötpatrone mit integriertem Heizelement macht. Widerstands-Heizsysteme sind zweiteilig ausgeführt. Die Wärme wird in der Heizspule erzeugt und dann in die aufgesteckte Lötspitze geleitet. Induktive Heizlösungen haben einen viel geringeren Wärmeübergangswiderstand, da diese Wärme nicht mehr übertragen werden muss, und bieten daher eine schnellere Aufheizzeit, geringere Verweilzeit auf dem Lötpad und erreicht auch nach dem Lötvorgang schneller wieder ihre vorgegebene Zieltemperatur.

Die Metcal Lötssysteme GT90 und GT120 mit einstellbarer Temperatur setzen ihre patentierte Technologie ein, um induktive Erwärmung mit einstellbarer Temperatur zu kombinieren. Diese Technologie ermöglicht es den Lötssystemen, in ihrer Leistungsklasse die höchste Lötleistung zu bieten. Es ermöglicht Anwendern Lötstellen von höherer Qualität mit einem verbesserten Durchsatz herzustellen. Es ermöglicht auch kostengünstigere Lötspitzen für Standardanwendungen einzusetzen, die gleichzeitig eine verbesserte Leistung gegenüber Lötssystemen des Wettbewerbs mit Widerstandsheizung erzielen.

**Die GT90 und GT120 Metcal Lötssysteme mit einstellbarer Temperatur verwenden patentierte Technologie um induktives Heizen mit variabler Temperatureinstellung zu kombinieren. Diese Technologie ermöglicht es unseren Systemen die in ihrer Leistungsklasse besten Lötsergebnisse zu liefern. Für weitere Informationen besuchen Sie uns unter [www.metcal.com](http://www.metcal.com)**