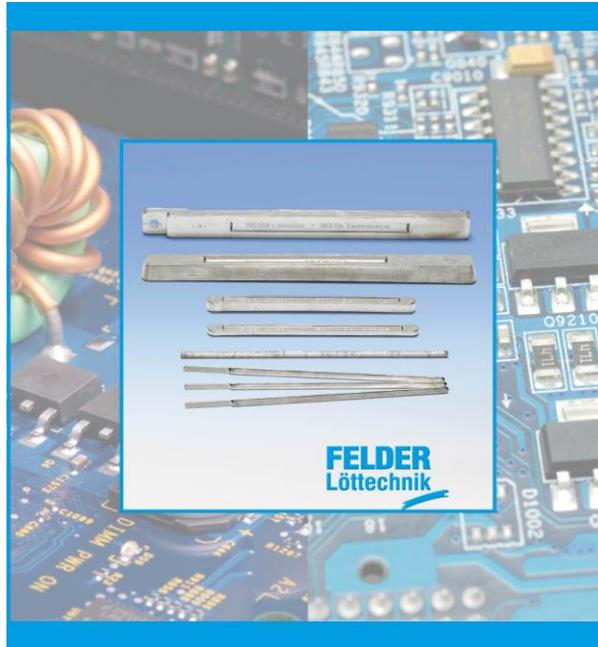


# PRESSE-INFORMATION ZUR SMT 2010

FELDER GMBH – Löttechnik  
Im Lipperfeld 11  
D-46047 Oberhausen  
Tel.: 0208/85035-0  
Fax: 0208/26080  
E-Mail: [info@felder.de](mailto:info@felder.de)

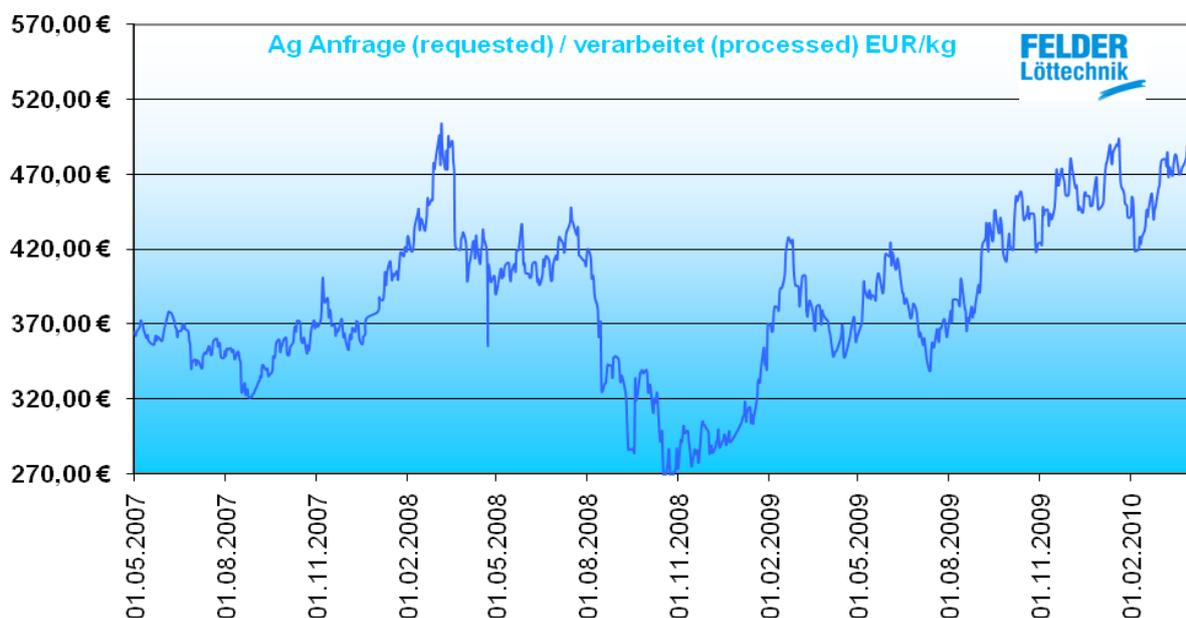


## Die Auswirkungen von Silber (Ag), Nickel (Ni) und Germanium (Ge) auf lötechnische und mechanische Eigenschaften bleifreier SAC-Lote

---

Die Umstellungen auf die bleifreie Löttechnik ist bei dem Großteil aller Industriebetriebe vollzogen. In den neuesten Entwicklungen geht es um den Feinschliff der bekannten bleifreien Legierungen. Die FELDER GMBH hat gemeinsam mit Ihren Partnern die weitere Entwicklung dieser Legierungen forciert und wird diese auf der SMT 2010 präsentieren:

Zinn-Silber-Kupfer (SAC) ist wohl die weitest verbreitete Legierungsfamilie unter den bleifreien Elektronikloten. Speziell die SAC-Lote mit Silberanteilen von 3,0 % und 3,8 % standen seit Anbeginn der bleifreien Prozessentwicklung im Fokus der Forschung. Die vergleichsweise geringe Schmelztemperatur und eine gute Lötbarkeit mit daraus resultierenden zuverlässigen Lötergebnissen machte diese Lotgruppe zur ersten Wahl der „RoHS-Pioniere“ der Elektronikbranche. Neben einer Vielzahl von Sn-Cu-Loten mit diversen Dotierungen ist die Nachfrage an niedrig silberhaltigen bleifreien Loten, insbesondere für die Flow-Lötprozesse, stark gestiegen. Dies ist nicht zuletzt auf die stark schwankenden Edelmetallkurse der letzten Jahre zurückzuführen.



## Einleitung

Seit der Umstellung auf die bleifreie Löttechnik beschäftigt sich die Industrie auch mit den preisgünstigen „Low-SAC-Loten“. Auch die diversen bekannten Dotierungen wie Ni, Ge, sind mehrfach untersucht und deren positiven Einflüsse in den Standardloten auf SnCu- und SnAgCu-Basis belegt worden. Nickel dient demnach zur Verbesserung der thermomechanischen Eigenschaften der Lötstelle, während Germanium die Oberflächenspannung des schmelzflüssigen Lotes reduziert. Ein weiterer Effekt von Germanium ist eine deutliche Krätzerreduzierung in offenen Wellenlötprozessen von bis zu 70%!

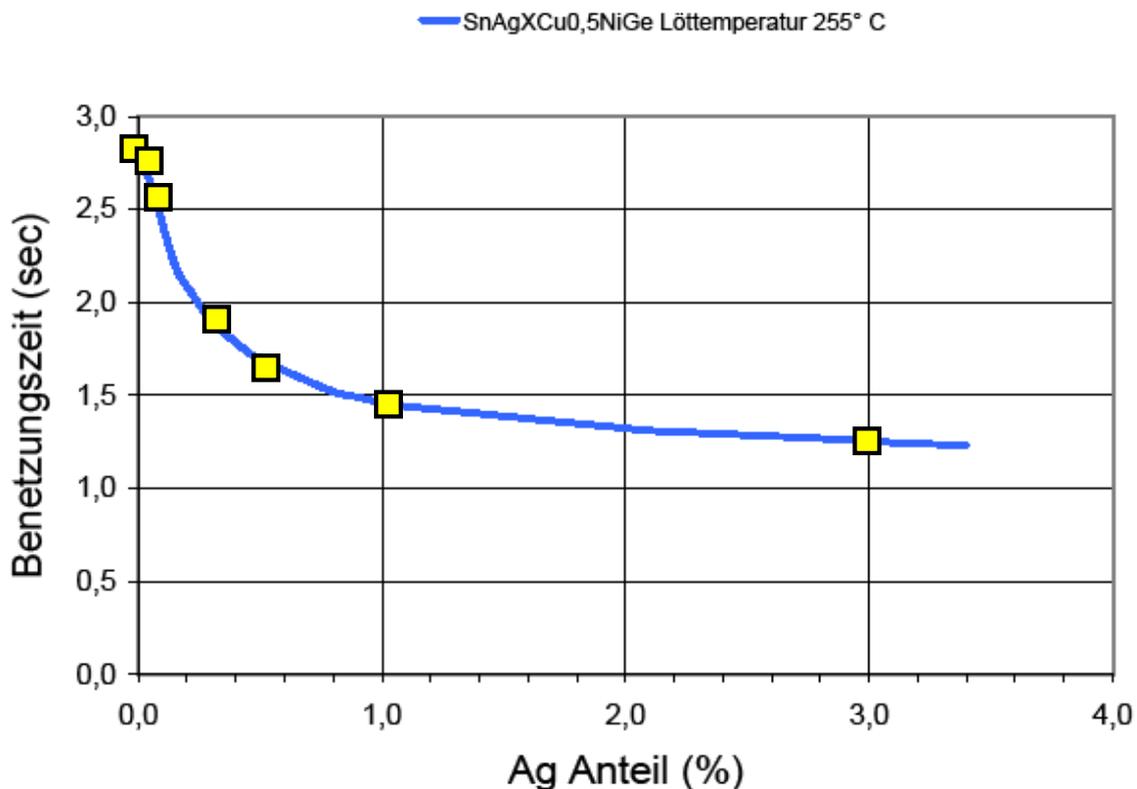
In diesem Beitrag werden die Ergebnisse aktueller Untersuchungen des Einflusses von Nickel und Germanium auf den mikrostrukturellen Aufbau und die mechanischen Eigenschaften von Zinn-Silber-Kupfer-Loten sowie die Benetzung und die Cu-Ablegierung in Abhängigkeit vom Silberanteil dargestellt. Verglichen wurden SAC-Lote und SAC-NiGe-Lote (0.07% Ni, 0.01% Ge) mit Silberanteilen von 0, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 3.0 und 3.5%.

## Getestete Legierungen

Testreihe	Ag in %	SnAgxCu <sub>0,5</sub> Ni <sub>0,07</sub> Ge <sub>0,01</sub>	FELDER - Produkt
A	0	SnCuNiGe	ISO-Tin® „Sn100Ni+“
A	0,05	SnAg <sub>0,05</sub> CuNiGe	
A	0,1	SnAg <sub>0,1</sub> CuNiGe	
A,B	0,3	SnAg <sub>0,3</sub> CuNiGe	ISO-Tin® „Sn99Ag+“
A	0,5	SnAg <sub>0,5</sub> CuNiGe	
A,B	1,0	SnAg <sub>1,0</sub> CuNiGe	ISO-Tin® „Sn98Ag+“
A	3,0	SnAg <sub>3,0</sub> CuNiGe	ISO-Tin® „Sn96Ag+“
B	3,8	SnAg <sub>3,8</sub> CuNiGe	ISO-Tin® „Sn95Ag+“

Testreihe A: Benetzungszeit , Cu-Ablegierung und Ausbreitung  
Testreihe B: Zugfestigkeit und Bruchdehnung

Diagramm 1: Benetzungszeiten in Abhängigkeit vom Silbergehalt



### Testreihe A

Die Benetzungszeiten werden tendenziell mit zunehmendem Silberanteil kürzer (Diagramm 1). In dieser Studie sank die Benetzungszeit von 2,94 Sek. bei SnCu auf 1,18 Sek. bei SnAg3Cu.

Faktoren, die grundsätzlich die Benetzungseigenschaften beeinflussen sind:

- die Viskosität des schmelzflüssigen Lotes
- die Benetzbarkeit des Probenkörpers (Metallisierung)
- die Oberflächenspannung des schmelzflüssigen Lotes
- die Diffusionsvorgänge zwischen Lot und Metallisierung.

Folgende Effekte wurden durch die Anhebung des Silberanteiles von 0 % auf 3 % erzielt:

1. Die Reduzierung der Liquidustemperatur der Lotlegierung,
2. die Reduzierung der Viskosität des schmelzflüssigen Lotes und
3. die Verbesserung der Benetzung des Probenkörpers.

In diesem Fall sind besonders die Faktoren Liquidustemperatur und Benetzung hervorzuheben. Zur Bestätigung der Testergebnisse wurden Benetzungstests unter neuen Konditionen durchgeführt. Die ersten Benetzungstests wurden für alle Legierungen bei einer Temperatur von 255 °C durchgeführt. Gehen wir bei der Legierung Sn96,5Ag3Cu0,5 von einer Liquidustemperatur von 219 °C aus, beträgt die Temperaturdifferenz zur Löttemperatur 36 K. Gehen wir nun bei Sn99,5Cu0,5 von einer Liquidustemperatur von 232 °C aus, beträgt die Temperaturdifferenz nur noch 23 K! Um hier einheitliche Verhältnisse zu schaffen, wurden beide Legierungen weiteren Benetzungstests unterzogen. Diesmal bei Temperaturen von 242 °C (219 °C + 23 °C) und 268 °C (232 °C + 36 °C). Diagramm 2 zeigt die Testergebnisse: Die Benetzungszeiten der Lote sind bei proportionaler Temperaturdifferenz zur Liquidustemperatur der beiden getesteten Lote nahezu identisch. Unter diesen Voraussetzungen ist der Verlauf der Zeitwerte aus Diagramm 1 als proportional zum Verlauf der Liquiduslinie im SnAgCu-Phasendiagramm zu betrachten. Dementsprechend sind selbstverständlich auch die Löttemperaturen bei niedrig silberhaltigen Lotes höher einzustellen als bei naheutektischen SnAgCu-Legierungen mit 3% bzw 3,8% Silber.

Diagramm 2: Benetzungszeiten bei 23K bzw. 36K über Liquidustemperatur

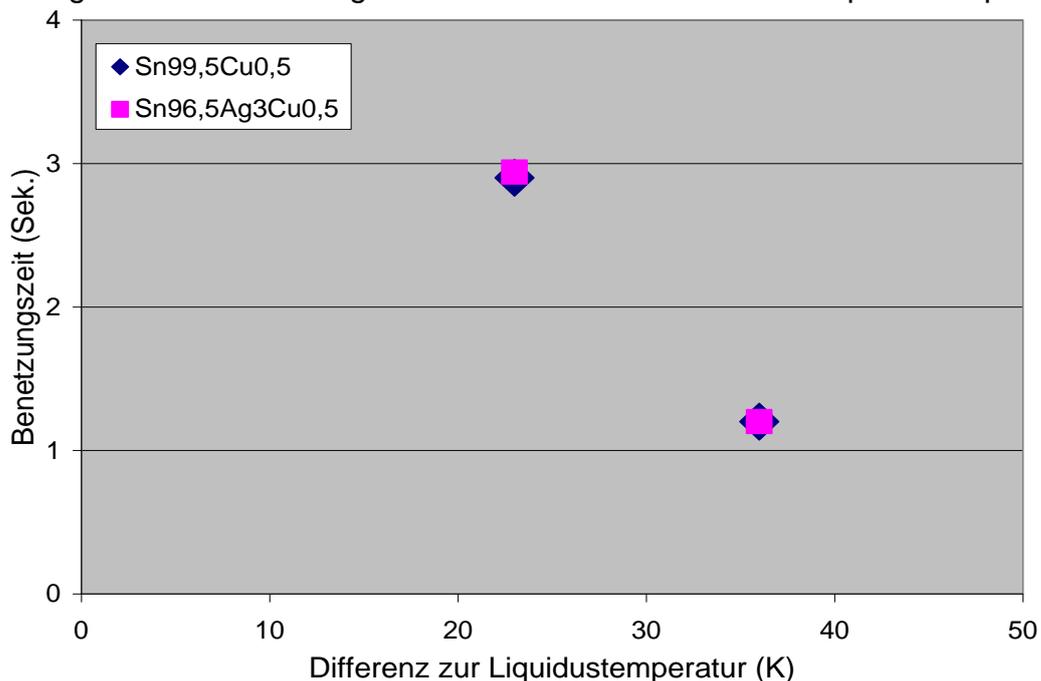


Diagramm 3: Kupferablegierung bei 255°C

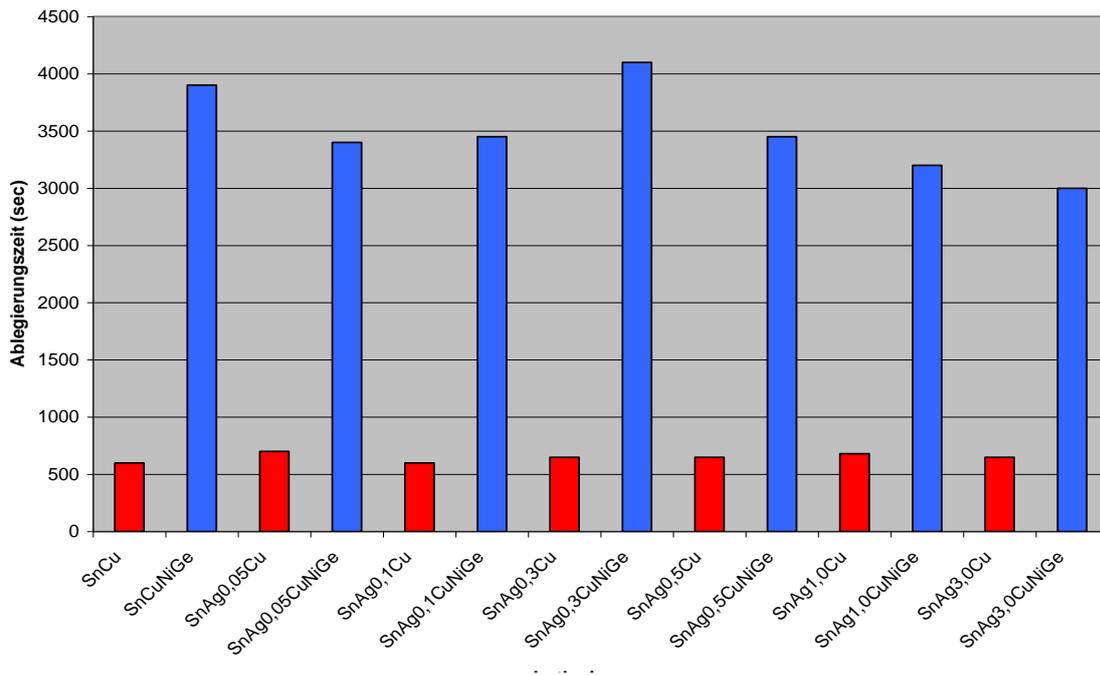
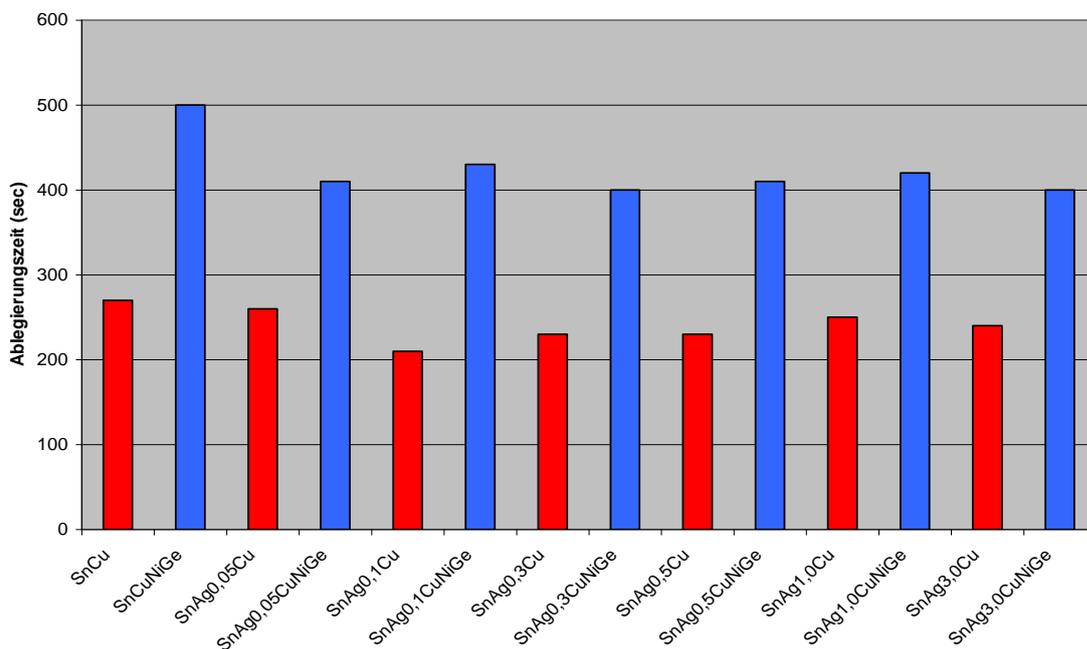


Diagramm 3 stellt die Ergebnisse der Ablegierungstest bei 255 °C dar. Hier zeigt sich deutlich die Wirkung von Nickel. Die Ablegerungszeit ist bei den NiGe-dotierten Loten 5-6-mal länger als bei den Varianten ohne Dotierung. Bei den Loten mit 1 % und 3 % Silber war eine geringfügig stärkere Ablegierung von Kupfer feststellbar.

In Diagramm 4 werden die Ergebnisse des Ablegierungstests bei 300 °C dargestellt. Im Vergleich zu den Tests bei 255 °C hat sich die Ablegerungszeit bei den nicht dotierten Loten nahezu halbiert. Zwar ist der Einfluss von Nickel bei der höheren Löttemperatur geringer, aber immer noch deutlich erkennbar. Der Silberanteil zeigt allerdings keinen eindeutigen Einfluss auf den Ablegerungsgrad.

Diagramm 4: Kupferablegierung bei 300°C



## Testreihe B

In dieser Testreihe wurden die Probanden Zug- und Bruchdehnungstests unterzogen. Während die Zugfestigkeit mit zunehmendem Silberanteil ansteigt (Diagramm 5), sinkt die Bruchdehnung aber merklich (Diagramm 6). Da die Zugfestigkeit bleihaltiger Lote wesentlich geringer ist scheint diese kein Merkmal für zuverlässige Lötstellen zu sein. Der Einfluss von Ni und Ge auf die Ausbildung des Lotgefüges wurde dargestellt. Fehlstellen werden reduziert, ein feineres Gefüge führt zu höherer Bruchdehnung und Zeitstandfestigkeit.

Diagramm 5: Zugfestigkeit ausgewählter Lotlegierungen mit und ohne Dotierungen

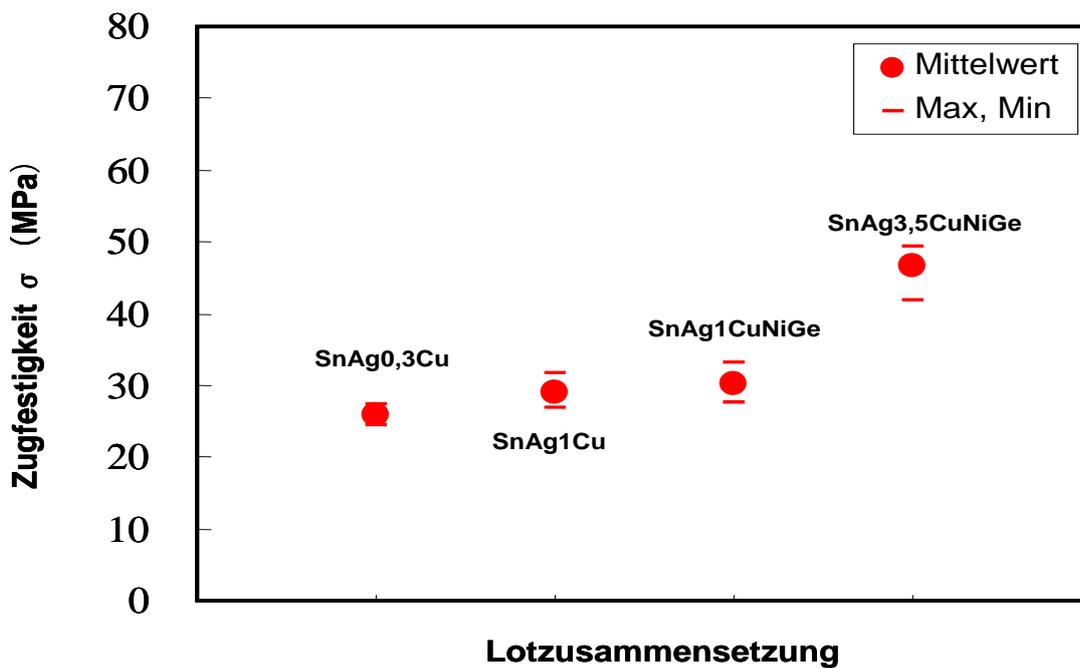
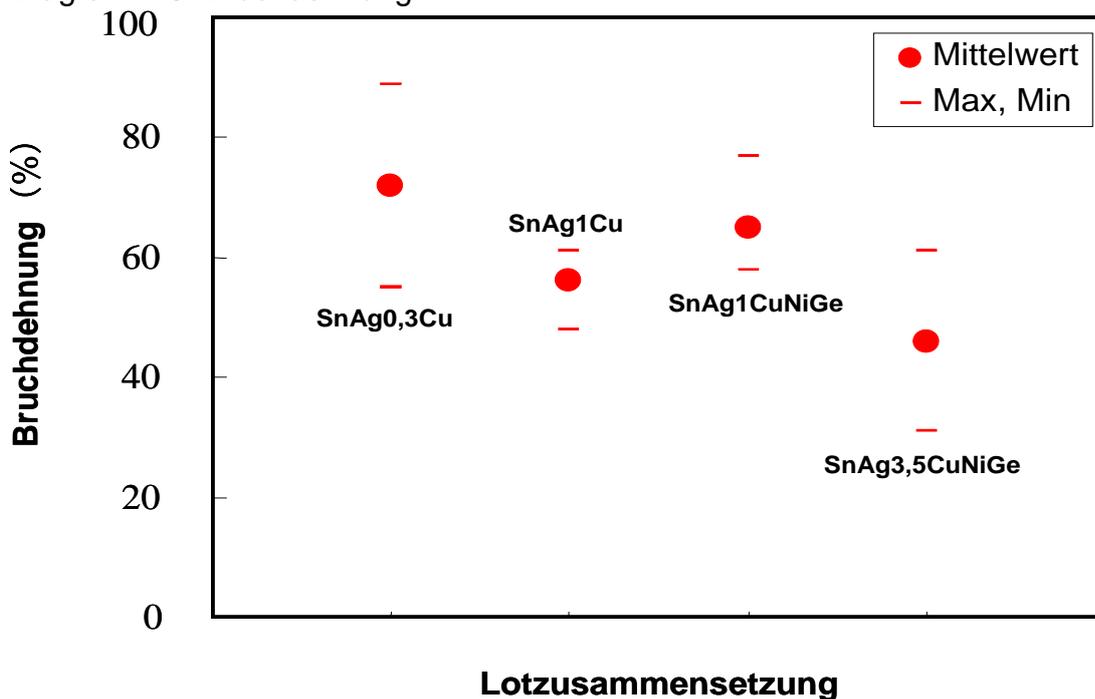


Diagramm 6: Bruchdehnung



## Fazit

Die FELDER GMBH hat frühzeitig die Vorteile der Low-SAC-Legierungen sowie der Dotierung dieser Lote mit Nickel und Germanium erkannt und die Entwicklungen in diesem Bereich vorangetrieben. Die Ergebnisse der uns vorliegenden Studien belegen, dass die NiGe-Elektroniklot-Produktreihe der FELDER GMBH Löttechnik exakt im Entwicklungstrend der bleifreien Löttechnik in der internationalen Elektronikindustrie liegt:

Produkt	Sn	Cu	Ag	Sonstige	Schmelztemperatur	Wellentemperatur
Sn100Ni+	99,3	0,7	0,03	NiGe	227°C	≥265 °C
Sn99Ag+	90,0	0,7	0,3	NiGe	217 – 227°C	≥260 °C
Sn98Ag+	98	0,7	1,2	NiGe	217 – 222°C	≥255 °C
Sn96Ag+	96,5	0,5	3,0	NiGe	217 – 219°C	≥255 °C
Sn95Ag+	95,5	0,7	3,8	NiGe	217°C	≥255 °C
Hochtemperaturlote						Badtemperatur
Sn98Ni+	97,9	2,0	-	NiGe	227 – 290°C	≤450 °C
Sn97Ni	96,9	3,0	-	Ni	227 – 310°C	≤500 °C
Sn96Ni	95,9	4,0	-	Ni	227 – 335°C	≤550 °C