



Bearbeitung von AMPCO®-Metallen und AMPCOLOY®-Legierungen

Allgemeine Richtlinien

Die Empfehlungen für die spanabhebende Bearbeitung von AMPCO-Metall und AMPCOLOY-Werkstoffen beruhen auf ausgedehnten Versuchen in den Werken der AMPCO METAL SA, die mit den Werten einer großen Anzahl von Kunden übereinstimmen.

AMPCO-Metall und AMPCOLOY-Legierungen sind grundsätzlich gut bearbeitbar. Bei der Bearbeitung von AMPCO 21, AMPCO 22, AMPCO 25 und AMPCO 26 ist besondere Sorgfalt erforderlich, da diese Legierungen im Vergleich zu Werkzeugstählen gleicher Härte eine geringere Dehnung aufweisen und weniger duktil sind. Eine unachtsame Behandlung der Werkstücke kann zu Bruch führen.

Da die Schnittgeschwindigkeit sehr stark vom verwendeten Werkzeug, der Steifigkeit und Stabilität der Bearbeitungsmaschine und den eingesetzten Kühlschmierstoffen abhängt, werden nachstehend die Schnittgeschwindigkeiten für AMPCO-Metalle und AMPCOLOY-Legierungen als relative Vergleichswerte zum Stahl 1.7225 (DIN 42 Cr Mo 4) angegeben.

Werkstoff	Brinell – Härte HB 30/10	Schnittgeschwindigkeit
17225 (DIN 42 Cr Mo 4)	Max 250	100 %
Ampco 8	109 - 124	125 %
Ampco 18	159 - 183	130 %
Ampco M4	270 - 305	120 %
Ampco 21	285 - 311	115 %
Ampco 22	321 - 352	110 %
Ampco 25	356 - 394	100 %
Ampco 26	395 - 450	75 %
Ampcoloy 940,95,97	180 – 255	125 %
Ampcoloy 83	340-390	100 %
Ampcoloy 88	260-280	120 %

130 % für Ampco 18 bedeutet zum Beispiel, dass Sie diese Legierung mit einer 30 % höheren Schnittgeschwindigkeit wie den Stahl 1.7225 bearbeiten können. Diese Analogie ist sowohl für konventionelle Maschinen, wie auch für die CNC- oder HSC-Bearbeitung gültig.

Unabhängig davon spielen die bekannten Einflussgrößen wie Maschinensteifigkeit, optimale Wärmeabfuhr, spezifische Werkzeugbeschaffenheit usw. auch bei der Bearbeitung der Ampco-Legierungen eine große Rolle, in verstärktem Umfang bei den harten Graden.

Bitte beachten Sie, dass die Standzeit des Werkzeuges bei den Härteren Legierungsgraden beträchtlich abnimmt.

Generell gilt, dass bei den härteren Graden (ab Ampco 21) immer von der Kante nach innen gearbeitet werden sollte, alternativ kann die Kante vorher großzügig unter 45 Grad angefast werden. Eine Nichtbeachtung dieser Regel führt in den meisten Fällen zu Kantenausbrüchen.



Werkzeugwerkstoffe

Der Freiwinkel α beträgt für sämtliche Grade von AMPCO-Metall und AMPCOLOY-Legierungen 6° . Die Kühlung ist bei der Bearbeitung von AMPCO-Metall, insbesondere bei den harten Graden M-4, 21, 22, 25, 26 wichtiger als die Schmierung. Empfohlen werden wassermischbare Kühlschmierstoffe, die in der Regel in Emulsionen mit einem Anteil von 5 - 10% Kühlschmierstoff verwendet werden.

Bei Werkstücken mit einer sehr hohen Genauigkeit kann es unter Umständen vorteilhaft sein, zuerst eine Vorbearbeitung durchzuführen, dann eine mindestens 48-stündige Pause einzulegen und dann erst die Fertigbearbeitung durchzuführen. In Sonderfällen kann bei eng tolerierten oder dünnwandigen Werkstücken entweder vor oder besser nach der Vorbearbeitung bei 650°C spannungsfrei gegläht werden. Die Haltezeit beträgt ca. 1 Stunde je 25 mm Materialstärke, maximal jedoch 4 Stunden.

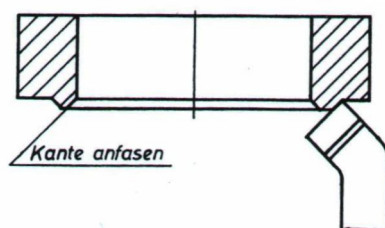
Sägen

Die weicheren AMPCO-Legierungen bis AMPCO 18 können mit BI-Metallsägebändern bearbeitet bzw. getrennt werden. Die härteren AMPCO-Legierungen AMPCO 21 bis AMPCO 26 und AMPCO M-4 trennt man am besten mit hartmetallbestückten Sägebändern. Je nach Querschnitt liegt die Anzahl der Zähne zwischen $2\frac{1}{2}$ und 3 Zähne / Zoll.

Herstellerempfehlung: HM Sägebänder der Fa. WIKUS-Sägenfabrik, Wilhelm H. Kullmann GmbH & Co. KG (www.wikus.de).

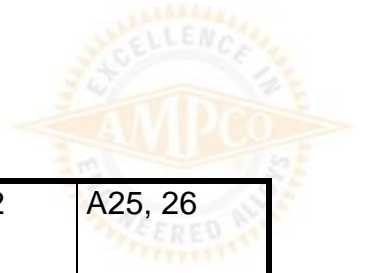
Drehen

Das Werkzeug ist auf Werkstückmitte oder bis zu 0,4 mm darunter einzustellen.



Bei Schrupp- oder Schlichtarbeiten eignet sich am besten HM Wendepplatten in der Qualität K10 / K20. Für die Feistbearbeitung (Passungen) erzielt man sehr gute Oberflächengüten (N3) mit Diamantwerkzeugen (PKD).

Um Kantenausbrüche zu vermeiden, sollte bei Ringen (besonderes bei den härteren Legierungen ab AMPCO 21) immer von der Kante nach innen gearbeitet werden, alternativ kann die Kante vorher großzügig unter 45 Grad angefast werden.



Drehparameter für Ampco

Legierungen	A = Ampco-Metall		A8, 18-136, 18, 18-23, 45, M4	A21, 22	A25, 26
Schruppen	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,15 – 0,2	0,15 – 0,2	0,1 – 0,15
	Schnitttiefe	a (mm)	bis ca. 4	bis ca. 3,5	bis ca. 3,5
	Werkzeugwerkstoff		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Schlichten	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1	0,05
	Schnitttiefe	a (mm)	0,25 – 0,5	0,25 - 0,5	0,25- 0,5
	Werkzeugwerkstoff		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Schlichten mit PKD	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	200 – 600	180 – 400	150 – 300
	Vorschub	f (mm/U)	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08
	Schnitttiefe	a (mm)	0,25 – 0,3	0,25 – 0,3	0,25 – 0,3

Herstellerempfehlung:

Fa. Seco

CNMG 120408-MF1 in CP500

DCMT 11T304-F2 in CP200

VBMT 160404-F1 in CP500

Fa. Sumitomo,

DCGT 11 T3 04 N-SC in ACZ 310

CNMG 12 04 08 N-EX in EH 510Z

VBMT 16 04 08 N-SK in EH10Z

Drehparameter für Ampcoloy

Legierungen	AA=Ampcoloy		AA95, 940, 972	AA83, 88
Schruppen	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,15 – 0,2	0,15 – 0,2
	Schnitttiefe	a (mm)	bis ca. 4	bis ca. 3,5
	Werkzeugwerkstoff		P10 – P20	P10 – P20
Schlichten	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1
	Schnitttiefe	a (mm)	0,25 – 0,5	0,25 - 0,5
	Werkzeugwerkstoff		P10 – P20	P10 – P20

Herstellerempfehlung:
 Fa. Seco
 CNMG 120408-MF1 in CP500
 DCMT 11T304-F2 in CP200
 VBMT 160404-F1 in CP500



Fa. Sumitomo
 DCMT 11 T3 04 N-SU in AC700G
 Fa. WNT www.wnt.de
 DCGT 11 T3 02 – Al in CWK15
 CCGT 12 04 04 FN – Al in CWK15

Wichtige Hinweise:

- Für Legierungen ab Ampco 21 von der Kante nach innen drehen
- Kühlschmierstoff wird empfohlen

Fräsen

Für das Fräsen von AMPCO-Metallen eignen sich am besten Hartmetallwendeplatten K10 - K20. Zum Kontur- und Gesenkfräsen werden die handelsüblichen HM-Radius-Wendeplatten K10 - K20 eingesetzt.

Bei Schaft-, Eckfräsern sowie hartmetallbestückten Zweischneidern, sollte nach Möglichkeit in das Werkstück hineingearbeitet oder die Kanten vorher unter 45° angefast werden, um Ausbrüche zu vermeiden.

Fräsparameter für Ampco

Legierungen	A=Ampcometall		A8, 18-136, 18, 18-23, 45, M4	A21, 22	A25, 26
Schruppen	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2
	Schnitttiefe	a (mm)	bis ca. 5	bis ca. 5	bis ca. 4
	Werkzeugwerkstoff		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Schlichten	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1	0,05
	Schnitttiefe	a (mm)	0,1 – 0,5	0,2 - 0,5	0,2- 0,8
	Werkzeugwerkstoff		K10 – K20	K10 – K20	K10 – K20
Schlichten mit PKD	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	600 – 800	500 – 550	465 – 500
	Vorschub	f (mm/U)	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08
	Schnitttiefe	a (mm)	0,05 – 0,3	0,05 – 0,3	0,05 – 0,3

Herstellerempfehlung:
Planfräsen
 Fa. Ingersoll
 PNCU 0805 GNTRJ in IN1030
 Fa. Jongen, www.jongen.de
 FP 528 in HT35



Walzfräsen

Fa. Gühring, www.guehring.de (alle Fräswerkzeuge Typ N pos.)
 Ratiofräser RF 100 Art. Nr. 3732 und Nr. 3627 zum Schruppen / Schlichten
 Ratiofräser RF 100 Art. Nr. 3631 (zum Feinstschlichten)
 Fa. WNT, HPC, Art. Nr. 50959200 (zum Feinstschlichten)
 Fa. Ingersoll
 Igelfräser SDMT 080305 N in IN1030 und SDCT 080305 FN-P in IN1030

Fräsparameter für Ampcoloy

Legierungen	AA=Ampcoloy		AA95, 940, 972	AA83, 88
Schruppen	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25
	Schnitttiefe	a (mm)	bis ca.5	bis ca. 4
	Werkzeugwerkstoff		P10 – K20	P10 – K20
Schlichten	Schnittgeschwindigkeit	vc (m/min)	siehe Tabelle	siehe Tabelle
	Vorschub	f (mm/U)	0,05 – 0,1	0,05 – 0,1
	Schnitttiefe	a (mm)	0,1 – 0,5	0,25 - 0,8
	Werkzeugwerkstoff		P10 – K20	P10 – K20

Herstellerempfehlung:

Planfräsen

Fa. Ingersoll
 PNCU 0805 GNTRJ in IN1030
 Fa. Widia
 SEKR 1203 AFN – MS THR
 Fa. Hoffmann www.hoffmann-group.com
 MPHX 11 K10/20

Walzfräsen

Fa. Ingersoll
 Igelfräser SDMT 080305 N in IN1030 und SDCT 080305 FN-P in In1030
 Fa. Gühring www.guehring.de
 Nr.3310 und 3126 und 3286

Wichtige Hinweise:

- Für Legierungen ab Ampco 21 von außen nach innen fräsen
- Hartmetallfräser werden mit positiven Schnittwinkel werden empfohlen
- Kühlschmierstoff wird empfohlen

Bohren, Senken und Reiben

Für die AMPCO - Grade 18 bis 26 sind hartmetallbestückte oder Hartmetallbohrer einzusetzen. Da AMPCO-Metalle keinen Fließspan ergeben, ist auf eine gute Spanabfuhr zu achten. Bei tiefen Bohrungen ist es daher empfehlenswert den Bohrer abzusetzen und den Span zu entfernen. Um bei Durchgangslöchern (Ampco 21 bis 26) ein Ausbrechen zu verhindern, ist entweder eine Stahlplatte gegen die Unterseite des Werkstückes zu spannen oder von beiden Seiten anzubohren. Eine einwandfreie gute Kühlung der Bohrer ist bei Ampco und Ampcoloy unbedingt erforderlich.

Werkstoff	Brinell – Härte HB 30/10	Schnittgeschwindigkeit
17225 (DIN 42 Cr Mo 4)	Max 250	100 %
Ampco 8	109 – 124	125 %
Ampco 18	159 – 183	130 %
Ampco M4	270 – 305	120 %
Ampco 21	285 – 311	115 %
Ampco 22	321 – 352	110 %
Ampco 25	356 – 394	100 %
Ampco 26	395 – 450	75 %
Ampcoloy 940,95,97	180 – 255	125 %
Ampcoloy 83	340-390	100 %
Ampcoloy 88	260-280	120 %

Herstellerempfehlung:

Fa. Gühring www.guehring.de

Für Ampco-Metall: RT 100 U Art. Nr. 2471, 1243, 730, 732 und 305

Für Ampcoloy: RT 100 F Art. Nr.1660, 1662 und 620

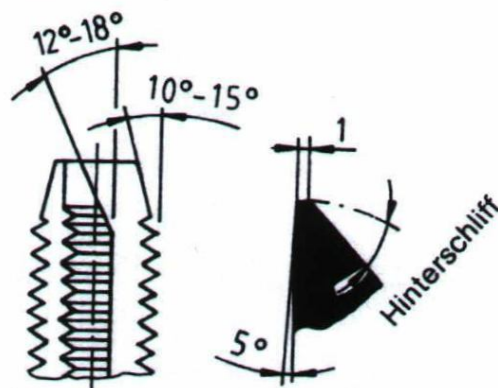
Wichtige Hinweise:

- Bei Durchgangsbohrungen von Ampco 21, 22, 25 und 26 beidseitig anbohren.
- Für gute Spanabfuhr muss gesorgt werden.
- Kühlung mit Kühlschmierstoff
- Bei zu geringer Spantiefe klemmt die Reibahle
- Hartmetallbestückte Reibahlen mit ungleicher Teilung
- Beim Bohren mit Innenkühlung die Schnittdaten des Herstellers beachten

Gewindeschneiden

Für die mittelharten und harten Grade Ampco 18 bis 26 werden Gewindeschneider empfohlen, die hinterschliffen sind. Hartmetall Gewindebohrer sind gegenüber HSS von Vorteil, erlauben höhere Schnittgeschwindigkeiten und weisen deutlich höhere Standzeiten auf.

Gewindeschneiden



Herstellerempfehlung:
Fa. Gühring www.guehring.de
Art. Nr. 969, 2506, 809 und 821



Wichtige Hinweise:

- Bei Ampco 25 und 26 muss der Kernlochdurchmesser 0,15 - 0,25mm größer als nach Norm angegeben gebohrt werden.
- Die Kernlochbohrungen müssen bei Durchgangsbohrungen von beiden Seiten angesenkt werden.

Honen

Durch Honen kann bei AMPCO-Metall je nach Größe und Art des Werkstückes eine Formgenauigkeit zwischen 0,0002 und 0,015 mm und eine Oberflächenrauigkeit zwischen 0,5 μm und 1,5 μm erreicht werden. Bei Werkstücken mit einem Durchmesser von 25 bis 130mm betragen die Aufmasse 0,01 bis 0,038 mm, bei Werkstücke über 130 bis 280 mm 0,038 bis 0,063 mm.

Läppen

AMPCO-Metall lässt sich hervorragend Läppen. Die erzielbare Genauigkeit liegt zwischen 0,1 μm bis 2 μm . Als Lapppulver wird Korundpulver verwendet.

Schleifen und Polieren

Einer der Vorzüge von AMPCO-Metall ist es, dass durch Feinbearbeitung hervorragende Oberflächenqualitäten erzielt werden. Alle AMPCO - Grade können mit einem Vorschub, wie er bei Stahl üblich, ist geschliffen werden. Die Schleifgeschwindigkeit beträgt beim Abgraten 30 bis 45 m/s, beim Flächen- oder Rundschleifen 24 bis 25 m/s. Für Flächen- und Rundschleifen werden Siliziumkarbid-Scheiben verwendet. Optimale Resultate erzielt man bei einer Umdrehungszahl der Schleifscheiben zwischen 5000 und 6000 U/min und beim Rundschleifen mit einer Umdrehungszahl des Werkstückes von 25 bis 150 U/min. Es ist empfehlenswert, nass zu schleifen.

Das **Polieren** von AMPCO-Metall erfolgt ähnlich wie bei Stahl. Die zu polierenden Teile werden zuerst durch Feinbearbeitung vorbereitet (z.B. Flächenschleifen), mittels Schmirgelpapier Korn 320 bis 500 von Hand oder maschinell verfeinert (Riefen mit bloßem Auge nicht mehr sichtbar) und anschließend mit einem Filzrad (Antrieb durch Bohrmaschine oder Spezialmaschine) und Schleifpaste / Polierpaste hochglanzpoliert.

Erodieren

Die Legierungsgruppe der AMPCO-Metalle ist problemlos erodierbar mit Einstellwerten, Abtragsraten und Bearbeitungszeiten, die weitgehend vergleichbar sind mit den im Werkzeug- und Formenbau üblicherweise verwendeten Stahlsorten.

Das Drahtschneiden von AMPCO-Metall und AMPCOLOY-Legierungen bereitet im allgemeinen ebenfalls keine wesentlichen Probleme, sieht man von einer etwas

längeren Bearbeitungszeit ab. Zur Verwendung kommen die üblichen Messingdrähte, z.B. mit 0,2 mm Durchmesser.

Wir konzentrieren uns deshalb mit den nachfolgenden Bemerkungen auf das **Senkerodieren** der hochleitfähigen Kupferlegierungen AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944 (die Hinweise gelten analog auch für die übrigen Kupferlegierungen der Werkstoffgruppe AMPCOLOY).

AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944 haben eine sehr gute thermische und elektrische Leitfähigkeit. Diese Eigenschaft bringt im praktische Einsatz, z.B. beim Spritzgießen von Kunststoffen große Vorteile durch die schnellere Abkühlung der Kunststoffe und somit kürzere Zykluszeiten, wird jedoch zum Nachteil bei der funkenerosiven Bearbeitung. Man muss daher beachten, dass durch die gute Leitfähigkeit von AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944 sich die Bearbeitzeiten verlängern und sich ein höherer Elektrodenverschleiß ergibt.

Das Ausmaß der Abweichung im Vergleich zu Stahlwerkstoffen hängt im wesentlichen ab von

- a) den Einstellwerten, in Abhängigkeit vom Maschinentyp, insbesondere des Generators
- b) der Art der verwendeten Elektroden

a) Einstellwerte

Nach den uns vorliegenden Informationen kann die Grundeinstellung nach den Angaben des Maschinenherstellers erfolgen, je nach Anforderung an die Oberflächengüte, d.h., ob es sich um Schruppvorgänge oder Feinbearbeitung handelt.

Stromstärke:

Entsprechend den vorstehend genannten Anforderungen werden hohe Stromstärken fürs Schruppen bzw. niedrige Stromstärke für feine Oberflächen benötigt; große Elektrodenflächen verlangen höhere Stromstärken, kleinere entsprechend weniger.

Aufgrund der guten Leitfähigkeit von AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944 können meist höhere Stromstärken als bei Stahl eingesetzt werden.

Polarität:

Mit modernen Erodiermaschinen kann die normale Polung eingestellt werden, d.h., Elektrode plus, Werkstück minus. Von Fall zu Fall kann sich jedoch bei bestimmten Maschinentypen eine Umpolung empfehlen, d.h. Elektroden minus, Werkstück plus, auch bei der Verwendung von Grafitelektroden.

Zuschaltzeiten der Leistungsstufen (On time):

Diese sind abhängig vom Elektrodenmaterial; Wolfram - Kupfer und Premium - Grafit erlauben deutlich längere Zuschaltzeiten (on time) als Kupfer. Bei Verwendung von Kupfer- Elektroden müssen die Zuschaltzeiten (on time) wesentlich reduziert werden, um einen drastischen Elektrodenverschleiß zu vermeiden.

b) Elektrodenmaterial

Erste Wahl für das Senkerodieren von AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944 ist die Verwendung von Wolfram - Kupfer Elektroden, allerdings sind hierbei in Bezug auf die Verfügbarkeit des Vormaterials und die schwierige Bearbeitbarkeit dieses Sinterwerkstoffes Grenzen gesetzt; die höheren Material - und Herstellungskosten können bei geeigneten Geometrien (z.B. einfache Konturen, wie Rund- und Vierkantmaterial) häufig durch verbesserte Abtragsraten amortisiert werden.

Premium - Grafit bzw. Kupfer - Grafit werden der „schmutzigen“ Bearbeitung allgemein wenig geschätzt, sind aber brauchbare Elektroden für AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944; der Verschleiß liegt niedriger als bei Kupfer - Elektroden.

Elektrolyt - Kupfer ist sicherlich der am meisten verwendete Werkstoff für Elektroden zum Senkerodieren, ist aber den Kupferlegierungen AMPCOLOY 940 und AMPCOLOY 944 am ähnlichsten, woraus die eingangs erwähnten Schwierigkeit resultieren, vor allem der erhöhte Elektrodenverschleiß.

Man kann den Verschleiß beeinflussen durch optimale Einstellung der Maschine, z. B. kurze on time - Impulse, auf jeden Fall ist aber bei Verwendung von Kupfer - Elektroden mit einer längeren Bearbeitungszeit zu rechnen. Sehr wichtig ist dabei auch eine effiziente Spülung der Bearbeitungsfläche zur Verschleißminderung.