Vorschub-Lochstechtechnik

HPR400XD™ und HPR800XD™ Plasmaschneidanlagen

Weißbuch

807841 – Revision 0 – November 2012

Hypertherm®

Hypertherm, Inc.
Etna Road, P.O. Box 5010
Hanover, NH 03755 USA
603-643-3441 Tel (Main Office)
603-643-5352 Fax (All Departments)
info@hypertherm.com (Main Office Email)
800-643-9878 Tel (Technical Service)
technical.service@hypertherm.com (Technical Service Email)
800-737-2978 Tel (Customer Service)
customer.service@hypertherm.com (Customer Service Email)
866-643-7711 Tel (Return Materials Authorization)
877-371-2876 Fax (Return Materials Authorization)
return.materials@hypertherm.com (RMA email)

Hypertherm Plasmatechnik GmbH
Technologiepark Hanau
Rodenbacher Chaussee 6
D-63457 Hanau-Wolfgang, Deutschland
49 6181 58 2100 Tel
49 6181 58 2134 Fax
49 6181 58 2123 (Technical Service)

Hypertherm (S) Pte Ltd.
82 Genting Lane
Media Centre
Annexe Block #A01-01
Singapore 349567, Republic of Singapore
65 6841 2489 Tel
65 6841 2490 Fax
65 6841 2489 (Technical Service)

Hypertherm (Shanghai) Trading Co., Ltd.
Unit 301, South Building
495 ShangZhong Road
Shanghai, 200231
PR China
86-21-60740003 Tel
86-21-60740393 Fax

Hypertherm Europe B.V.
Vaartveld 9
4704 SE
Roosendaal, Nederland
31 165 596907 Tel
31 165 596901 Fax
31 165 596908 Tel (Marketing)
31 165 596900 Tel (Technical Service)
00 800 4973 7843 Tel (Technical Service)

Hypertherm Japan Ltd.
Level 9, Edobori Center Building
2-1-1 Edobori, Nishi-ku
Osaka 550-0002 Japan
81 6 6225 1183 Tel
81 6 6225 1184 Fax

Hypertherm Brasil Ltda.
Rua Bras Cubas, 231 – Jardim Maia
Guarulhos, SP - Brasil
CEP 07115-030
55 11 2409 2636 Tel
55 11 2408 0462 Fax

Hypertherm México, S.A. de C.V.
Avenida Toluca No. 444, Anexo 1,
Colonia Olivar de los Padres
Delegación Álvaro Obregón
México, D.F. C.P. 01780
52 55 5681 8109 Tel
52 55 5683 2127 Fax

Hypertherm Korea Branch
#3904 Centum Leaders Mark B/D,
1514 Woo-dong, Haeundae-gu, Busan
Korea, 612-889
82 51 747 0358 Tel
82 51 701 0358 Fax

© 2012 Hypertherm, Inc. Alle Rechte vorbehalten.

HPR400XD, HPR800XD, PowerPierce, EDGE Pro, Phoenix, Sensor THC, ArcGlide THC, ProNest und Hypertherm sind Schutzmarken von Hypertherm, Inc., die in den Vereinigten Staaten und/oder anderen Ländern registriert sein können. Alle weiteren Marken sind Marken der jeweiligen Eigentümer.

Vorschub-Lochstechtechnik (von bis zu 4 Zoll dickem legierten Stahl)

Die Lochstechkapazität kann mittels einer Verfahrenstechnik, bekannt als „Vorschub-Lochstechen“, ausgeweitet werden. Diese Verfahrenstechnik kombiniert mit der PowerPierce®-Technologie hat die Lochstechkapazität bei legiertem Stahl für die HPR800XD auf 4 Zoll (100 mm) und für die HPR400XD auf 3 Zoll (75 mm) erweitert.

Die Brennerhöhenverstellung muss die Übertragungshöhen-, Lochstechhöhen- und Schneidhöheneinstellungen in Verbindung mit der Schneidhöhenverzögerung und der Verzögerung der automatischen Spannungssteuerung (AVC) nutzen können. Der Schneidtisch und die Steuereinheit müssen in der Lage sein, Übertragungsbewegung zuzulassen. Hypertherms EDGE® Pro Steuereinheit (mit Phoenix® 9.72 oder höher), die Sensor™ THC oder die ArcGlide® Höhenverstellung und die ProNest® Verschachtelungssoftware unterstützen diese Technik mit den bereitgestellten Parametern.

> **Anmerkung:** Den für die Entwicklung dieses Weißbuchs verwendeten Materialien liegen die üblichen US-amerikanischen Einheiten (Zoll) zugrunde. Metrische Konvertierungen werden zu Referenzzwecken angeführt.

Grundlegende Beschreibung

Das Vorschub-Lochstechen (auch als „Running Pierce“ oder „Flying Pierce“ bekannt) ist eine Technik, die schon seit Jahren von Plasmabedienern angewendet wird, um mit Plasmaanlagen dicke Platten durchdringen zu können, ohne auf andere Methoden, wie z. B. Bohren, zurückgreifen zu müssen.

Die hier beschriebene Methode des Vorschub-Lochstechens erreicht mittels Synchronisierung der Brennerhöhenverstellposition, der Tischbewegung und der Plasmastromaufrichtung eine relativ kurze Einfahrt-Lochstechung, die das geschmolzene Material zur Seite, weg vom Brenner leitet. Gleichzeitig werden der Brenner auf größtmöglichem Abstand zum geschmolzenen Material sowie die Lichtbogen-Spannung auf einem Wert gehalten, den die HPRXD-Stromquelle noch liefern kann.

Grundsätzlich wird durch die Bewegungskombination während des Lochstechens eine Rinne in der Platte gebildet, die dem geschmolzenen Material in der vertiefenden Lochstechungs-“Riefe“ als Evakuierungskanal dient. Das geschmolzene Material wird entgegen der Tischbewegung an die Seite des Brenners geleitet, wodurch sich ein Großteil an der Oberfläche der Platte ablagert. Sobald der Lichtbogen die Platte durchdrungen hat, kann der Bediener die Standardschneideinstellungen verwenden.

> **Anmerkung:** Unterschiedliche Materialzusammensetzungen können die Lochstechfähigkeit der Anlage beeinträchtigen. Die in diesem Dokument erklärten Einstellungen des Vorschub-Lochstechens wurden mit 304L legiertem Stahl entwickelt.

Einschränkungen, Ausrüstungs- und Sicherheitsrisiken

Wenn keine geeigneten Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, kann der „Hahnenschwanz“ geschmolzenen Materials und heißer Gase, der von dieser Technik erzeugt wird, zu Verletzungen, Brand oder Schäden an der Ausrüstung führen. Die Verwendung von Schutzvorrichtungen wird empfohlen, um sowohl die Bediener zu schützen als auch zu verhindern, dass das geschmolzene Material auf brennbares Material trifft (brennbares Material sollte von Plasmaschneidvorgängen ferngehalten werden). Die Richtung des Vorschub-Lochstechens sollte so gewählt werden, dass das geschmolzene Material nicht in Richtung der Höhenverstellung, der Portal-Schneidmaschine, angrenzenden Brennern, der Steuereinheit oder anderen empfindlichen Geräten gelenkt wird.

> **Anmerkung:** Die in diesem Dokument enthaltenen Parameter für das Vorschub-Lochstechen wurden nur unter Verwendung linearer Bewegung entwickelt.

Auf der Platte angereichertes, geschmolzenes Material kann Auswirkungen auf die nachfolgenden Schneidpfade haben. Die Schneidpfade müssen daher entweder so geplant werden, dass sie die Schlackeanhäufungen umgehen, oder der Schneidvorgang muss unterbrochen werden (nachdem der Lichtbogen die Platte durchdrungen hat), um die Schlacke von der Platte zu entfernen.

Ablaufplanung von Höhenverstellung und Tischbewegung

Zur Optimierung der Lochstechfähigkeit dicker Platten werden während des Vorschub-Lochstechens die Brennerhöhe und die Tischbewegung zeitgleich gesteuert. Einzelheiten zu einem typischen Lochstechvorgang finden Sie in den Kapiteln „Höhenverstellungssequenz“ und „Tischbewegungssequenz“.

Höhenverstellungssequenz

Siehe Figure 1 für eine Darstellung der folgenden Sequenz.

1. Eine Anfangshöhenabtastung (IHS) wird vorgenommen und der Brenner in **Übertragungshöhe** positioniert.
2. Der Brenner wird gestartet und überträgt auf das Werkstück; das Hochfahren des Stroms beginnt.
3. Nach der Übertragung bewegt sich der Brenner zügig auf die **Lochstechhöhe** und die Tischbewegung startet mit der ersten programmierten Geschwindigkeit unter Verwendung eines eingebetteten „F“-Codes. (Siehe „Tischbewegungssequenz“ auf Seite 4.)
4. Der Brenner verweilt auf der **Lochstechhöhe** bis zum Ablauf der **Vorschubverzögerung** (Prozentsatz der Gesamt-Lochstechverzögerung).
5. Nach Ablauf der **Vorschubverzögerung** bewegt sich der Brenner auf die **Lochstech-Endhöhe**. Diese Bewegung ist so bemessen, dass die Endhöhe nach Ablauf der **Lochstechverzögerung** erreicht wird.
6. Der Brenner verbleibt für die Dauer der **Schneidhöhenverzögerung** auf der **Lochstech-Endhöhe**. Nach Ablauf der **Schneidhöhenverzögerung** bewegt sich der Brenner auf die **Schneidhöhe**. Dort verbleibt er bis zum Ablauf der **Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung**.
7. Nach Ablauf der **Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung** startet die Steuerung der Lichtbogen-Spannung.
8. Der Konturschnitt des Teilstücks ist abgeschlossen.

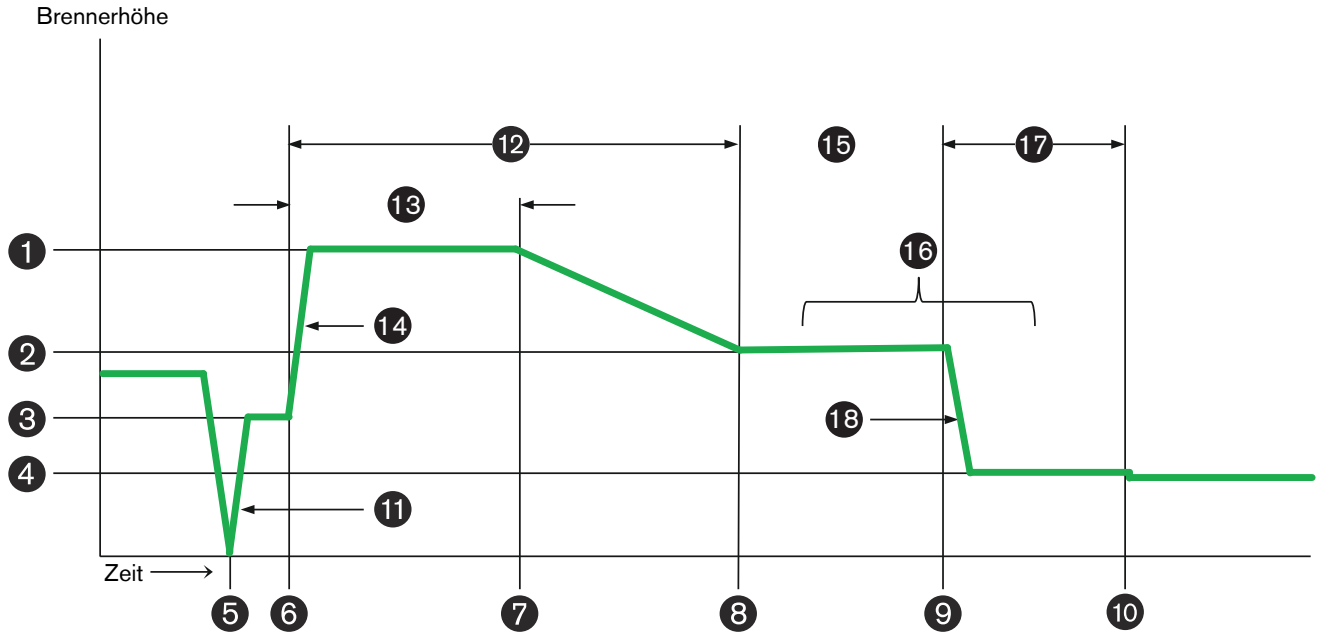


Figure 1 – zeitabhängiges Brennerhöhendiagramm des Vorschub-Lochstechens

1. Lochstechhöhe
2. Lochstech-Endhöhe
3. Übertragungshöhe
4. Schneidhöhe
5. Anfangshöhenabtastung
6. Lichtbogenübertragung, Bewegungsbeginn, Schutzschild-Durchflussschalter von Vorströmung auf Betriebsdurchfluss (falls Vorströmung geringer als Betriebsdurchfluss)
7. Brenner startet Absenkung auf Lochstech-Endhöhe
8. Brenner erreicht Lochstech-Endhöhe bei Ablauf der Lochstechverzögerung
9. Brenner senkt sich bei Ablauf der Schneidhöhenverzögerung auf Schneidhöhe
10. AVC beginnt bei Ablauf der Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung vor Schneidanlauf
11. Positionierung auf Übertragungshöhe
12. Lochstechverzögerung
13. Vorschubverzögerung
14. Positionierung auf Lochstechhöhe
15. Schneidhöhenverzögerung
16. In diesem Bereich durchdringt der Lichtbogen die Platte
17. Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung
18. Positionierung auf Schneidhöhe

Tischbewegungssequenz

Siehe Figure 2 für eine Darstellung der folgenden Sequenz.

1. Nach der Übertragung beginnt die Tischbewegung im ersten Segment mit schneller Fugenhobelgeschwindigkeit (der erste „F“-Code), auf benötigter Segmentlänge einen Evakuierungskanal (oder Rinne) zu bilden.
2. Im zweiten Segment beginnt die Tischbewegung mit mittlerer Geschwindigkeit (zweiter „F“-Code) auf benötigter Segmentlänge die Platte zu durchdringen.
3. Das dritte Tischbewegungssegment startet mit der programmierten **Schnittgeschwindigkeit**. Der restliche Schnitt wird mit dieser Geschwindigkeit ausgeführt (dritter „F“-Code).
4. Der Konturschnitt des Teilstücks ist damit abgeschlossen.

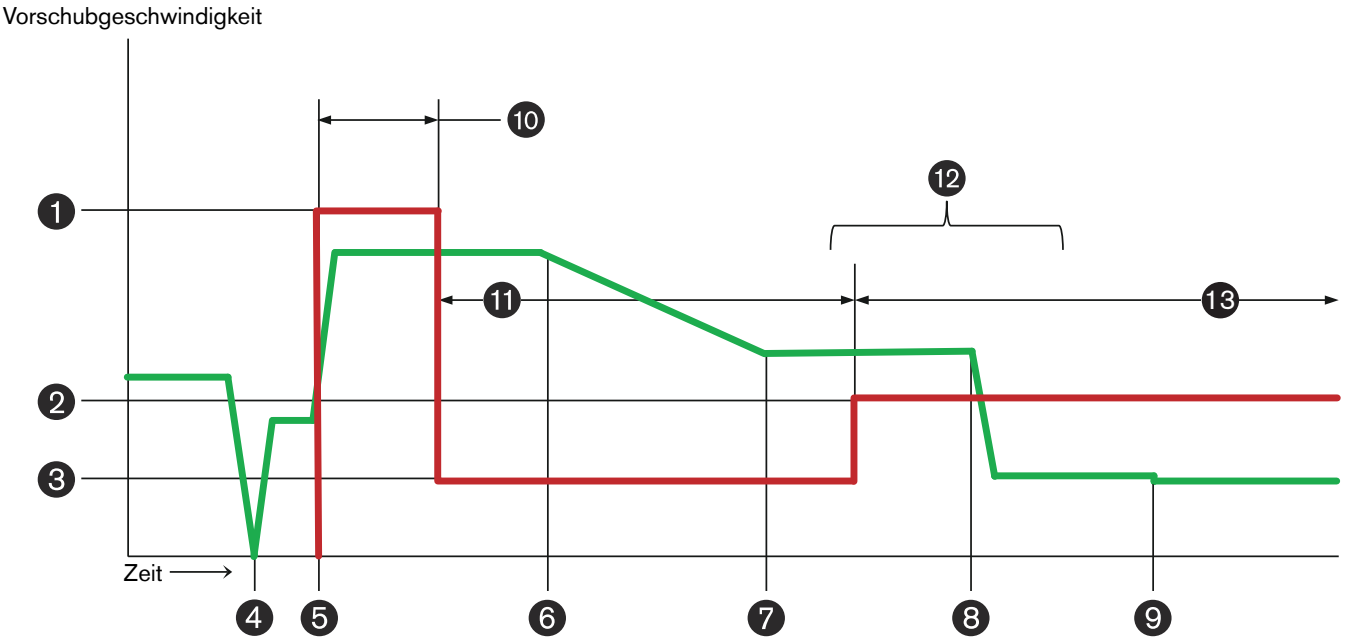


Figure 2 – zeitabhängiges Tischbewegungsdiagramm des Vorschub-Lochstechens

1. Fugenhobelgeschwindigkeit
2. Schnittgeschwindigkeit
3. Kriechen oder mittlere Geschwindigkeit
4. Anfangshöhenabtastung
5. Lichtbogenübertragung, Bewegungsbeginn, Schutzschild-Durchflussschalter von Vorströmung auf Betriebsdurchfluss (falls Vorströmung geringer als Betriebsdurchfluss)
6. Brenner startet Absenkung auf Lochstech-Endhöhe
7. Brenner erreicht Lochstech-Endhöhe bei Ablauf der Lochstechverzögerung
8. Brenner senkt sich bei Ablauf der Schneidhöhenverzögerung auf Schneidhöhe
9. AVC beginnt bei Ablauf der Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung vor Schneidanlauf
10. Bildung der Evakuierungsrinne
11. Durchdringen der Platte schreitet voran, während geschmolzenes Material durch die Rinne abtransportiert wird
12. In diesem Bereich durchdringt der Lichtbogen die Platte
13. Übergang zur Schnittgeschwindigkeit bei Durchdringen der Platte durch den Lichtbogen

Eingebettete Parameter des Teileprogramms

Bei Verwendung der EDGE Pro Steuereinheit empfiehlt es sich, die folgenden Parameter zur Steuerung der Vorschub-Lochstechsequenz zu verwenden.

Table 1: Eingebettete Teileprogramm-Parameter des Vorschub-Lochstechens

Parametername	Eingebetteter Programmcode	Beschreibung
Vorschub-Lochstechgeschwindigkeit Nr. 1 – schnelle Fugenhobelgeschwindigkeit	F45 G01 X0 Y1	Geschwindigkeit = 1143 mm/min Bewegung um 25 mm auf der Y-Achse
Vorschub-Lochstechgeschwindigkeit Nr. 2 – mittlere Geschwindigkeit	F20 G01 X0 Y0.5	Geschwindigkeit = 508 mm/min Bewegung um 13 mm auf der Y-Achse
Vorschub-Lochstechgeschwindigkeit Nr. 3 – Schnittgeschwindigkeit	F10 G01 X0 Y2.5	Geschwindigkeit = 254 mm/min Bewegung um 65 mm auf der Y-Achse
Übertragungshöhenfaktor	G59 V604 F300	Übertragungshöhe = 300 % der Schneidhöhe
Lochstechverzögerung	G59 V601 F8.0	Gesamt-Lochstechverzögerung = 8,0 Sekunden
Vorschubverzögerung (Höhenverstellung)	G59 V610 F50	Prozent Vorschubverzögerung = 50 % der Lochstechverzögerung
Lochstechhöhenfaktor	G59 V602 F500	Lochstechhöhe = 500 % der Schneidhöhe
Lochstech-Endhöhenfaktor	G59 V611 F250	Lochstech-Endhöhe = 250 % der Schneidhöhe
Schneidhöhenverzögerung	G59 V605 F3.0	Schneidhöhenverzögerung = 3,0 Sekunden
Schneidhöhe	G59 V603 F0.25	Schneidhöhe = 6 mm
Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung	M51T15	Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung = 4 Sekunden (der M51T-Wert ist die Summe aus Vorschub-AVC-Lochstech-, Schneidhöhen- und Lochstechverzögerung)

Parameter für Vorschub-Lochstechen von dickem legierten Stahl

Die folgenden Tabellen enthalten die Parameter (englisch und metrisch), die für das Vorschub-Lochstechen von bis zu 4 Zoll (100 mm) dickem legierten Stahl entwickelt wurden.

Table 2: Parameter für Vorschub-Lochstechen von dickem legierten Stahl – Englisch

Prozess	Stärke (Zoll)	Geschwindigkeit 1 (Zoll/min)	Geschwindigkeit 2 (Zoll/min)	Geschwindigkeit 3 (Zoll/min)	Segment 1 (Zoll)	Segment 2 (Zoll)	Segment 3 (Zoll)	Übertragungshöhenfaktor (% Schneidhöhe)	Lochstechverzögerung (Sekunden)	Prozent Vorschubverzögerung (% Lochstechverzögerung)	Lochstechhöhenfaktor (% Schneidhöhe)	Lochstech-Endhöhenfaktor (% Schneidhöhe)	Schneidhöhenverzögerung (Sekunden)	Schneidhöhe (Zoll)	Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung (Sekunden)
800 A H35/N_2	4	40	6	11	2	1	1.5	150	6	50	475	275	8	0.5	2
400 A H35-N_2/N_2	3	45	20	10	0.998	0.417	2.5	300	8	50	500	250	3	0.25	4
400 A H35-N_2/N_2	2	45	15	20	0.75	0.417	1.5	300	4.8	50	500	250	0.5	0.25	5.7

Table 3: Parameter für Vorschub-Lochstechen von dickem legierten Stahl – metrisch

Prozess	Stärke (mm)	Geschwindigkeit 1 (mm/min)	Geschwindigkeit 2 (mm/min)	Geschwindigkeit 3 (mm/min)	Segment 1 (mm)	Segment 2 (mm)	Segment 3 (mm)	Übertragungshöhenfaktor (% Schneidhöhe)	Lochstechverzögerung (Sekunden)	Prozent Vorschubverzögerung (% Lochstechverzögerung)	Lochstechhöhenfaktor (% Schneidhöhe)	Lochstech-Endhöhenfaktor (% Schneidhöhe)	Schneidhöhenverzögerung (Sekunden)	Schneidhöhe (mm)	Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung (Sekunden)
800 A H35/N_2	100	1016	152	279	50,8	25,4	38,1	150	6	50	475	275	8	12,7	2
400 A H35-N_2/N_2	75	1143	508	254	25,3	10,6	63,5	300	8	50	500	250	3	6,4	4
400 A H35-N_2/N_2	50	1143	381	508	19,1	10,6	38,1	300	4,8	50	500	250	0,5	6,4	5,7

EDGE Pro Beispielcode für 400 A – 3 Zoll (75 mm) legierten Stahl

Der folgende Beispielcode einer Hypertherm EDGE Pro CNC-Maschine bedient sich der üblichen US-amerikanischen Einheiten (Zoll). Er liefert Mustercodes für die Durchführung einer Vorschub-Lochstechung einer 3 Zoll (75 mm) starken Platte aus legiertem Stahl bei 400 A.

```
G99 X1 Y180 I0 J0
```

`G20`	(wählt englische Einheiten [Zoll])
`G91`	(inkrementeller Programmmodus)
`G43X0.265`	(Schnittfugenwert = 0,265 Zoll)
`G41`	(aktiviert linke Schnittfugenkompensation)
`G59 V502 F35`	(Plasmabrenner/Verschleißteiltyp)
`G59 V503 F2`	(Materialtyp)
`G59 V504 F400`	(Stromeinstellung)
`G59 V505 F23`	(Plasma-/Schutzschild-Gastyp)
`G59 V507 F58`	(Materialstärke)
`G59 V600 F202`	(Lichtbogen-Spannung)
`G59 V601 F8`	(Lochstechverzögerung)
`G59 V602 F500`	(Lochstechhöhenfaktor)
`G59 V603 F0.25`	(Schneidhöhe)
`G59 V604 F300`	(Übertragungshöhenfaktor)
`G59 V605 F3`	(Schneidhöhenverzögerung)
`G59 V610 F50`	(Vorschubverzögerung = 50 %)
`G59 V611 F250`	(Lochstech-Endhöhe = 250 %)
`M07`	(Plasmastart)
`M51T15`	(Vorschub-AVC-Lochstechverzögerung = 4) (Fügt Lochstech-, Schneidhöhen- und AVC-Verzögerung hinzu)
`F45`	(Fugenhobelgeschwindigkeit)
`G01 X0 Y.9975`	(lineare Bewegung)
`F20`	(Kriechganggeschwindigkeit)
`G01 X0 Y.4166`	(lineare Bewegung)
`F10`	(Schnittgeschwindigkeit)
`G01 X0 Y2.5`	(lineare Bewegung)
`M08`	(Plasma-Stopp)
`G40`	(deaktiviert Schnittfugenkompensation)
`M02`	(Programmende)