



Kjellberg[®]
FINSTERWALDE



EL CORTE POR LASER O PLASMA – ES UNA ELECCION?

Dr. Thomas Rummenap, Volkerr Krink, Nocolé Donicke, Dr. Michael Schnick

Contenidos

- Presentación de la compañía
 - Visión de los procesos de corte térmicos
 - Comparación entre los procesos de corte: plasma – laser
 - Factores tecnológicos y calidad de corte
 - Aspectos económicos
 - Resumen
-

Kjellberg Finsterwalde – Productos hechos en Alemania

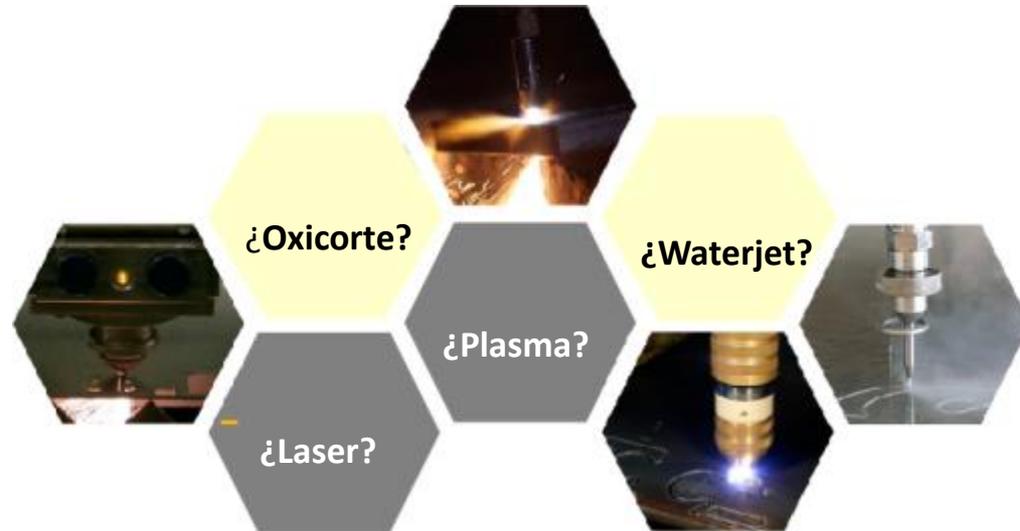
Kjellberg®
FINSTERWALDE



- Fundación de “Kjellberg Elektro-Maschinen GmbH” en 1922 (equipo de soldadura)
- Uno de los más antiguos establecimientos de manufactura con una rica tradición en el mercado.
- Desarrollo, producción y venta de:
 - Máquinas de corte por plasma de alta calidad para corte de material con espesores de hasta 160 mm y potencias de hasta 600 A
 - Maquinas de corte plasma manual de hasta 70 mm
 - Maquinas de corte por laser de fibra de hasta 2 kW y 15 mm
 - Maquinas de soldadura y equipo para proceso (TIG, SAW)
 - Electrodo de soldadura
- Ventas totales (2013): 50 millones de Euros, 70% en Exportaciones a 50 países

Descripción del problema

¿Cuales son las ventajas son respecto a la rentabilidad de cada proceso dependiendo del material, espesor de la lamina, geometría y calidad.?



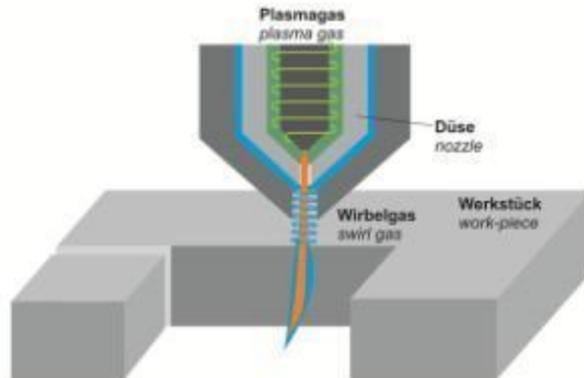
La demanda de la pieza ser cortada determina el proceso de corte

DIN 8580 – Clasificación de los procesos de fabricación

Los procesos de corte térmico pueden ser clasificados conforme al tipo de fuente de energía y los efectos que produce en la pieza de trabajo

Corte Plasma

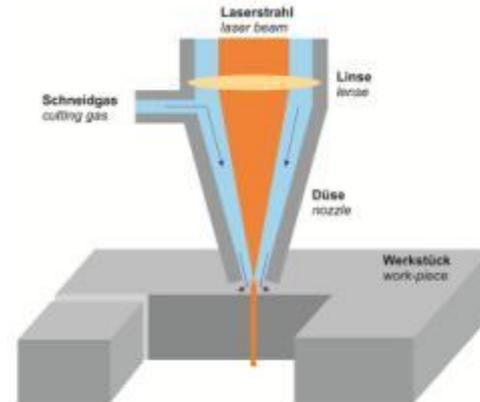
Corte de fusión



Gas Caliente

Corte Laser

Corte flama o fusión



Gas frio + Laser

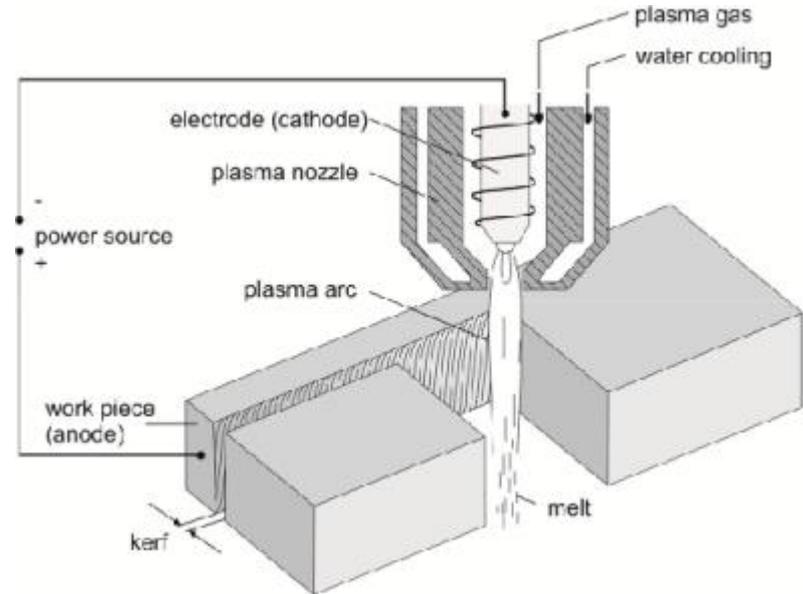
¿Qué es el plasma?

- Es una condición común de la naturaleza (Rayo, chispa)
- Comúnmente conocida como el cuarto estado de la materia.
- Es creado cambiando el estado de agregación de un gas añadiendo energía eléctrica.
- Consiste en iones positivamente cargados y electrones negativamente cargados
- Conductividad eléctrica ionizada por gas
- Amplio rango de aplicaciones
 - Corte
 - Fundido
 - Pulverizado



Corte por plasma

- Proceso físico
- Arco eléctrica
- Compresión por una boquilla
- Alta densidad energética 2×10^{16} W/cm²
- Alta temperatura 30.000 °K
- Alta velocidad de flujo de gas – energía cinética
- Derrite el material y lo conduce fuera de la pieza de corte.



¿Que material es adecuado para el corte por plasma?

Con plasma es posible realizar contornos y cortes rectos así como ángulos oblicuos y todo tipo de materiales conductores de electricidad desde 0.5 hasta 160 mm:

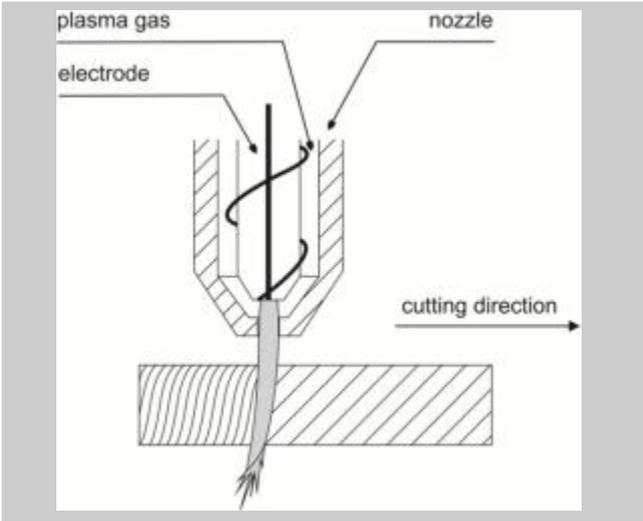
- Acero templado
- Acero inoxidable (1.4301, 1.4541, 1.4571,)
- Metales no ferrosos (Al, Cu, Titanio,.....)
- Recubrimientos resistentes, acero recubierto built-up welded)
- Materiales especiales
- Planos y componentes 3D
- Corte en bisel



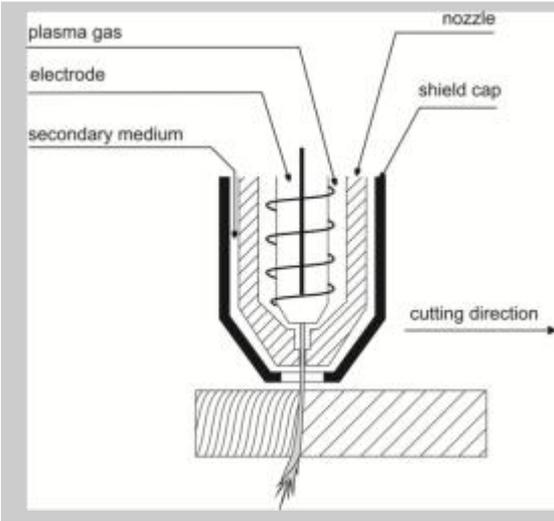
Corte por plasma indirecto (“*Tecnología HotWire*”) permite cortar además materiales no conductores

Corte por plasma directo

Corte por plasma convencional



Corte por plasma con arca enfocada HiFocus



Corte por plasma
Corte por plasma bajo agua



Variaciones de los procesos de corte por plasma

Corte por plasma convencional

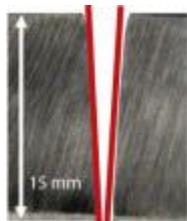
- Efecto doble de corte recto
- Baja temperatura de fundición y así provoca pandeo mínimo
- Bajo consumo de gas
- Gas de aire de plasma (barato)*
- Corte a longitud y recorte de piezas
- Corte y ranurado.
- Bajos requerimientos de calidad *****???
- Antorchas de mano y para maquina
- Unidades móviles -inversores de corte

Corte por plasma HiFocus

- Corte en interior y pequeños contornos, corte directo de esquinas, entalladuras estrechas, libre de escoria
- Baja tolerancia de rectangularidad
- Diferentes gases de plasma y remolinos de plasma alrededor del arco del plasma
- Alta constricción del arco del plasma-> alta densidad de energía
- Pequeñas zonas afectadas por calor
- Consumo de gas minimizado
- Corte y marcado con alto rendimiento y calidad desde 0.5mm hasta 160mm
- Antorchas para maquina
- Utilizable con sistemas guiados

Equipo de corte por plasma

Corte por plasma convencional



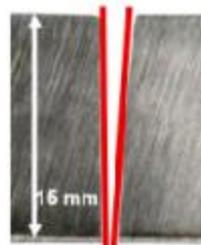
Flash 100 –
Antorcha de maquina sin
arremolinamiento de gas



CutFire 100i – Inversor de corte
por plasma (Aire plasma gas)



Corte por plasma Hi Focus



Flow Control 2 – Consola
de mezclado automático
de gases.



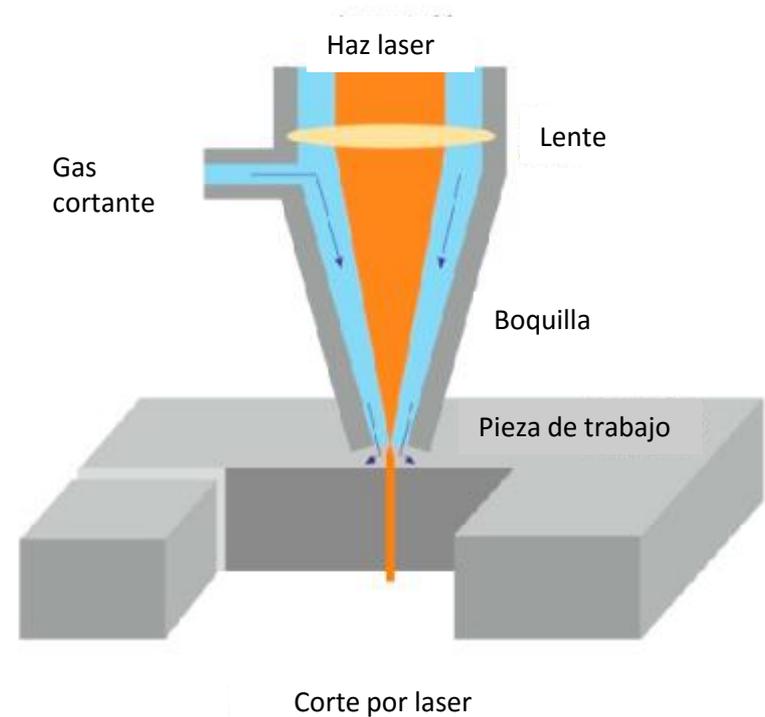
Hi Focus 161i – Máquina
de corte por plasma
automático.

Corte por laser

Con corte por laser el material es separado por un haz de laser con alto poder de densidad. A continuación el proceso de corte por laser se puede distinguir por:

- Flama de corte del laser - oxidación substancial del material
- Fusión del corte por laser - fundición substancial del material
- Sublimación del corte por laser - evaporación substancial del material a través del haz del laser

Los láseres mas comúnmente usados son los láseres de gas y láseres de fibra o disco (Láseres de estado solido)



Comparación de los procesos de corte

Factores tecnológicos / calidad de corte

- Rango de corte
- Superficie cortada rugosidad
- Corte de agujeros
- Rababas y rectangularidad

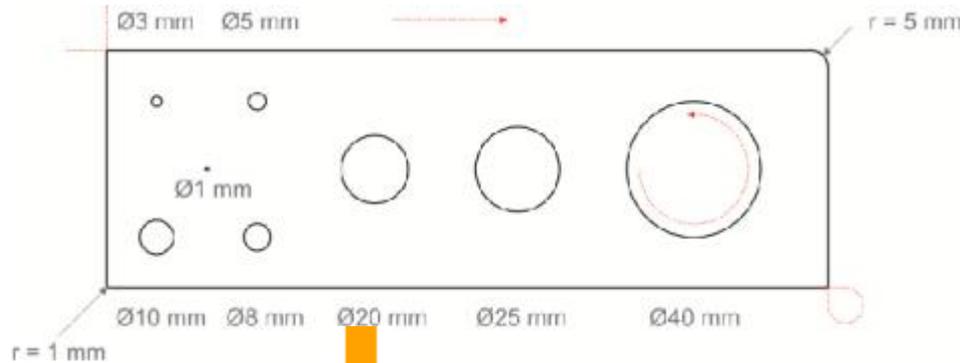
Factores económicos

- Consumo de gases
- Velocidades
- Costos de cortar



Comparación de procesos de corte – Pieza de referencia muestra

Kjellberg®
FINSTERWALDE



Corte por plasma

Corte por laser

Corte por plasma convencional

Corte por plasma HiFocus

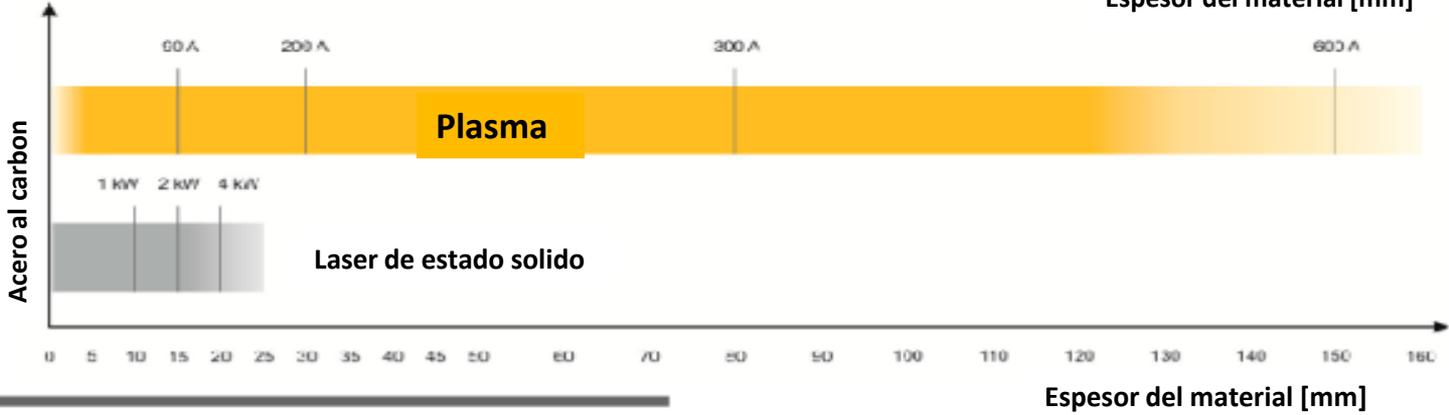
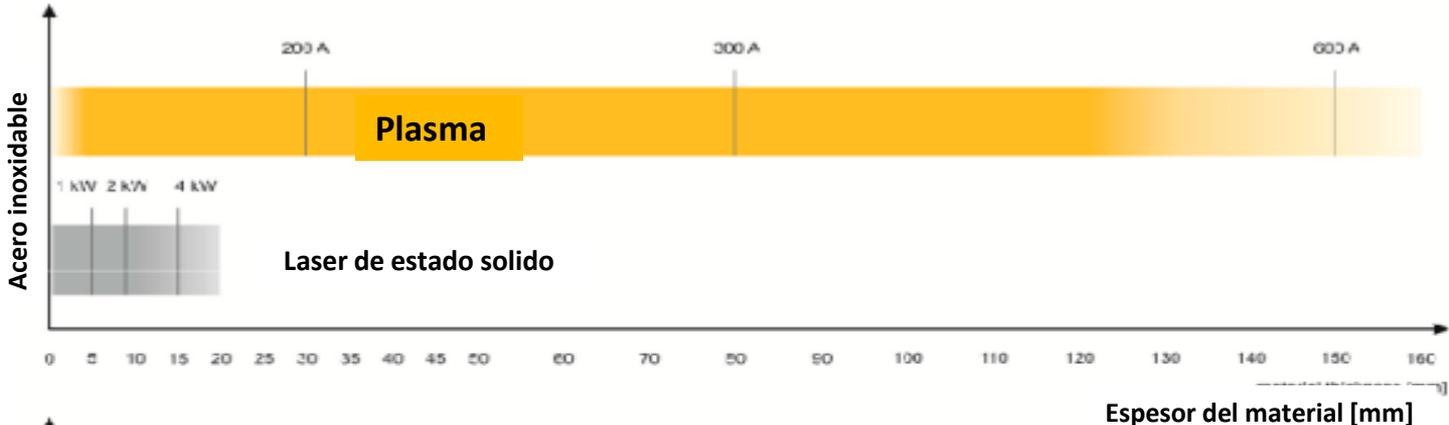
Estado solido (Fibra, disco)

- Bajos costos de inversión
- Cut Fire 100i

- Moderados costos de inversión
- Hi Focus 161i

- Altos costos de inversión
- Disk laser - TruLaser 7025 (TruDisk 5001)

Comparación de procesos de corte .- rango de corte



Espesor del material [mm]

Comparación de procesos de corte - superficie de corte de acero al carbón (1.0037)

Parámetros de corte				
Sistemas de corte	Cut Fire	Hi Focus	Laser de estado solido	
Muestra de referencia - 3mm			 1 kW	 2 kW
Muestra de referencia -10mm			 2 kW	 4 kW
Muestra de referencia - 20 mm			 5 kW	
Muestra de referencia - 25 mm			 5 kW	

Comparación de procesos de corte - superficie de corte de acero al carbón, 10mm

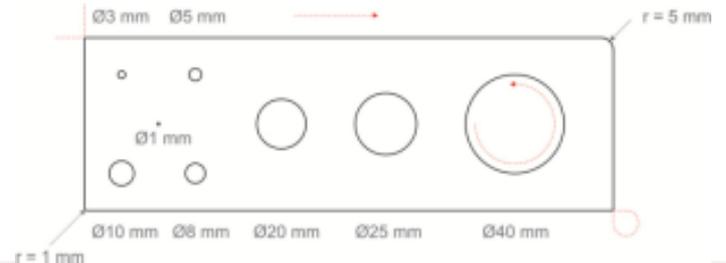
Parámetros de corte

Sistemas de corte	Cut Fire	Hi Focus	Laser de estado solido	
Superficie de corte				
Corriente de corte / Potencia de corte	70 A	130 A	2 kW	4 kW
Velocidad de corte	800 mm/min	2600 mm/min	1000 mm/min	2100 mm/min
Rugosidad Rz*	40 µm	9 µm	66 µm	35 µm

*Rango de medida: 2.5mm x 5, Muestra de centro (superficie de corte)

Para razones de procesos relacionados los corte de muestras de ejemplo de laboratorio pueden mostrar algunas variaciones (influencias por del sistema de guiado, variaciones del material etc.)

With the kind support of



Comparación de procesos .- superficie de corte, acero inoxidable

Parámetros de corte				
Sistemas de corte	CutFire	HiFocus	Laser de estado solido	
Muestra de referencia - 3mm			1 kw 	2 kw 
Muestra de referencia -10mm			2 kw 	4 kw 
Muestra de referencia - 20 mm			5 kw 	5 kw 
Muestra de referencia - 25 mm				

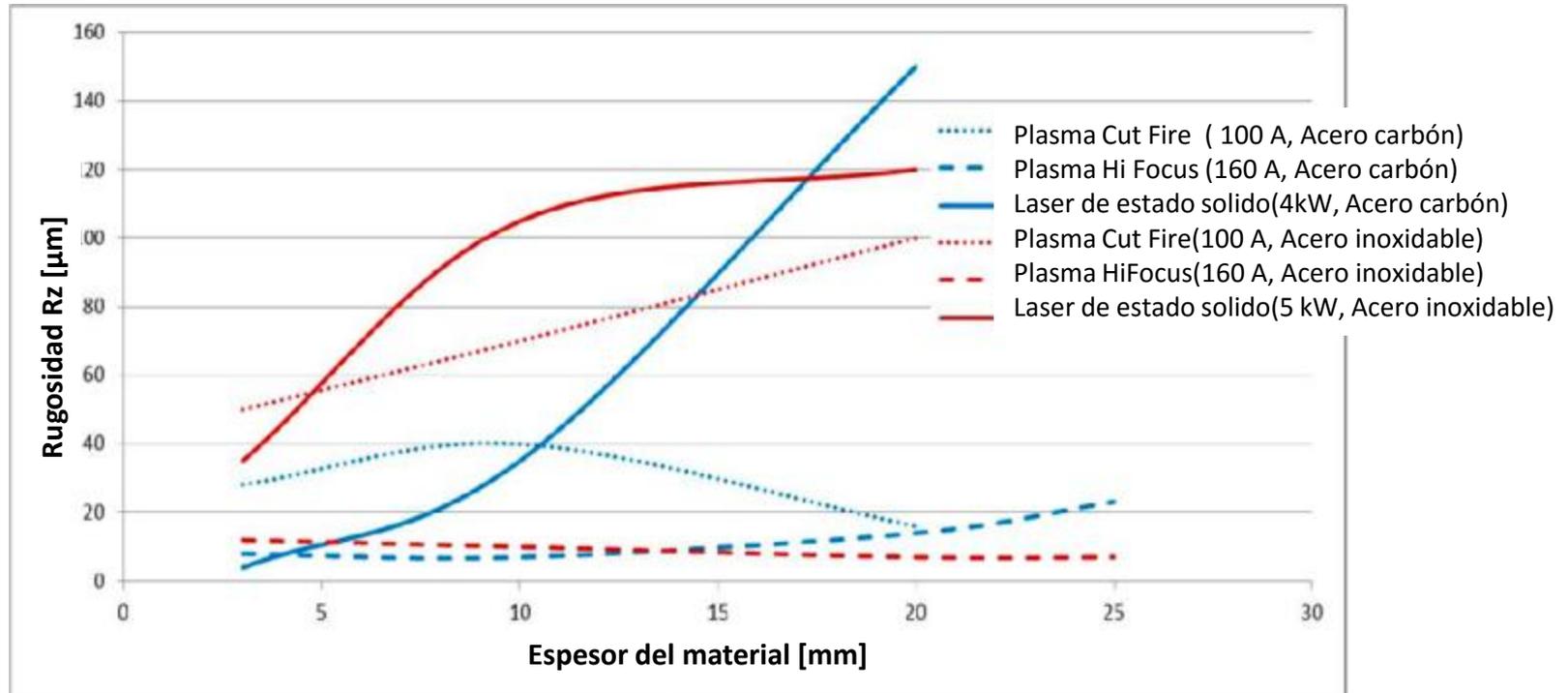
Comparación de procesos.- Superficie de corte acero inoxidable 10 mm

Parámetros de corte				
Sistemas de corte	CutFire	HiFocus	Laser de estado solido	
Superficie de corte				
Corriente de corte/potencia de corte	70 A	130 A	2 kW	4kW
Velocidad de corte	800 mm/min	1400 mm/min	300 mm/min	600 mm/min
Rugosidad RZ	78 µm	10 µm	105 µm	90 µm

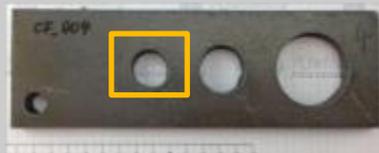
*Rango de medida: 2.5mm x 5, Muestra de centro (superficie de corte)

Para razones de procesos relacionados los corte de muestras de ejemplo de laboratorio pueden mostrar algunas variaciones (influencias por del sistema de guiado, variaciones del material etc.)

Comparación de procesos de corte – Rugosidad de las superficies

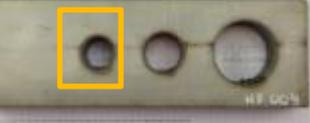


Comparación de procesos de corte – Agujeros en acero al carbón, 10 mm

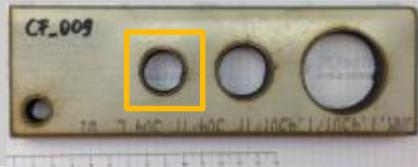
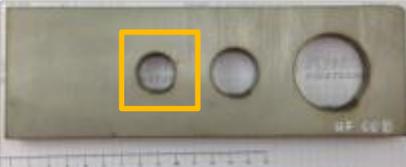
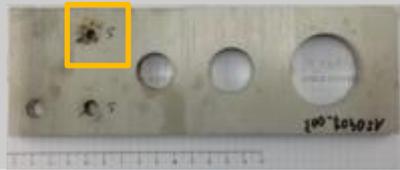
Parámetros de corte			
Sistemas de corte	Plasma CutFire	Plasma Hi Focus	Laser de estado solido
Muestra de referencia			
Agujero mas pequeño			
Corriente de corte/Potencia de corte	70 A	130 A	4 kW
Velocidad de corte al exterior de contorno	800 mm/min	2600 mm/min	2100 mm/min

Comparación de procesos de corte – Agujeros en acero inoxidable, 1.4301

Parámetros de corte

Sistemas de corte	CutFire	HiFocus	Laser de estado solido
Muestra de referencia - 3 mm			
Muestra de referencia - 10 mm			
Muestra de referencia - 20 mm			
Muestra de referencia - 25 mm			

Comparación de procesos de corte – Agujeros en acero inoxidable, 10mm

Parámetros de corte			
Sistemas de corte	CutFire	HiFocus	Laser de estado solido
Muestra de referencia			
Agujero mas pequeño			
Corriente de corte/Potencia de corte	70 A	130 A	4 kW
Velocidad de corte al exterior de contorno	800 mm/min	2600 mm/min	2100 mm/min

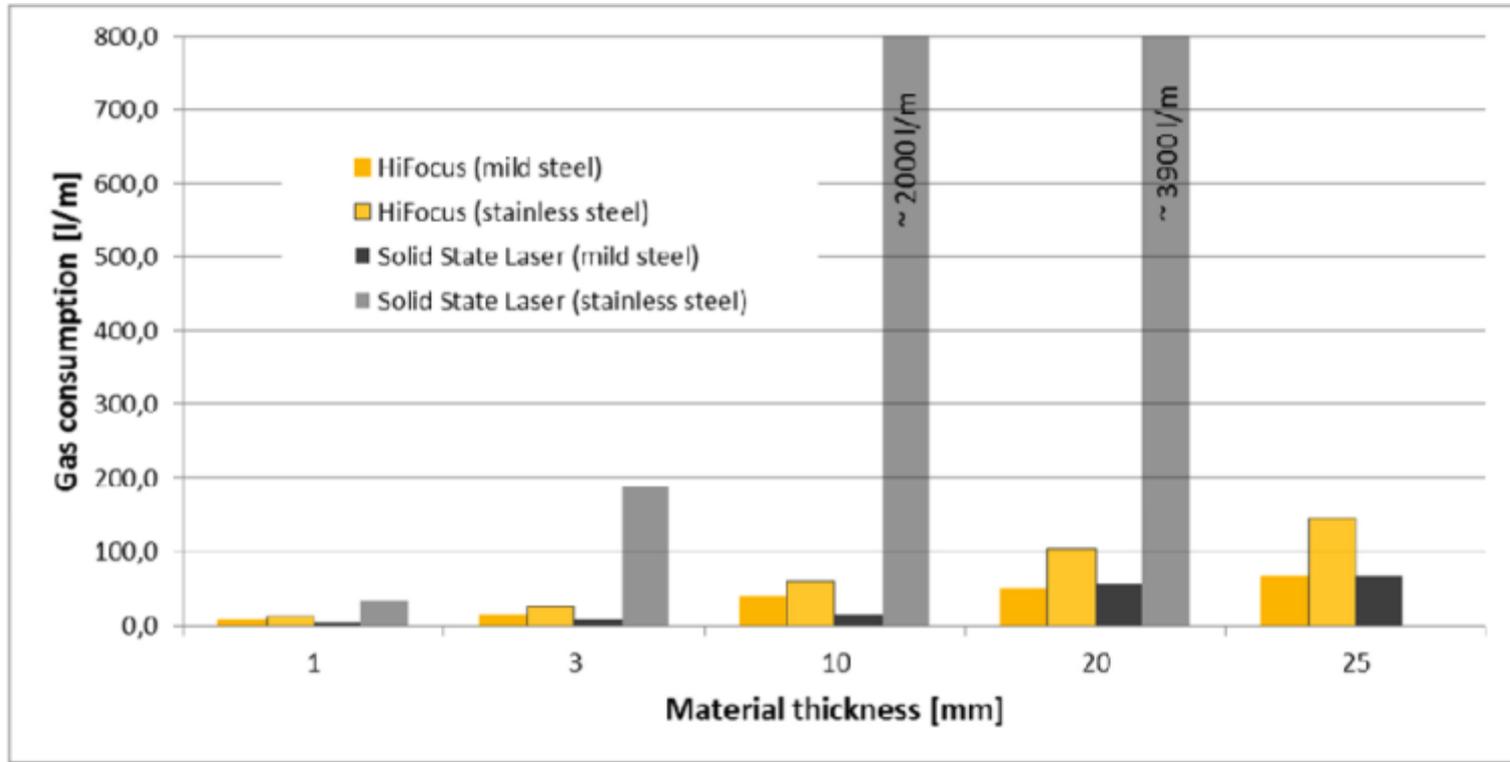
Comparación de procesos de corte – Inclinación Corte, 10mm

Parámetros de corte			
Sistemas de corte	Plasma Hi Focus	Laser de estado solido	
Material	Acero al carbón – 1.0037		
Ancho del corte			
Corriente de corte/Potencia de corte	130 A	4 kW	--
Velocidad de corte	2600 mm/min	2100 mm/min	--
Material	Acero inoxidable – 1.4301		
Ancho del corte			--
Corriente de corte/Potencia de corte	130 A	4kW	--
Velocidad de corte	1400 mm/min	600 mm/min	--

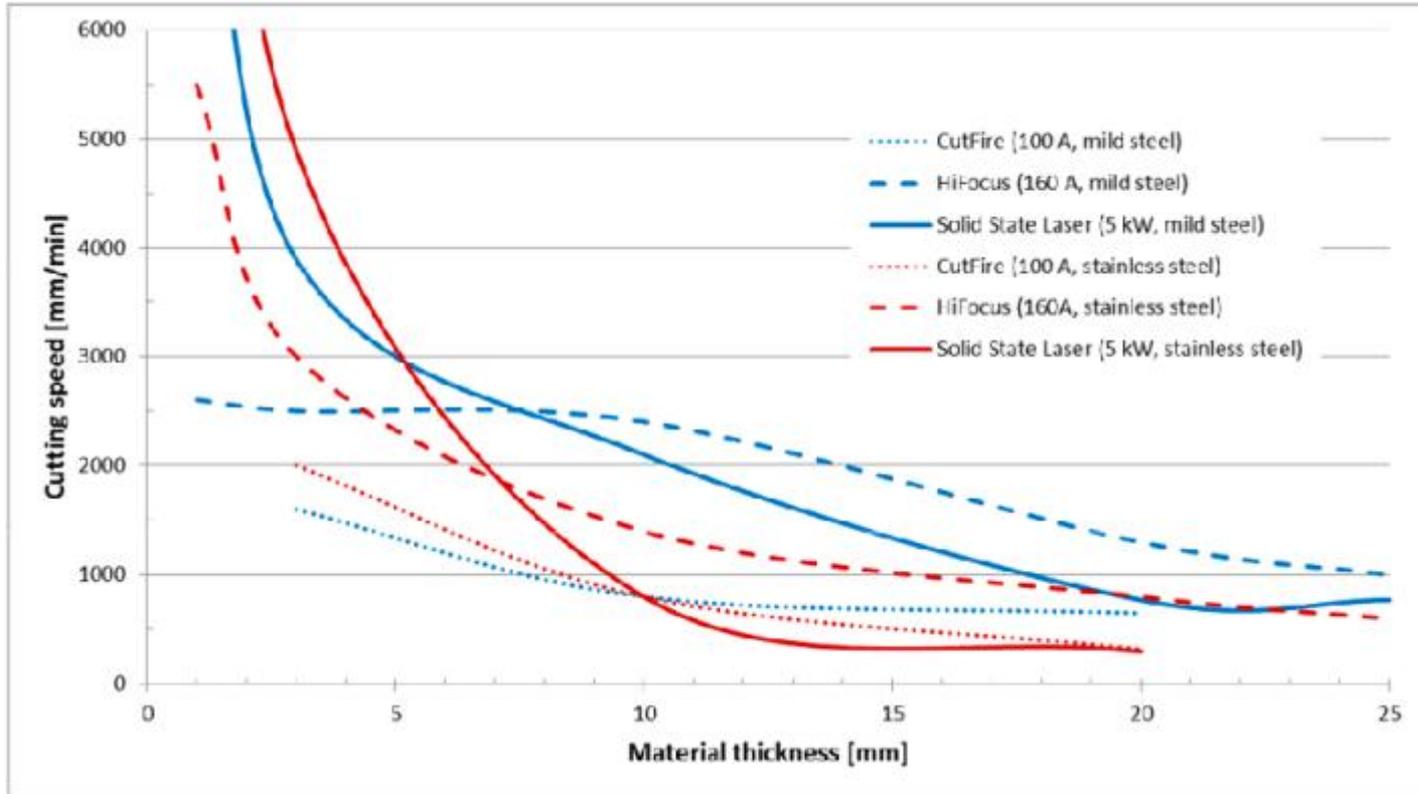
Comparación de procesos de corte – Resumen de calidades de corte

	Plasma Cut Fire	Plasma Hi Focus	Laser
Superficie de corte			
	Ligeramente rugosa categoria 2-4	Muy suave categoria 1-2	En espesor superior a 10 mm de aspero a muy aspero categoria 2-3
Proporción: Diámetro del agujero ↔ espesor del material			
Acero al carbón	2:1 ØMin. = 10 mm	1:1, min.Ø= 5 mm	0.5 : 1(hasta 10 mm) 1:1 (desde 10 mm)
Acero inoxidable		2:1, minØ = 10 mm	
Ancho del corte			
Acero al carbón	Corte muy amplio 3 mm	Corte amplio 2.8 mm	Corte muy estrecho 0.7 mm
Rectangularidad de los bordes de corte			
	Ligera angularidad en ambos lados Categoria 3-5	Lado de la pieza buena cerca a rectangularidad categoria 2-4	Ambos lados cerca de la rectangularidad categoria 1-2

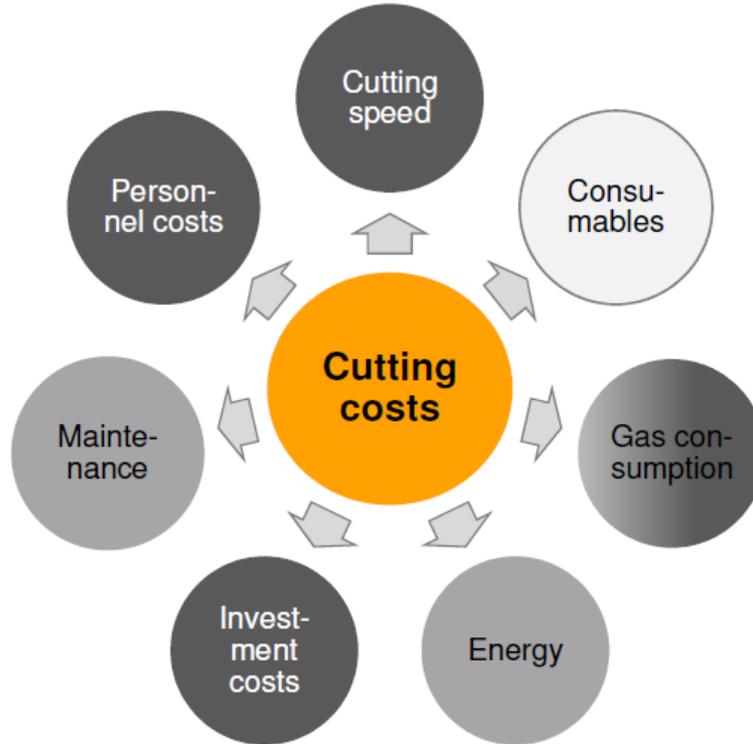
Comparación de procesos de corte – Consumo de gas



Comparación de procesos de corte – Velocidades



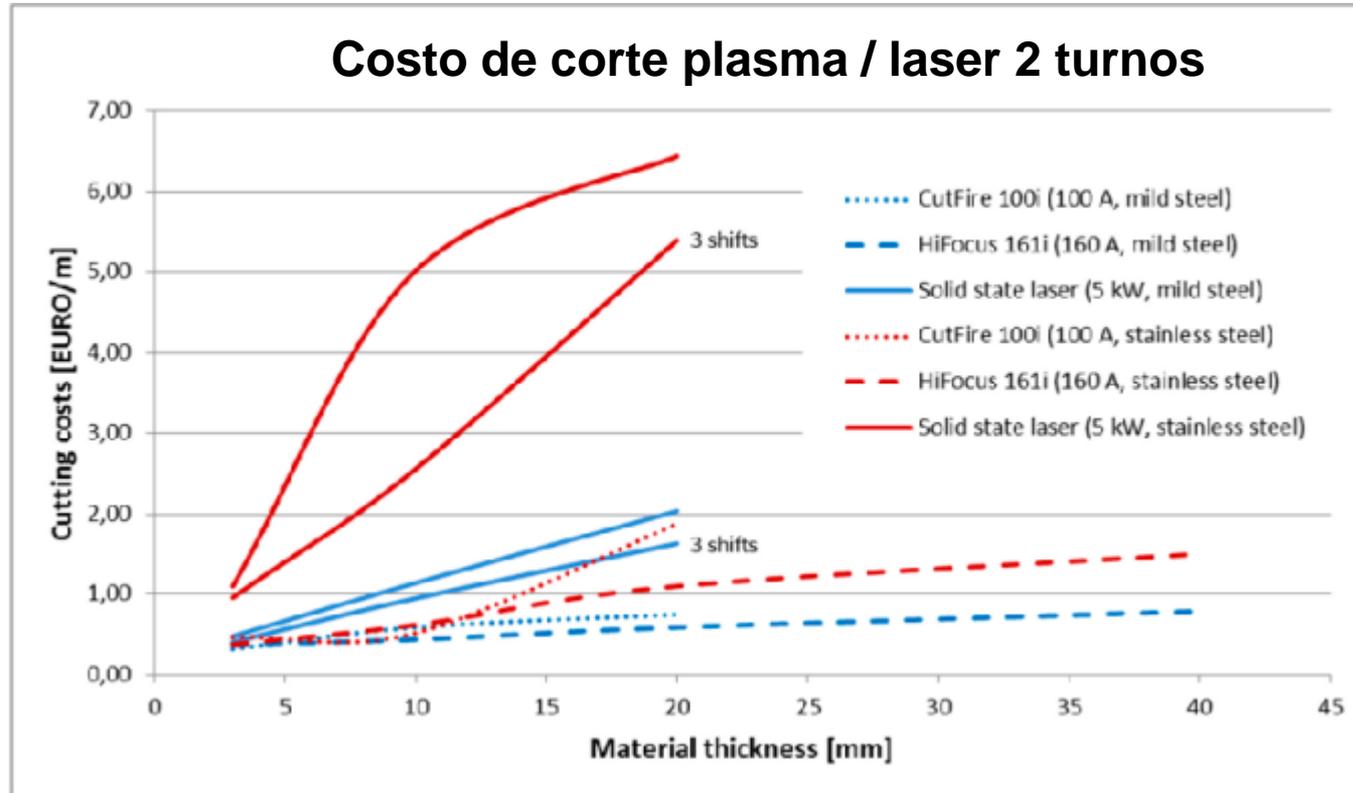
Comparación de procesos de corte – Costos de corte



Mayor influencia

Menor influencia

Prácticamente sin
influencia



Resumen

Espesor del material	El corte por plasma cubre el alto rango de corte
Superficie de corte	El plasma Hi Focus muestra bajo grado de rugosidad. En relación a las muestras de corte por laser, la rugosidad se incrementa con el incremento del espesor del material. El corte por laser produce bordes verticales, mientras el plasma Hi Focus muestra una pequeñas inclinación de ángulos
Corte	El corte por laser produce cortes más estrechos. Esto es ventajoso para cortes de pequeños contornos en láminas delgadas donde es posible con alta precisión.
Tamaño de los agujeros	Los agujeros mas pequeños son posibles con laser. Sin embargo, hay restricciones con consideraciones al máximo espesor de corte
Consumo de gas	El consumo de gas del corte por laser es bueno sobre el consumo el plasma Hi Focus.
Costo por metro de corte	Debido a la baja inversión de costos y a menudo altas velocidades de corte respecto a laminas mas gruesas, el costo por metro de corte por plasma es menor que en laser

Combinación ventajosa de laser y plasma



- Espesor de material de hasta 5 mm
- Contornos mas pequeños posibles desde 0.5 X espesor de la hoja
- Cortes estrechos
- Esquinas agudas



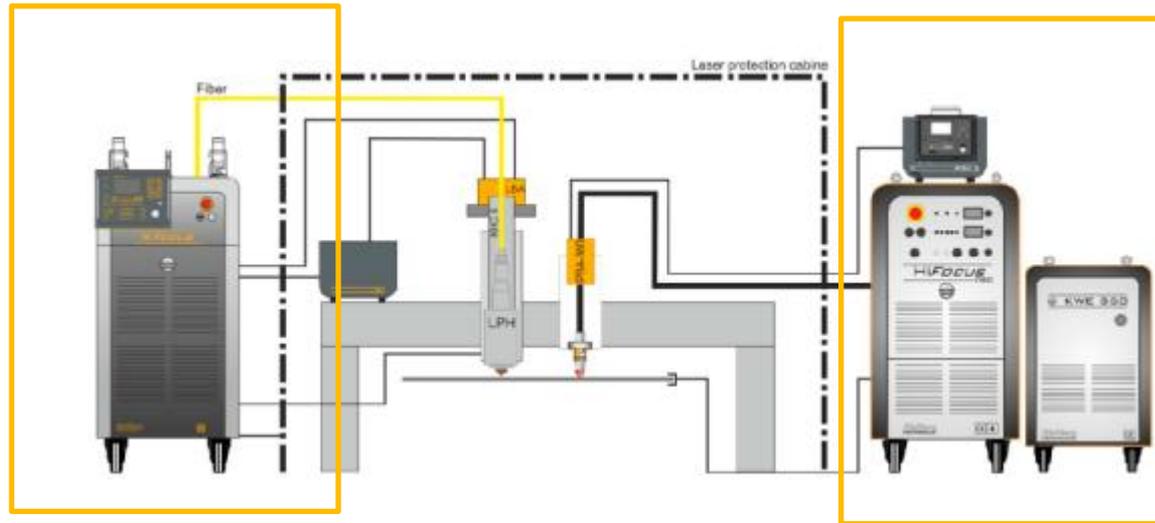
- Espesor de material desde 3 mm
- Contornos no tan pequeños
- Costo eficiencia de corte de diferentes materiales a alta calidad

Conclusión: Combinación benéfica

Laser

+

Plasma



Sistemas de laser de fibra Xfocus 500, Xfocus 1000, Xfocus 2000

- Sistemas compactos completos para corte y marcado de acero templado, inoxidable y aluminio
- Para corte de placas delgadas en combinación con todos los sistemas guiados suitable para corte por plasma



Créditos

Dr. Thomas Rummenap.- Kjellberg Finsterwalde

Con la colaboracion de :

Volkerr Krink, Nocolé Donicke, Dr. Michael Schnick

Con el soporte del instituto Fraunhofer

With the kind support of  **Fraunhofer**
IWS

<http://www.iws.fraunhofer.de/en.html>

Traducción al español:

Tec. David Alonso Franco García

D.I. José Arturo Franco Noriega

Kjellberg Finsterwalde

Plasma und Maschinen GmbH

Oscar-Kjellberg-Straße 20 | 03238 Finsterwalde | Germany

Telefon/Phone +49 3531 500-0 | Fax: +49 3531 500-227

E-Mail: kjellberg@kjellberg.de | URL: www.kjellberg.de
