

# **Einfluss der Oberflächenrauheit, der Wasserqualität und der Metallart auf den Wärmeübergang bei der Kühlung von Metallen mit unterschiedlichen Düsenarten**

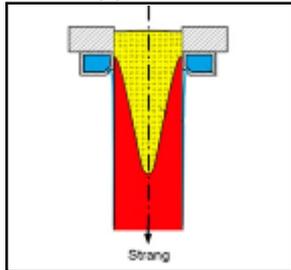
**Hermann Woche, Yuan Fang, Suresh Gopalkrishna, Eckehard Specht**



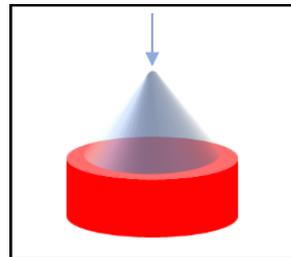
Bandanlage



Strangguss



Einzelwerkstück



Plattenbewegung

$$w_c > 0$$

(quasistationär)

$$w_c > 0$$

(quasistationär)

$$w_c = 0$$

(instationär)

Kühlung von Metallen → Generierung spezieller  
Werkstoffeigenschaften  
+ Minimierung Verzug

Kühlprozess → unterschiedliche Siedephasen  
↓  
ungleichmäßiger Wärmestrom

Ziel: Optimierung des Quenchprozesses mit:

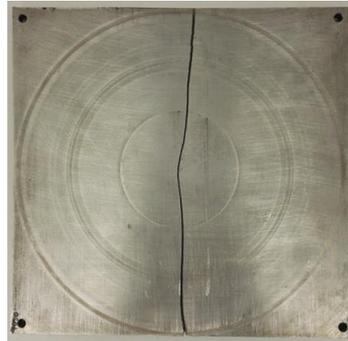
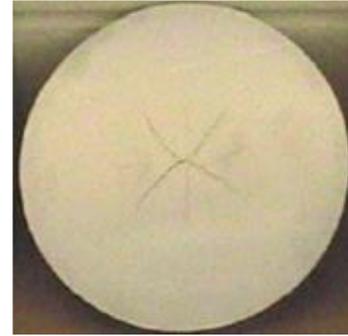
- Generierung gewünschter Werkstoffeigenschaften
- Minimierung Spannung und Verzug



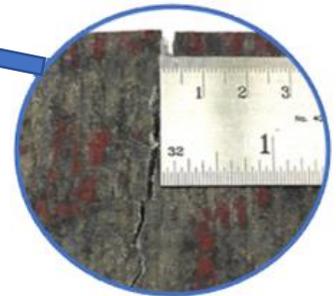
- Metallurgische Werkstoffkennwerte außerhalb der Vorgaben



- Stranggussfehler



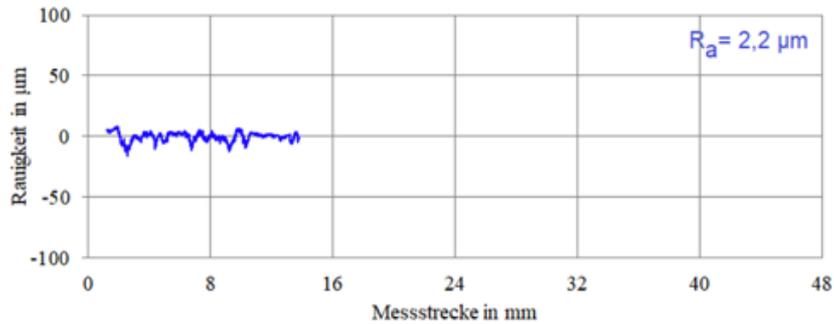
- Rissbildung



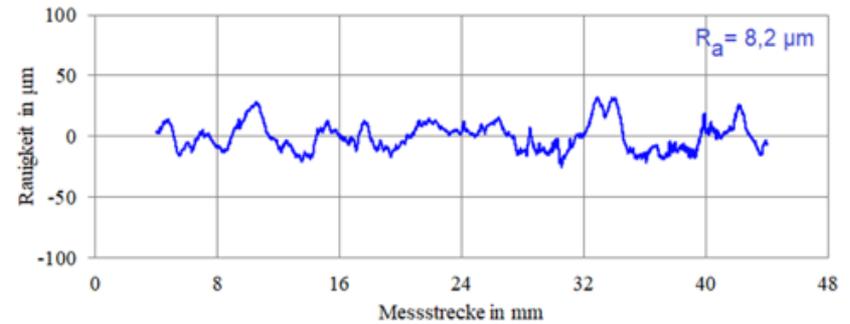


# Rauheitsprofile von Stranggussoberflächen aus Al-Legierungen

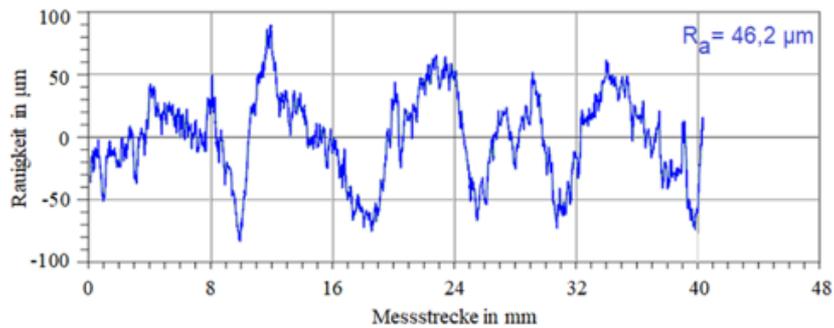
Al-Legierung AA5083, EMC, raue Oberfläche



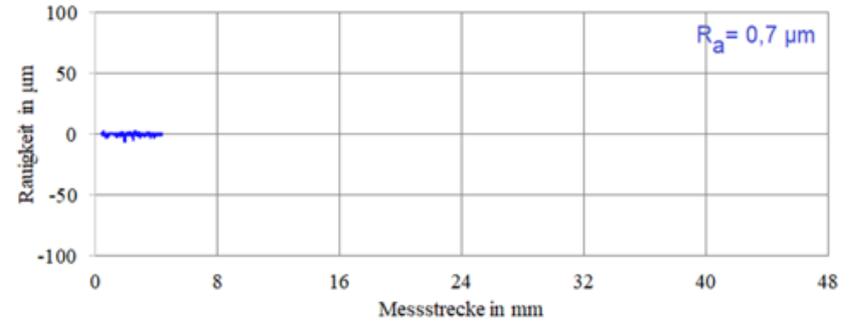
Al-Legierung AA6082, LHC, raue Oberfläche



Al-Legierung AA5083, Direct Chill Casting, raue Oberfläche

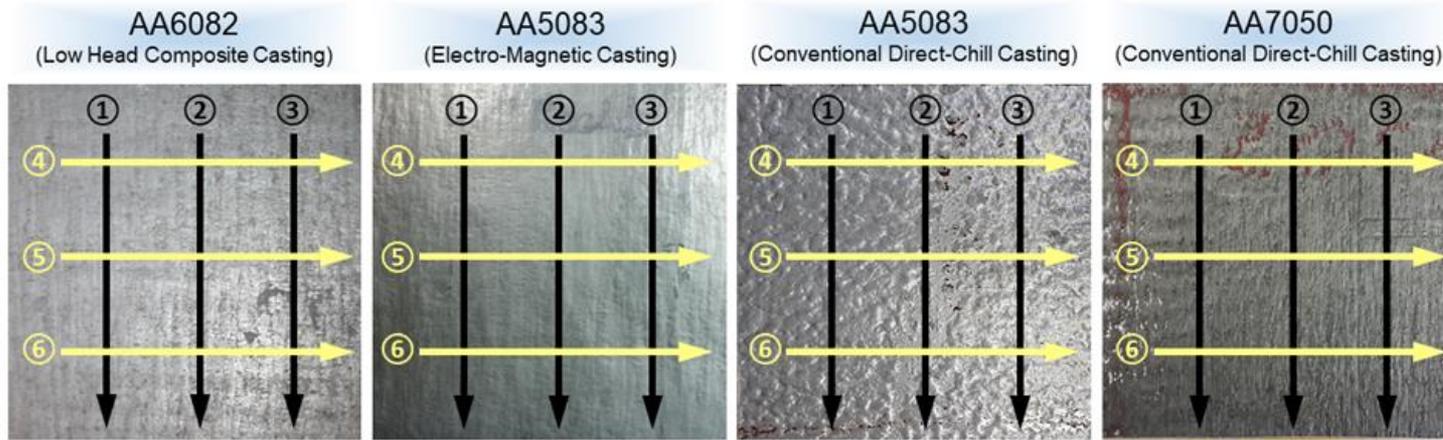


Al-Legierung AA5083, EMC, bearbeitet, techn. glatte Oberfläche





# Messlinien und Rauheits-Kennwerte von Al-Legierungen



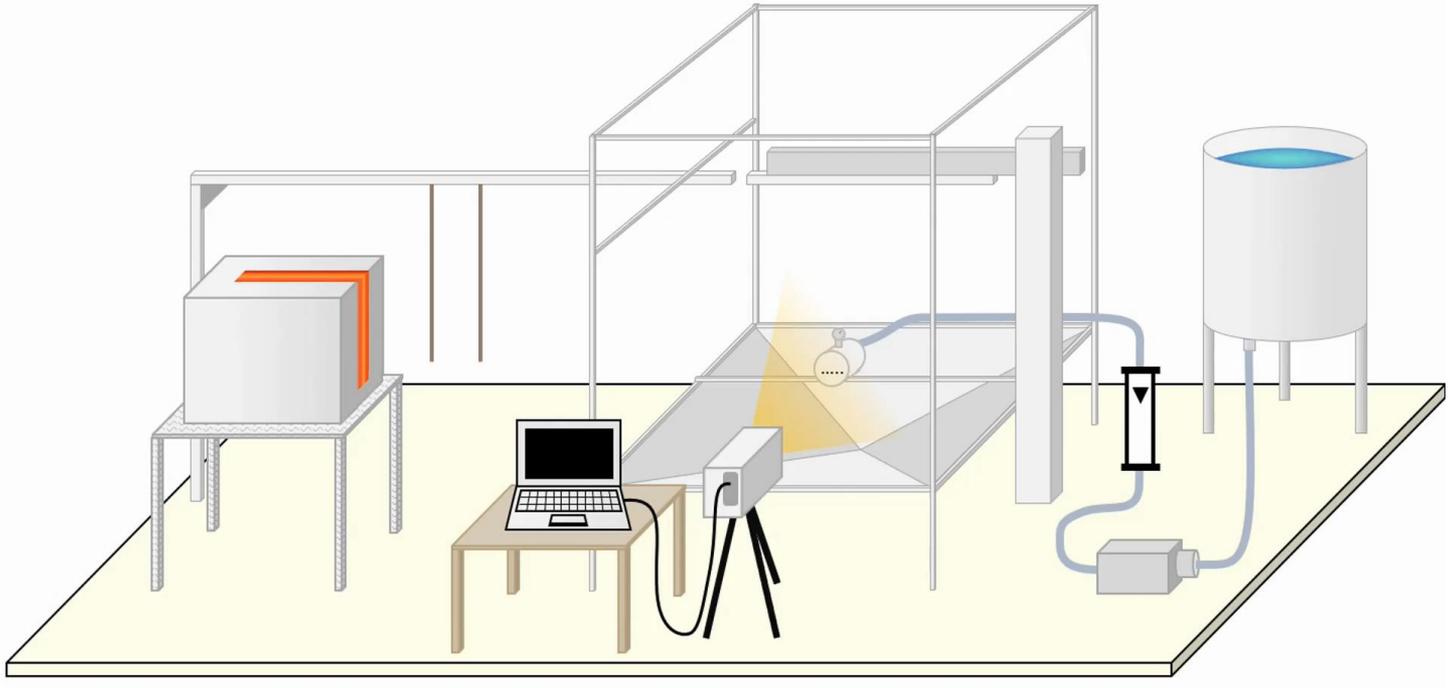
		AA6082 (LHC)	AA5083 (EMC)	AA5083 (DC)	AA7050 (DC)
<b>In Stranggussrichtung (Linie 1-3)</b>	$R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]	8	2	46	72
	$R_{z,max}$ [ $\mu\text{m}$ ]	55	19	333	529
<b>Quer zur Stranggussrichtung (Linie 4-6)</b>	$R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]	10	3	44	60
	$R_{z,max}$ [ $\mu\text{m}$ ]	59	21	300	582

glatt:  $R_a \leq 5 \mu\text{m}$ ;

rau:  $R_a = 5$  bis  $25 \mu\text{m}$ ;

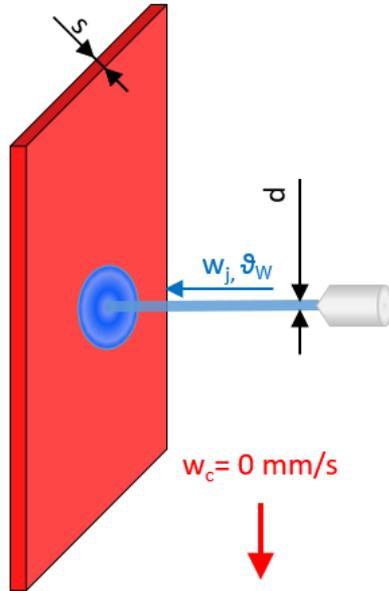
sehr rau:  $R_a > 25 \mu\text{m}$

# Prinzipieller Aufbau der Versuchsanlage



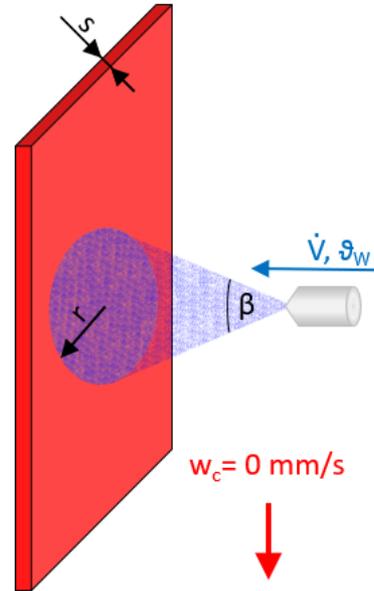


### Einzel-Vollstrahldüse



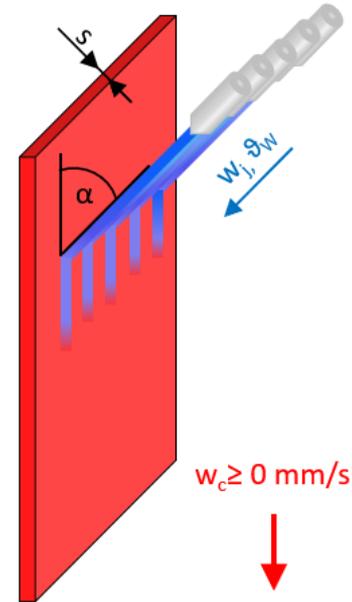
$d$  - Strahldurchmesser  
 $w_j$  - Strahlgeschwindigkeit  
 $w_c$  - Stranggeschwindigkeit

### Einzel-Spraydüse

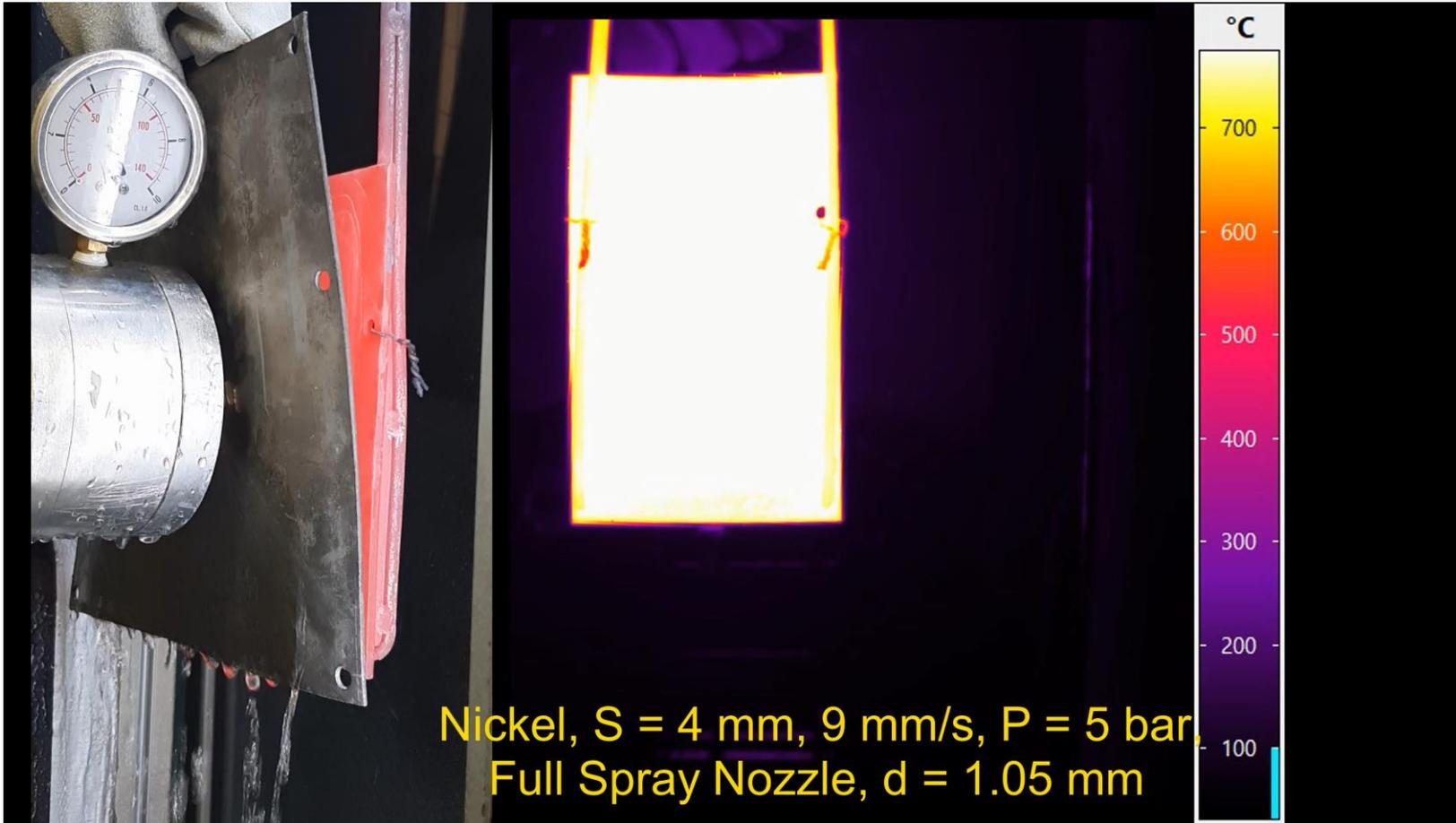


$s$  - Materialstärke  
 $r$  - Sprayradius  
 $\dot{V}$  - Volumenstrom  
 $\theta_w$  - Wassertemperatur

### Kokillenstrahlen

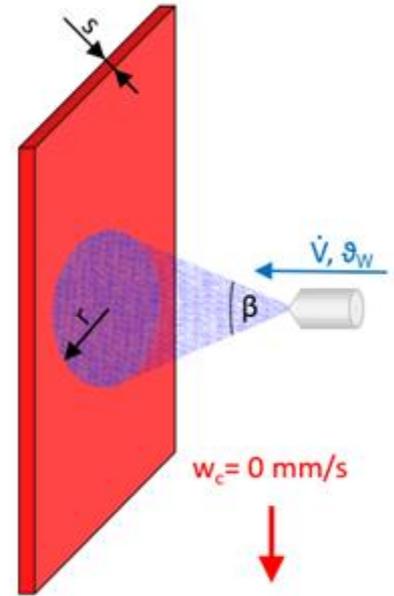
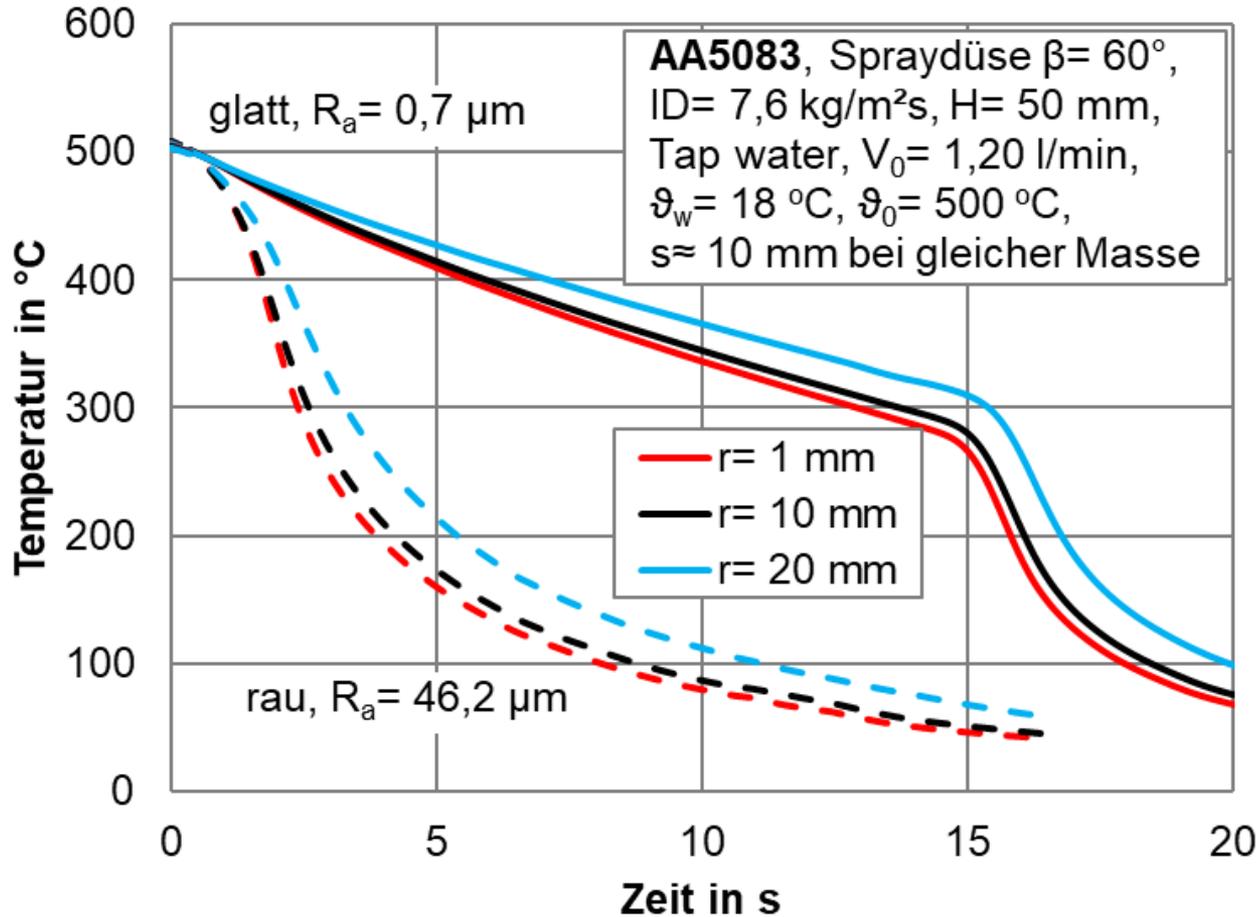


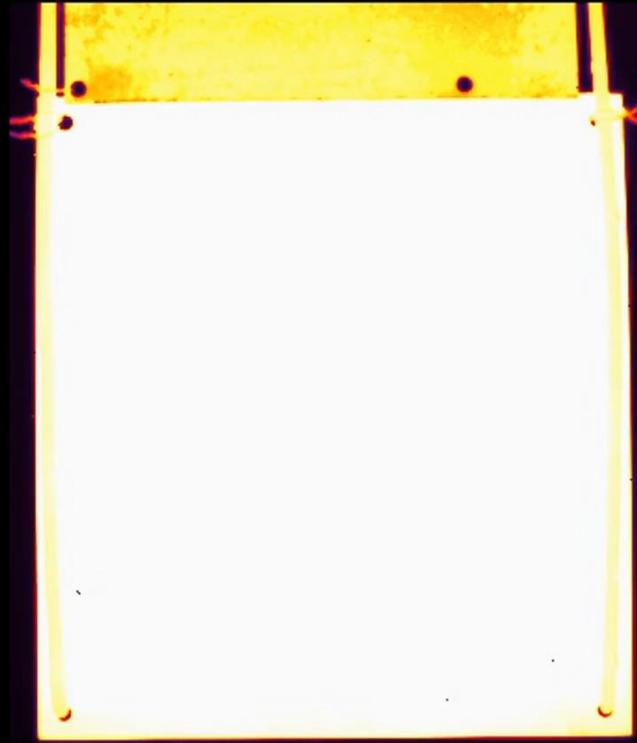
$\alpha$  - Spritzwinkel  
 $\beta$  - Spraywinkel  
 $\dot{V}$  - Volumenstrom





# Einfluss der Rauheit bei Einsatz einer Spraydüse auf AA5083

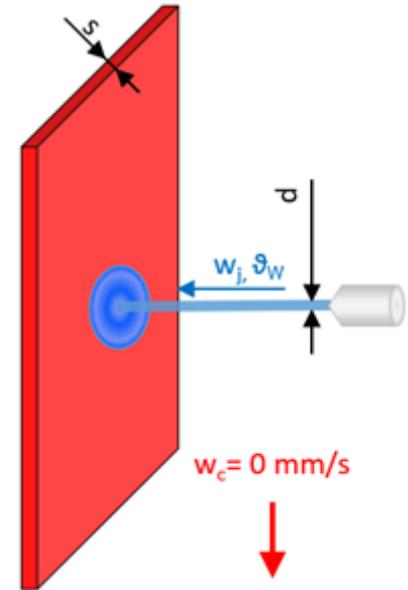
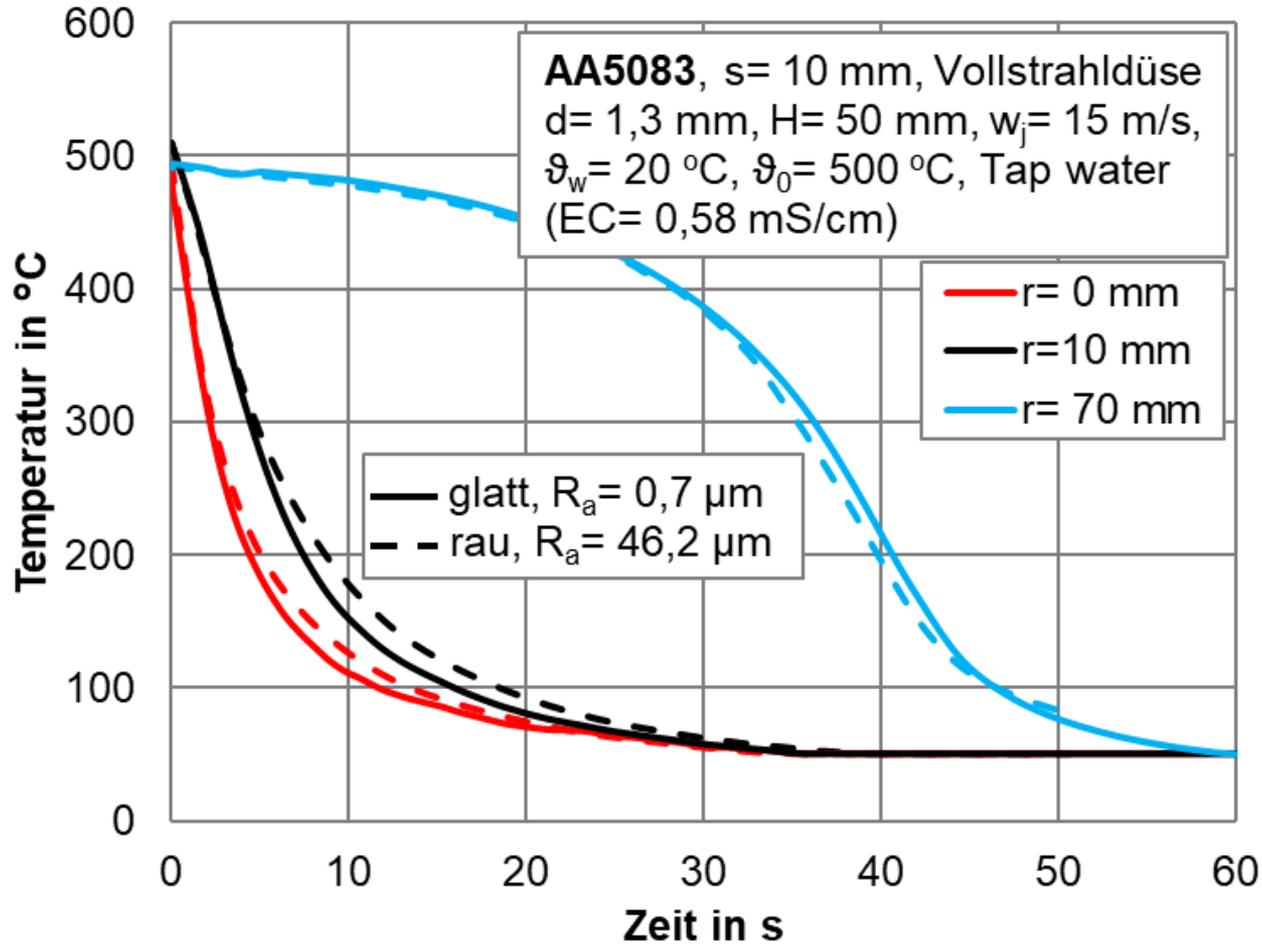




Nickel,  $s=5$ mm,  $0$ mm/sec,  $1.18$ L/min, ( $p= 5$ bar), 1X Fulljet nozzle,  $d=1.05$ m

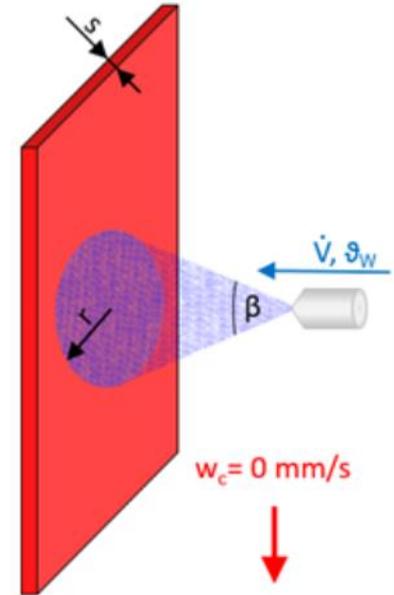
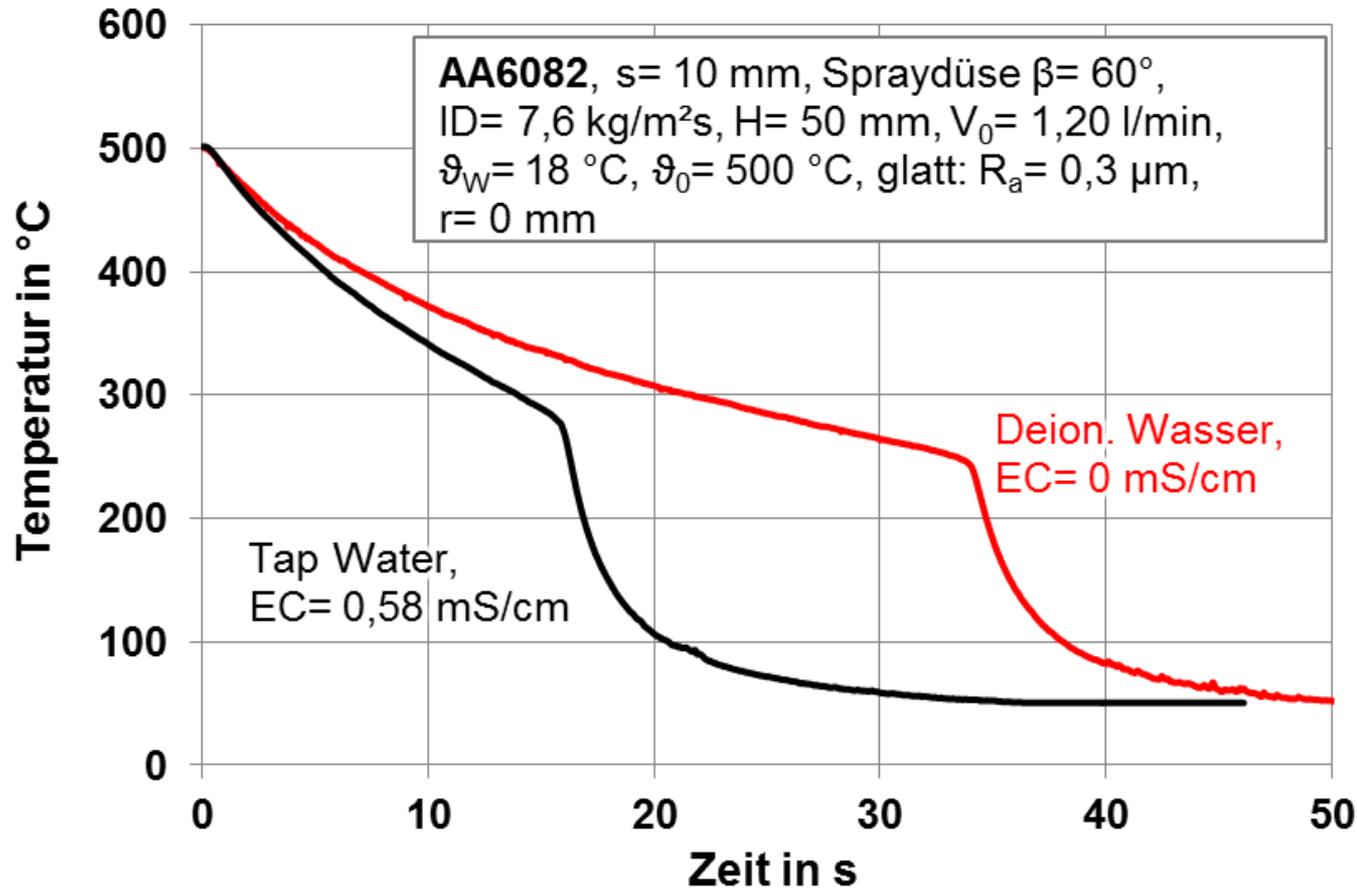


# Einfluss der Rauheit bei Einsatz einer Vollstrahldüse auf AA5083

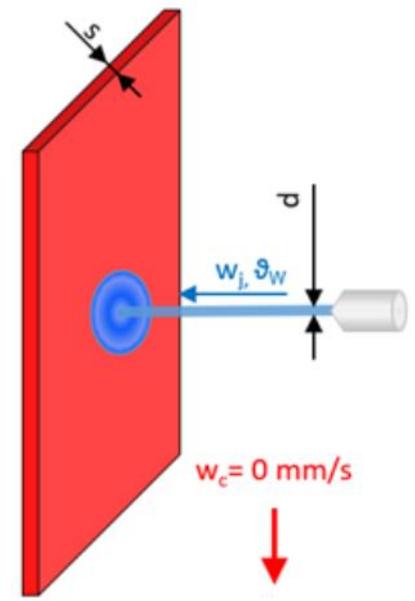
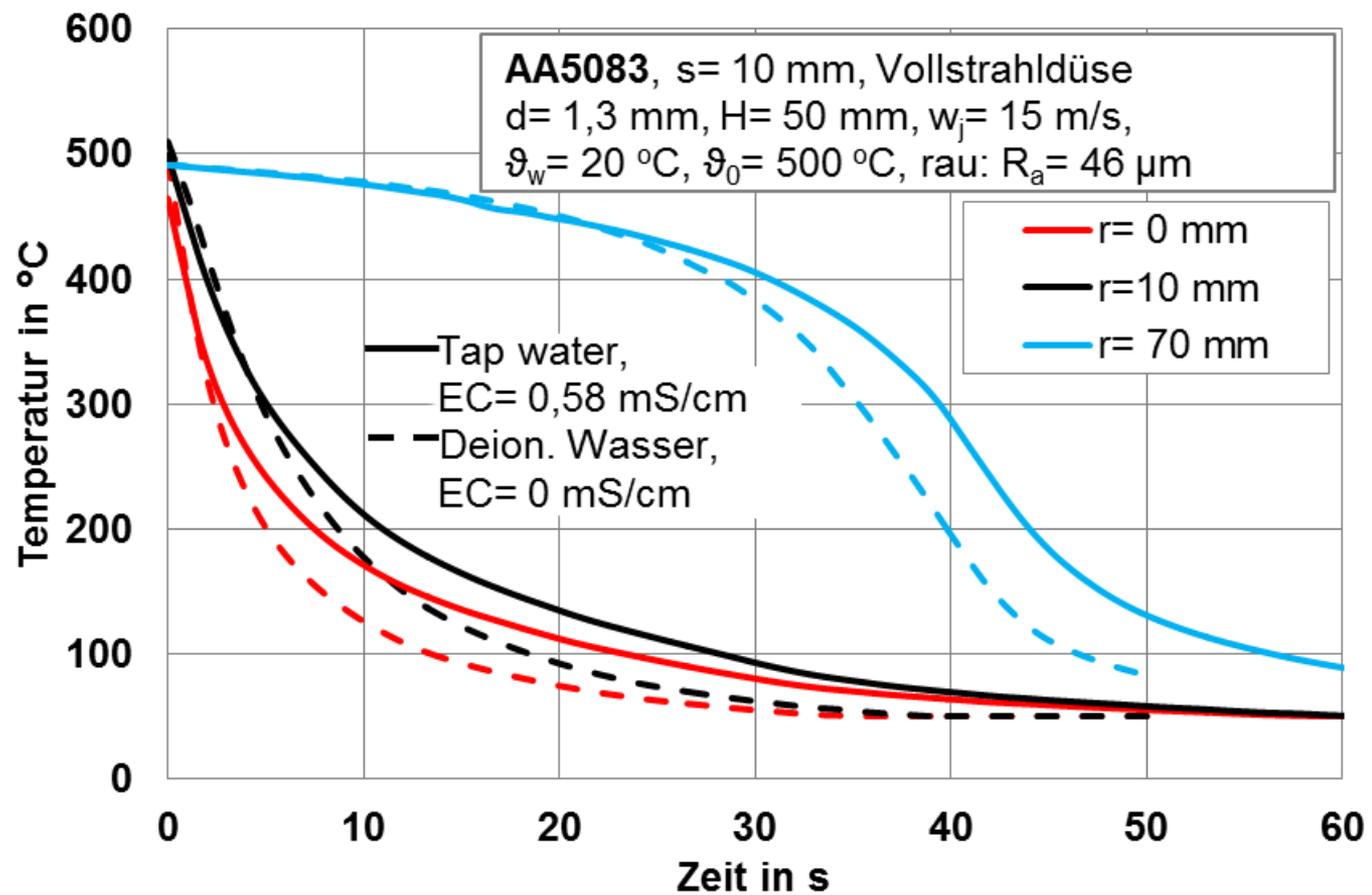




# Einfluss der Wasserqualität bei Einsatz einer Spraydüse auf AA6082



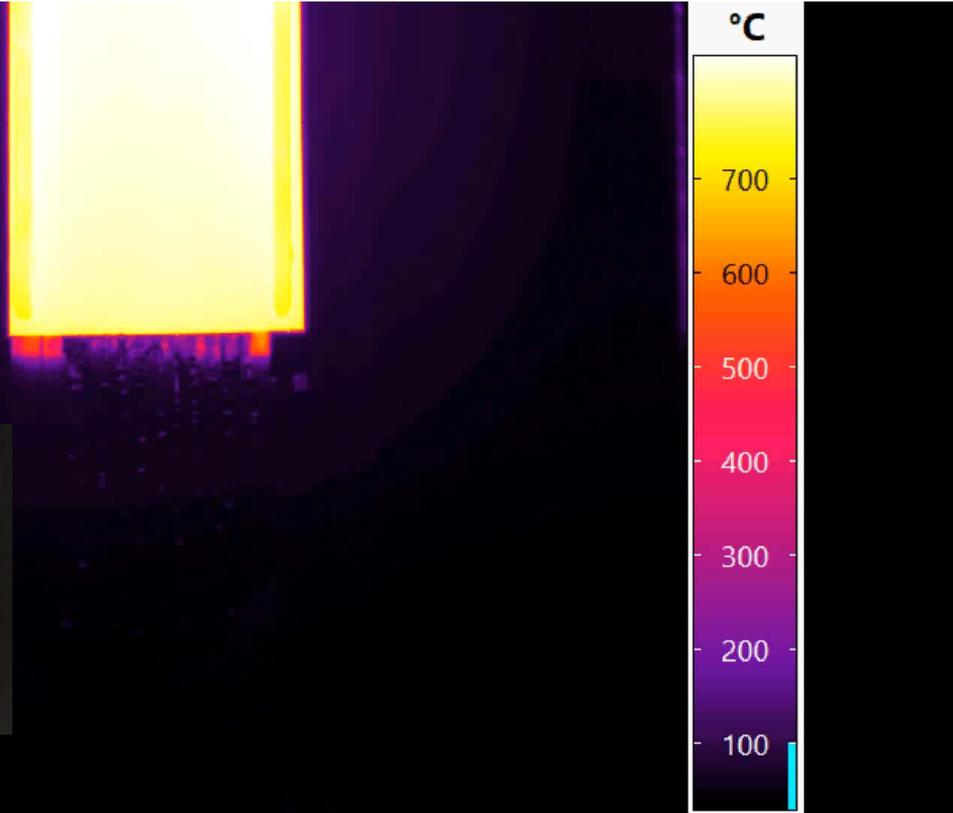
# Einfl. der Wasserqualität bei Einsatz einer Vollstrahldüse auf AA5083





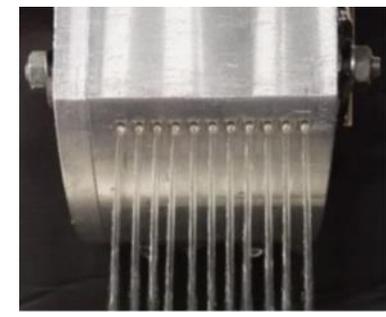
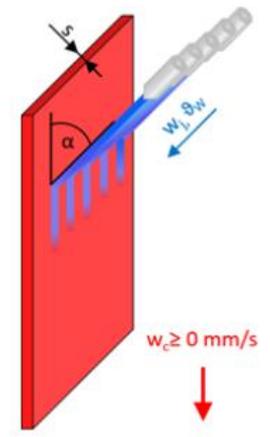
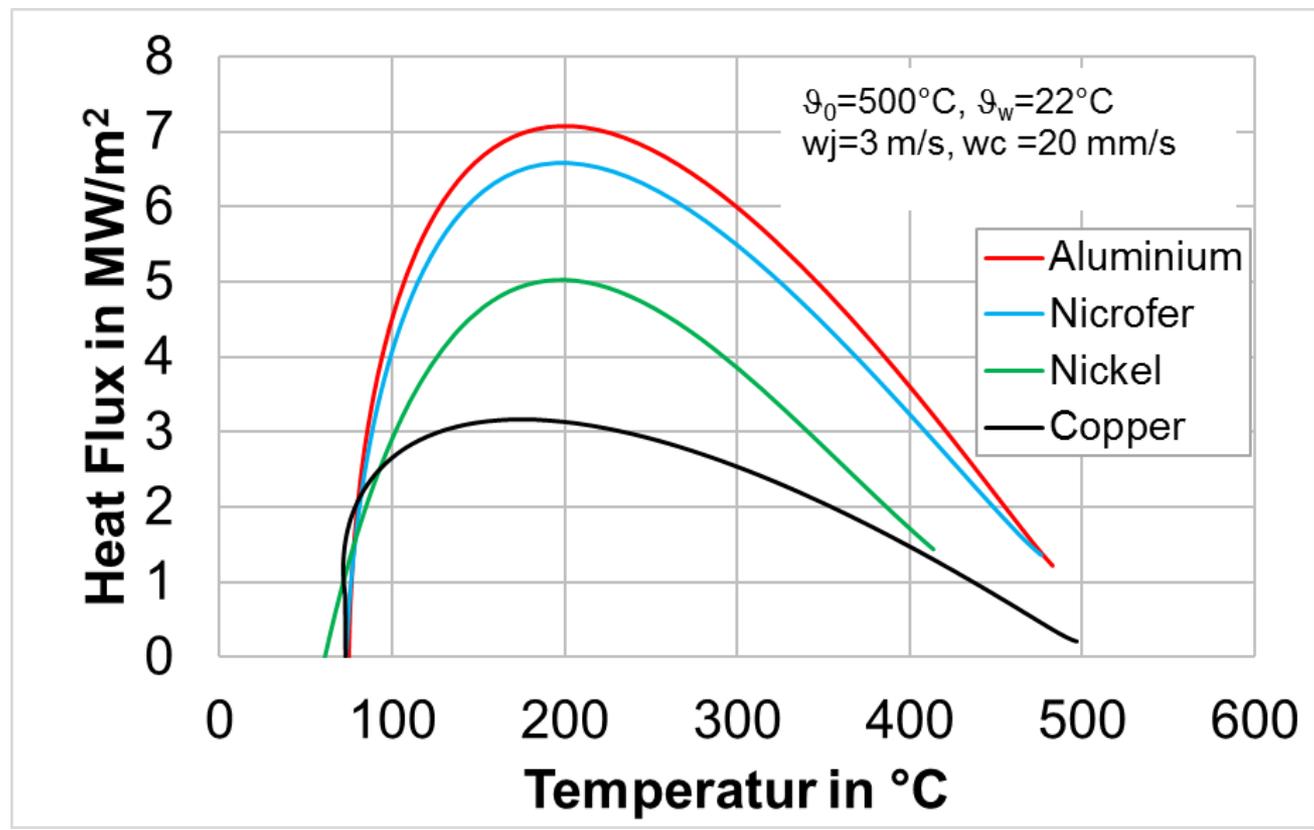
- Vollstrahldüsen-Reihe (11x d= 2 mm)

Nickel,  $s = 4 \text{ mm}$ ,  
 $w_j = 2 \text{ m/s}$ ,  $w_c = 10 \text{ mm/s}$ ,  
 $\vartheta = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\alpha = 85^\circ$ ,  
 $18 \text{ }^\circ\text{C}$  Tap Water,  
 $H = 20 \text{ mm}$





# Wärmestromdichte von Metallarten bei Kokillenkühlung





# Schlussfolgerungen: Einflussgrößen auf den Kühlprozess

## Rauheitsuntersuchungen

- Reale Stranggussoberflächen:  $R_a = 8$  bis  $72$  mm (rau bis sehr rau)
- Glatte Metalloberflächen:  $R_a < 5$  mm (glatt)

		Rauheit	Wasserqualität
Spraydüsen	stationäre Platte	Signifikanter Einfluss $R_a$	Signifikanter Einfluss EC
Vollstrahldüsen	stationäre Platte	kein Einfluss	kein Einfluss
Kokillenstrahlen (Vollstrahldüsen- Reihe)	bewegter Strang DNB: $185 - 210^\circ\text{C}$ Metallart bestimmt Heat Flux	kein Einfluss	kein Einfluss



The project is funded by the Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AIF) and the Forschungsvereinigung Stifterverband Metalle e.V. (FOGI). The authors wish to acknowledge them for their support.

