„Spektral gesteuerte Pulsschweißmaschinen"

Kurzbez.: SPS
Projekt: AiF 15649 BG
Laufzeit 01.07.2008 bis 31.12.2010

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. J. Wilden, Dr.-Ing. A. Porochonski

26-27.11.2009

Quartal	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Arbeitspaket	2008		2009				2010			
AP 7	X	X								
AP8		X	X							
AP9				X						
AP10					X					
AP11					X	X				
AP12							X			
AP13							X	X	X	
AP14										X

Balkenplan TUB

AP7: Anforderungsanalyse

Festlegung des Versuchsprogramms

AP8: Aufbau des Versuchsstandes

Versuchen in verschiedenen Schweißpositionen

AP9: Auswahl und Auslegung der Messtechnik

Untersuchung von Photodioden abgestimmt auf zu fügende Werkstoffkombinationen

AP10: Durchführung von Löt- und Schweißversuchen

- Parametervariation zur Gegenüberstellung stabiler und instabiler Prozessverläufe.
- Dokumentation der gemessenen Prozessparameter, Spektralverläufe, Aufzeichnung von Hochgeschwindigkeits-Videoaufnahmen und Aufstellung von Korrelationen zwischen Messwerten und Videoaufnahmen.
- Abstimmung optimierter Fügeparameter mit INP zur Durchführung hochauflösender, spektroskopischer Untersuchungen.

AP11: Entwicklung von Bewertungskriterien für Merkmalsextraktion

- Kriterien für die Bewertung der Nahtqualität sowie zur Beurteilung der Reglerqualitäten sind zu entwickeln.
- Auswirkungen parametrischer Schwankungen im Regler (Bauelemente, Photodioden) auf die Prozessstabilität sind zu untersuchen.

AP12: Erprobung und Optimierung des Prozesscontrollers

- Integration der Regelalgorithmen in einen Prozesscontroller. Dieser greift in das festgelegte Schweißprogramm der Stromquelle ein.

AP13: Optimierung des Prozesscontrollers auf Nahtqualität.

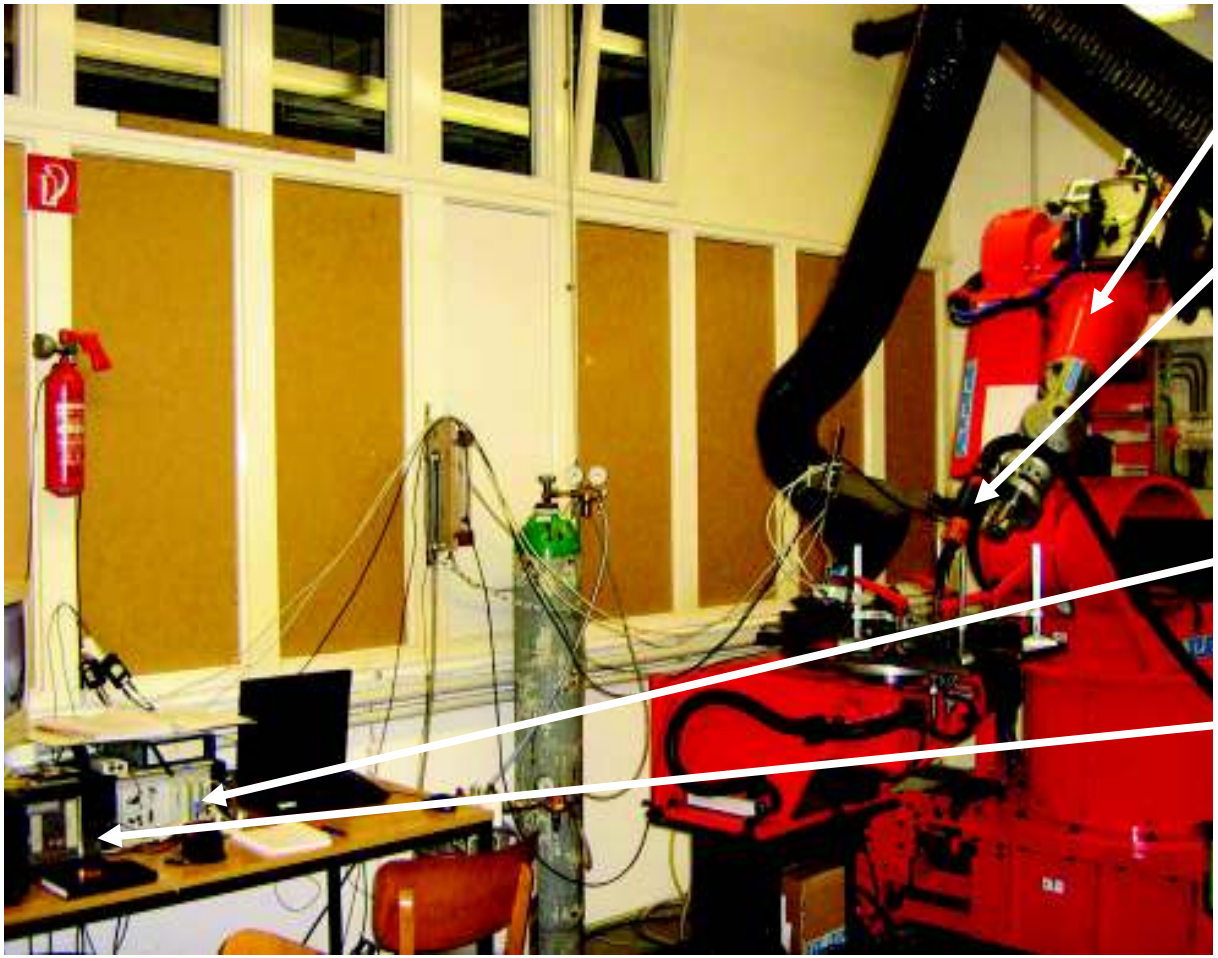
- Dazu werden u.a. instabile Prozesszustände erzeugt und das Regelverhalten wird ausgewertet.

AP14: Dokumentation und Abschlußbericht

Arbeitspakete

Was haben wir in Greifswald besprochen?

- Abgleich des Versuchsaufbaus an der TU Berlin und in Greifswald
  Abstand des Messkopfes, Einsatz identischer Dioden, Brennerrichtung anpassen
- Frensellinse entfernen
- Galvanisch getrennt Trigger-Signal verwenden
- AlMg4.5Mn0.7 und CuSi3 verwenden
- Art und Weise der Abschaltung des Impulses mittels des Reglers



Handhabungsroboter

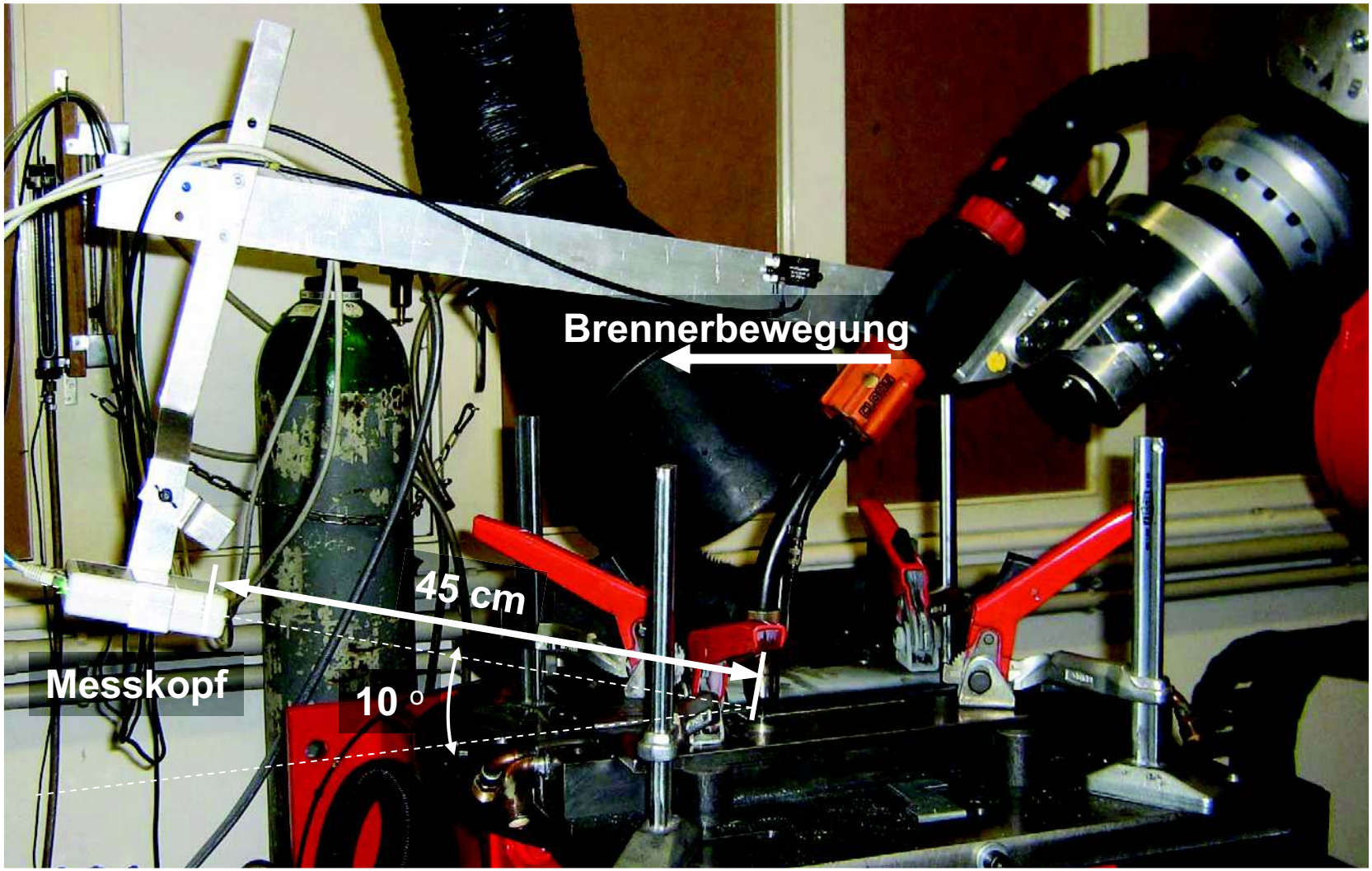
Brenner

Messkopf mit Dioden

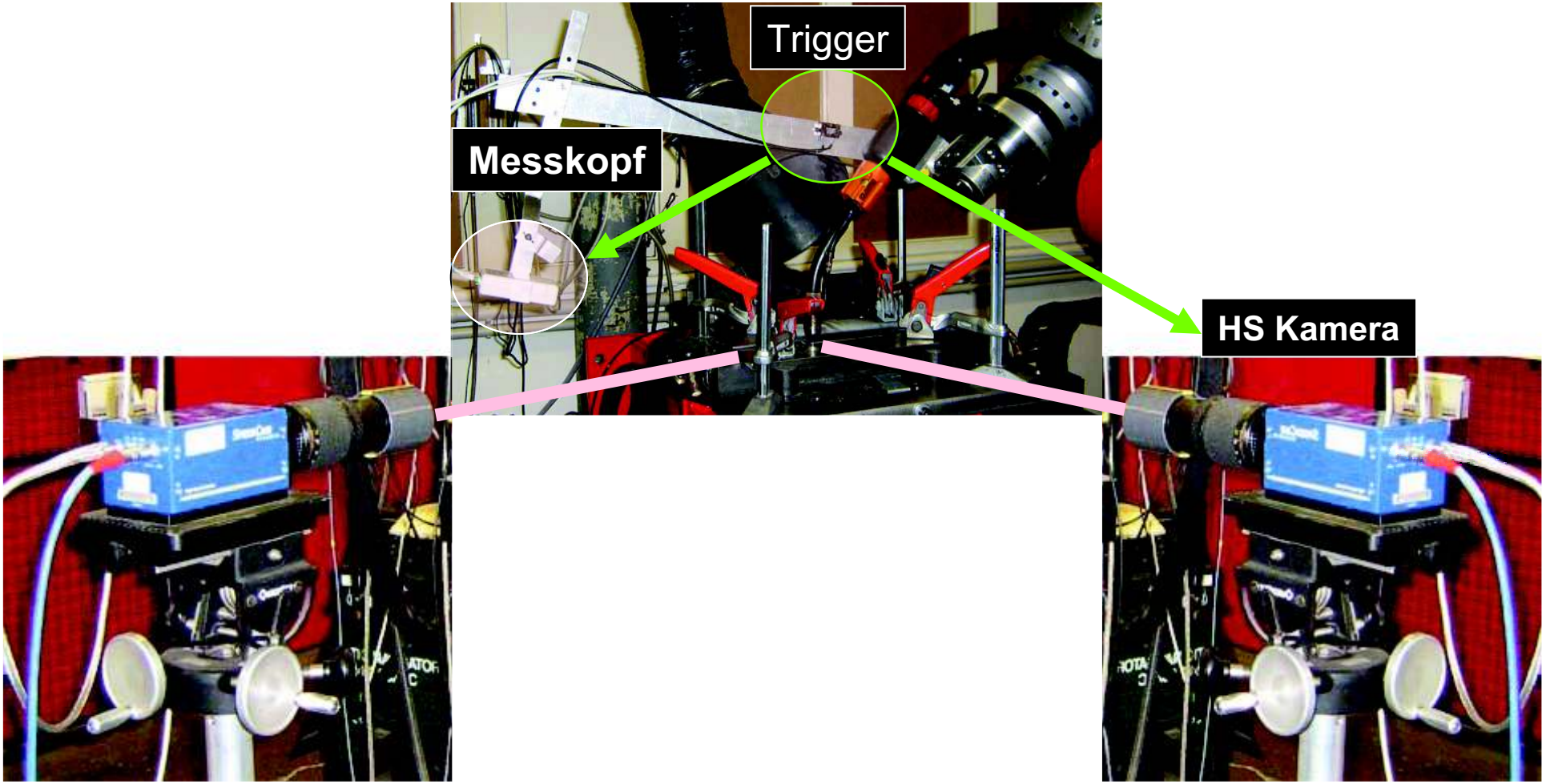
Datenlogger

Auswerterechner

Experimenteller Aufbau



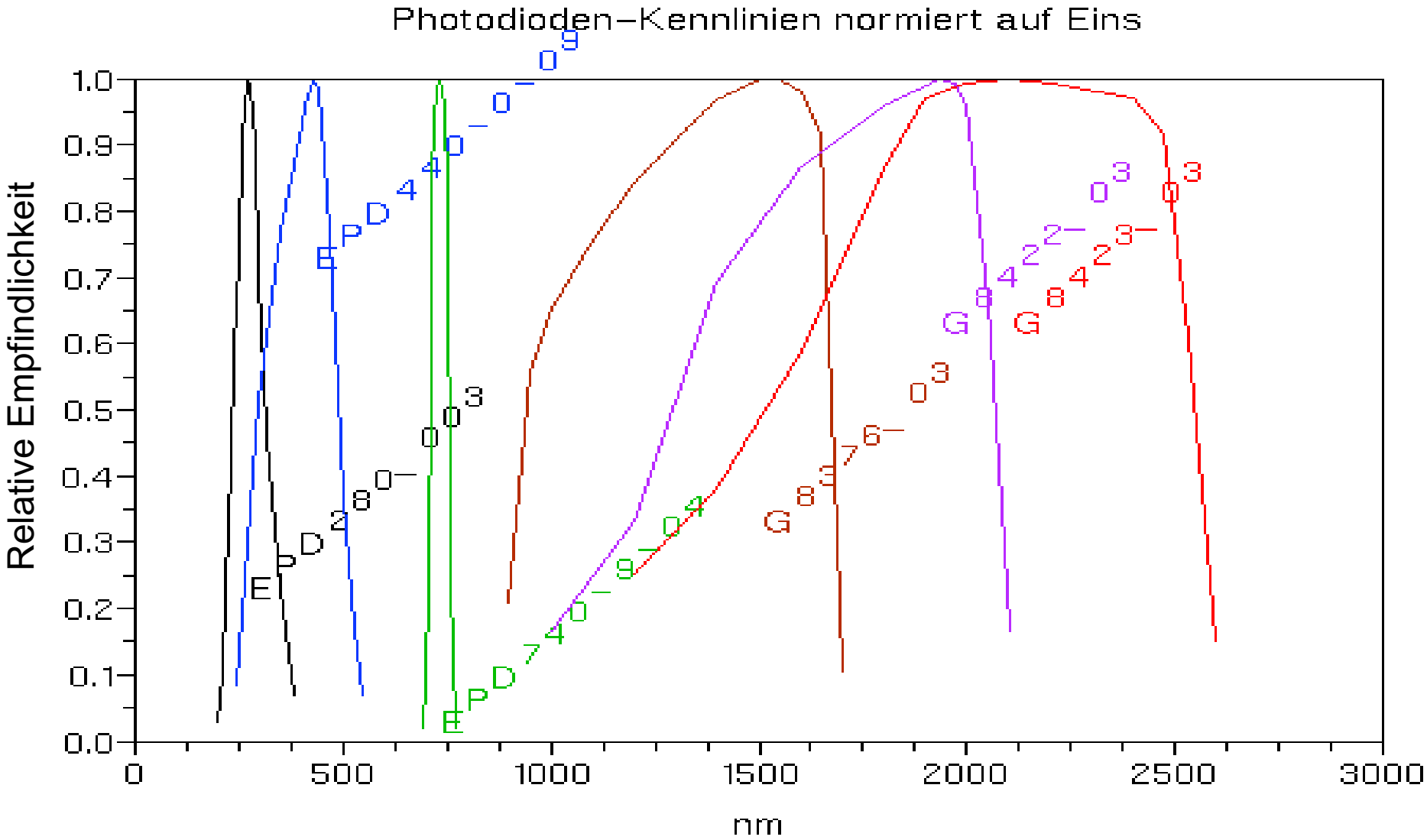
Experimenteller Aufbau



Experimenteller Aufbau

Dioden	Art der Strahlung	Bezeichnung
EPD280	UV	0,28 µm
EPD440	UV	0,44 µm
EPD740	IR	0,74 µm
G8376	tief IR	1,55 µm
G8422	tief IR	1,95 µm
G8423	tief IR	2,30 µm

Verwendete Photodioden



Diodenkennlinien normiert

Grundwerkstoffe (Bleche)

AlMg4.5Mn0.7 **(AA5083)**	Dicke 1.0 mm
verzinkter Stahl **(DP600 Z100MB)**	Dicke 1.0 mm

Zusatzwerkstoffe (Drähte)

AlMg4.5Mn0.7 **(AA5083)**	Ø 1.2 mm
CuSi3Mn **(ERCuSi-A)**	Ø 1.0 mm

Werkstoffpaarungen

Stromquelle	Cloos Quinto GLC 403
Verfahren	MSG Löten Puls I/I

Grundwerkstoff (Blech) 1 mm	**AlMg4.5Mn0.7 (AA5083)**
Zusatzwerkstoff (Draht) ⌀ 1,2 mm	

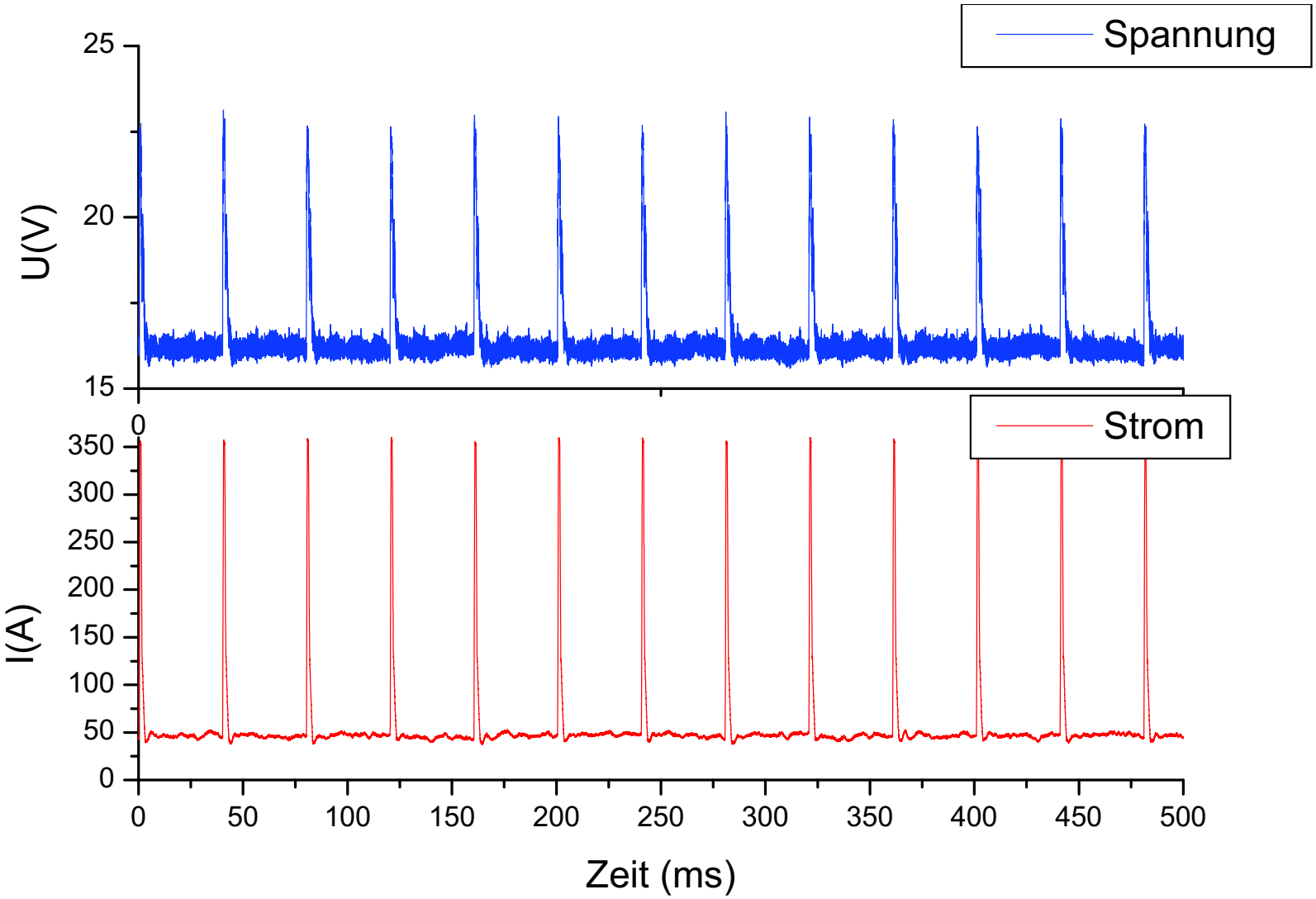
Parameter der Versuche	Bezeichnung	Bereich	Einheit
Frequenz	f	25	Hz
Pulszeit	t_P	1	ms
Pulsstrom	I_P	350	A
Grundstrom	I_{Gr}	20	A
Geschwindigkeit des Brenners	v_{Br}	1,498	m/min
Geschwindigkeit des Drahtes	v_{Dr}	3,20	m/min
Freidraht	L	8	mm
Schutzgasströmung	V	16	l/h

Verstärkungen für Kanäle (Abstand des Messkopfs 45 cm)						
	K1 0,28µm	K2 0,44 µm	K3 2,30 µm	K4 1,95 µm	K5 0,74 µm	K6 1,55 µm
Hex	c8	64	64	b4	eb	f0
Dec	200	100	100	180	235	240

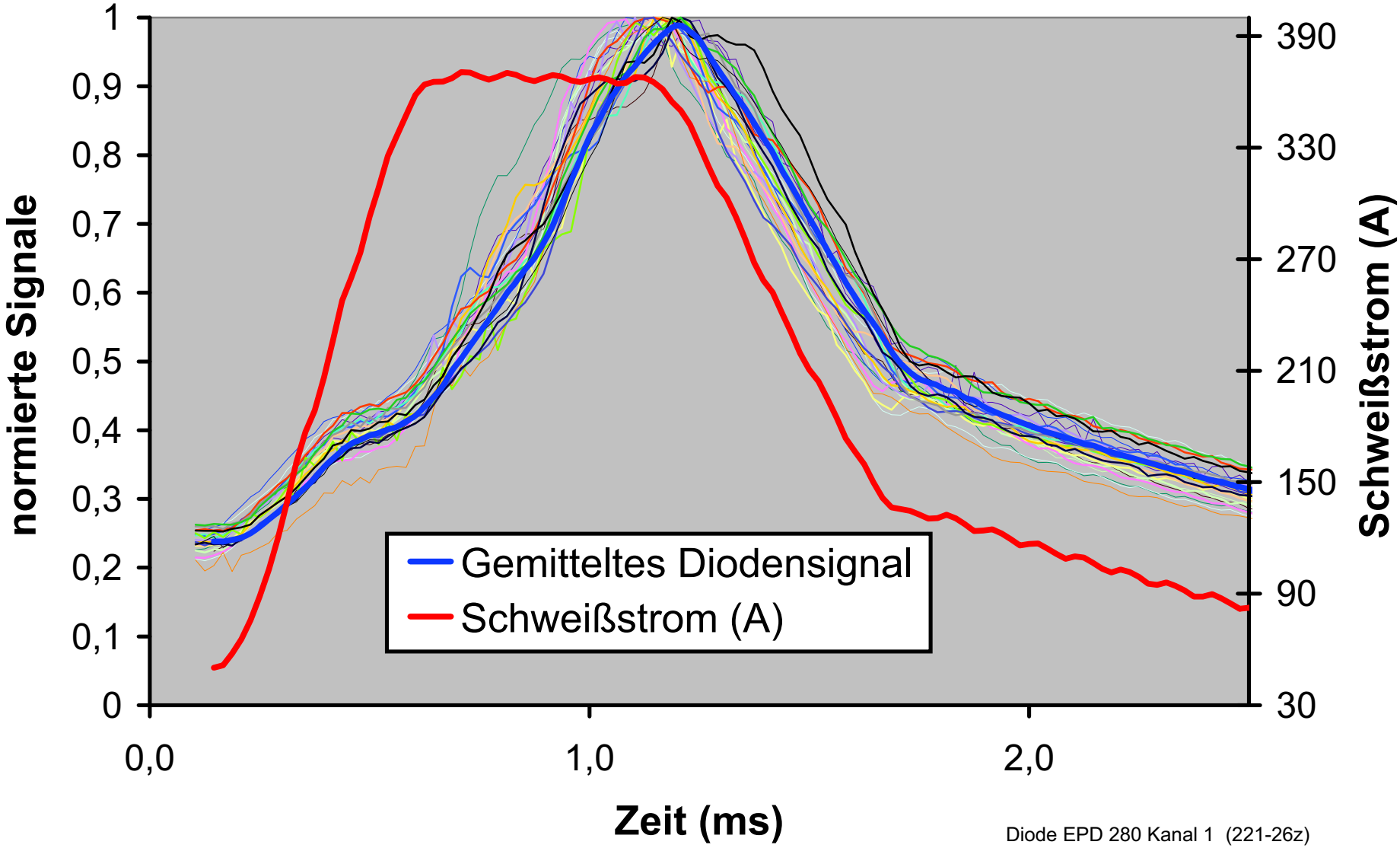
Schweißparameter (Versuch 215)

Versuch-Nr.	Frequenz	I_G	t_P	I_P	t_{Zyklus}	Ar5.0	v-Draht	v-Tisch	Freidraht L
	Hz	A	ms	A	ms	l/min	m/min	m/min	mm
222	25	20	1,00	350	40	17	3,2	1,5	8

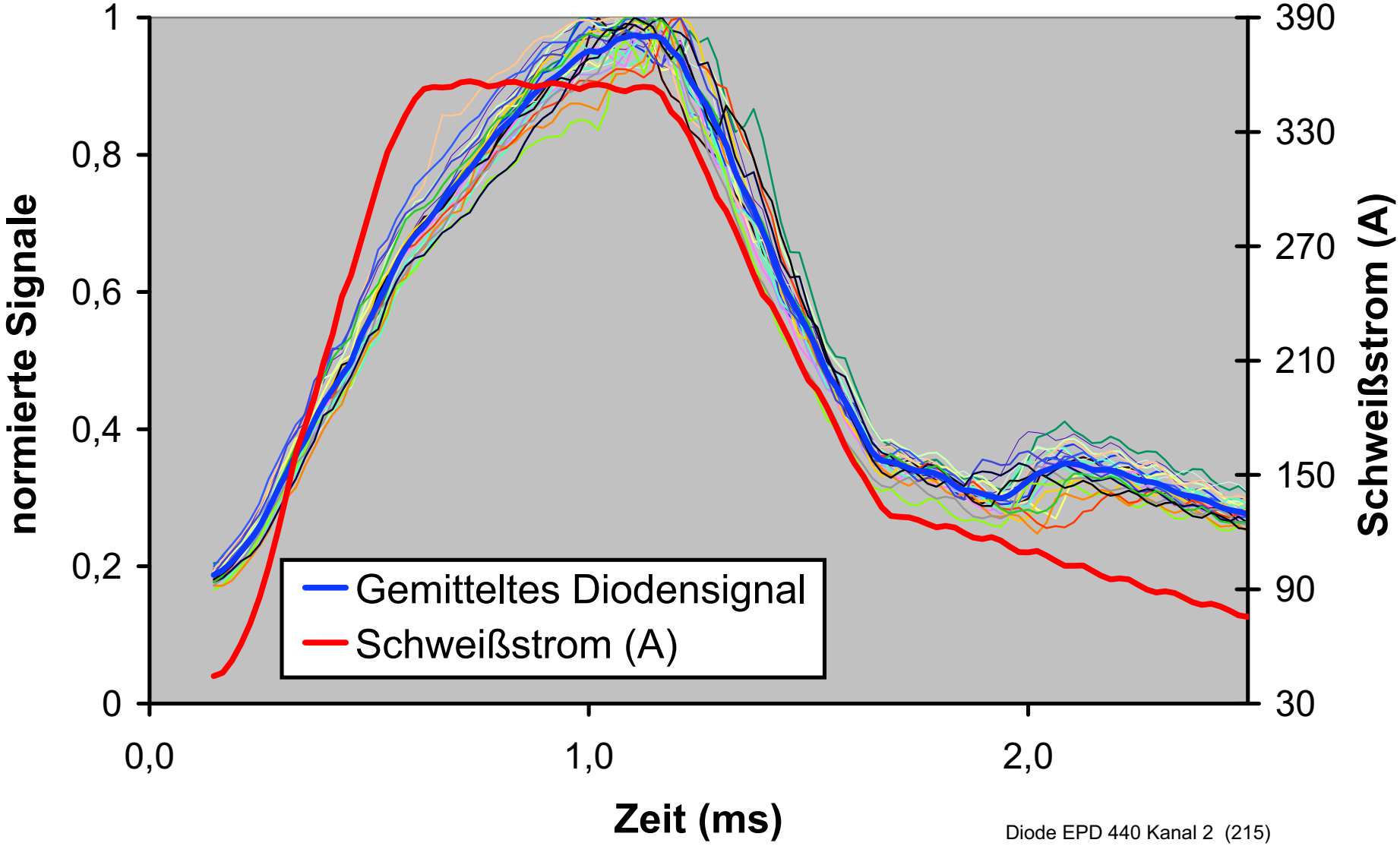
HG-Film 1000 Bilder/s (v222)



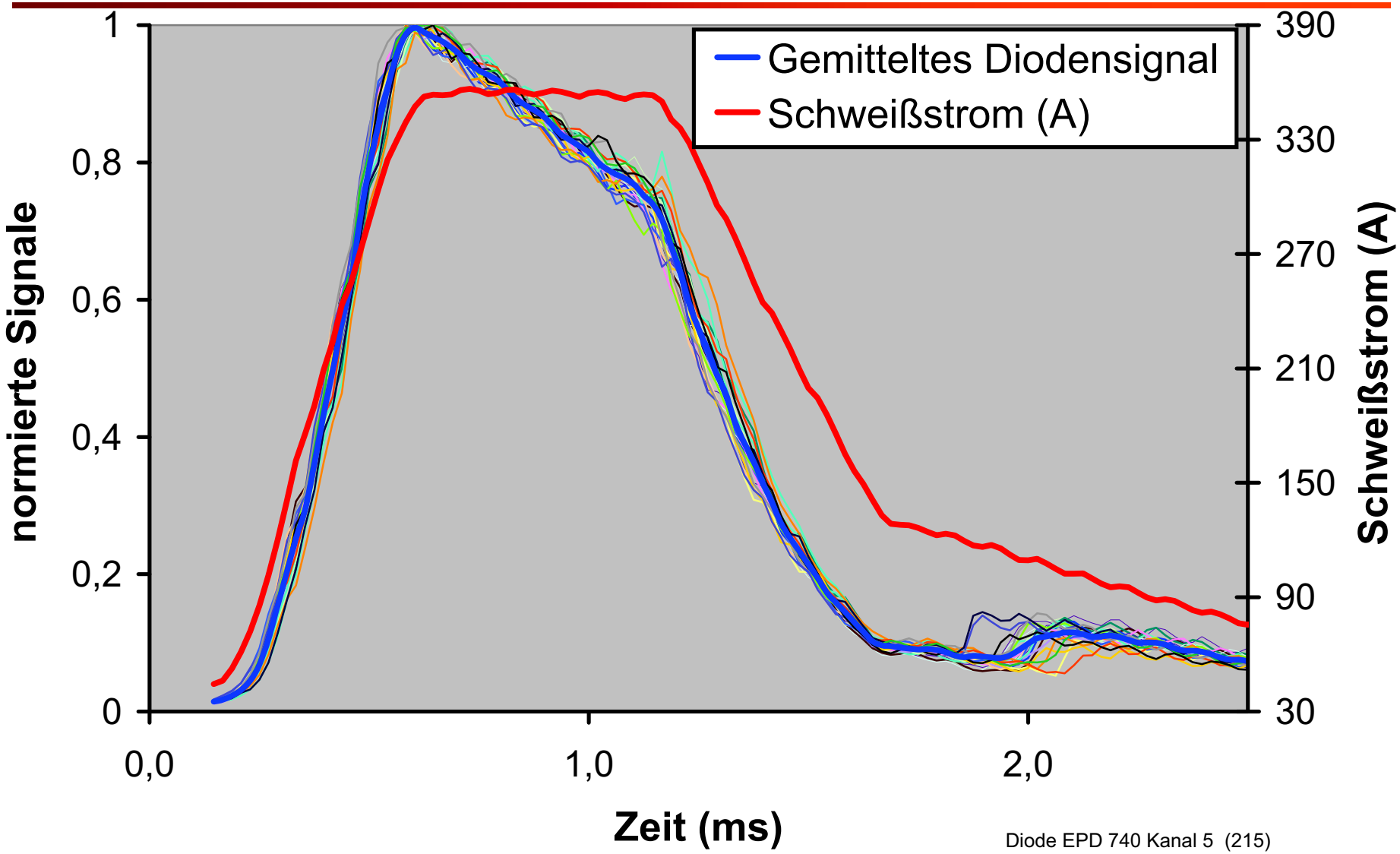
Spannungs- und Stromverlauf



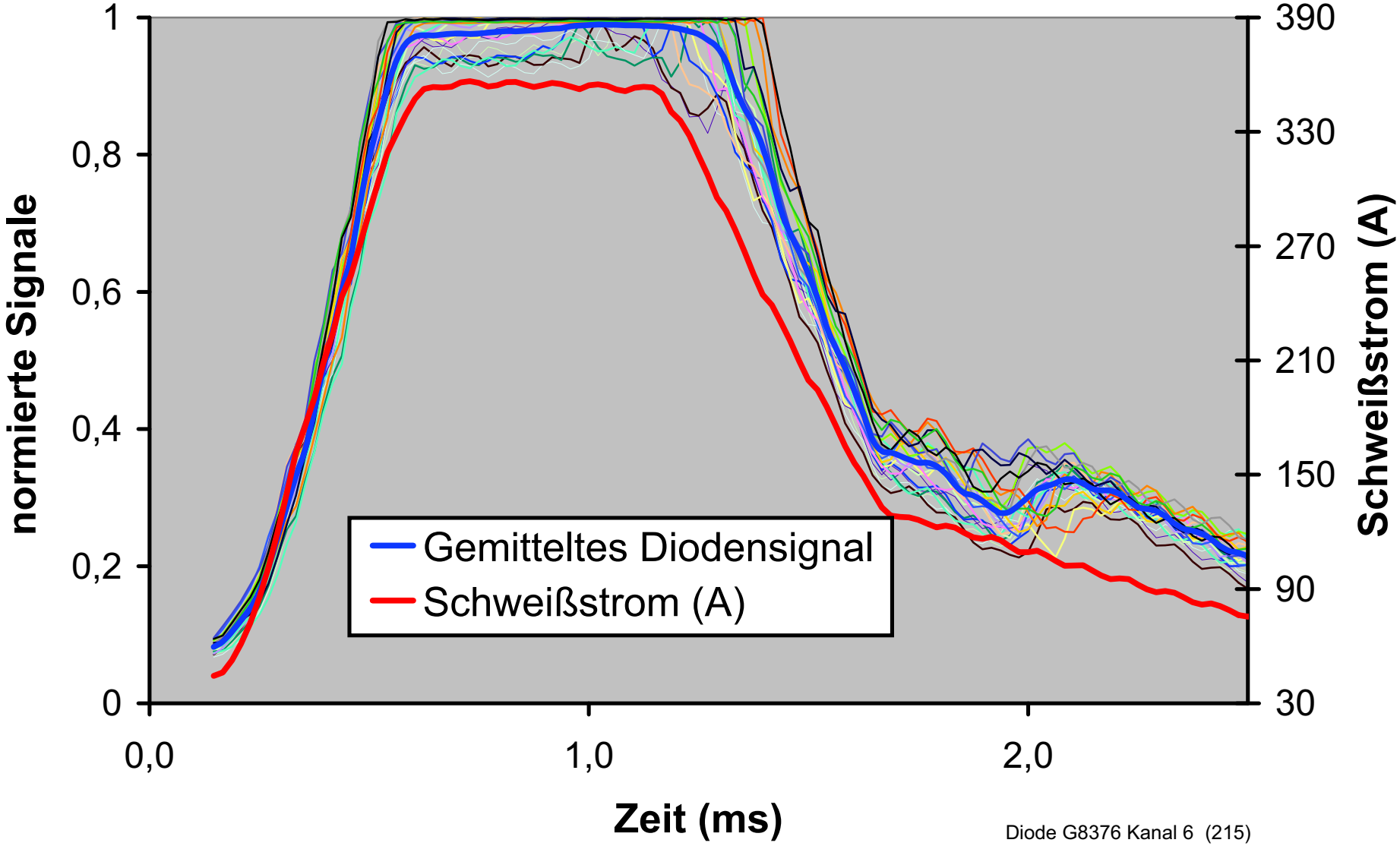
0,28 µm UV-Bereich



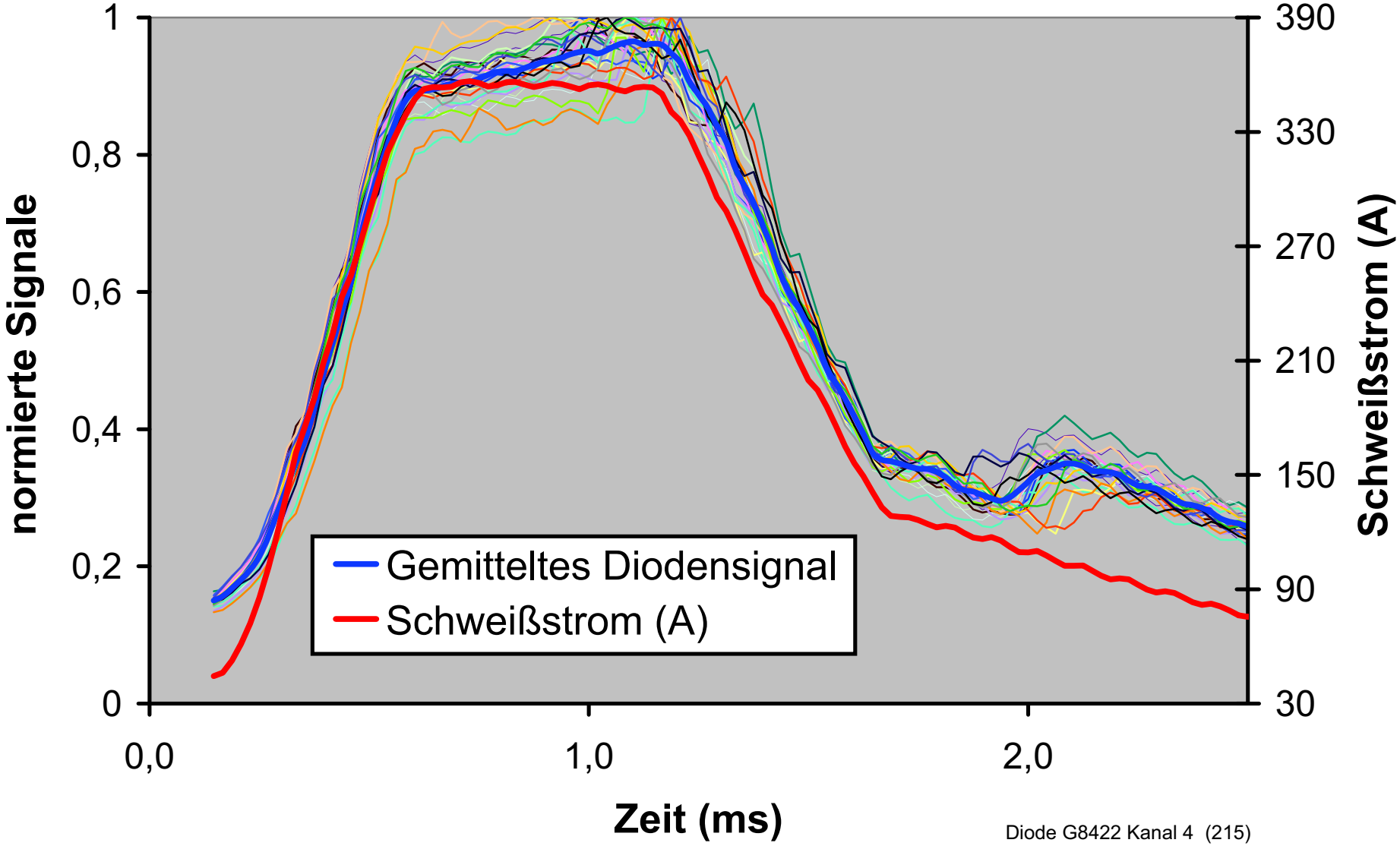
0,44 µm UV-Bereich



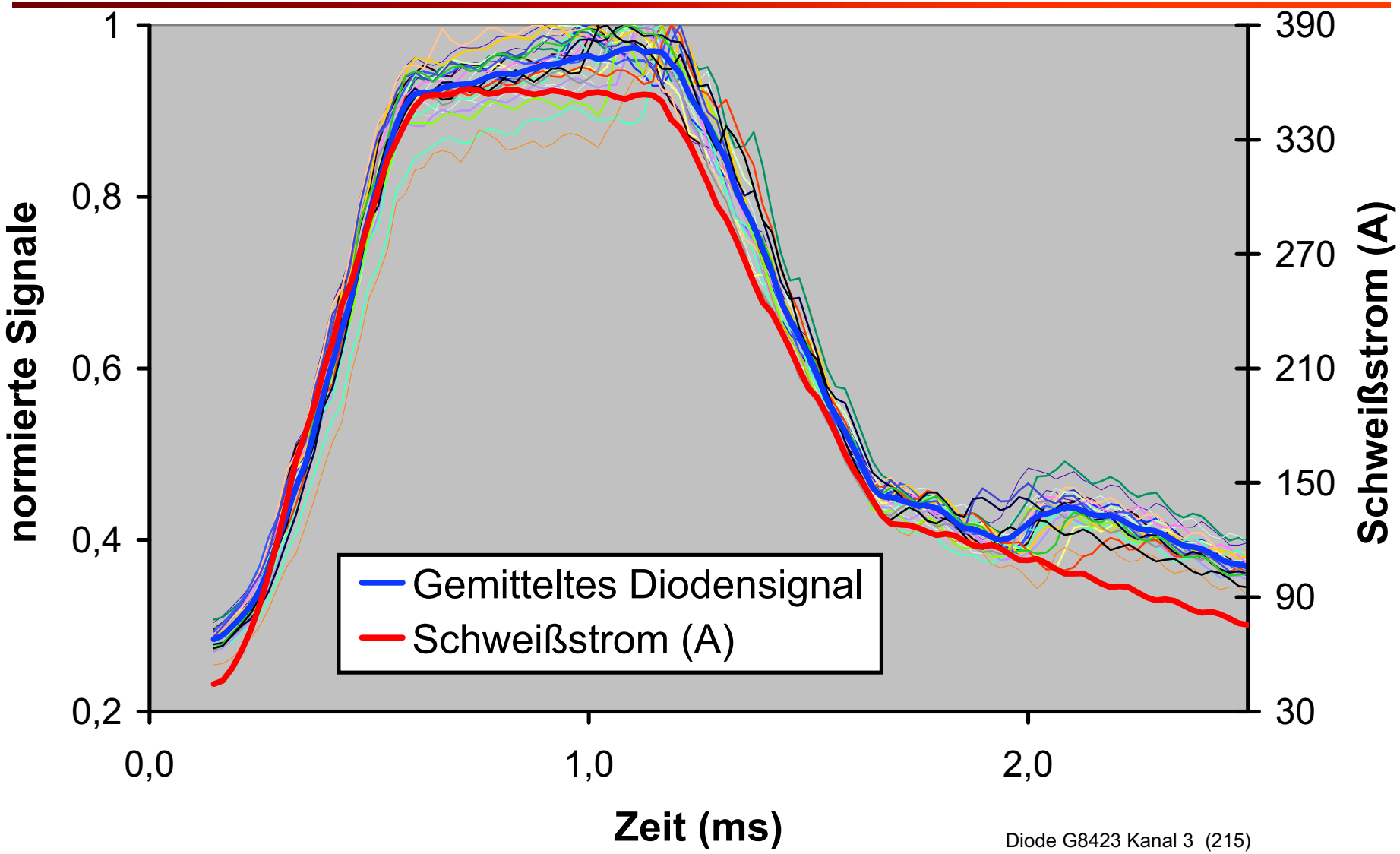
0,74 µm Infrarot-Bereich



1,55 µm tief-Infrarot-Bereich



1,95 µm tief-Infrarot-Bereich (Versuch 135)



2,30 µm tief-Infrarot-Bereich (Versuch 135)

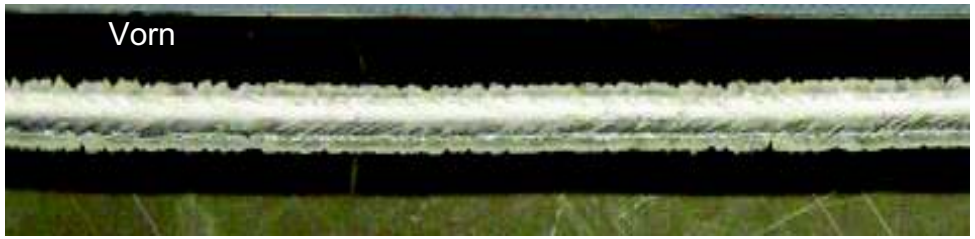
Stromquelle	Cloos Quinto GLC 403
Verfahren	MSG Löten Puls I/I

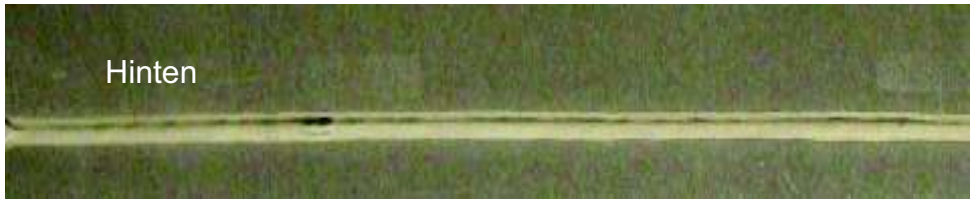
Grundwerkstoff (Blech) 1 mm	AlMg4.5Mn0.7 (AA5083)
Zusatzwerkstoff (Draht) ⌀ 1,2 mm	

Schweißparameter	Bezeichnung	Bereich	Einheit
Frequenz	f	25	Hz
Pulszeit	t_P	1	ms
Pulsstrom	I_P	350	A
Grundstrom	I_{Gr}	20	A
Geschwindigkeit des Brenners	v_{Br}	1,5	m/min
Geschwindigkeit des Drahtes	v_{Dr}	3,20	m/min
Freidraht	L	8	mm
Schutzgasströmung	V	16	l/h

Verstärkungen für Kanäle						
Kanal	K1 0,28 µm*	K2 0,44 µm	K3 2,30 µm	K4 1,95 µm*	K5 0,74 µm	K6 1,55µm
Hex-System	c8	64	64	b4	eb	f0
Dec-System	200	100	100	180	235	240

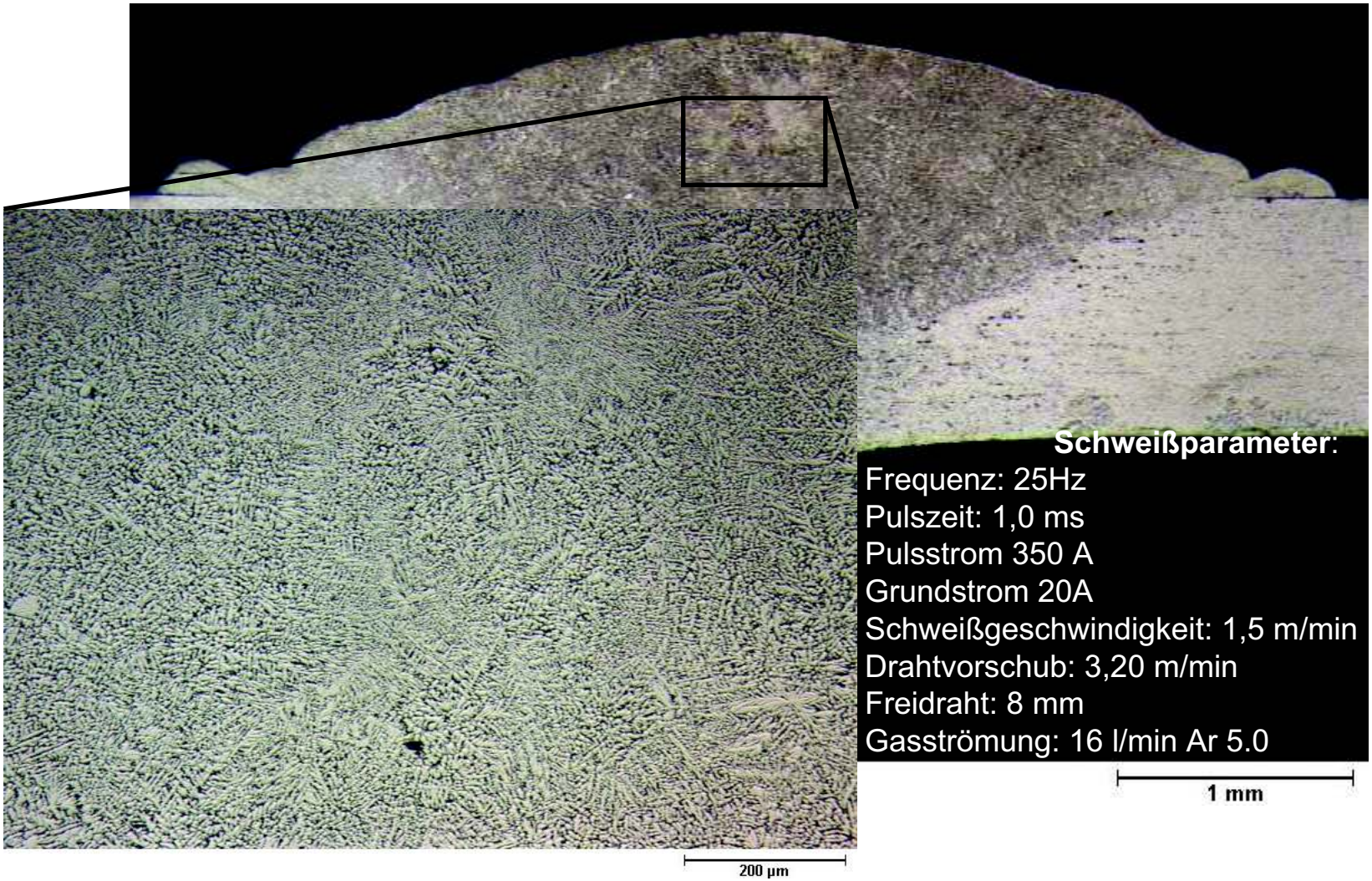
Schweißparameter (230)



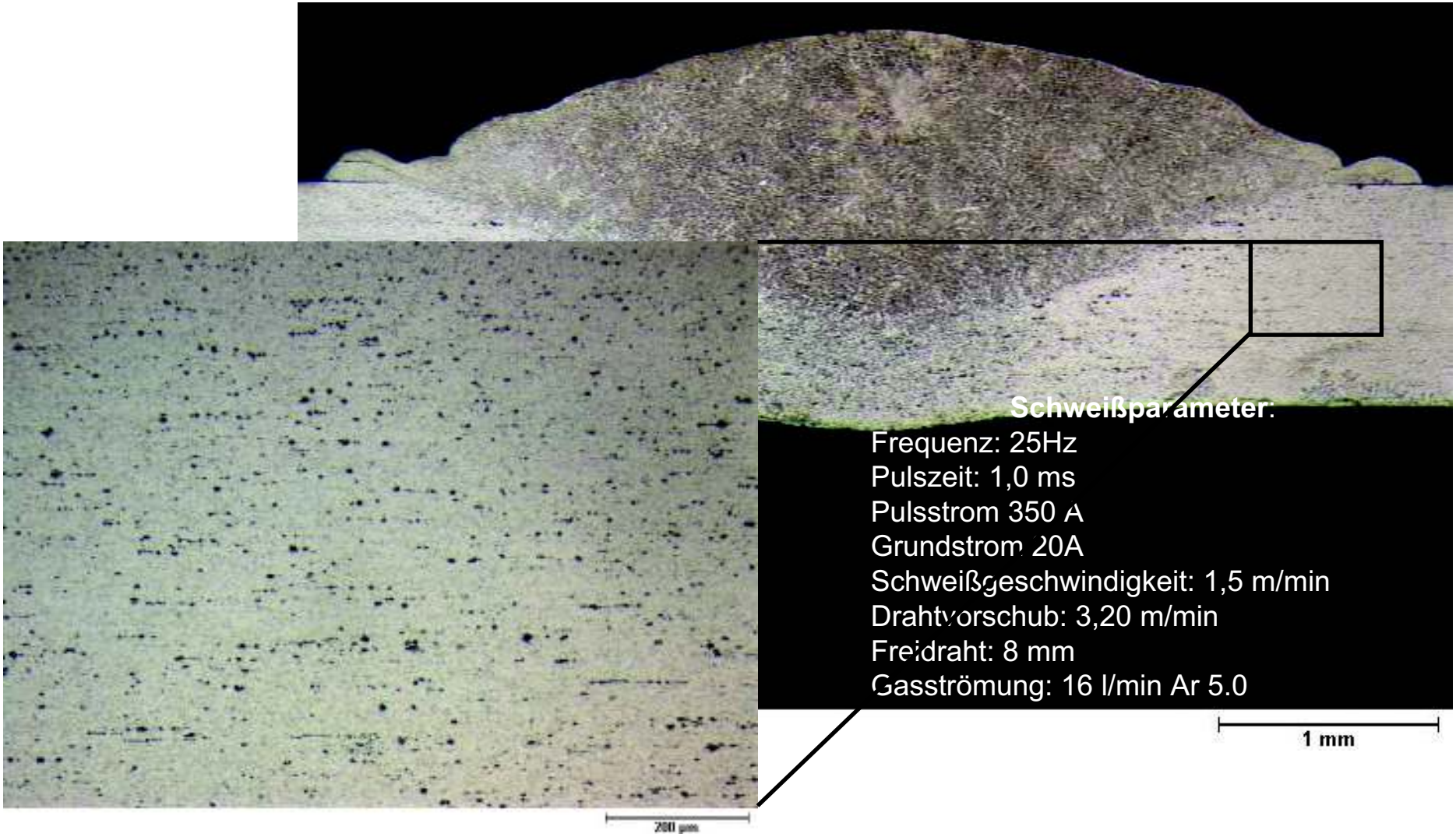


Schweißparameter:
Frequenz: 25Hz
Pulszeit: 1,0 ms
Pulsstrom 350 A
Grundstrom 20A
Schweißgeschwindigkeit: 1,5 m/min
Drahtvorschub: 3,20 m/min
Freidraht: 8 mm
Gasströmung: 16 l/min Ar 5.0

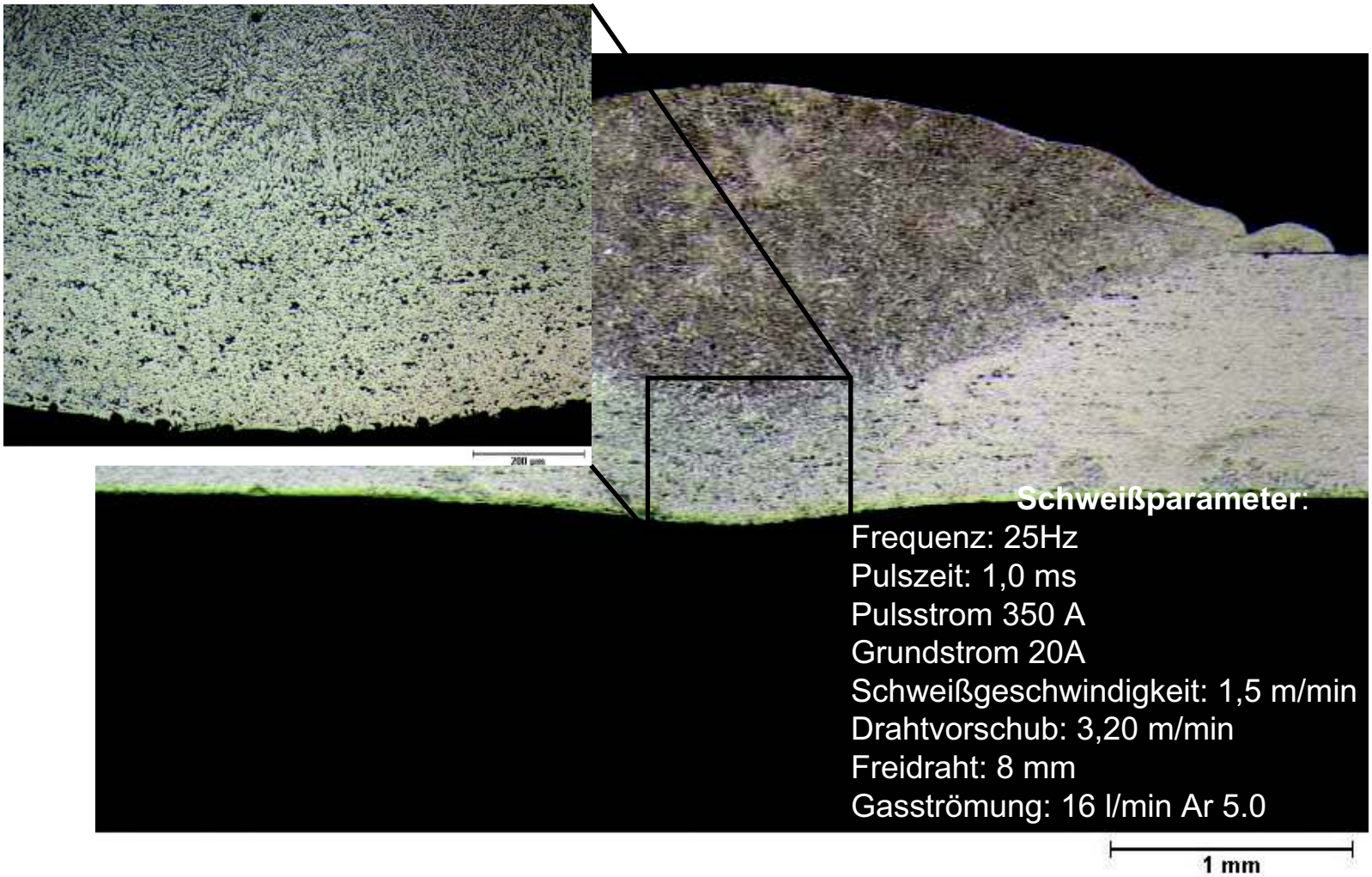
HG - Film 10 000 Bilder/s (230)



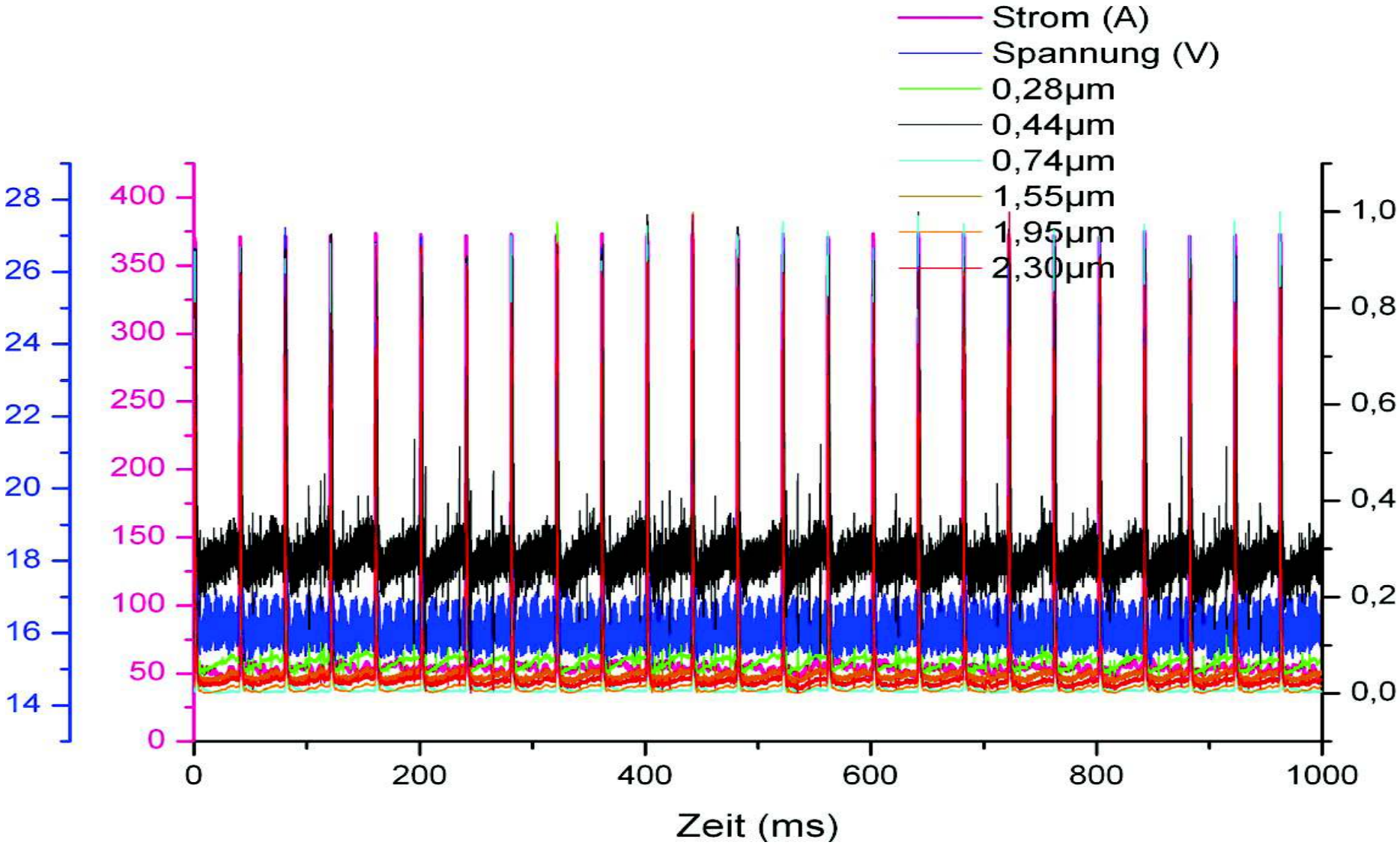
Querschliff / Schweißgut



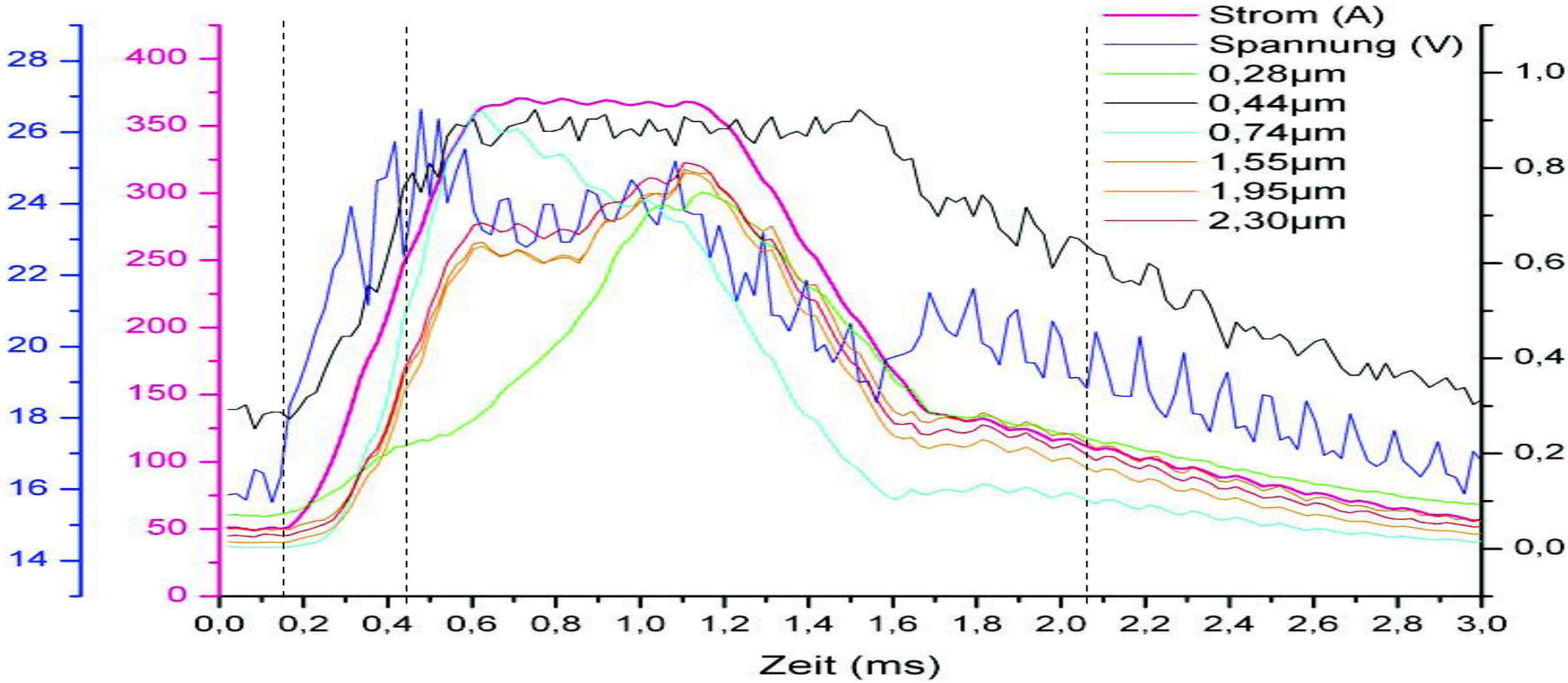
Querschliff / Grundwerkstoff



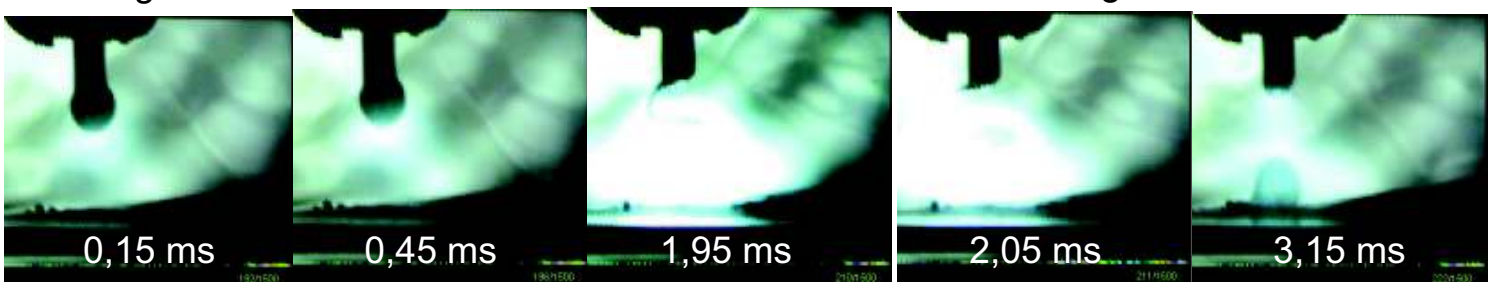
Querschliff / Wärmeeinflusszone



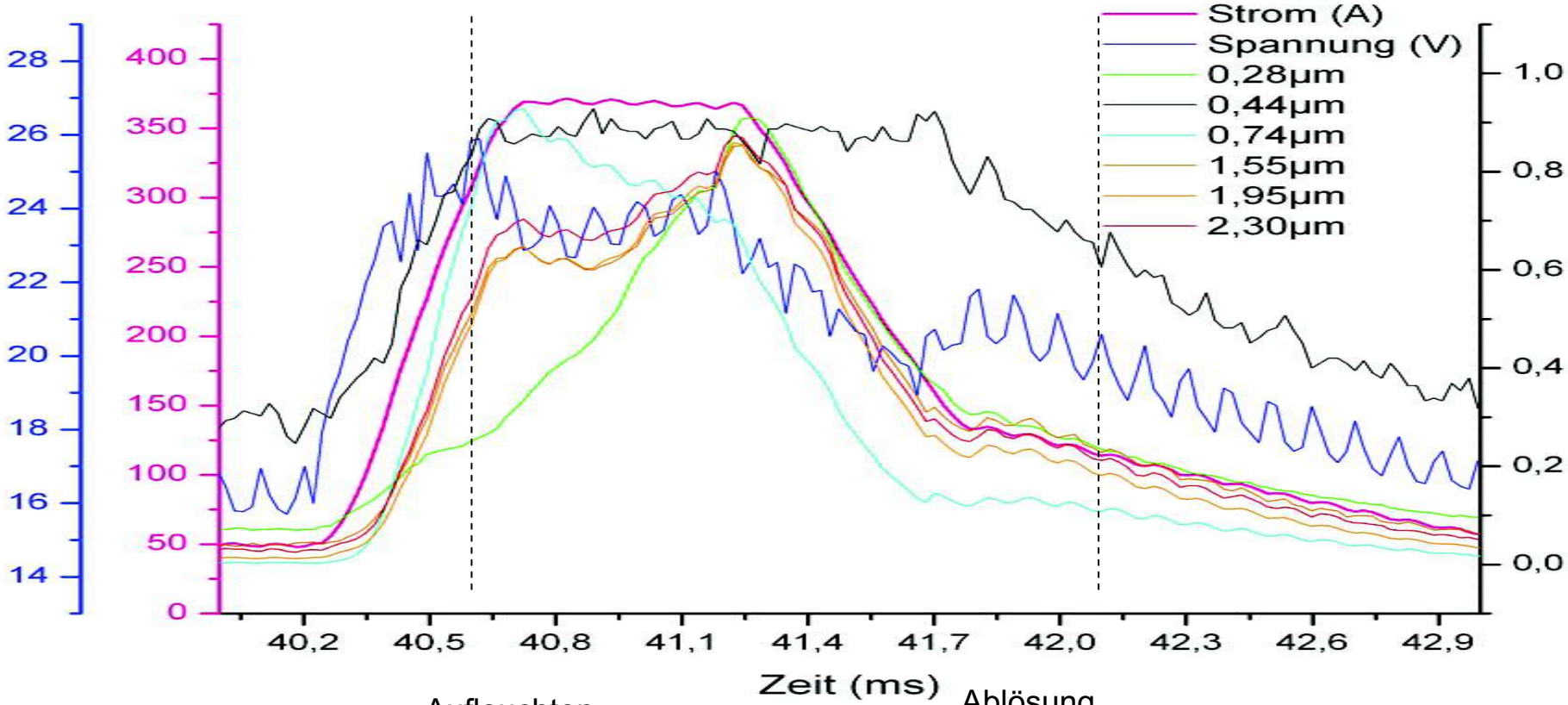
Übersicht 25 Zyklen



Beginn | Aufleuchten | Pinch-Effekt | Ablösung

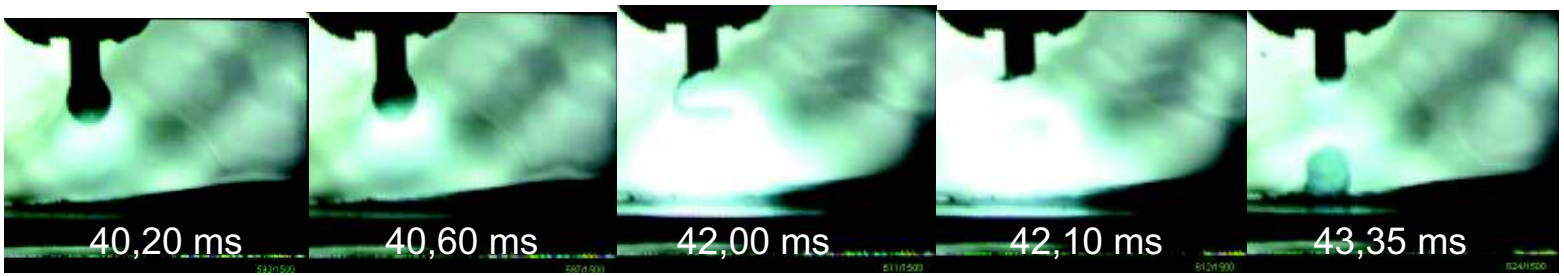


Zyklus 1

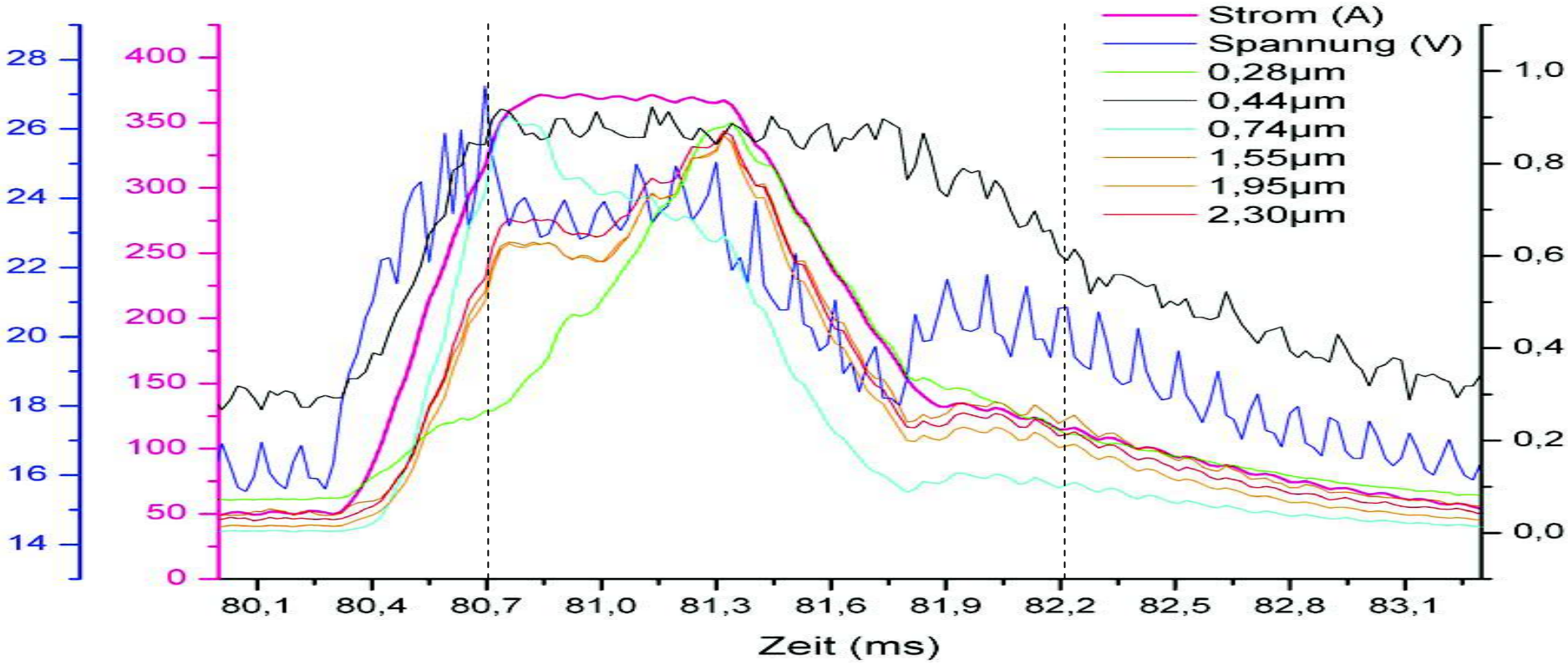


Aufleuchten

Ablösung

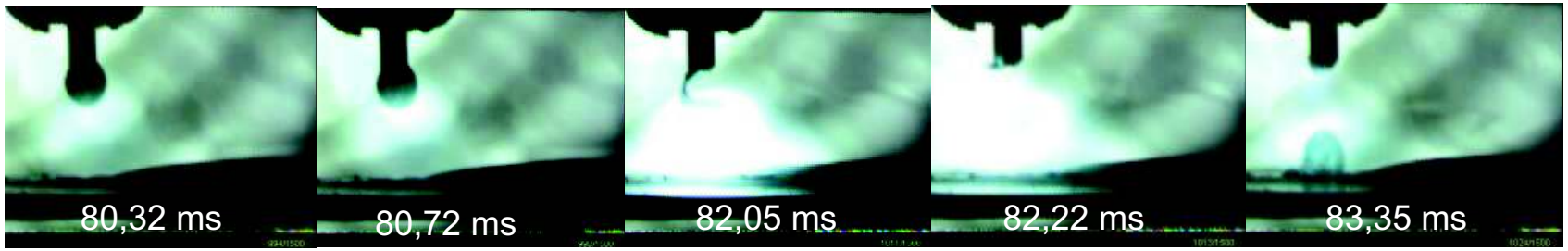


Zyklus 2

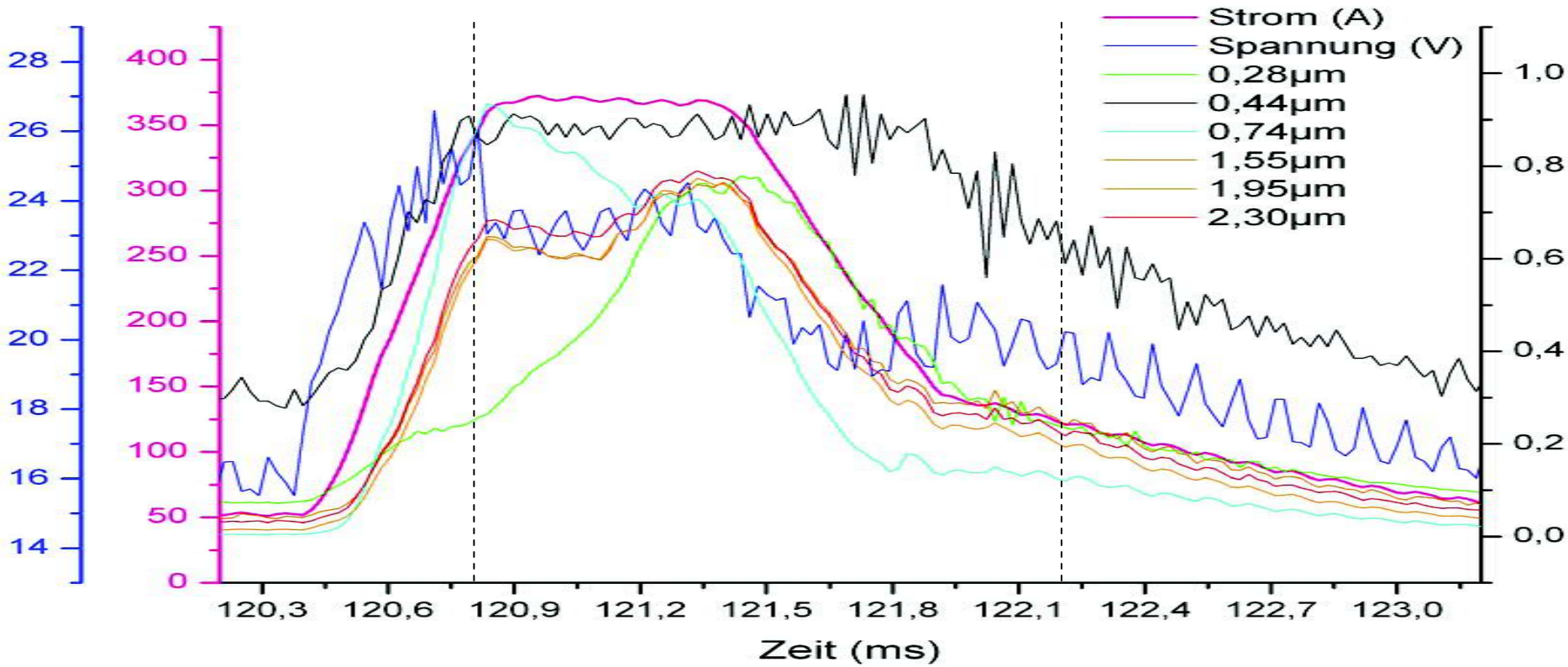


Aufleuchten

Ablösung

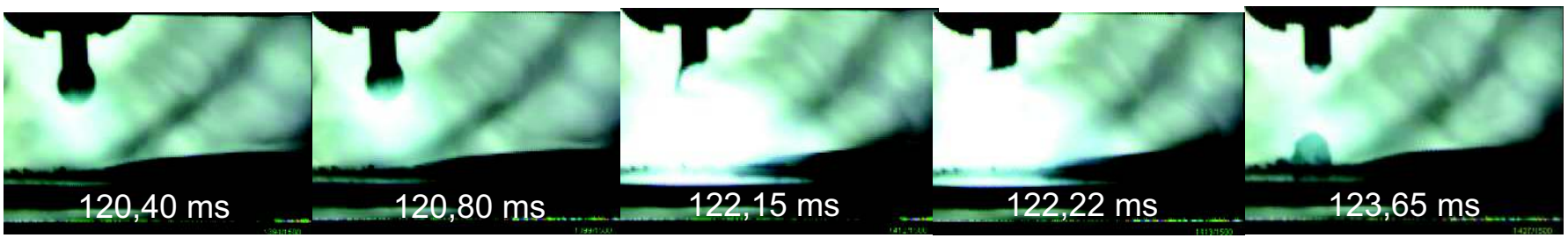


Zyklus 3

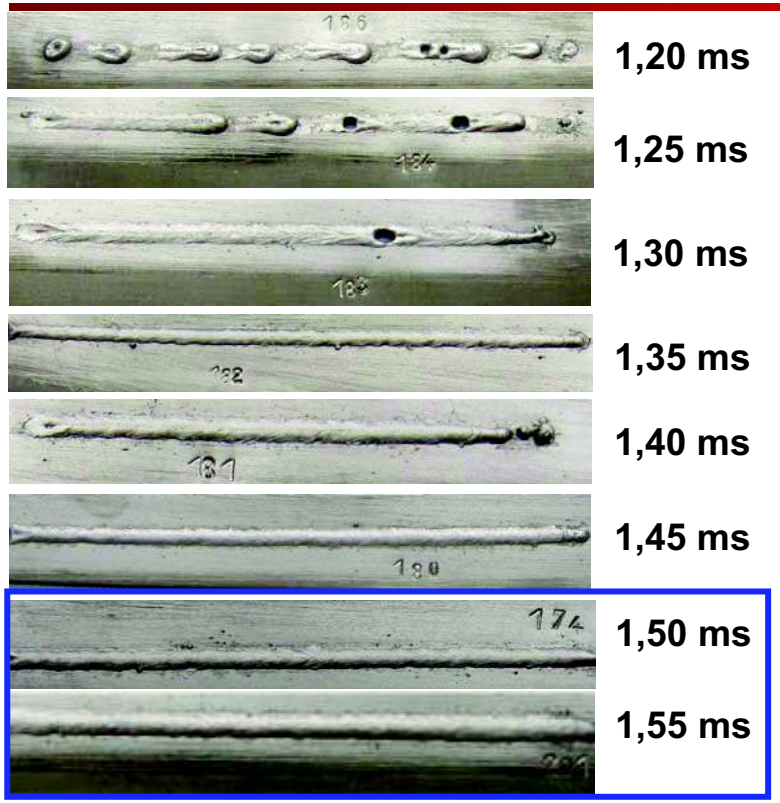


Aufleuchten

Ablösung



Zyklus 4



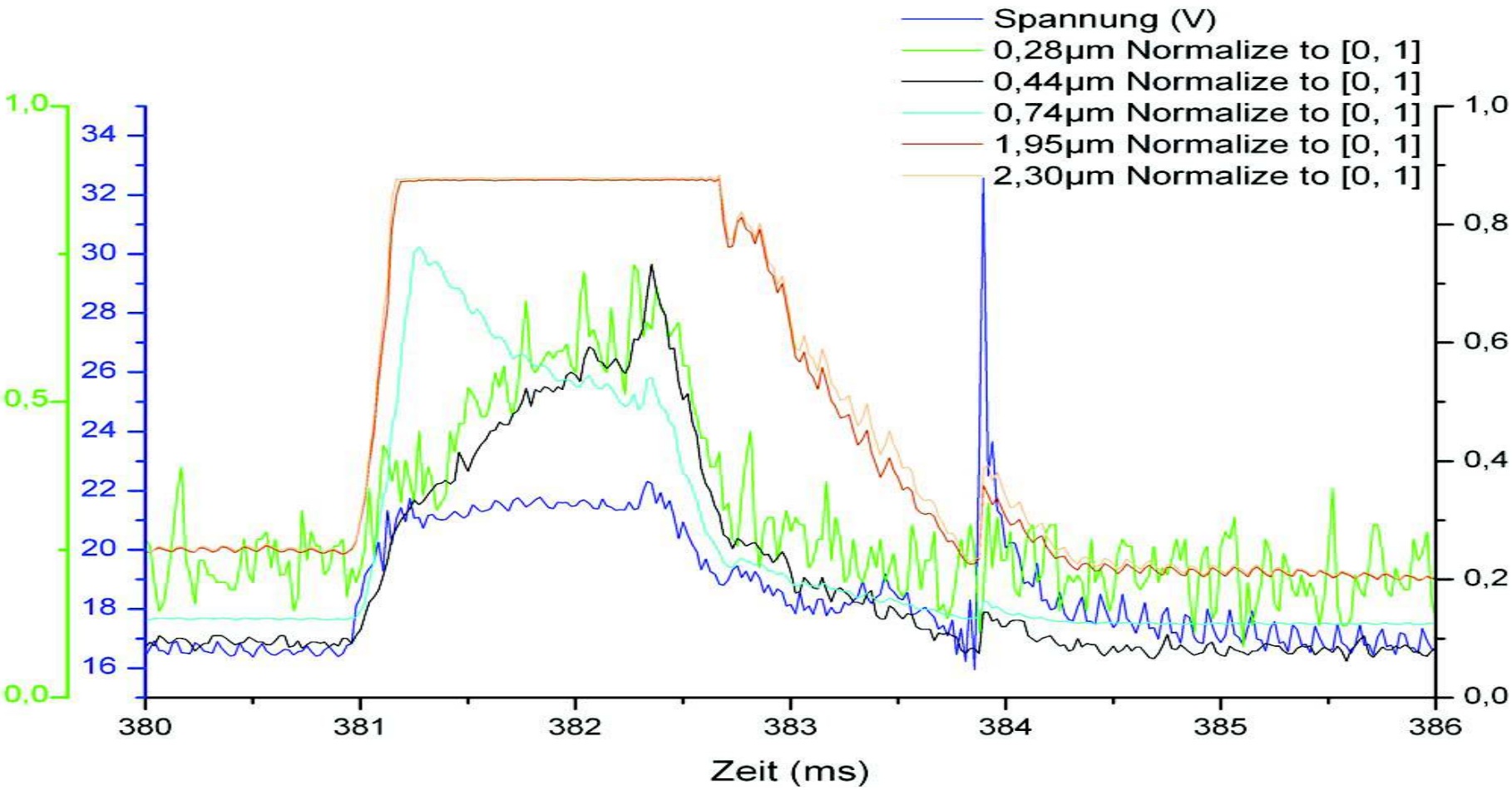
Schweißparameter:

AlMg4.5Mn

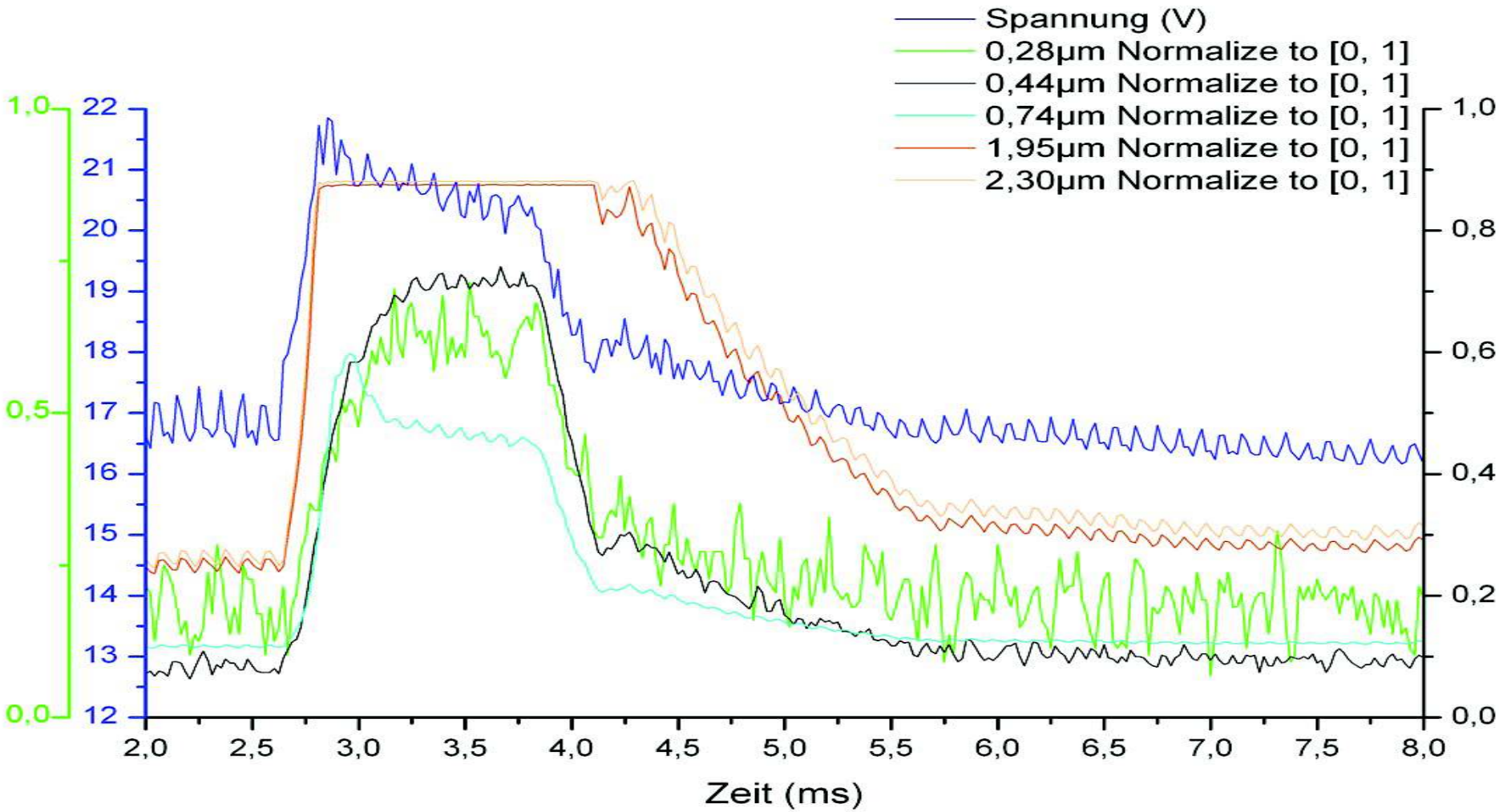
Pulszeit: variiert
Frequenz: const 38-**40**Hz
Pulsstrom const 240-**250**A
Grundstrom const 20A
Schweißgeschwindigkeit: const 1,4 m/min
Drahtvorschub: const 3,40 m/min
Freidraht: const 12 mm
Gasströmung: const 10 l/min Ar 4.6

Verstärkungen für Kanäle					
Diode	K1 280	K2 440	K3 2300	K4 1950	K5 740
Hex	a0	0a	b4	b4	eb

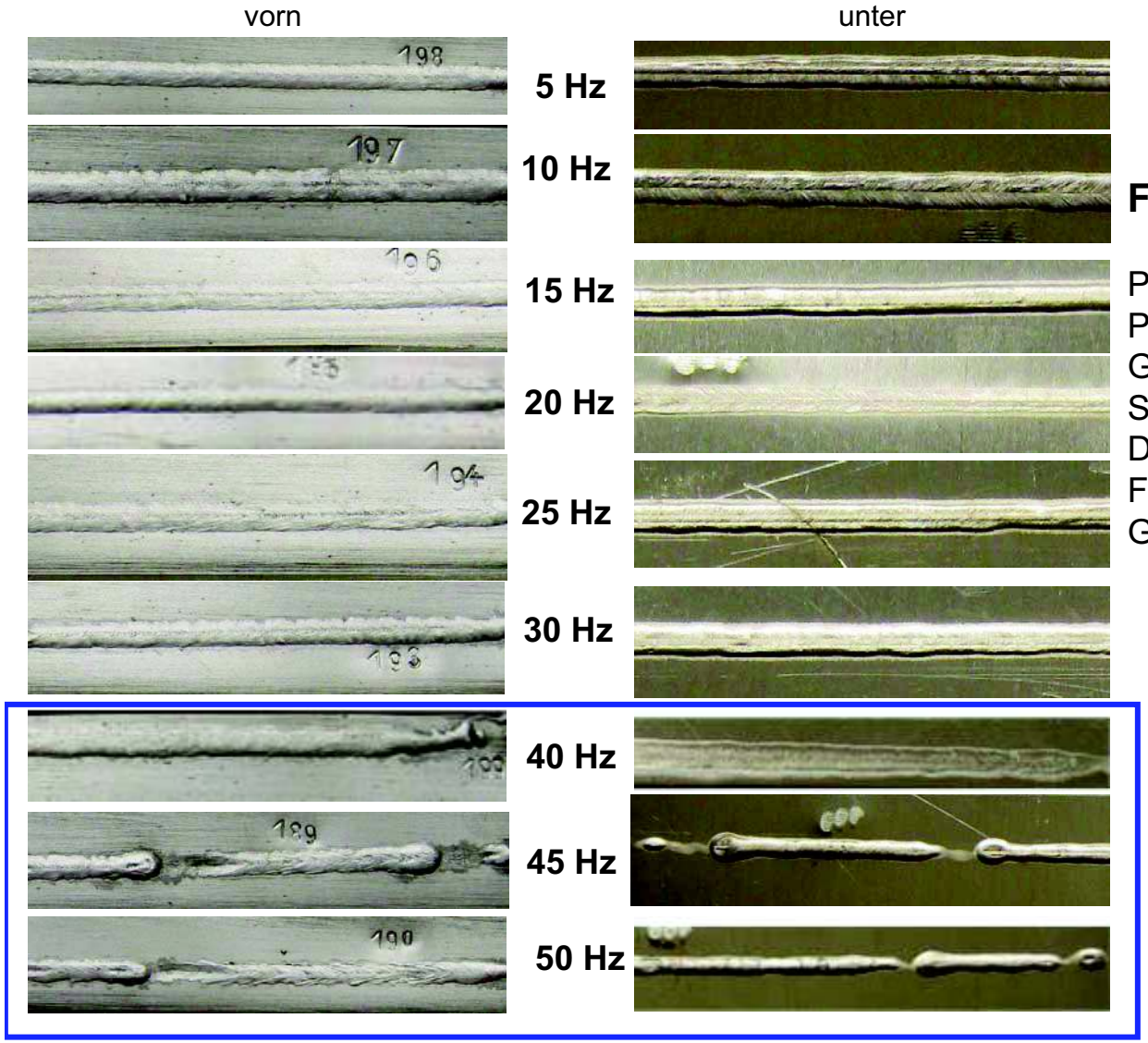
Pulszeit variiert



Spektralanalyse



Spektralanalyse



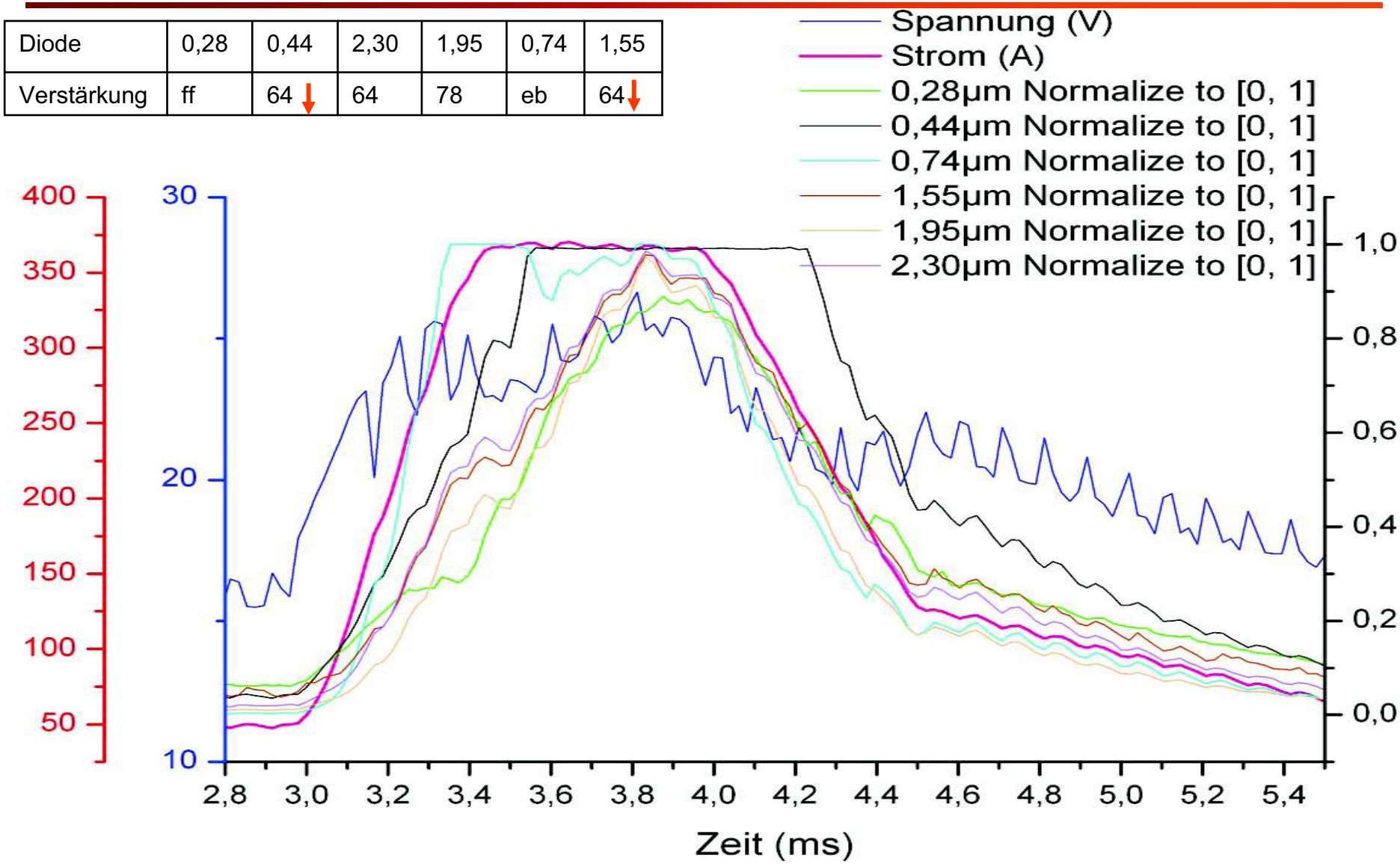
Schweißparameter

Frequenz: variiert

Pulszeit: const **1,20** und 1,50 ms
Pulsstrom const **240** und 250A
Grundstrom const **20** und 30A
Schweißgeschwindigkeit: const 1,4 m/min
Drahtvorschub: const 3,40 m/min
Freidraht: const 12 mm
Gasströmung: const 10 l/min Ar 4.6

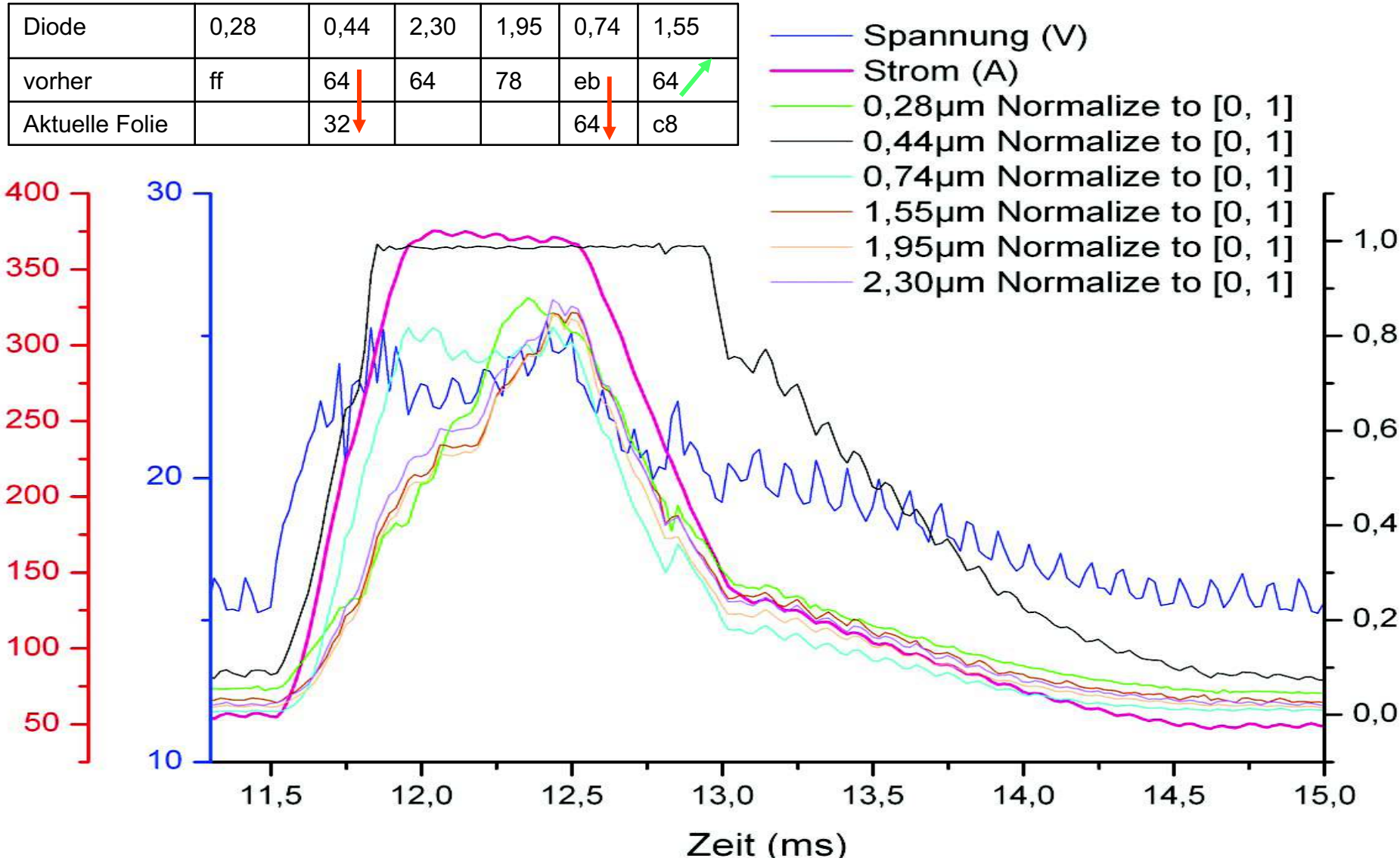
Frequenzvariation

Diode	0,28	0,44	2,30	1,95	0,74	1,55
Verstärkung	ff	64 ↓	64	78	eb	64 ↓



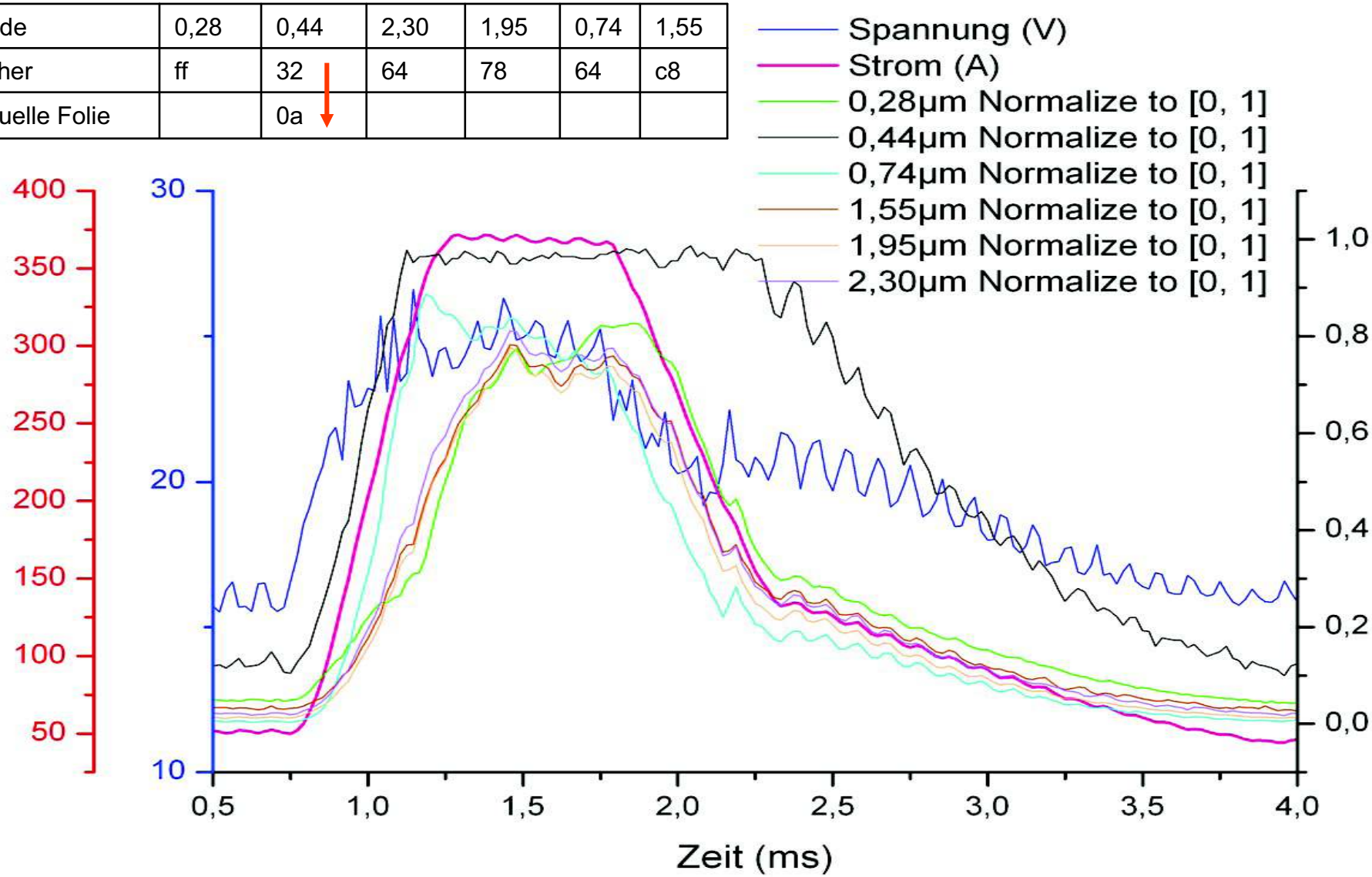
Verstärkung für Kanäle (218)

Diode	0,28	0,44	2,30	1,95	0,74	1,55
vorher	ff	64	64	78	eb	64
Aktuelle Folie		32			64	c8



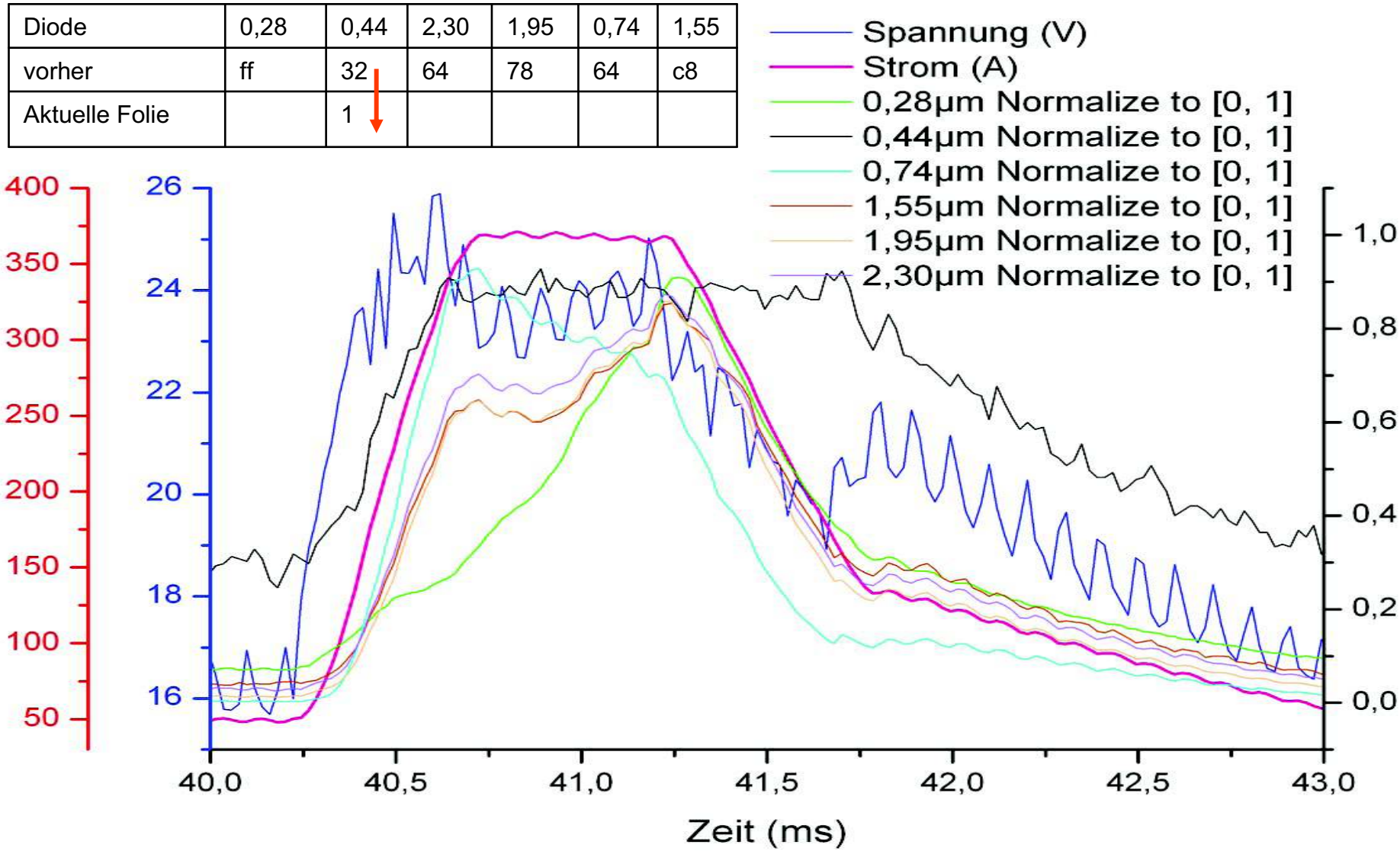
Verstärkung für Kanäle (219)

Diode	0,28	0,44	2,30	1,95	0,74	1,55
vorher	ff	32	64	78	64	c8
Aktuelle Folie		0a				

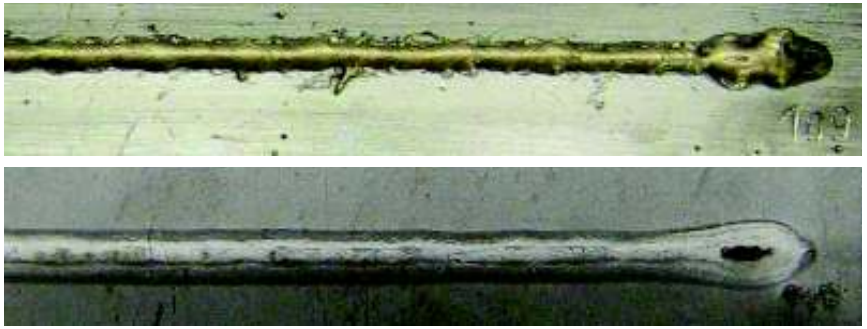


Verstärkung für Kanäle (220)

Diode	0,28	0,44	2,30	1,95	0,74	1,55
vorher	ff	32	64	78	64	c8
Aktuelle Folie		1				



Verstärkung für Kanäle (221)



Schweißparameter:

Frequenz: 100Hz
Pulszeit: 1,2 ms
Pulsstrom 120 A
Grundstrom 10 A
Schweißgeschwindigkeit: 0,70 m/min
Drahtvorschub: 3,0 m/min
Freidraht: 10 mm
Gasströmung: 12 l/min Ar 4.6

Schweißparameter:

Frequenz: **40** Hz
Pulszeit: **1,5** ms
Pulsstrom **260** A
Grundstrom **30**A
Schweißgeschwindigkeit: **1,55** m/min
Drahtvorschub: **3,4** m/min
Freidraht: 10 mm
Gasströmung: **10** l/min Ar 4.6

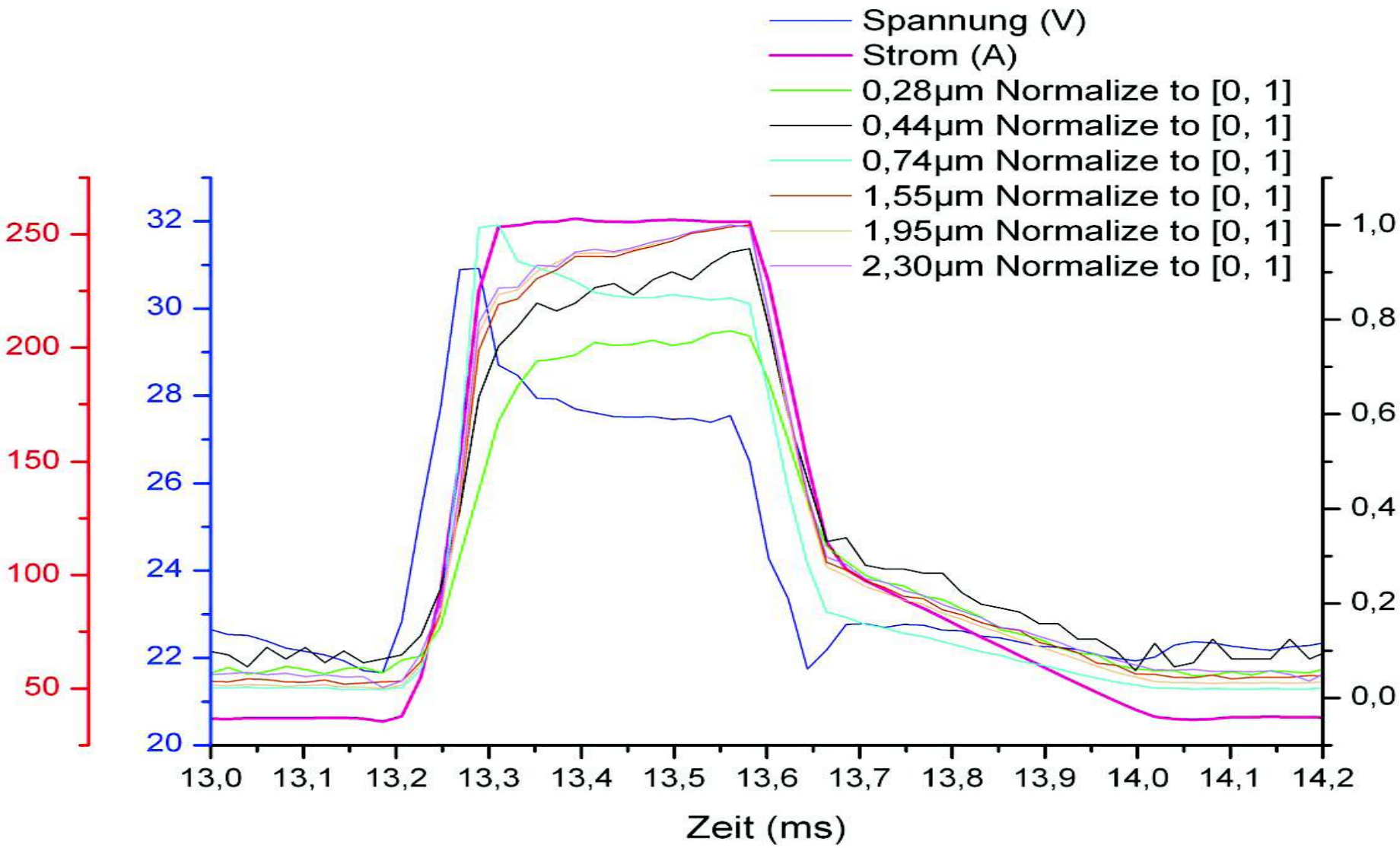
CuSi3 auf verzinken Stahl

Schweißparameter:

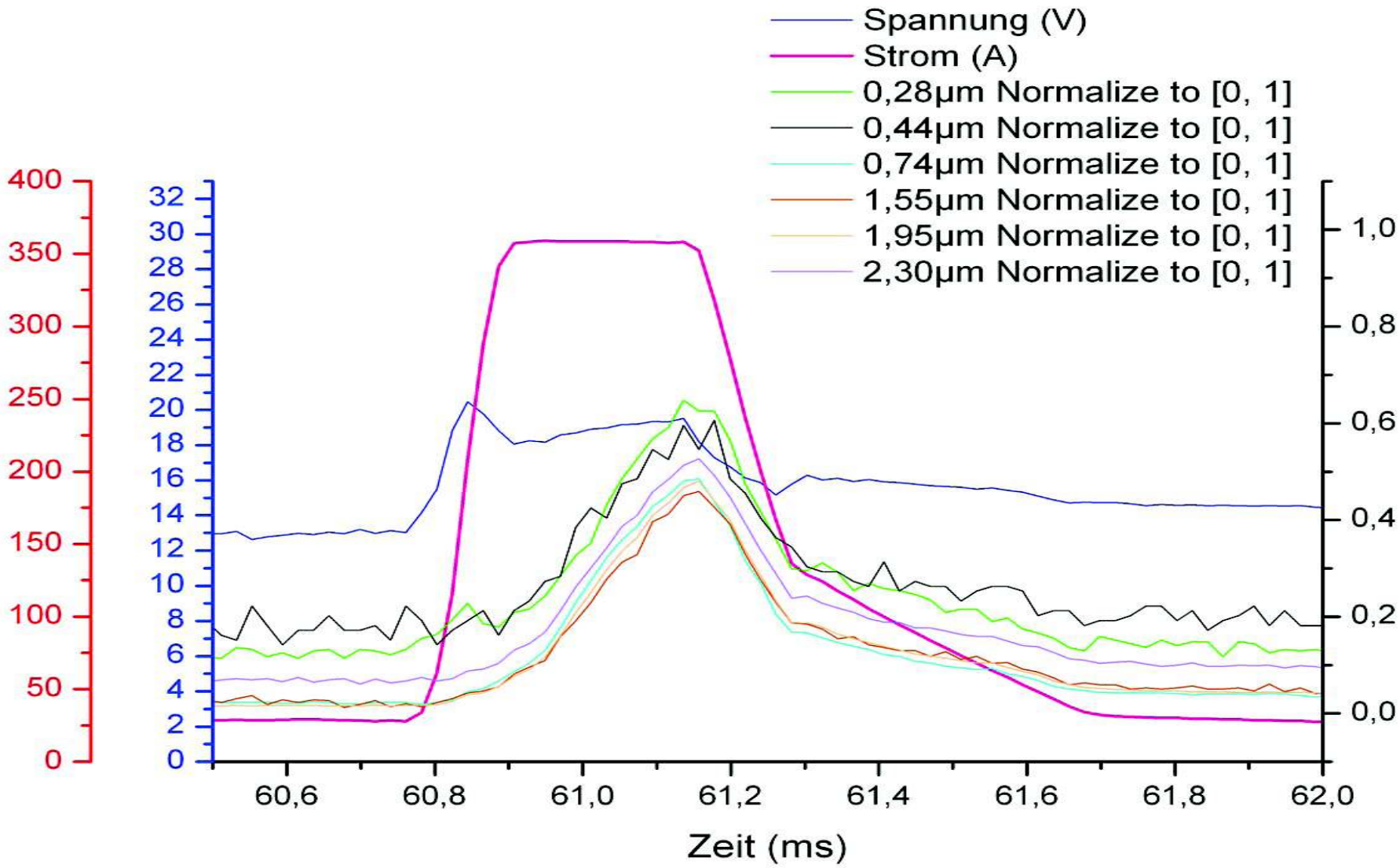
Frequenz: 25 Hz
Pulszeit: 1,5 ms
Pulsstrom var.
Drahtvorschub: var.
Grundstrom 20 A
Schweißgeschwindigkeit: 1,498 m/min
Freidraht: 8 mm
Gasströmung: 17 l/min Ar 5.0

Versuch	V_{Dr} (m/min)	**Ip (A)**	K1 280	K2 440	K3 2300	K4 1950	K5 740	K6 1550
224	**3,4**	**250**	ff	1	64	78	b4	c8
225	**3,2**	**350**	ff	1	64	78	b4	c8
226	**3,2**	**400**	ff	1	64	78	b4	c8

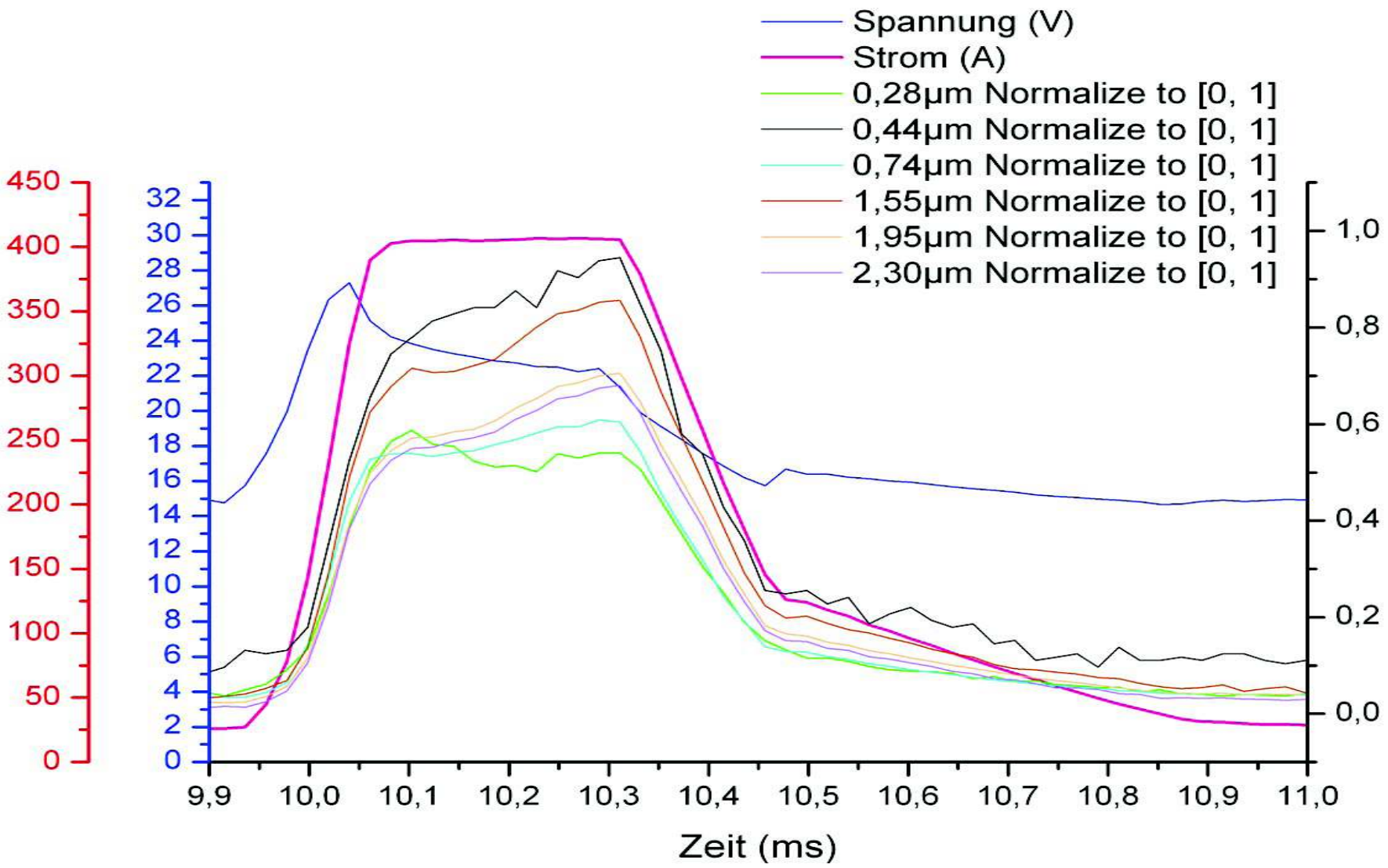
CuSi3 auf verzinken Stahl


Spannung (V)
Strom (A)
0,28µm Normalize to [0, 1]
0,44µm Normalize to [0, 1]
0,74µm Normalize to [0, 1]
1,55µm Normalize to [0, 1]
1,95µm Normalize to [0, 1]
2,30µm Normalize to [0, 1]
250
200
150
100
50
32
30
28
26
24
22
20
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
13,0
13,1
13,2
13,3
13,4
13,5
13,6
13,7
13,8
13,9
14,0
14,1
14,2
Zeit (ms)

CuSi3 (224)


Spannung (V)
Strom (A)
0,28µm Normalize to [0, 1]
0,44µm Normalize to [0, 1]
0,74µm Normalize to [0, 1]
1,55µm Normalize to [0, 1]
1,95µm Normalize to [0, 1]
2,30µm Normalize to [0, 1]
400
350
300
250
200
150
100
50
0
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
60,6
60,8
61,0
61,2
61,4
61,6
61,8
62,0
Zeit (ms)

CuSi3 (225)


Spannung (V)
Strom (A)
0,28µm Normalize to [0, 1]
0,44µm Normalize to [0, 1]
0,74µm Normalize to [0, 1]
1,55µm Normalize to [0, 1]
1,95µm Normalize to [0, 1]
2,30µm Normalize to [0, 1]
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
9,9
10,0
10,1
10,2
10,3
10,4
10,5
10,6
10,7
10,8
10,9
11,0
Zeit (ms)

CuSi3 (226)

Identischer Versuchsaufbau TU Berlin und Greifswald

Untersuchung des Einflusses der Pulszeit bei Al-Zusatz

Analyse der Einzelimpulse

Abstimmung der Verstärkungen der Diodensignale

Erste Versuche mit CuSi3

Verändertes Diodensignal gegenüber Al-Zusatz

Zusammenfassung

Vielen Dank!

artur.porochonski@TU-Berlin.de