

DEWETRON Schweiz AG
MOOSACHERSTRASSE 15
CH-8804 AU

TELEFON 044 727 75 30
TEFEFAX 044 727 75 31
info@dewetron.ch
www.dewetron.ch



DEWETRON

ESTI
Eidg. Starkstrominspektorat
Herr André Moser
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf

8804 Au, 07.07.2016

Messungen 2 Talacherhof Lengnau (v 1)





Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Ausgangslage und Projektorganisation.....	5
3	Auftrag.....	5
4	Messaufbau und -ablauf	5
4.1	Vorgehen	5
4.2	Betroffene Leitungsabschnitte.....	6
4.3	Messmittel.....	7
4.4	Messaufbau	8
4.5	Messprogramm.....	10
5	Auswertung	11
5.1	Darstellung über gesamte Messdauer.....	11
5.2	Darstellung zum Zeitpunkt der Ausschaltung der 380-kV- und 110-kV-Leitungen	15
5.3	Darstellung zum Zeitpunkt der Einschaltung der 380-kV- und 110-kV-Leitungen	20
5.4	Darstellung während der Ausschaltung aller Leitungen.....	25
5.5	Darstellung nach Netzfreisaltung der Liegenschaft.....	35
5.6	Darstellung nach Auftrennung der Erder der Freileitungsmasten	40
5.7	Darstellung bei ausgeschalteten Freileitungen	45
5.8	Darstellung bei eingeschalteten Freileitungen.....	49
5.9	Darstellung der Erderströme vom 29.04.2016 bis 02.05.2016.....	53
5.10	Darstellung der Berührungsspannungen vom 29.04.2016 bis 02.05.2016.....	67
5.11	Darstellung der Erderströme vom 02.05.2016 bis 20.05.2016.....	70
5.12	Darstellung der Berührungsspannungen vom 02.05.2016 bis 20.05.2016.....	84
5.13	Darstellung der Erderströme vom 20.05.2016 bis 25.05.2016.....	87
5.14	Darstellung der Berührungsspannungen vom 20.05.2016 bis 25.05.2016.....	101
5.15	Erdungsmessung	104
5.16	Videoaufzeichnung während Melkvorgang.....	108
6	Feststellungen und Anmerkungen	111
6.1	Anlagenauslastungen.....	111
6.2	Elektrische und magnetische Felder	112
6.3	Erderströme bei Aus- respektive Einschaltung der 380-kV- und 110-kV-Leitungen.....	112
6.4	Berührungsspannungen.....	112
6.5	Erdungsmessung	113

1 Zusammenfassung

Auf Antrag der Swissgrid AG und mit Einverständnis aller beteiligten Parteien wurde entschieden, die zwischen dem 04.11. und 23.11.2015 von der DEWETRON Schweiz AG durchgeführte Messung zu wiederholen. Betroffene Anlage:

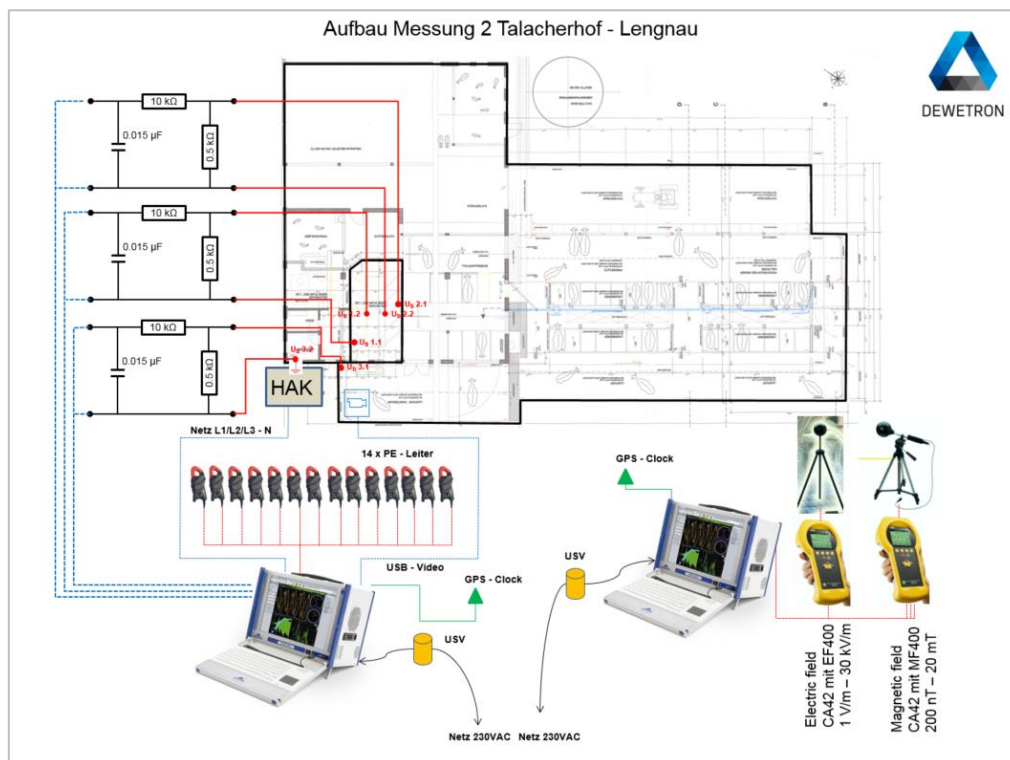
Landwirtschaftsbetrieb
 Herr P.Müller
 Talacherhof
 5426 Lengnau AG

Auftrag:

Durchführung von Messungen zur Klärung der von den benachbarten Freileitungen ausgehenden Einflüsse auf das Erdungssystem des Landwirtschaftsbetriebs. Ziel ist es Messreihen der elektrischen und magnetischen Feldstärke, denjenigen der Erderströme gegenüber zu stellen. Mit dessen Hilfe soll der Einfluss der Freileitungen auf die einzelnen Erderströme aufgezeigt werden.

Die entsprechenden Messungen haben zwischen dem 29.04 und 25.05.2016 stattgefunden. Folgende Parameter wurden aufgezeichnet:

- Magnetisches Feld
- Elektrische Feld
- Ströme der insgesamt 14 Erdanschlüsse
- 3 Berührungsspannungen (2 mal im Melkstand, 1 mal am Erdanschluss Freilaufstall)



Schaltzustände Freileitungen:

380-kV

Leitung Breite - Laufenburg AUS 02.05.2016; 07:00 Uhr bis 20.05.2016; 14:20 Uhr

380-kV

Leitung Beznau - Breite AUS 02.05.2016; 07:00 Uhr bis 20.05.2016; 15:30 Uhr

110-kV

Leitung Steinmaur - Würenlingen AUS 30.04.2016; 07:00 Uhr bis 30.04.2016; 16:45 Uhr

110-kV

Leitung Steinmaur - Würenlingen AUS 02.05.2016; 07:00 Uhr bis 20.05.2016; 14:00 Uhr

16-kV

Leitung Lengnau-Schneisingen AUS 10.05.2016; 06:30 Uhr bis 10.05.2016; 17:00 Uhr

16-kV

Leitung Lengnau-Schneisingen AUS 11.05.2016; 08:00 Uhr bis 10.05.2016; 17:00 Uhr

Die Auswertung der Messresultate hat gezeigt, dass bei den herrschenden Betriebsbedingungen, ein Maximalwert von 340 nT (Anlagengrenzwert: für OMEN $1 \mu\text{T} \cong 1'000 \text{ nT}$; für Oekonomiegebäude $100 \mu\text{T} \cong 100'000 \text{ nT}$) für das magnetische Feld und einen von 31 V/m (Immissionsgrenzwert: 5000 V/m bei $f = 50 \text{ Hz}$) für das elektrische Feld gemessen wurde. Die während der Messperiode herrschende Anlagenauslastung ist in Kapitel 6.1 beschrieben.

2 Ausgangslage und Projektorganisation

Auf Antrag der Swissgrid AG und mit Einverständnis aller beteiligten Parteien wurde entschieden, die zwischen dem 04.11. und 23.11.2015 von der DEWETRON Schweiz AG durchgeführte Messung zu wiederholen. Betroffene Anlage:

Landwirtschaftsbetrieb
Herr P. Müller
Talacherhof
5426 Lengnau AG

Projektkoordination: Herr Leo Keller

Axpo Power AG / Netze
Parkstrasse 23
5401 Baden

3 Auftrag

Durchführung von Messungen zur Klärung der von den benachbarten Freileitungen ausgehenden Einflüsse auf das Erdungssystem des Landwirtschaftsbetriebs. Ziel ist es Messreihen der elektrischen und magnetischen Feldstärke, denjenigen der Erderströme gegenüber zu stellen. Mit dessen Hilfe soll der Einfluss der Freileitungen auf die einzelnen Erderströme aufgezeigt werden.

Zur Beurteilung der aufgezeichneten Messdaten im Verhältnis zur momentanen Anlagenauslastung, wurden von den betroffenen Netzbetreibern Messdaten für den Zeitraum zwischen dem 29.04.2016 (0 Uhr) und dem 26.05.2016 (0 Uhr) zur Verfügung gestellt.

Die Resultate im Messbericht sollen in folgenden Einheiten dargestellt werden:

- Magnetisches Feld: μT (Mikro Tesla)
- Elektrisches Feld: V/m (Volt / Meter)
- Erderströme: A (Ampère)
- Ströme (Freileitung): A (Ampère)
- Berührungsspannungen: V (Volt)
- Körperstrom: mA (Milliampère)

4 Messaufbau und -ablauf

4.1 Vorgehen

Zur korrekten Beurteilung der Werte des elektrischen und magnetischen Feldes wurden zeitgleich sämtliche Erderströme einzeln aufgezeichnet. Zusätzlich dazu erfolgten niederohmige Messungen der Berührungsspannungen. Zweimal im Melkstand und einmal am Erdanschluss Freilaufstall.

Folgende Messgrößen wurden während der Messkampagne kontinuierlich aufgezeichnet:

- Ströme der verschiedenen Erdanschlüsse (14 Stk.) am Hausanschlusskasten (HAK)
- Polleiterspannungen am HAK
- Aussentemperatur im Bereich des HAK
- Werte des magnetischen Feldes im Bereich der Stallerweiterung
- Werte des elektrischen Feldes im Bereich der Stallerweiterung
- Berührungsspannung im Melkstand
- Berührungsspannung am Erdanschluss Freilaufstall
- Videoaufnahmen über das Verhalten der Kühe während den verschiedenen Schaltzuständen.

Die Aufzeichnung der einzelnen physikalischen Messgrößen erfolgte in folgenden Einheiten:

- Magnetisches Feld: μT (Mikro Tesla)
- Elektrisches Feld: V/m (Volt / Meter)
- Erderströme: mA (Milliampère)
- Ströme (Freileitung): A (Ampère)
- Berührungsspannungen: V (Volt)
- Körperstrom: mA (Milliampère)

Sämtliche Messwerte stehen als d7d-Datei (DEWESoft™-Software) oder einer aufbereiteten Messreihe in Microsoft Excel zur Verfügung.

4.2 Betroffene Leitungsabschnitte

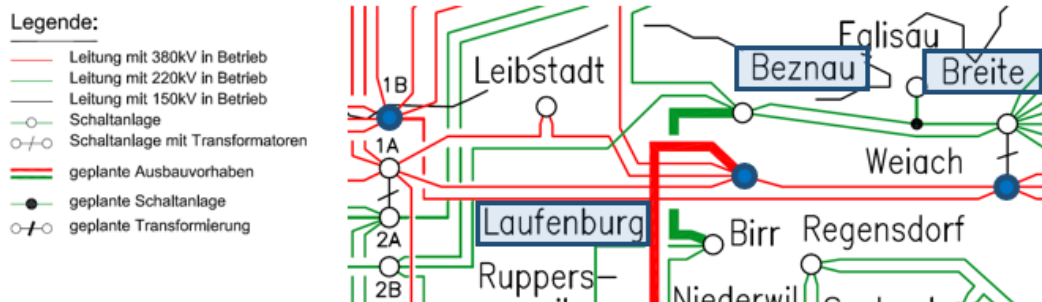


Bild 1: Ausschnitt 380-kV-Übertragungsnetz Swissgrid



Bild 2: Ausschnitt 16-kV-Versorgungsnetz AEW



4.3 Messmittel

Ort	Gerätetyp	Serien-Nr.
Talacherhof HAK Lengnau	DEWE 2600	28130413-CHE
	ORION-1616-1004	15500090
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	121315 BES
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	127854 KJS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	103930 DBS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	103950 DBS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	137770 ALS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	127853 KJS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	137776 ALS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	103946 DBS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	127852 KJS
	MN 95 (5 A / 300 mV) Strommesszange	103933 DBS
	MN 71 (10 A / 1 V) Strommesszange	119385 DFS
	MN 71 (10 A / 1 V) Strommesszange	119400 DFS
	MN 71 (10 A / 1 V) Strommesszange	133448 DJS
	MN 71 (10 A / 1 V) Strommesszange	133453 DJS
MN 71 (10 A / 1 V) Strommesszange	133446 DJS	

Messstelle Stall Neubau	DEWE 3020	09080184
	ORION-0816-1000	15430216
	C.A 42 Feldstärkemesser	100445AEK
	C.A 42 Feldstärkemesser	100467AEK
	B-Feldsonde	100386AEK
	E-Feldsonde	EH-A833/15

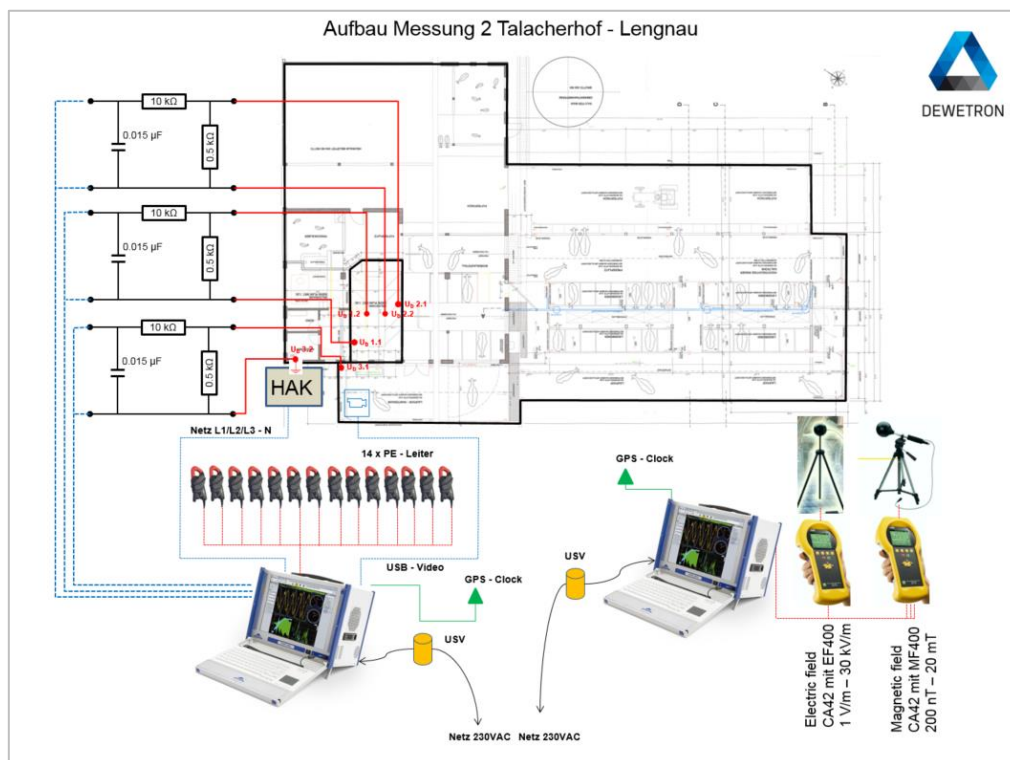
4.4 Messaufbau

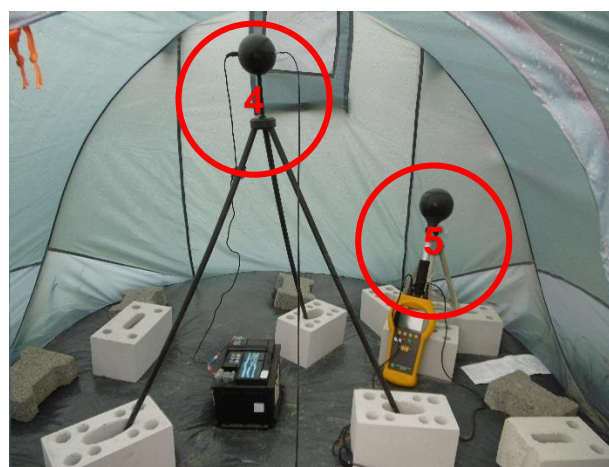
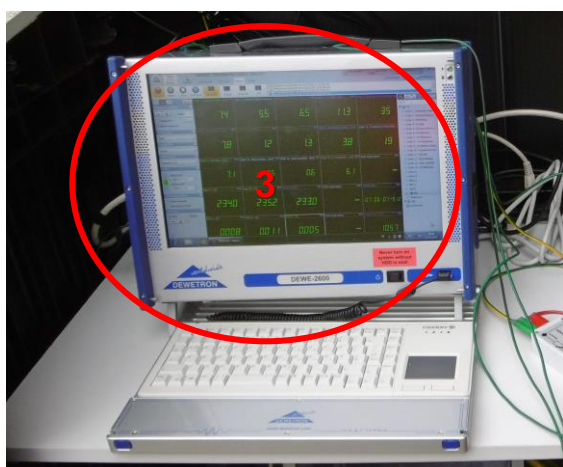
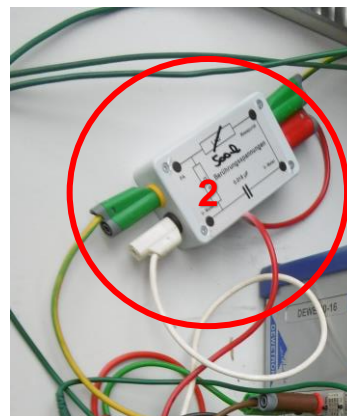
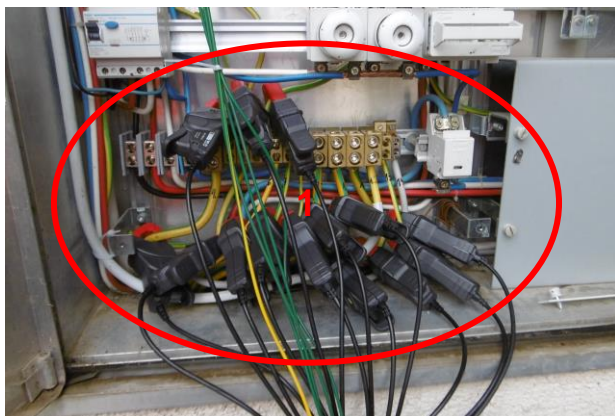
Objekt: Landwirtschaftsbetrieb
 Talacherhof
 5426 Lengnau AG

Eigentümer: Herr Patrick Müller

Ort: 5426 Lengnau AG

Datum / Messdauer: 29.04. bis 25.05.2016





Legende:

1. Anschlüsse Erder-Strommesszangen
 - Erder 1: Fundamente Erde Stall
 - Erder 2: Garage / Wagenschuppen
 - Erder 3: Wohnhaus
 - Erder 4: UV Stall
 - Erder 5: Bezügersicherung Erdungsleiter
 - Erder 6: Pot.-Ausgleich Milchtank
 - Erder 7: Pot.-Ausgleich Melkstand
 - Erder 8: Pot.-Ausgleich Milchpumpe
 - Erder 9: Fundament Anbau
 - Erder 10: Fundament Freilaufstall
 - Erder 11: Fahrsilo
 - Erder 12: Dach Neubau
 - Erder 13: Dach Laufstall
 - Erder 14: UV Melkstand
2. Widerstandsnetzwerk zur Messung der Berührungsspannung
3. Messgerät für Dauermessung der Erderströme
4. Sonde des elektrischen Feldes für die Dauermessung
5. Sonde des magnetischen Feldes für die Dauermessung

4.5 Messprogramm

Die Planung der Messkampagne erfolgte aufgrund der durch Swissgrid AG und Axpo Power AG geplanten Instandhaltungsarbeiten sowie der von AEW Energie AG vorgesehenen Ausschaltungen der Freileitung Lengnau –Schneisingen.

Schaltzustände Freileitungen:

380-kV

Leitung Breite - Laufenburg AUS 02.05.2016; 07:00 Uhr bis 20.05.2016; 14:20 Uhr

380-kV

Leitung Beznau - Breite AUS 02.05.2016; 07:00 Uhr bis 20.05.2016; 15:30 Uhr

110-kV

Leitung Steinmaur - Würenlingen AUS 30.04.2016; 07:00 Uhr bis 30.04.2016; 16:45 Uhr

110-kV

Leitung Steinmaur - Würenlingen AUS 02.05.2016; 07:00 Uhr bis 20.05.2016; 14:00 Uhr

16-kV

Leitung Lengnau-Schneisingen AUS 10.05.2016; 06:30 Uhr bis 10.05.2016; 17:00 Uhr

16-kV

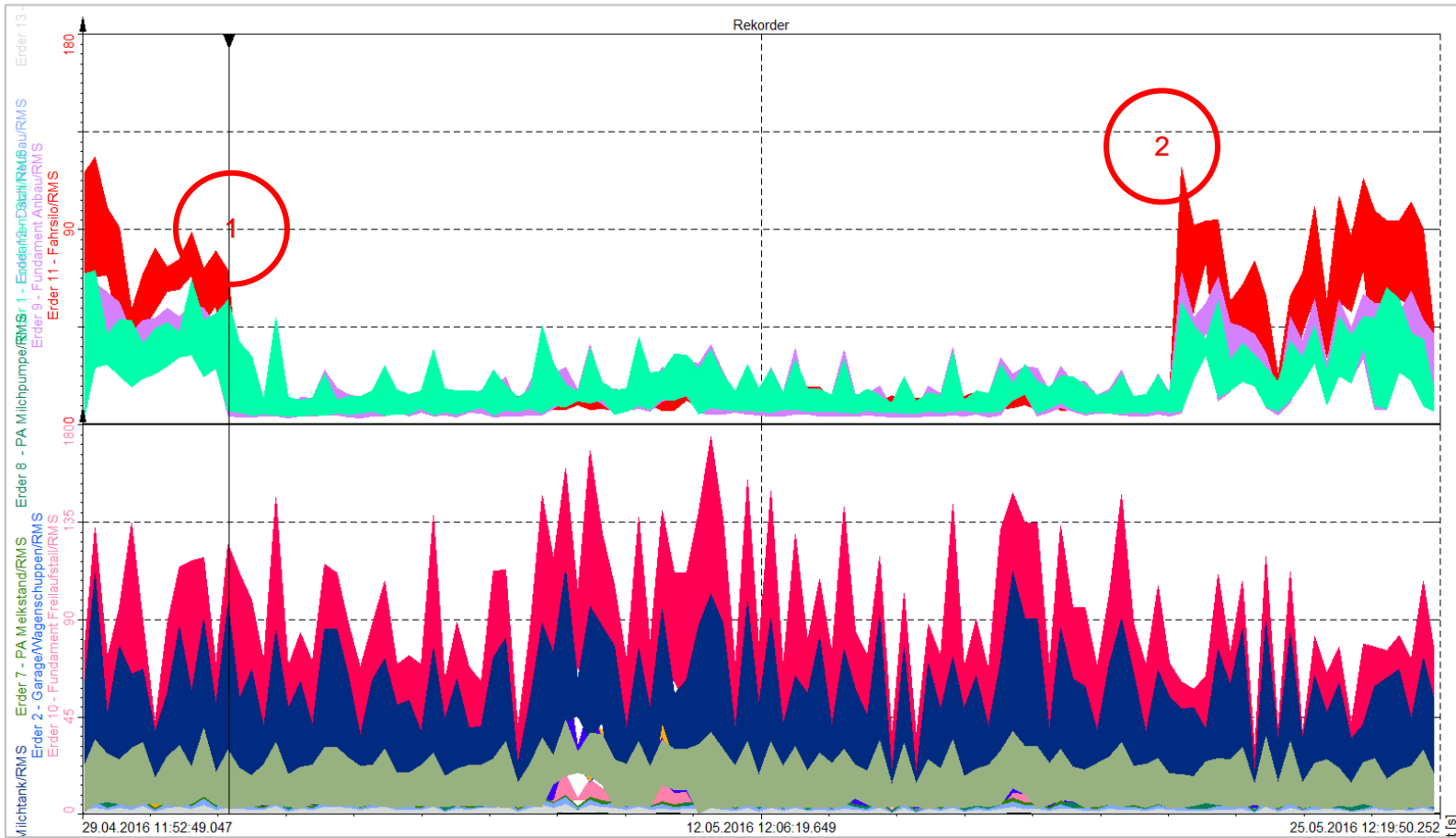
Leitung Lengnau-Schneisingen AUS 11.05.2016; 08:00 Uhr bis 10.05.2016; 17:00 Uhr



5 Auswertung

5.1 Darstellung über gesamte Messdauer

5.1.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



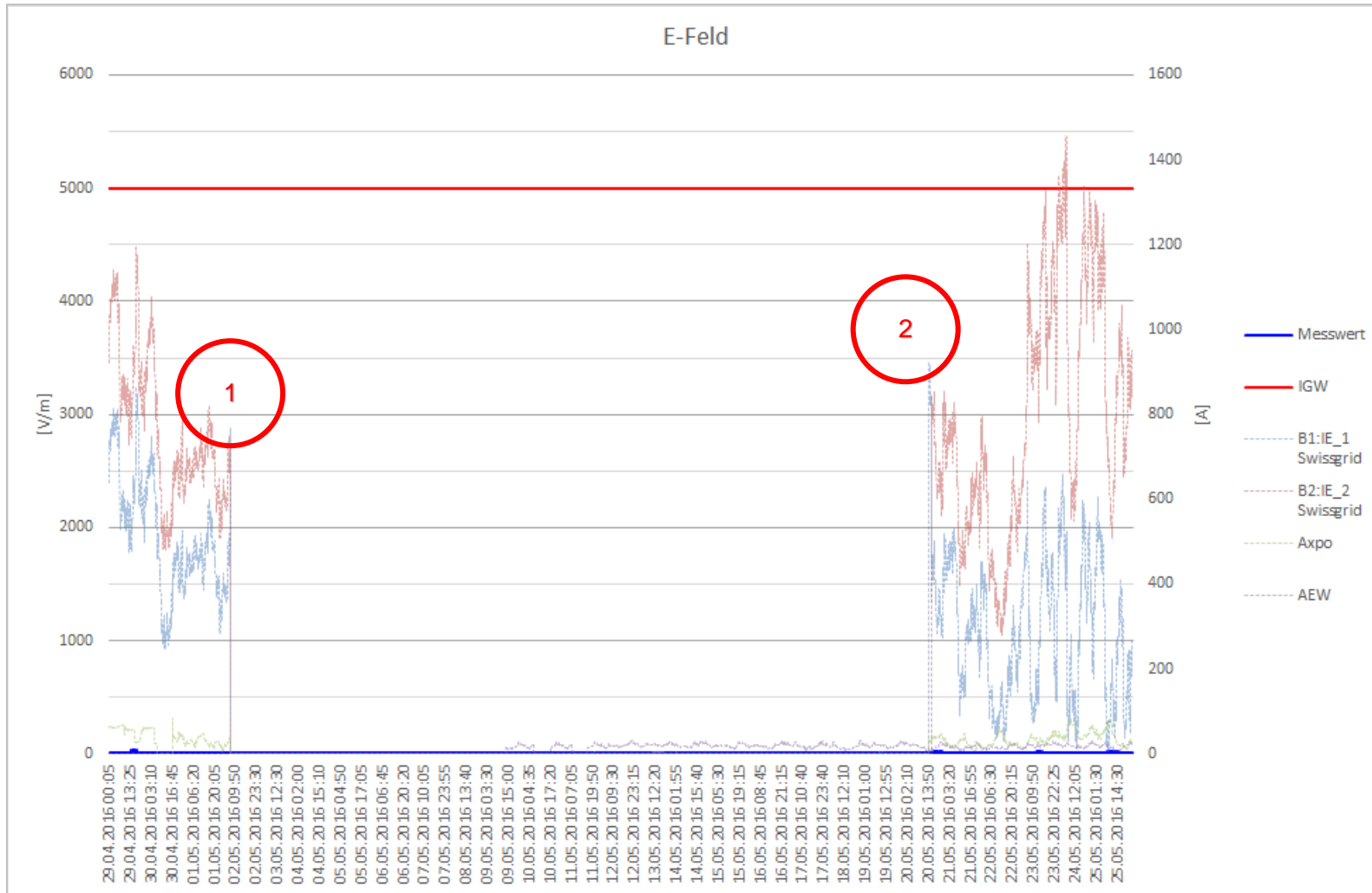
Legende:

1. Ausschaltung 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 02.05.2016
2. Einschaltung 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 20.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 1: 15-min-Werte aller Erderströme über die gesamte Messdauer

5.1.2 Automatische Aufzeichnung elektrisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall



Legende:

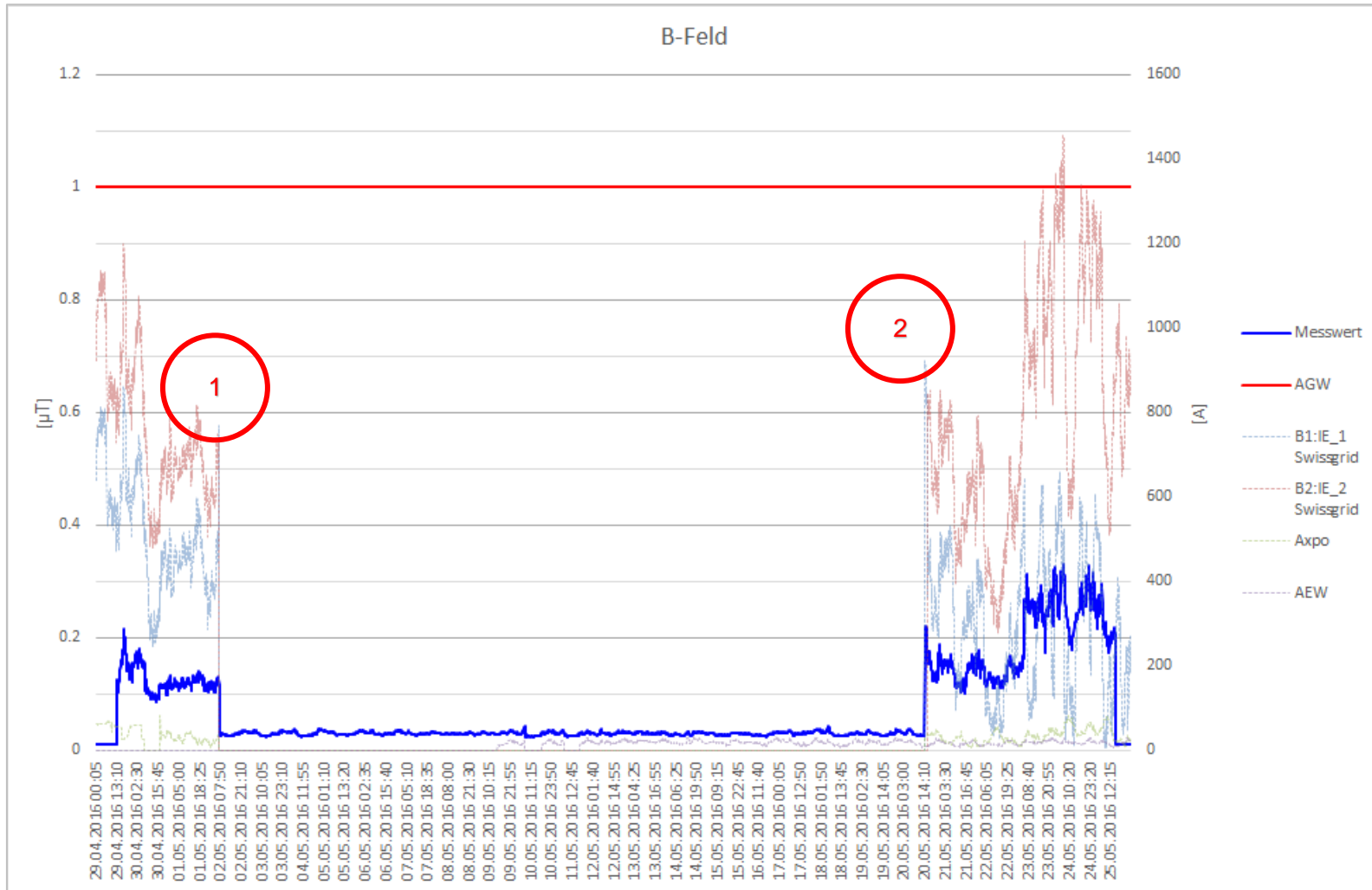
1. Ausschaltung 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 02.05.2016
2. Einschaltung 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 20.05.2016

 Achsskalierung:
 E-Feld 0 – 6000 V/m
 Strom 0 – 1600 A

Grafik 2: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen über die gesamte Messdauer



5.1.3 Automatische Aufzeichnung magnetisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall



Legende:

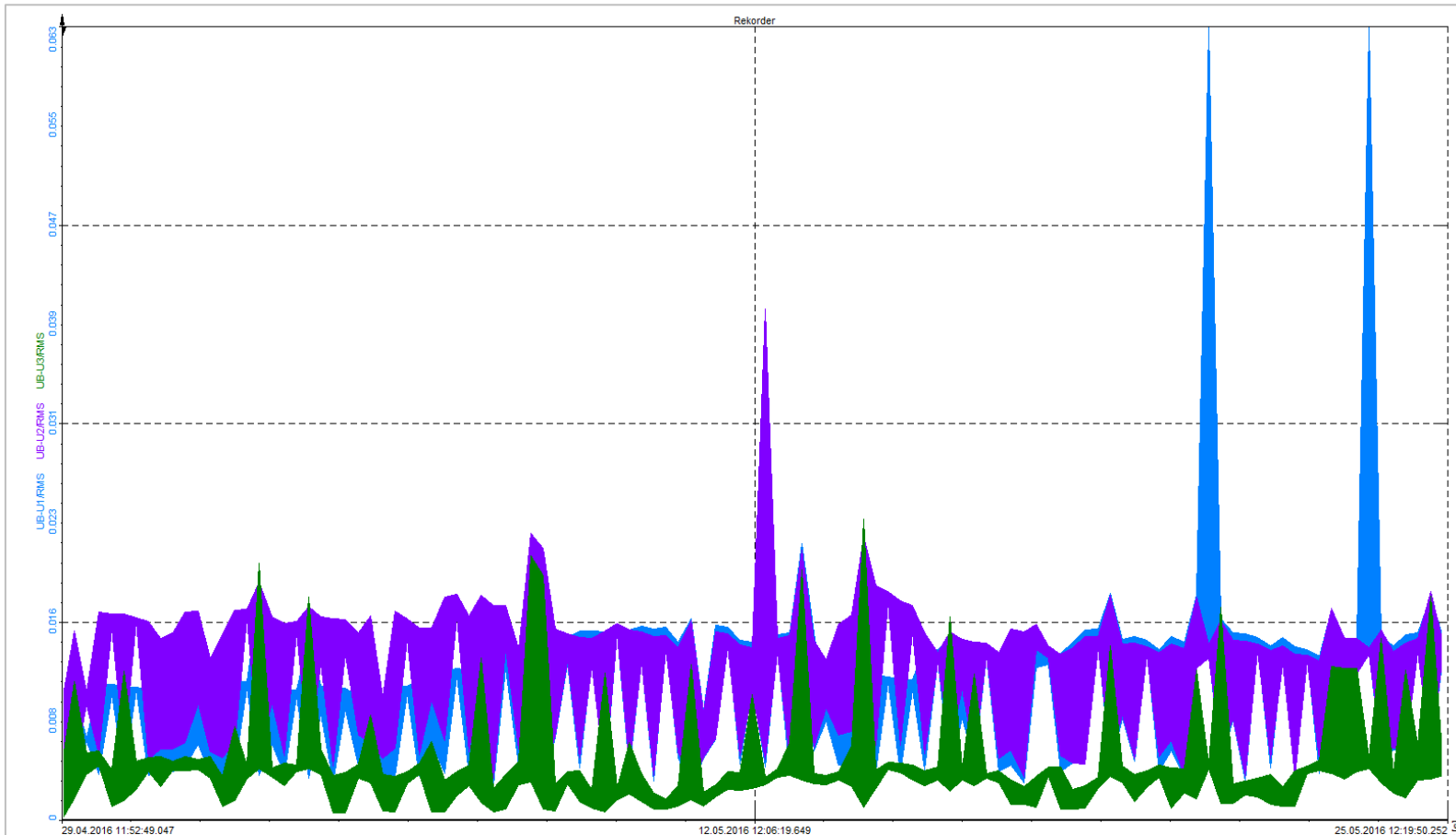
1. Ausschaltung 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 02.05.2016
2. Einschaltung 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 20.05.2016

Achsskalierung:
B-Feld 0 – 1.2 μT
Strom 0 – 1600 A

Grafik 3: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen über die gesamte Messdauer



5.1.4 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannungen – Messort: Messstellen im Melkstand



Legende:

— UB-U1:
Berührungsspannung im
Melkstand links
Werte zwischen 8 mV und
60 mV

— UB-U2:
Berührungsspannung im
Melkstand rechts
Werte zwischen 2 mV und
40 mV

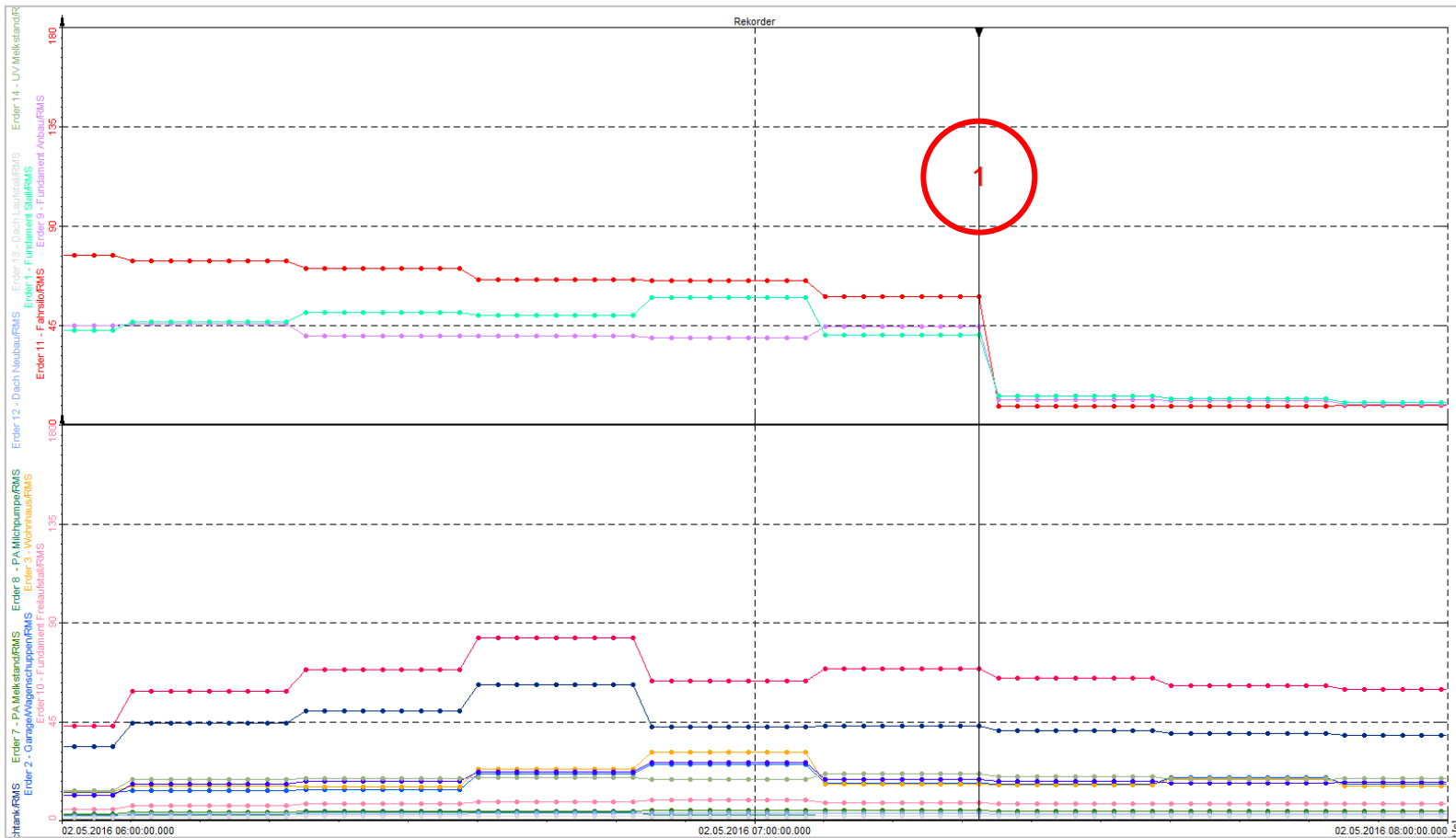
— UB-U3:
Berührungsspannung zwi-
schen Erder Freilaufstall
und PA-Schiene HAK
Werte zwischen 2 mV und
25 mV

Achsskalierung:
Spannung UB 0 – 0.063 V

Grafik 4: Berührungsspannungen über die gesamte Messdauer

5.2 Darstellung zum Zeitpunkt der Ausschaltung der 380-kV- und 110-kV-Leitungen

5.2.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

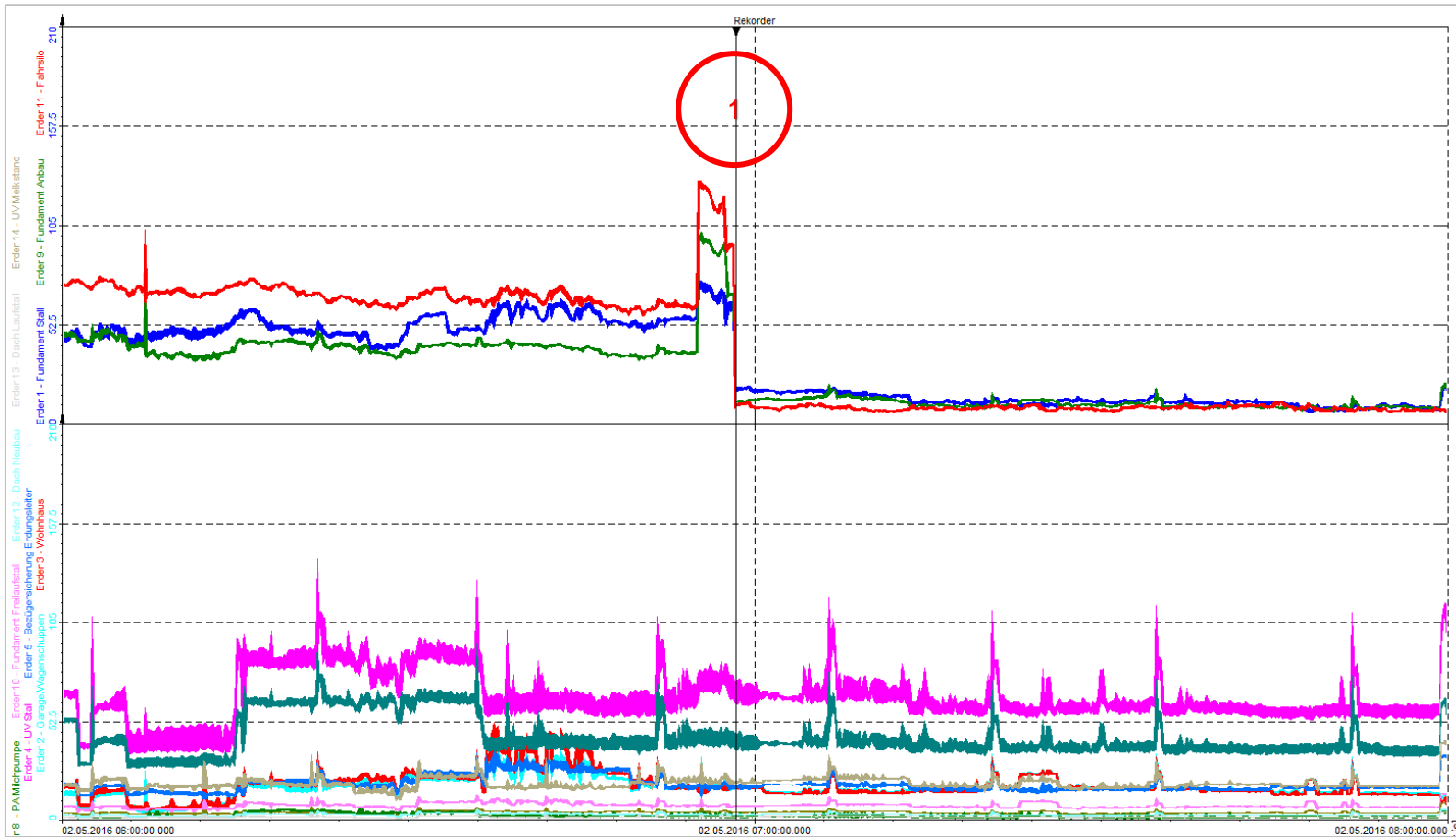


Legende:

1. Ausschaltzeitpunkt der 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 02.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 180 mA

Grafik 5: 15-min-Werte der Erderströme am 02.05.2016 zwischen 06:00 und 08:00 Uhr



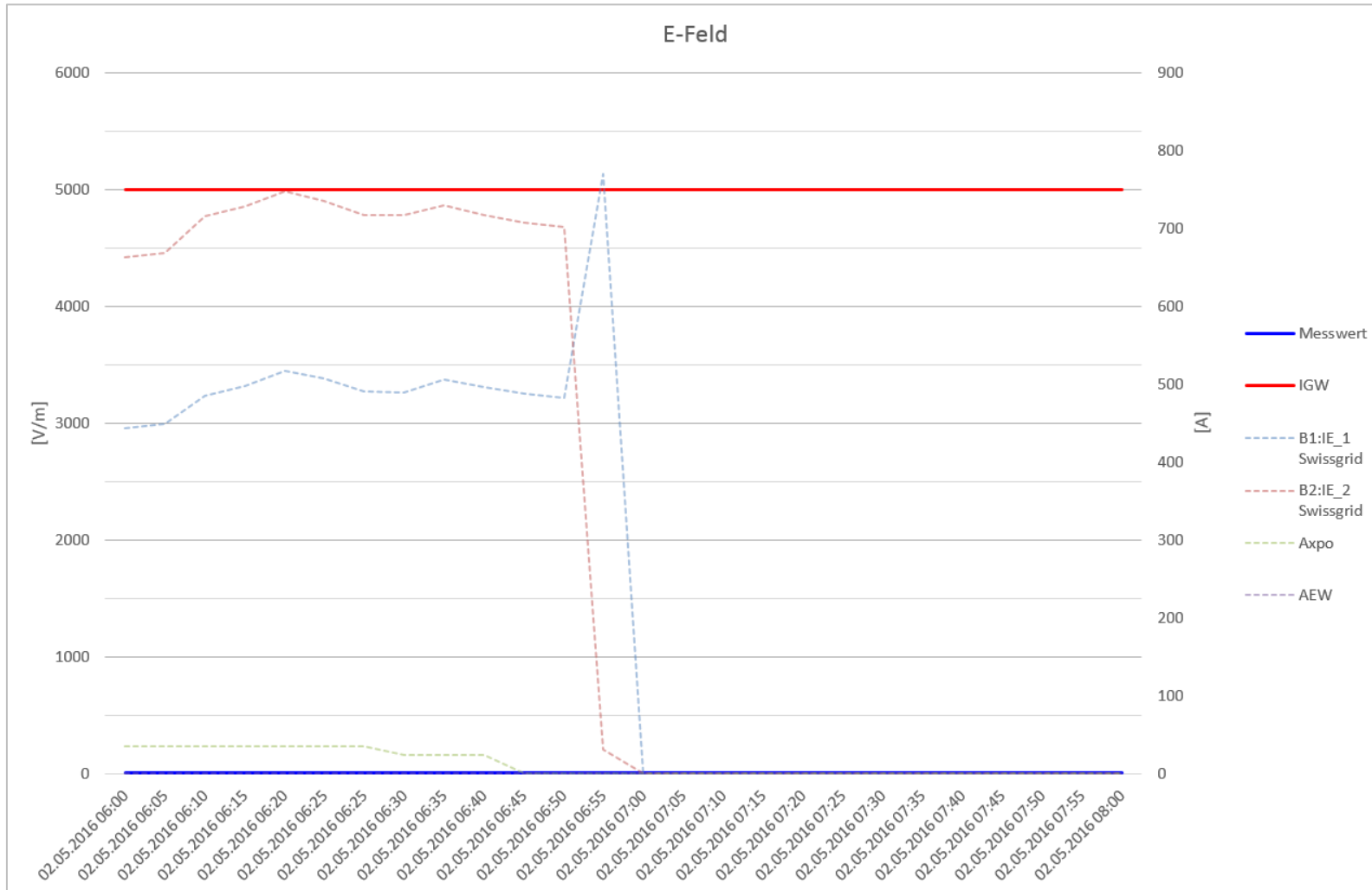
Legende:

1. Ausschaltzeitpunkt der 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 02.05.2016

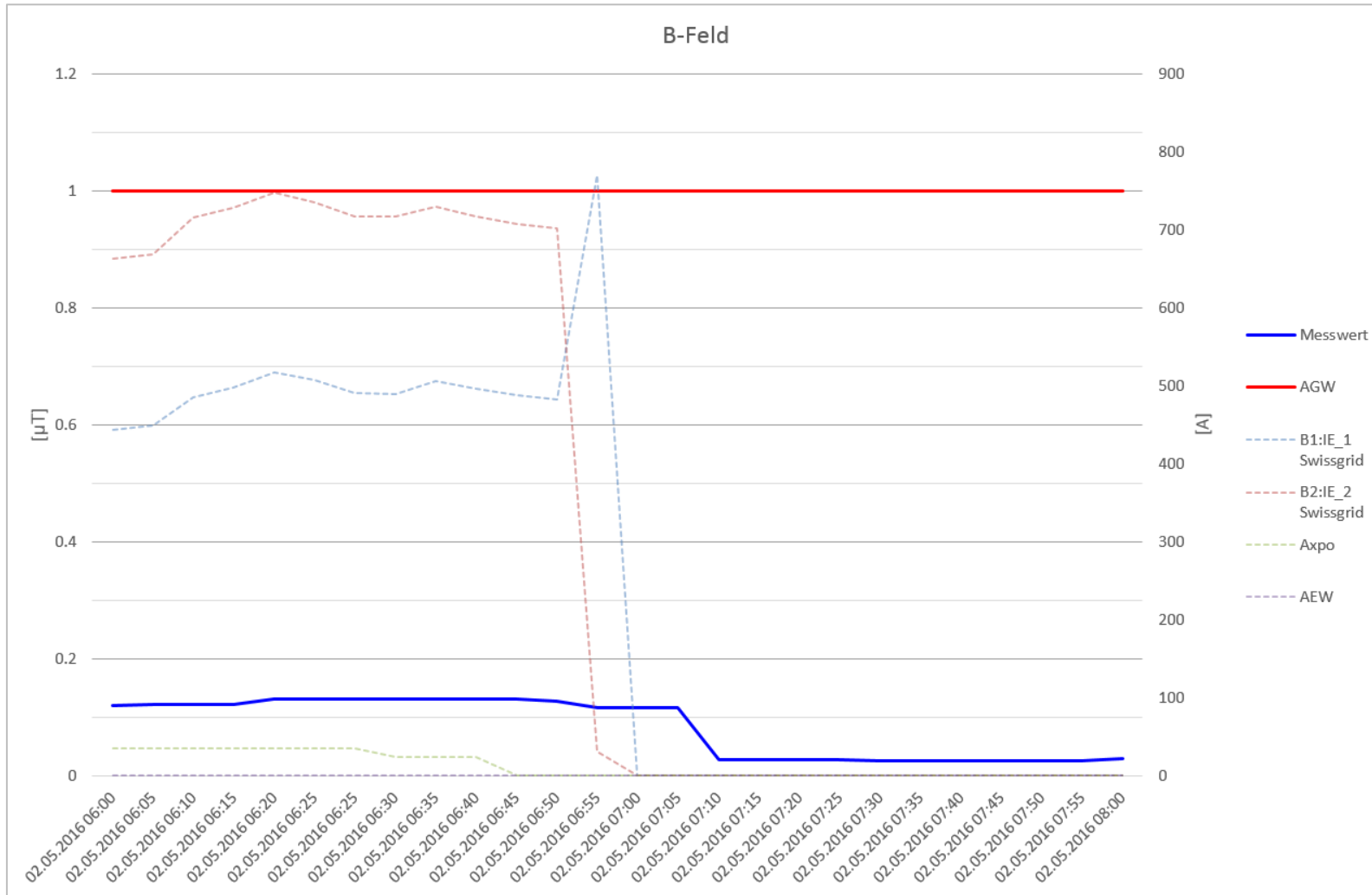
Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 6: Echtzeit-Werte der Erderströme am 02.05.2016 zwischen 06:00 und 08:00 Uhr

5.2.2 Automatische Aufzeichnung elektrisches und magnetisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall



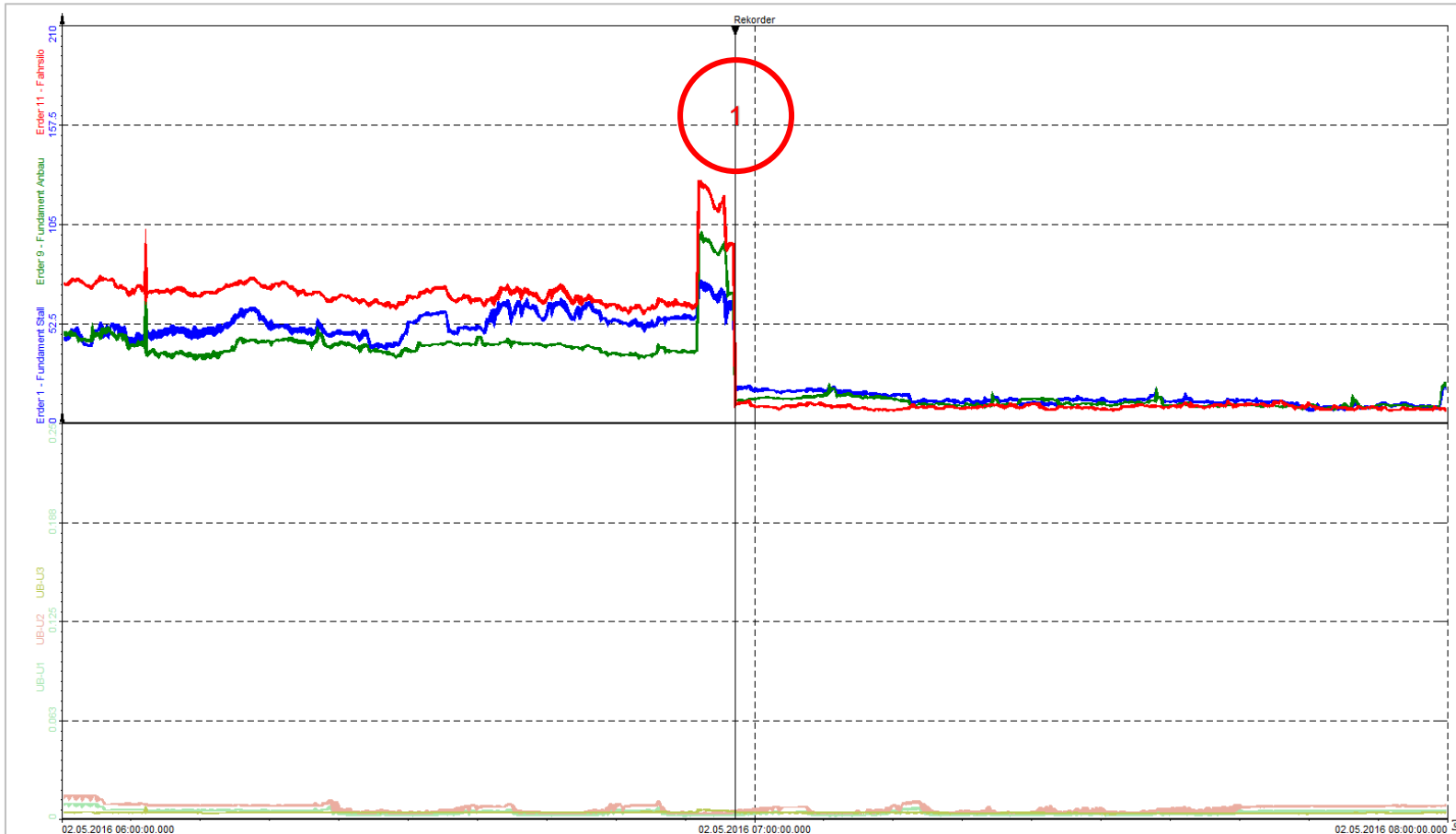
Grafik 7: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen am 02.05.2016 zwischen 06:00 und 08:00 Uhr



Grafik 8: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen am 02.05.2016 zwischen 06:00 und 08:00 Uhr



5.2.3 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand



Legende:

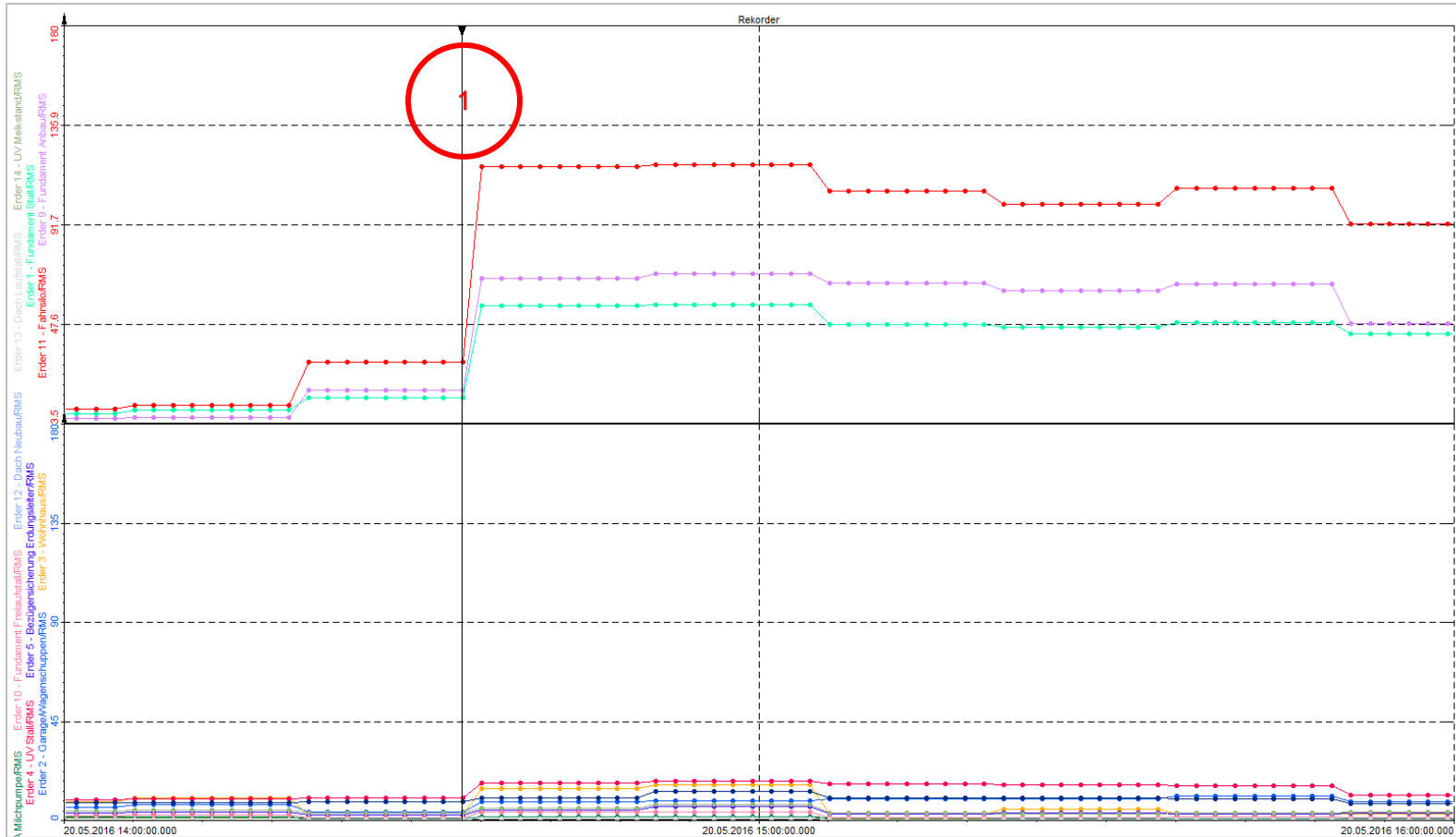
1. Ausschaltzeitpunkt der 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 02.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 9: Berührungsspannung am 02.05.2016 zwischen 06:00 und 08:00 Uhr

5.3 Darstellung zum Zeitpunkt der Einschaltung der 380-kV- und 110-kV-Leitungen

5.3.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

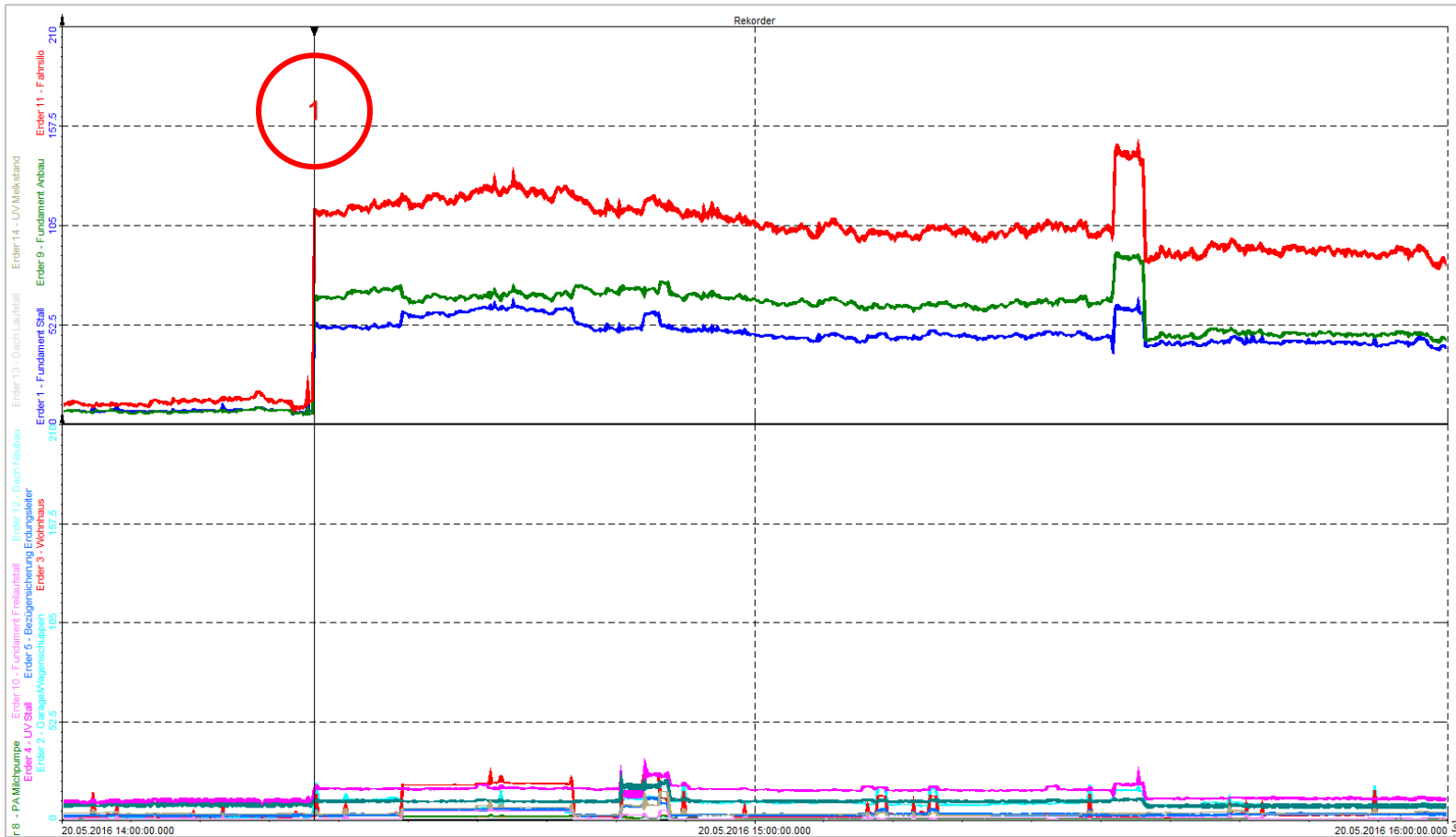


Legende:

1. Einschaltzeitpunkt der 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 20.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 10: 15-min-Werte der Erderströme am 20.05.2016 zwischen 14:00 und 16:00 Uhr



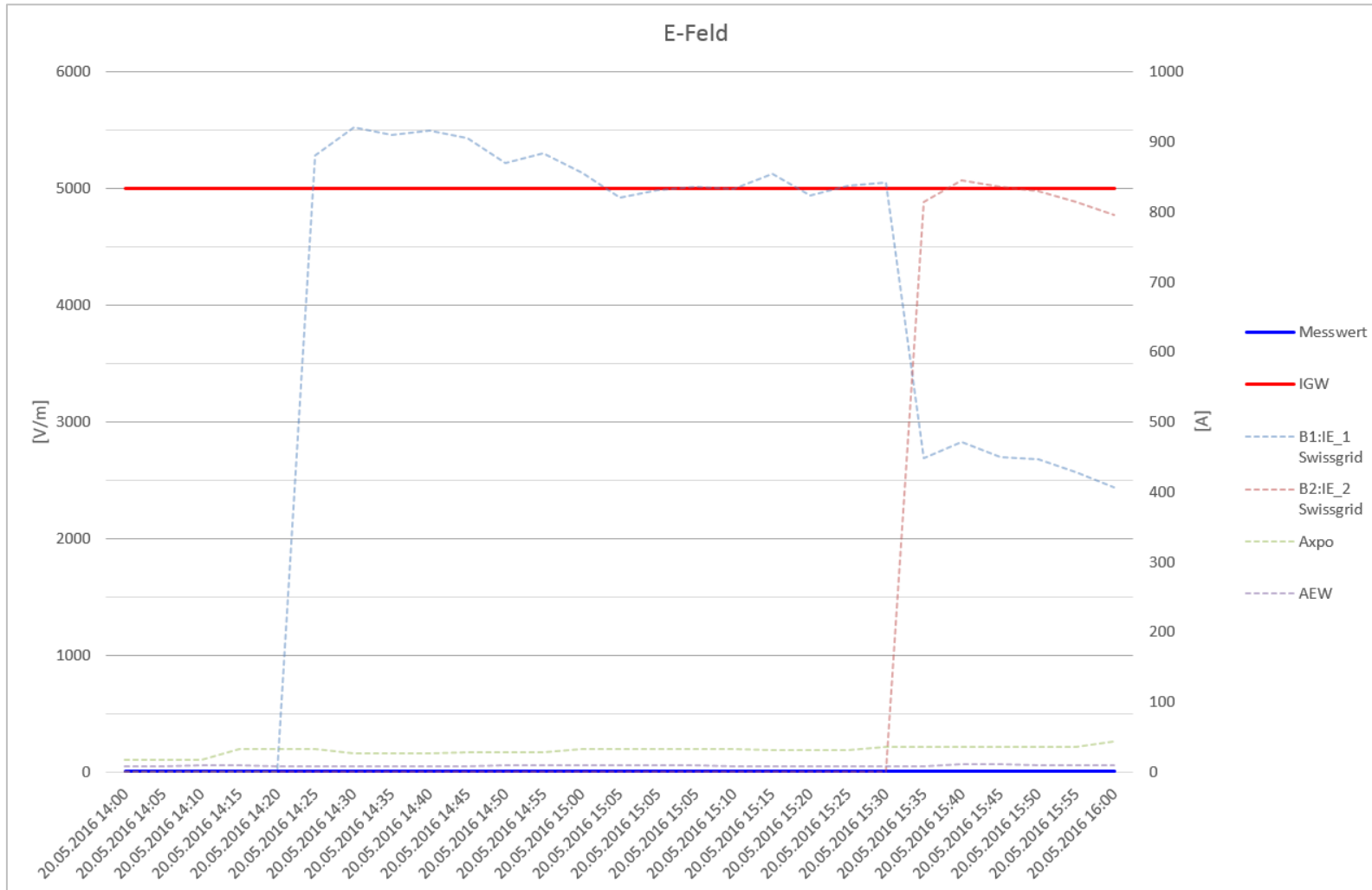
Legende:

1. Einschaltzeitpunkt der 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 20.05.2016

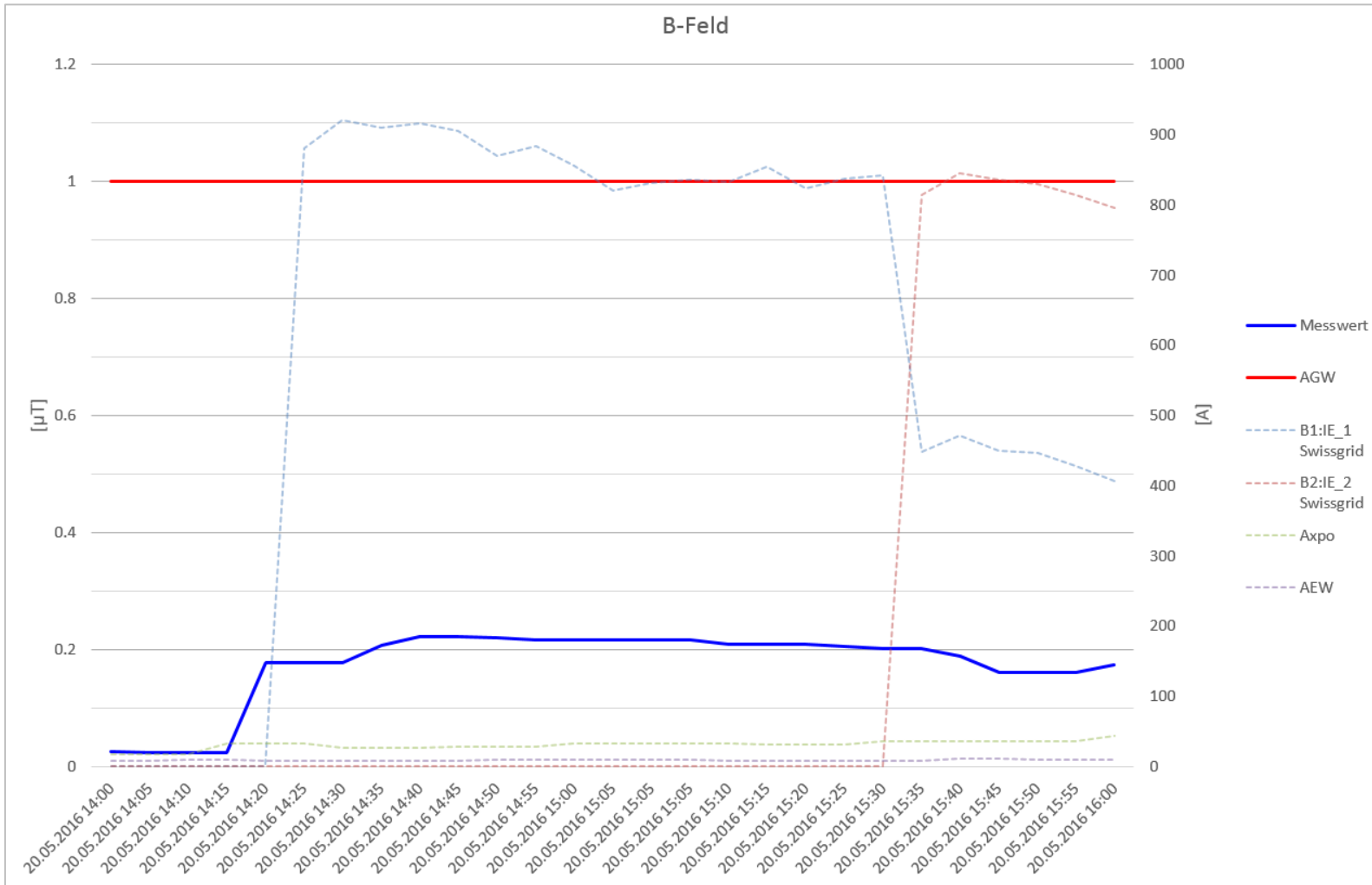
Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 11: Echtzeit-Werte der Erderströme am 20.05.2016 zwischen 14:00 und 16:00 Uhr

5.3.2 Automatische Aufzeichnung elektrisches und magnetisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall



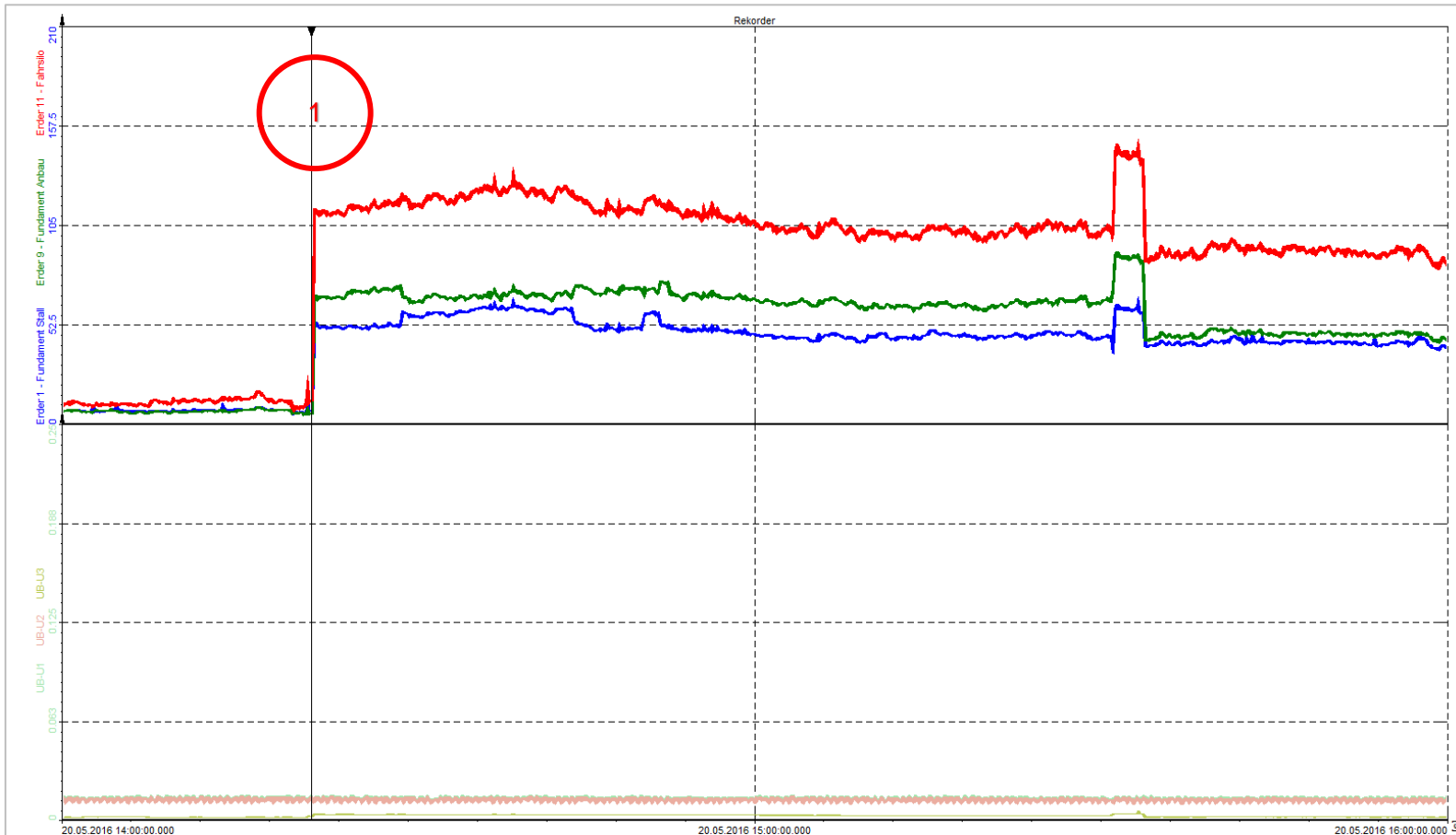
Grafik 12: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen am 20.05.2016 zwischen 14:00 und 16:00 Uhr



Grafik 13: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen am 20.05.2016 zwischen 14:00 und 16:00 Uhr



5.3.3 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand



Legende:

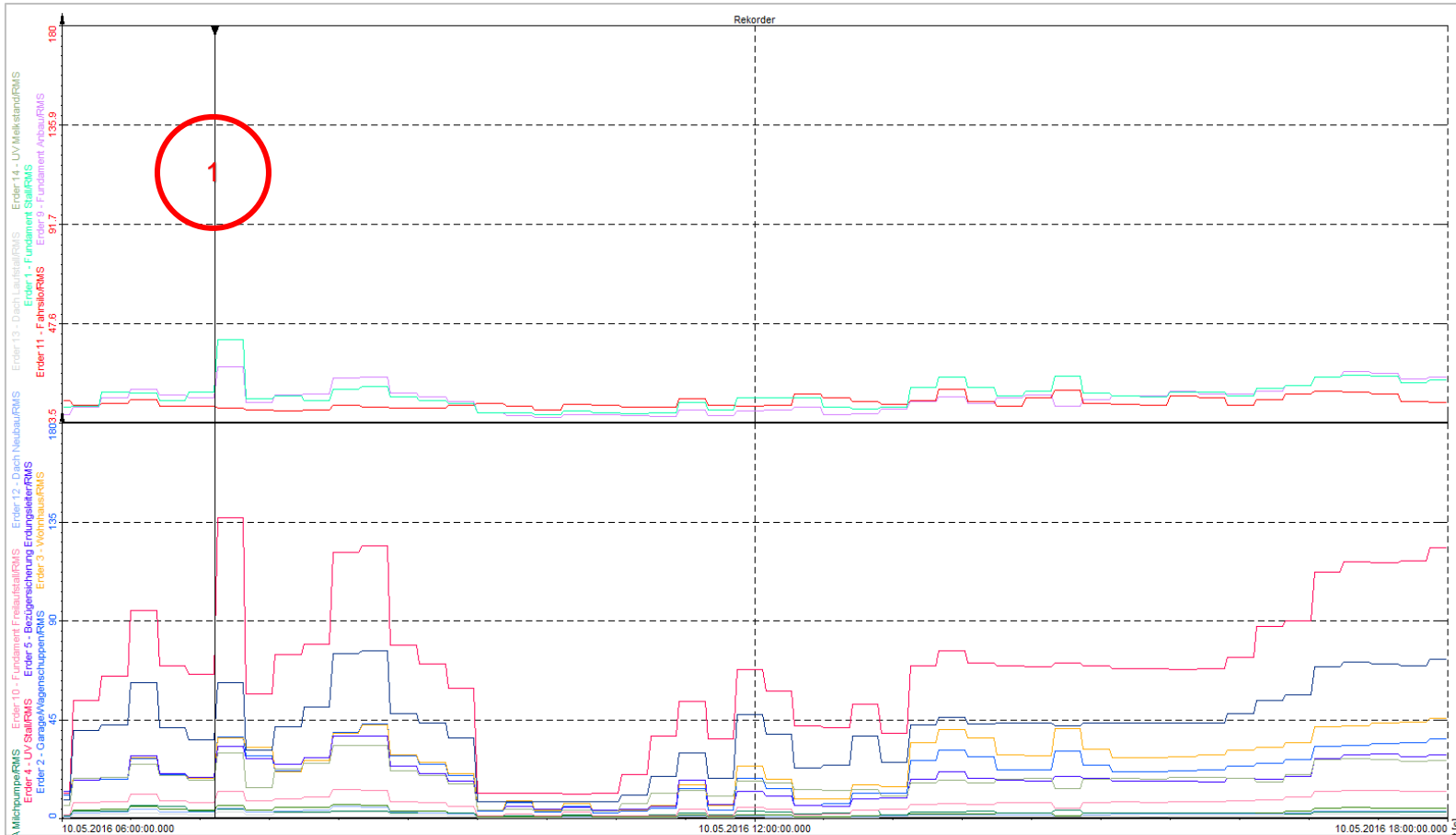
1. Einschaltzeitpunkt der 380-kV- und 110-kV-Leitungen vom 20.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 14: Berührungsspannung am 20.05.2016 zwischen 14:00 und 16:00 Uhr

5.4 Darstellung während der Ausschaltung aller Leitungen

5.4.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

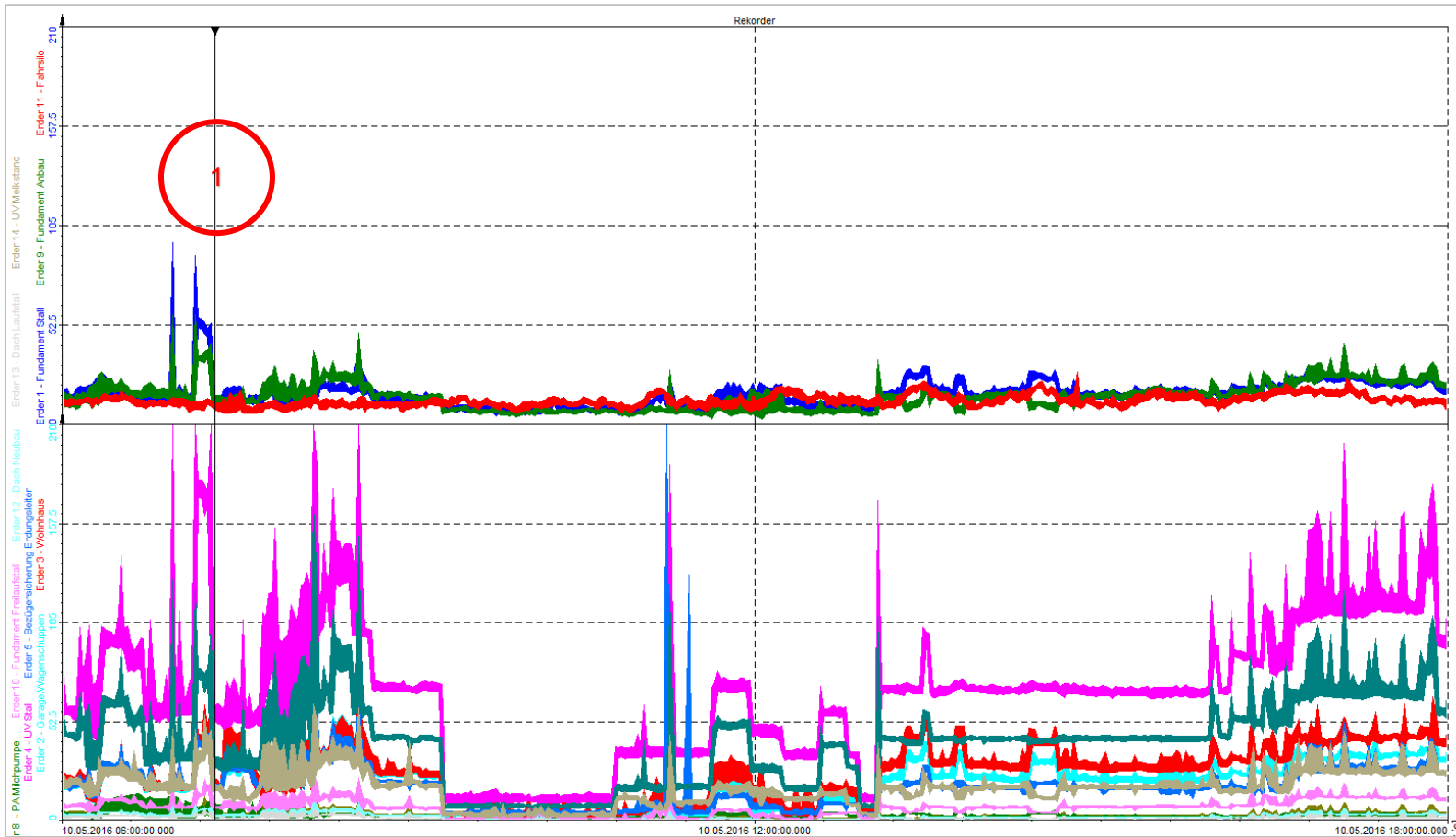


Legende:

1. Ausschaltzeitpunkt der 16-kV-Leitungen vom 10.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 180 mA

Grafik 15: 15-min-Werte der Erderströme am 10.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr

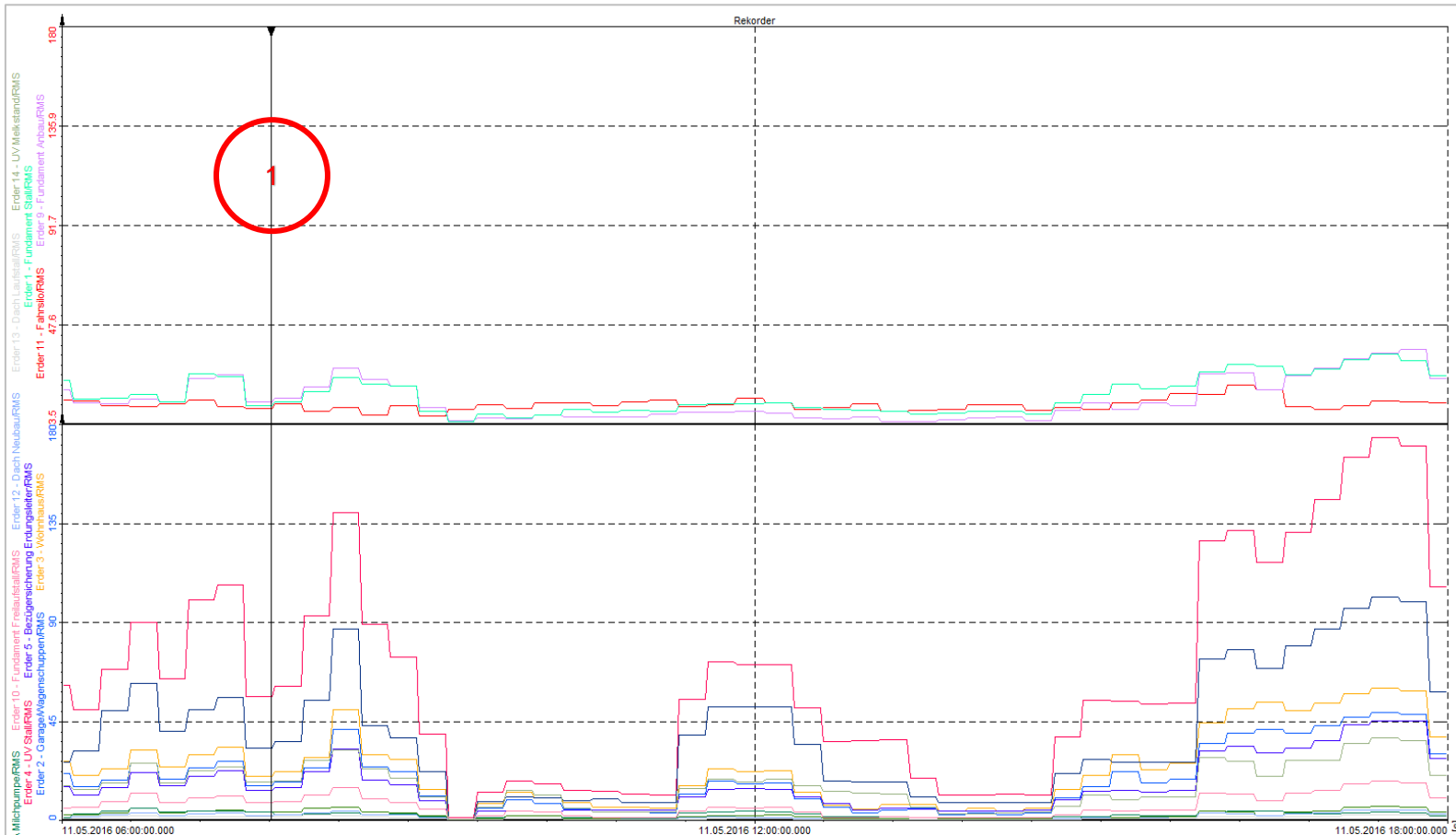


Legende:

1. Ausschaltzeitpunkt der 16-kV-Leitungen vom 10.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 16: Echtzeit-Werte der Erderströme am 10.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr

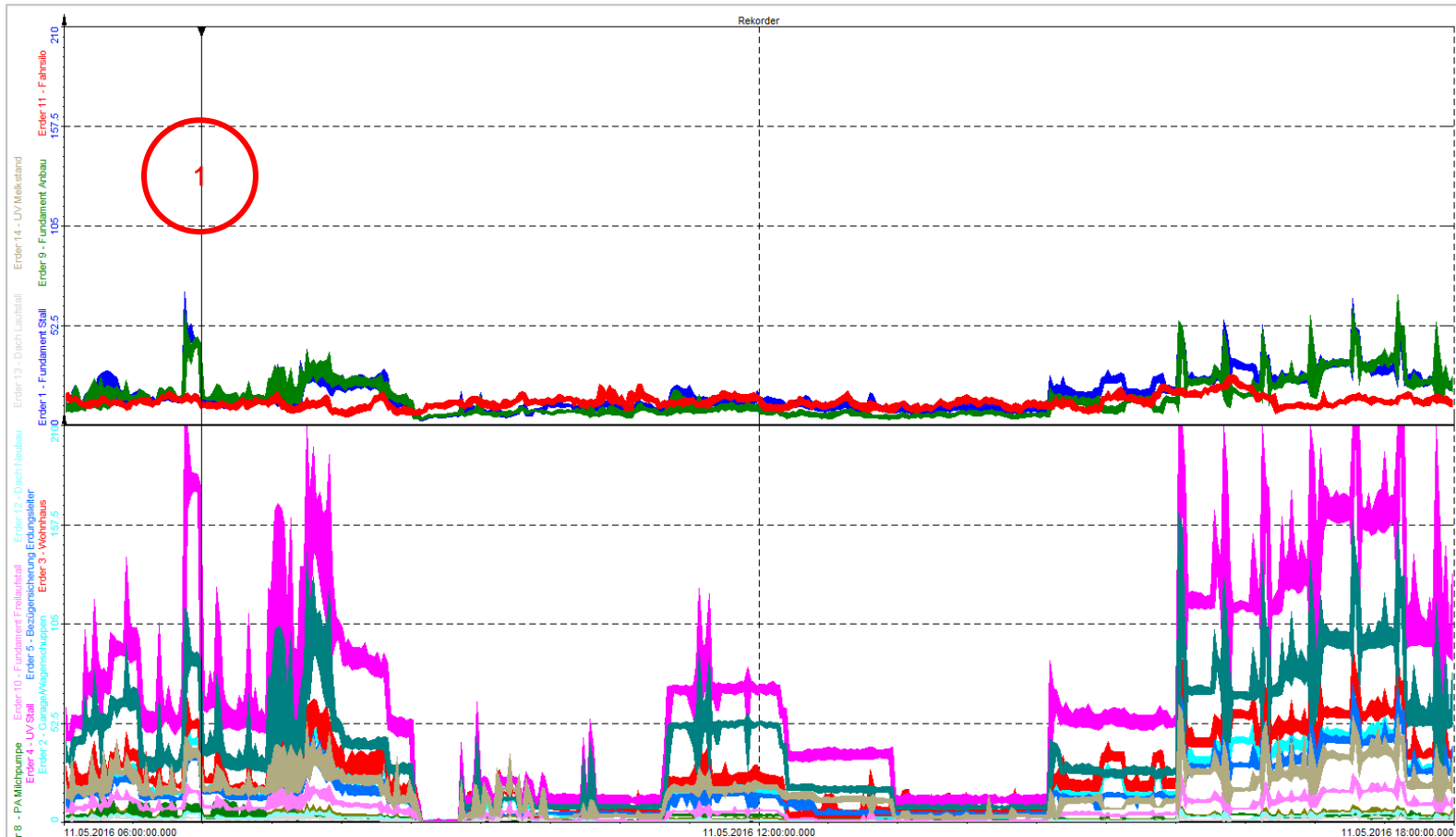


Legende:

- 1. Ausschaltzeitpunkt der 16-kV-Leitungen vom 11.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 180 mA

Grafik 17: 15-min-Werte der Erderströme am 11.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr



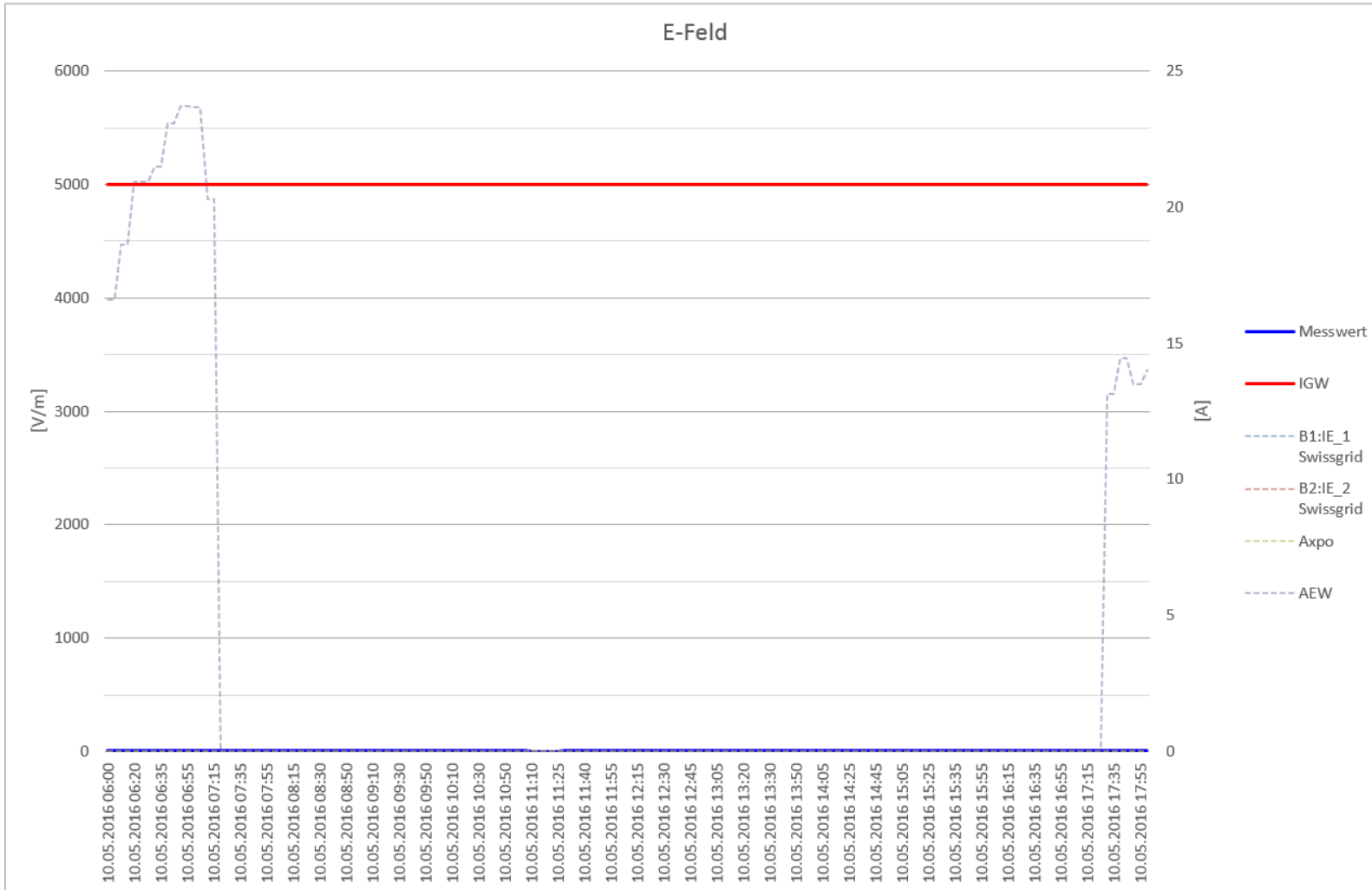
Legende:

1. Ausschaltzeitpunkt der 16-kV-Leitungen vom 11.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

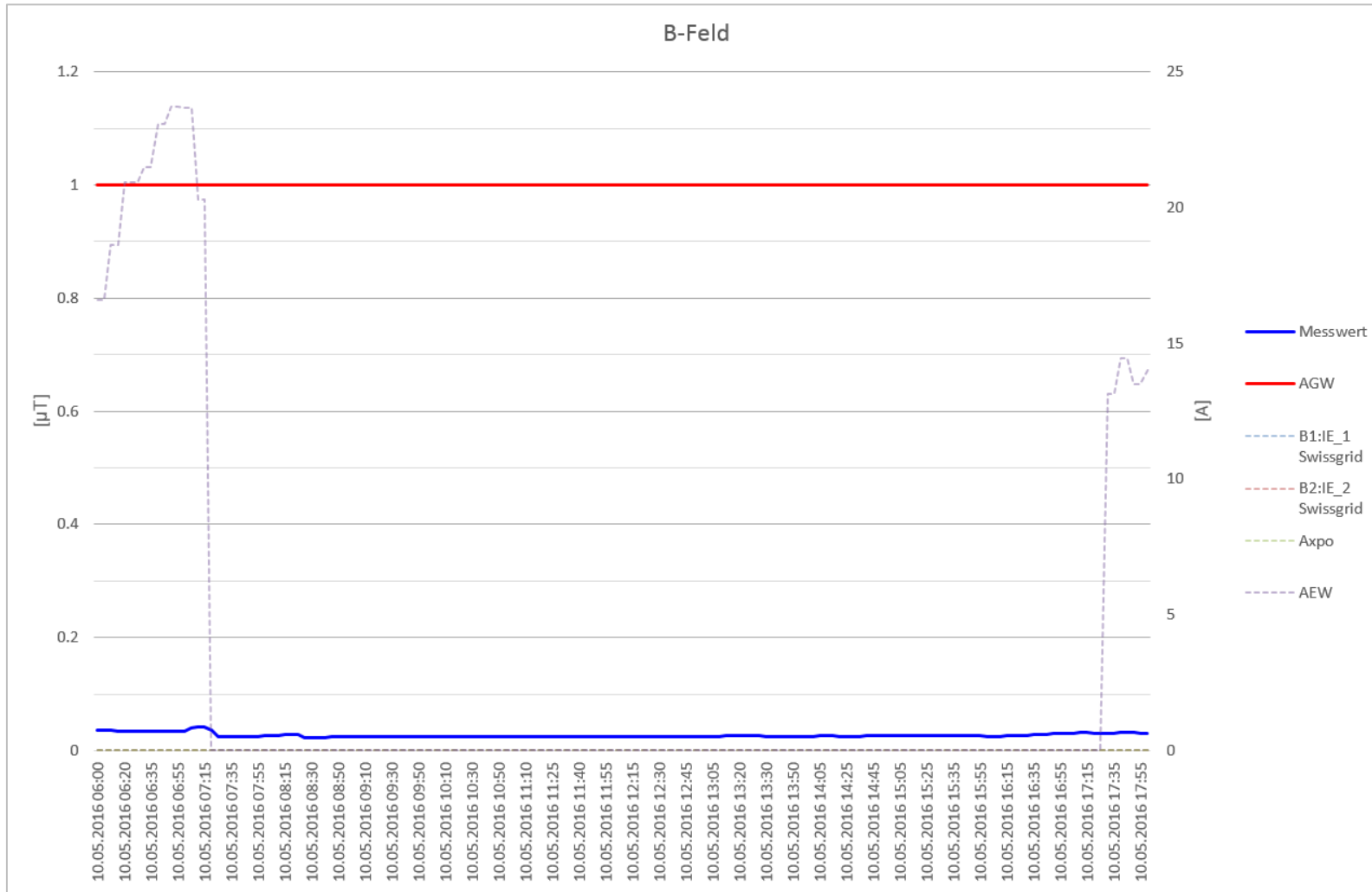
Grafik 18: Echtzeit-Werte der Erderströme am 11.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr

5.4.2 Automatische Aufzeichnung elektrisches und magnetisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall

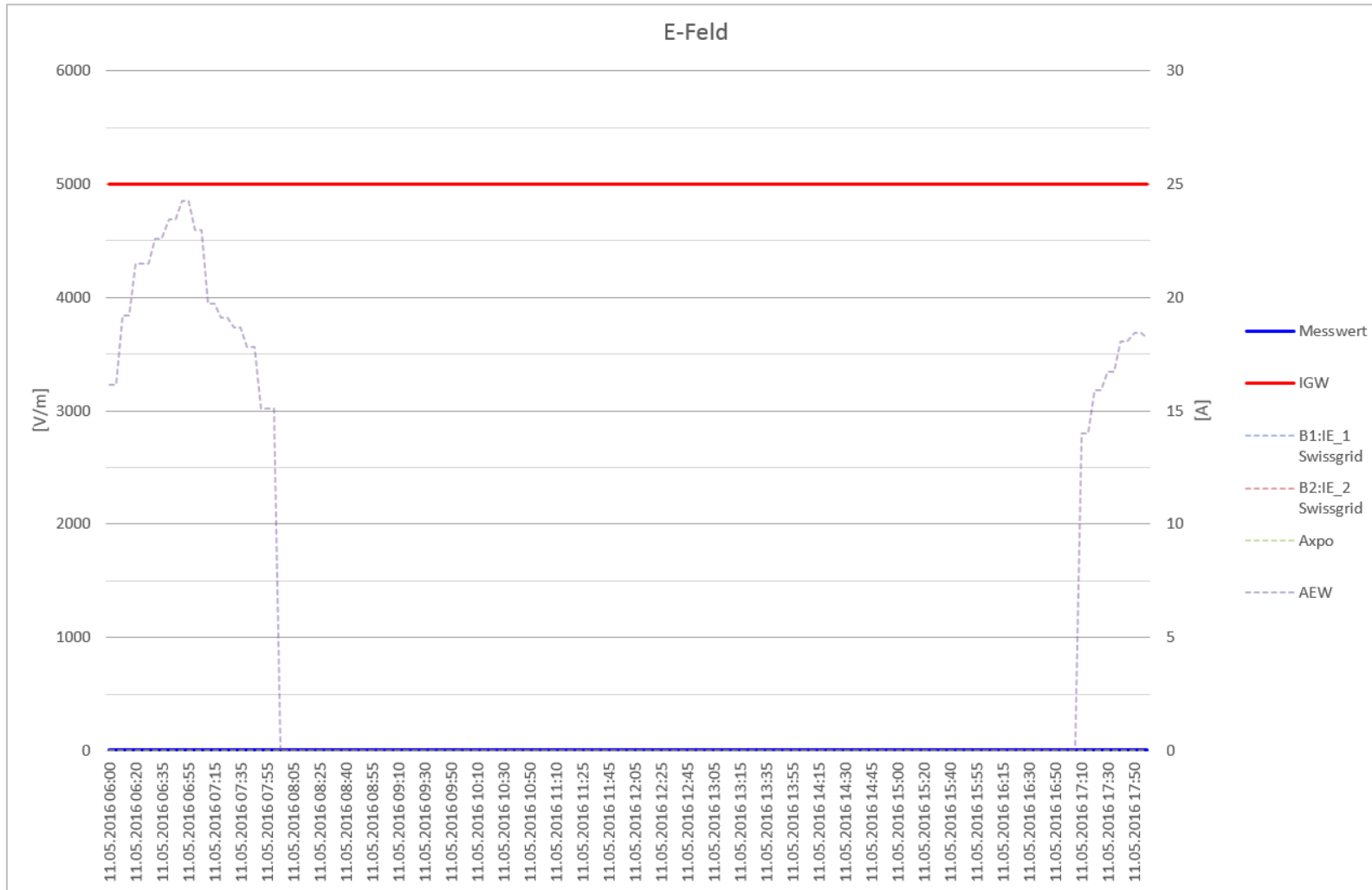


Achsskalierung:
E-Feld 0 – 6000 V/m
Strom 0 – 25 A

Grafik 19: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen am 10.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr

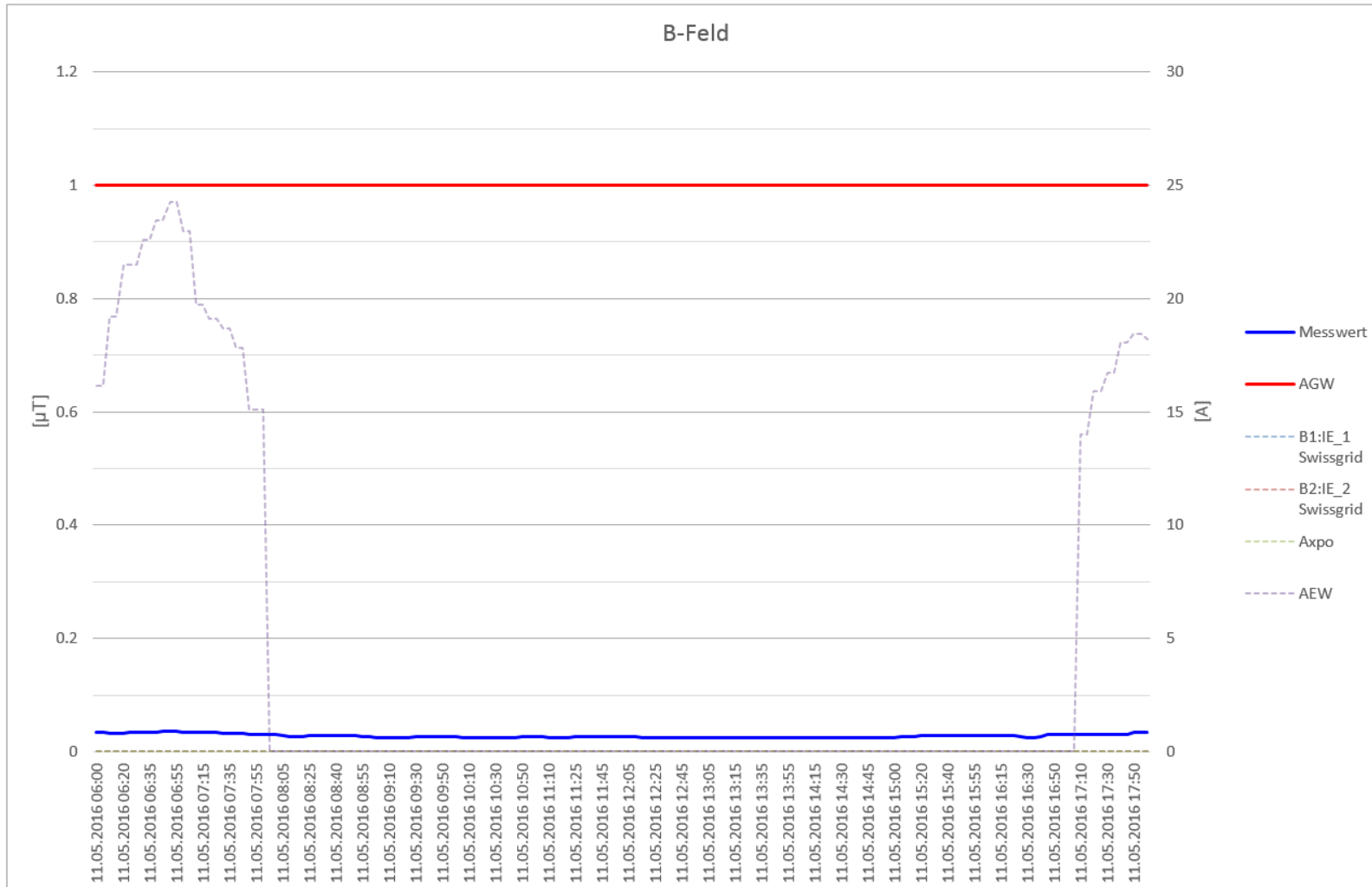


Grafik 20: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen am 10.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr



Achsskalierung:
E-Feld 0 – 6000 V/m
Strom 0 – 30 A

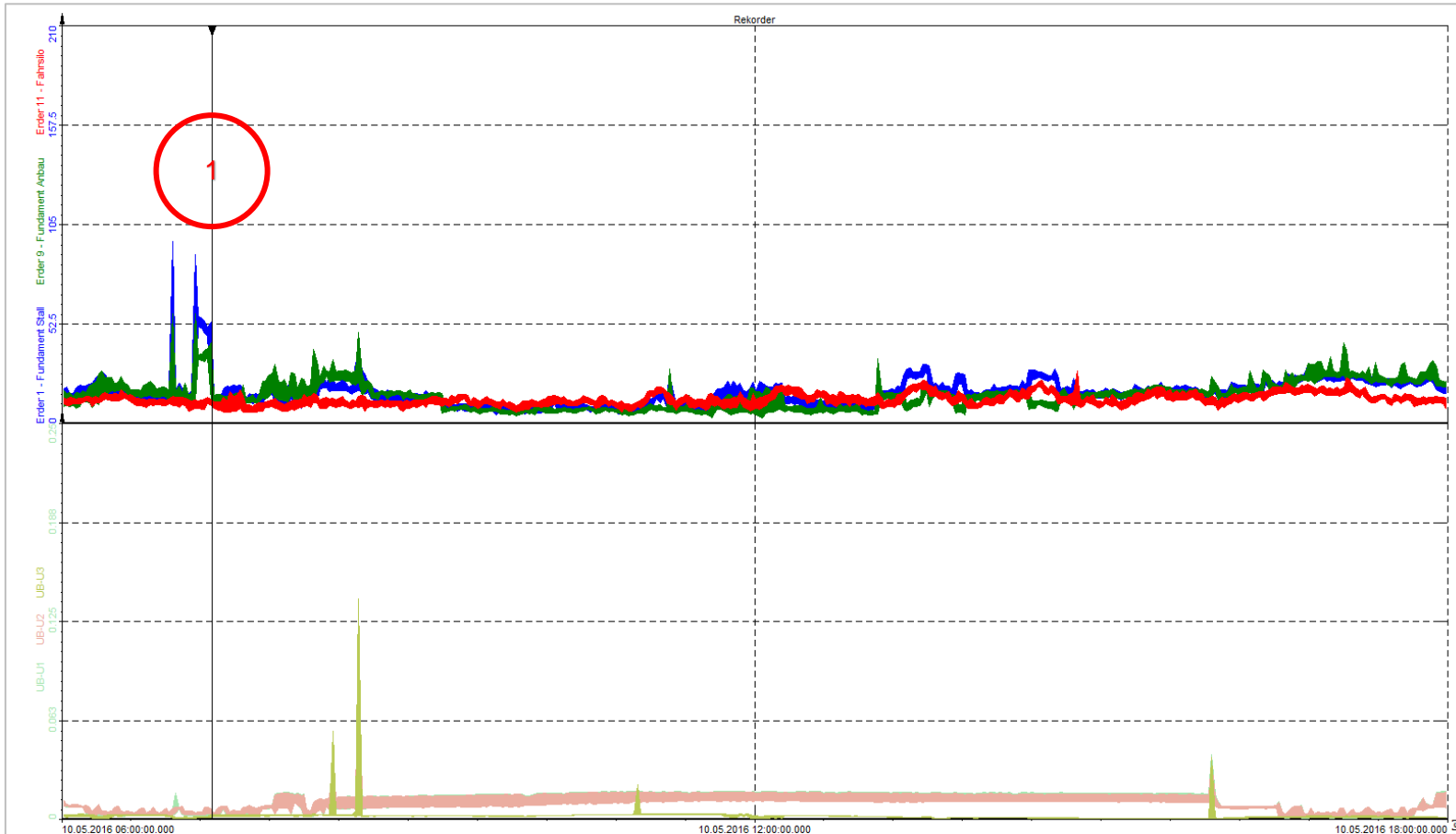
Grafik 21: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen am 11.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr



Grafik 22: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen am 11.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr



5.4.3 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand

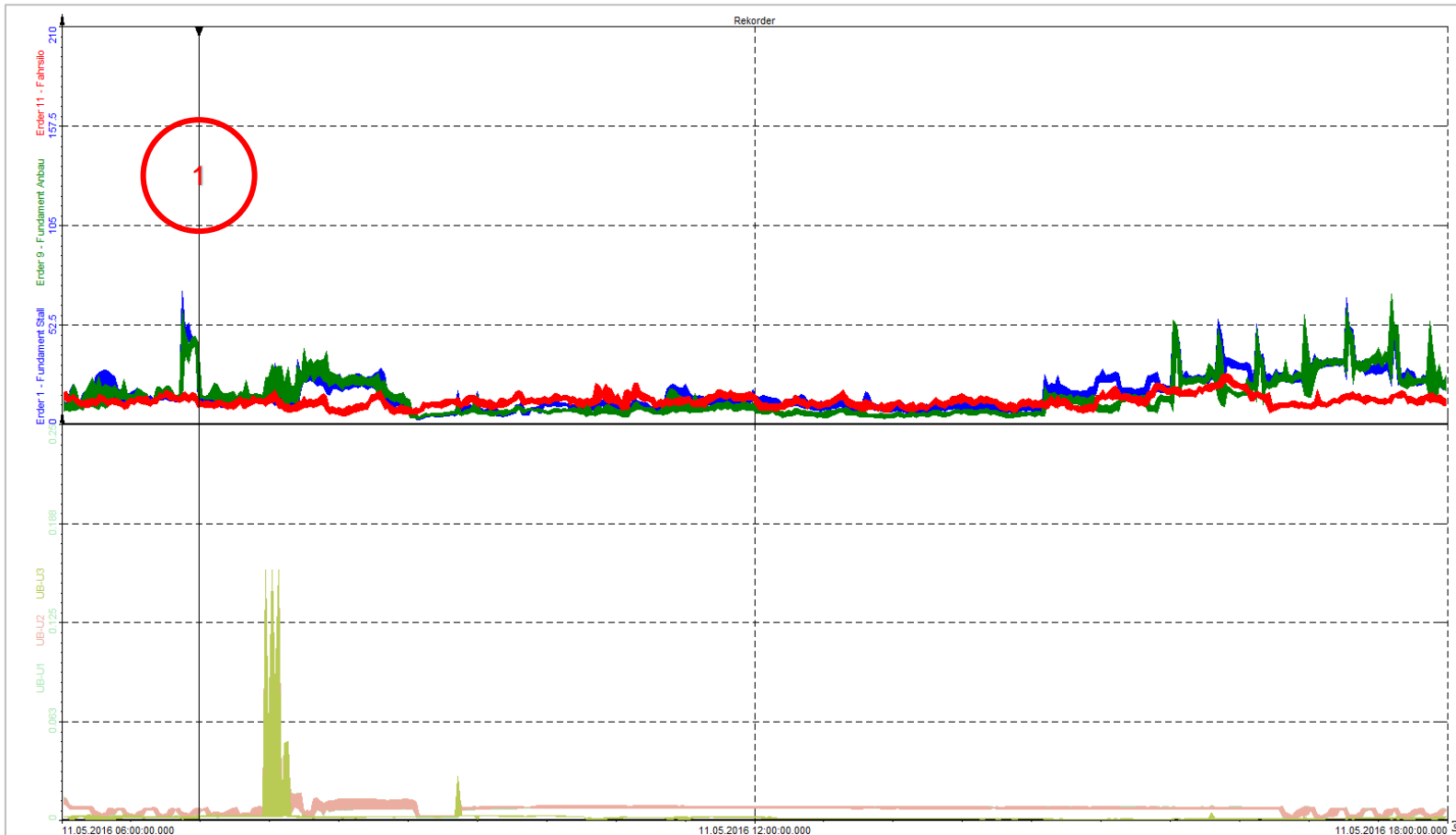


Legende:

- 1. Ausschaltzeitpunkt der 16-kV-Leitungen vom 10.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 23: Berührungsspannung am 10.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr



Legende:

- 1. Ausschaltzeitpunkt der 16-kV-Leitungen vom 11.05.2016

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 24: Berührungsspannung am 11.05.2016 zwischen 06:00 und 18:00 Uhr

5.5 Darstellung nach Netzfreeschaltung der Liegenschaft

5.5.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

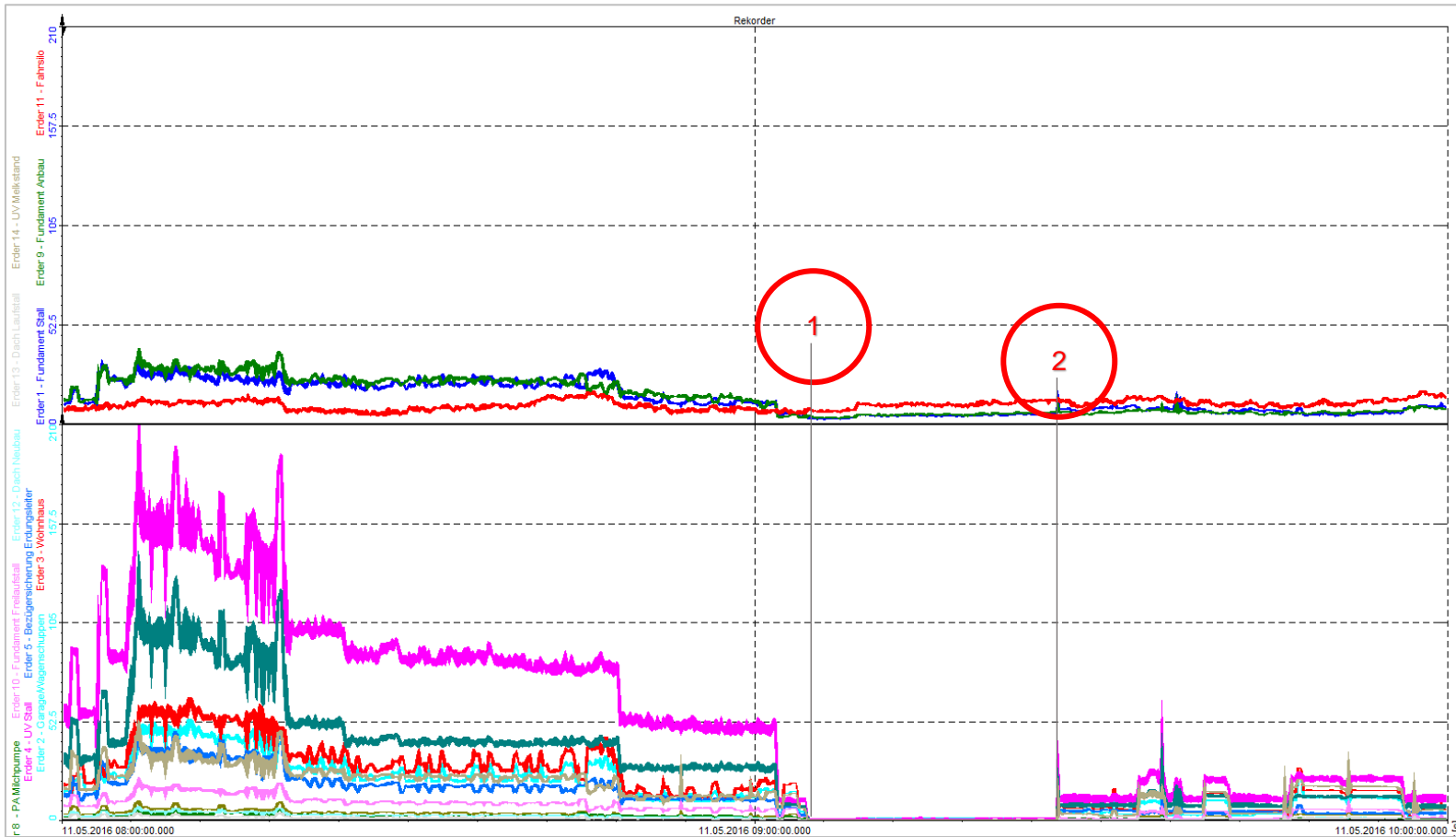


Legende:

1. Ausschaltzeitpunkt der Freischaltung der Liegenschaft (ziehen Sicherung HAK)
2. Zeitpunkt der Wiedereinschaltung der Liegenschaft (einlegen Sicherung HAK)

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 180 mA

Grafik 25: 15-min-Werte der Erderströme am 11.05.2016 zwischen 08:00 und 10:00 Uhr



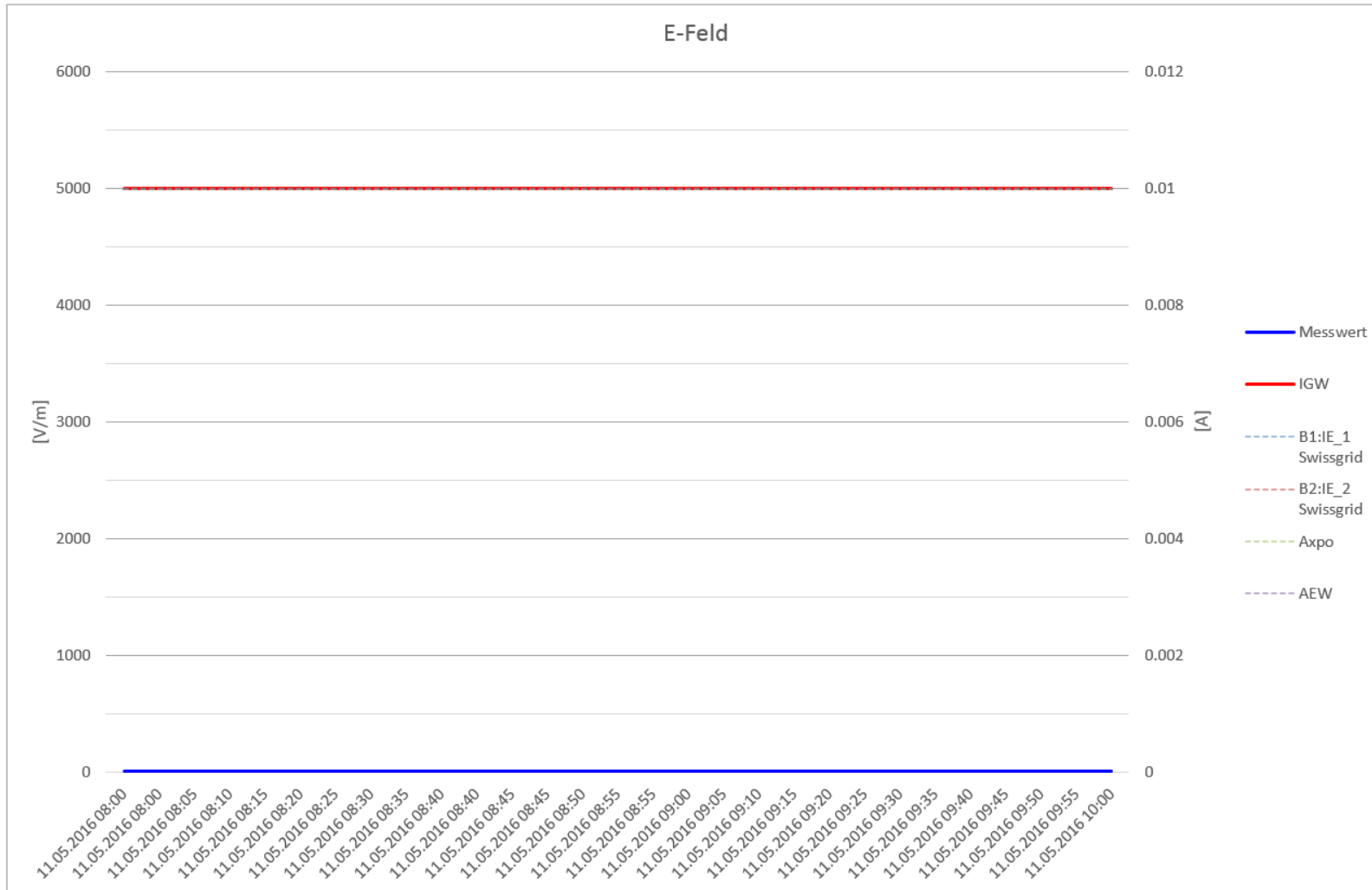
Legende:

- 1. Ausschaltzeitpunkt der Freischaltung der Liegenschaft (ziehen Sicherung HAK)
- 2. Zeitpunkt der Wiedereinschaltung der Liegenschaft (einlegen Sicherung HAK)

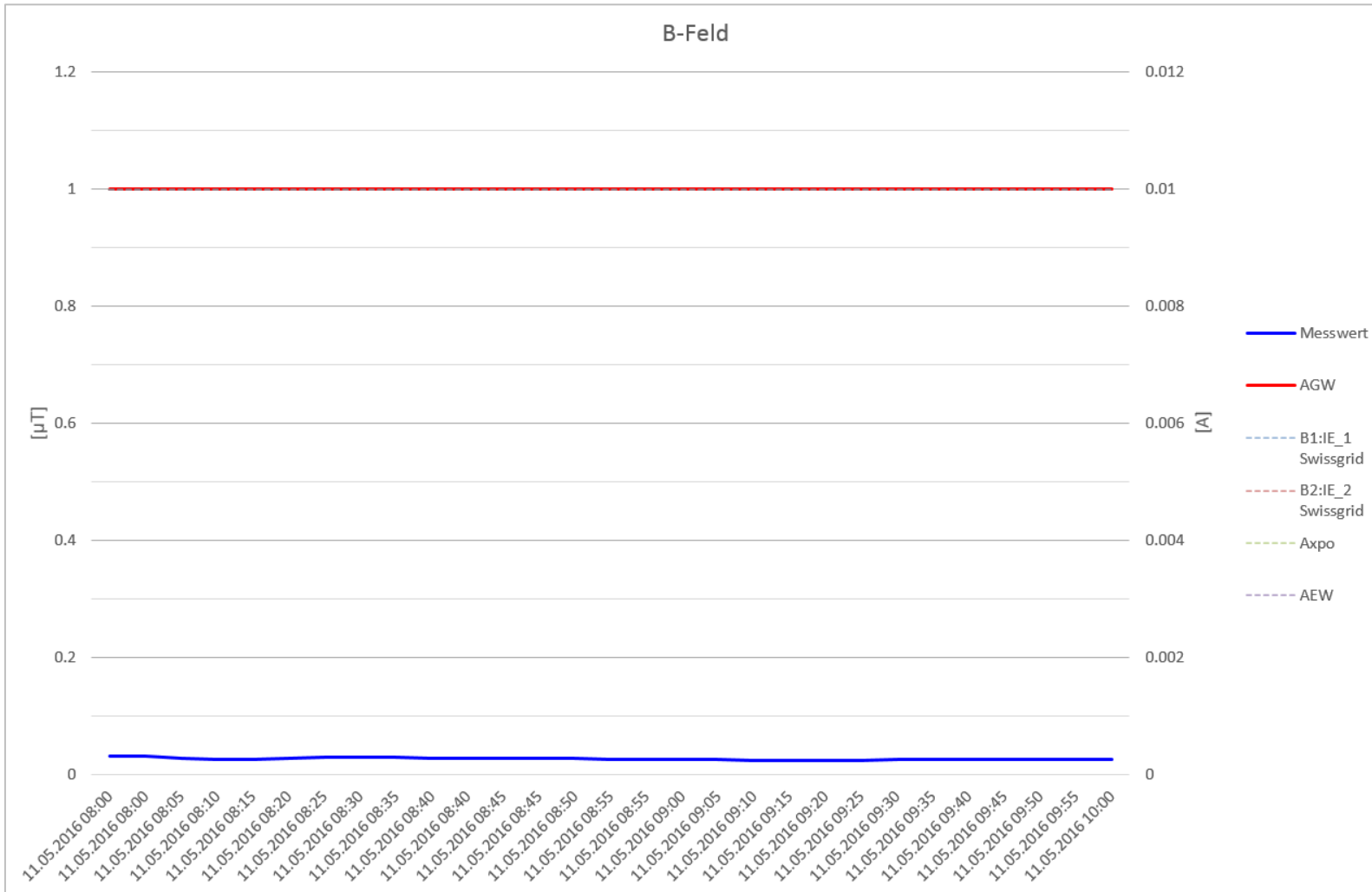
Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 26: Echtzeit-Werte der Erderströme am 11.05.2016 zwischen 08:00 und 10:00 Uhr

5.5.2 Automatische Aufzeichnung elektrisches und magnetisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall



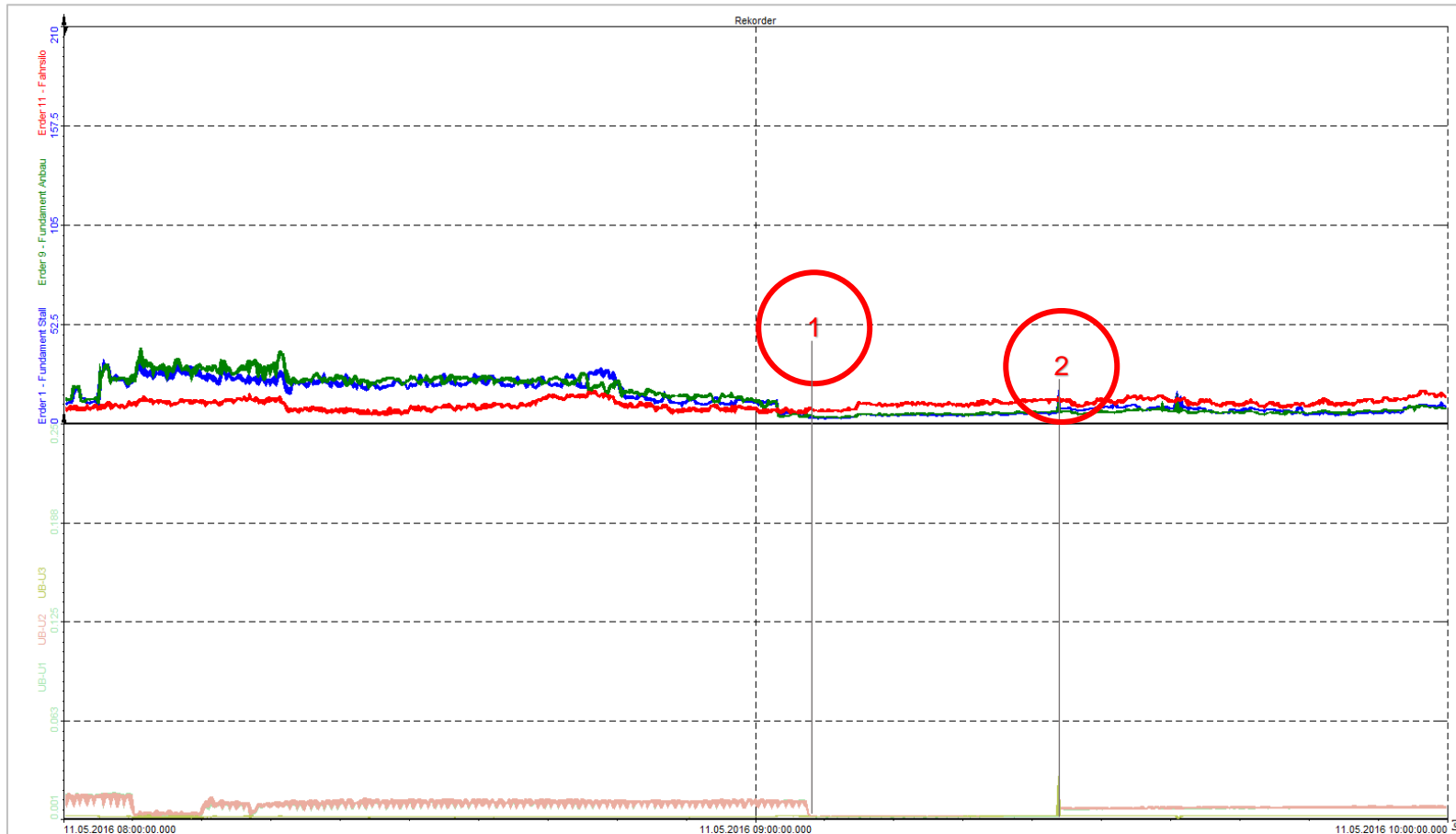
Grafik 27: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen am 11.05.2016 zwischen 08:00 und 10:00 Uhr



Grafik 28: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen am 11.05.2016 zwischen 08:00 und 10:00 Uhr



5.5.3 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand



Legende:

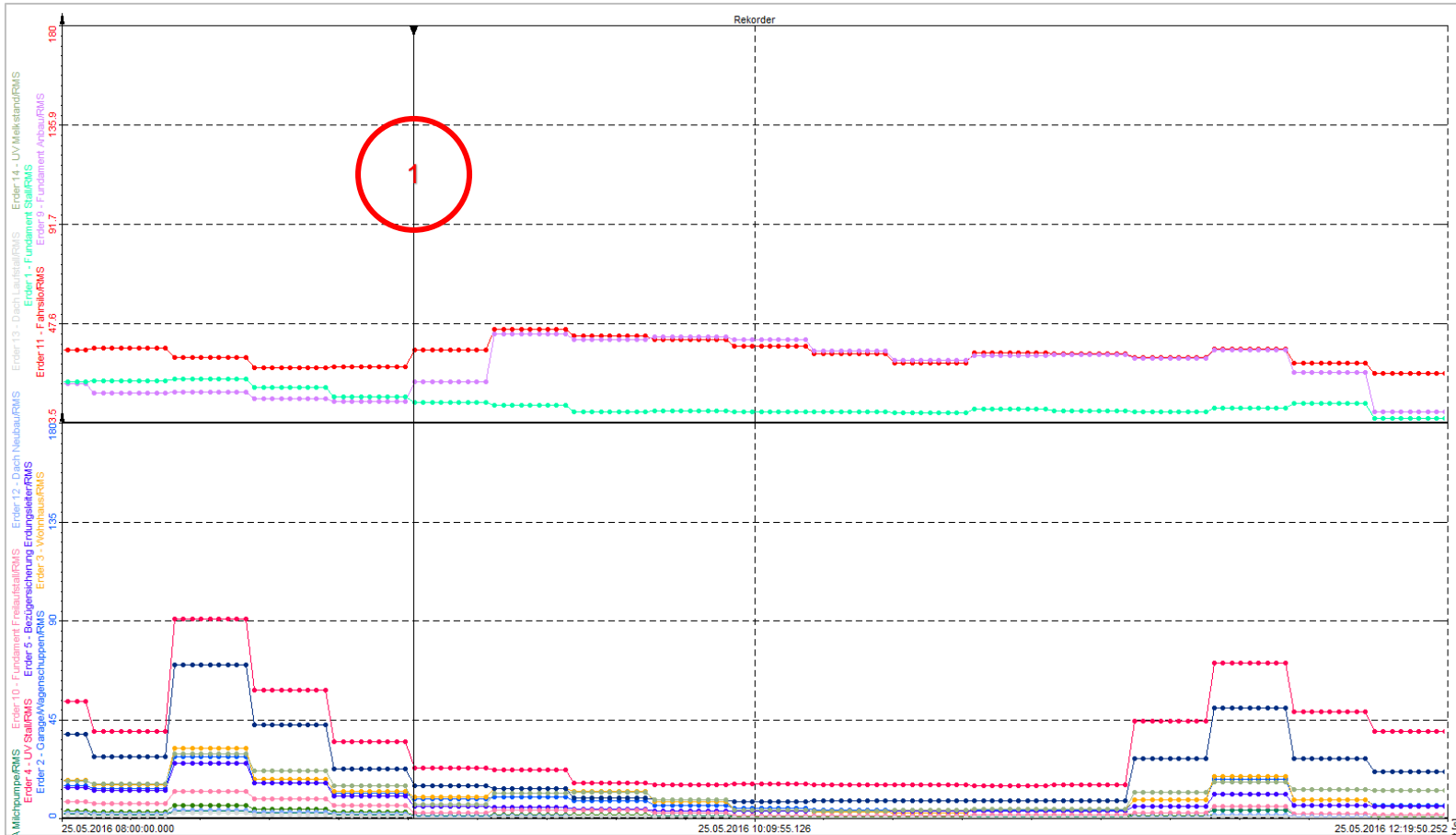
1. Ausschaltzeitpunkt der Freischaltung der Liegenschaft (ziehen Sicherung HAK)
2. Zeitpunkt der Wiedereinschaltung der Liegenschaft (einlegen Sicherung HAK)

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 29: Berührungsspannung am 11.05.2016 zwischen 08:00 und 10:00 Uhr

5.6 Darstellung nach Auftrennung der Erder der Freileitungsmasten

5.6.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

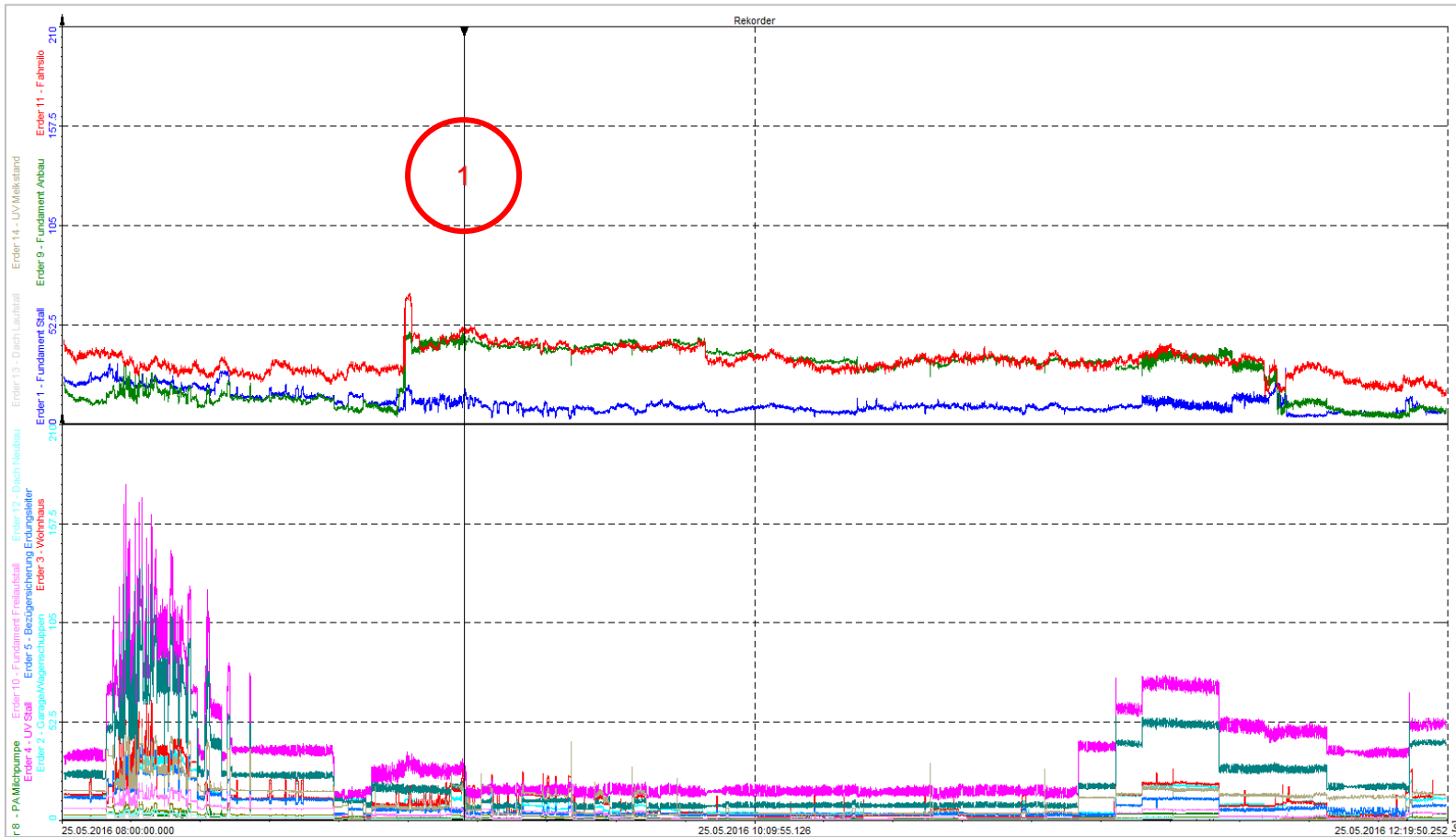


Legende:

1. Startzeitpunkt der Auftrennung der Masterdungen

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 180 mA

Grafik 30: 15-min-Werte der Erderströme am 25.05.2016 zwischen 08:00 und 12:30 Uhr



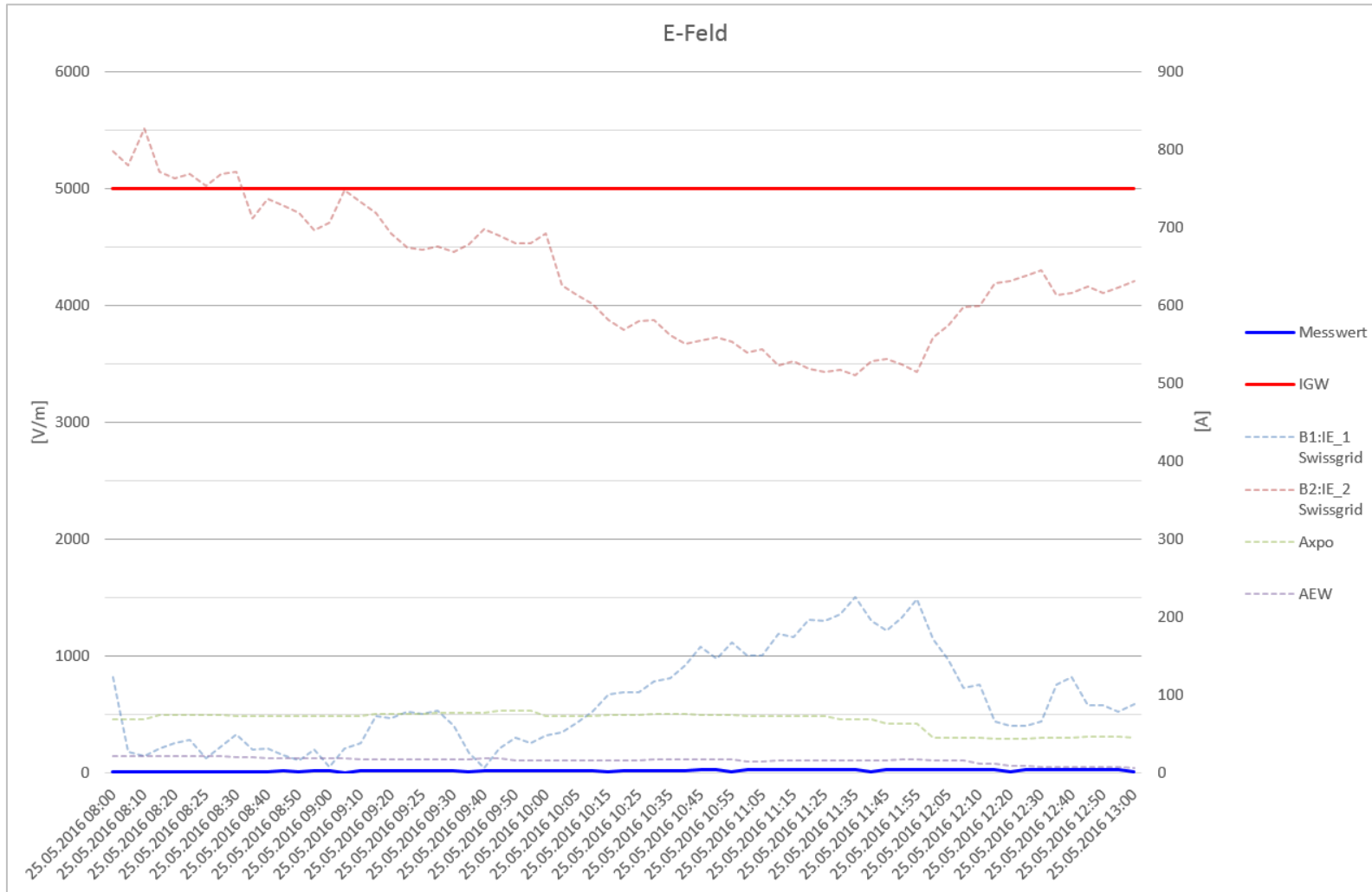
Legende:

- 1. Startzeitpunkt der Auftrennung der Masterdungen

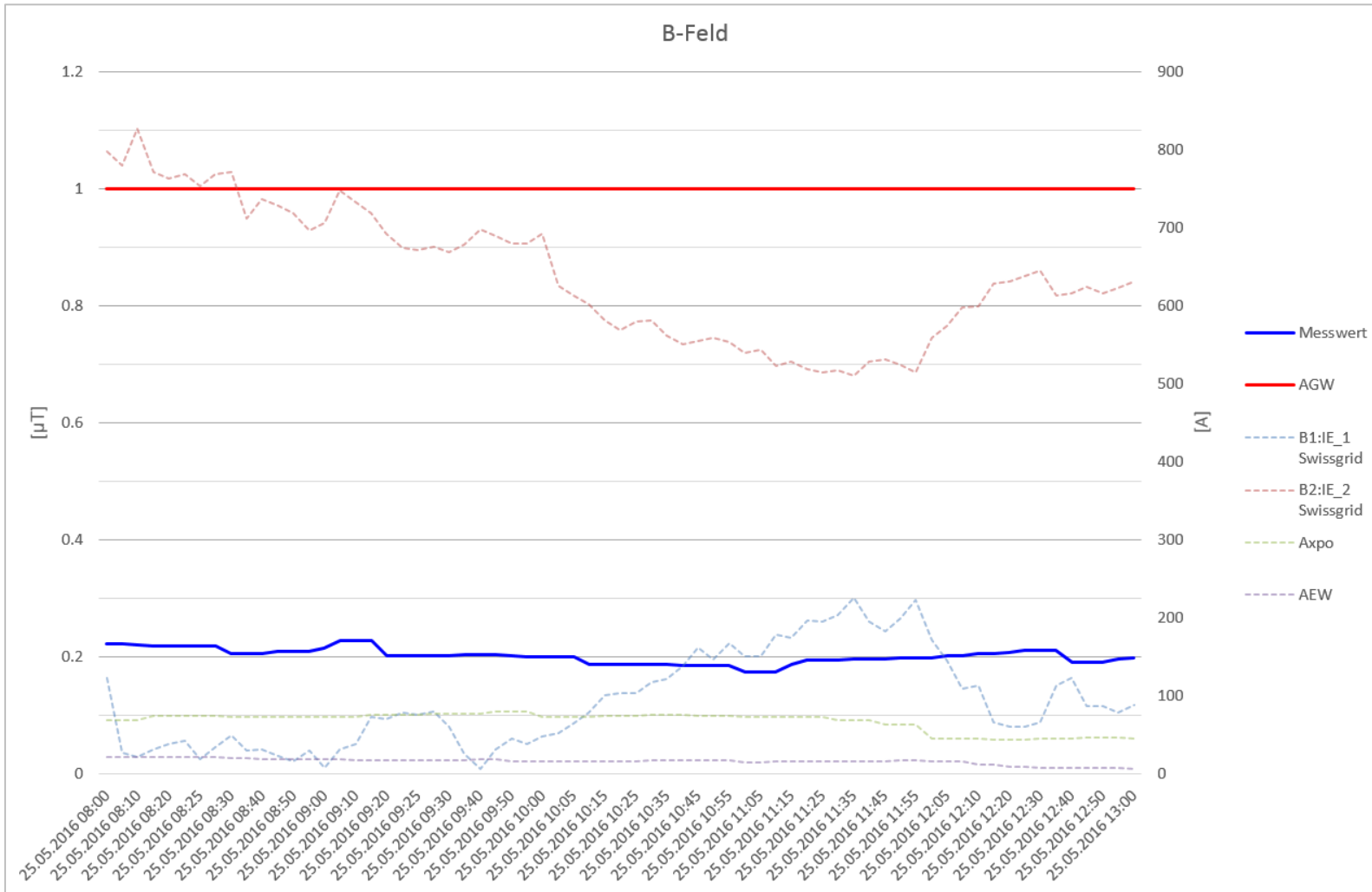
Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 31: Echtzeit-Werte der Erderströme am 25.05.2016 zwischen 08:00 und 12:30 Uhr

5.6.2 Automatische Aufzeichnung elektrisches und magnetisches Feld – Messort: Messstelle im Zelt beim Freilaufstall



Grafik 32: Elektrisches Feld und Leitungsauslastungen am 25.05.2016 zwischen 08:00 und 13:00 Uhr

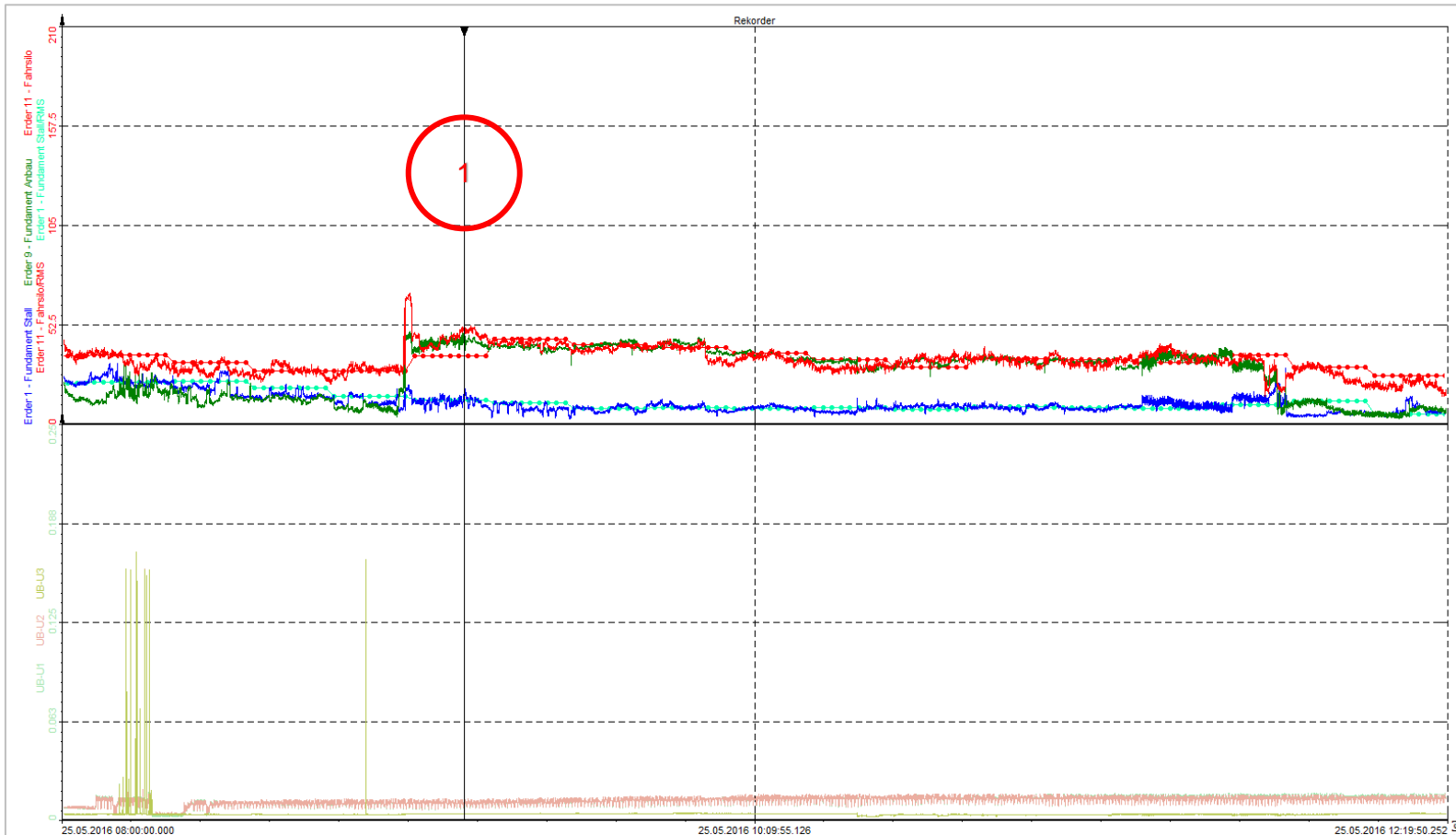


Achsskalierung:
 B-Feld 0 – 1.2 µT
 Strom 0 – 900 A

Grafik 33: Magnetisches Feld und Leitungsauslastungen am 25.05.2016 zwischen 08:00 und 13:00 Uhr



5.6.3 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand



Legende:

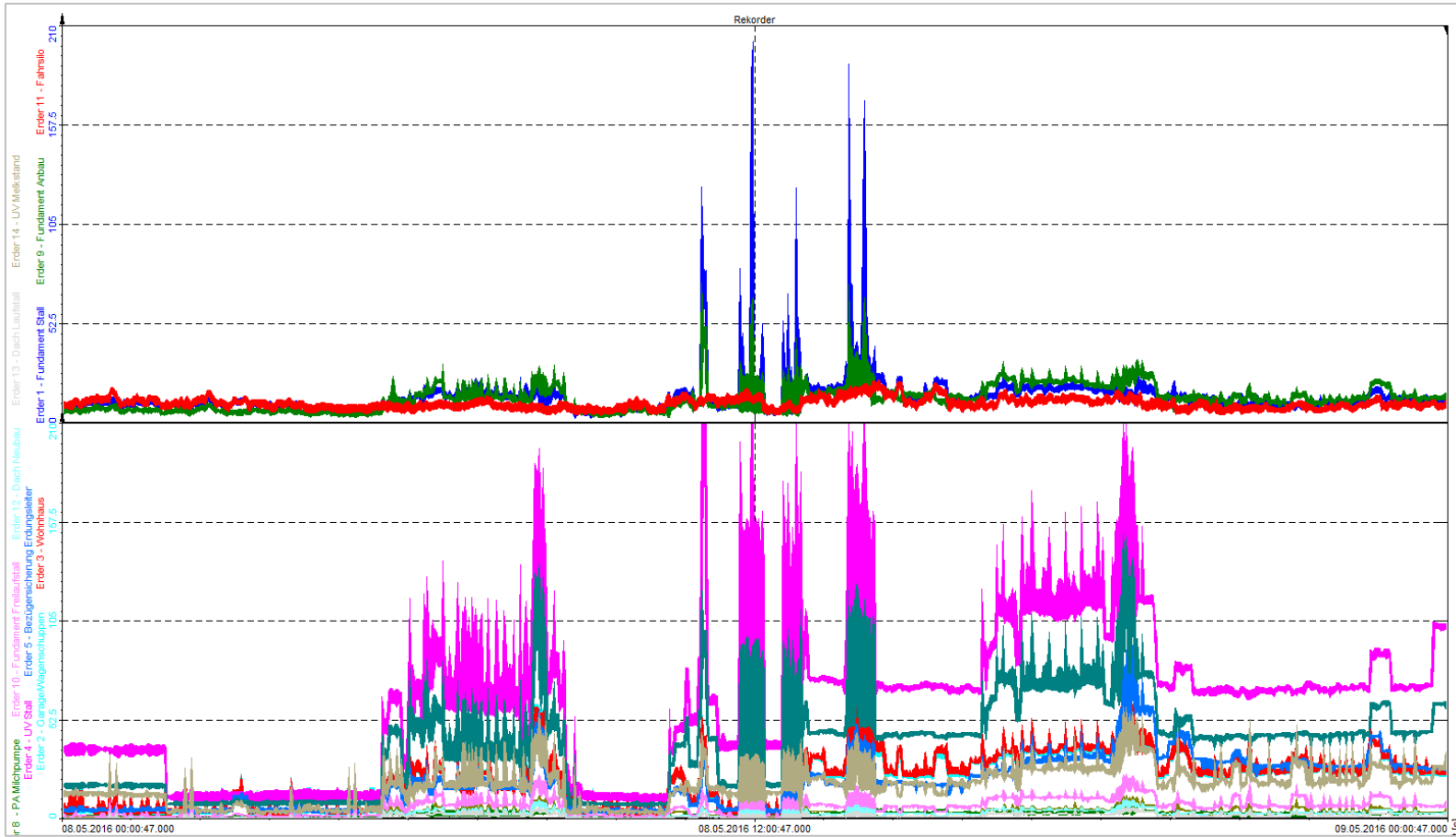
1. Startzeitpunkt der Auftrennung der Masterdungen

Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 34: Berührungsspannung am 25.05.2016 zwischen 08:00 und 13:00 Uhr

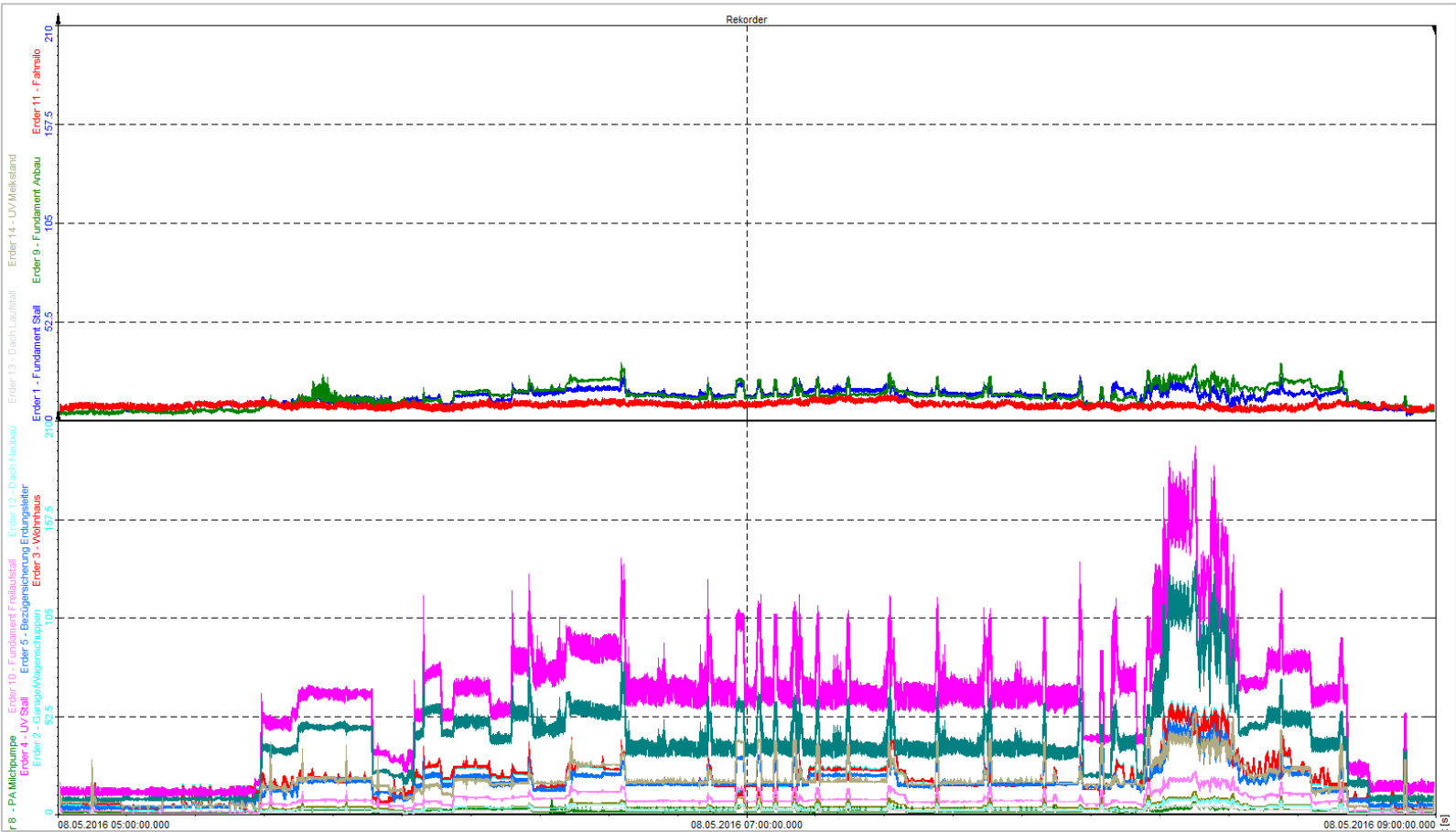
5.7 Darstellung bei ausgeschalteten Freileitungen

5.7.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 35: Echtzeit-Werte der Erderströme am 08.05.2016 zwischen 00:00 und 24:00 Uhr

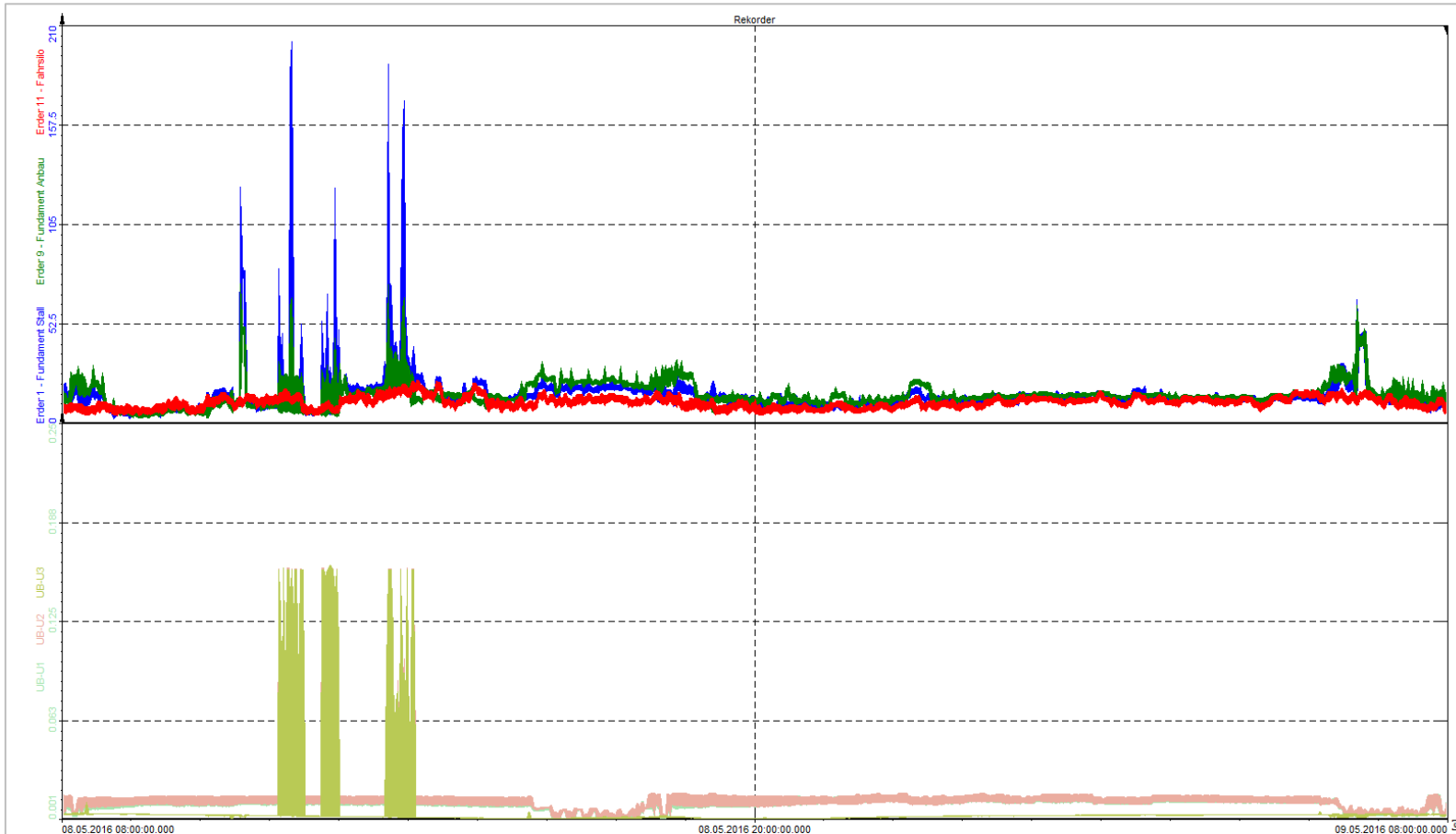


Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

Grafik 36: Echtzeit-Werte der Erderströme am 08.05.2016 zwischen 05:00 und 09:00 Uhr

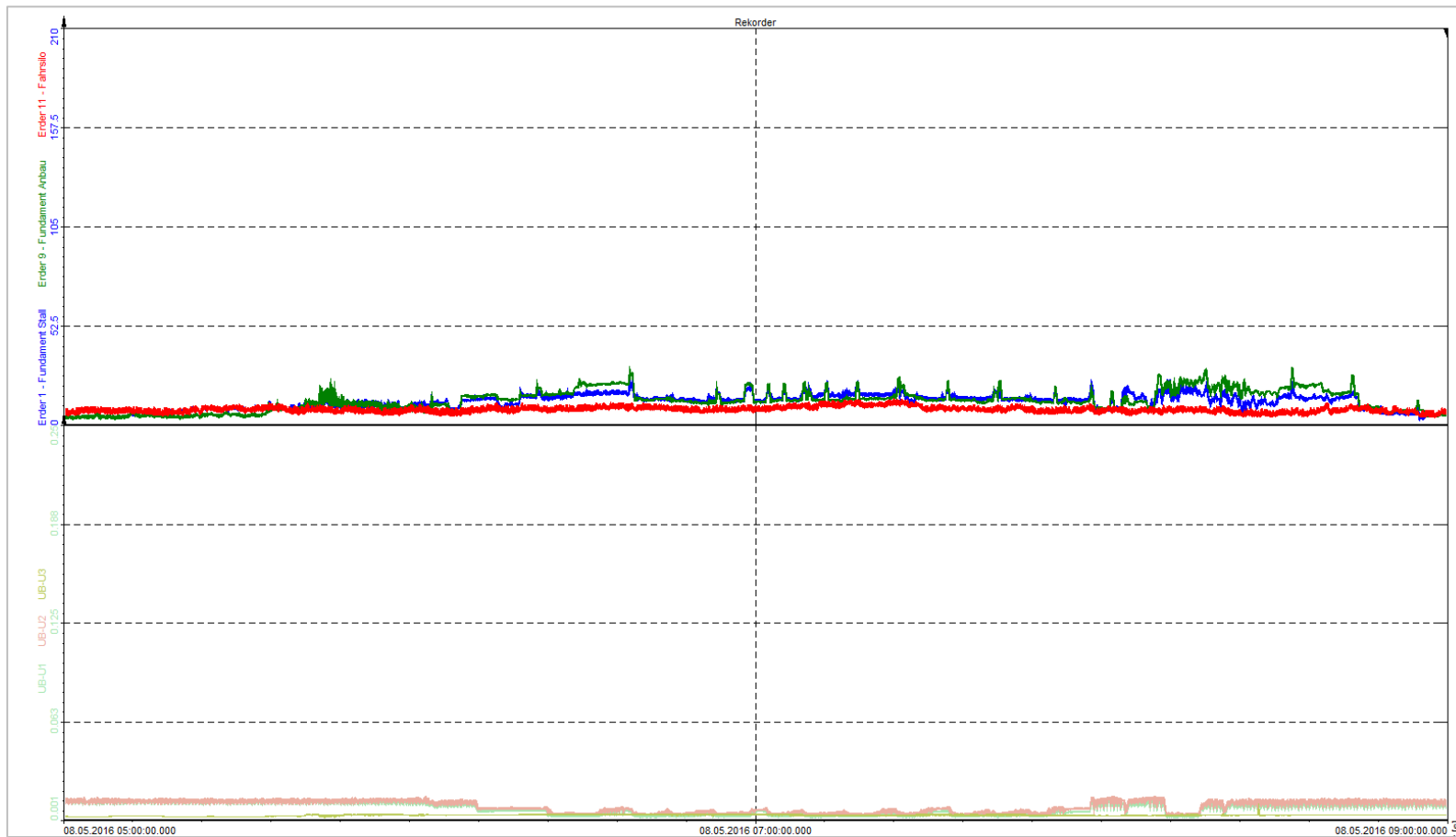


5.7.2 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 37: Berührungsspannung am 08.05.2016 zwischen 00:00 und 24:00 Uhr

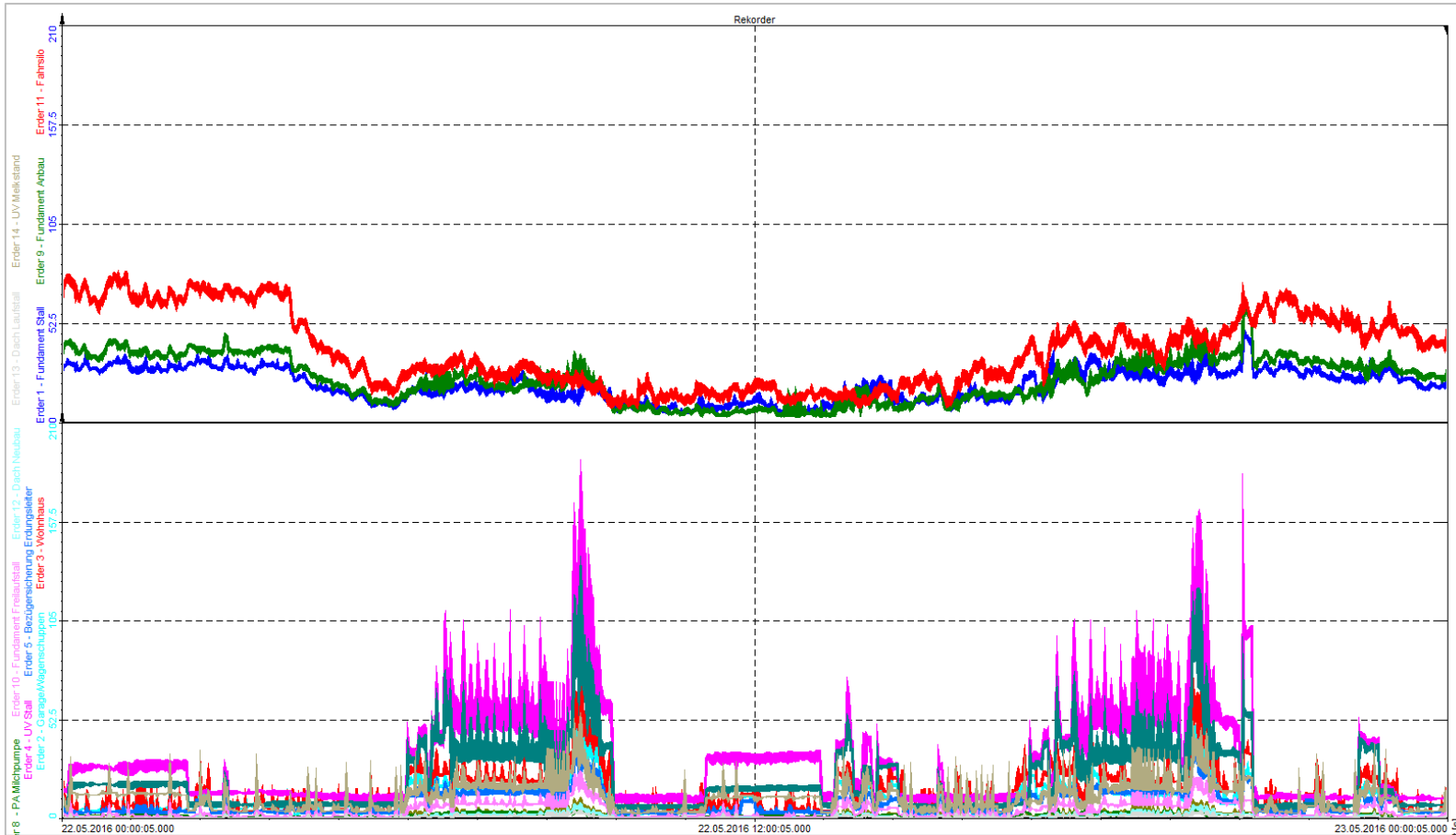


Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 38: Berührungsspannung am 08.05.2016 zwischen 05:00 und 09:00 Uhr

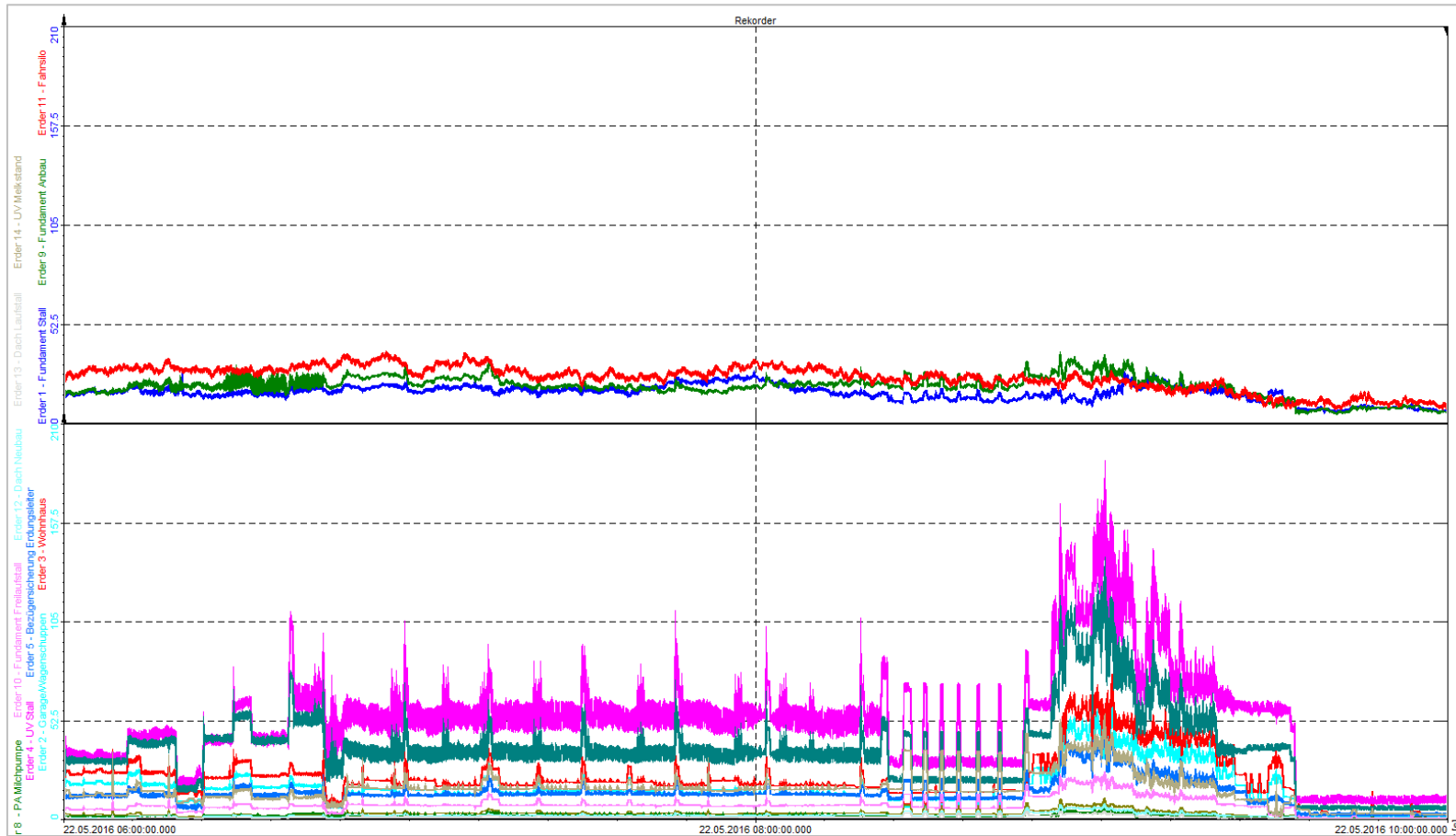
5.8 Darstellung bei eingeschalteten Freileitungen

5.8.1 Automatische Aufzeichnung Erderströme – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

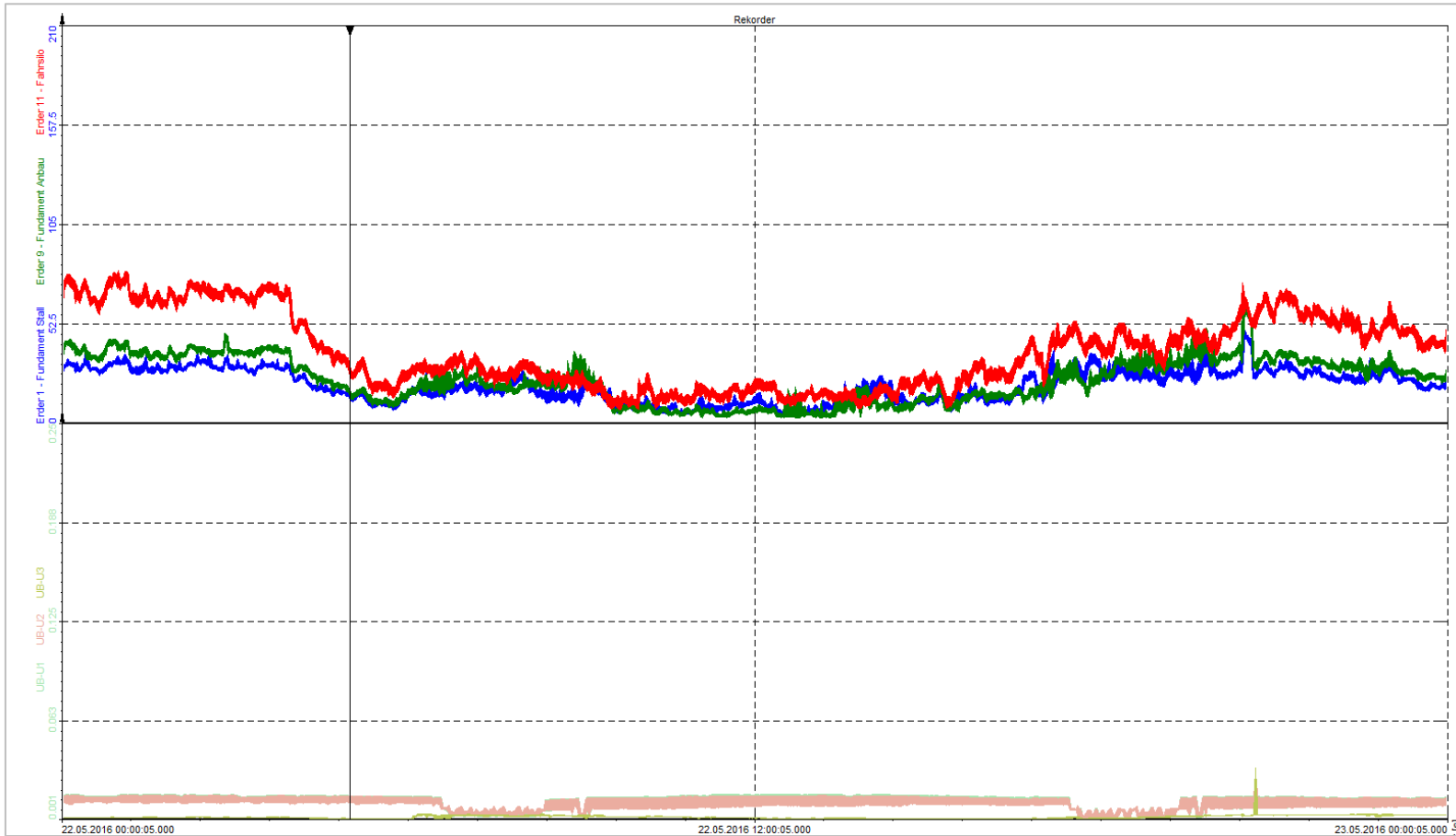
Grafik 39: Echtzeit-Werte der Erderströme am 22.05.2016 zwischen 00:00 und 24:00 Uhr



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA

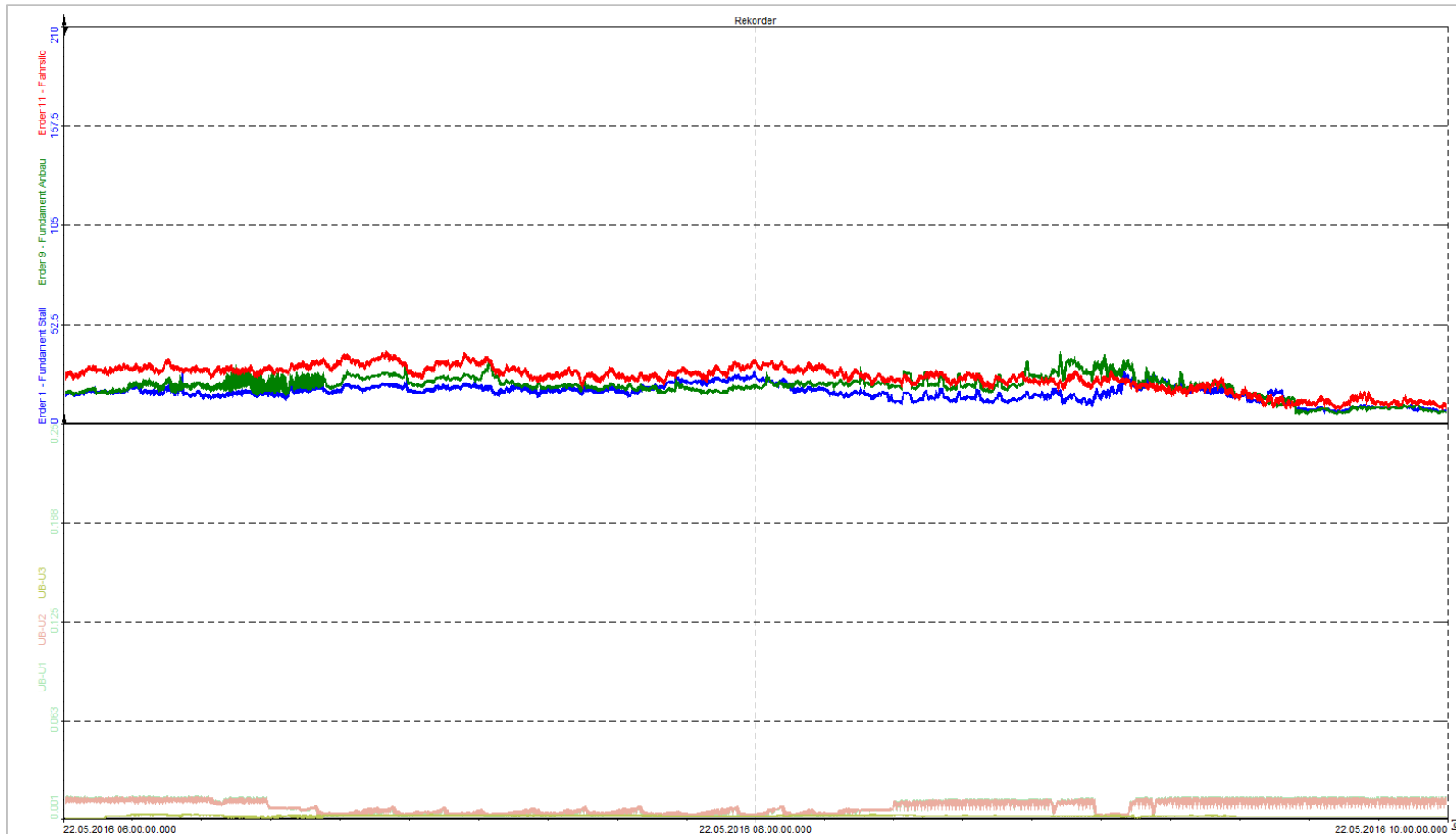
Grafik 40: Echtzeit-Werte der Erderströme am 22.05.2016 zwischen 06:00 und 10:00 Uhr

5.8.2 Automatische Aufzeichnung der Berührungsspannung – Messort: Messstellen im Melkstand



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 210 mA
 Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 41: Berührungsspannung am 22.05.2016 zwischen 00:00 und 24:00 Uhr

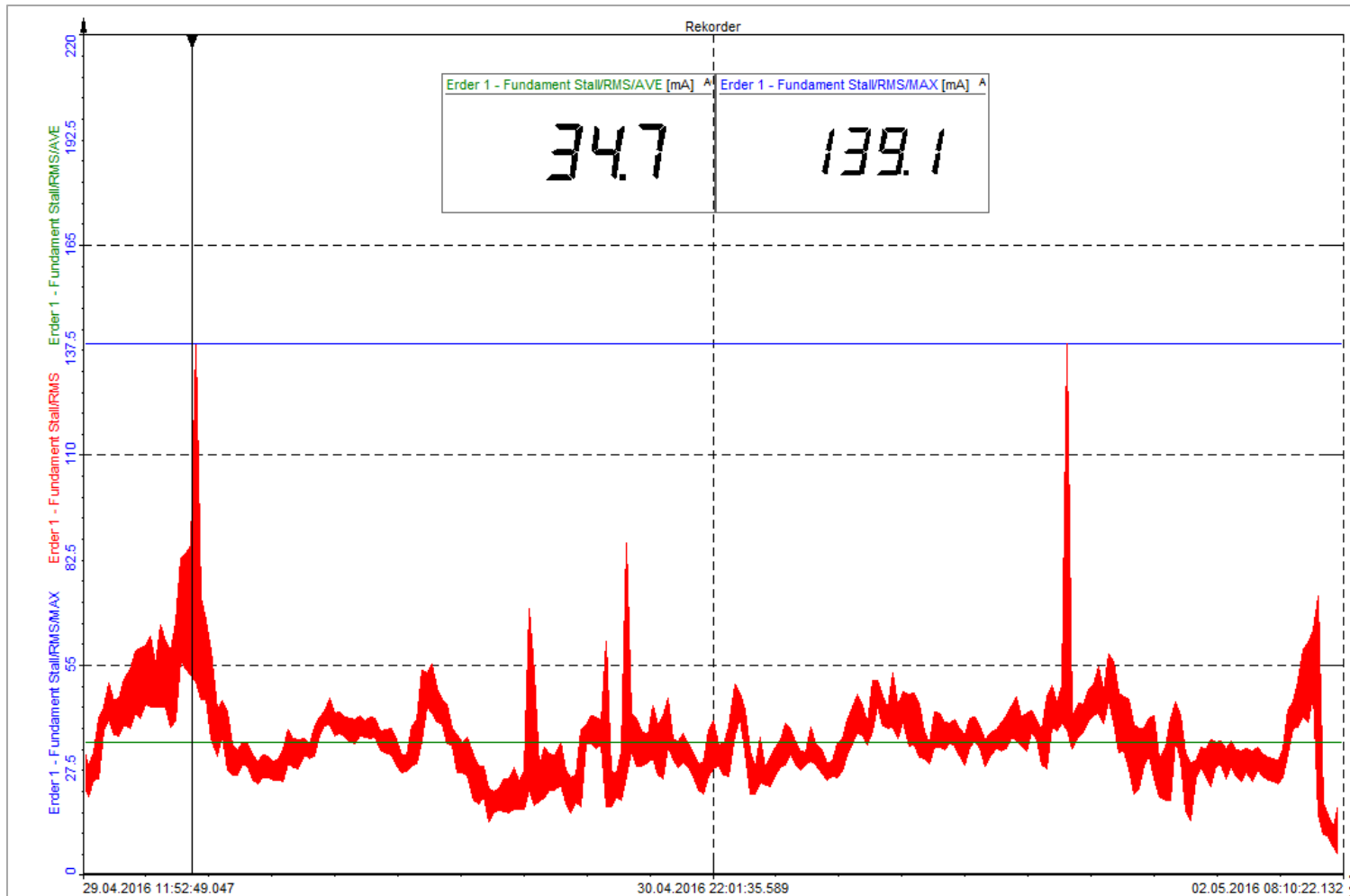


Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 210 mA
Spannung UB 0 – 0.25 V

Grafik 42: Berührungsspannung am 22.05.2016 zwischen 06:00 und 10:00 Uhr

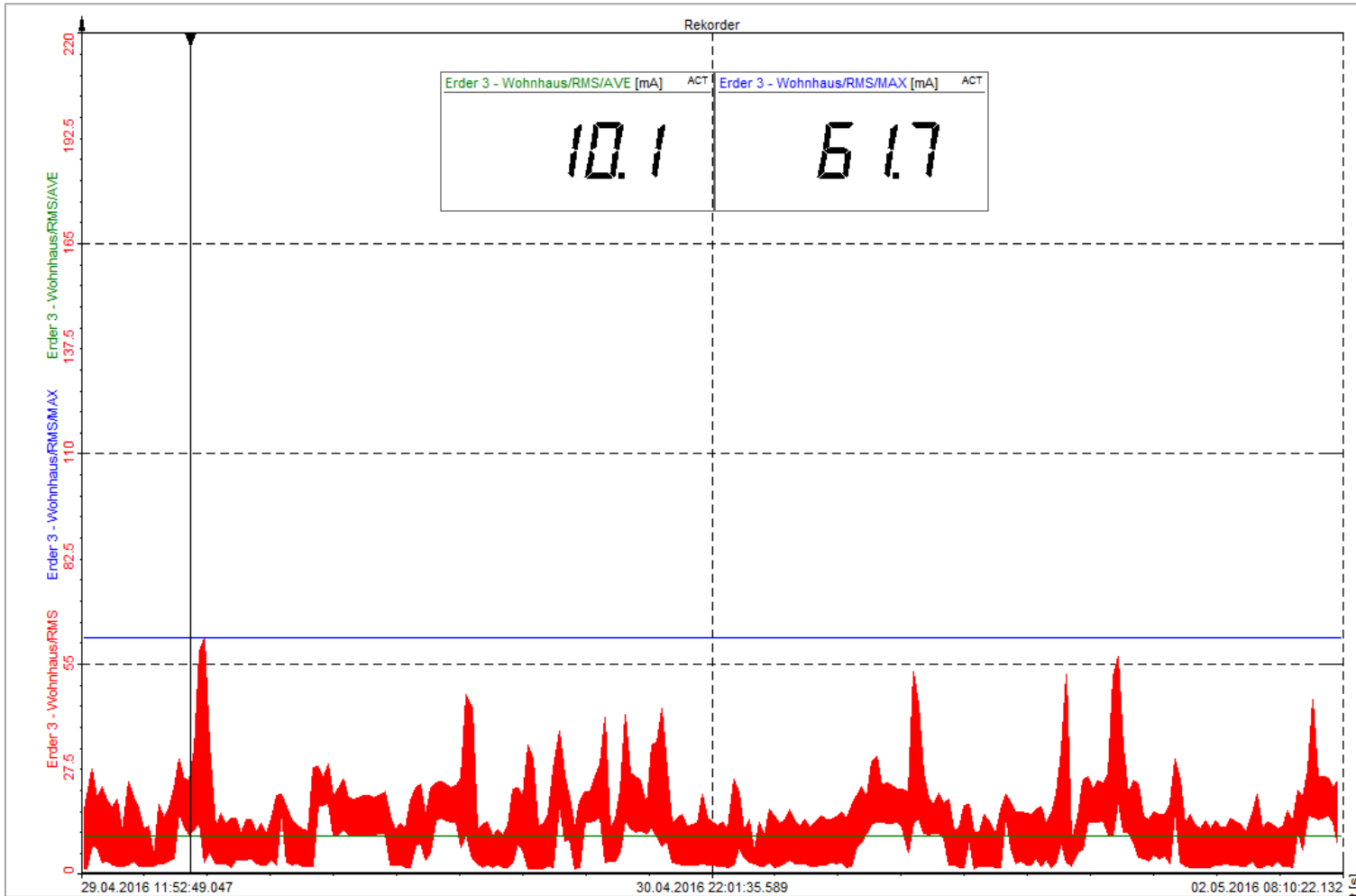
5.9 Darstellung der Erderströme vom 29.04.2016 bis 02.05.2016

5.9.1 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 1 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Grafik 43: Echtzeit-Werte Strom Erder 1 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

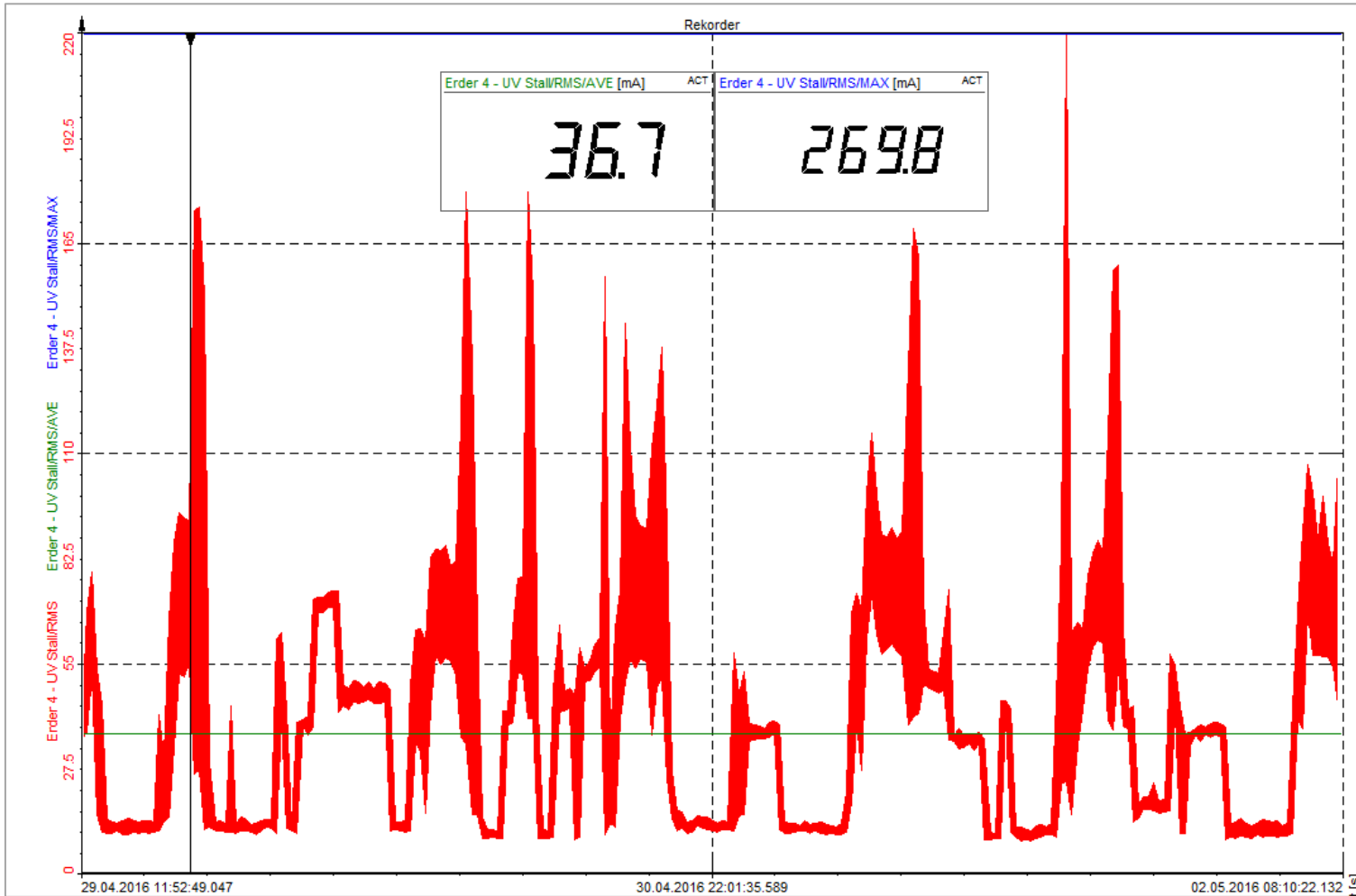
5.9.3 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 3 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 45: Echtzeit-Werte Strom Erder 3 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.9.4 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 4 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

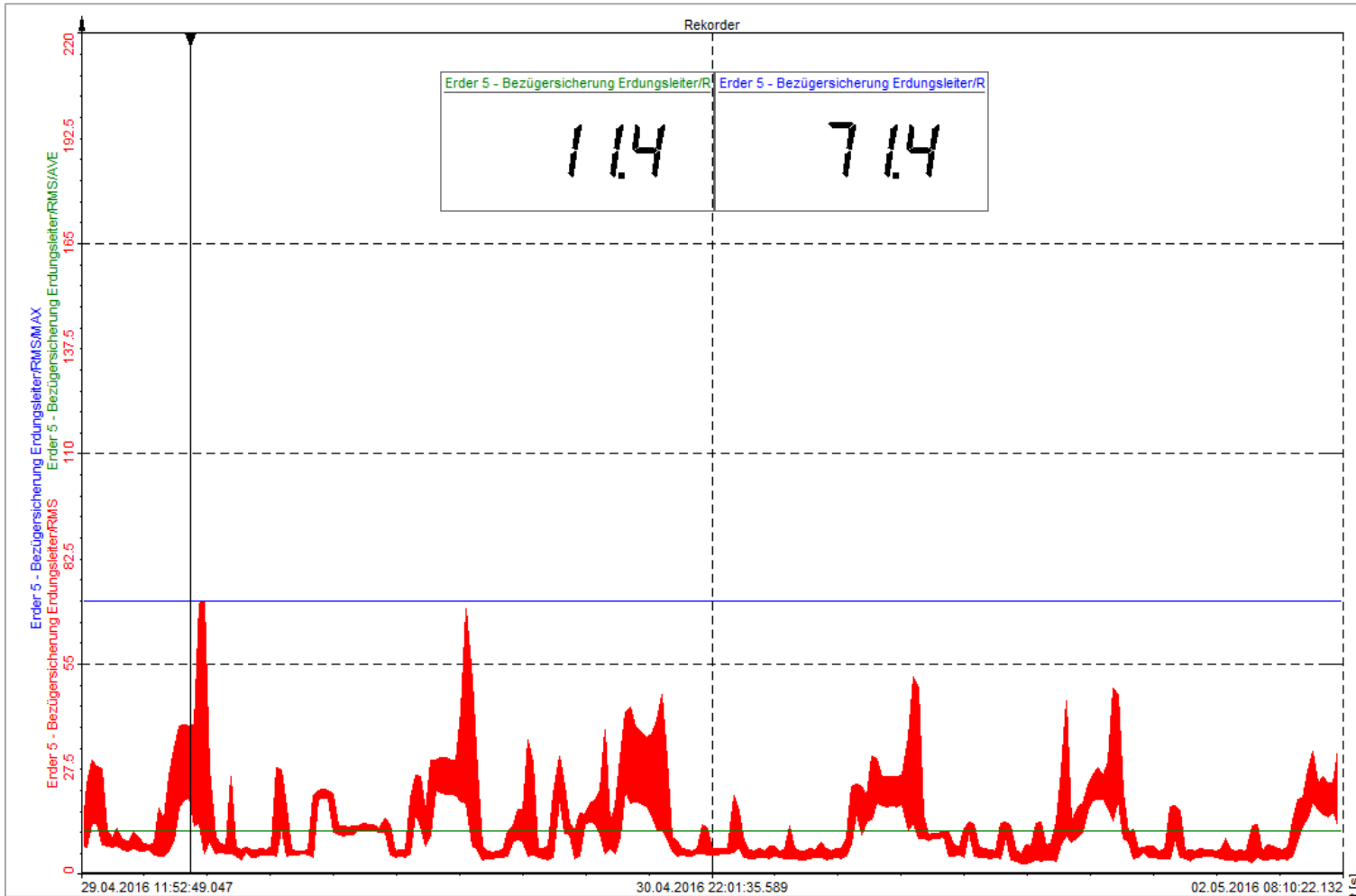


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 46: Echtzeit-Werte Strom Erder 4 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr



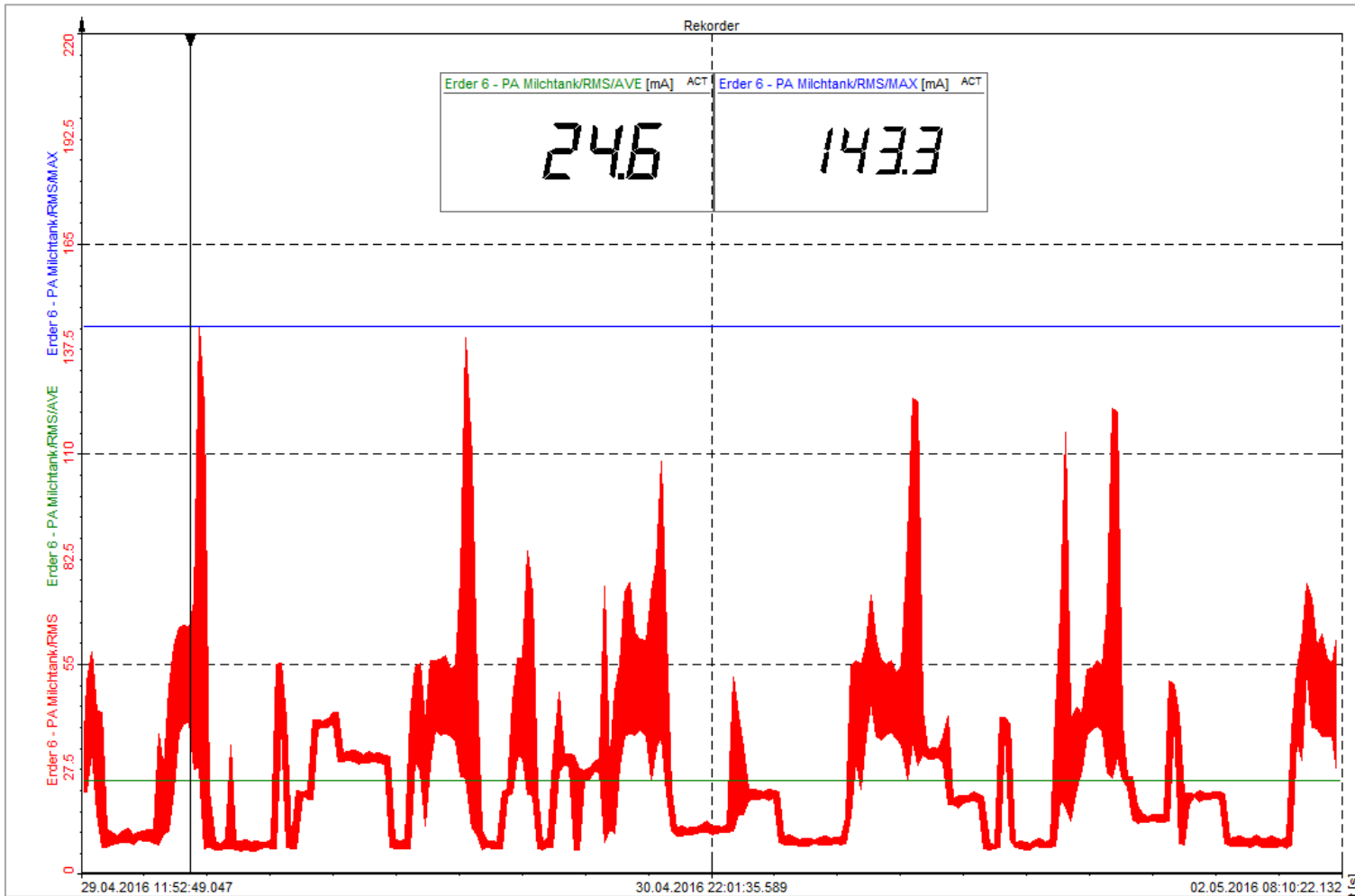
5.9.5 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 5 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 47: Echtzeit-Werte Strom Erder 5 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

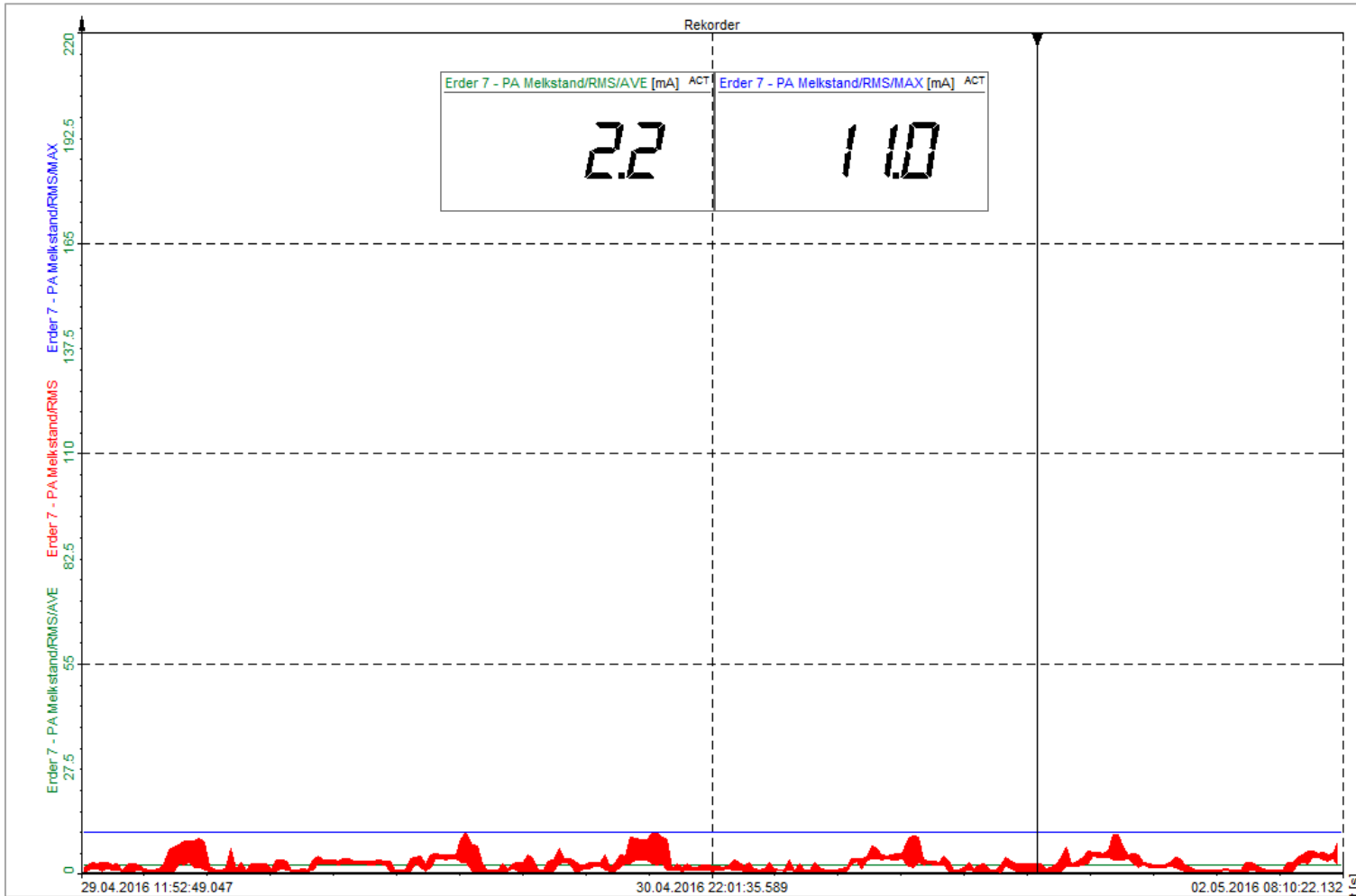
5.9.6 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 6 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 48: Echtzeit-Werte Strom Erder 6 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

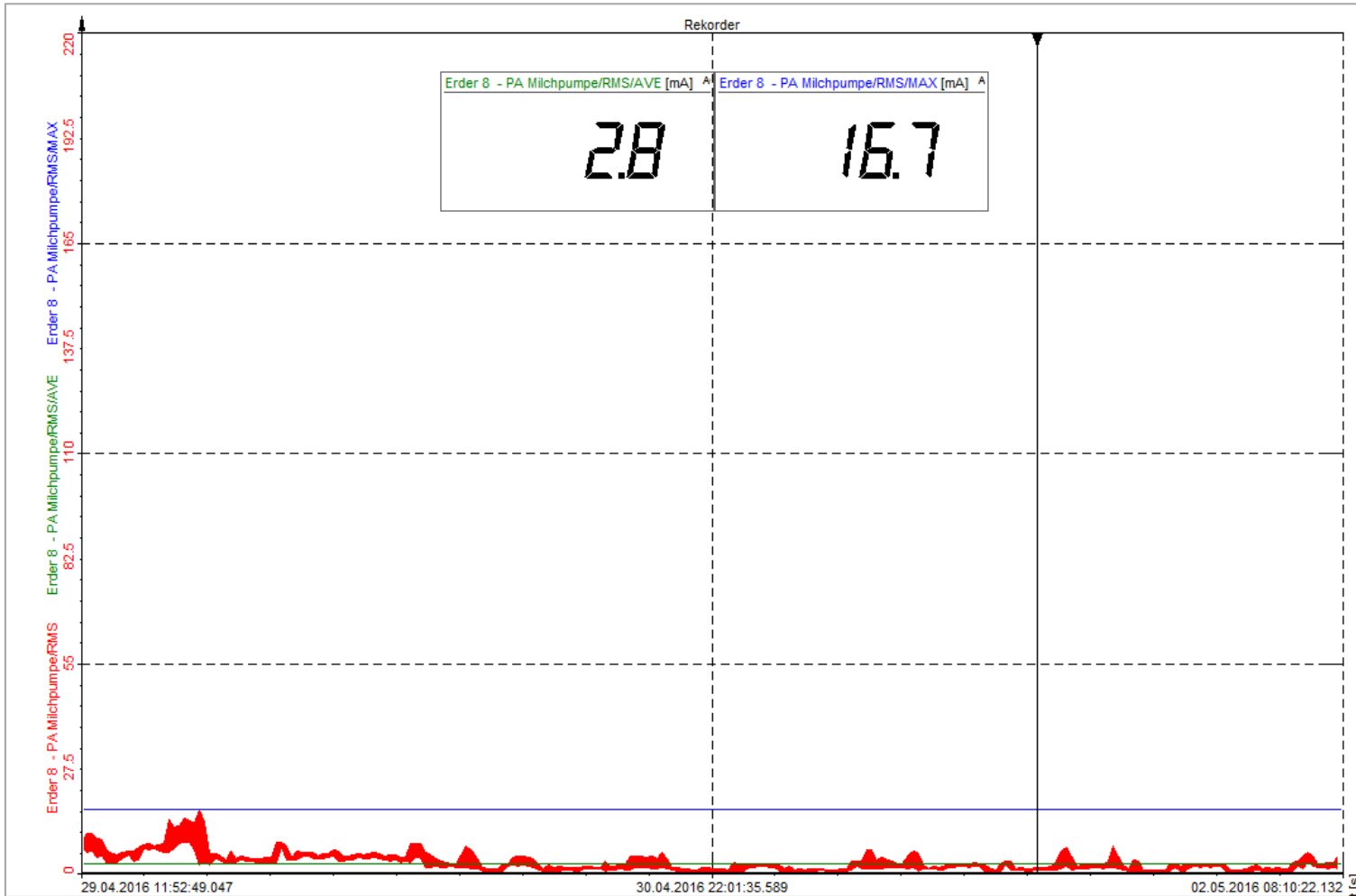
5.9.7 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 7 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 49: Echtzeit-Werte Strom Erder 7 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

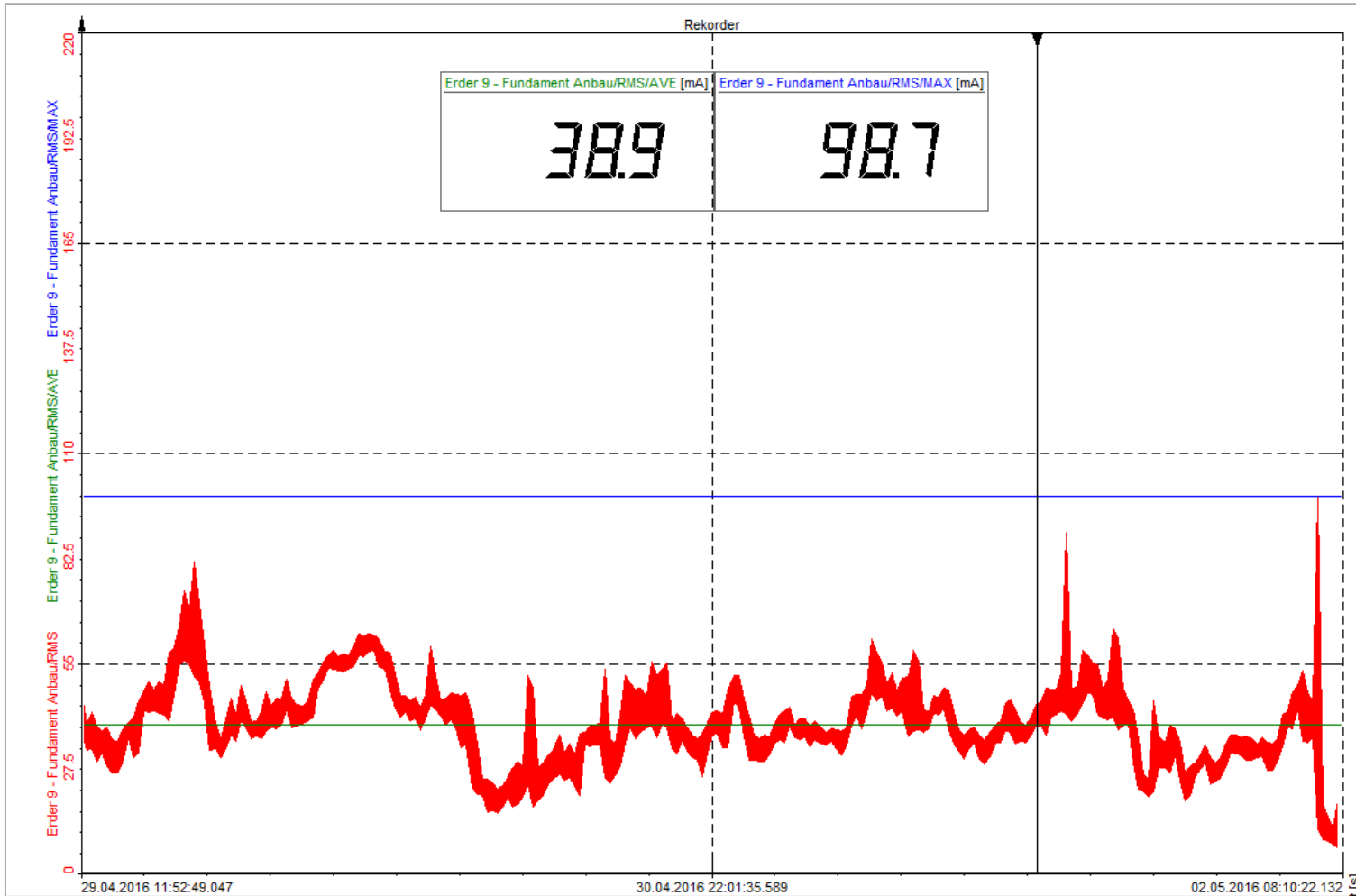
5.9.8 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 8 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 50: Echtzeit-Werte Strom Erder 8 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.9.9 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 9 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

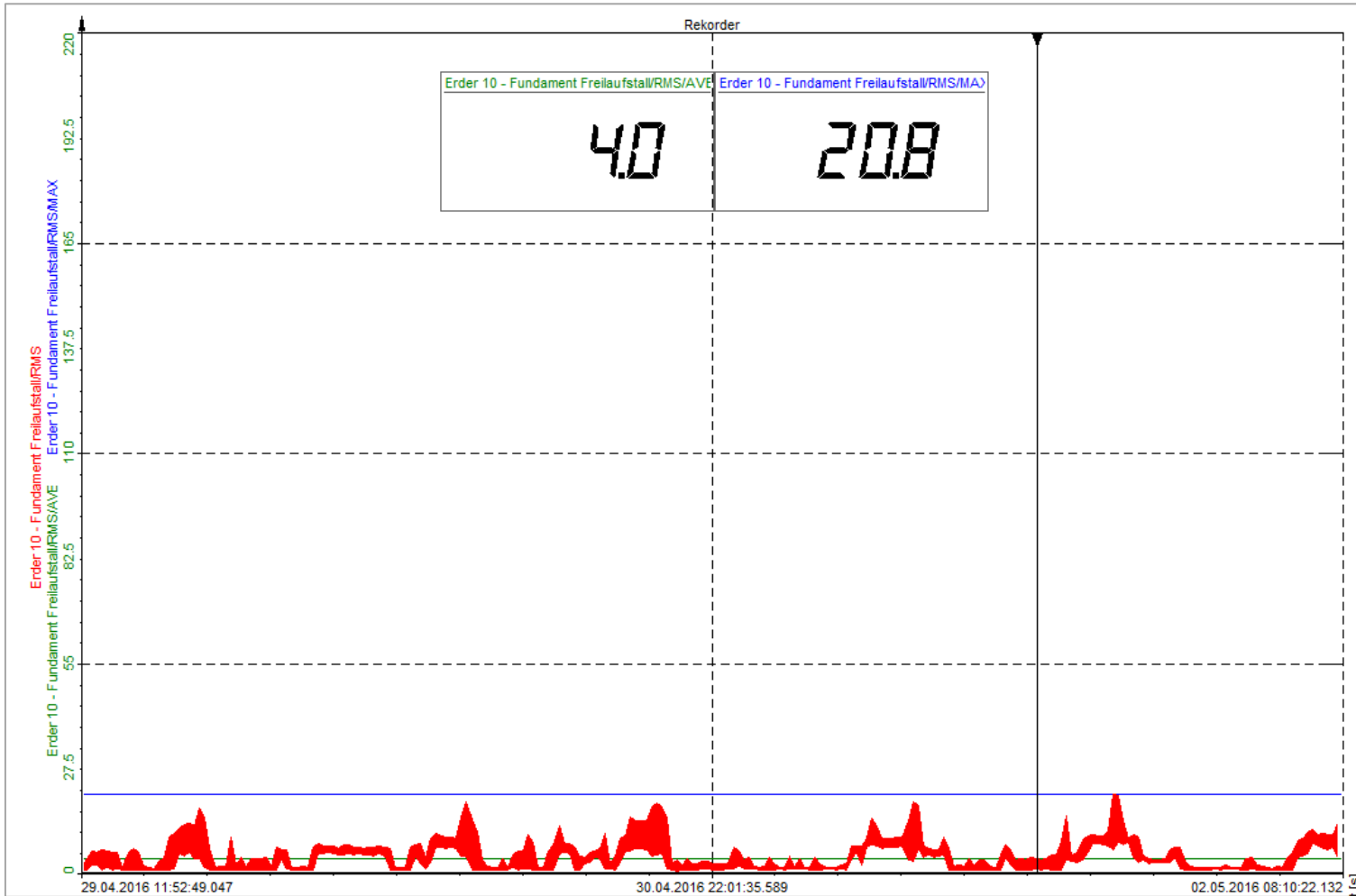


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 51: Echtzeit-Werte Strom Erder 9 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr



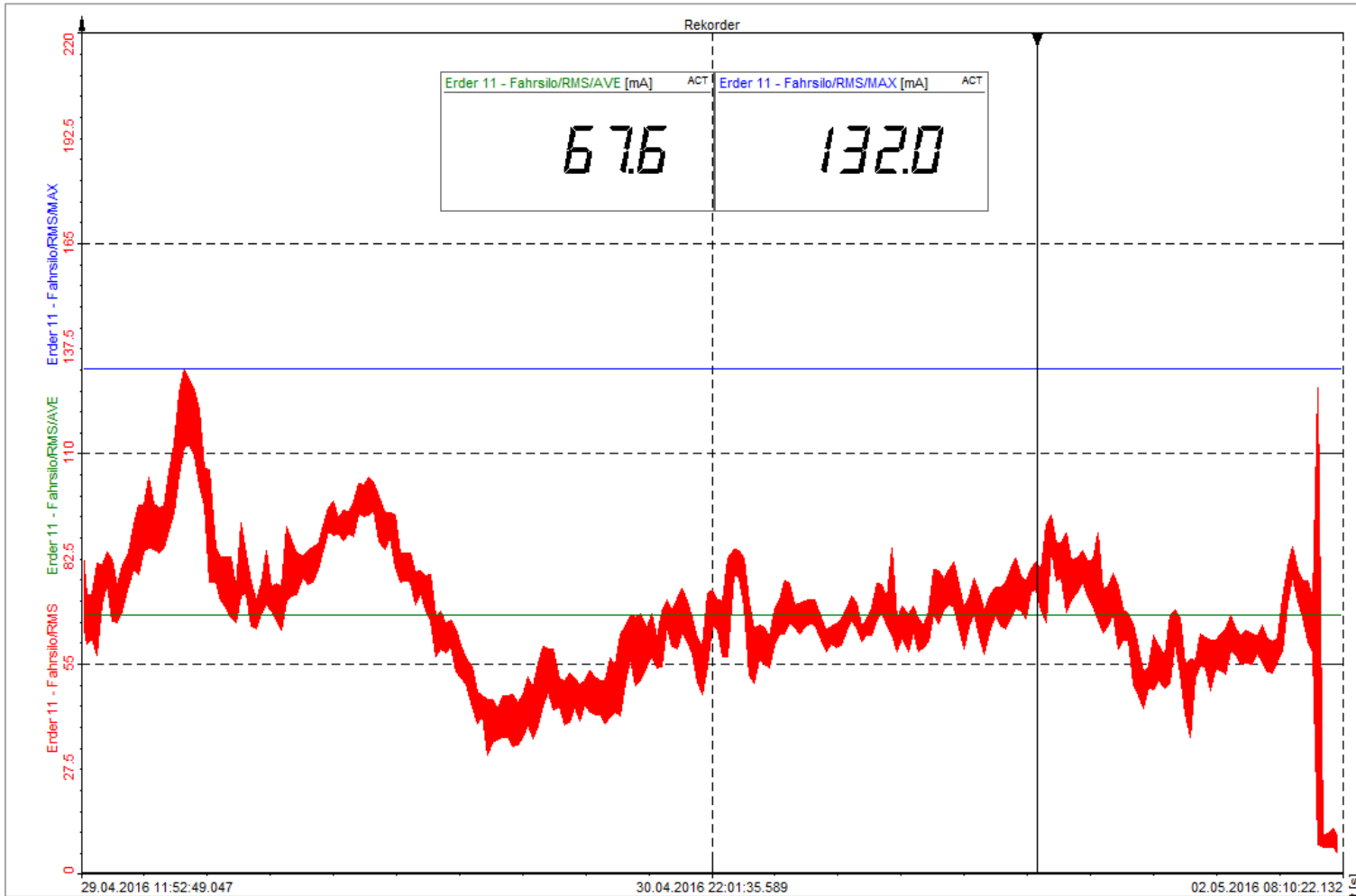
5.9.10 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 10 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 52: Echtzeit-Werte Strom Erder 10 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.9.11 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 11 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

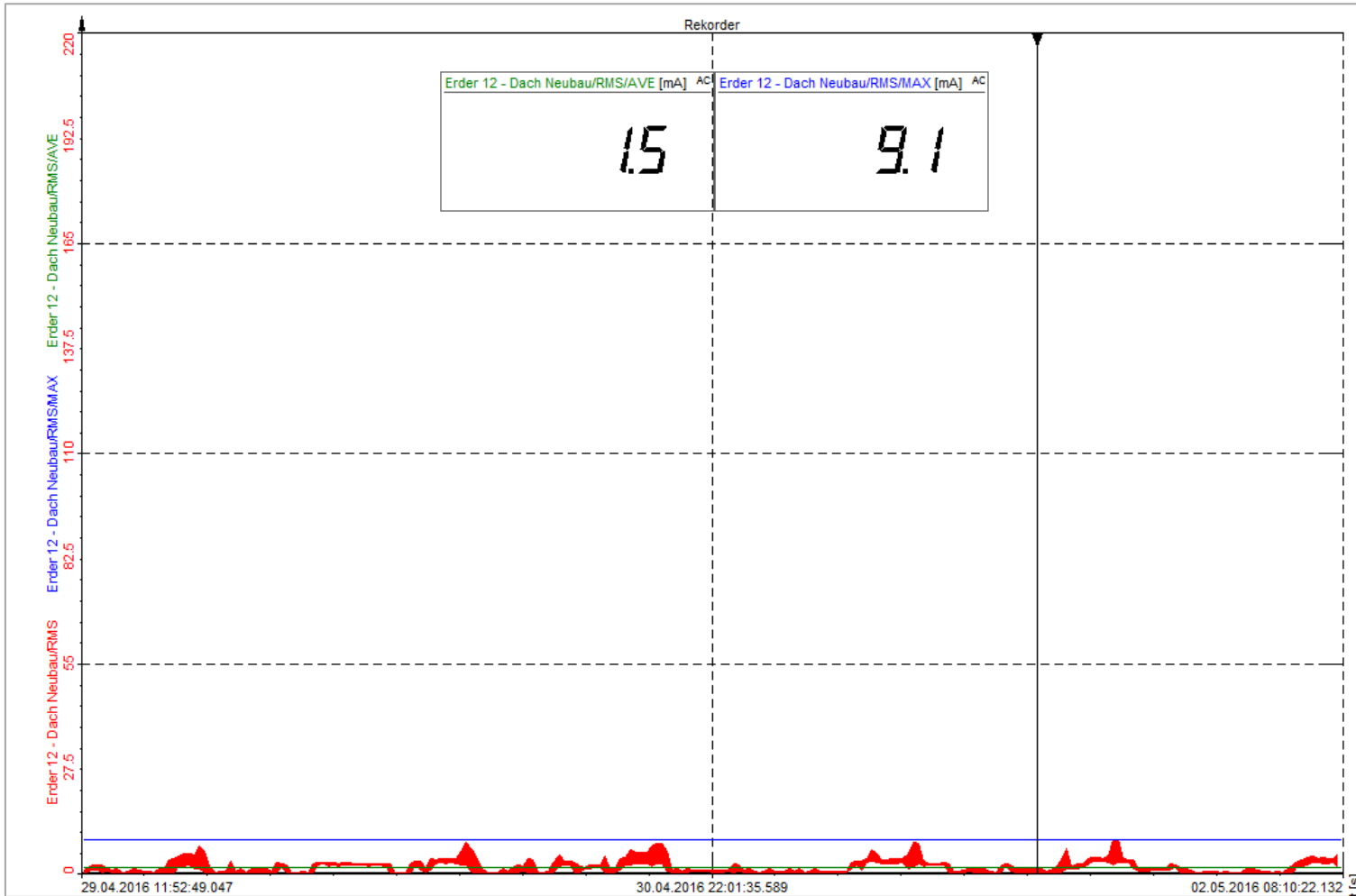


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 53: Echtzeit-Werte Strom Erder 11 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr



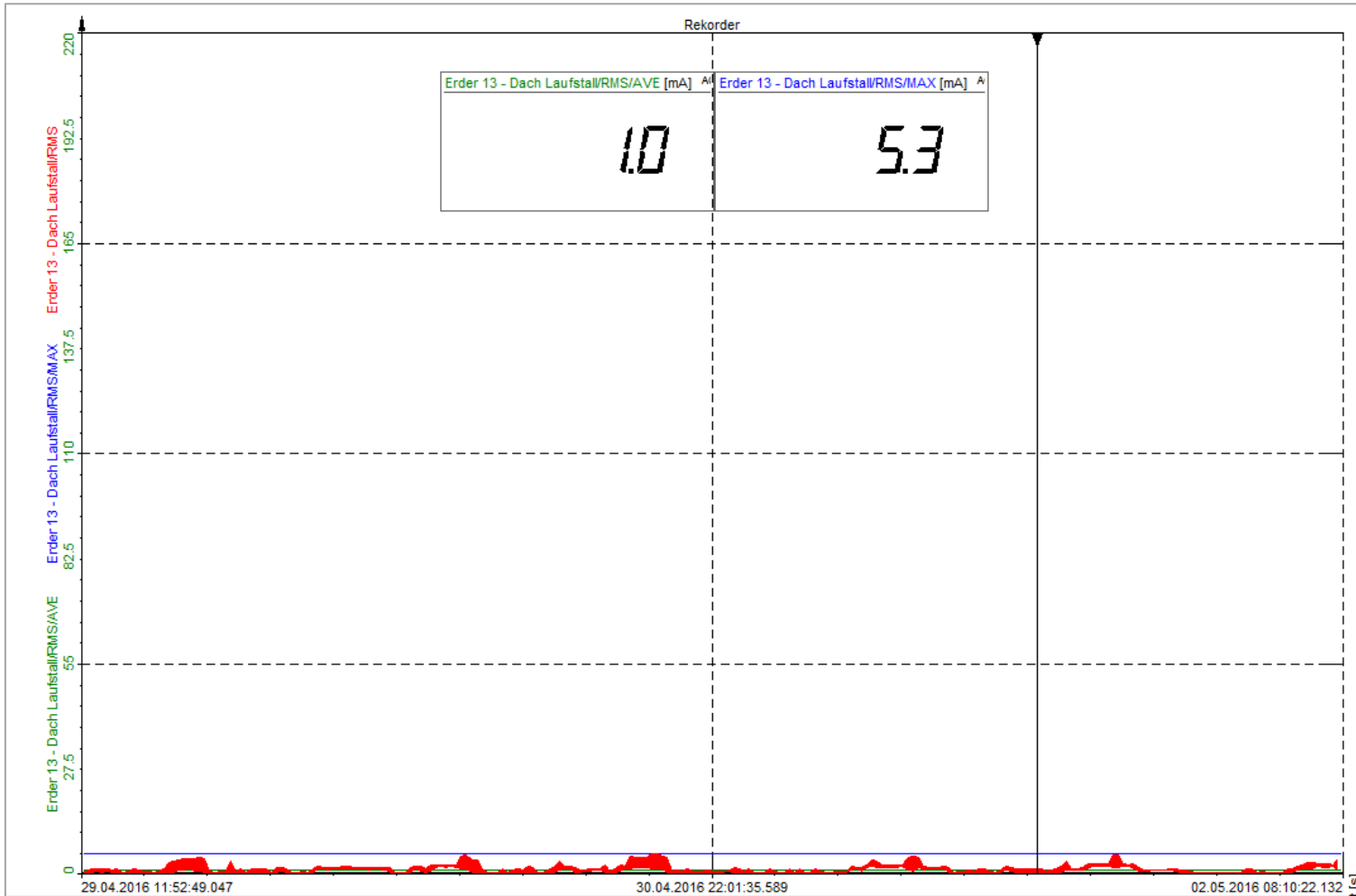
5.9.12 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 12 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 54: Echtzeit-Werte Strom Erder 12 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

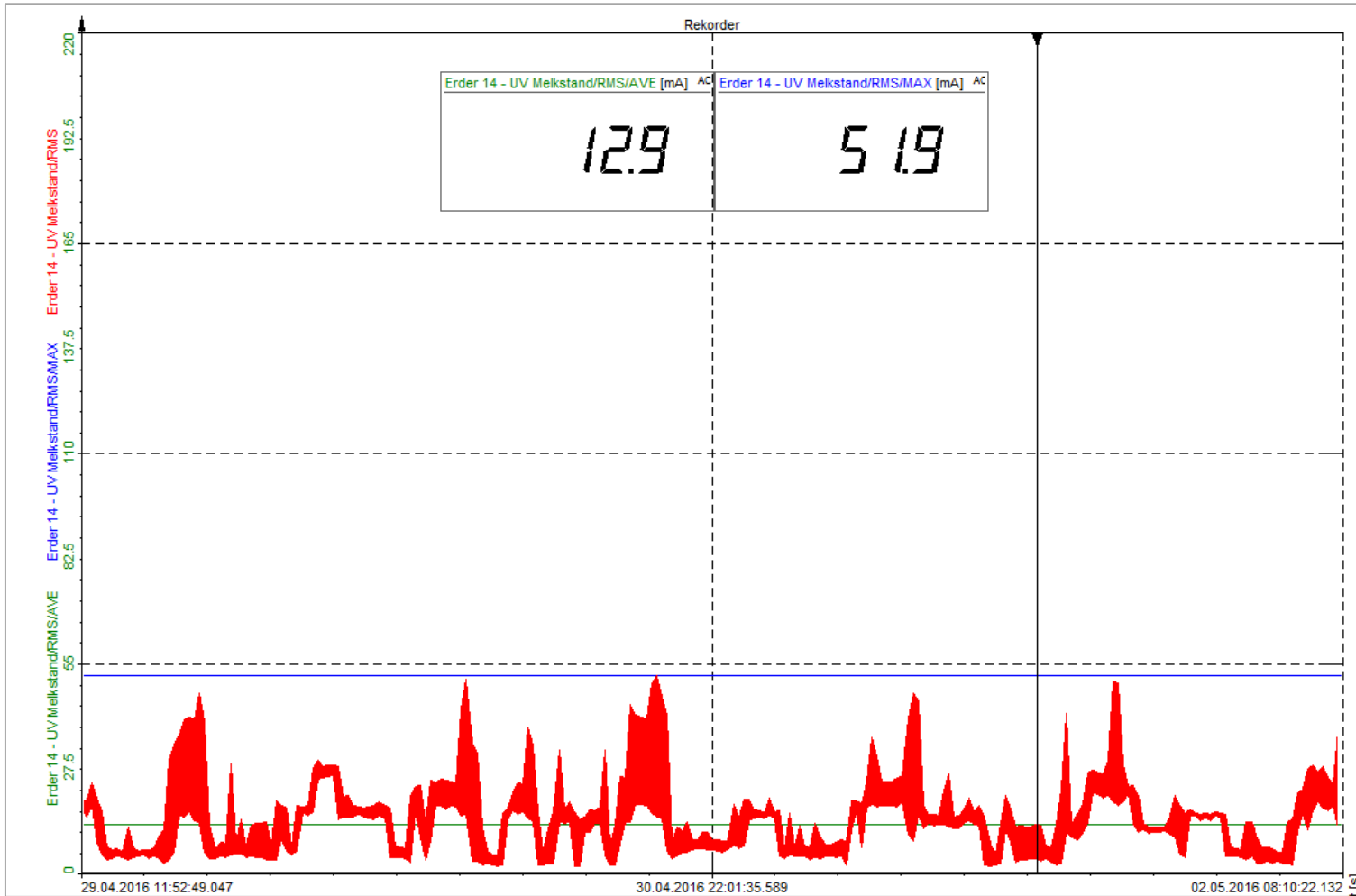
5.9.13 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 13 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 55: Echtzeit-Werte Strom Erder 13 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.9.14 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 14 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

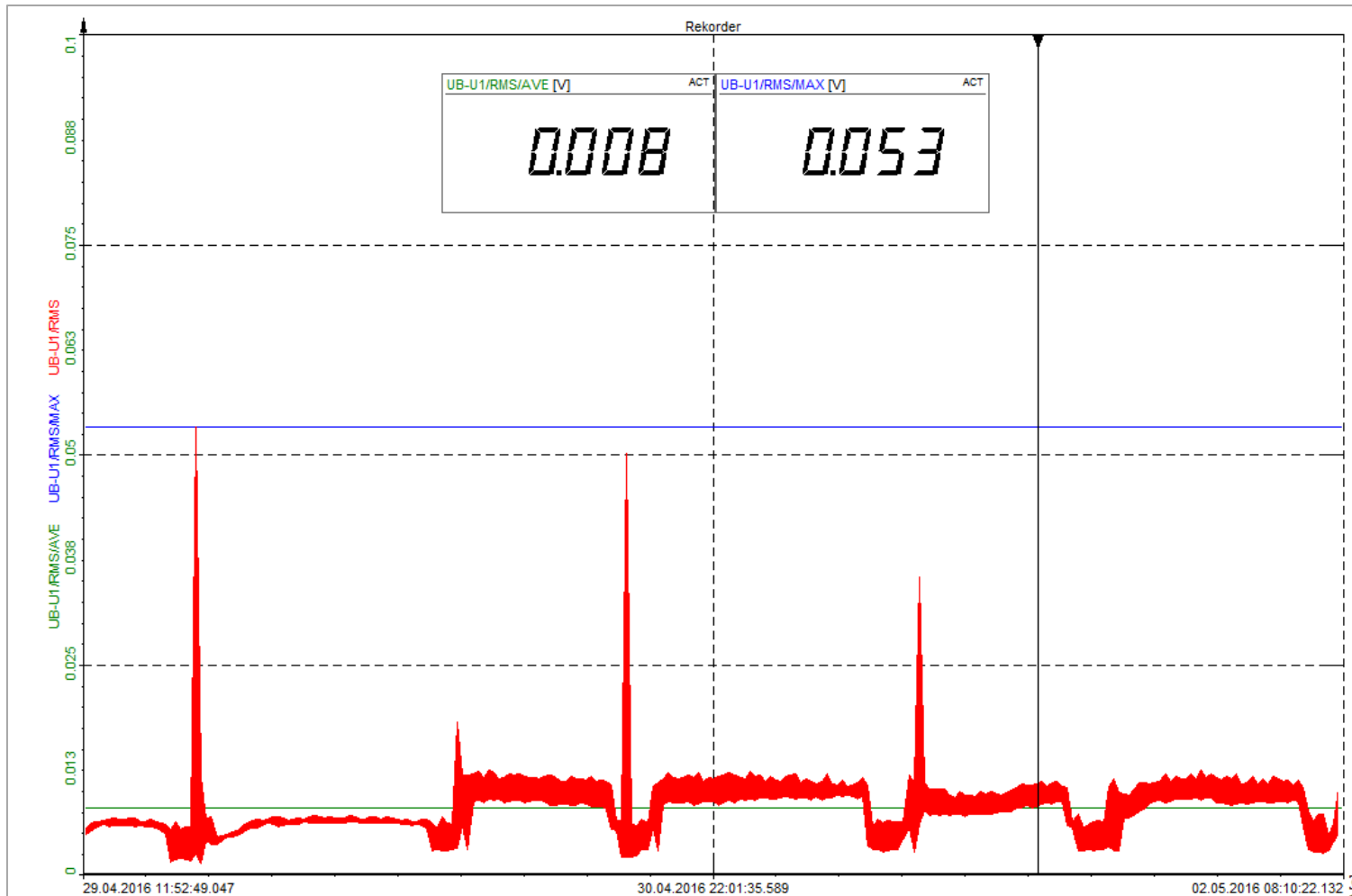


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 56: Echtzeit-Werte Strom Erder 14 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.10 Darstellung der Berührungsspannungen vom 29.04.2016 bis 02.05.2016

5.10.1 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U1 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Im Melkstand links



Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 57: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U1 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

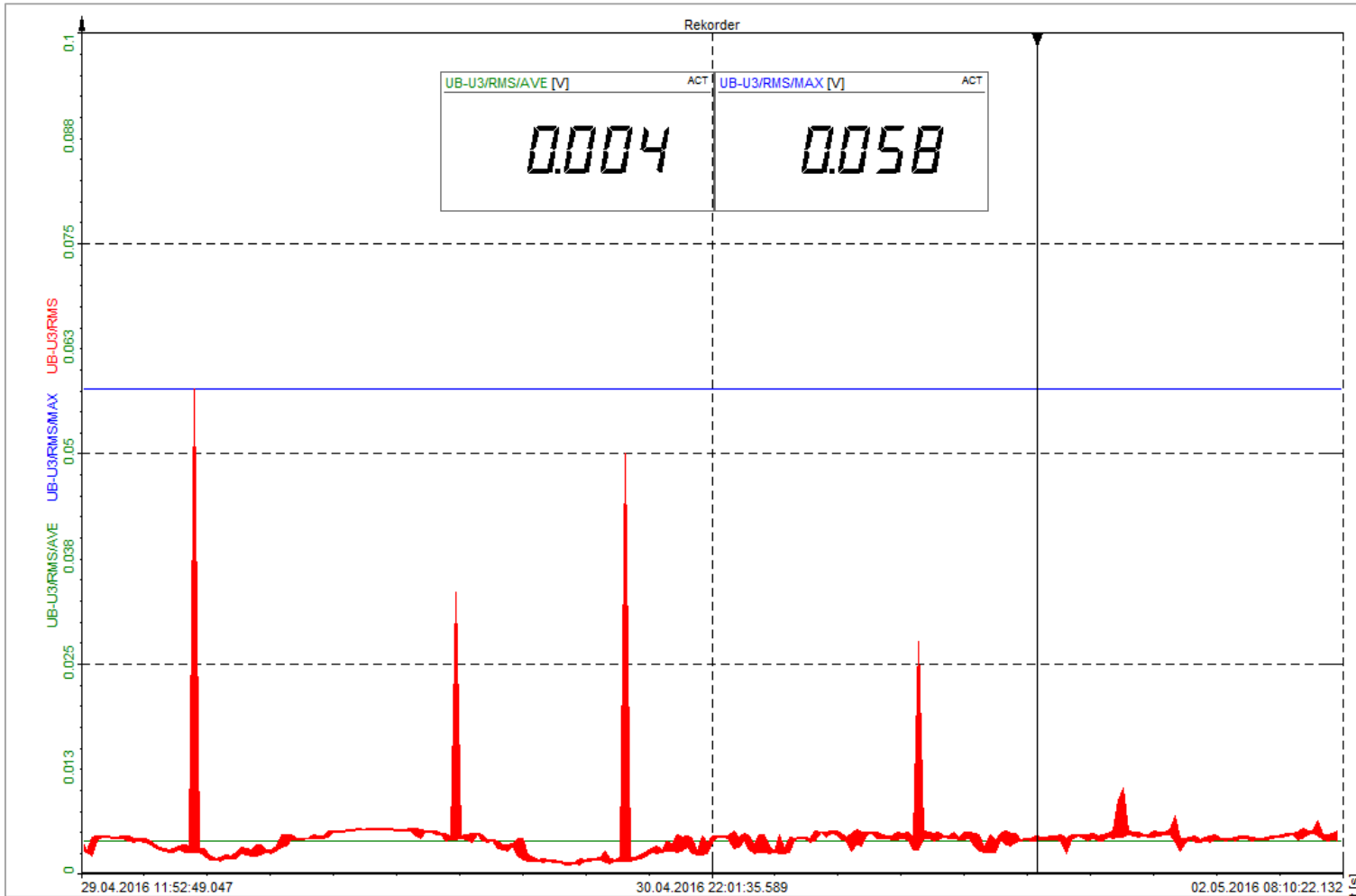
5.10.2 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U₂ bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Im Melkstand rechts



Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 58: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U₂ vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.10.3 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U3 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: bei Fundamentanschluss Freilaufstall

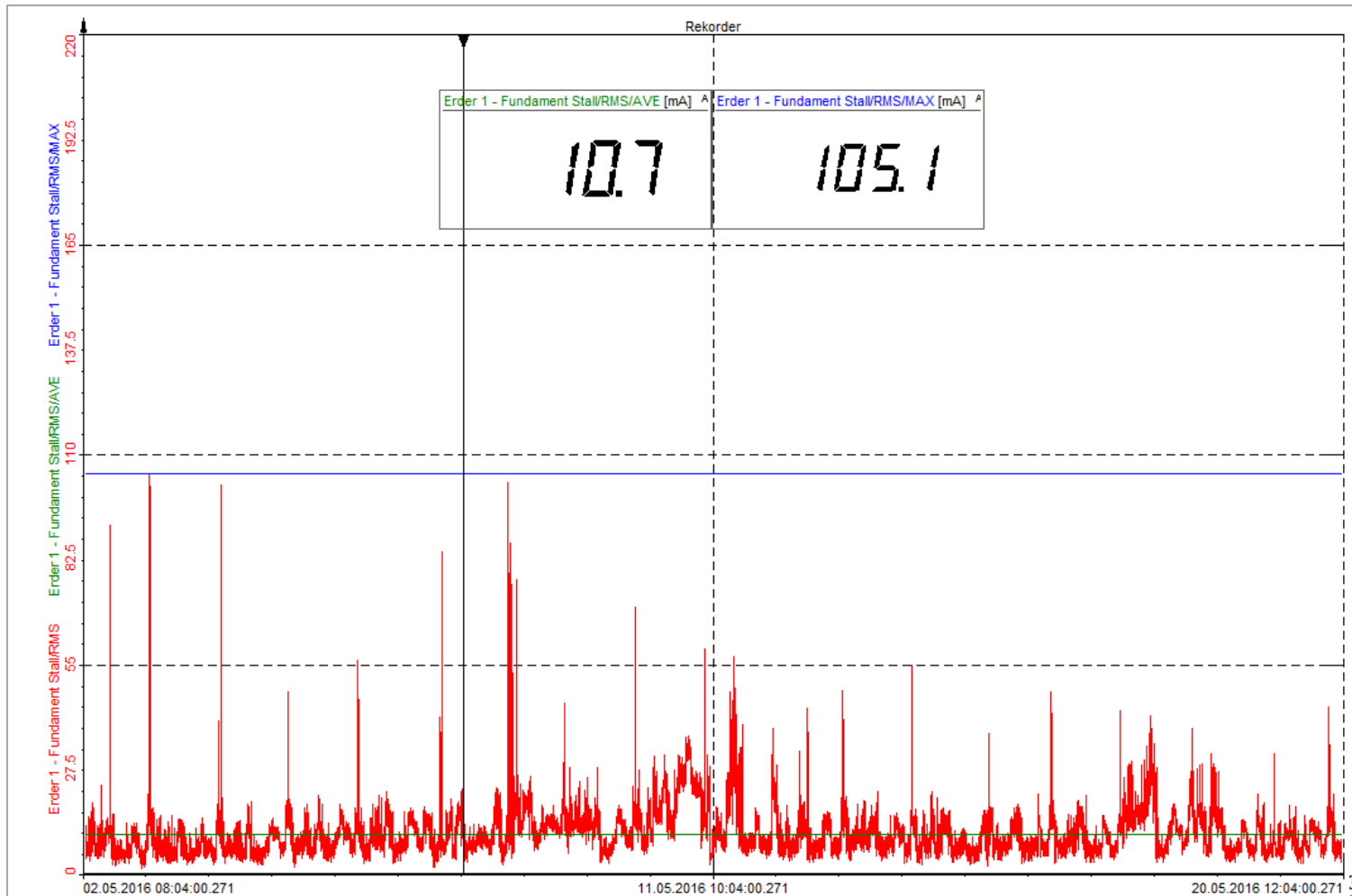


Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 59: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U3 vom 29.04.2016, 11:52 Uhr bis 02.05.2016, 08:10 Uhr

5.11 Darstellung der Erderströme vom 02.05.2016 bis 20.05.2016

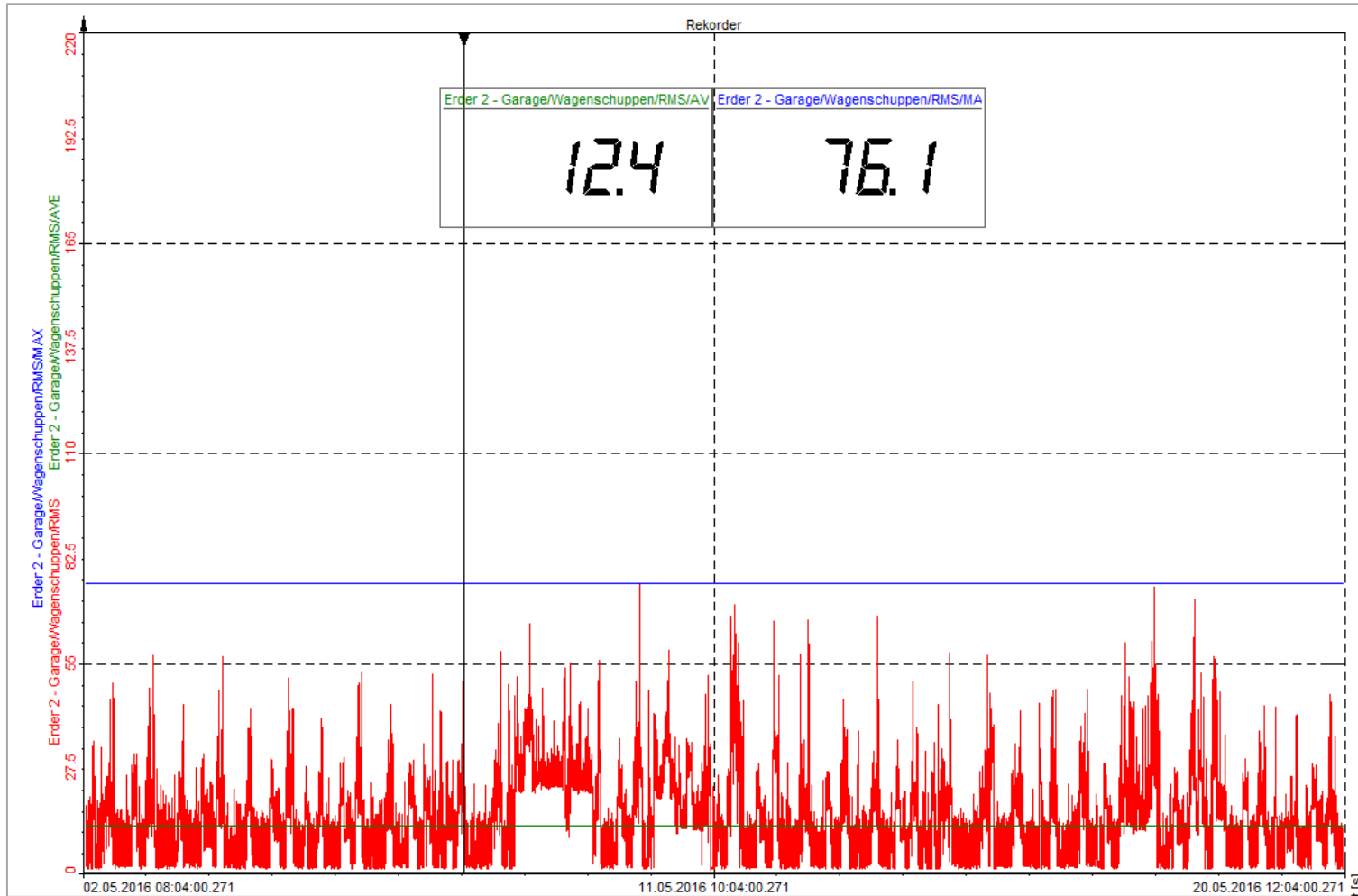
5.11.1 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 1 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 60: Echtzeit-Werte Strom Erder 1 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

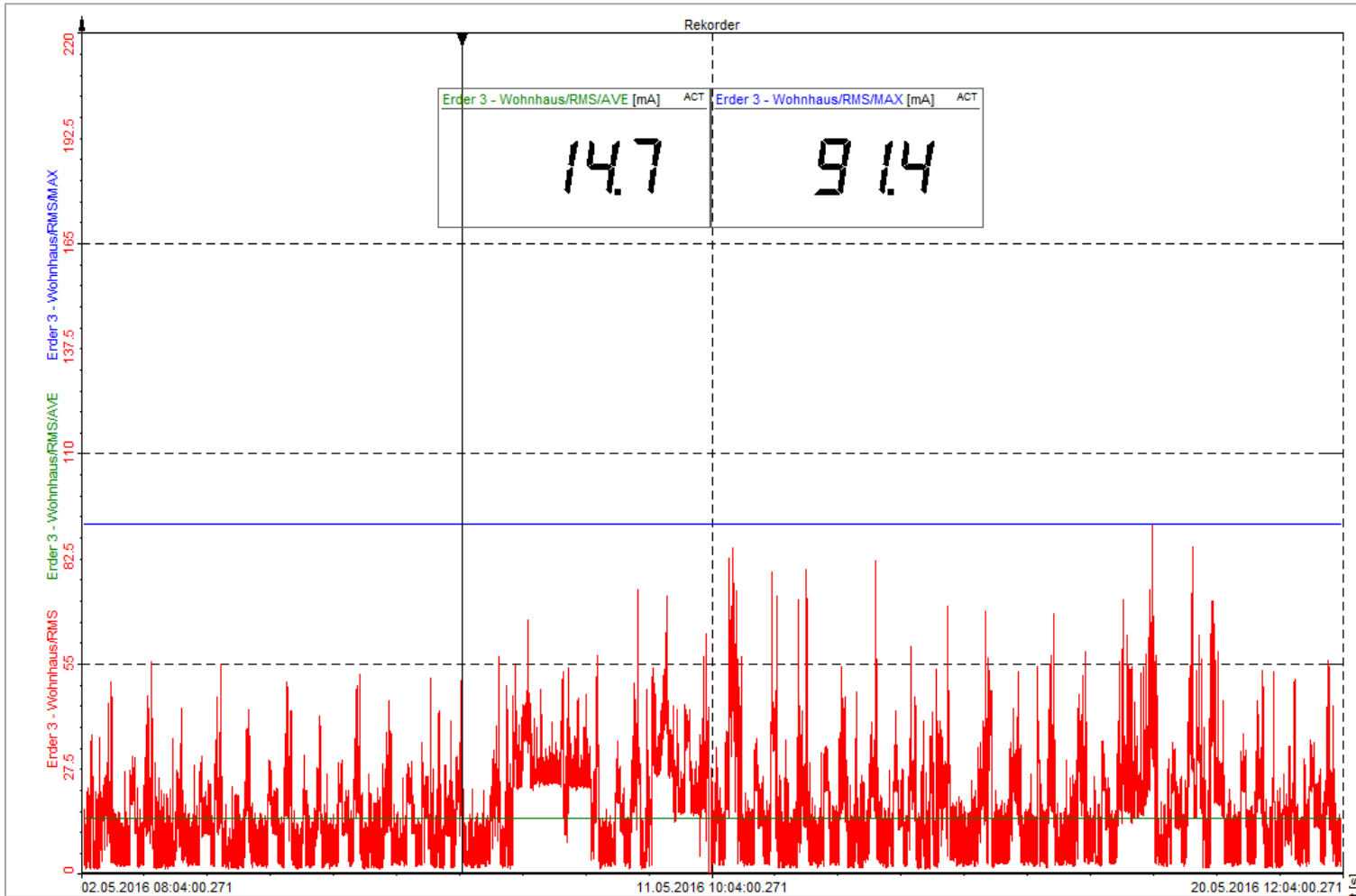
5.11.2 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 2 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 61: Echtzeit-Werte Strom Erder 2 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.11.3 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 3 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

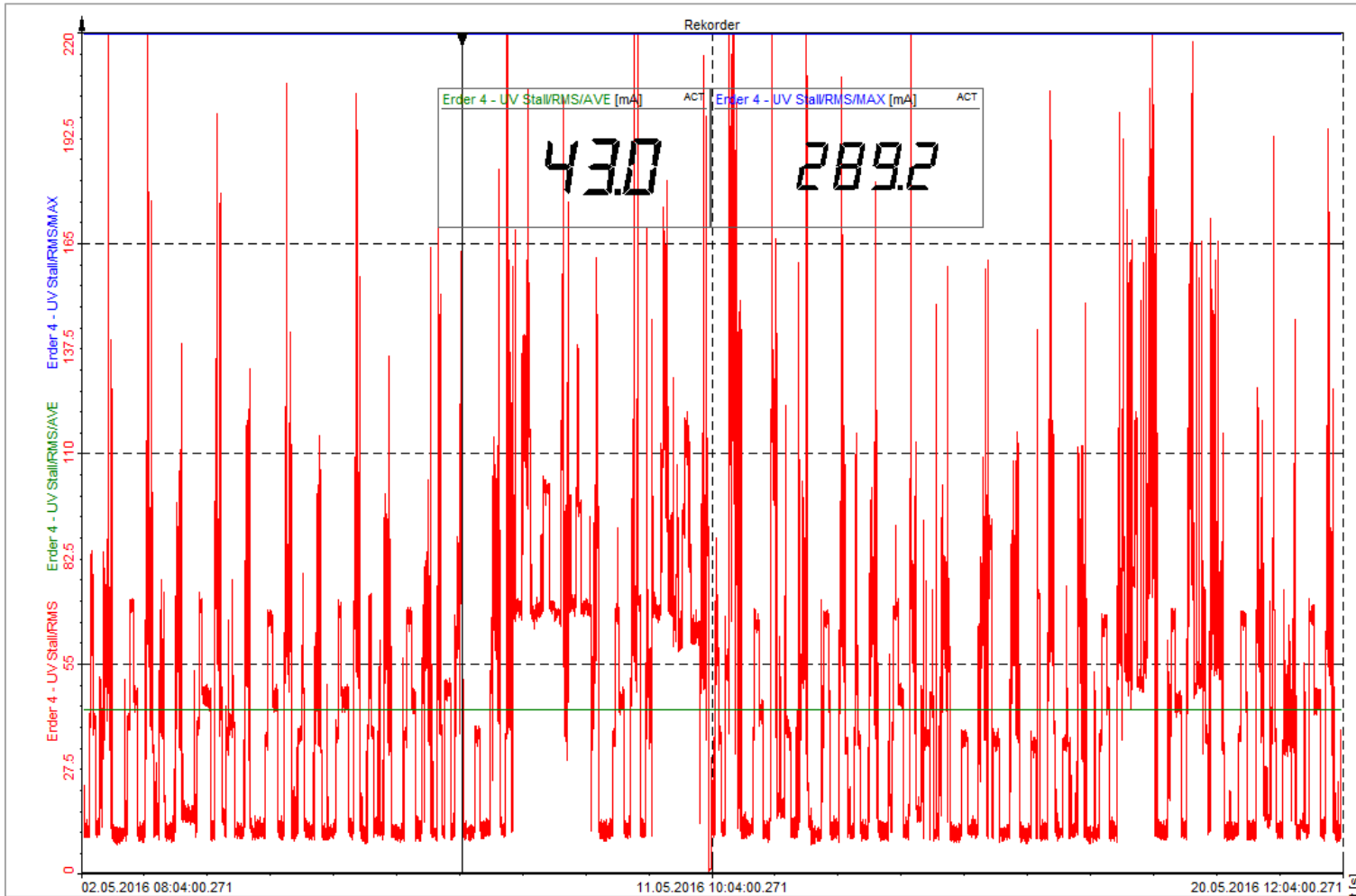


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 62: Echtzeit-Werte Strom Erder 3 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr



5.11.4 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 4 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 63: Echtzeit-Werte Strom Erder 4 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr



5.11.5 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 5 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

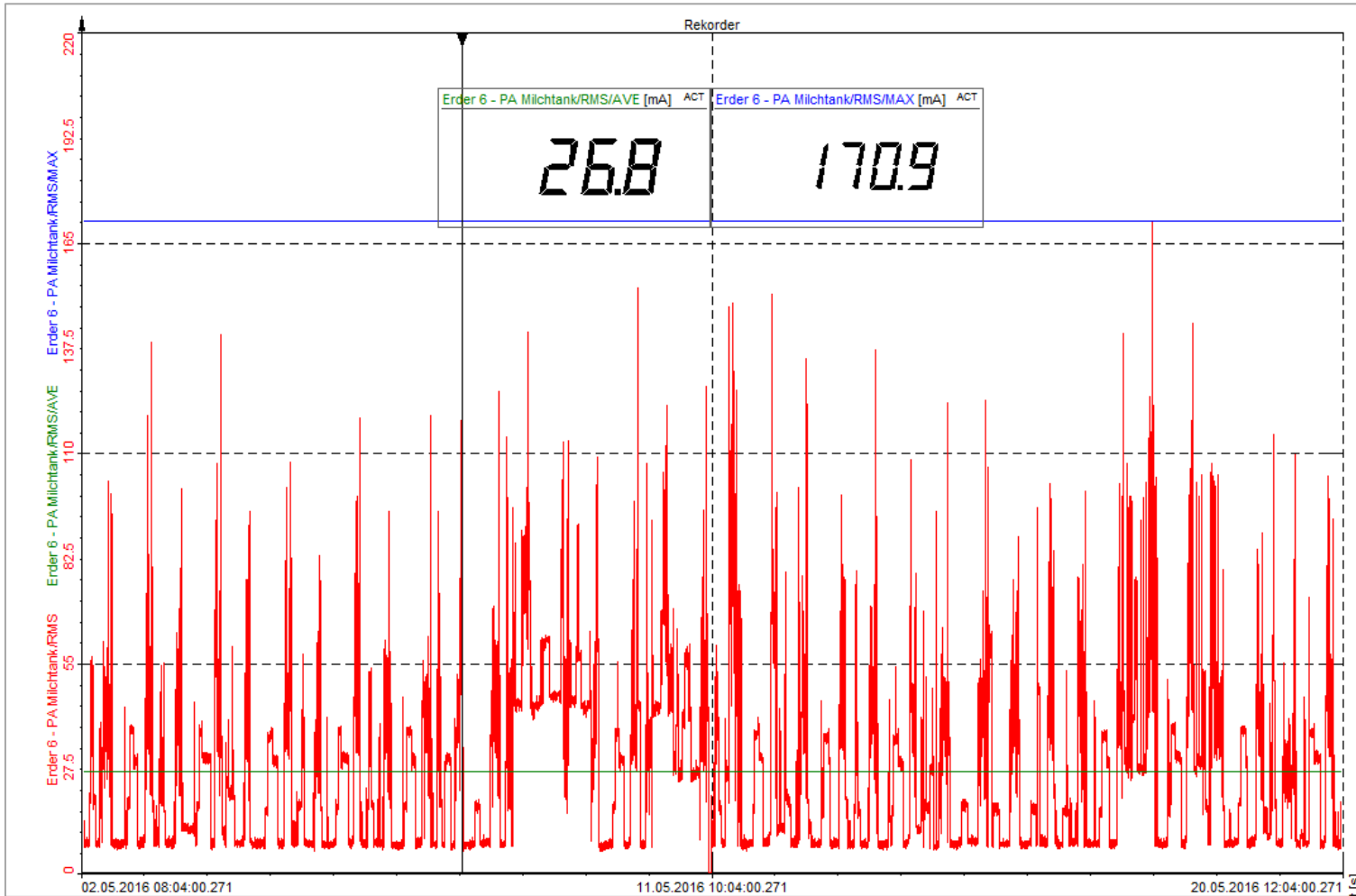


Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 64: Echtzeit-Werte Strom Erder 5 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr



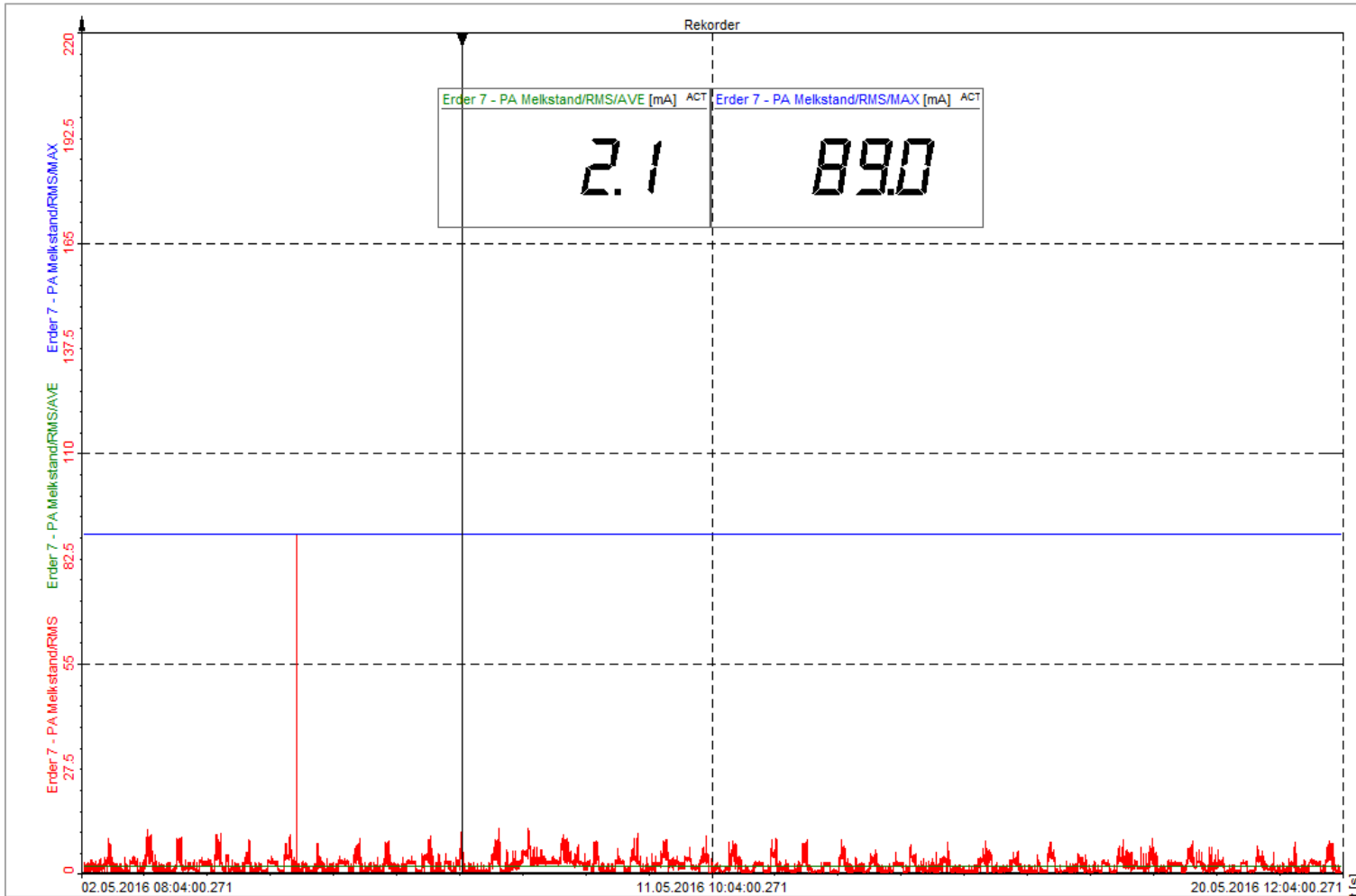
5.11.6 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 6 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 65: Echtzeit-Werte Strom Erder 6 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

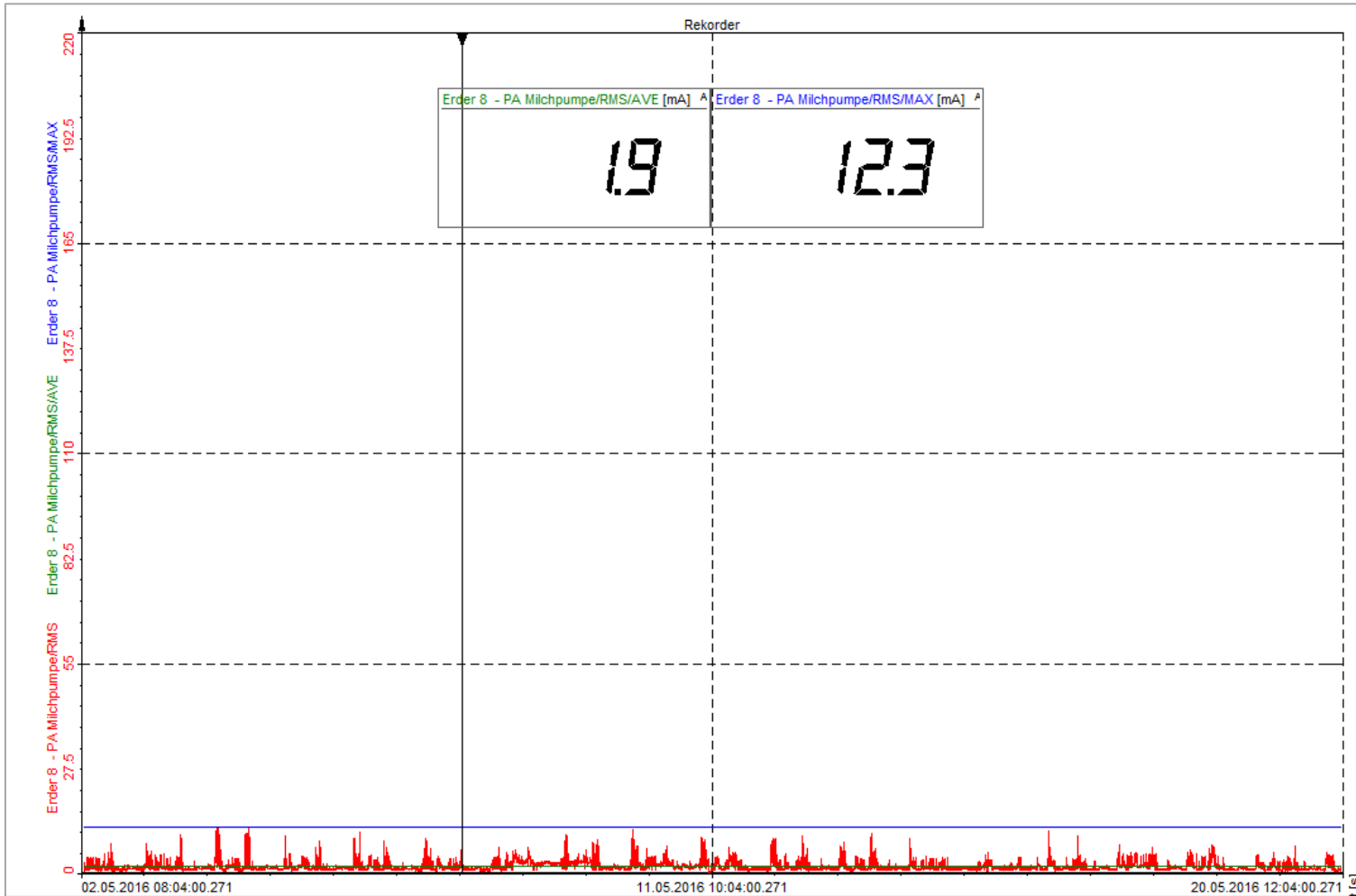
5.11.7 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 7 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 66: Echtzeit-Werte Strom Erder 7 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.11.8 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 8 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

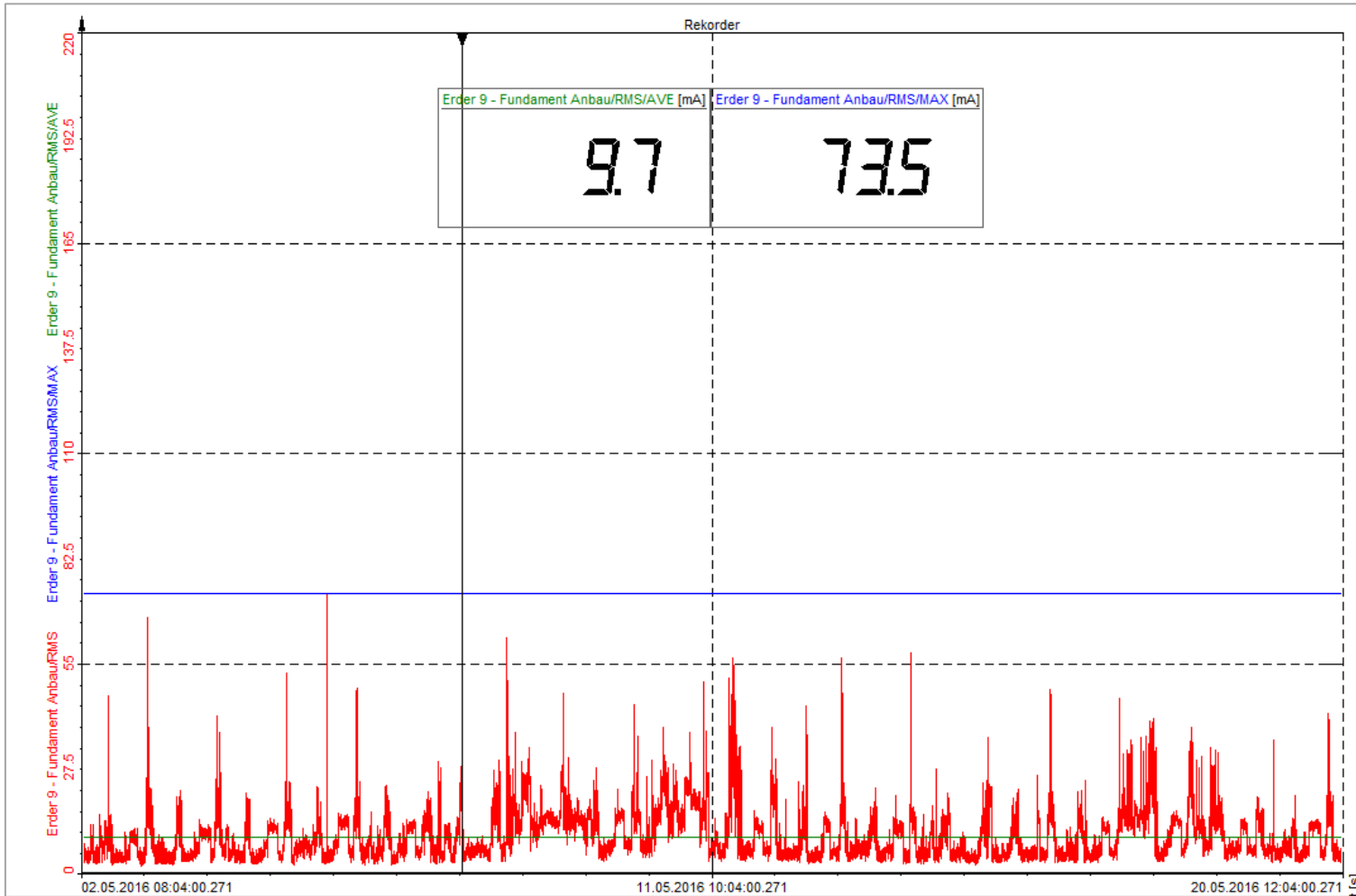


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 67: Echtzeit-Werte Strom Erder 8 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr



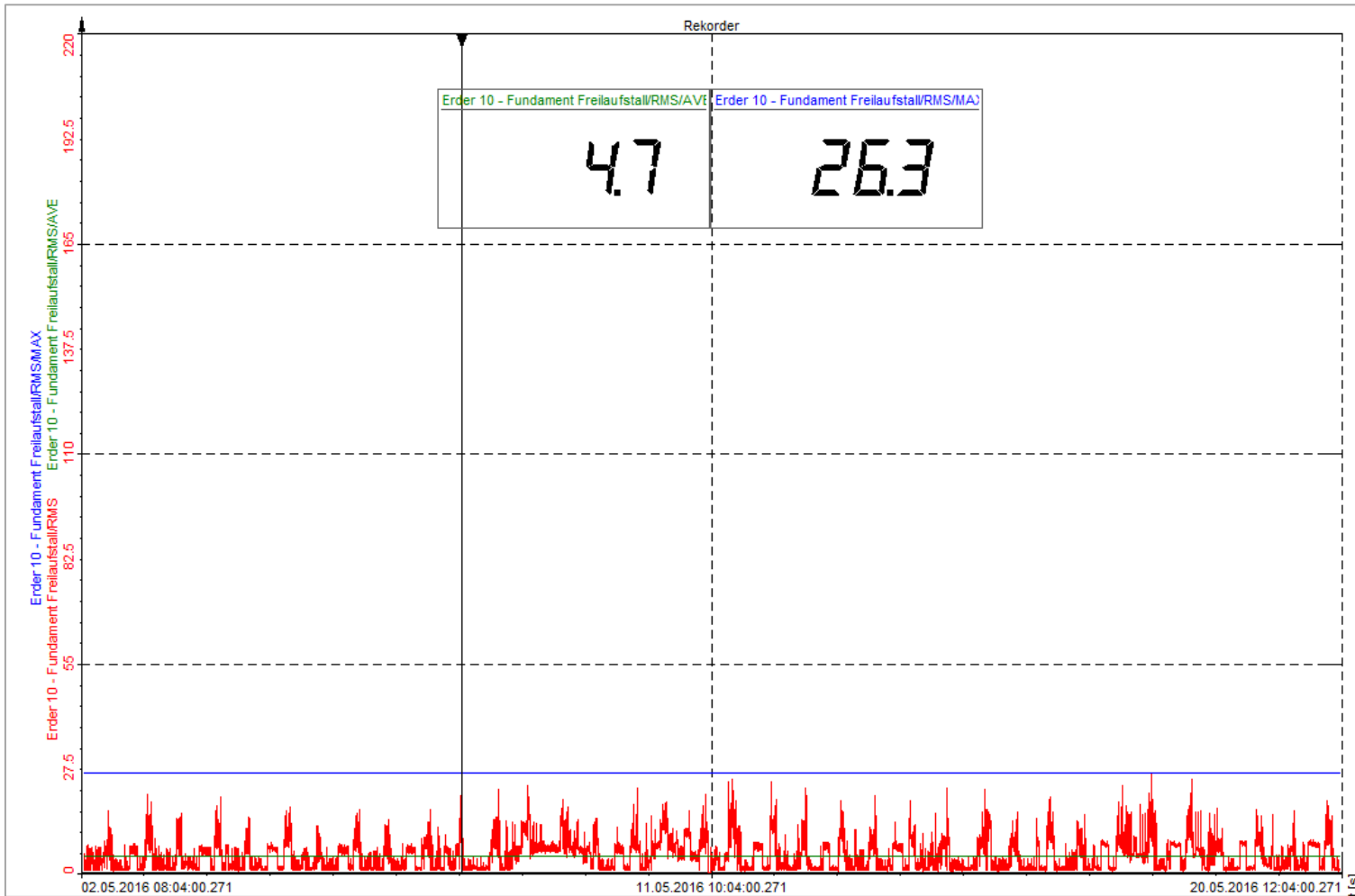
5.11.9 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 9 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 68: Echtzeit-Werte Strom Erder 9 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

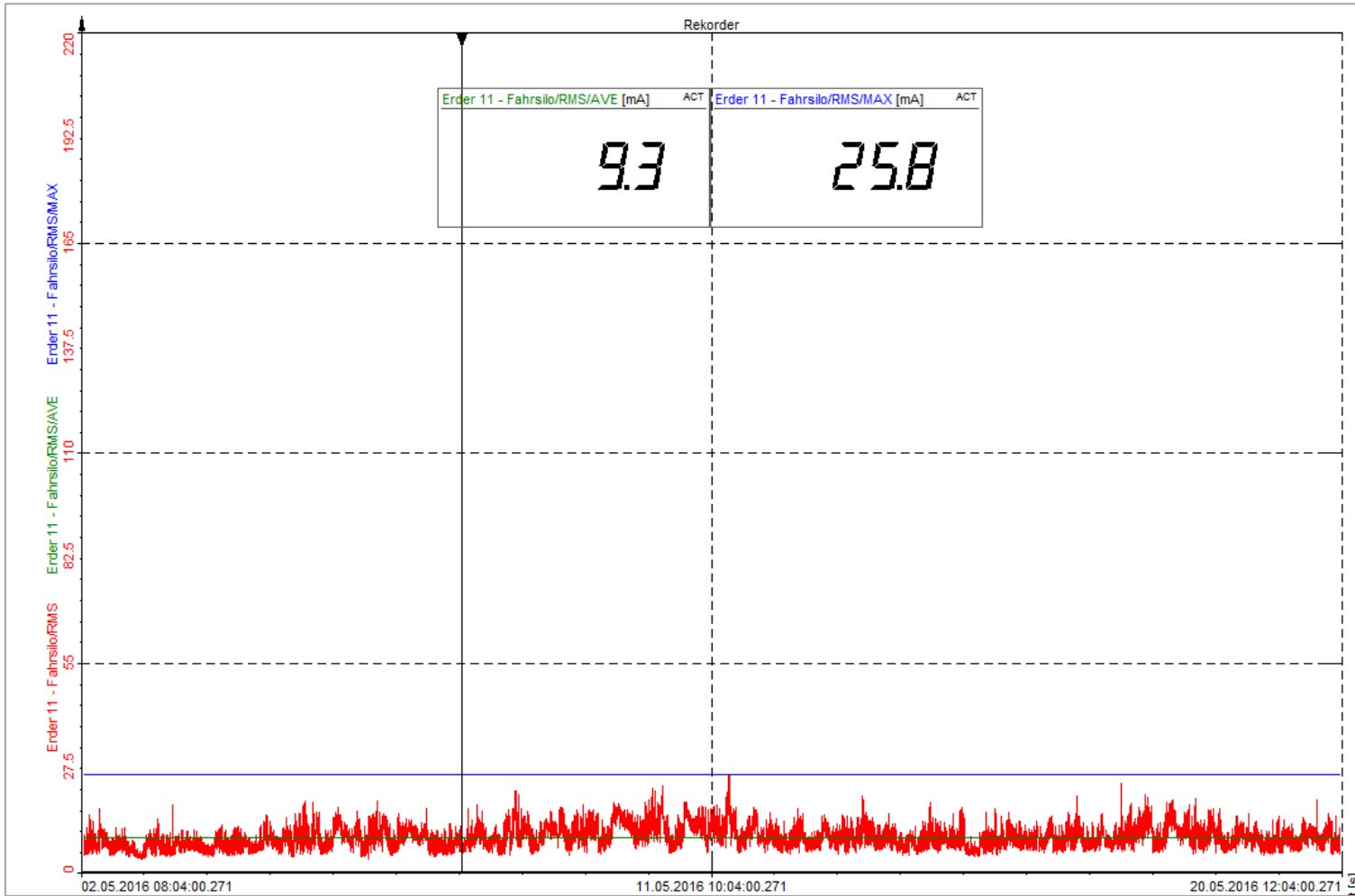
5.11.10 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 10 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 69: Echtzeit-Werte Strom Erder 10 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.11.11 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 11 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

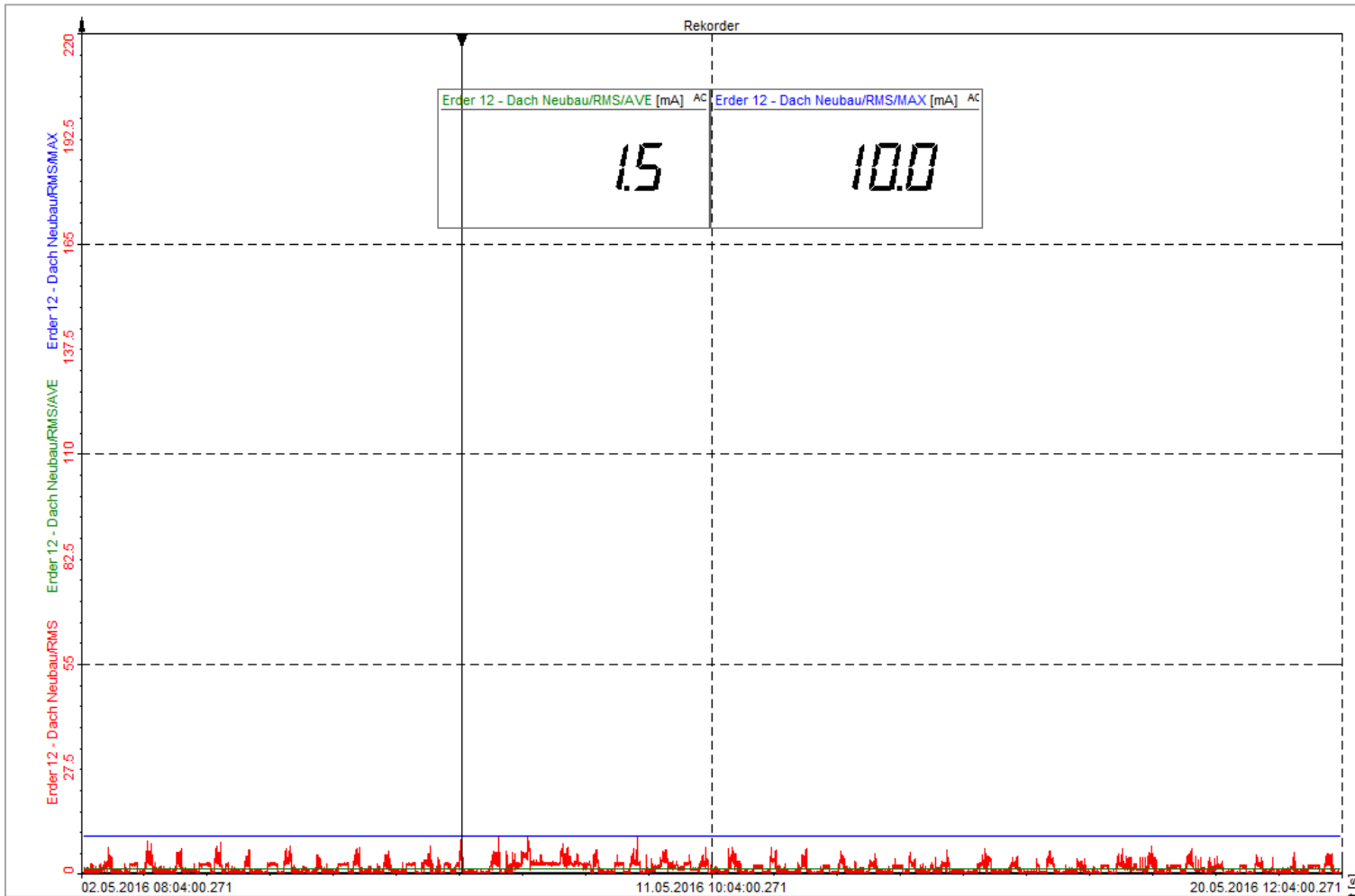


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 70: Echtzeit-Werte Strom Erder 11 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr



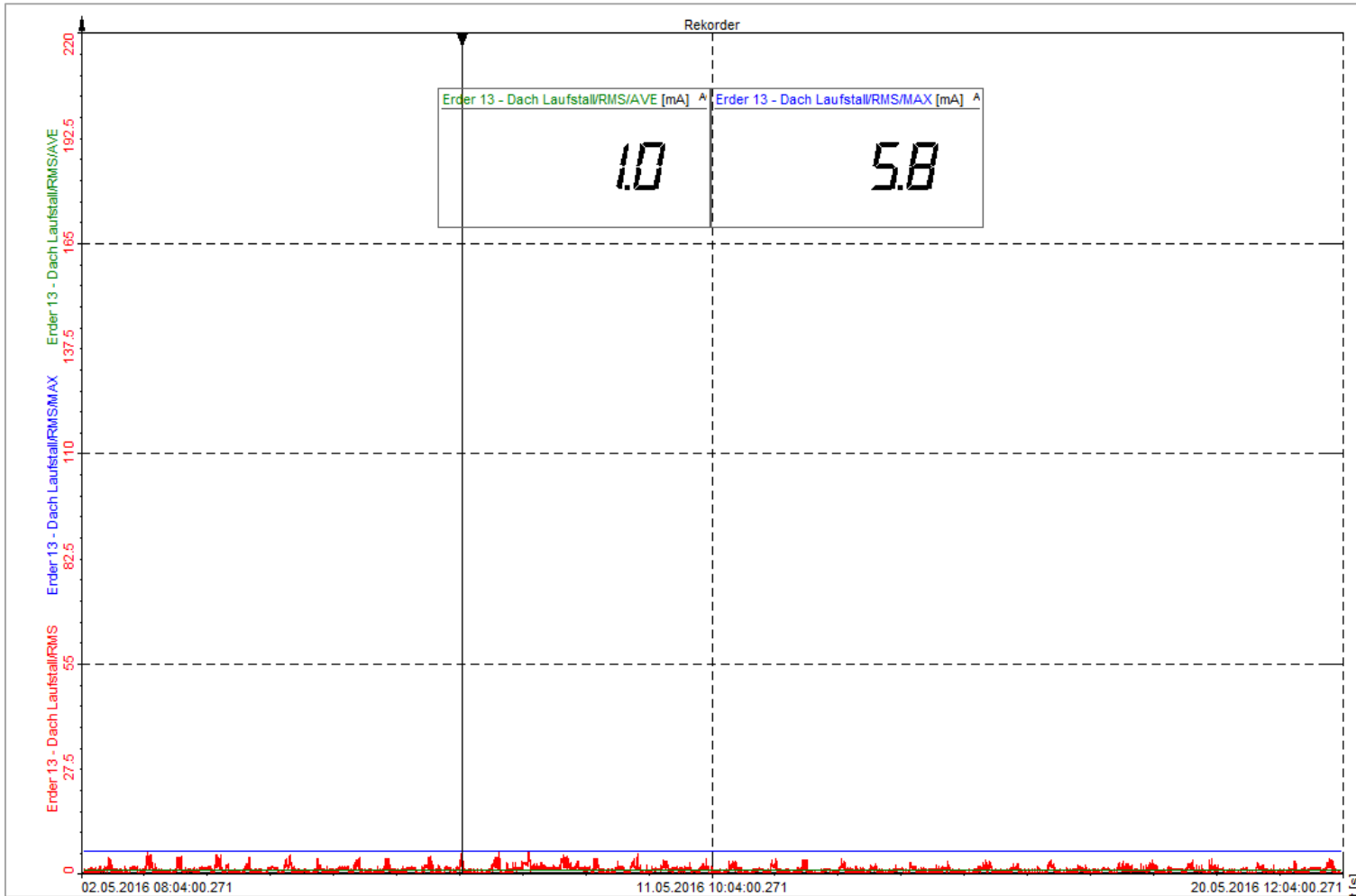
5.11.12 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 12 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

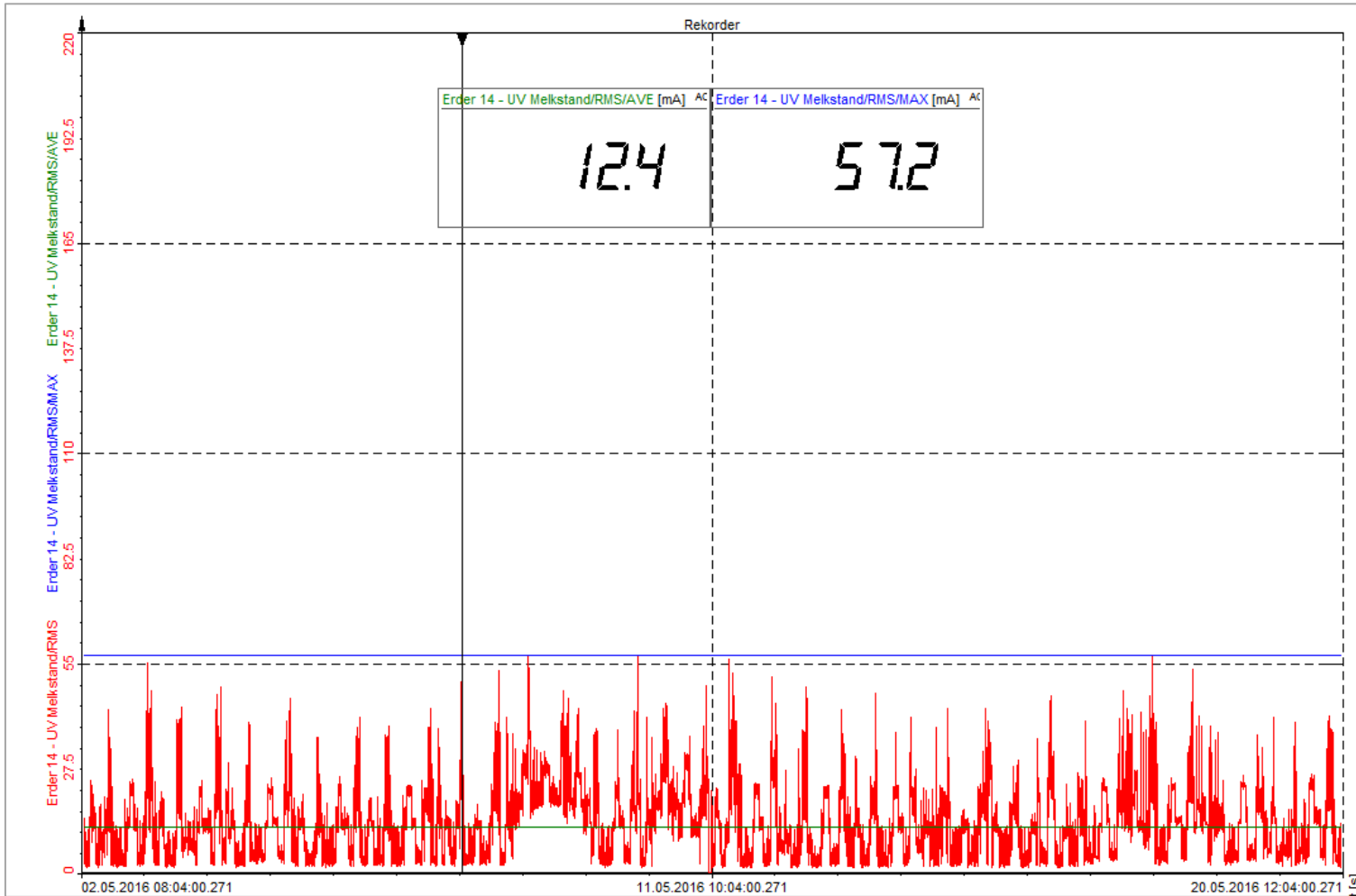
Grafik 71: Echtzeit-Werte Strom Erder 12 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.11.13 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 13 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Grafik 72: Echtzeit-Werte Strom Erder 13 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.11.14 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 14 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

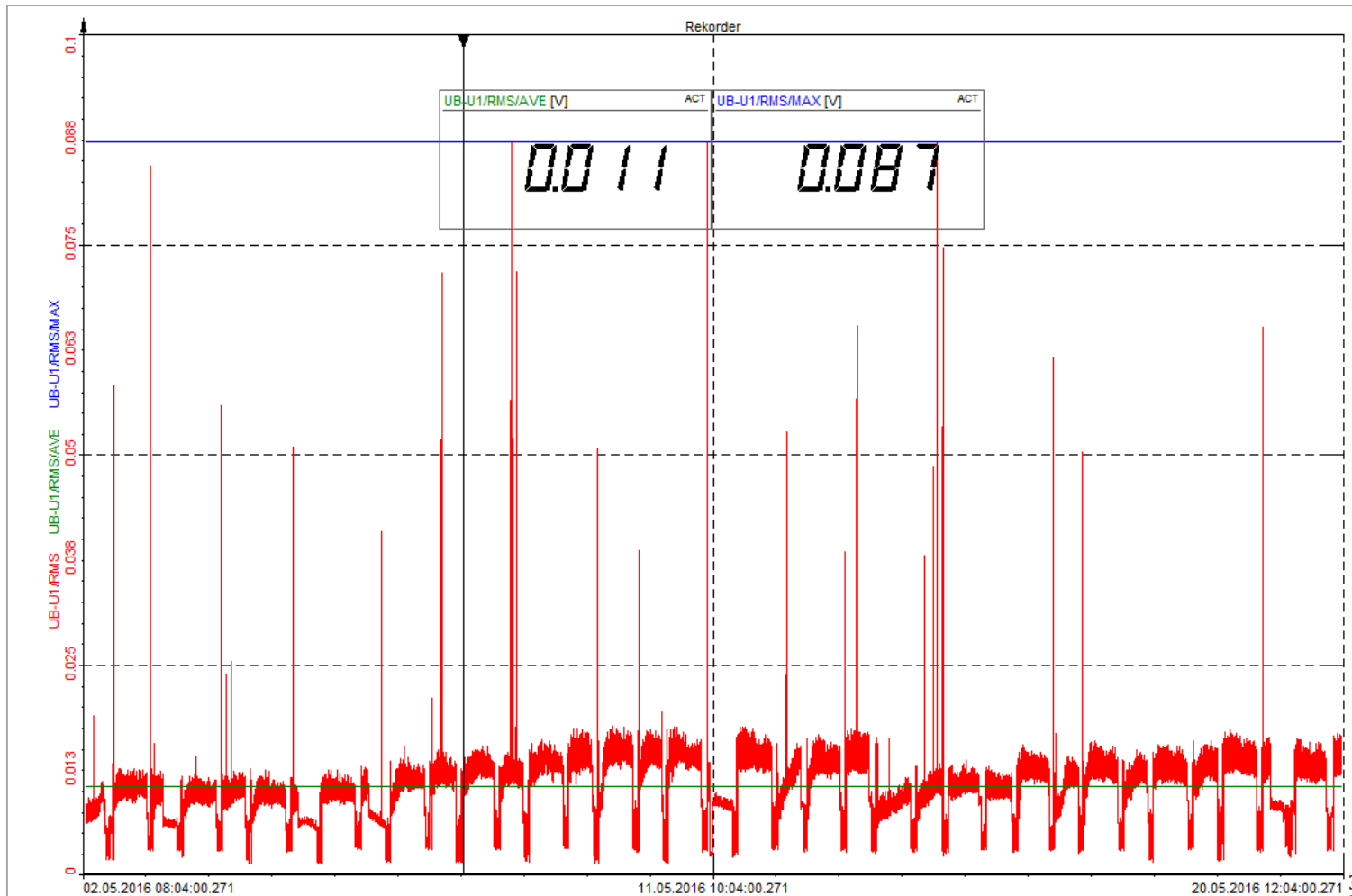


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 73: Echtzeit-Werte Strom Erder 14 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.12 Darstellung der Berührungsspannungen vom 02.05.2016 bis 20.05.2016

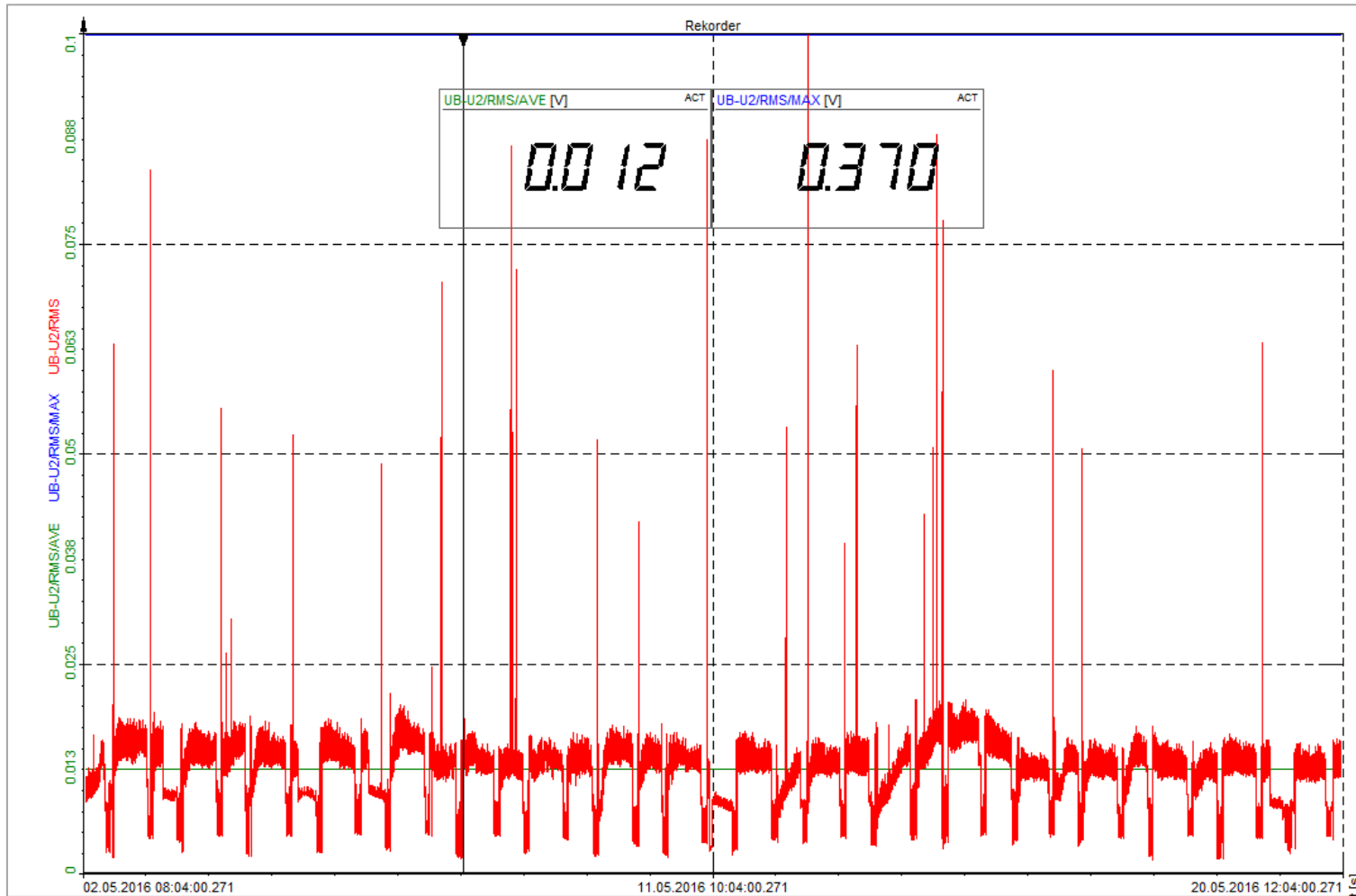
5.12.1 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U1 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Im Melkstand links



Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 74: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U1 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

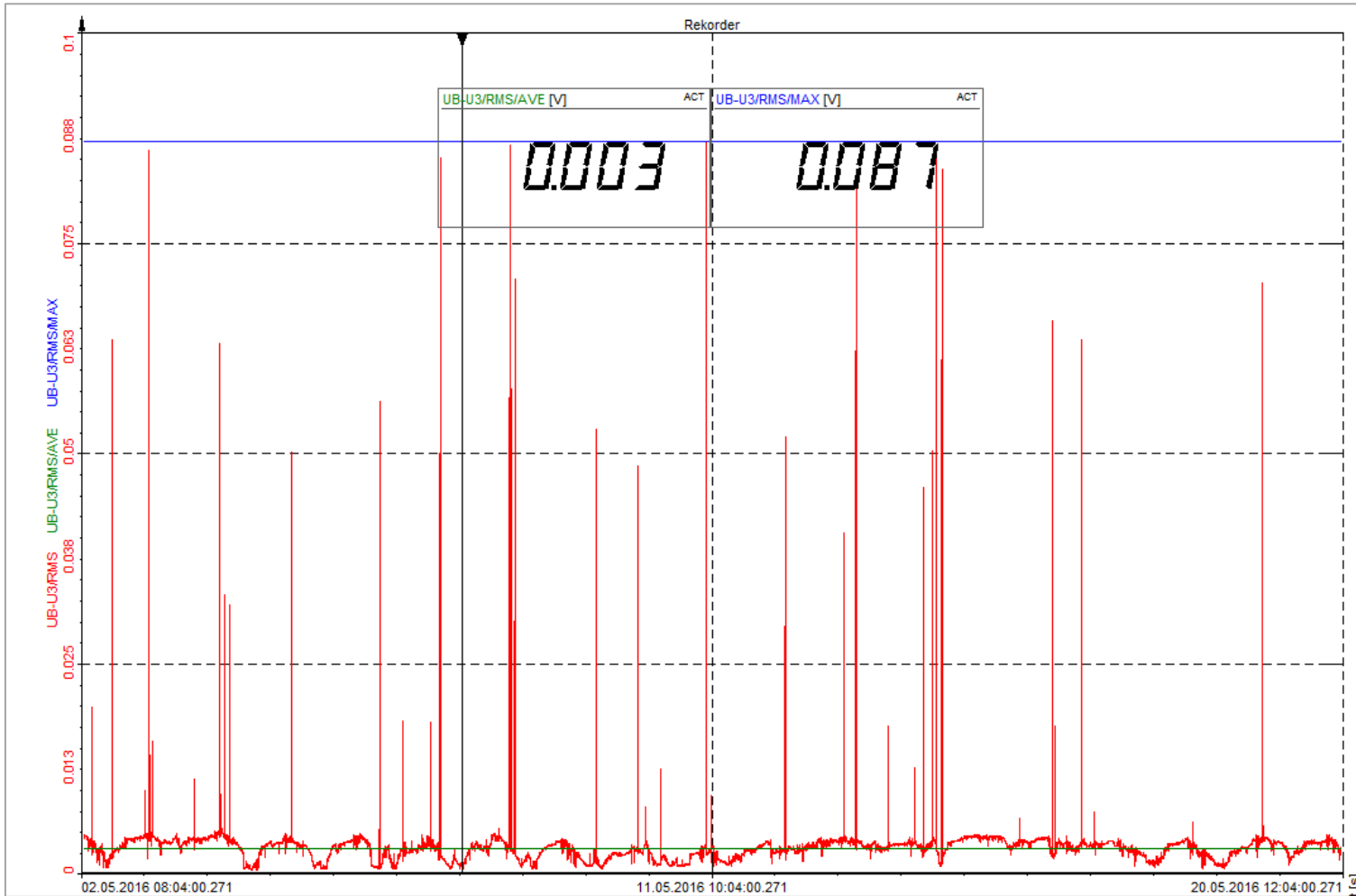
5.12.2 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U₂ bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: Im Melkstand rechts



Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 75: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U₂ vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr

5.12.3 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U3 bei ausgeschalteten Freileitungen – Messort: bei Fundamentanschluss Freilaufstall



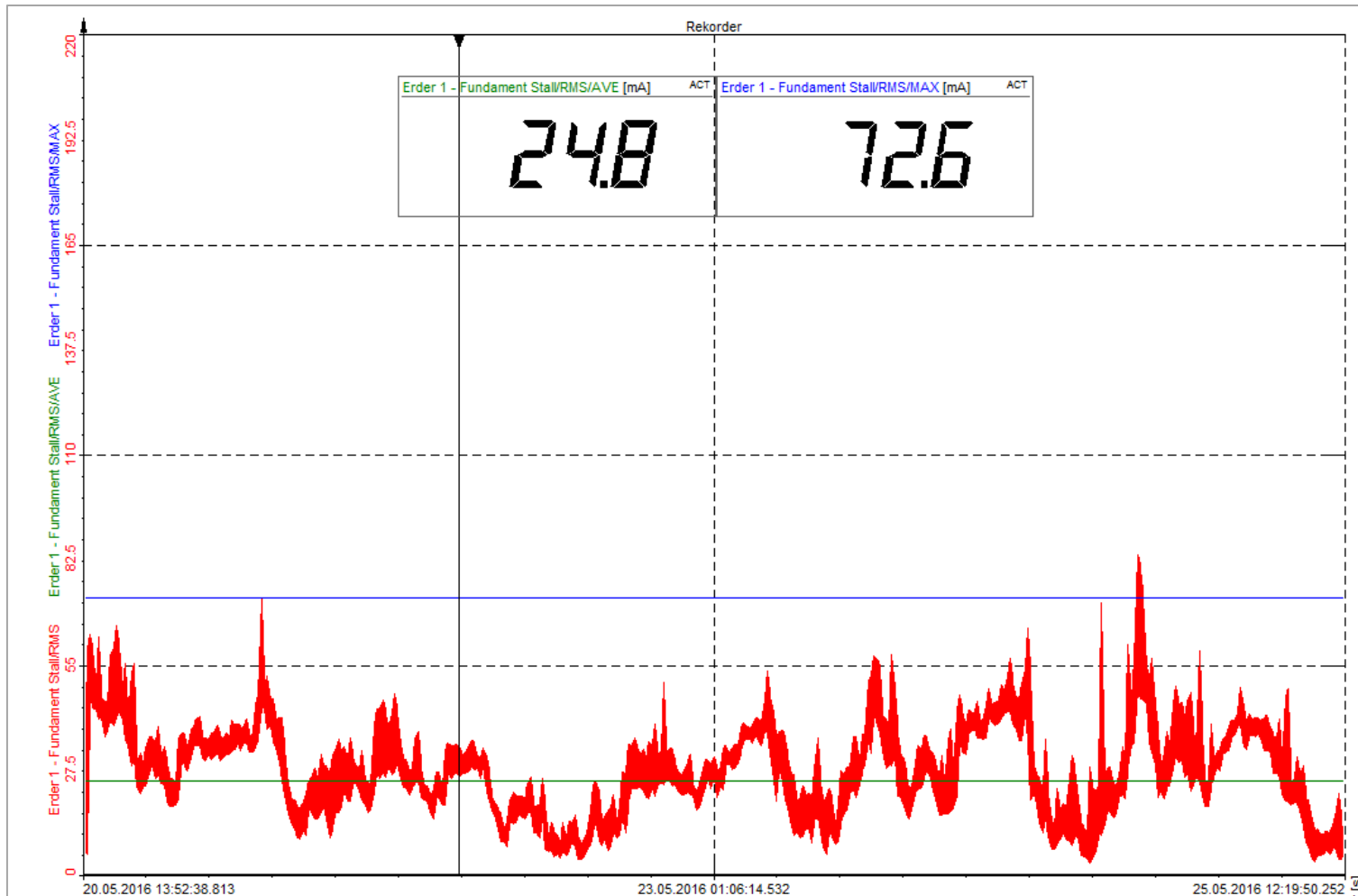
Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 76: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U3 vom 02.05.2016, 08.04 Uhr bis 20.05.2016, 12:04 Uhr



5.13 Darstellung der Erderströme vom 20.05.2016 bis 25.05.2016

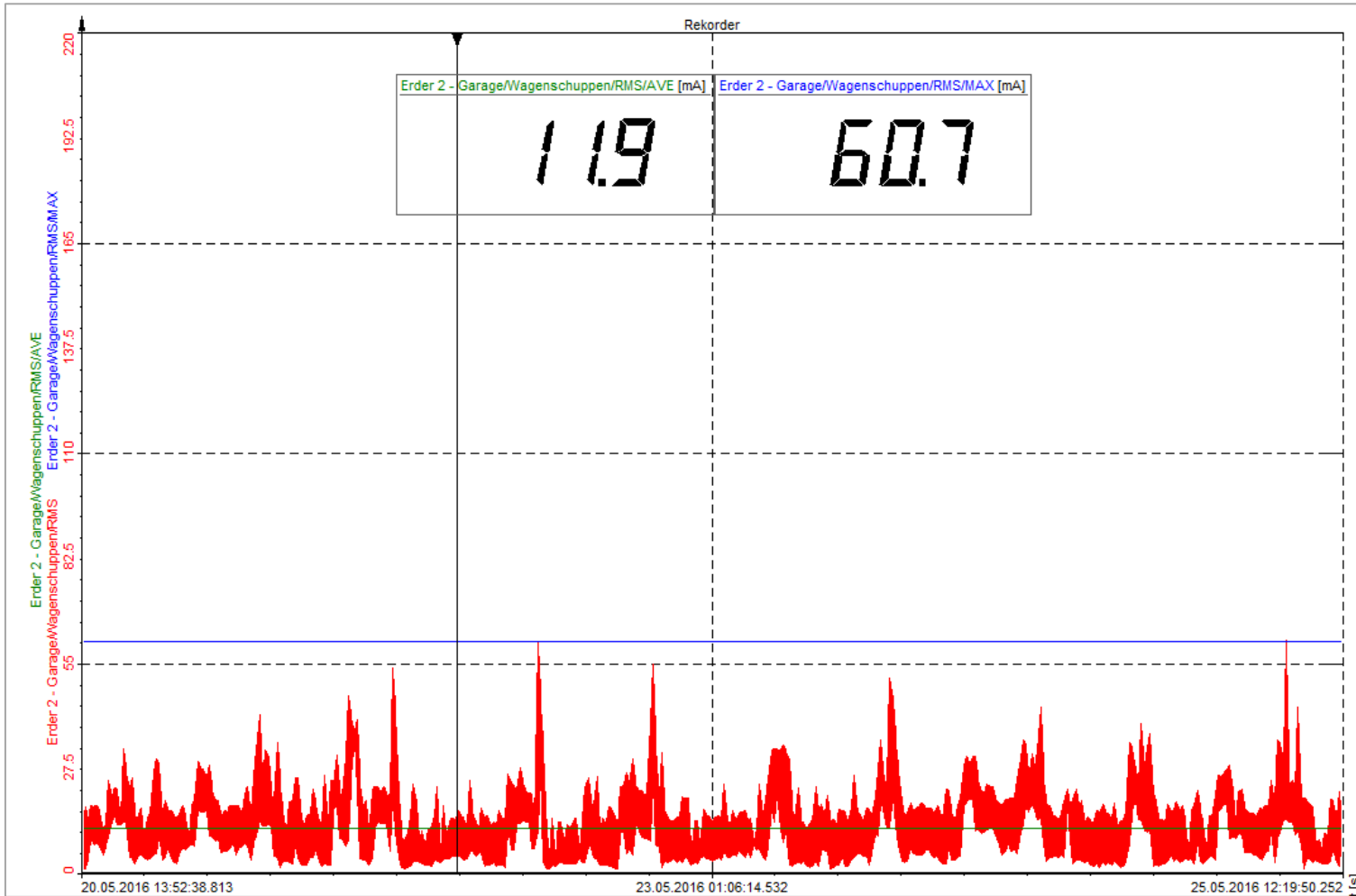
5.13.1 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 1 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 77: Echtzeit-Werte Strom Erder 1 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

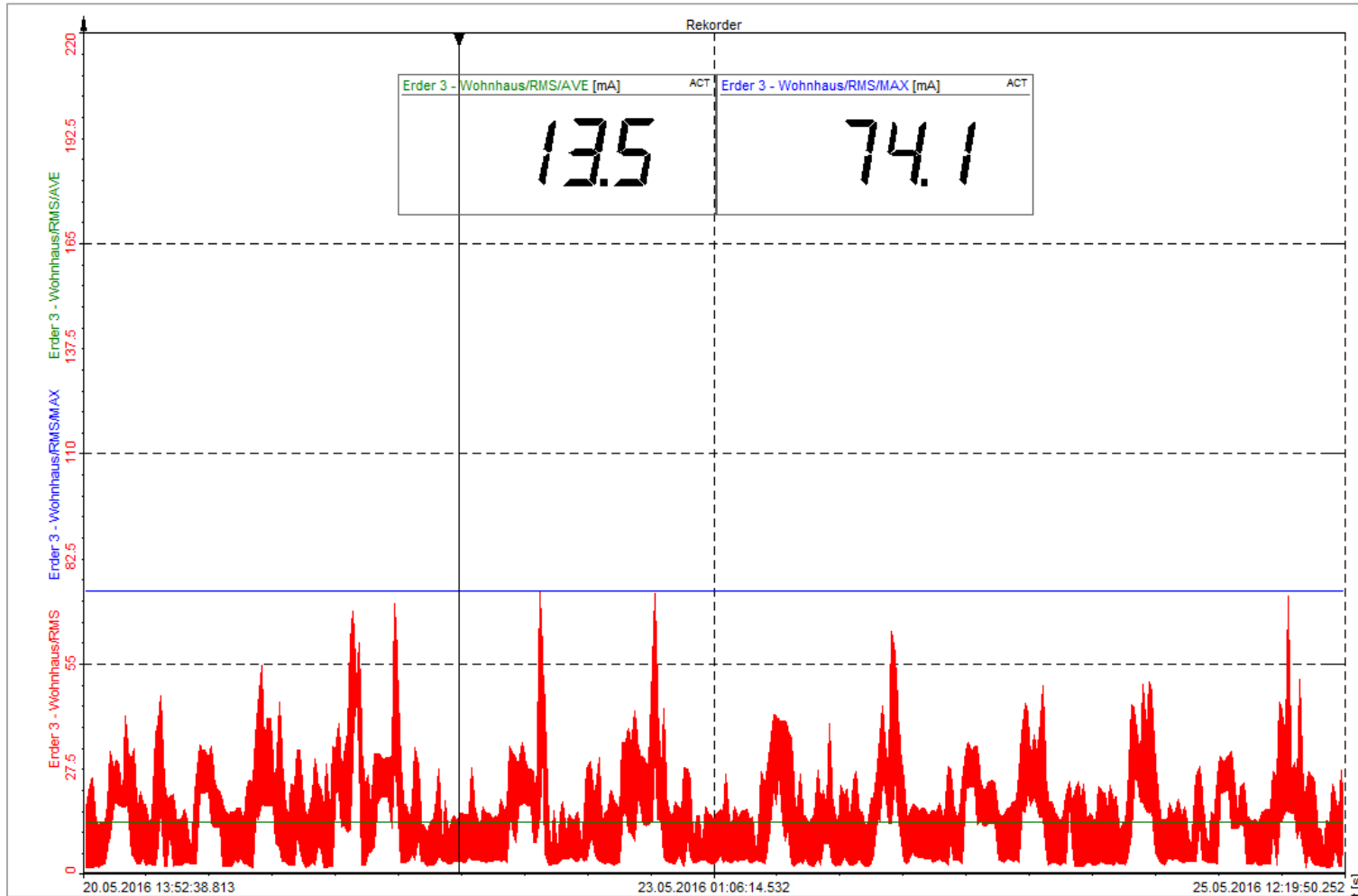
5.13.2 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 2 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 78: Echtzeit-Werte Strom Erder 2 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

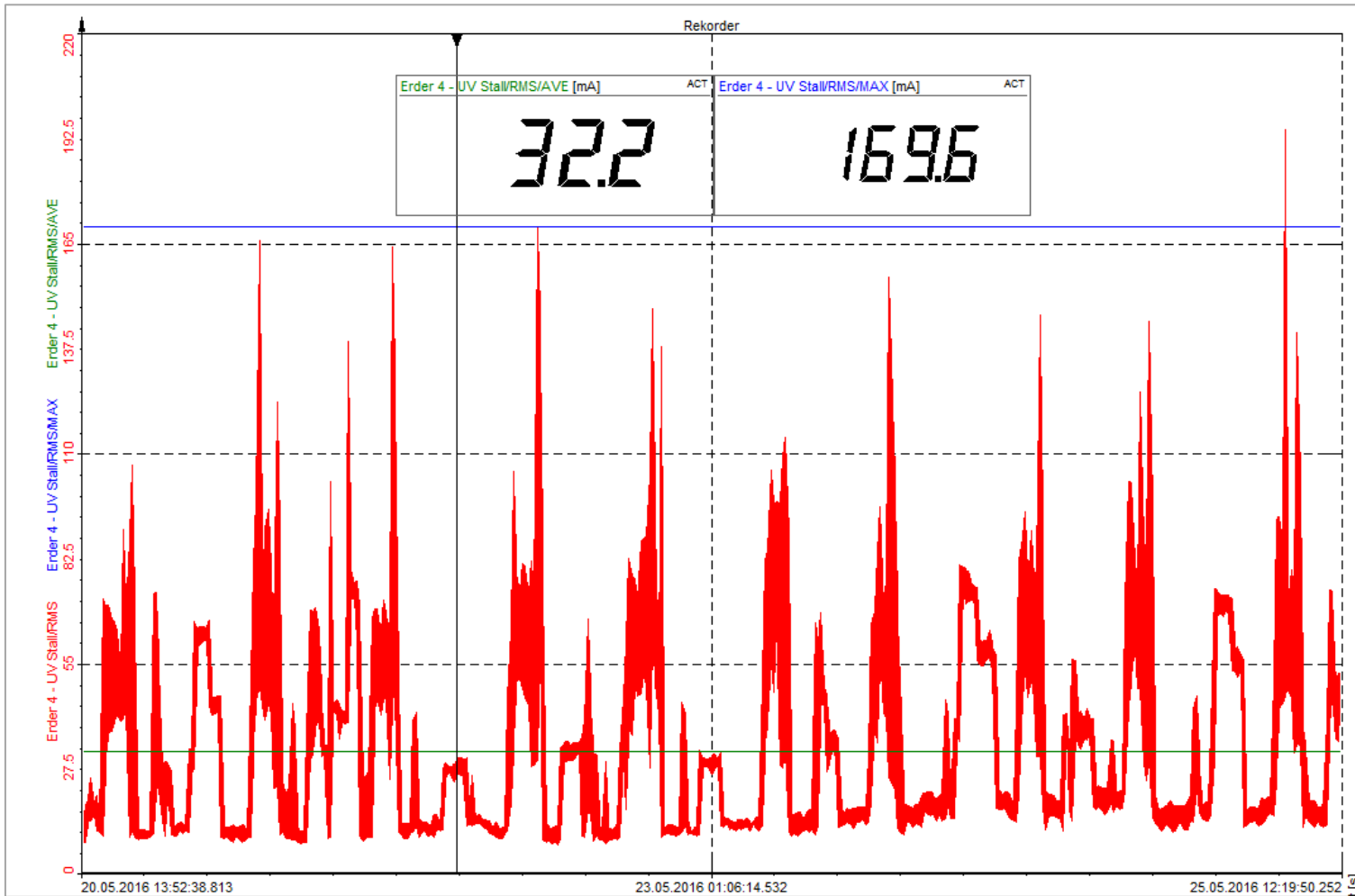
5.13.3 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 3 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 79: Echtzeit-Werte Strom Erder 3 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

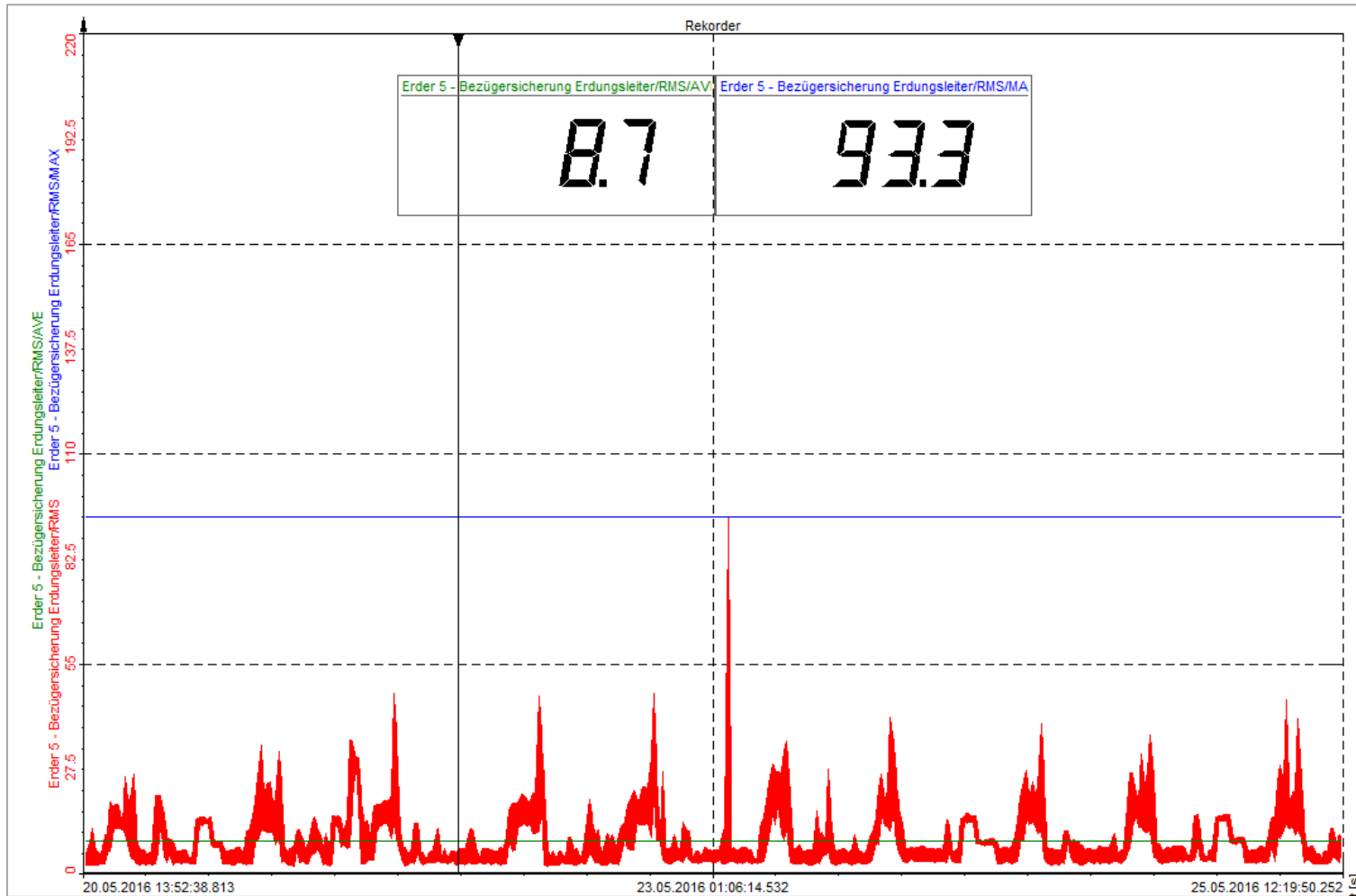
5.13.4 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 4 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 80: Echtzeit-Werte Strom Erder 4 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

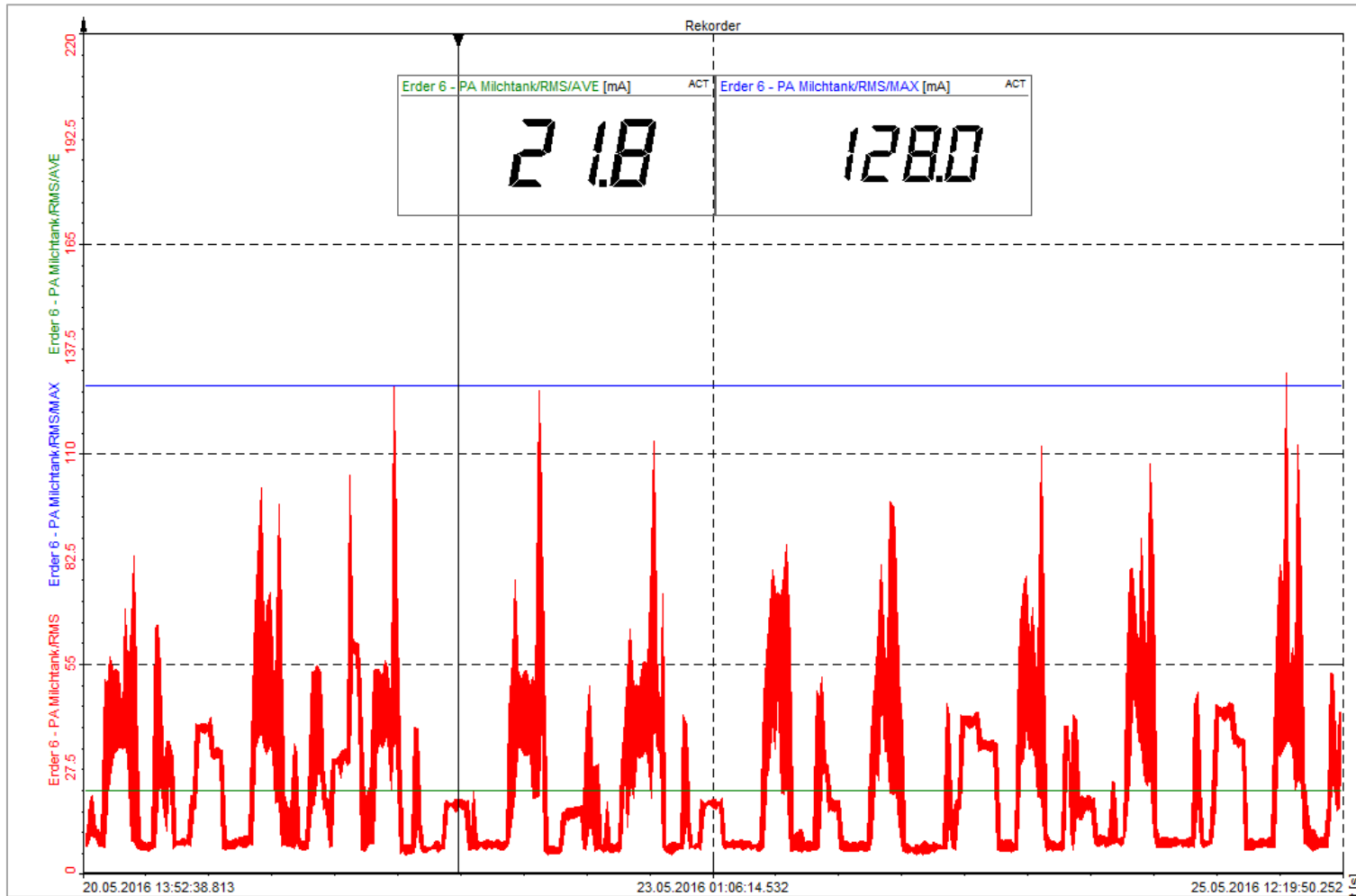
5.13.5 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 5 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 81: Echtzeit-Werte Strom Erder 5 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

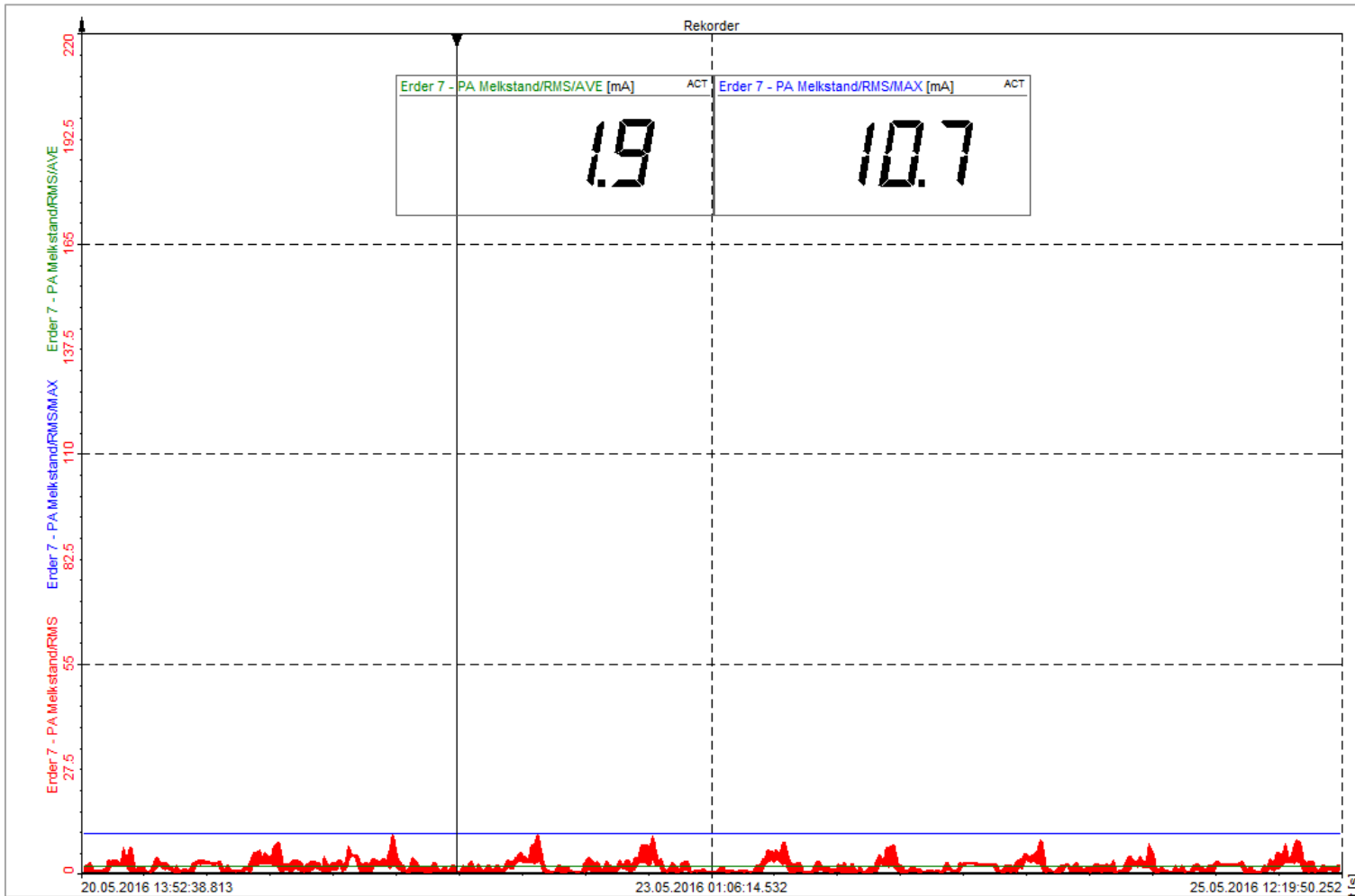
5.13.6 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 5 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 82: Echtzeit-Werte Strom Erder 6 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

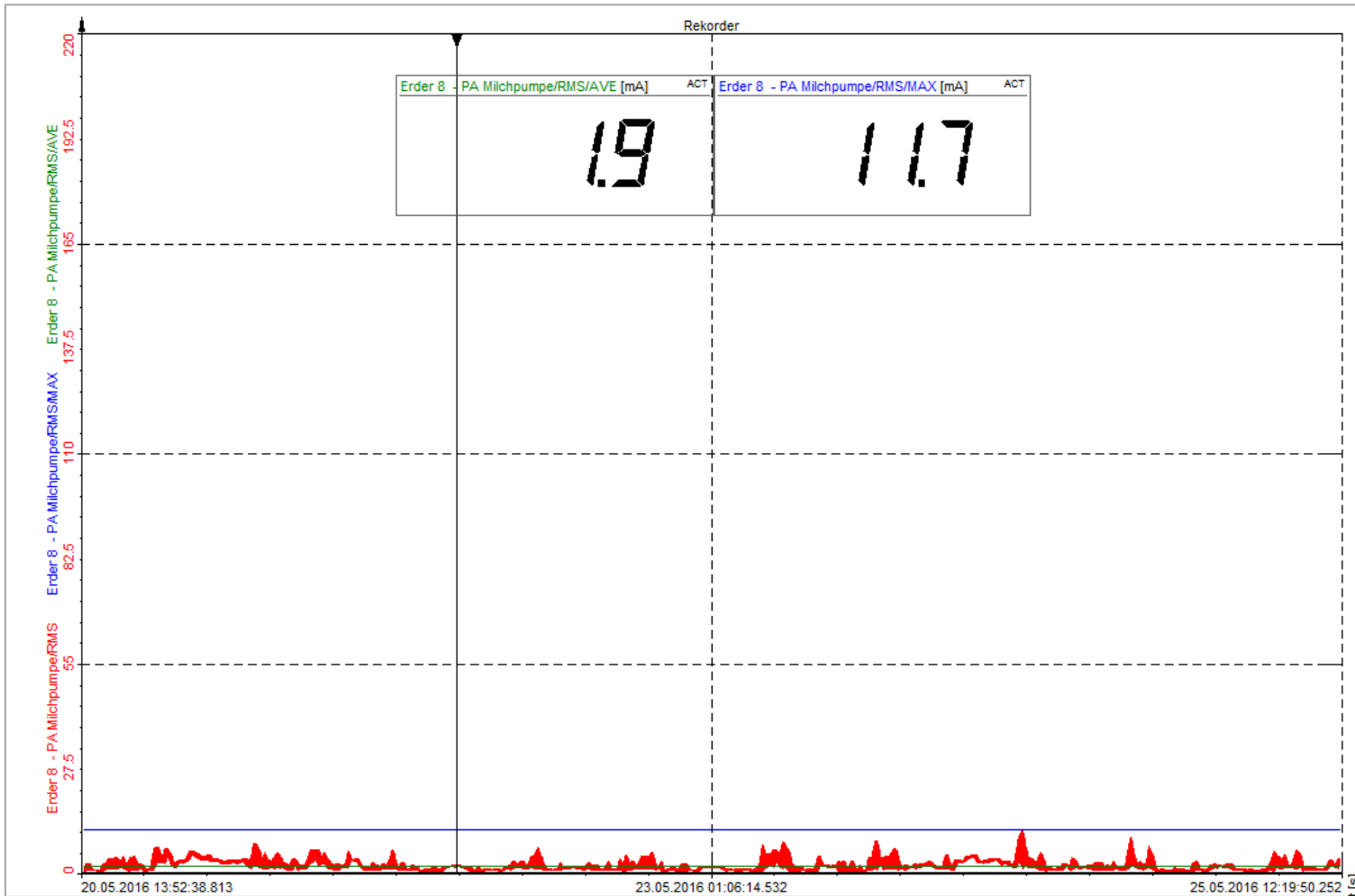
5.13.7 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 7 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 83: Echtzeit-Werte Strom Erder 7 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

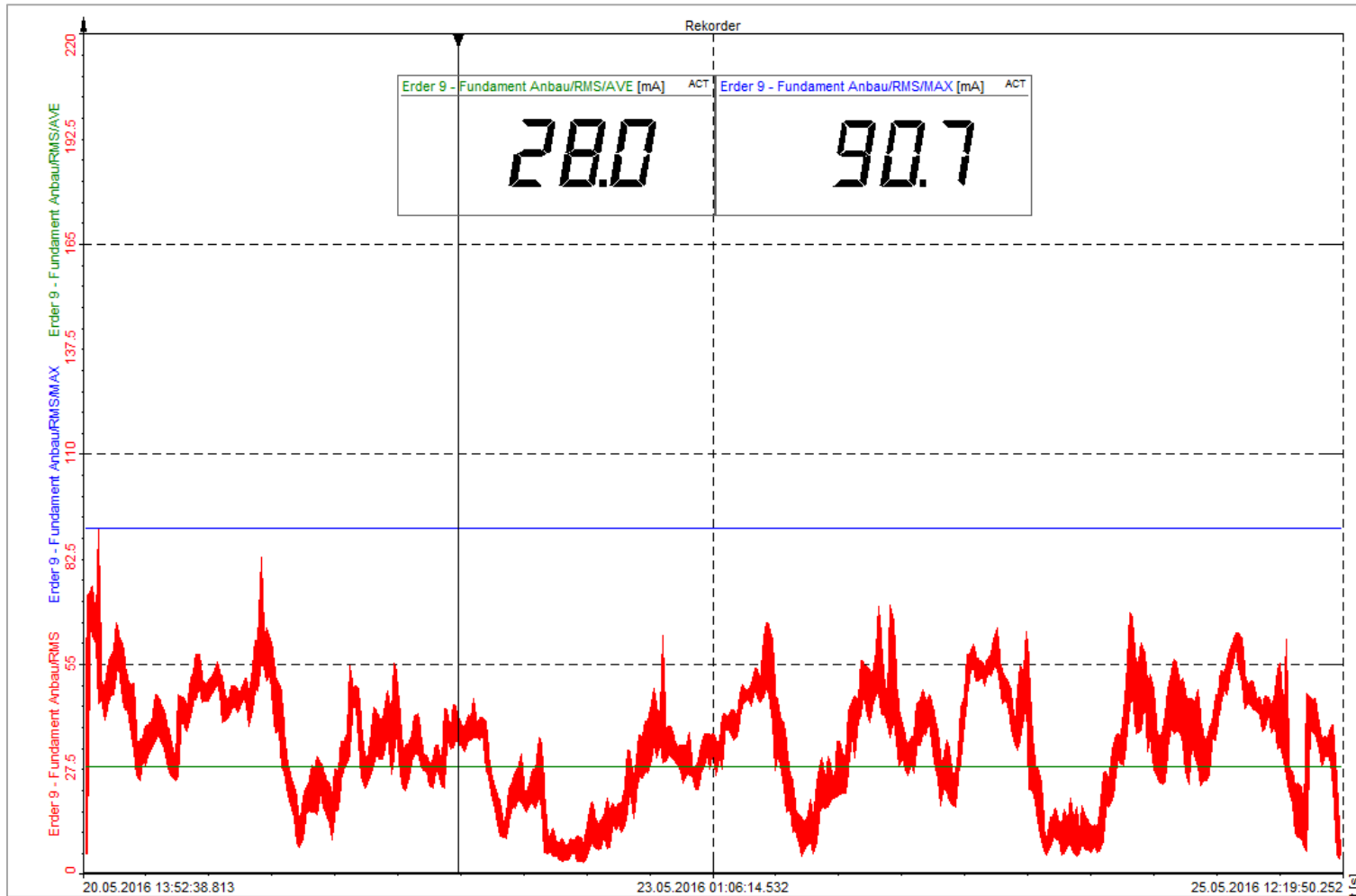
5.13.8 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 8 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 84: Echtzeit-Werte Strom Erder 8 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

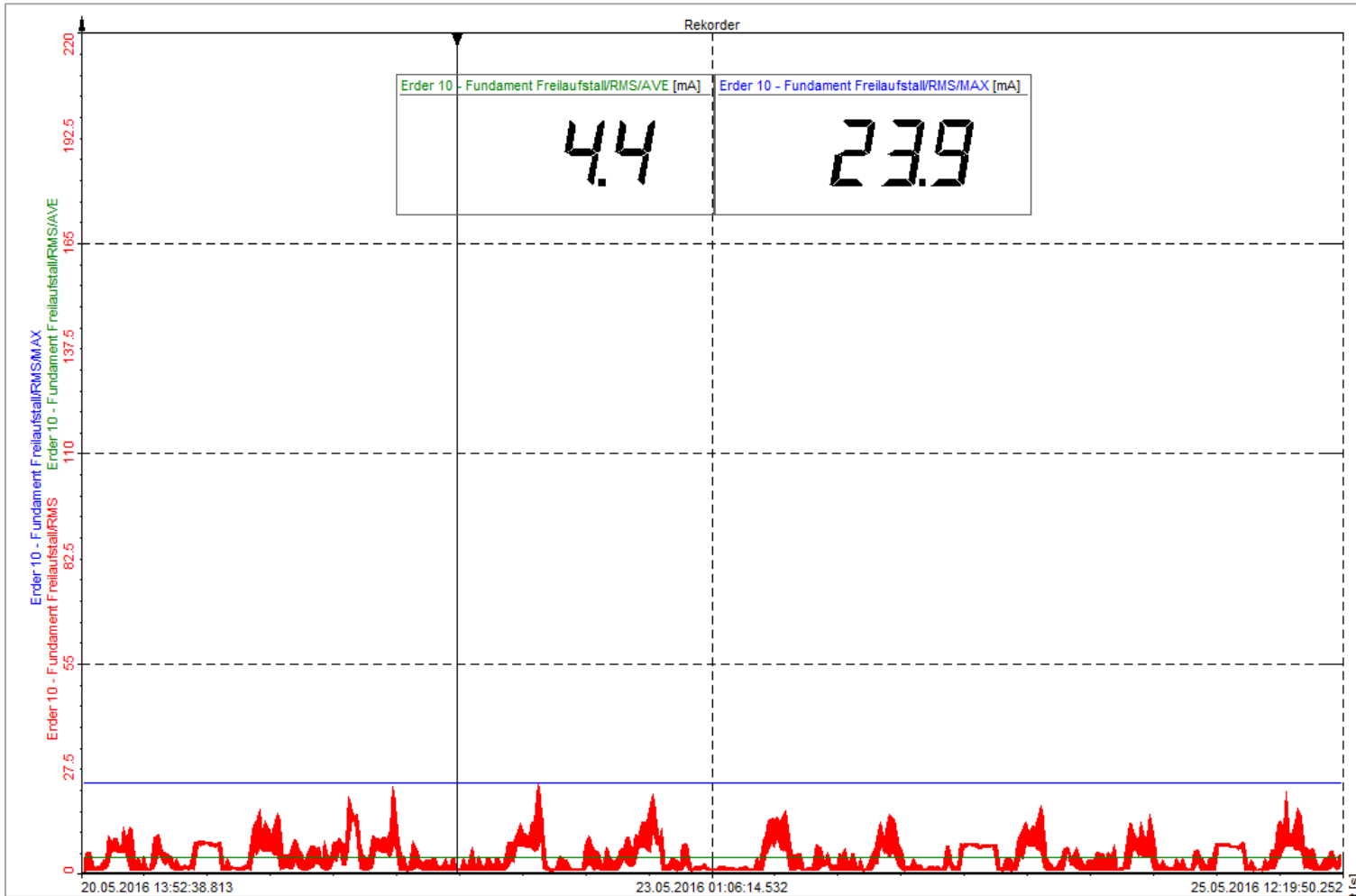
5.13.9 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 9 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 85: Echtzeit-Werte Strom Erder 9 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

5.13.10 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 10 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK

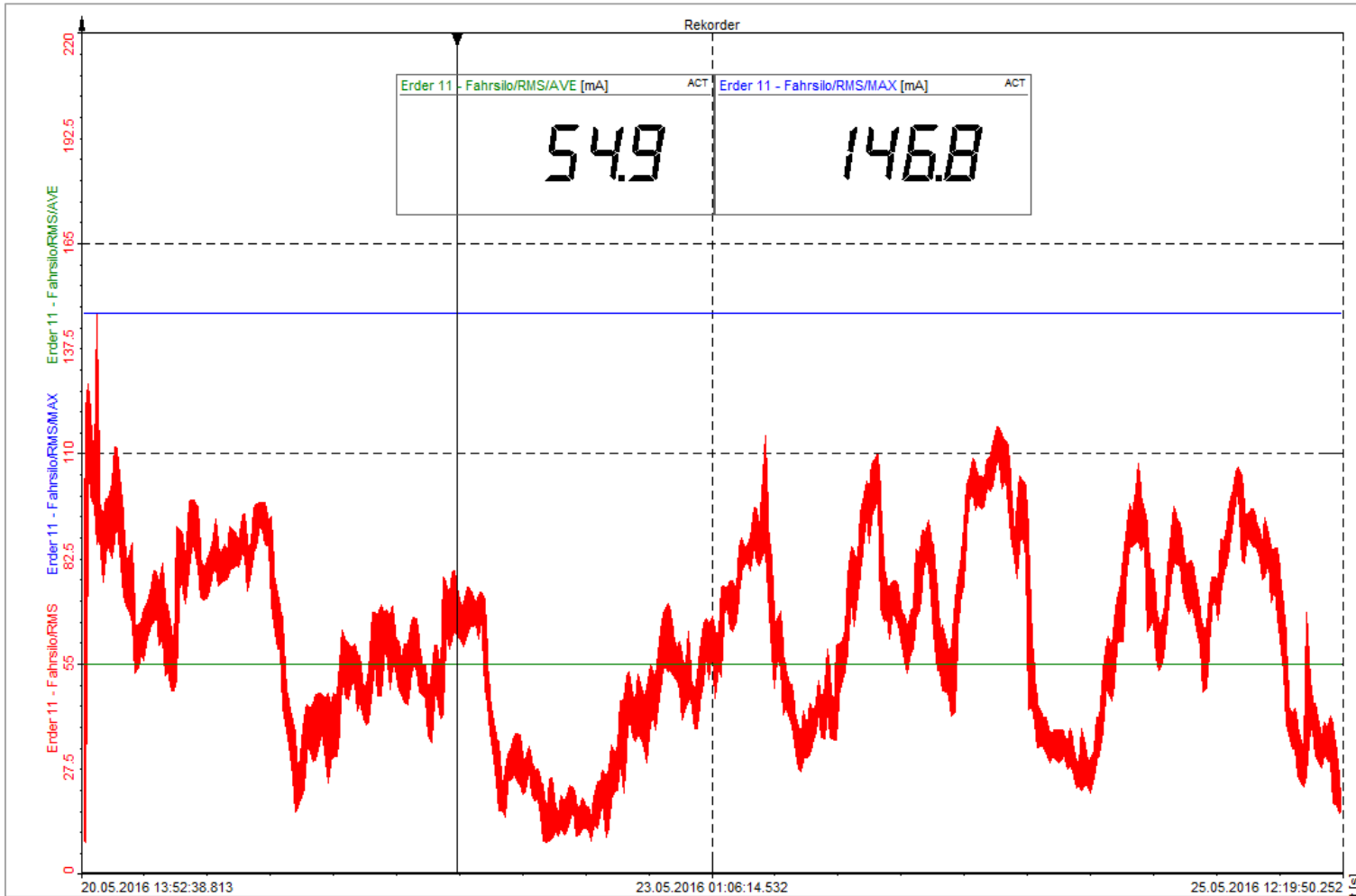


Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 86: Echtzeit-Werte Strom Erder 10 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr



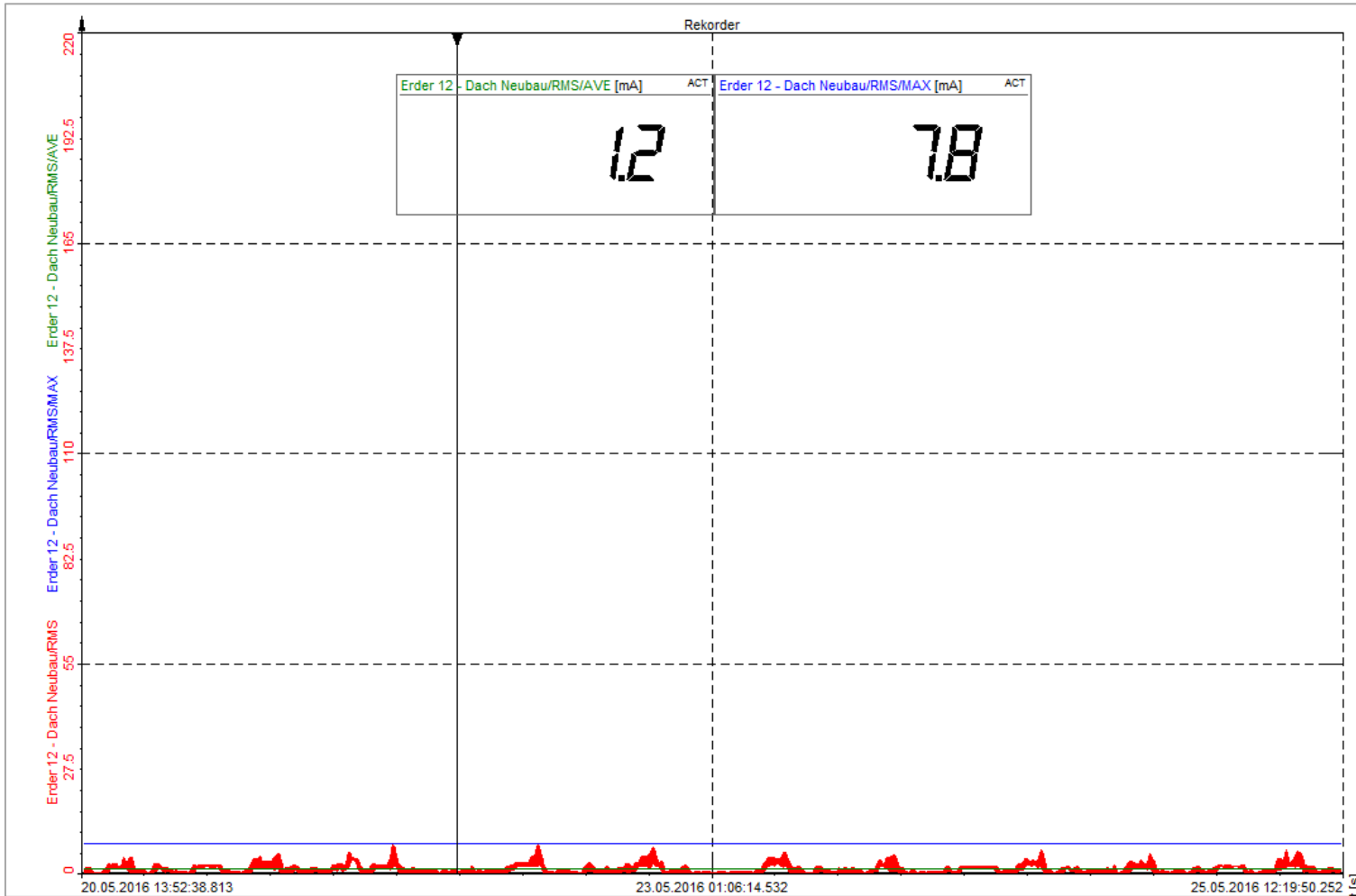
5.13.11 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 11 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
Erderstrom 0 – 220 mA
Strom-Mittelwert in mA
Strom-Maximalwert in mA

Grafik 87: Echtzeit-Werte Strom Erder 11 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

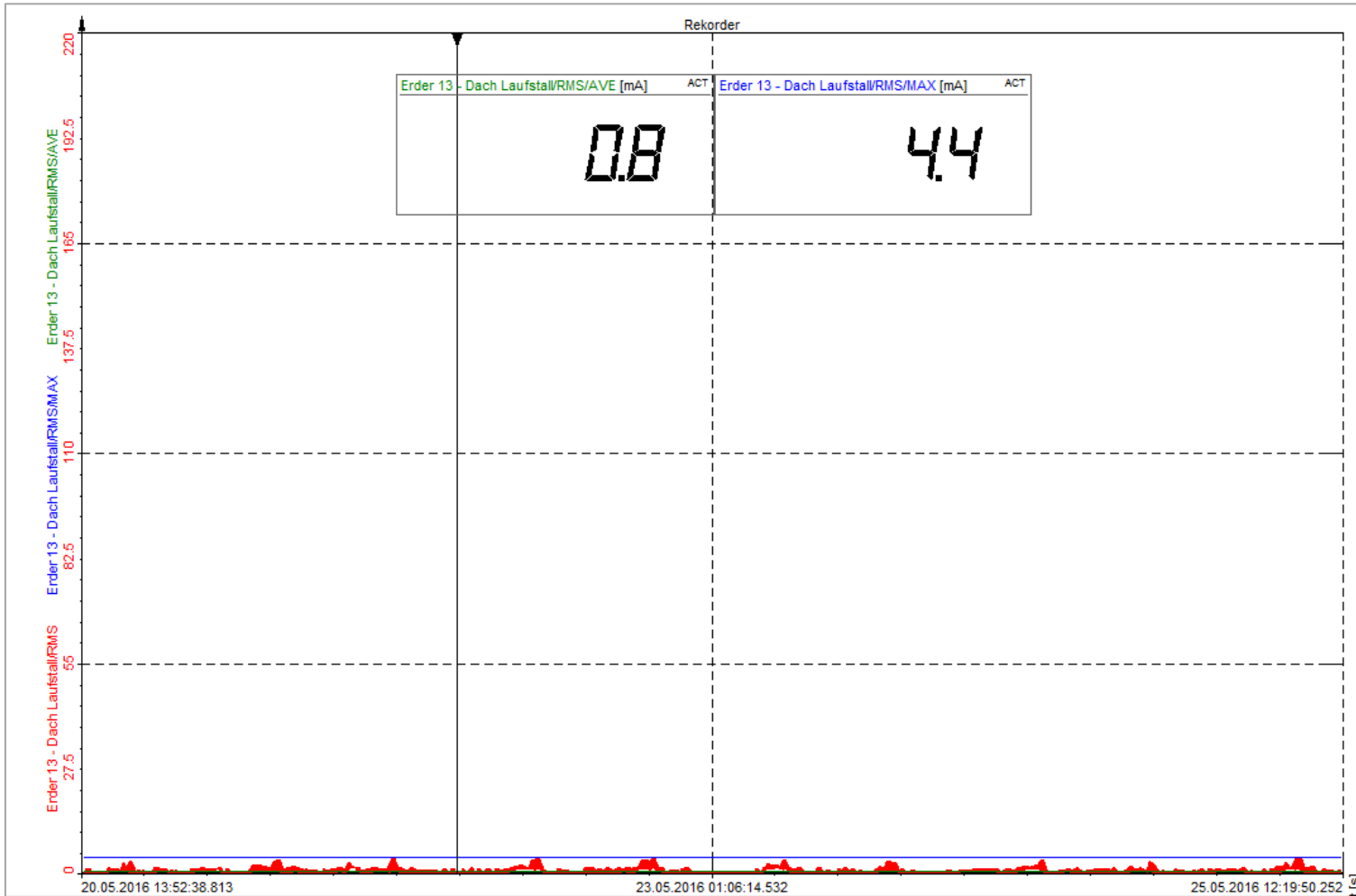
5.13.12 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 12 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 88: Echtzeit-Werte Strom Erder 12 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

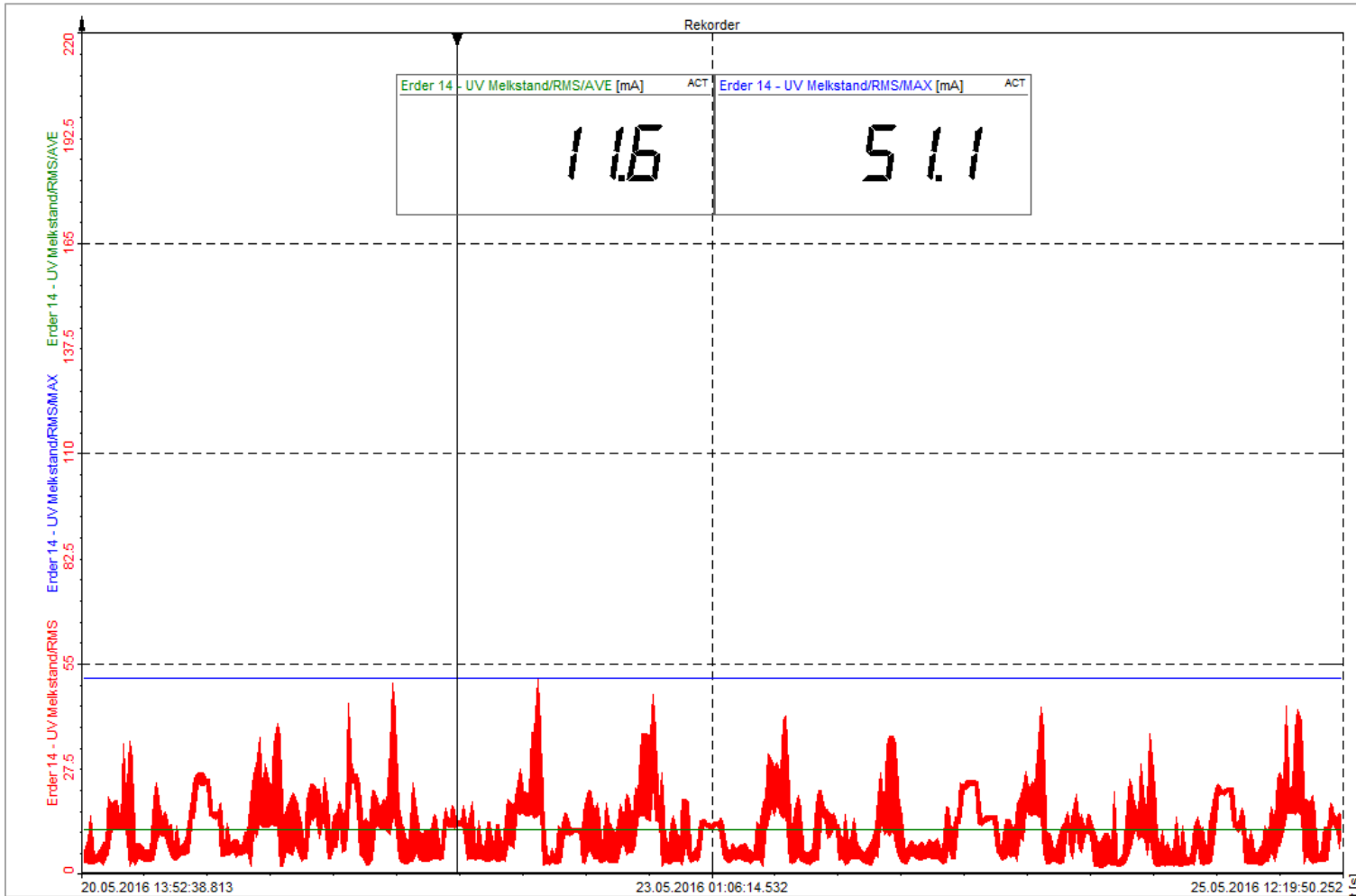
5.13.13 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 13 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 89: Echtzeit-Werte Strom Erder 13 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

5.13.14 Automatische Aufzeichnung Strom Erder 14 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Potentialausgleichsschiene im HAK



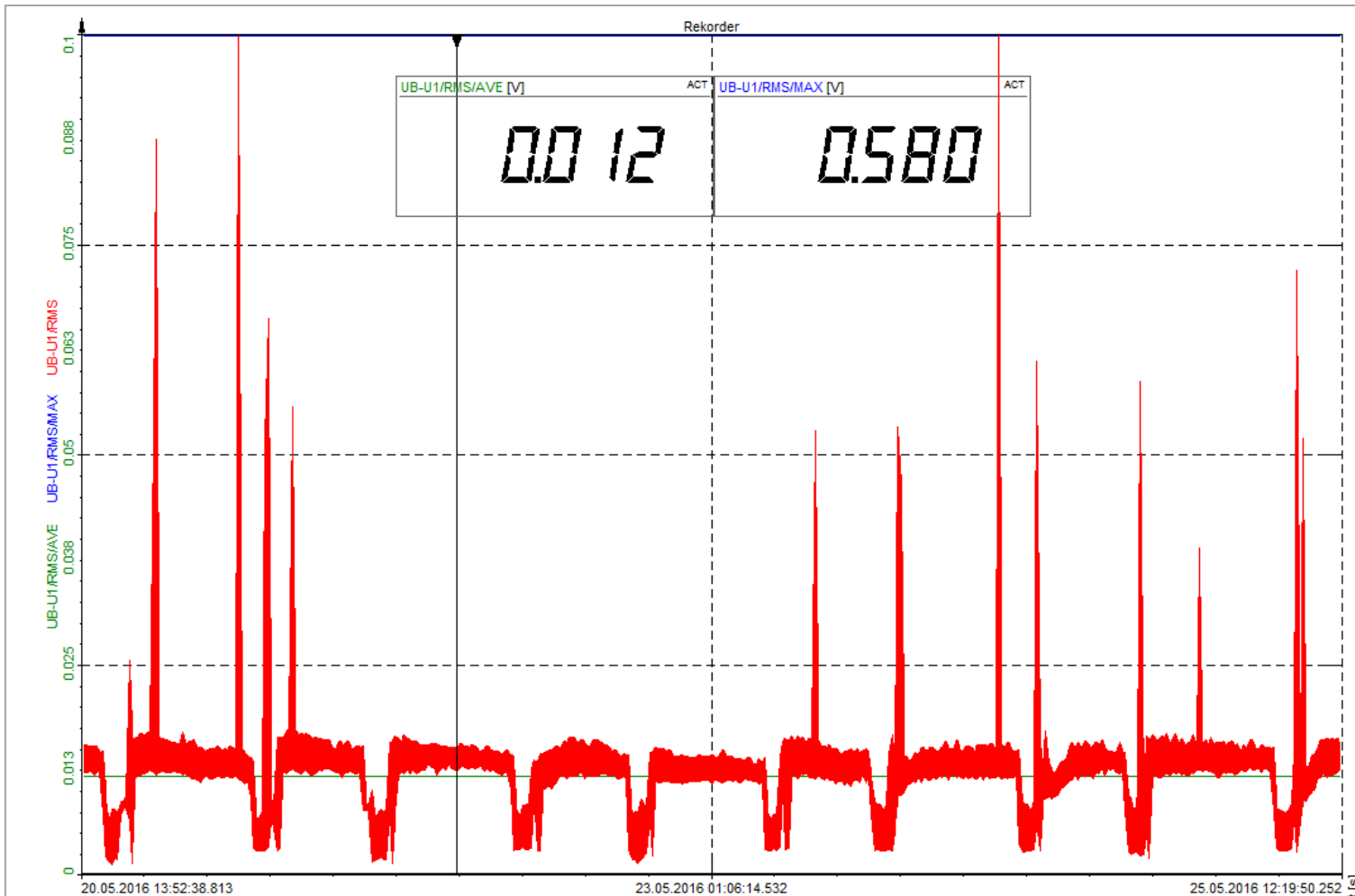
Achsskalierung:
 Erderstrom 0 – 220 mA
 Strom-Mittelwert in mA
 Strom-Maximalwert in mA

Grafik 90: Echtzeit-Werte Strom Erder 14 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr



5.14 Darstellung der Berührungsspannungen vom 20.05.2016 bis 25.05.2016

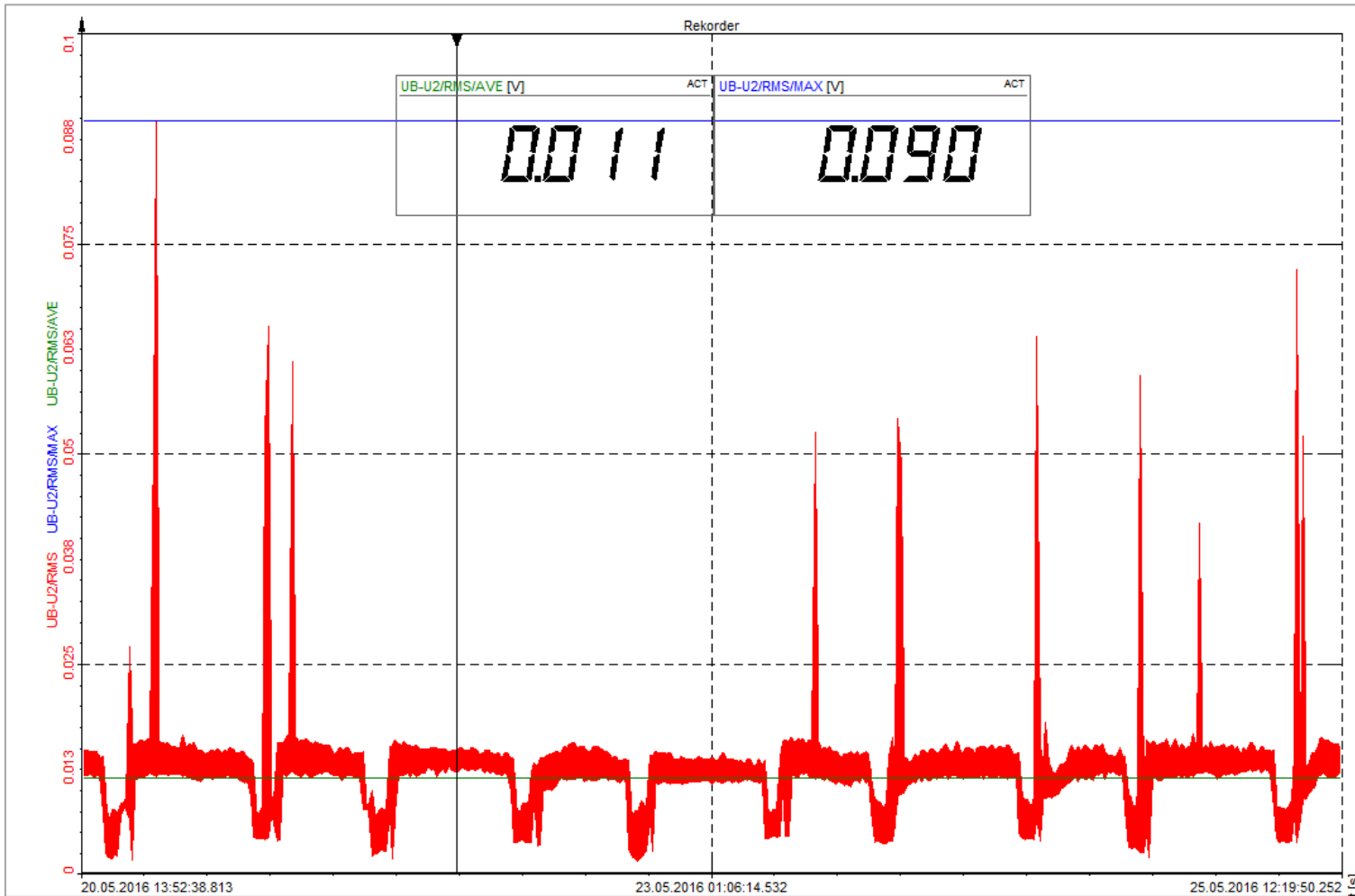
5.14.1 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U1 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Im Melkstand links



Achsskalierung:
Berührungsp. 0 – 0.1 V
Spg.-Mittelwert in V
Spg.-Maximalwert in V

Grafik 91: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U1 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

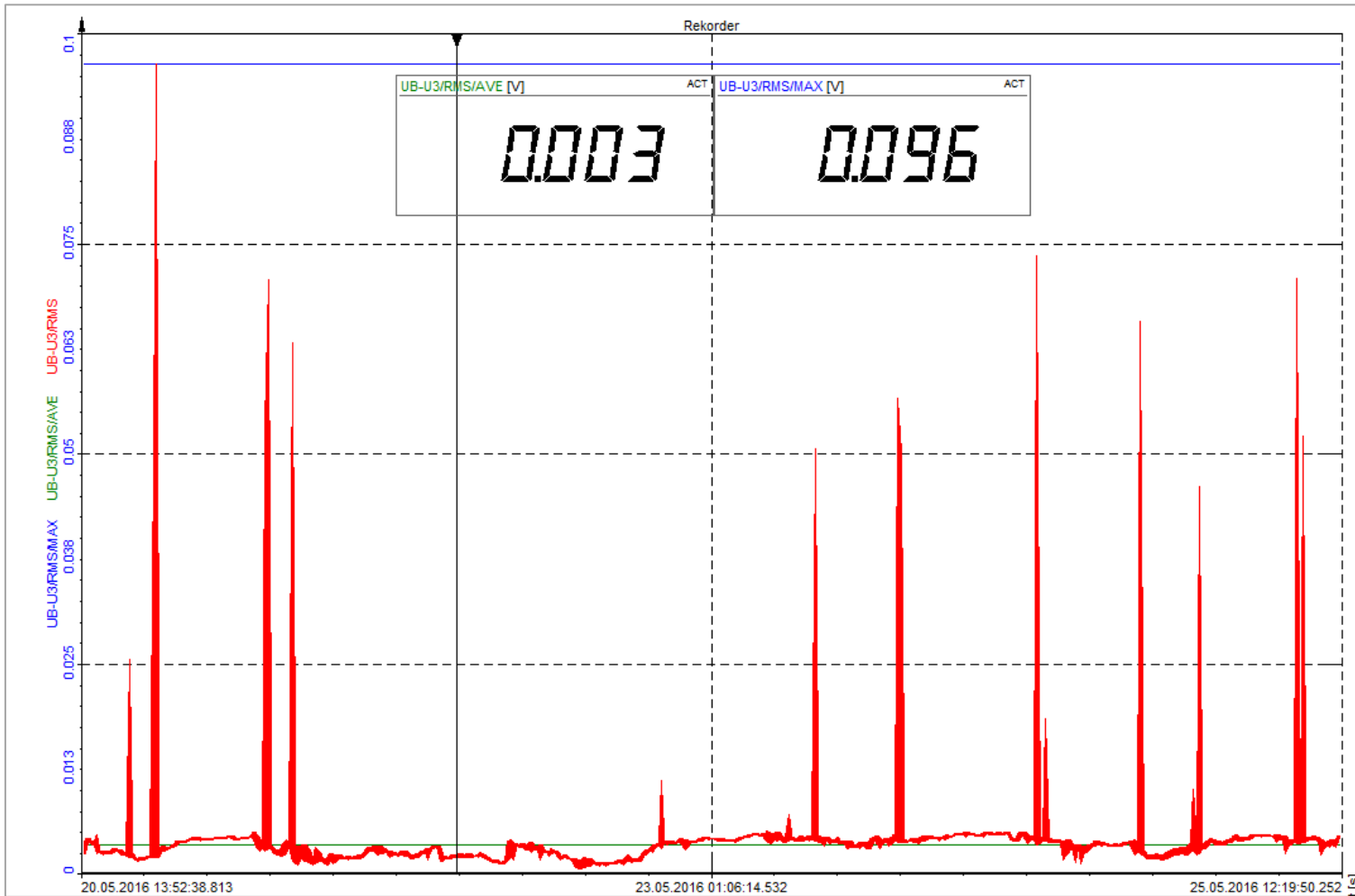
5.14.2 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U₂ bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: Im Melkstand rechts



Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

Grafik 92: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U₂ vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

5.14.3 Automatische Aufzeichnung Berührungsspannung U3 bei eingeschalteten Freileitungen – Messort: bei Fundamentanschluss Freilaufstall



Achsskalierung:
 Berührungsp. 0 – 0.1 V
 Spg.-Mittelwert in V
 Spg.-Maximalwert in V

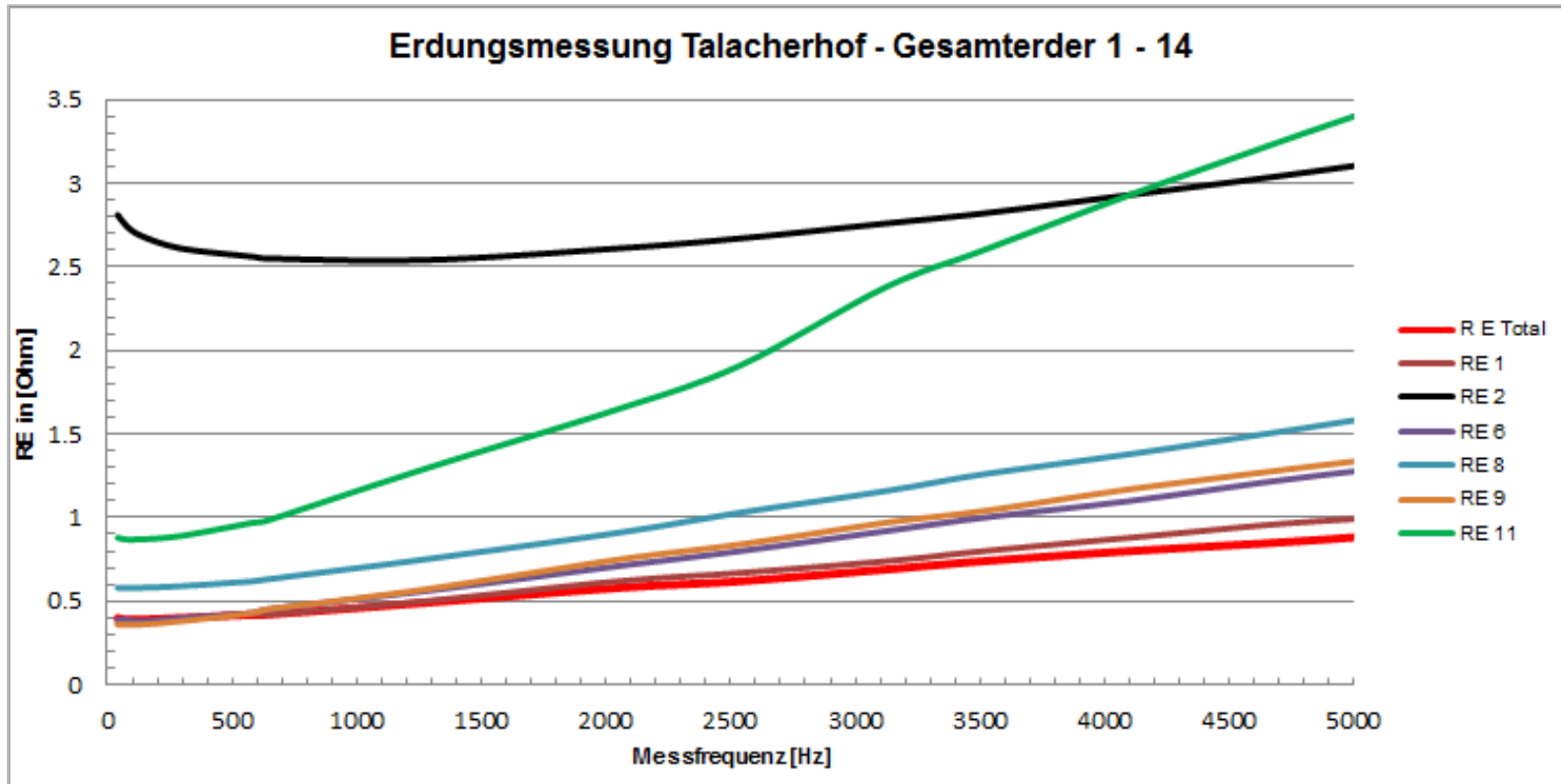
Grafik 93: Echtzeit-Werte Berührungsspannung U3 vom 20.05.2016, 13:52 Uhr bis 25.05.2016, 12:19 Uhr

5.15 Erdungsmessung

Um einen Überblick über die Qualität der Erdungsanlage zu erhalten, haben wir eine Erdungsmessung an der Gesamtanlage und zusätzlich eine an jedem einzelnen Erder durchgeführt. Die Messungen erfolgten in einem Frequenzspektrum von 41 Hz bis 5078 Hz. Mit Hilfe dieses Messverfahrens kann angezeigt werden, ob der jeweilige Erder Leitungsgebunden ist oder sich kapazitiv ankoppelt.

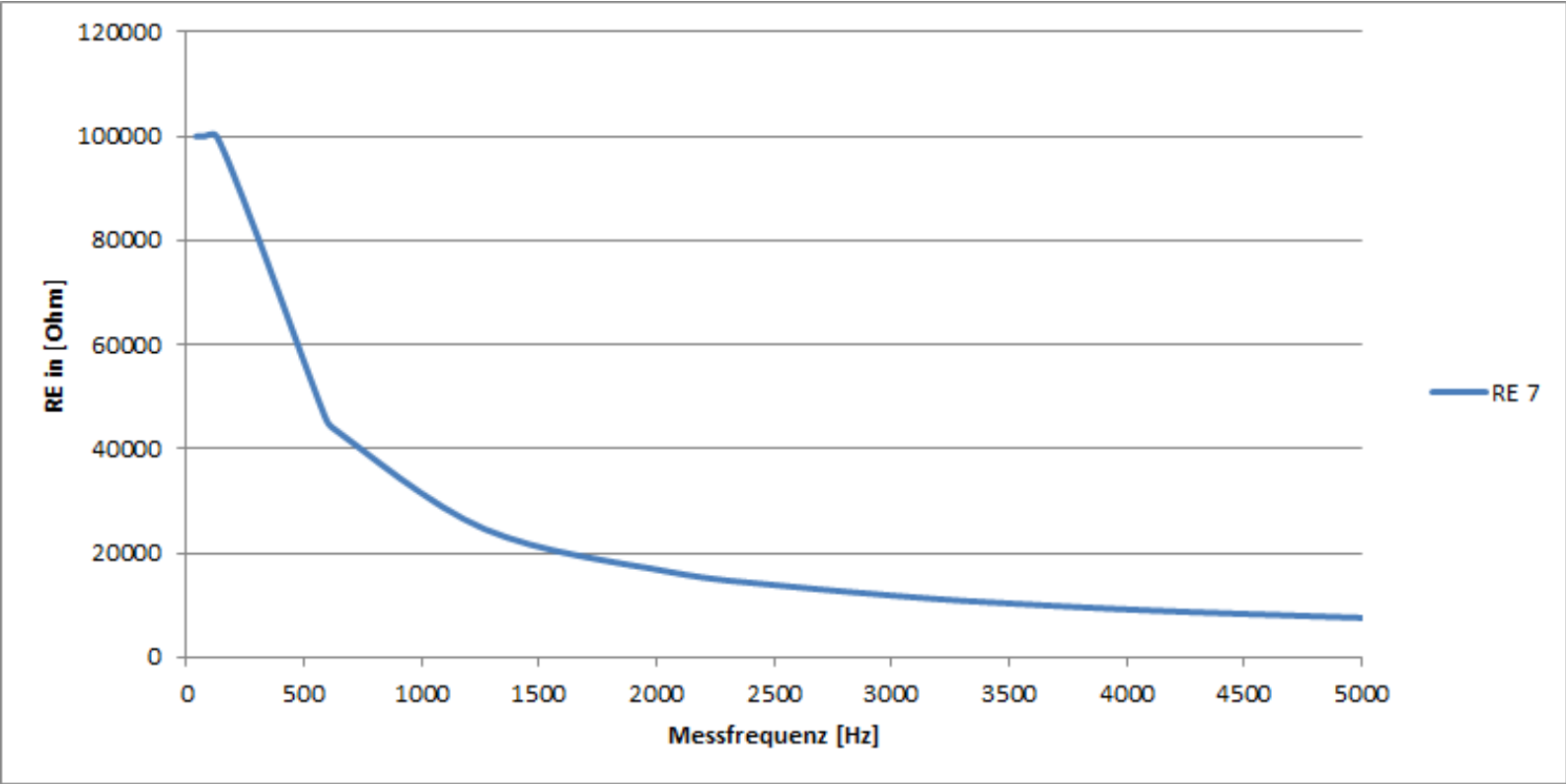
Vorhandene Erderanschlüsse im Hausanschlusskasten:

RE 1	Erder 1:	Fundamenterde Stall
RE 2	Erder 2:	Garage / Wagenschuppen
RE 3	Erder 3:	Wohnhaus (abgehängt)
RE 4	Erder 4:	UV Stall
RE 5	Erder 5:	Bezügersicherung Erdungsleiter
RE 6	Erder 6:	Pot.-Ausgleich Milchtank
RE 7	Erder 7:	Pot.-Ausgleich Melkstand
RE 8	Erder 8:	Pot.-Ausgleich Milchpumpe
RE 9	Erder 9:	Fundament Anbau
RE 10	Erder 10:	Fundament Freilaufstall
RE 11	Erder 11:	Fahrsilo
RE 12	Erder 12:	Dach Neubau
RE 13	Erder 13:	Dach Laufstall
RE 14	Erder 14:	UV Melkstand



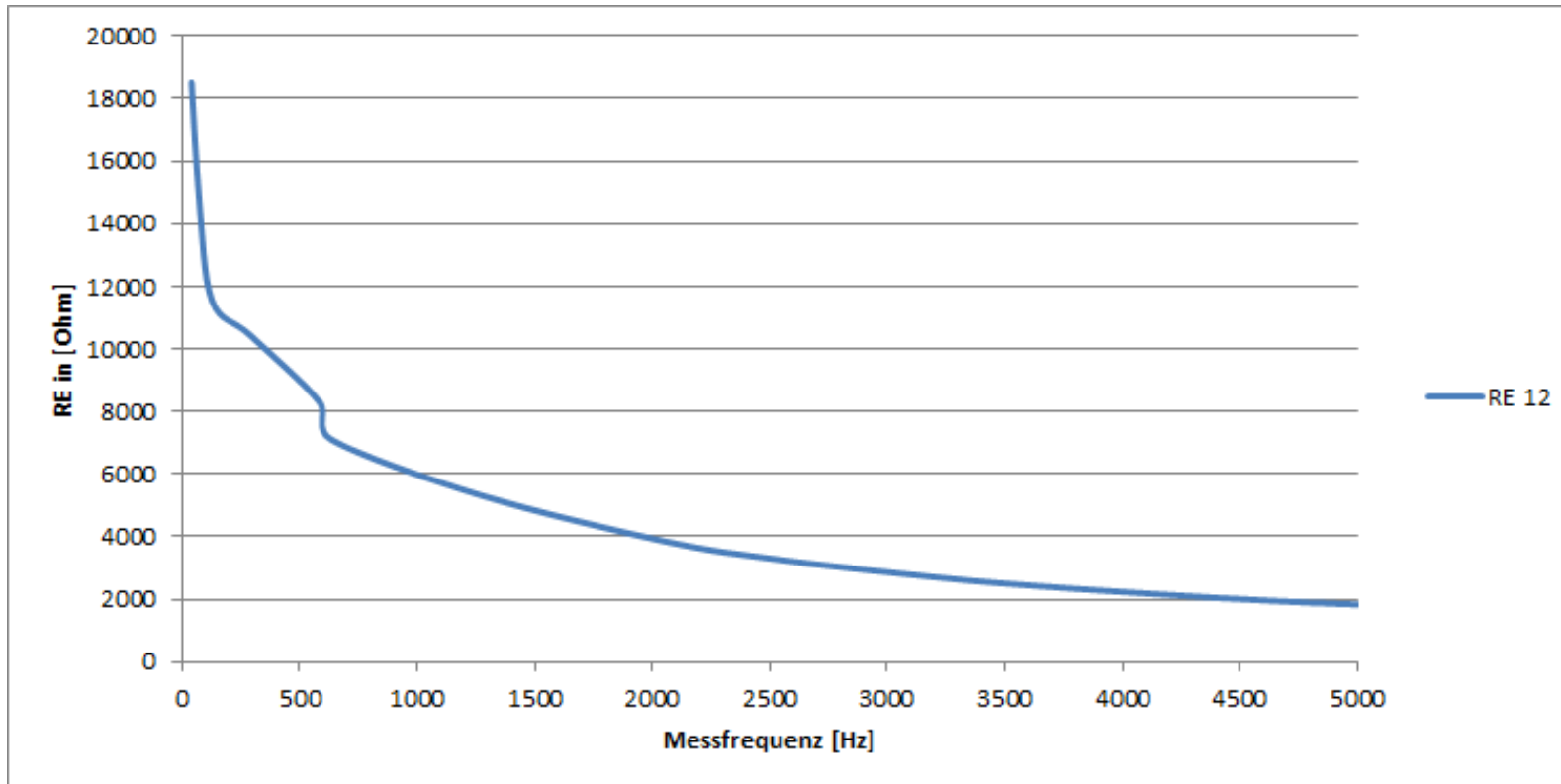
Achsskalierung:
Widerstand 0 – 3.5 Ω
Frequenz 0 – 5000 Hz

Grafik 94: Gesamtübersicht der Erdungsverhältnisse in Abhängigkeit der Frequenz



Achsskalierung:
Widerstand 0 – 120'000 Ω
Frequenz 0 – 5000 Hz

Grafik 95: Erder 7 in Abhängigkeit der Frequenz



Achsskalierung:
Widerstand 0 – 20'000 Ω
Frequenz 0 – 5000 Hz

Grafik 96: Erder 12 in Abhängigkeit der Frequenz

Erder 3, 4, 5, 10, 13 und 14 konnten nicht gemessen werden. Sie sind jedoch in der Gesamtbetrachtung RE Total mit berücksichtigt.

Messungen 2 Talacherhof Lengnau (v 1)

5.16 Videoaufzeichnung während Melkvorgang

Betrachtungen zur Melkzeit über die Messperiode.

Betrachtungen jeweils am Morgen und am Abend.

Zeitentnahme: Erste Kuh betritt Melkstand – Letzte Kuh betritt Melkstand



Erste Kuh betritt Melkstand



Letzte Kuh betritt Melkstand

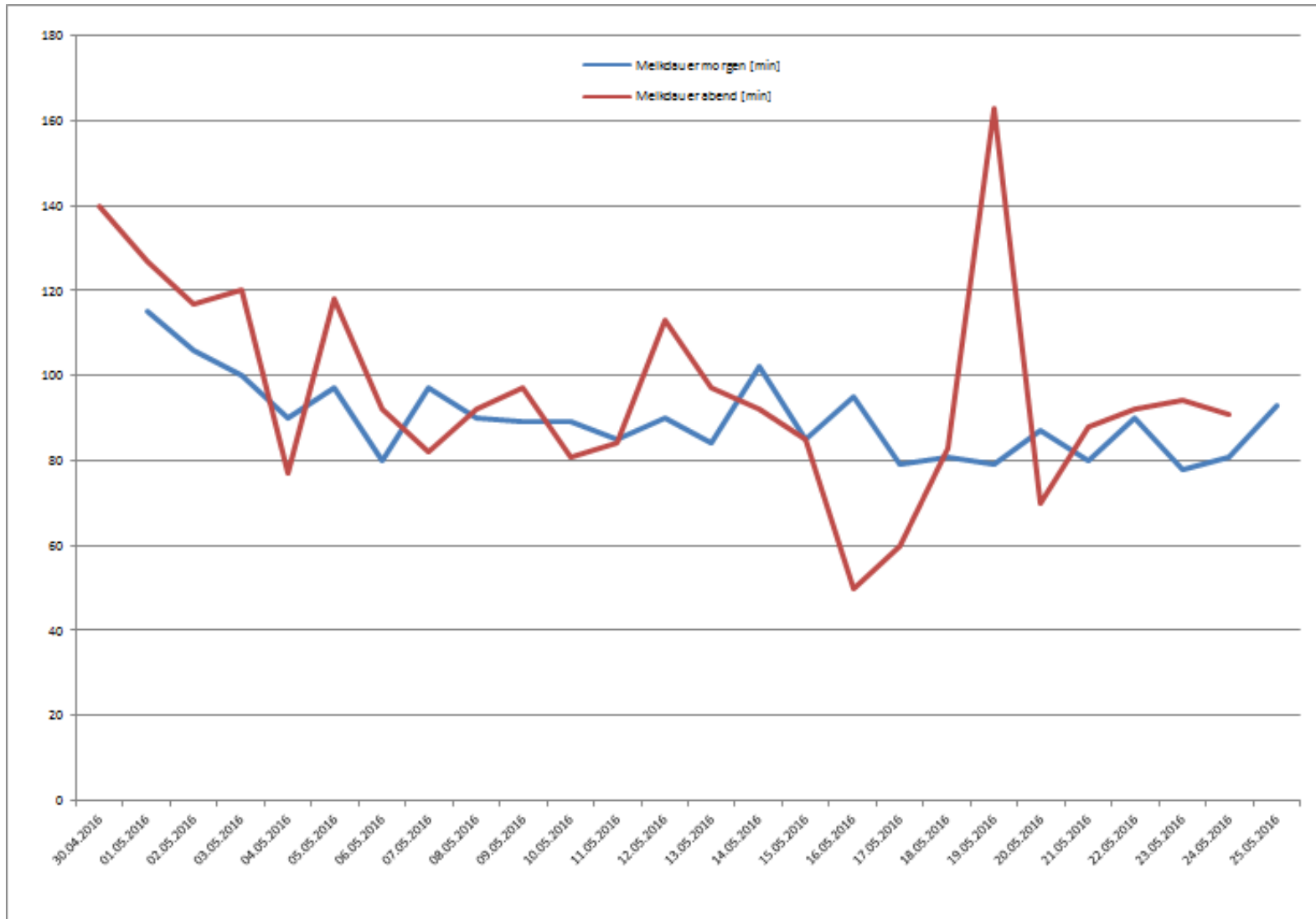


Melkzeiten Lengnau

Datum	Video-Clip	Morgen		Melkdauer morgen [min]	Video-Clip	Abend		Melkdauer abend [min]
30.04.2016					Lengnau_1	16:57	19:17	140
01.05.2016	Lengnau_2	06:30	08:25	115	Lengnau_3	17:45	19:52	127
02.05.2016	Lengnau_4	06:22	08:08	106	Lengnau_5	15:43	17:40	117
03.05.2016	Lengnau_6	06:26	08:06	100	Lengnau_7	16:31	17:51	120
04.05.2016	Lengnau_8	06:18	07:48	90	Lengnau_9	16:18	17:35	77
05.05.2016	Lengmau_10	06:17	07:54	97	Lengnau_11	16:30	18:28	118
06.05.2016	Lengmau_12	06:17	07:37	80	Lengmau_13	16:31	18:03	92
07.05.2016	Lengmau_14	06:16	07:53	97	Lengmau_15	17:15	18:37	82
08.05.2016	Lengmau_16	06:19	07:49	90	Lengmau_17	16:27	17:59	92
09.05.2016	Lengmau_18	06:13	07:32	89	Lengmau_19	16:31	18:08	97
10.05.2016	Lengmau_20	06:14	07:43	89	Lengmau_21	16:29	17:50	81
11.05.2016	Lengmau_22	06:20	07:45	85	Lengmau_23	16:33	17:57	84
12.05.2016	Lengmau_24	06:16	07:46	90	Lengmau_25	16:20	18:13	113
13.05.2016	Lengmau_26	06:18	07:42	84	Lengmau_27	16:20	17:57	97
14.05.2016	Lengmau_28	06:18	08:00	102	Lengmau_29	17:24	18:56	92
15.05.2016	Lengmau_30	06:42	08:07	85	Lengmau_31	17:39	19:04	85
16.05.2016	Lengmau_32	06:16	07:41	95	Lengmau_33	17:05	17:55	50
17.05.2016	Lengmau_34	06:16	07:35	79	Lengmau_35	16:58	17:58	60
18.05.2016	Lengmau_36	06:15	07:36	81	Lengmau_37	16:40	18:03	83
19.05.2016	Lengmau_38	06:15	07:34	79	Lengmau_39	15:44	18:00	163
20.05.2016	Lengmau_40	06:18	07:45	87	Lengmau_41	16:22	17:32	70
21.05.2016	Lengmau_42	06:19	07:39	80	Lengmau_43	17:18	18:46	88
22.05.2016	Lengmau_44	06:42	08:12	90	Lengmau_45	17:39	19:11	92
23.05.2016	Lengmau_46	06:19	07:37	78	Lengmau_47	16:16	17:50	94
24.05.2016	Lengmau_48	06:17	07:38	81	Lengmau_49	16:19	17:50	91
25.05.2016	Lengmau_50	06:17	07:50	93				



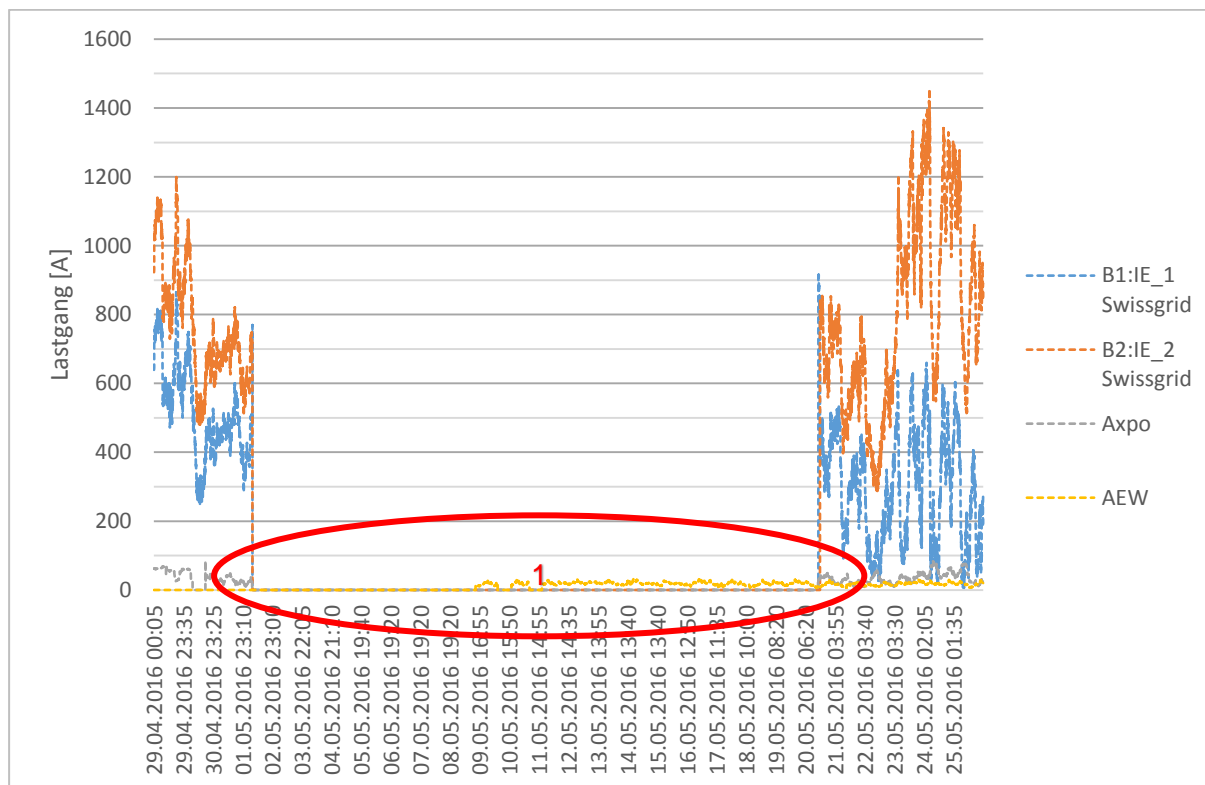
Messungen 2 Talacherhof Lengnau (v 1)



Achsskalierung:
X-Achse 30.04. – 25.05.16
Y-Achse 0 – 180 min.

6 Feststellungen und Anmerkungen

6.1 Anlagenauslastungen



Grafik 97: Leitungsauslastungen der Leitungen über die gesamte Messdauer

Achsskalierung: X-Achse 29.04. – 25.05.16
Y-Achse 0 – 1600 A

Legende:

1. Dauer bei der sämtliche Hochspannungsfreileitungen ausgeschaltet waren

Maximal mögliche Leitungsbelastung gemäss Angaben des jeweiligen Netzbetreibers:

380-kV-Leitung 1 Breite - Laufenburg (Swissgrid)	1680 A	Begrenzung gemäss Betriebsregime
380-kV-Leitung 2 Beznau – Breite (Swissgrid)	1750 A	Begrenzung gemäss Betriebsregime
110-kV-Leitung Baden – Steinmaur (Axpo)	745 A	Thermischer Grenzstrom
16-kV-Leitung (AEW)	100 A	Begrenzung aufgrund Schutzeinstellung

6.2 Elektrische und magnetische Felder

In der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) sind Grenzwerte für magnetische und elektrische Felder festgelegt. Dies sind der Anlagegrenzwert (AGW) und der Immissionsgrenzwert (IGW). Der AGW ist an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) einzuhalten. Der IGW gilt an sämtlichen Orten, wo sich Menschen aufhalten können.

Magnetische Felder

Der AGW für das magnetische Feld liegt bei 1 μT (entspricht 1'000 nT). Die gemessenen Werte des magnetischen Feldes sind weit unter dem AGW, im Durchschnitt ca. 340 nT, also ungefähr 1/3 des geforderten Grenzwerts.

Der IGW für das magnetische Feld liegt bei 100 μT (entspricht 100'000 nT).

Elektrische Felder

Der IGW für das elektrische Feld liegt bei 5 kV/m für eine Frequenz von 50 Hz (entspricht 5000 V/m).

Die Messwerte des elektrischen Feldes bewegten sich zwischen 5-30 V/m, also weit unter dem IGW.

6.3 Erderströme bei Aus- respektive Einschaltung der 380-kV- und 110-kV-Leitungen

Beim Ausschalten der beiden Freileitungen 380-kV und 110-kV konnte eine Reduktion des Stromes auf den Erdern 1 (Fundament Stall), Erder 9 (Fundament Anbau) und Erder 11 (Fahrsilo) festgestellt werden. Siehe dazu Grafik 6 und Grafik 11. Auf die übrigen Erder hatten die Schaltheandlungen der Freileitungen keinen Einfluss. Entsprechend inverses Verhalten konnte bei der Einschaltung der Freileitungen beobachtet werden.

Sowohl bei ausgeschalteten als auch bei eingeschalteten Freileitungen konnten Ströme gemessen werden, die durch gebäudeinterne Installationen verursacht werden. Siehe dazu z.B. Grafik 35 oder Grafik 39. Diese Ströme verschwanden nach der Netzausschaltung (ziehen der Sicherungen am HAK) der Liegenschaft. Siehe dazu Grafik 26.

Es sind keine Grenzwerte für elektrische Ströme festgesetzt, die durch ein elektrisches oder magnetisches Feld in einen Leiter oder leitfähige Gebäudeteile induziert werden. In einem Artikel des ESTI wird beschrieben, wie Installationen auszuführen sind, damit solche Ströme verhindert oder minimiert werden.

http://www.esti.admin.ch/files/aktuell/2015-04_streustroeme_d.pdf

Erdungen die direkt auf den Zentralen-Erdungspunkt geführt werden, können die Erderströme ohne Immissionen zum Erdreich zurückführen.

Beim Auftrennen der Mastenerdungen der Freileitungsmasten konnten keine Veränderungen der Erderströme festgestellt werden.

6.4 Berührungsspannungen

Während der gesamten Messdauer betragen die Werte der Berührungsspannungen im Melkstand zwischen 0.002 V und maximal 0.06 V (Grenzwert 25 VAC, dieser wurde mit dem Wechsel auf die NIN 2010 aufgehoben).

6.5 Erdungsmessung

Die zusätzlich durchgeführten Erdungsmessungen haben gezeigt, dass Erder 11 – Fahrsilo (siehe Grafik 94) eine grosse induktive Komponente aufweist. Dies führt dazu, dass der Erder bei höheren Frequenzen unwirksam wird. Die übrigen gemessenen Erder weisen gute Erdungswerte auf und liegen ziemlich nahe bei der Kurve der Gesamterdungsmessung (RE Total). Diese Tatsache deutet darauf hin, dass bei diesen Erdern untereinander zusätzliche Verbindungen bestehen.

Der Grenzwert für den Erdungswiderstand bei Gebäuden mit einer Blitzschutzanlage beträgt 10Ω und derjenige bei Gebäuden mit Schutzerdung 1Ω .

Die Messverantwortlichen

DEWETRON (Schweiz) AG



Richard Schoch
Geschäftsführer / Messingenieur



Walter Schöller
Messingenieur

Änderungsindex

Version:	Datum:	Änderung:
Messbericht v 1	07.07.2016	Grundfassung