

## **BESCHEINIGUNG / MESSPROTOKOLL**

---

Bearbeitungs-Nr.: L548-02

Messort: Mannheim - Waldhof  
Gleichrichterwerk W112

Aufgabenstellung: Messtechnische Ermittlung der magnetischen Flussdichten mit den Frequenzen 0 Hz und 50 Hz sowie der elektrischen Feldstärke mit der Frequenz 50 Hz

Auftraggeber: MVV Energie AG  
Luisenring 49  
68159 Mannheim

Auftrag: Nr. 105/53595310/02 vom 08.11.2002

Messtag: 16. September 2002

Messverfahren: Ermittlung der magnetischen Flussdichte mit dem dreiachsigen Magnetfeldsensor MAG-03 der Fa. Bartington Instruments Ltd., Oxford, und der elektrischen Feldstärke mit dem Messgerät EMM-4 der Fa. Radians Innova AB, Göteborg

Vorschriften: Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV vom 01.01.1997 und  
DIN V VDE V 0848-4/A3: „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern, Schutz von Personen im Frequenzbereich 0 bis 30 kHz“, Änderung A3, Juli 1995

Anlagen: 1 Abbildung  
8 Registrierungen  
8 Korrelationsrechnungen  
3 Diagramme

### Vorbemerkung

Lt. der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV darf der maximale Effektivwert der magnetischen Flussdichte bei Umspannanlagen mit einer Oberspannung von 1000 V oder mehr und einer Frequenz von 50 Hz nicht größer sein als  $100 \mu\text{T}$ , vorausgesetzt, dass in diesem Bereich mit einem längeren Aufenthalt von Personen gerechnet werden muss. Hinsichtlich des elektrischen Feldes darf der maximale Effektivwert bei einer Frequenz von 50 Hz nicht größer sein als  $5000 \text{ V m}^{-1}$ .

In DIN V VDE V 0848-4/A3 werden Grenzwerte für Gleich- und Wechselfelder angegeben. Während die Grenzwerte für Wechselfelder durch die 26. BImSchV ihre Gültigkeit verloren haben, wird die oben genannte Vornorm allerdings in Bezug auf Gleichfelder angewandt. Demnach darf im Expositionsbereich 2 die zulässige magnetische Flussdichte von Gleichfeldern  $21,22 \text{ mT}$  (entsprechend  $21.220 \mu\text{T}$ ) betragen. Der Expositionsbereich 2 umfasst alle Bereiche, in denen mit einem längeren Aufenthalt von Personen gerechnet werden kann, wie z. B. Gebiete mit Wohn- und Gesellschaftsbauten, einzelne Wohngrundstücke oder -anlagen und Einrichtungen für Sport, Freizeit und Erholung sowie Betriebsstätten, in denen eine Felderzeugung bestimmungsgemäß nicht erwartet wird.

Die oben genannten Grenzwerte gewährleisten jedoch nicht zwangsläufig ein einwandfreies Funktionieren von Elektronenstrahlröhren, wie z. B. von Fernsehgeräten und PC-Monitoren. Je nach Gerät können Farbverfälschungen und Bildverzerrungen durch Wechselfelder von  $\geq 0,5 \mu\text{T}$  und durch Gleichfelder von  $\geq 10 \mu\text{T}$  auftreten.

### Prüfergebnis

Das Gleichrichterunterwerk W112 und die Netzstation W3, Jakob-Faulhaber-Straße / Oppauer Straße, sind in einem gemeinsamen Gebäude errichtet worden, das direkt an einen Schulhof angrenzt.

An drei Messpunkten, Mp 1 bis 3, wurden das magnetische Wechselfeld und die einzelnen Raumkomponenten des magnetischen Gleichfeldes registriert. Parallel hierzu wurde der vom Gleichrichterwerk gespeiste Fahrstrom aufgezeichnet. Diese Messpunkte wurden gewählt, weil dort aufgrund der Anordnung der Transformatoren (Unterspannungsseite) und des Gleichrichters mit den höchsten magnetischen Flussdichten zu rechnen war. An den Messpunkten 3 und 4 wurde die elektrische Feldstärke gemessen. Die Lage der Messpunkte ist in der Abbildung 1 wiedergegeben.

Der Magnetfeldsensor und das E-Feld-Messgerät wurden an den jeweiligen Messpunkten in einem Abstand von  $0,2 \text{ m}$  von der Gebäudewand und in einer Höhe von  $1 \text{ m}$  aufgestellt. Bei der Magnetfeldmessung entsprechen die x- und y-Komponenten den Horizontalkomponenten in Quer- bzw. in Längsrichtung des Gebäudes. Die z-Komponente entspricht der Vertikal-komponente des Magnetfeldes.

Zunächst wurde der Einfluss der Netzstation W3 auf das magnetische Wechselfeld untersucht. Bei diesen Messungen wurde das Gleichrichterwerk außer Betrieb genommen und an den Messpunkten 1 und 2 die magnetische Flussdichte mit der Frequenz  $f = 50 \text{ Hz}$  gemessen. Zusätzlich wurde der im Außenleiter L1 fließende Strom erfasst. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Registrierungen 1.1 und 1.2 sowie den Korrelationsrechnungen, Korrelationen 1.1 und 1.2 wiedergegeben. Am Messpunkt 1 beträgt der Maximalwert der

magnetischen Flussdichte  $B_{50 \text{ Hz}} = 1,93 \mu\text{T}$  und am Messpunkt 2  $B_{50 \text{ Hz}} = 0,15 \mu\text{T}$ . Ein direkter Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld und dem von der Netzstation gespeisten Strom konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Am Messpunkt 1 wurde zusätzlich das Frequenzspektrum des magnetischen Wechselfeldes aufgenommen, siehe Diagramm 1. Die überwiegenden Frequenzanteile betragen 50 Hz und 150 Hz.

Anschließend wurde das Gleichrichterwerk wieder in Betrieb genommen. Die in diesem Zustand gemessenen magnetischen Felder sowie der vom Unterwerk gespeiste Fahrstrom sind in den Registrierungen 2.1.1 bis 2.1.3 (Wechselfeld) und 2.2.1 bis 2.2.3 (Gleichfeld) dargestellt. Durch Korrelationsrechnungen wurde der mathematische Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld bzw. den drei Raumkomponenten des magnetischen Gleichfeldes und dem gespeisten Fahrstrom ermittelt, Korrelationen 2.1.1 bis 2.2.3.

Der während der Messzeit erfasste Fahrstrom betrug im zeitlichen Mittel 0,19 kA; der Maximalwert wurde zu 1,72 kA gemessen. Der Maximalstrom bei höchster Anlagenauslastung ergibt sich aus dem Nennstrom des installierten Gleichrichters zu 3 kA.

Aus den jeweiligen mathematischen Zusammenhängen und dem gespeisten Fahrstrom wurden für die drei Messpunkte der zeitliche Mittelwert, der Maximalwert und der Wert bei höchster Anlagenauslastung berechnet. Diese Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Messpunkt Nr.	Magnetisches 50-Hz-Feld $ B $ in $\mu\text{T}$			Magnetische Gleichfeldänderung $\Delta B_{\text{DC}}$ in $\mu\text{T}$		
	mittel	max	bei höchster Auslastung	mittel	max	bei höchster Auslastung
1	1,2	1,3	1,3	0,4	3,5	6,2
2	3,4	27,9	48,4	8,6	77,5	135,0
3	3,6	27,4	47,4	1,1	9,9	17,2

Tab. 1: Magnetisches Wechselfeld und magnetische Gleichfeldänderungen, GUW W112

Da an den Messpunkten 2 und 3 die größten magnetischen Flussdichten festgestellt wurden, wurde dort das Frequenzspektrum des magnetischen Wechselfeldes aufgenommen, siehe Diagramme 2.1 und 2.2. Die überwiegende Frequenz beträgt 50 Hz. Darüber hinaus wurden die Frequenzen 100, 250 und 350 Hz ermittelt.

Aus der Tabelle 1 ist zu ersehen, dass der während des Betriebes auftretende Maximalwert der magnetischen Flussdichte (Wechselfeld) am Messpunkt 2 zu 27,9  $\mu\text{T}$  gemessen wurde. Bei höchster Anlagenauslastung ergibt sich ein Wert von 48,4  $\mu\text{T}$ . Die größte Gleichfeldänderung tritt ebenfalls am Messpunkt 2 auf und beträgt während des Betriebes 77,5  $\mu\text{T}$  und bei höchster Anlagenauslastung 135  $\mu\text{T}$ .

Hieraus folgt, dass die am Gleichrichterunterwerk W122, Jakob-Faulhaber-Straße / Oppauer Straße, auftretenden magnetischen Flussdichten unterhalb der zulässigen Werte von  $100 \mu\text{T}$  (50-Hz-Felder) bzw.  $21,22 \text{ mT}$  (Gleichfelder) liegen.

Abschließend wurde an den Messpunkten 3 und 4 die elektrische Feldstärke mit der Frequenz von  $50 \text{ Hz}$  gemessen. Sie beträgt  $9,8$  bzw.  $0,8 \text{ V m}^{-1}$  und ist wesentlich kleiner als der maximal zulässige Wert von  $5000 \text{ V m}^{-1}$ .

Wuppertal, 12.12.2002



(Messingenieur)

Technische Akademie Wuppertal e. V.  
Labor für Korrosionsschutz und Elektrotechnik  
Hubertusallee 18 D-42111 Wuppertal



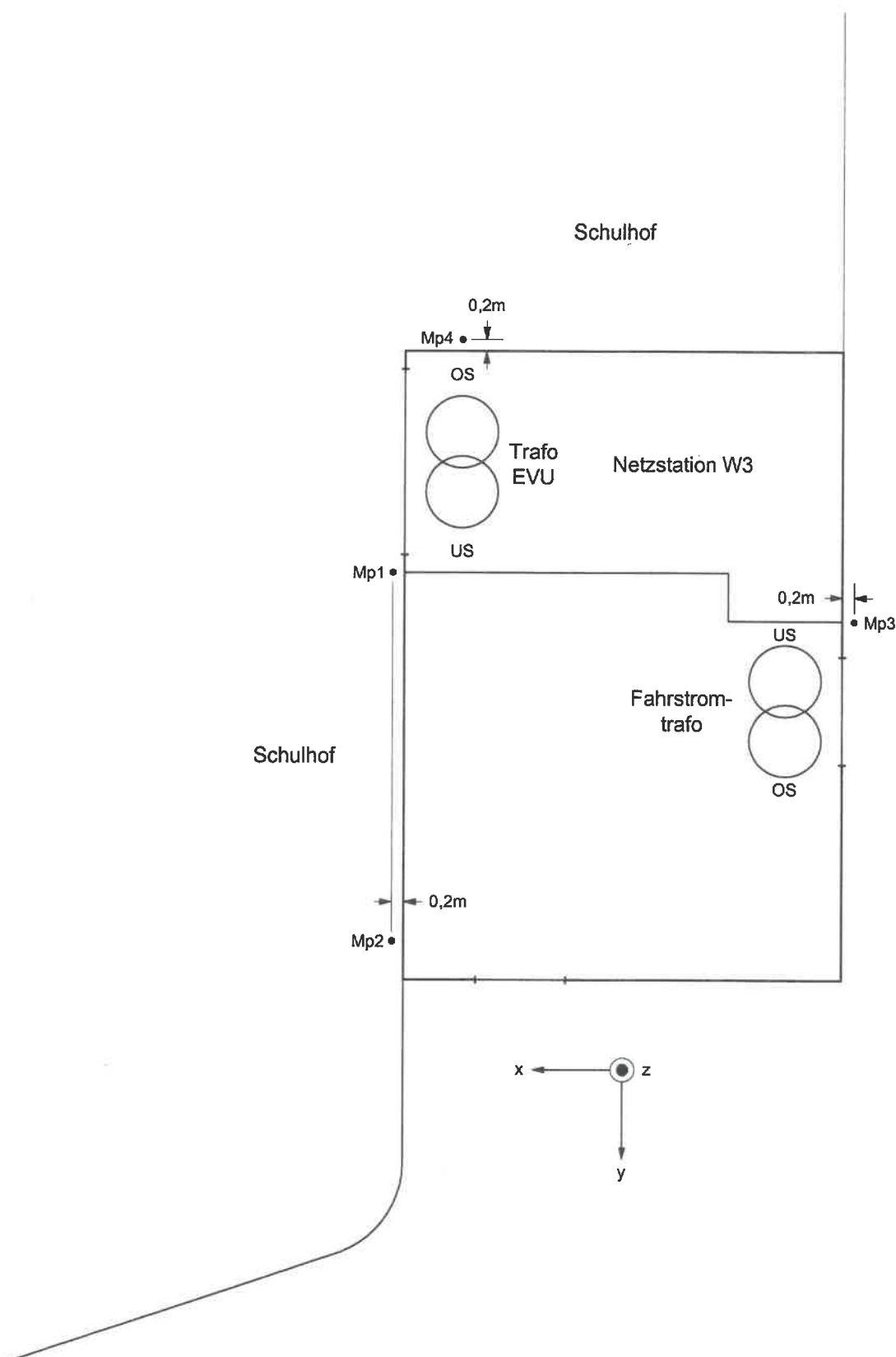
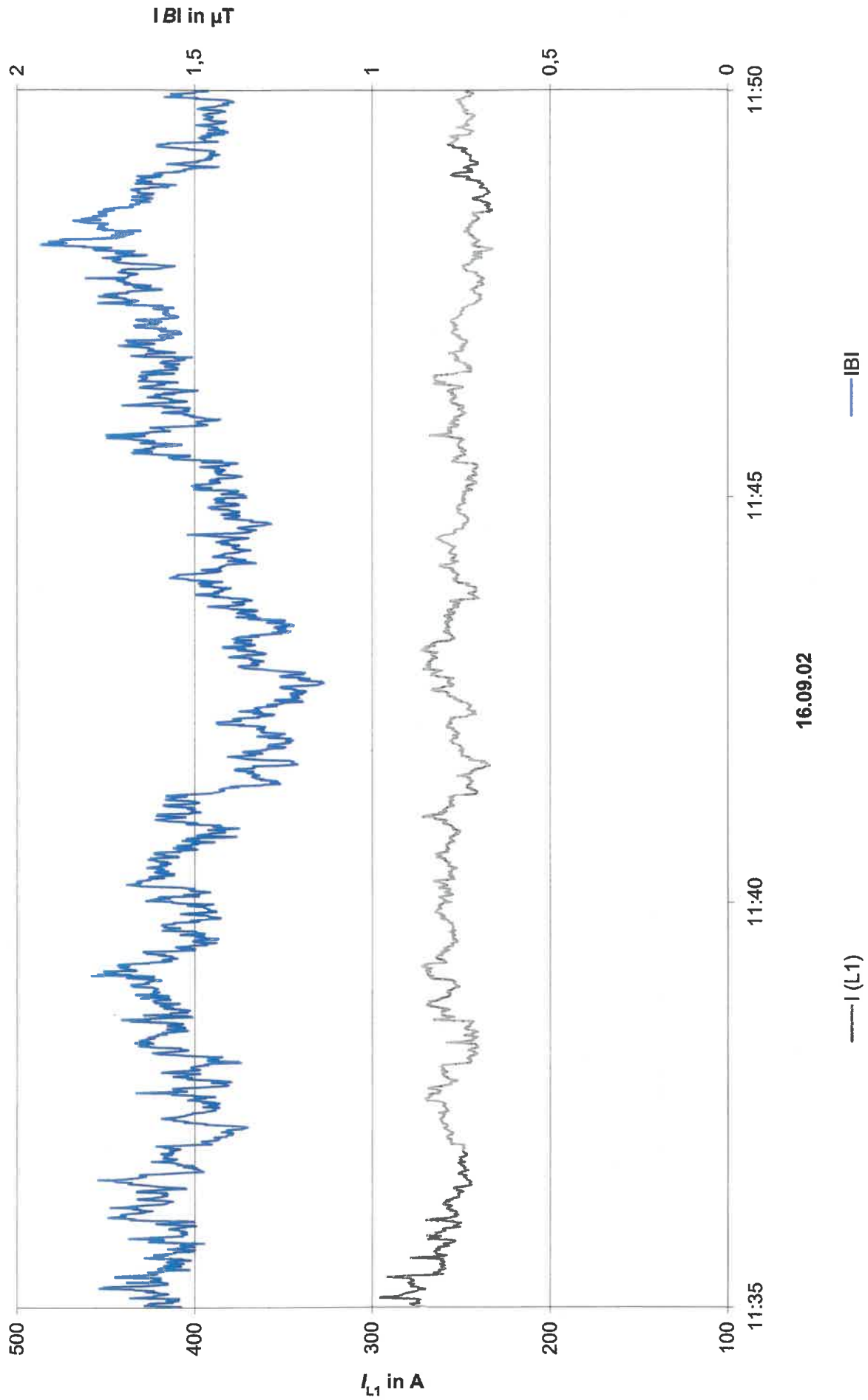
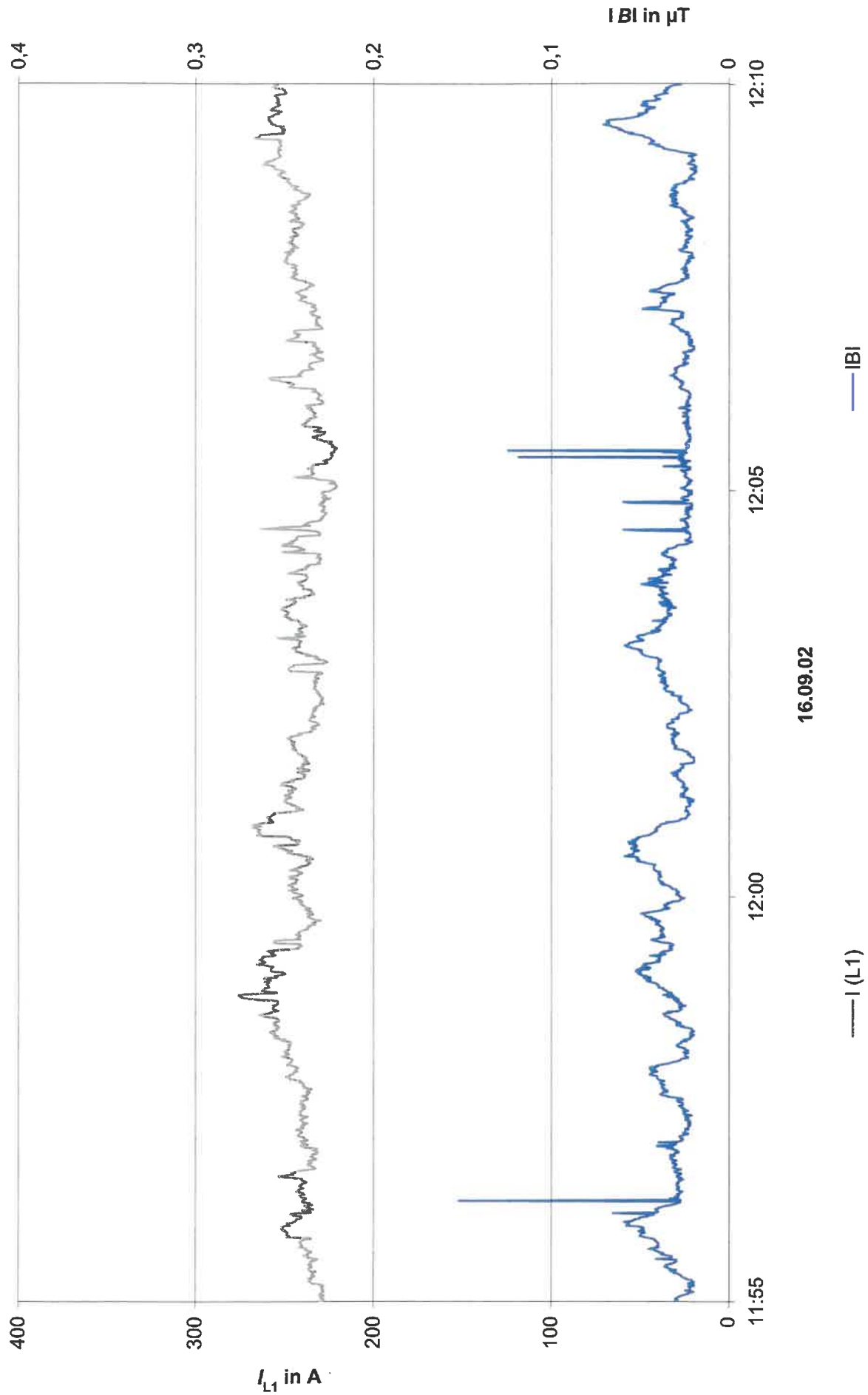


Abb.1:  
Lage der Messpunkte, Gleichrichterwerk W112, Mannheim, Jakob-Faulhaber-Str. / Oppauer Str.  
MVV Energie AG, September 2002

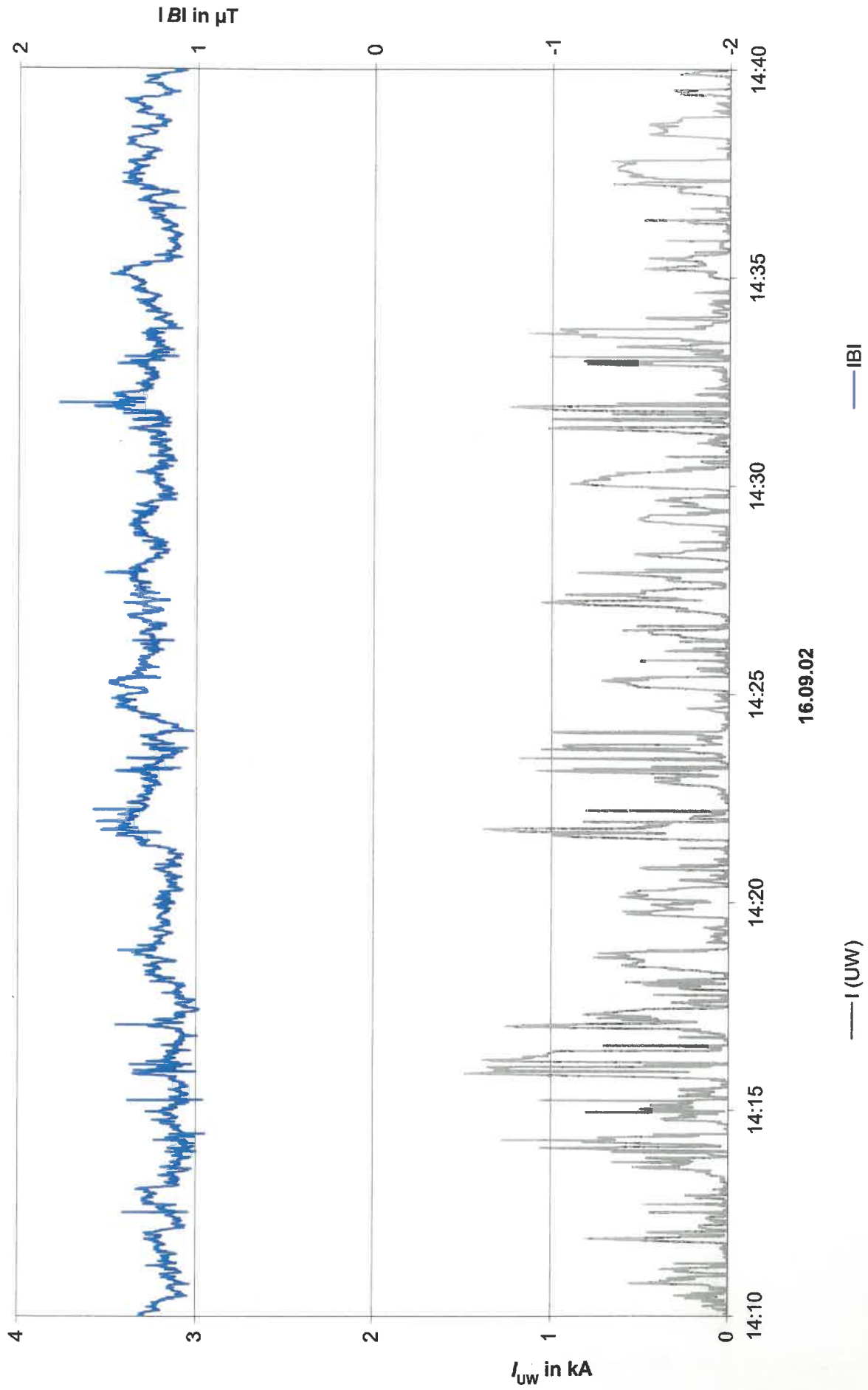


Registrierung 1.1: Magnetisches Wechselfeld und Strom L1, Netzstation W3 - Mp 1 (GUW außer Betrieb), MVV AG





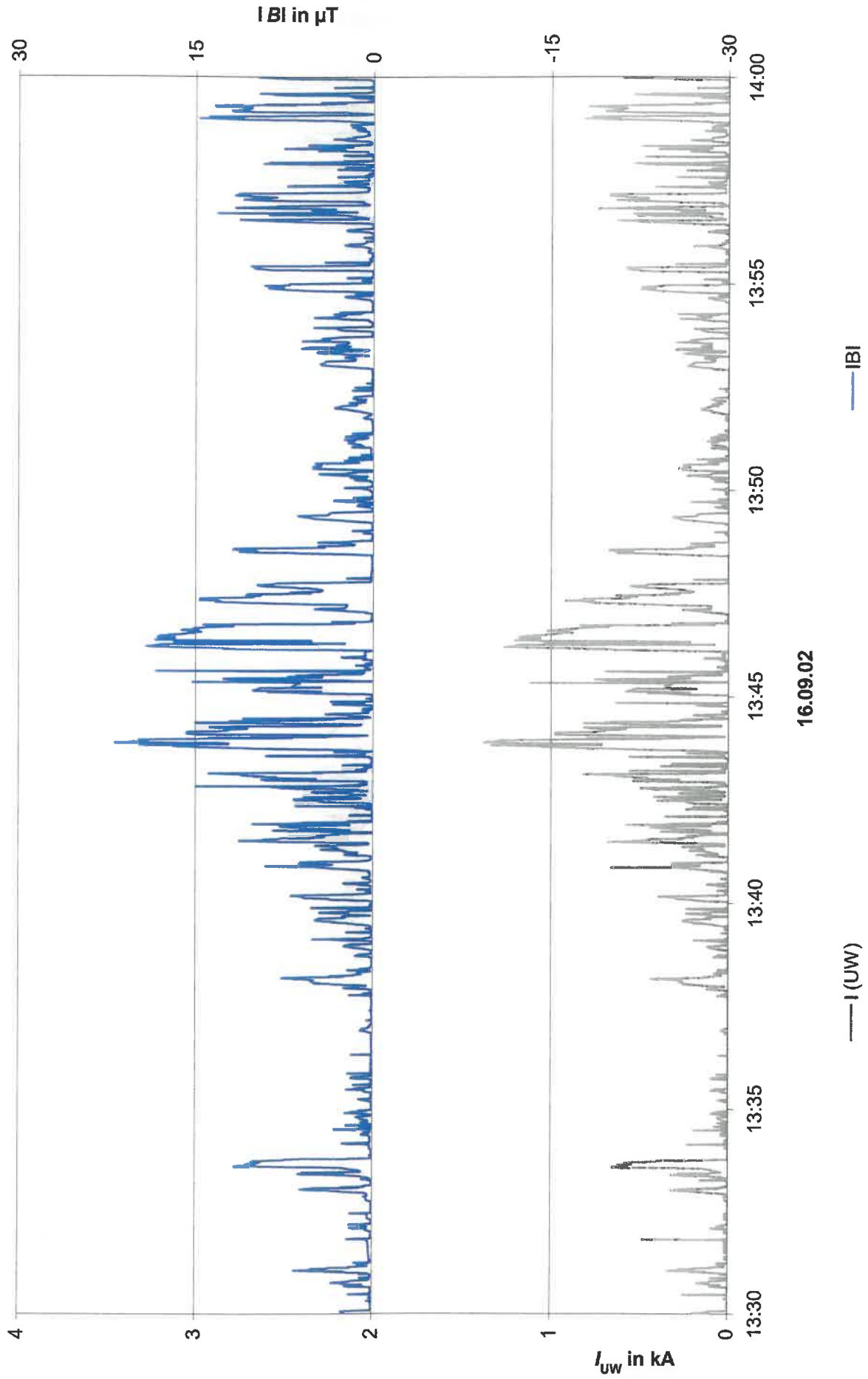
Registrierung 1.2: Magnetisches Wechselfeld und Strom L1, Netzstation W3 - Mp 2 (GUW außer Betrieb), MVV AG



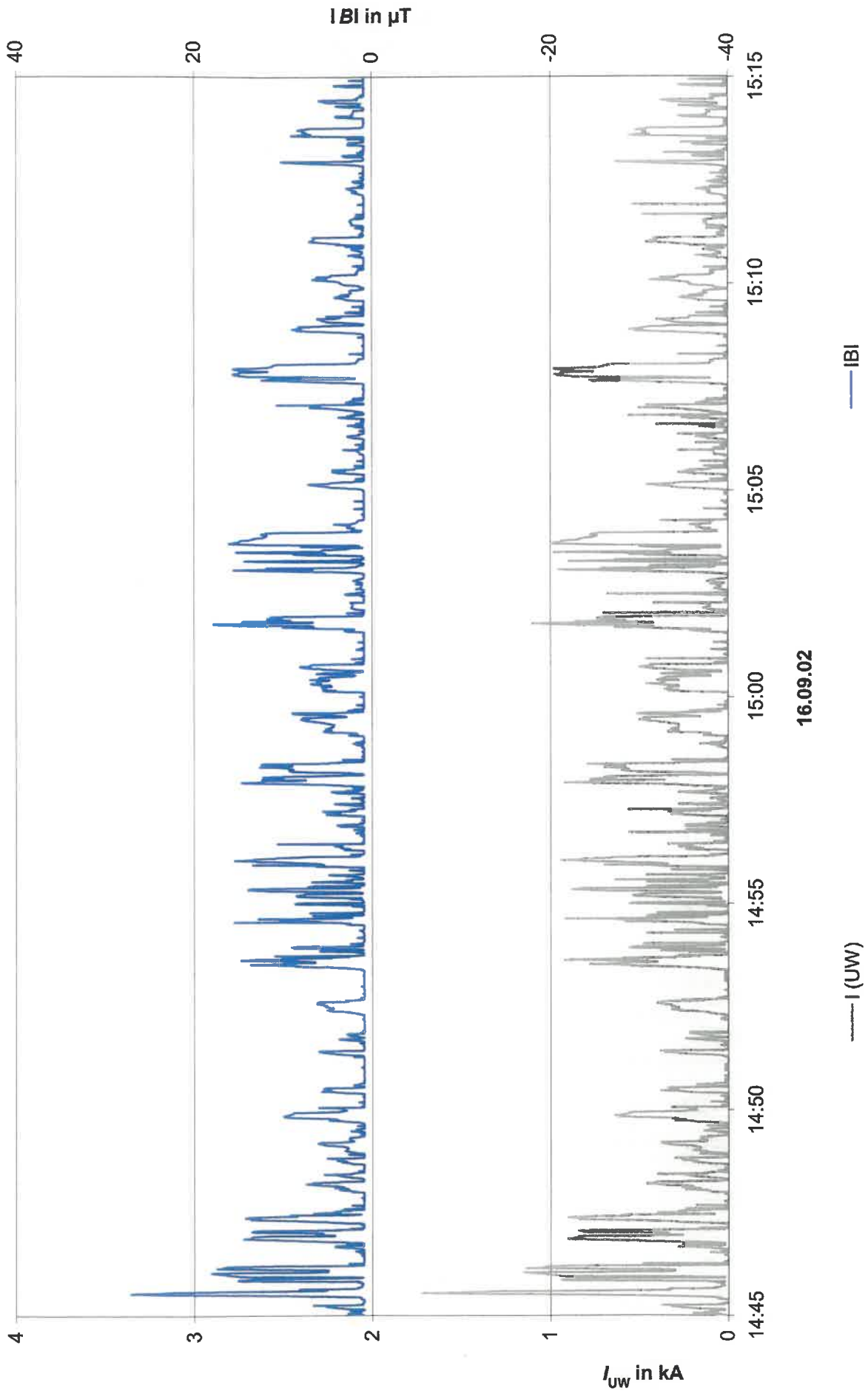
16.09.02

Registrierung 2.1.1: Magnetisches Wechselfeld und gespeister Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 1, MVV AG

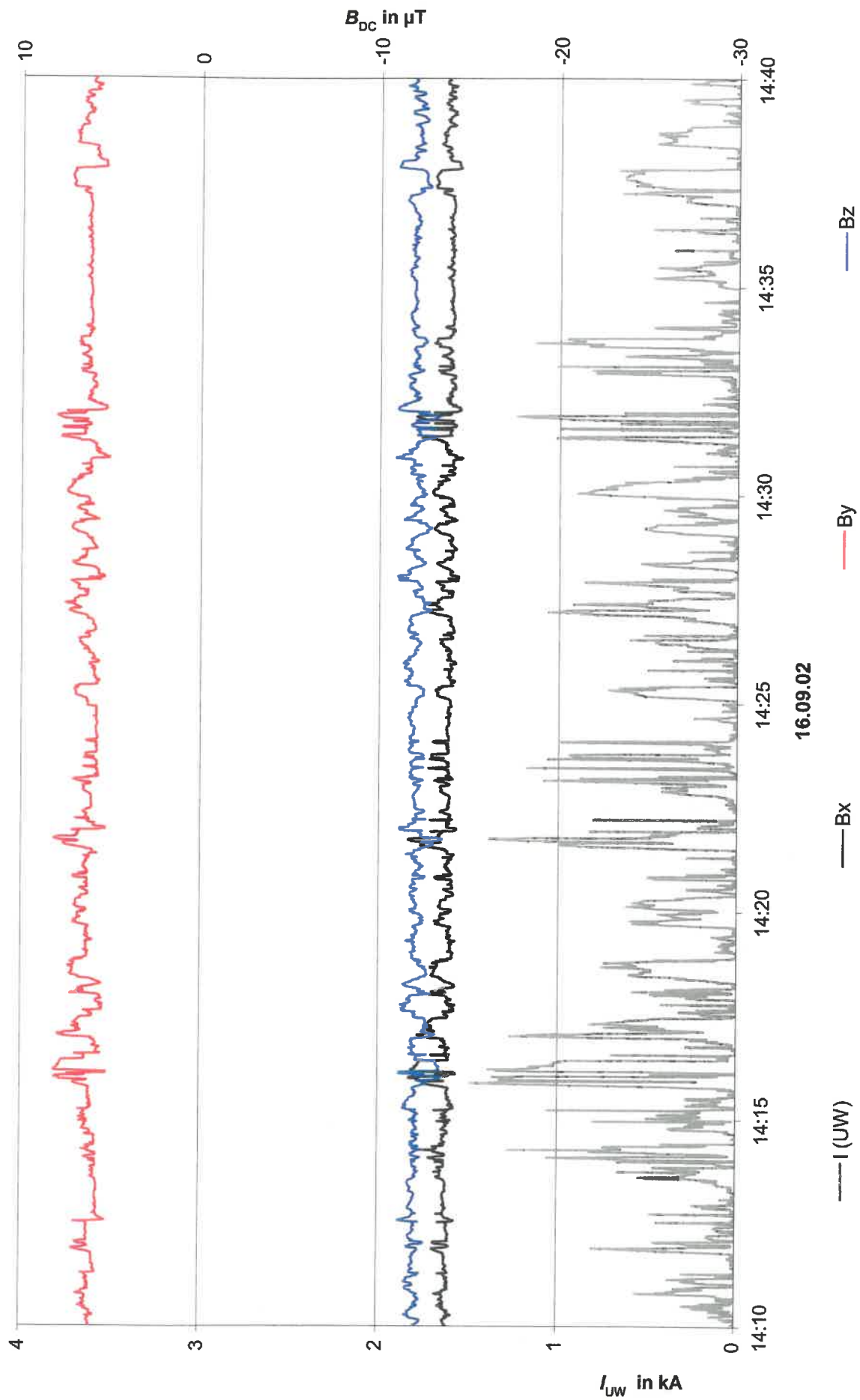




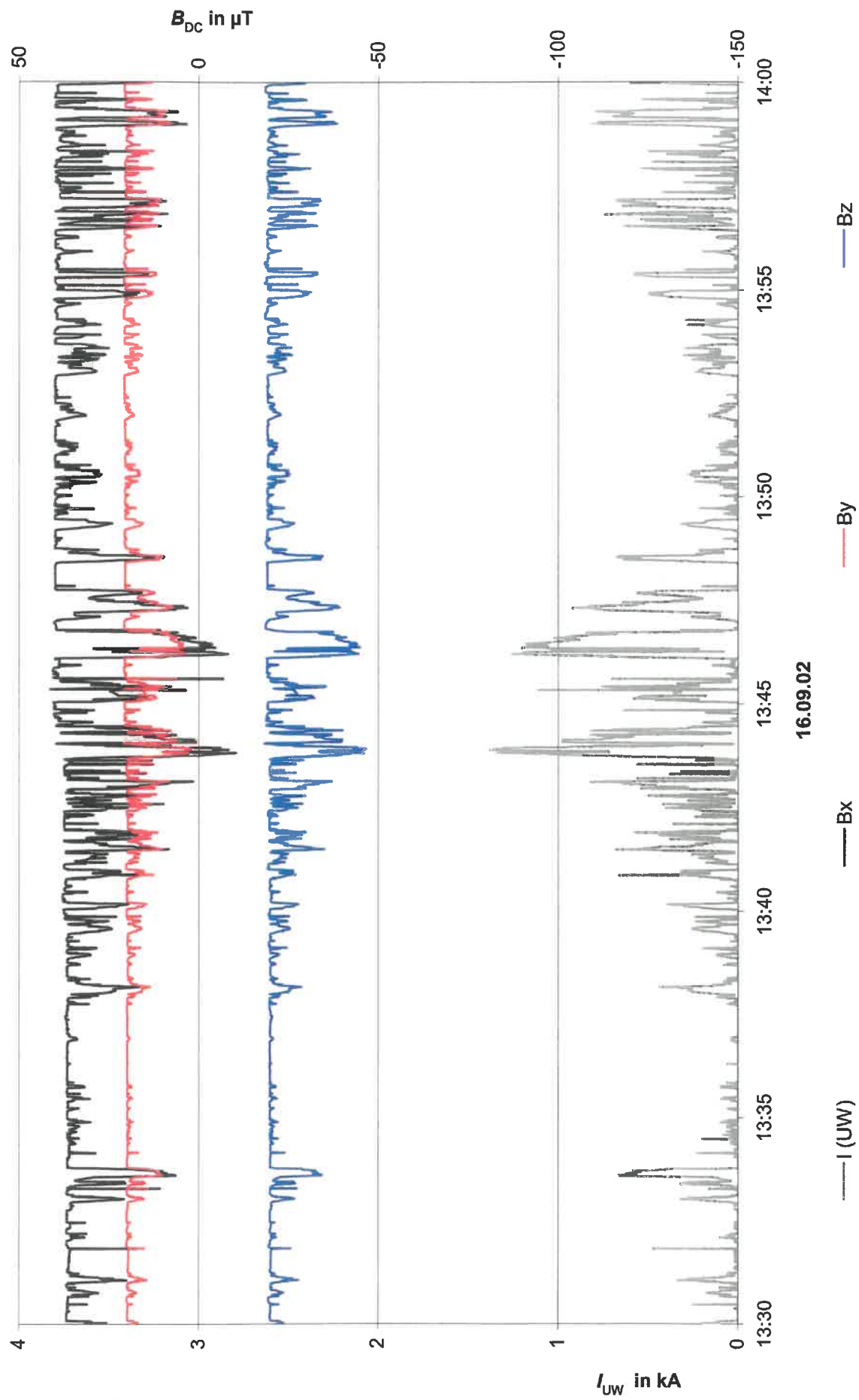
Registrierung 2.1.2: Magnetisches Wechselfeld und gespeister Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 2, MVV AG



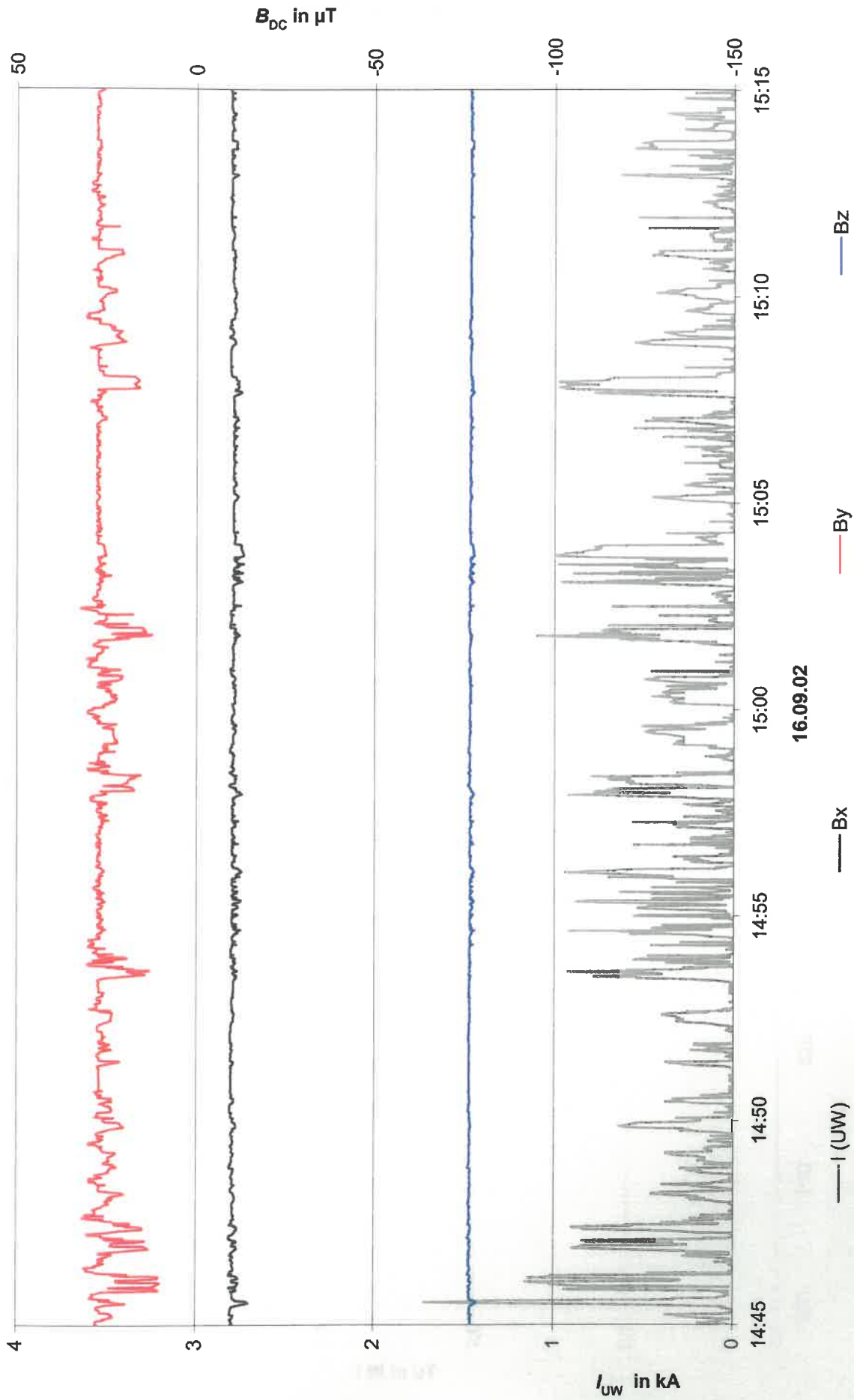
Registrierung 2.1.3: Magnetisches Wechselfeld und gespeister Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 3, MVV AG



Registrierung 2.2.1: Magnetisches Gleichfeld und gespeister Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 1, MVV AG

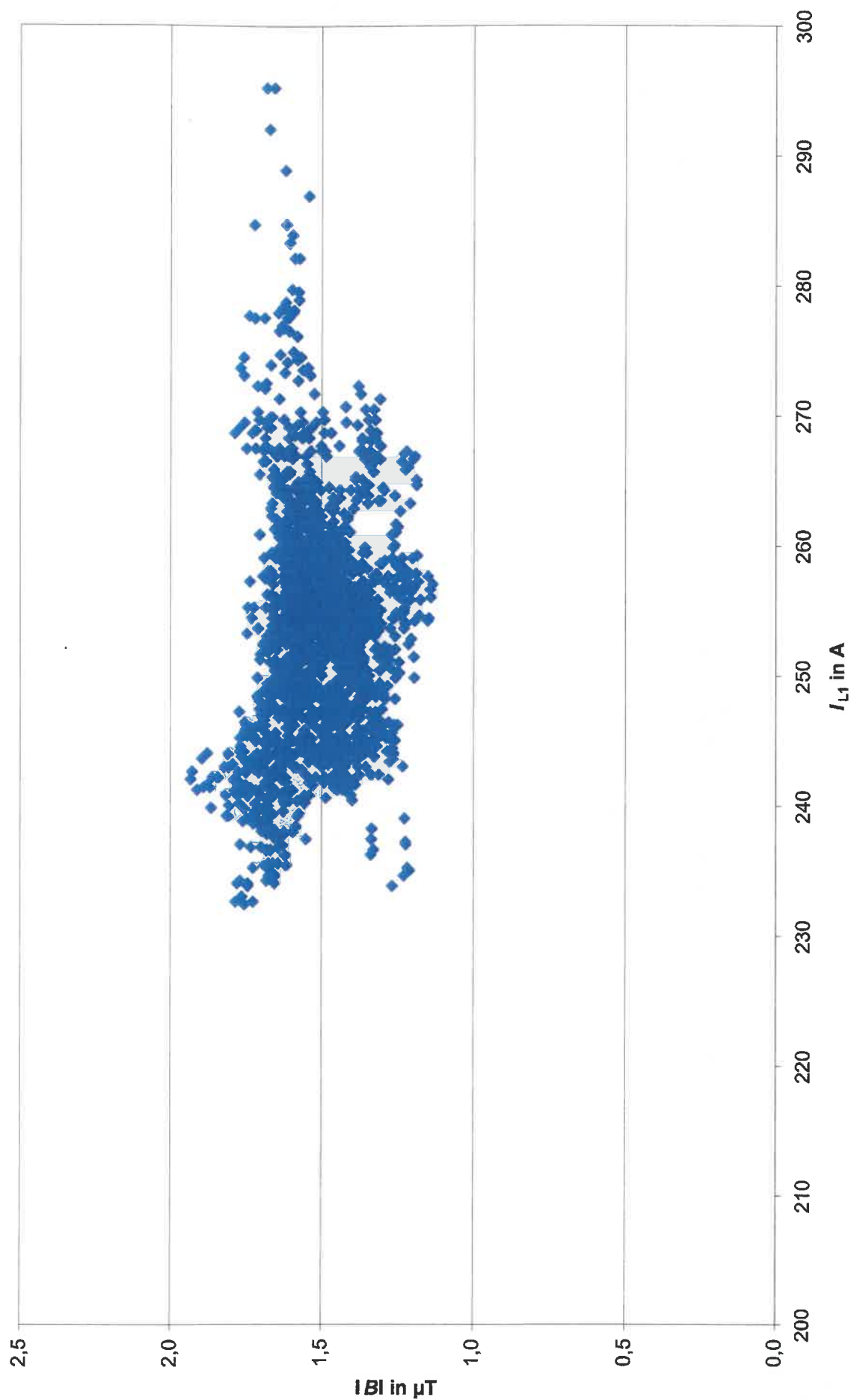


Registrierung 2.2.2: Magnetisches Gleichfeld und gespeister Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 2, MVV AG



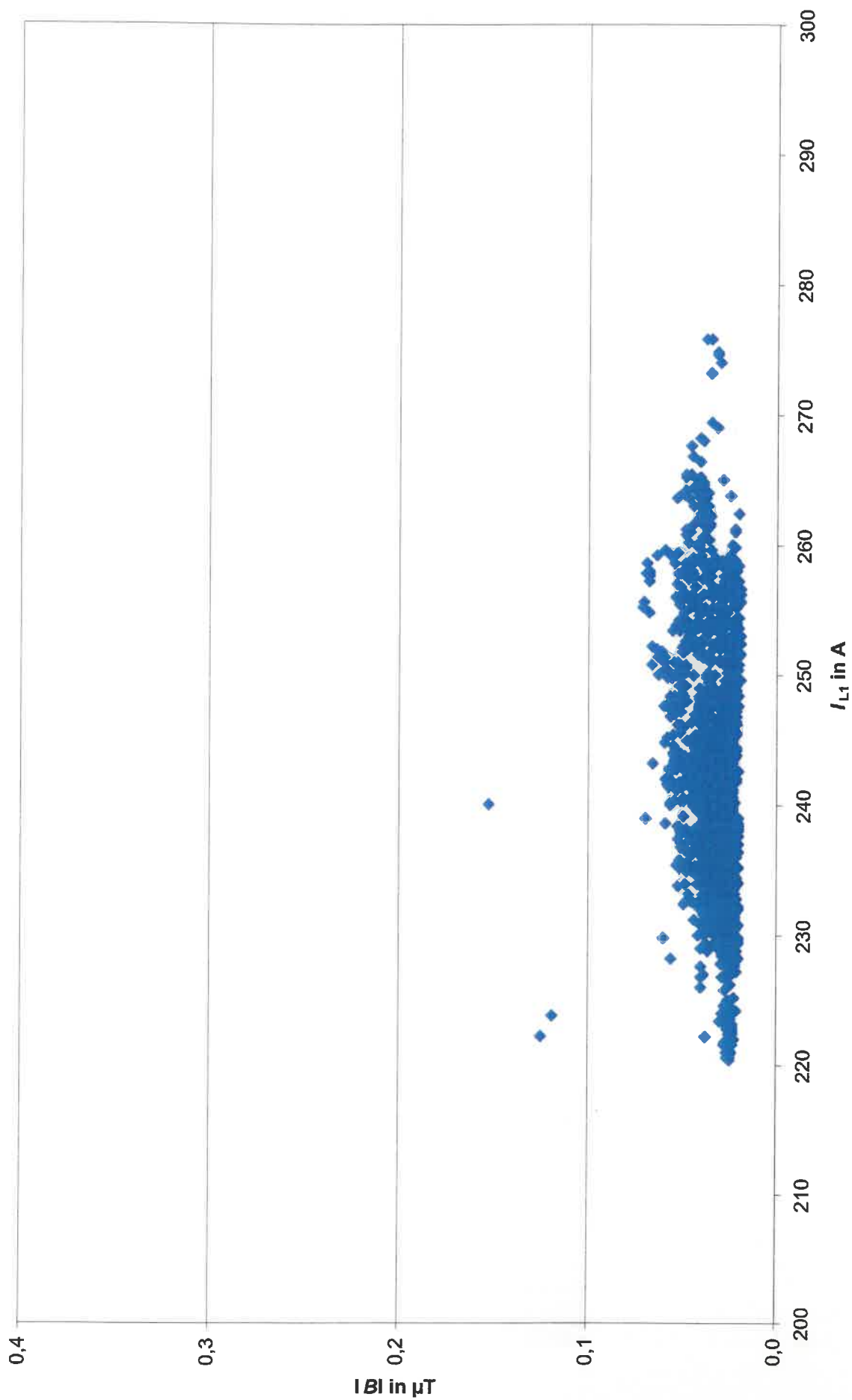
Registrierung 2.2.3: Magnetisches Gleichfeld und gespeister Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 3, MVV AG



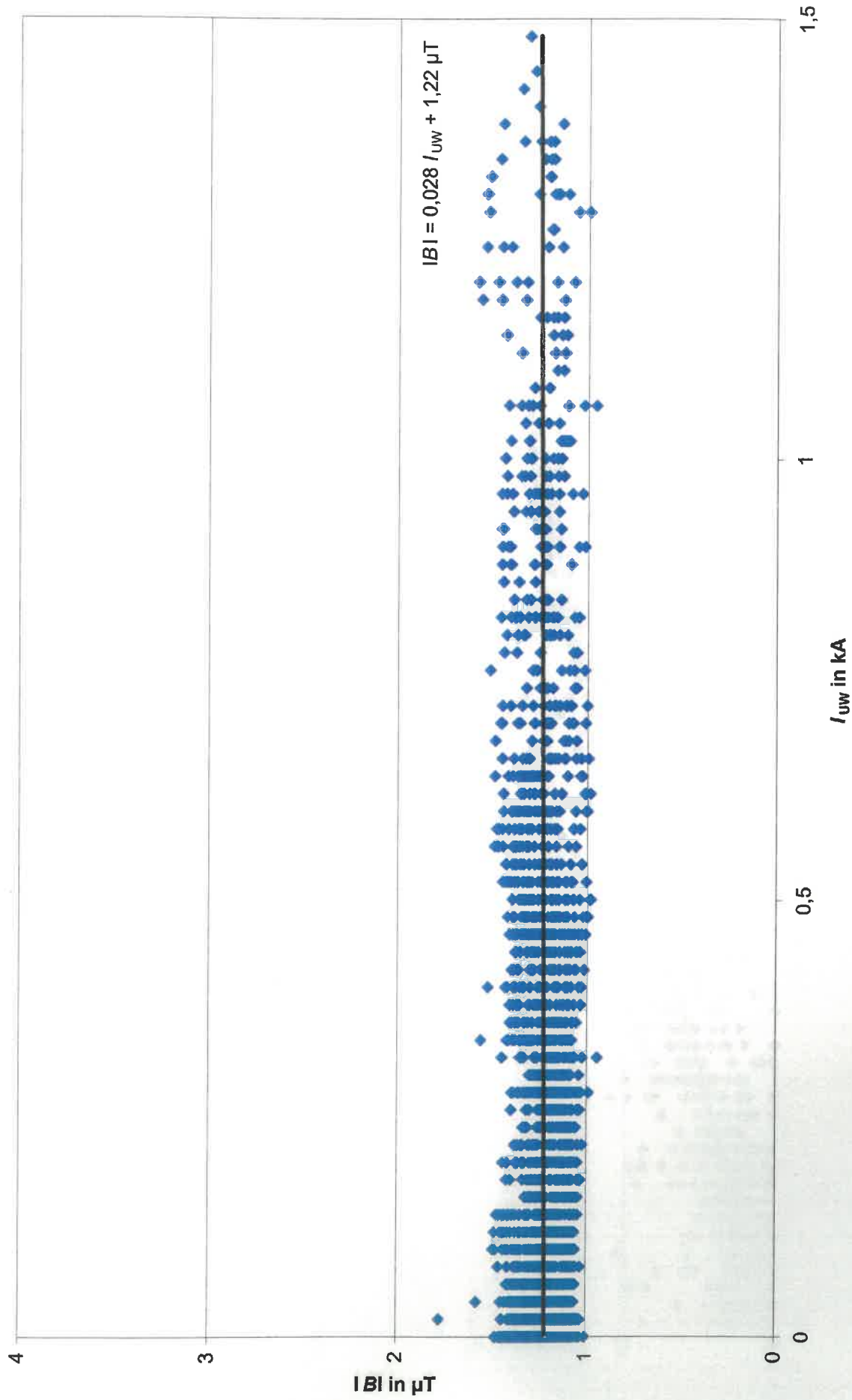


Korrelation 1.1: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld und dem Strom  $I_{L1}$ , Netzstation W3 - Mp 1 (GUW außer Betrieb), MVV AG, 16.09.2002

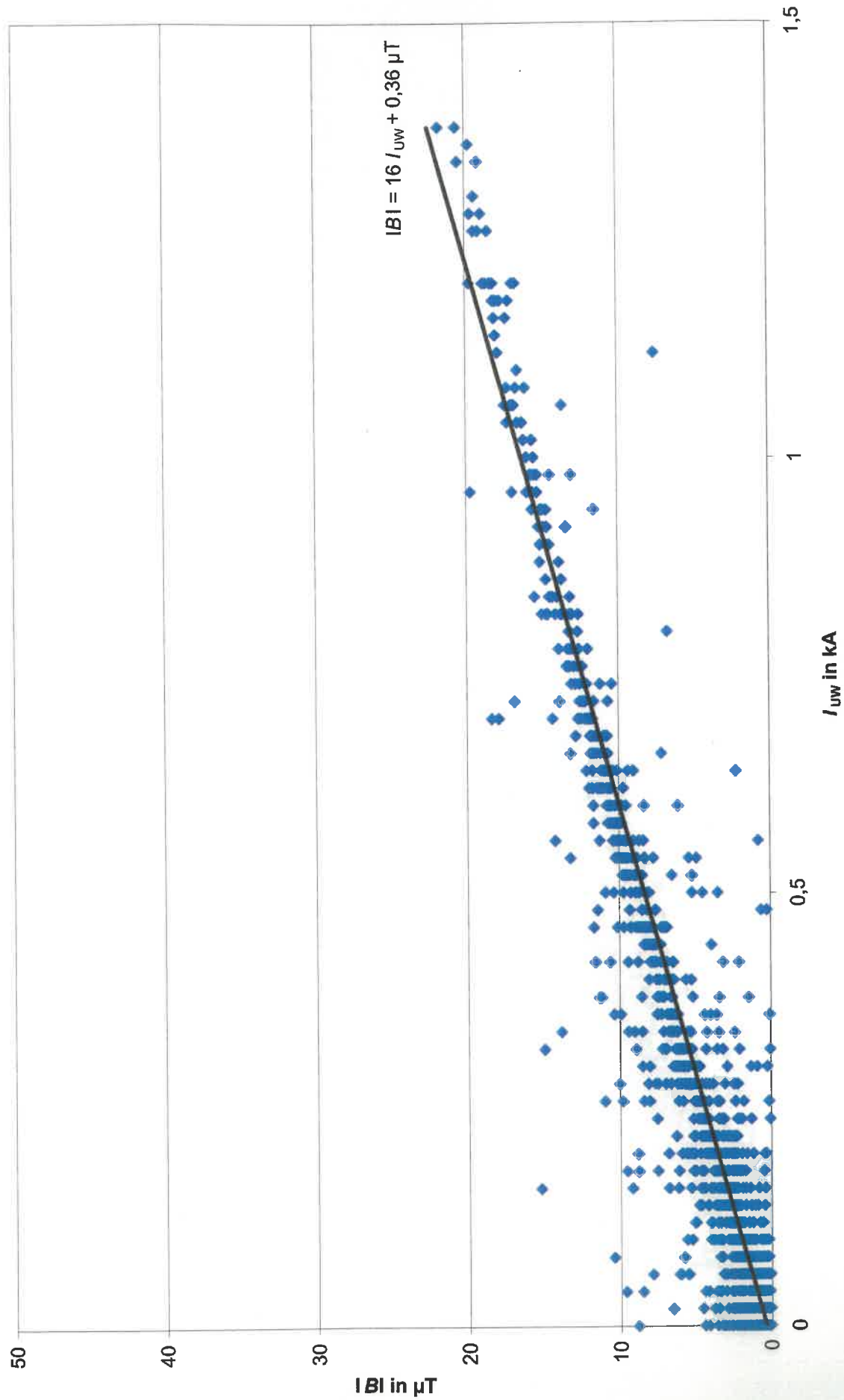




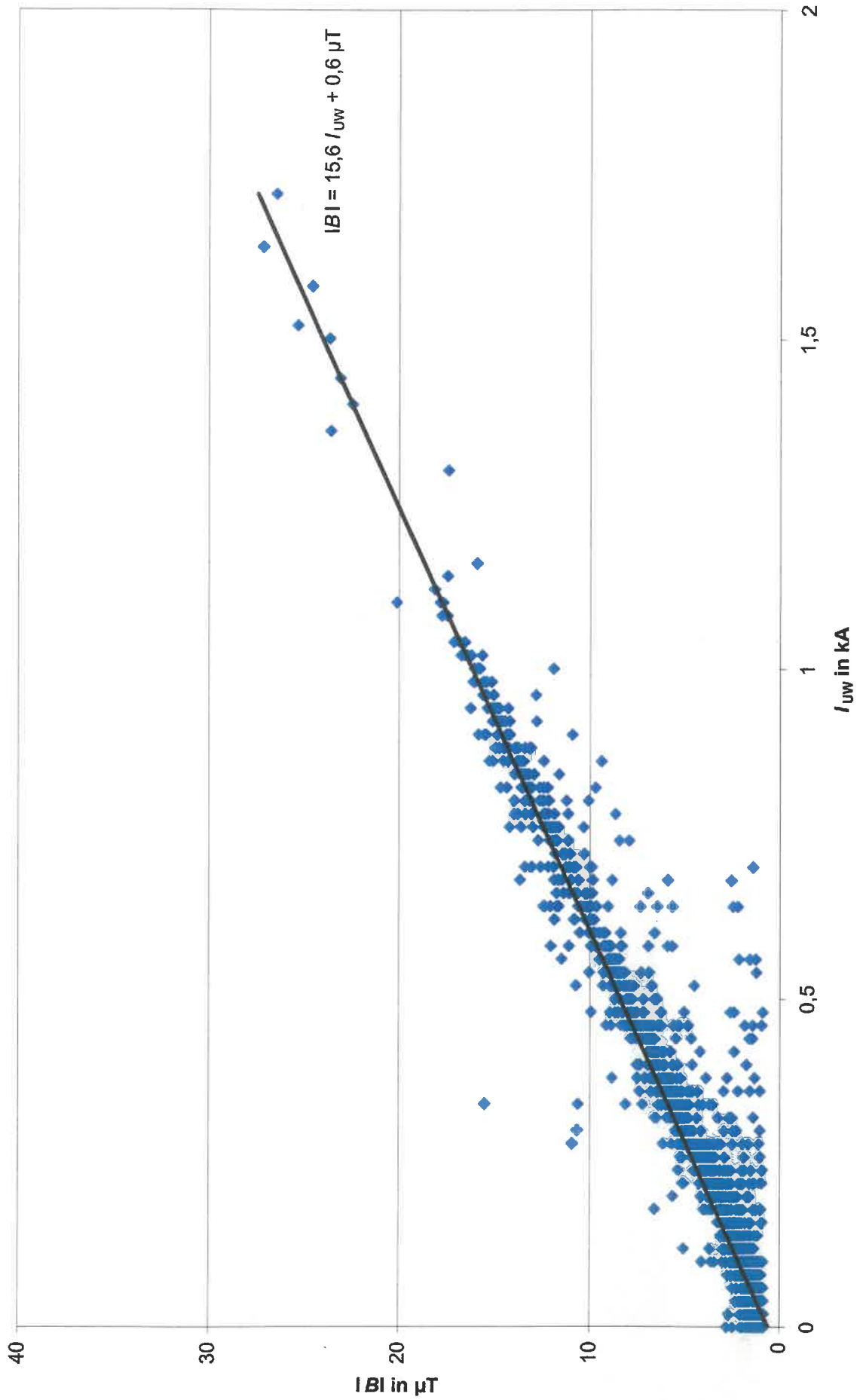
Korrelation 1.2: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld und dem Strom L1, Netzstation W3 - Mp 2 (GUW außer Betrieb), MVV AG, 16.09.2002



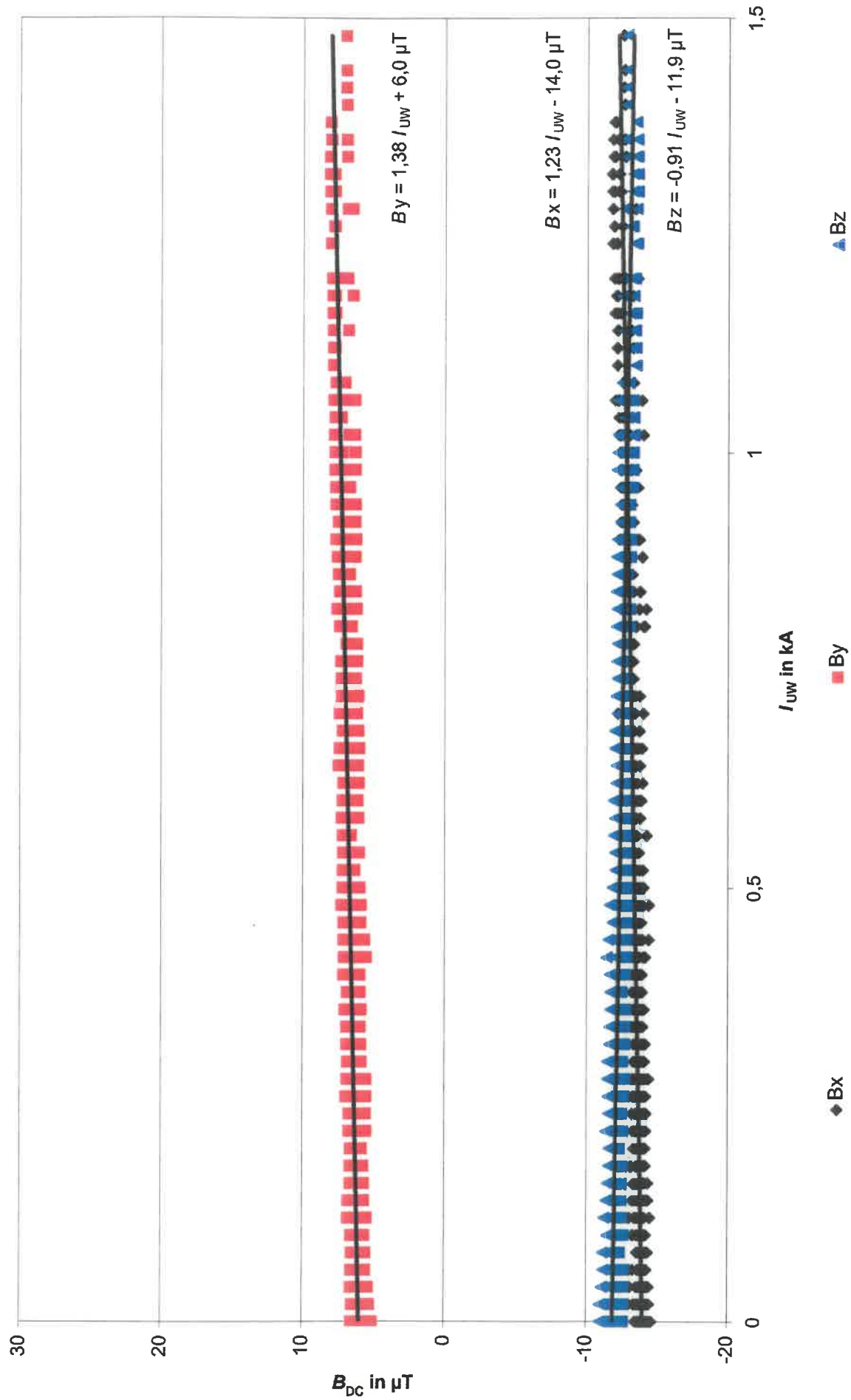
Korrelation 2.1.1: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld und dem gespeisten Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 1, MVV AG, 16.09.02



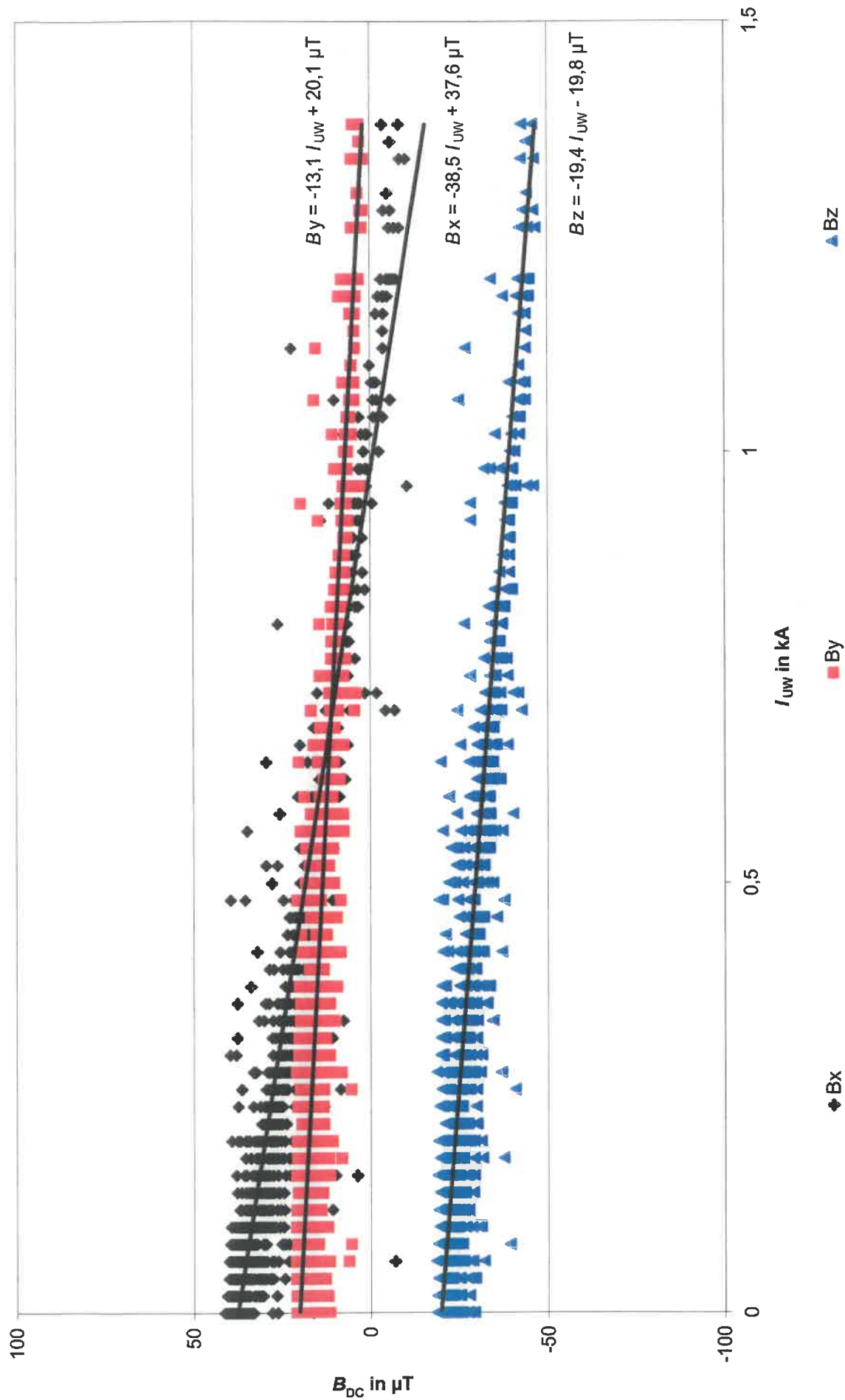
Korrelation 2.1.2: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld und dem gespeisten Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 2, MVV AG, 16.09.02



Korrelation 2.1.3: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Wechselfeld und dem gespeisten Fahrstrom, Gleichrichterwerk W112 - Mp 3, MVV AG, 16.09.02

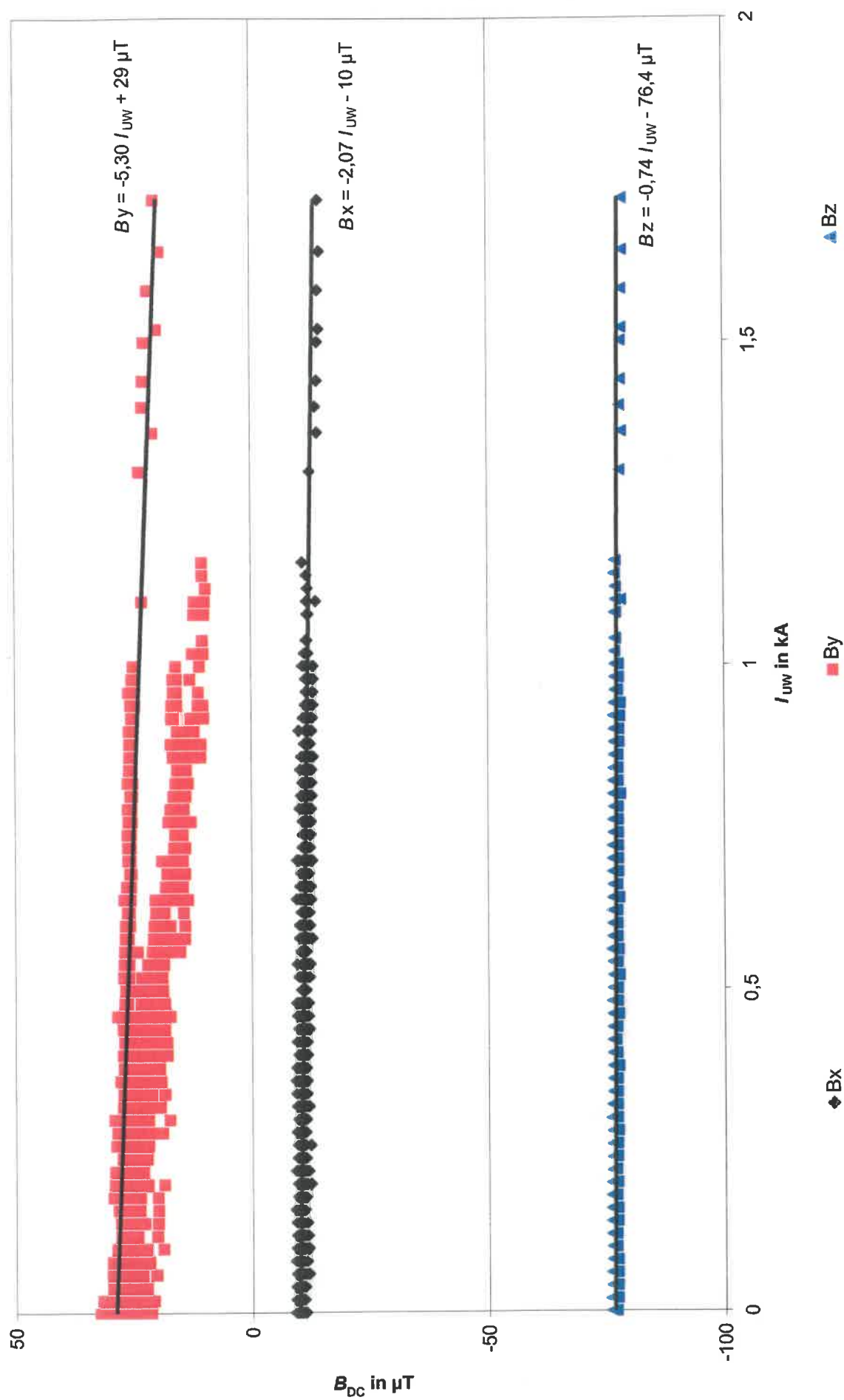


Korrelation 2.2.1: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Gleichfeld und dem gespeisten Gleichrichterwerk W112 - Mp 1, MVV AG, 16.09.02



Korrelation 2.2.2: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Gleichfeld und dem gespeisten Gleichrichterwerk W112 - Mp 2, MVV AG, 16.09.02





Korrelation 2.2.3: Zusammenhang zwischen dem magnetischen Gleichfeld und dem gespeisten Gleichrichterwerk W112 - Mp 3, MVV AG, 16.09.02

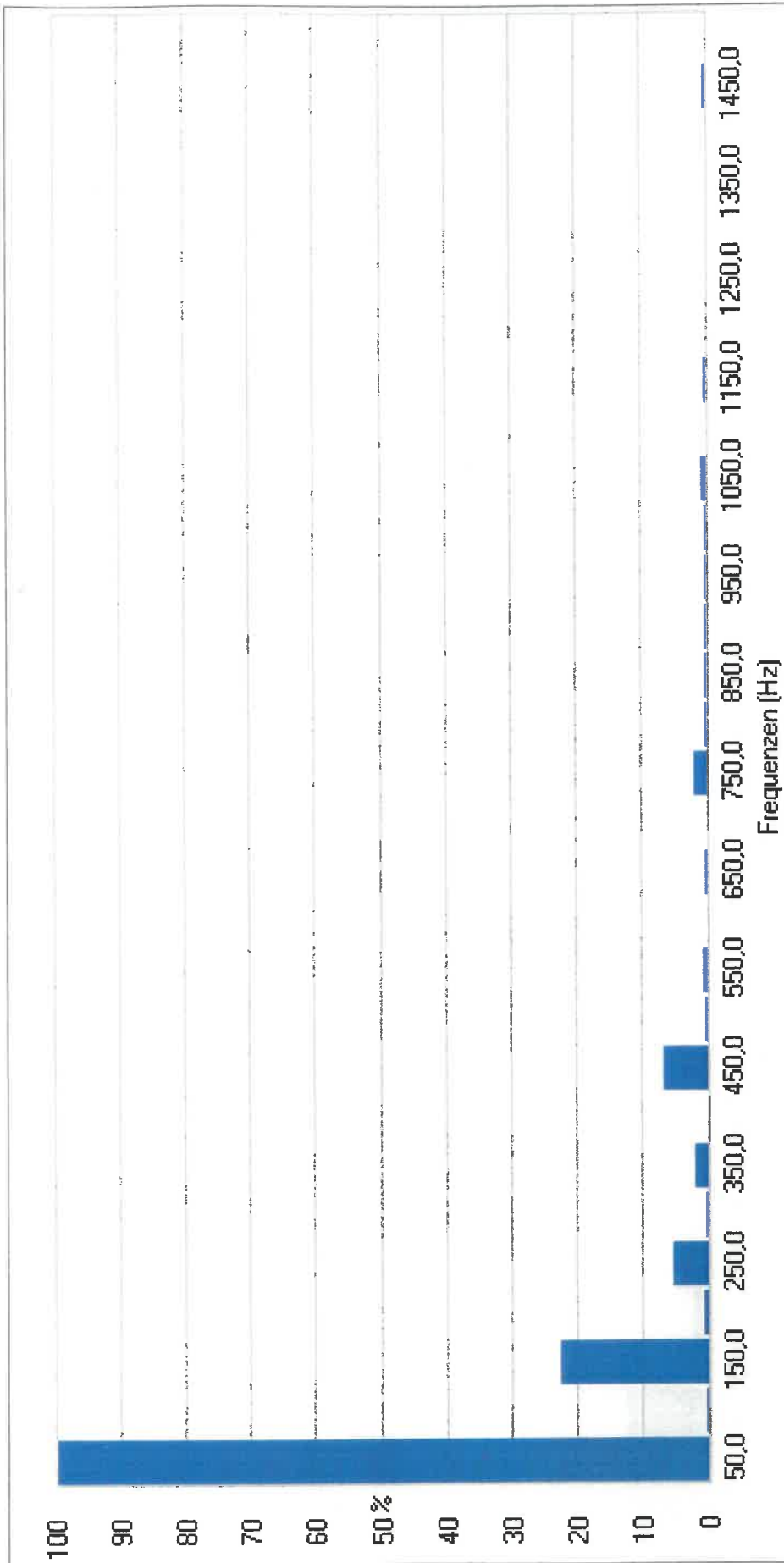


Diagramm 1  
Frequenzspektrum des magnetischen Wechselfeldes  
Netzstation W3 - Mp 1 (GUW außer Betrieb)  
MVV AG

16.09.2002

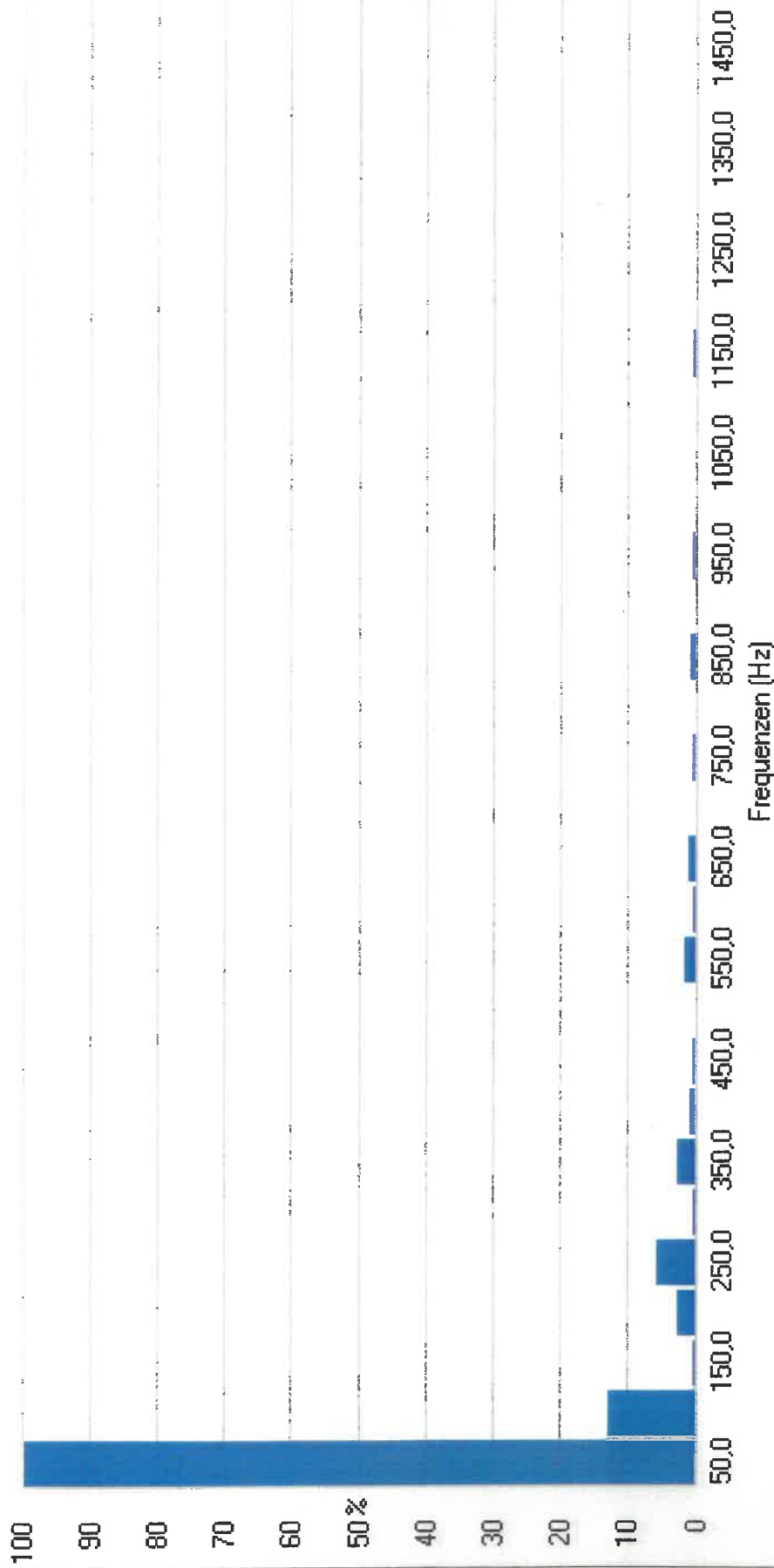


Diagramm 2.1  
 Frequenzspektrum des magnetischen Wechselfeldes  
 Gleichrichterwerk W 112 - Mp 2  
 MVV AG  
 16.09.2002

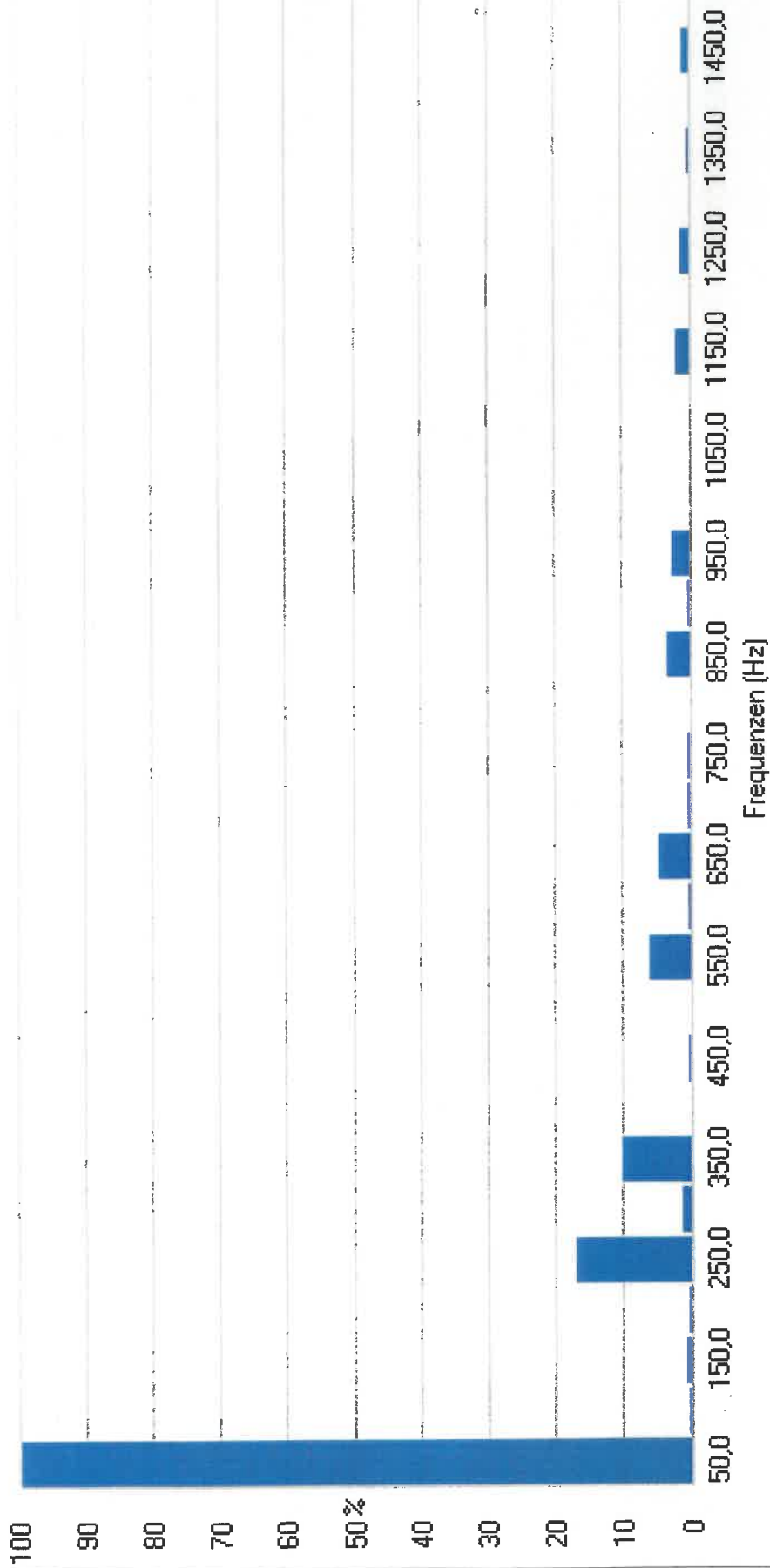


Diagramm 2.2  
 Frequenzspektrum des magnetischen Wechselfeldes  
 Gleichrichterwerk W 112 - Mp 3

MVV AG

16.09.2002