

Michael Böhme, Bundesanstalt für Gewässerkunde

# Verteilung ausgewählter Parameter im Flußquerschnitt

## 1 Einführung

Im Sommer 2001 wurden am Elbe-km 473 bei Lütkenwisch gegenüber von Schnackenburg Intensivbeprobungen durchgeführt, die zum Ziel hatten, auf mehrere spezielle Fragen zum biogenen Stoffumsatz Antworten zu finden. Ein der Fragen war: Wie sind einfach meßbare Wassergüteparameter tatsächlich im Flußquerschnitt verteilt?

Die Meßergebnisse vom Längsschnitt 2000 sowie die Daten der Beprobung der 'Reststrecke' in den Jahren 1997 und 1998 gaben darauf leider keine befriedigende Antwort, da die Streuung der Meßergebnisse bei den meißten Parametern relativ groß war im Vergleich zu den Änderungen des Parameters im Querschnitt.

Bei diesen Beprobungen wurde im allgemeinen immer nach dem selben Schema der Hauptstrom links, mitte, rechts, und ein Bühnenfeld beprobt. Außerdem wurden Messungen des UFZ Magdeburg am Hausbühnenfeld km 317 ausgewertet (Eidner, Regina; Kirchesch, Volker; Guhr, Helmut auf DGL 2001 in Kiel). Die Ergebnisse beider Meßreihen zeigen übereinstimmend, dass im Bühnenfeld eine Abnahme der Schwebstoffkonzentration gegenüber dem Hauptstrom erfolgt, wobei der prozentuale Glühverlustanteil am Schwebstoffgehalt in der Regel zunimmt. Die Tagesschwankungen von Wassertemperatur und Sauerstoff sind im Bühnenfeld deutlich höher als im Hauptstrom. Bei der Mehrzahl der untersuchten Nährstoffkomponenten und Chlorophyll-a liegen trotz Vorhandensein einiger Trends die Konzentrationsänderungen innerhalb der Fehlergrenzen.

Um den Einfluß der Bühnenfelder, oder allgemein gesagt, der Flachwasserbereiche an den Ufern auf den Stoffhaushalt im Hauptstrom der Elbe genauer quantifizieren zu können, wurden zusätzliche, zeitlich, örtlich und analytisch hochaufgelöste Messungen über einen Flußquerschnitt durchgeführt.

## 2 Methodik

Die Messungen fanden am 23., 24. und 26.07.2001 jeweils Morgens und Abends zu den Zeiten der täglichen Minima und Maxima von O<sub>2</sub> und Wassertemperatur statt. Zu diesen Zeiten sind die Änderungsraten der gemessenen Wassergüteparameter gering. Eine Messung fand am 26.07. Mittags statt. Hier waren die Änderungsraten hoch.

Die Wassergüteparameter wurden mit 4 YSI-Multisonden Typ 6920 gemessen, welche alle mit Sensoren für Wassertemperatur, O<sub>2</sub>-Konzentration, Leitfähigkeit, pH und Trübung ausgestattet waren. Die analytische Auflösung betrug für Wassertemperatur (°C), O<sub>2</sub>-Konzentration (mg/l), und pH 0.01 Einheiten, für Trübung 0.1 NTU und Leitfähigkeit (LF) 1 µS/cm. Die Aufzeichnungsfrequenz betrug 0.5 Hz.

Zu ausgewählten Terminen wurde zusätzlich eine bbe FluoroProbe-Tauchsonde mit integrierter spektraler Algenklassen-Differenzierung von Moldaenke mitgeführt. Neben der Gesamtfluoreszenz werden von dem Gerät auch die Anteile verschiedener Algengruppen abgespeichert. Die zeitliche Auflösung war hier etwas geringer (ein Meßwert alle 4 bzw. 6 Sekunden, da der Speicher des Gerätes nur 1800 Werte faßt).

Zwei Multisonden (Redundanz) wurden mit Schlauchboot am km 472.6 in 0.1 - 0.2 m Tiefe durchs Wasser geschleppt. Der Elbe-Querschnitt wurde mit Schlauchboot zu einem Termin 5 bis 9 mal überquert (hin und zurück). Die Schleppgeschwindigkeit war relativ konstant (konstante Relativgeschwindigkeit Sonde zu Wasser = konstante Anströmung der Sonde). Die Bühnenfelder wurden möglichst lange ausgefahren, und bis in die Ecken hinein, um eine ausreichende Anpassungszeit für die Sonden zu gewährleisten und um auch vermutete Extremwerte in Sekundärwirbeln erfassen zu können. Die Übergangsbereiche von Bühne zu Hauptstrom, in dem die stärksten Gradienten vermutet wurden, wurden besonders langsam durchquert, indem diese Bereiche in sehr spitzem Winkel zum Querschnitt befahren wurde (geringe Geschwindigkeit in Bezug auf absolute Positionen im Querschnitt). Das Befahrungsschema wurde einmal geändert (am 24.07. Morgens), um diese Übergangsbereiche noch langsamer befahren zu können (bei gleichbleibender Relativgeschwindigkeit).

Je eine weitere Multisonde wurde an Bojen am linken und rechten Rand des Hauptstromes für den gesamten Zeitraum 23.-27.07.2001 stationiert. An der linken Boje wurde zusätzlich eine weitere FluoroProbe-Tauchsonde installiert.

Die Position des Bootes wurde mit einem Geotracer-GPS System 2000 L1/L2 aufgezeichnet. Die Genauigkeit der Positionsbestimmung lag im RTK-Modus im cm-Bereich, sicher unter 0.1 m. Die Sonden hingen etwa 1 m hinter und 1 m links von der GPS-Antenne in Fahrtrichtung am Boot.

Referenzpunkt war der in der DBWK verzeichnete NIV-Festpunkt "472/2" mit den Koordinaten 11.595980993°E 53.037414725°N (11:35:45.53158 E 53:02:14.69301 N bzw. Rechts=4472898.35 Hoch=5878963.66, 18.816 müNN, Krassowski-Ellipsoid). Die Referenzantenne wurde auf einen nicht markierten Punkt Rechts=5878931.503 und Hoch=4472911.074 gestellt.

Die Aufzeichnungsfrequenz betrug 2 Hz. Es wurden zum einen POS-Files aufgezeichnet, welche alle Positionen in geographischen Koordinaten im 0.5 sec-Takt enthalten, als auch JOB-Files, mit denen alle 10 sec Positionen als Hoch-/Rechtswerte abgespeichert wurden.

Zur Darstellung der Verteilung der Wassergüteparameter im Flußquerschnitt wurden die Positionen zunächst auf eine Gerade projiziert, die senkrecht zur in der DBWK 2000 eingezeichneten Stromachse den km 472.6 schneidet. Variationen des Winkels zur Stromachse brachten keine überzeugende Verbesserung der Darstellungen im Querschnitt.

Die Gütewerte wurden auf diese Linie aufgetragen, wobei der rechte Bühnenkopf Null gesetzt wurde. Das rechte Bühnenfeld ist hier 87 m tief. Der Hauptstrom hat eine Breite von 187 m, das anschließende linke Bühnenfeld ist 46 m tief. Die gesamte Querschnitt ist also 320 m breit.

Als Zusatzinformation wurde die Ost-West-Lage des einzelnen Meßpunktes über die Farbe des Meßwertes dargestellt. Dabei bedeutet Blau eine extrem östliche Lage, Rot eine extrem westliche Lage. Über diese Information kann man die Hin- und Rückfahrt differenzieren. Vielleicht könnte man das noch etwas verbessern, indem man den Abstand von der Projektionsgeraden anstelle des simplen Rechtswertes zur Grundlage der farblichen Differenzierung macht.

Die Abkürzungen im Bildtitel zeigen die Zeit der Befahrung an: 23A bedeutet 23.7. Abends, M bedeutet Morgens, X Mittags (einziger Fall 26X).

## 3 Ergebnisse (erste Eindrücke)

### 3.1 Ganglinien stationär

Die Tage 23.-27.07.2001 waren sommerlich, die Wassertemperaturen stiegen in diesem Zeitraum um etwa 1 Grad an und lagen zwischen 22 und 24.5°C. Die Tagesschwankung betrug maximal 1.8 K. Der Sauerstoffgehalt sank in dieser Zeit um 2 (links) bis 3 mg/l O<sub>2</sub> ab und lag zwischen 8 und 16 mg/l. Die Tagesschwankung betrug etwa 3 mg/l. pH verhielt sich analog dem O<sub>2</sub>, mit Werten zwischen 8.8 - 9.1 rechts und 9.0 bis 9.3 links.

Die spezifische Leitfähigkeit lag am 23.7. bei 890 (rechts) bzw 920 µS/cm und fiel mit leichten Schwankungen langsam ab bis zum Vormittag des 26. Juli. Danach fiel sie schnell bis zum Ende der Messung auf 750 bzw. 780 µS/cm. Ursache war stark steigender Wasserstand wegen einer Welle, die wohl aus der Tschechei herangetragen wurde und das durch relativ konstante industrielle Einleitungen salzreiche Saalewasser verdünnte.

Die Phytoplankton-Chlorophyllfluoreszenz zeigte ein regelmäßiges Muster, das folgendermaßen aussah: über den Tag Anstieg bis 18 Uhr MESZ, dann steiler Abfall bis 23 Uhr, danach flacher Abfall bis 04:30, danach ein kurzer steiler Anstieg bis 05:00 Uhr, gefolgt von einem indifferenten Bereich bis maximal 09:00 Uhr, dann weiter wie oben. Vergleich mit DF-Respirometer!

Trübung hat links nicht funktioniert. Rechts schwankte sie i.d.R. zwischen 32 und 39 NTU, mit leichtem Trend zu Anstieg am Tage und Abfall in der Nacht.

### 3.2 Querschnittsbefahrungen

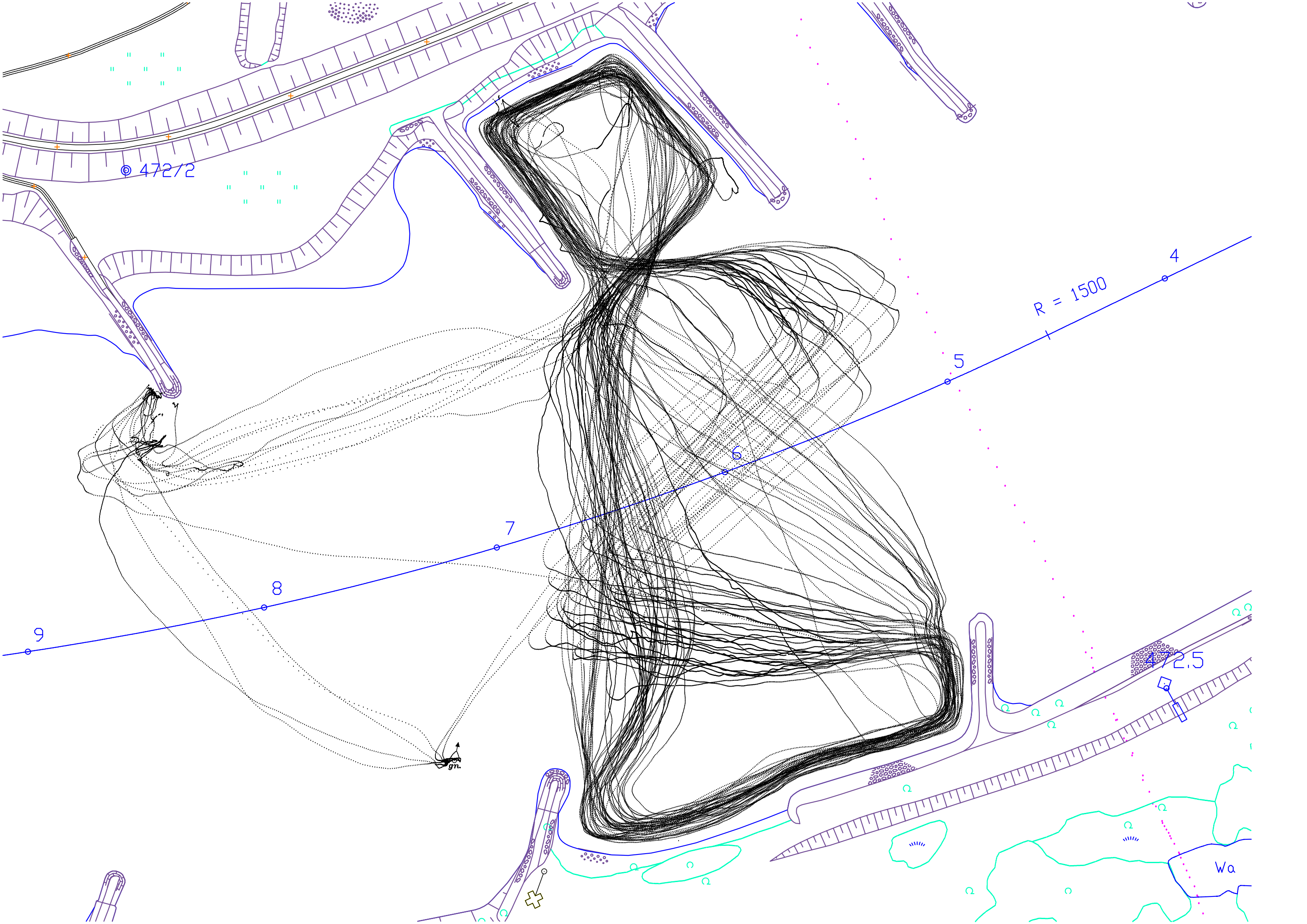
Die Wassertemperatur lag in Strommitte am Morgen über, Mittags und Abends unter der der Temperatur im Bühnenfeld. Innerhalb des Bühnenfeldes waren Morgens und Abends kaum Unterschiede auszumachen. Mittags dagegen scheinen innerhalb des Bühnenfeldes große Unterschiede zu existieren.

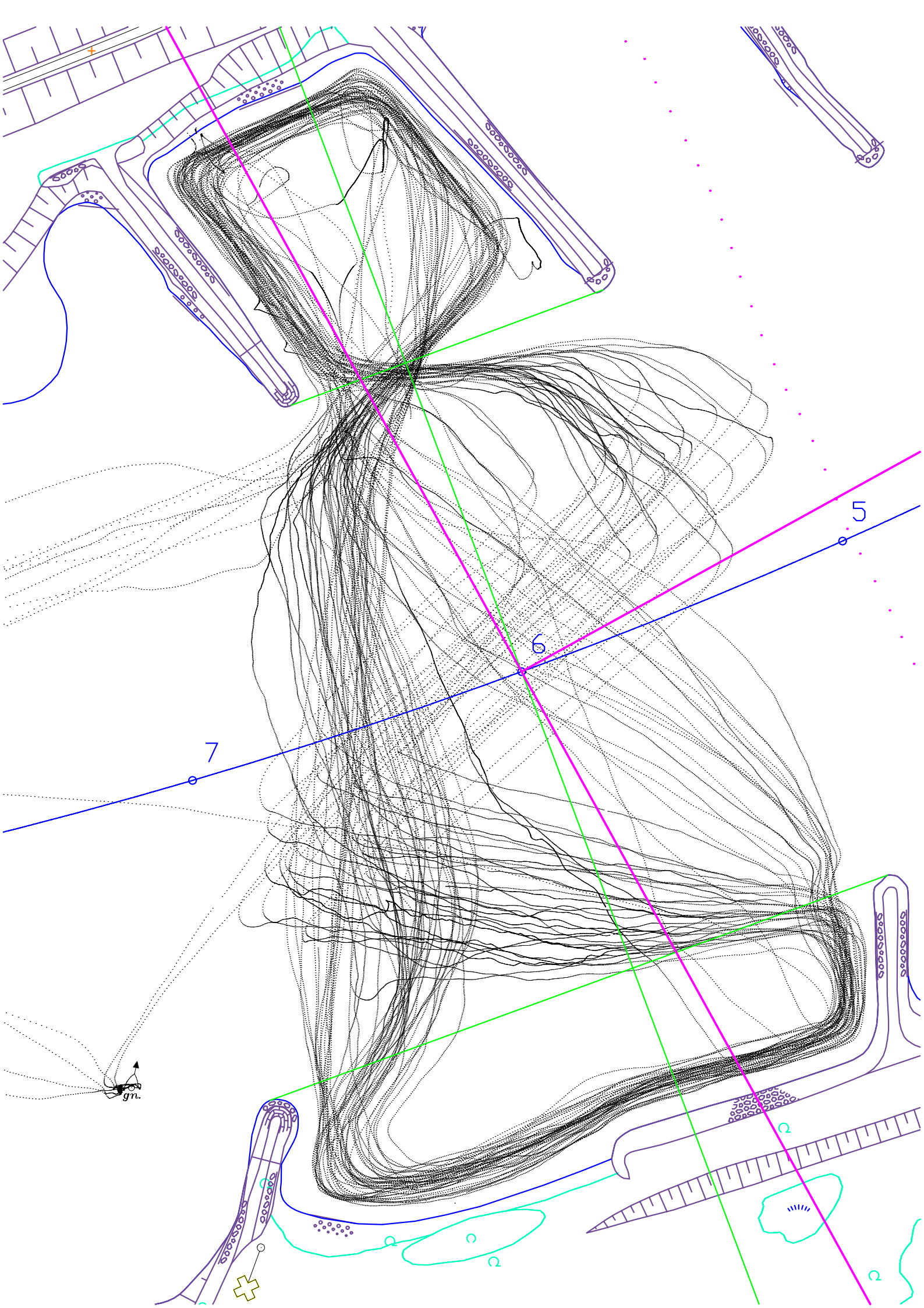
Beim Sauerstoff ein analoges Bild, nur mit dem Unterschied, daß der O<sub>2</sub> am Morgen in Flußmitte nicht höher lag als in den Bühnenfeldern. Möglicherweise zeigen die Bilder nicht das ganze Ausmaß der Unterschiede zwischen Rand und Mitte. Ursache könnte die Trägheit der Multisonden sein. Bei künftigen Messungen müßte eine dünnere O<sub>2</sub>-Membran benutzt werden, Außerdem sollten die Schutzkappen vor den Sonden entfernt werden, die wahrscheinlich durch verzögerten Wasseraustausch vor den Elektroden auch zu einer Verzögerung des Signals beitragen, wie man am Beispiel der Leitfähigkeit herauslesen könnte.

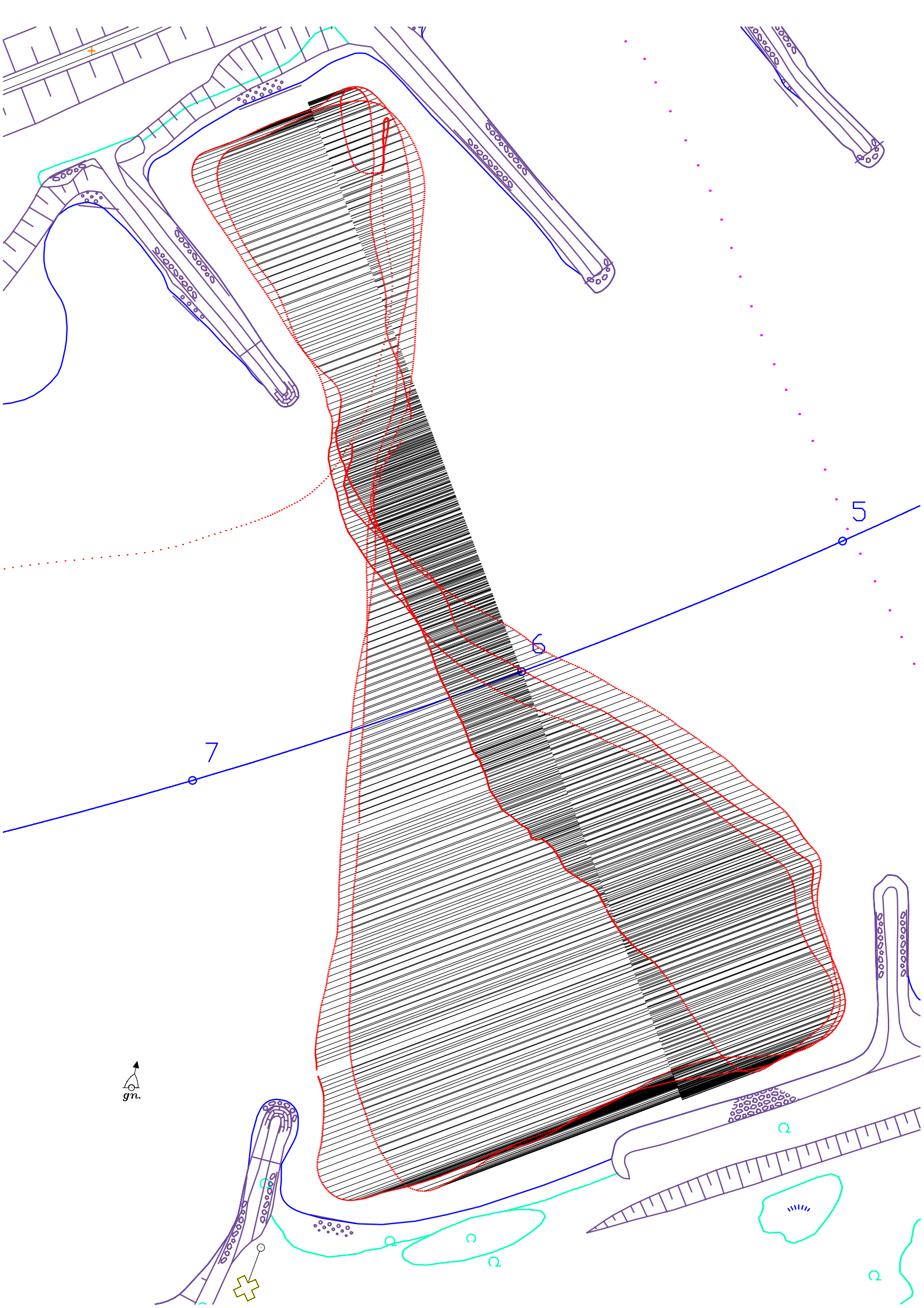
Die Trägheit der Sensoren scheint die Differenz zwischen der Lage der Strommitte-Minima bei Hin- und Rückfahrt zu beeinflussen: Leitfähigkeit, Trübung, eventuell pH reagieren schnell, Temperatur mittel (beeinflußt dabei aber auch drei Rechenwerte LF, O<sub>2</sub> und pH), und O<sub>2</sub> langsam (größter Abstand der Strommitte-Minima).

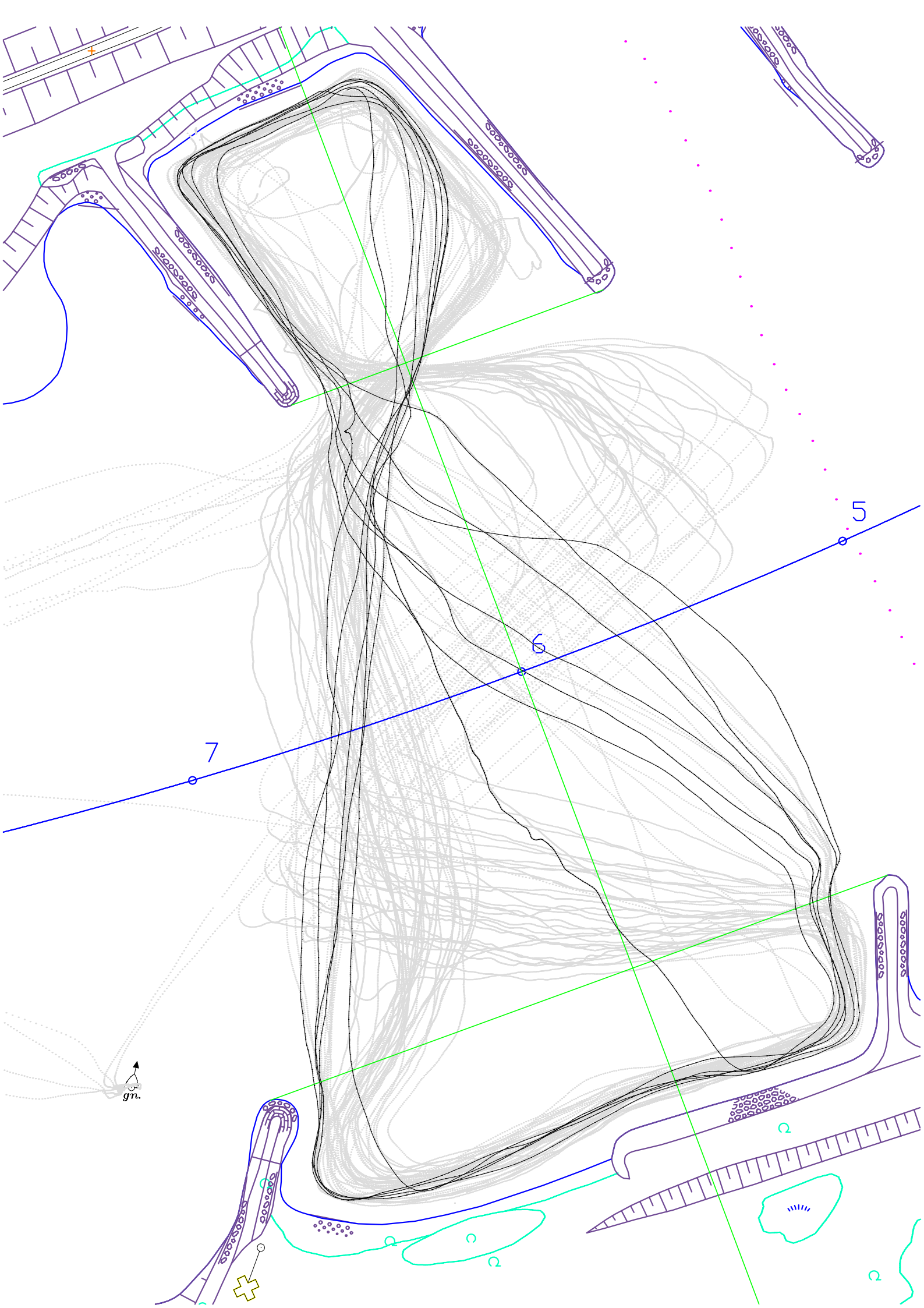
Bei LF und Trübung dominieren zunächst die Unterschiede zwischen Rechts (von Havel beeinflußt) und Links (von Saale beeinflußt) das Bild. Bei der Leitfähigkeit ist ein sehr stetiger Abfall über den Hauptstrom erkennbar, der wohl voll einfachen Modellvorstellungen entspricht. Innerhalb der Bühnenfelder gibt es keinerlei Unterschied zur äußersten Hauptstromlamelle. Besonders interessant ist der 26.7. Abends, als das Wasser stieg, die LF im Hauptstrom schnell abnahm und die Bühnenfelder am rechten Ufer immer noch Wasser mit hoher LF in den Hauptstrom einmischen. Eventuell sind aus solchen Situationen Geschwindigkeitsbeiwerte für Modellierung herauszurechnen.

Bei der Trübung ist neben dem Links-Rechts-Gefälle auffällig, daß innerhalb der Bühnenfelder im Gegensatz zu den anderen Parametern ein Gradient existiert. Die Trübung nimmt etwa um 20 Prozent ab auf der Strecke zwischen Randlamelle des Hauptstroms zum landseitigen Rand des Bühnenfeldes. Teilweise lassen sich auch Unterschiede erkennen, die wohl mit der Aufenthaltszeit des Wassers im Bühnenfeld korrelieren: je länger im Bühnenfeld, desto klarer das Wasser. Dieses Ergebnis stimmt gut überein mit den Beobachtungen von Guhr am Magdeburger 'Hausbühnenfeld'.

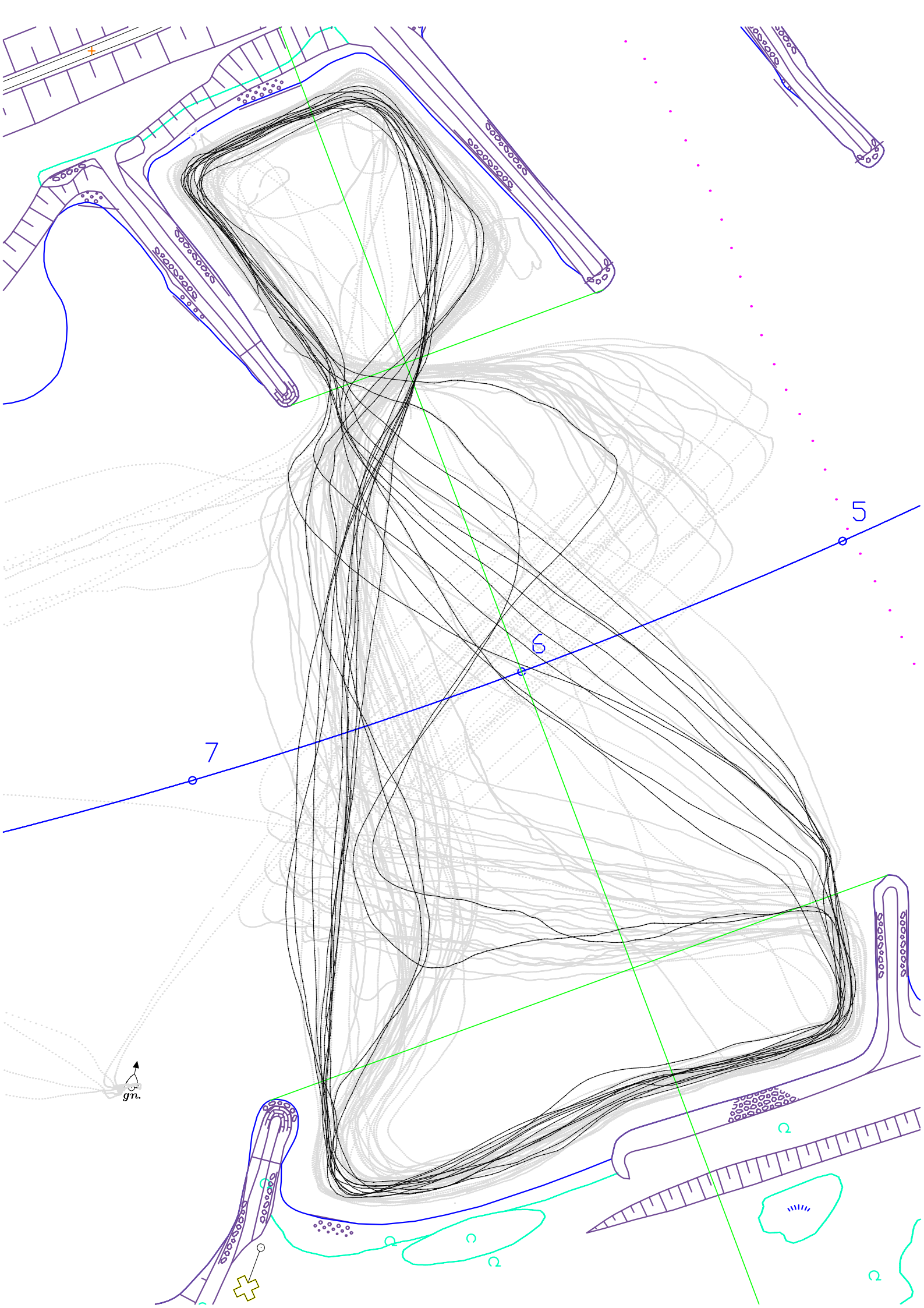


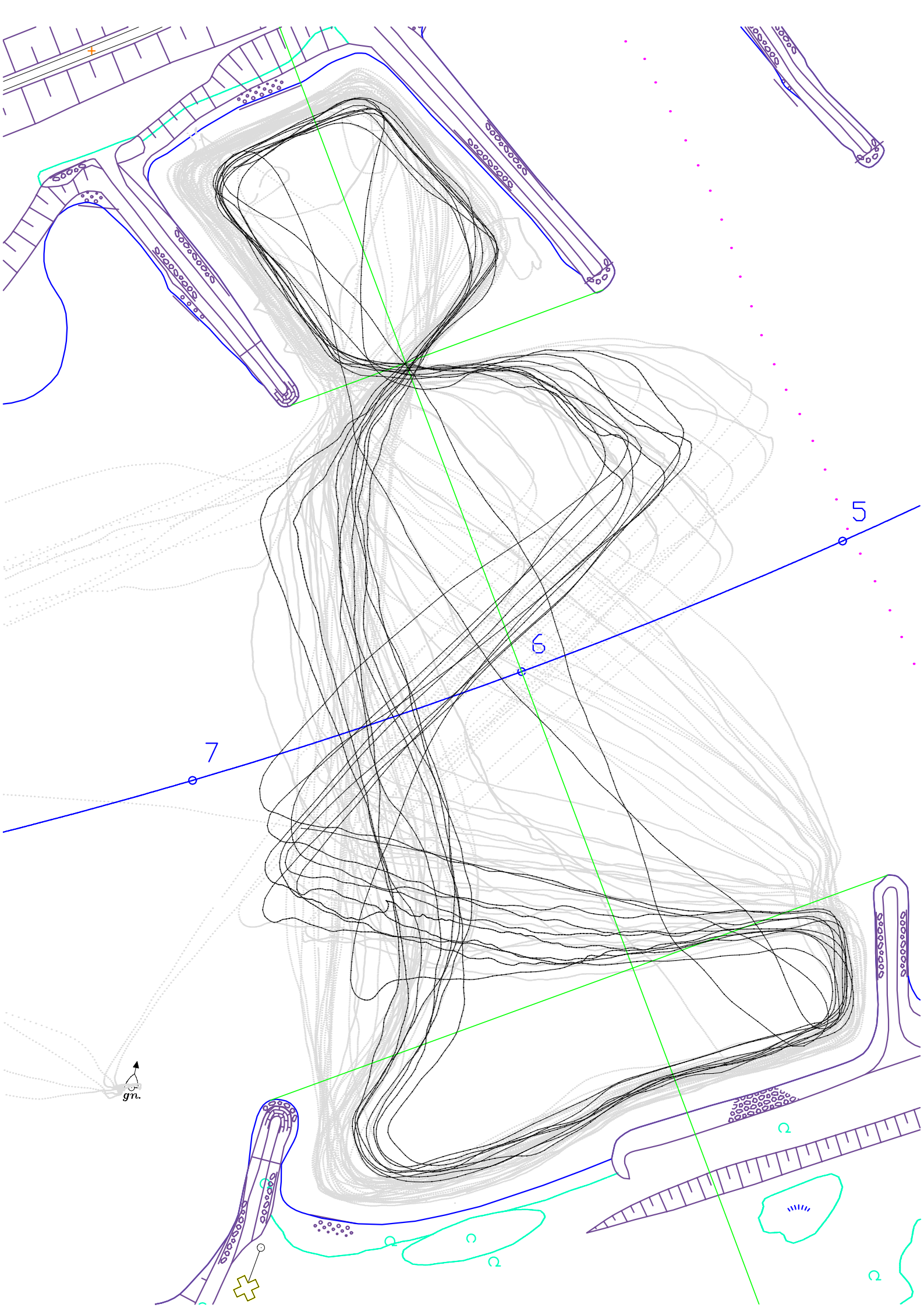


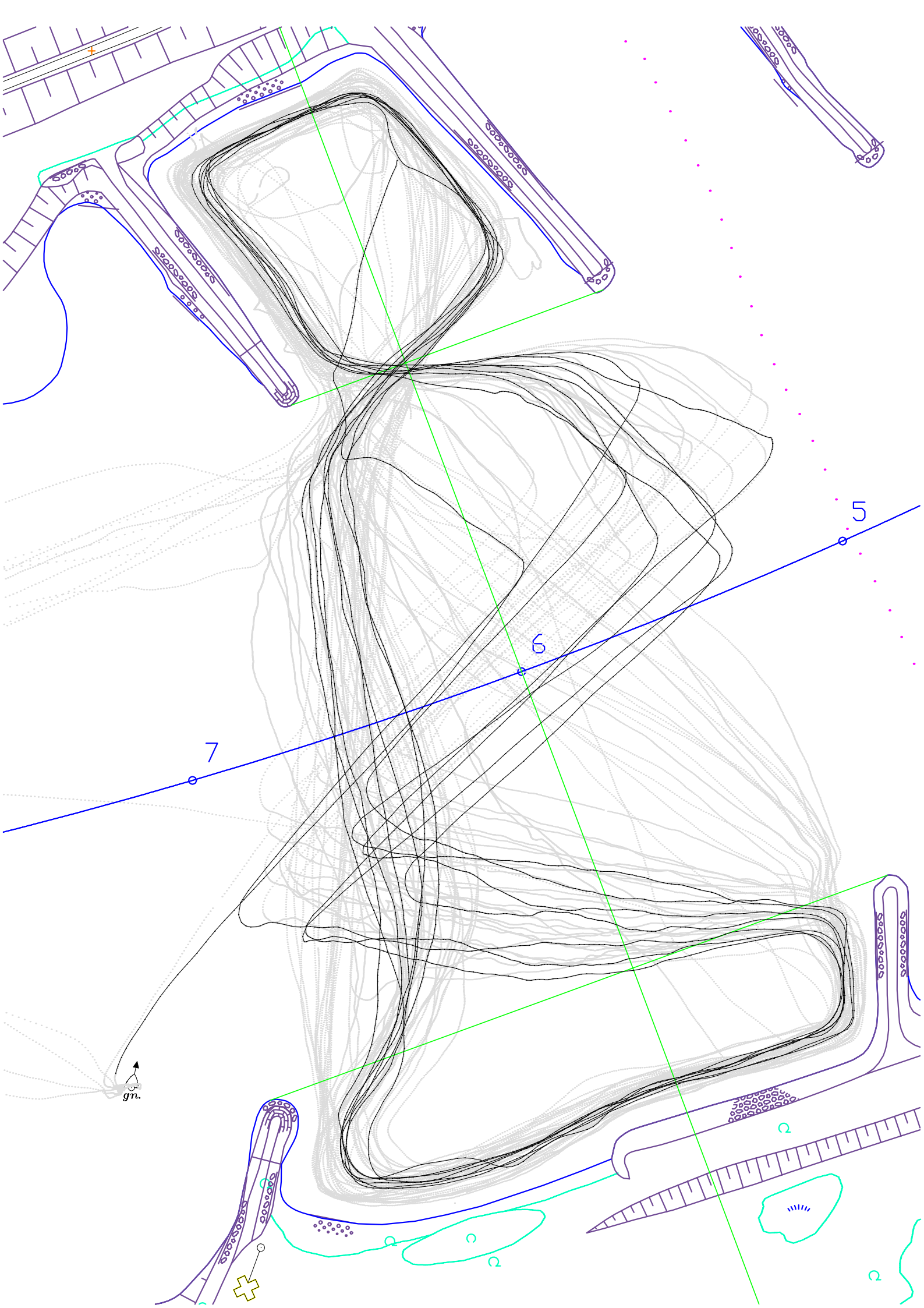


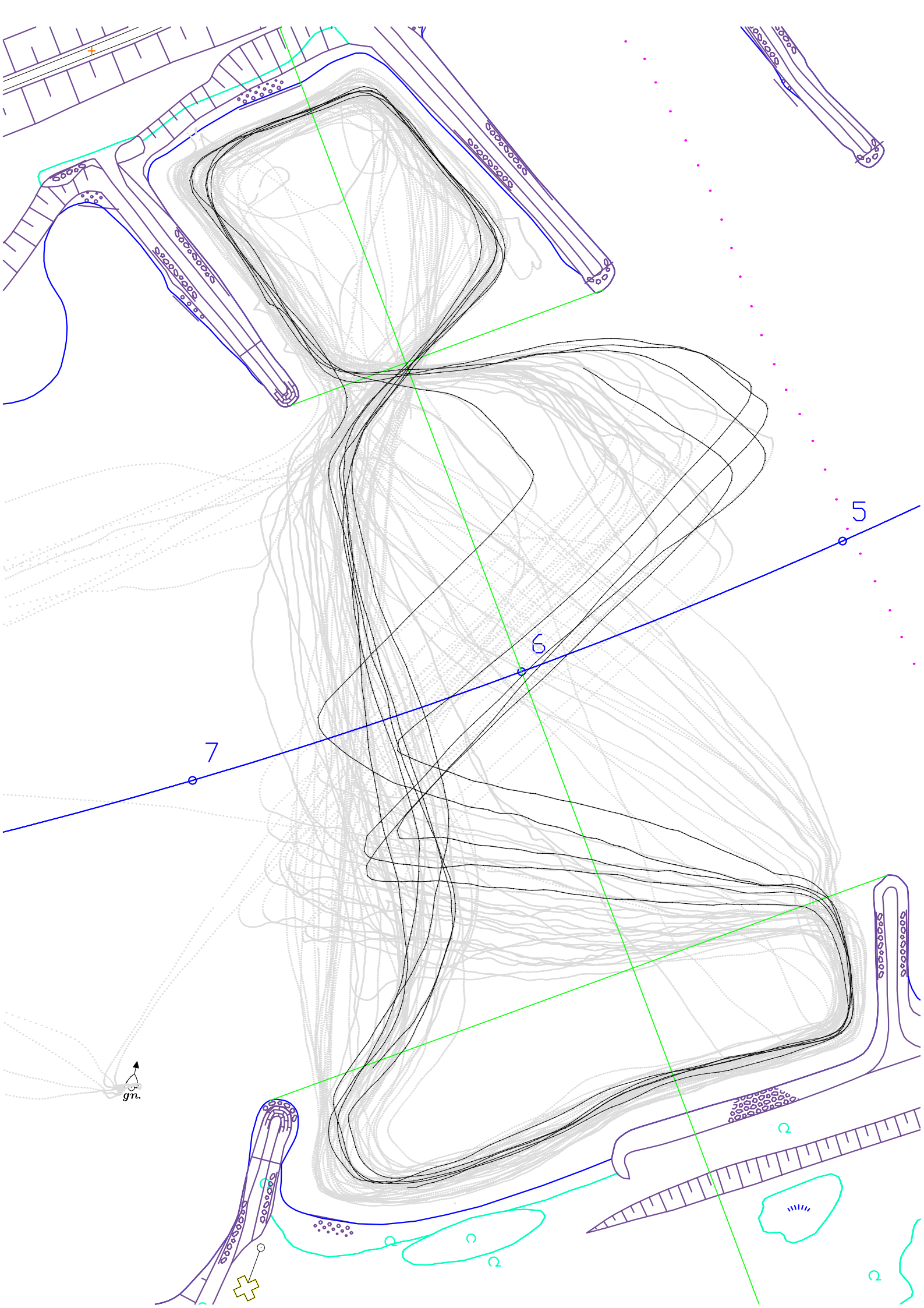


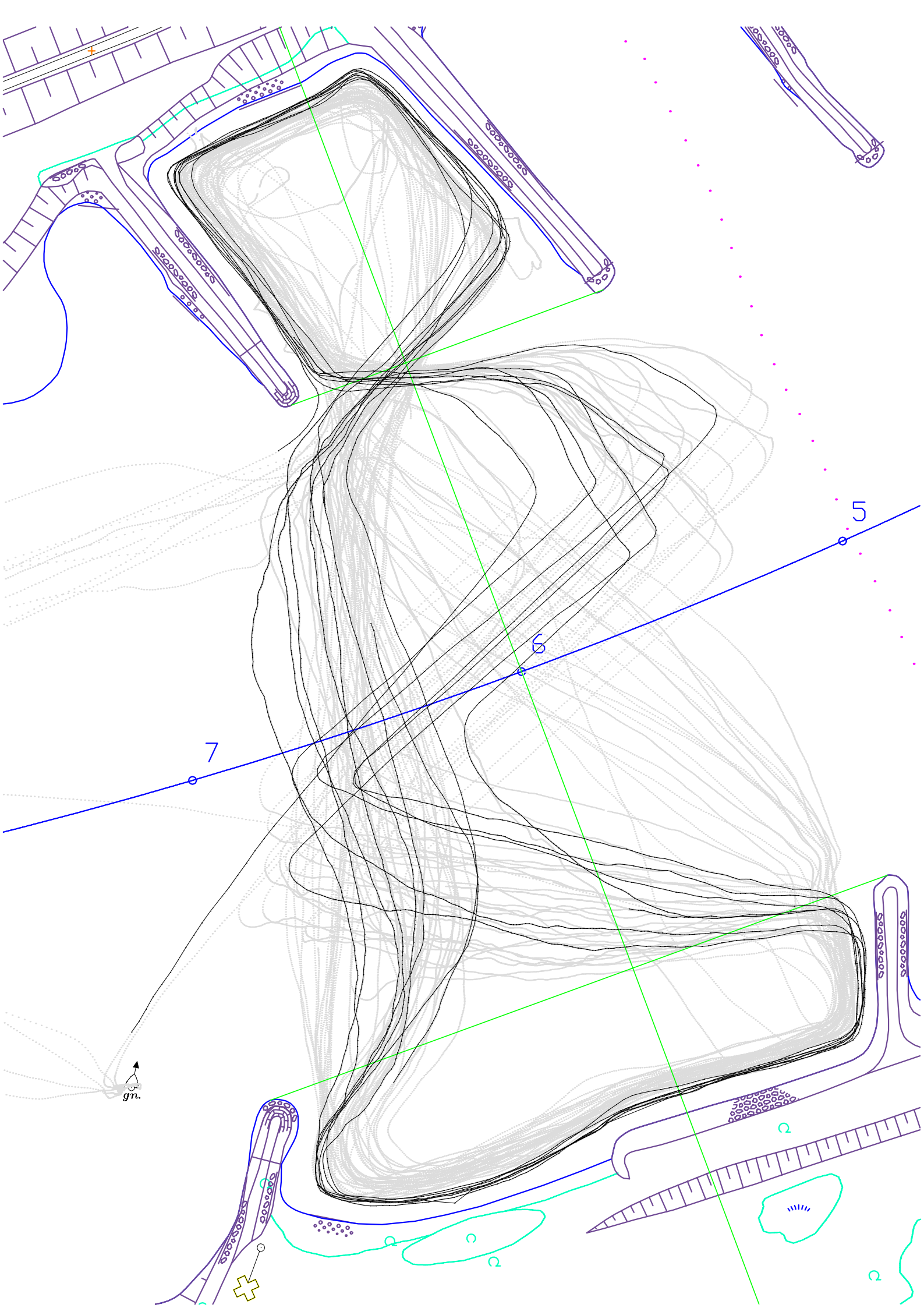






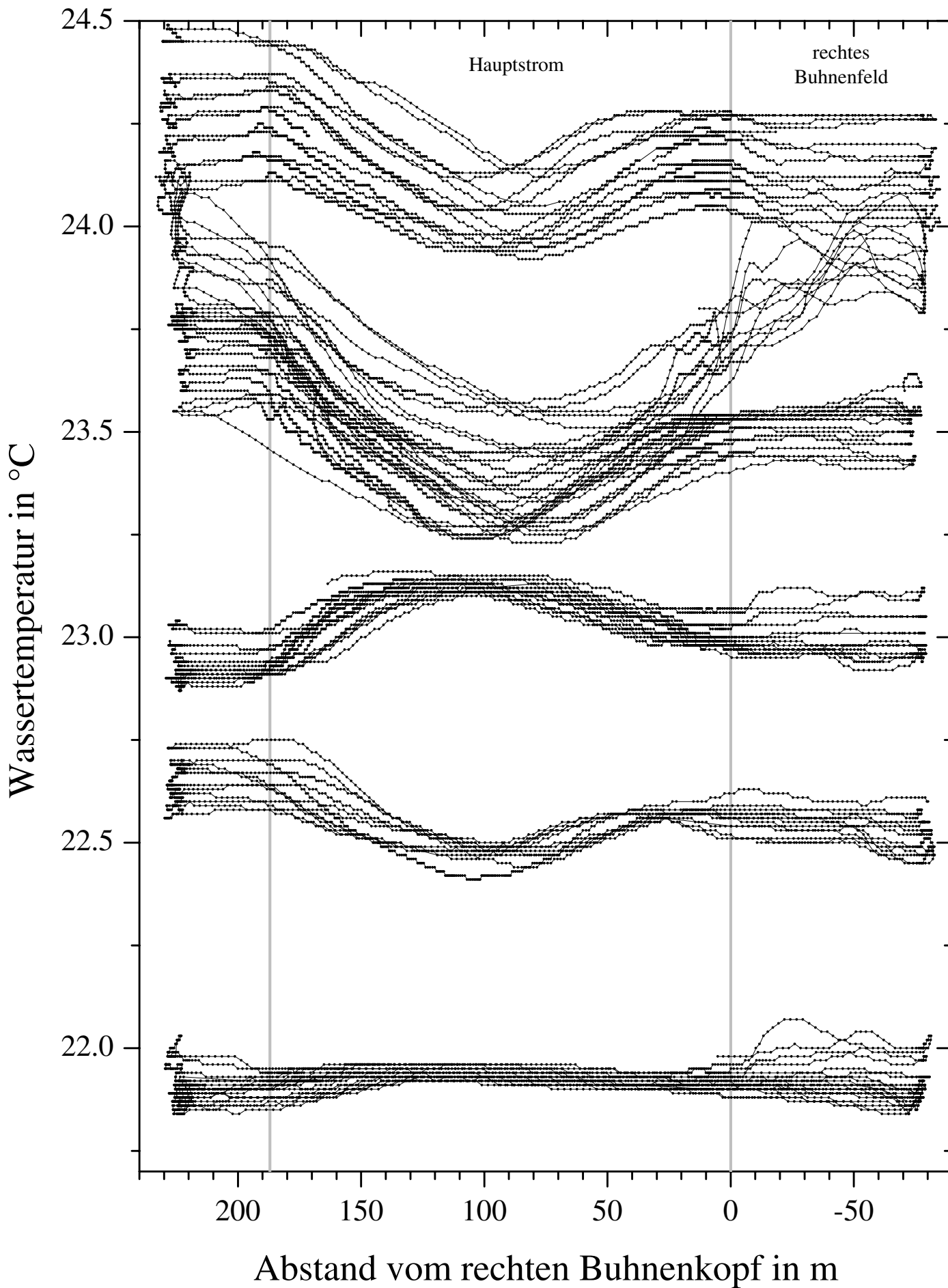






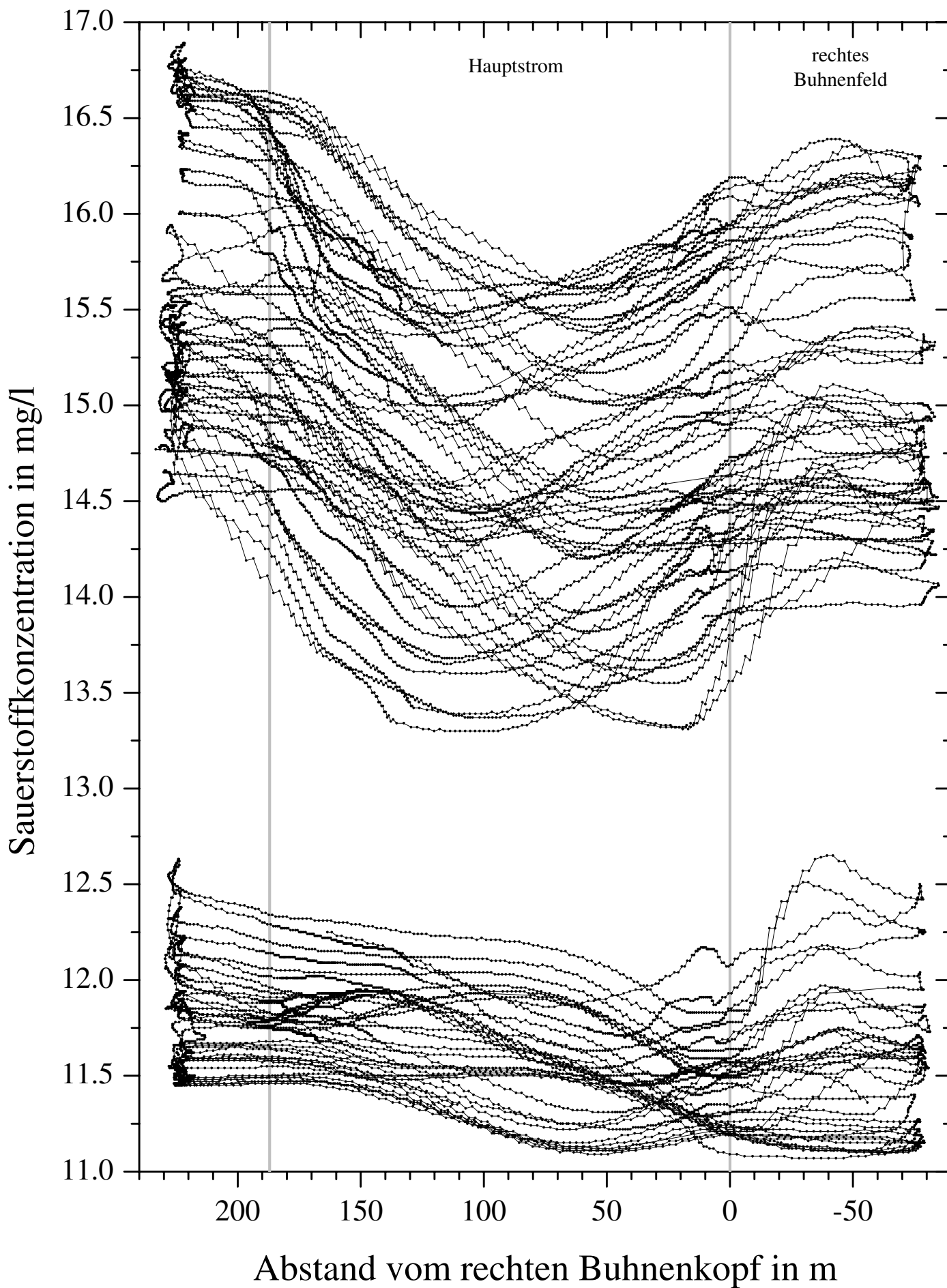
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001

E:\Elbe\KM473\A\QuerGüteSondeC1.jpg, TW 16.08.01 16:31



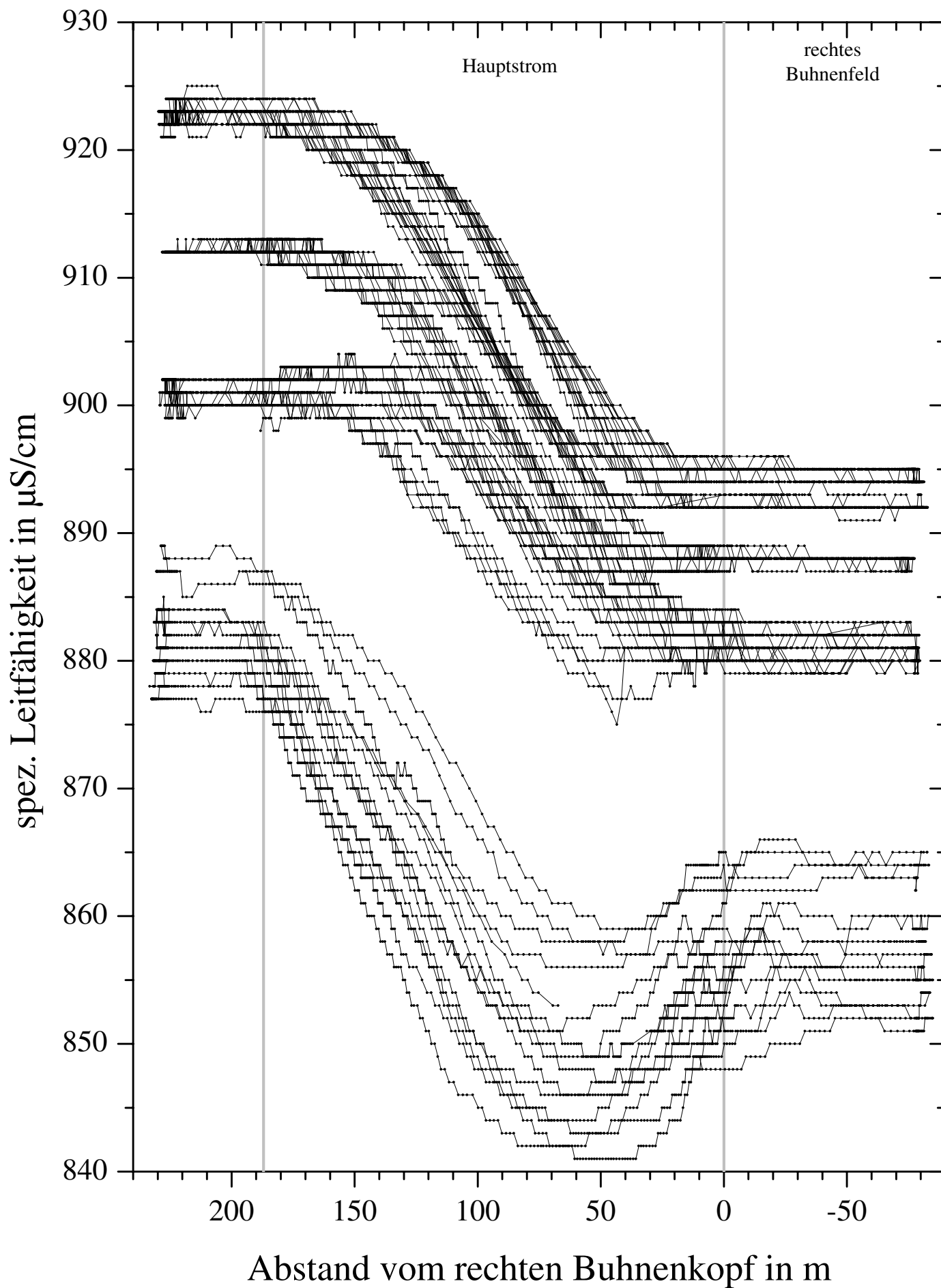
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001

E:\Elbe\KM473\_AQuerschnittSundeC1.opj, 02.16.08.01.16:30



# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001

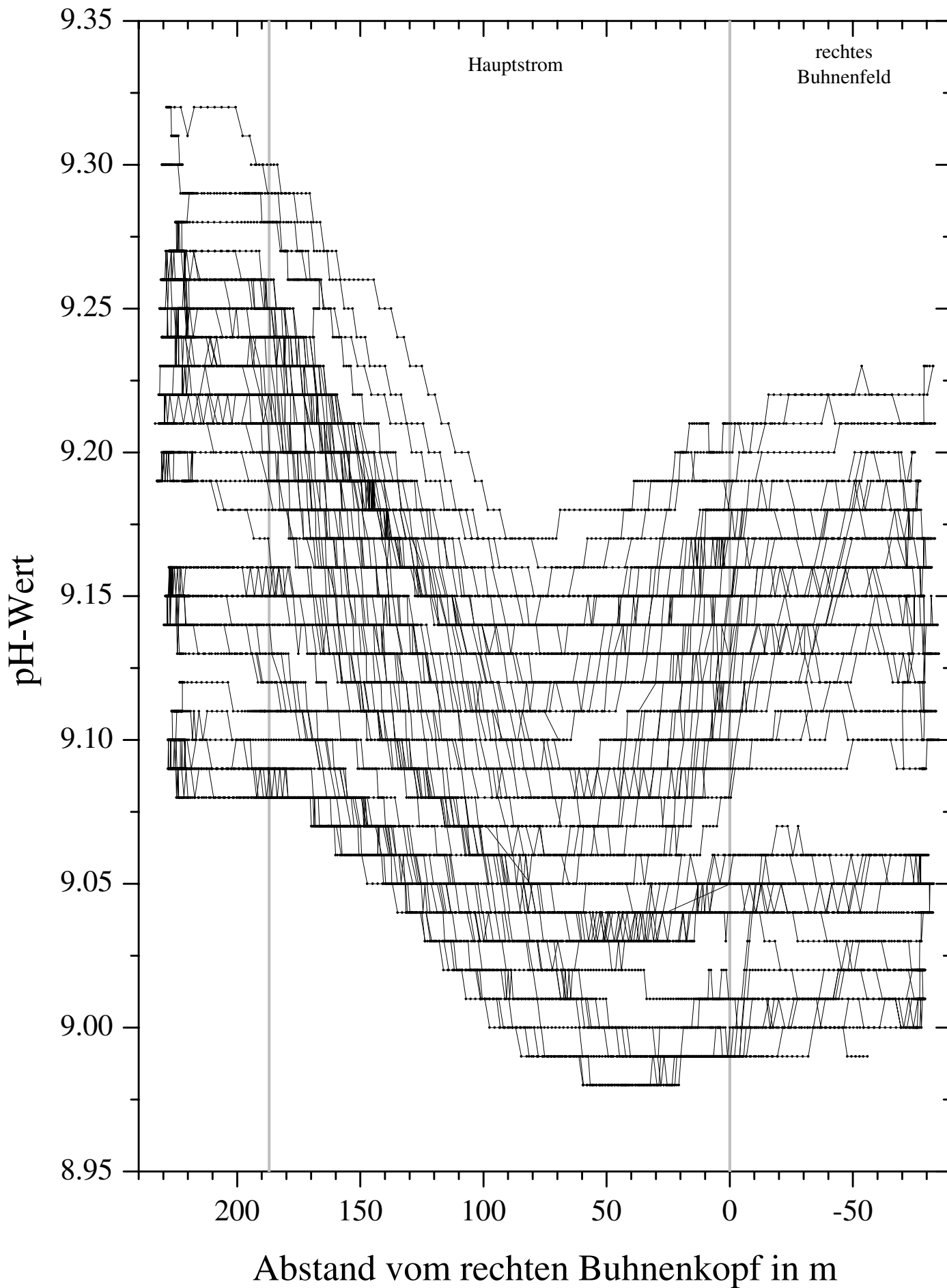
E:\Elbe\KM473\AquaGüteSondeC1.opj\_LF\_16.08.01\_1632





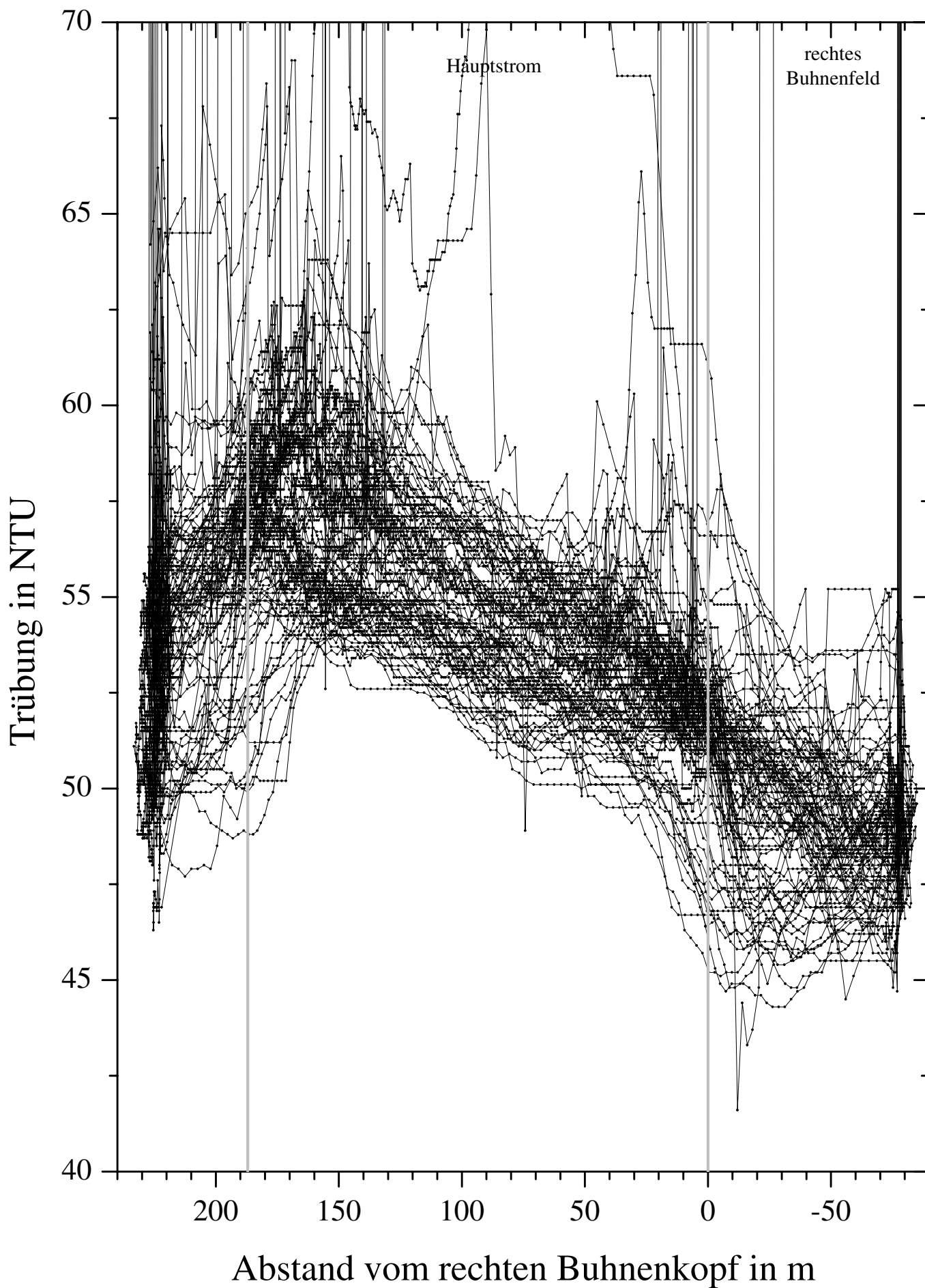
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001

E:\Elbe\KM473\AquaGüteSondeC1.opj, pH, 16.08.01 16:32



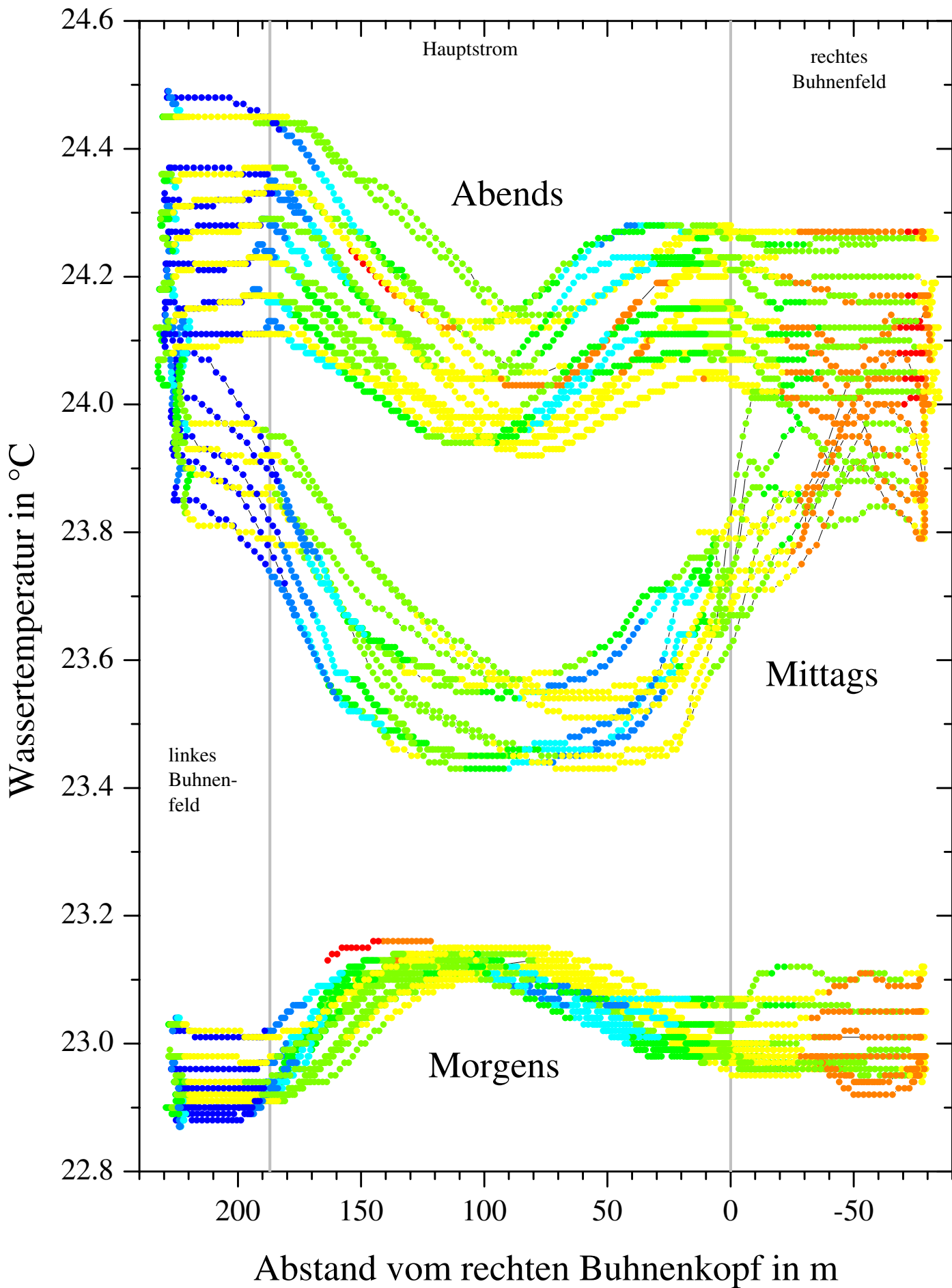
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondac1.jpg, Trb 16.08.01 16:31



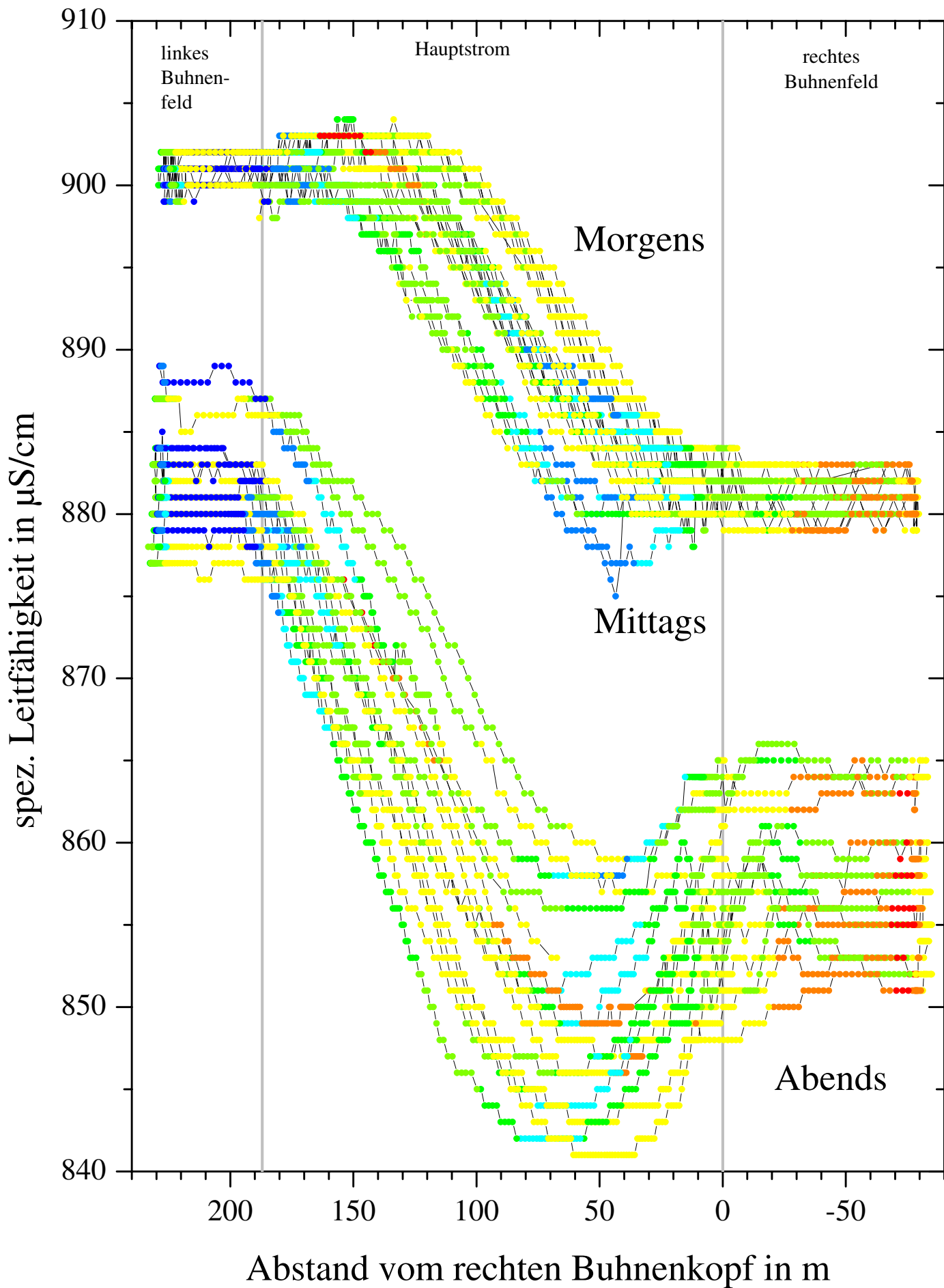
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Tw26

E:\Elbe\KM473\AquerGüteSondeC1.opj\_Tw26\_16.08.01\_16:36



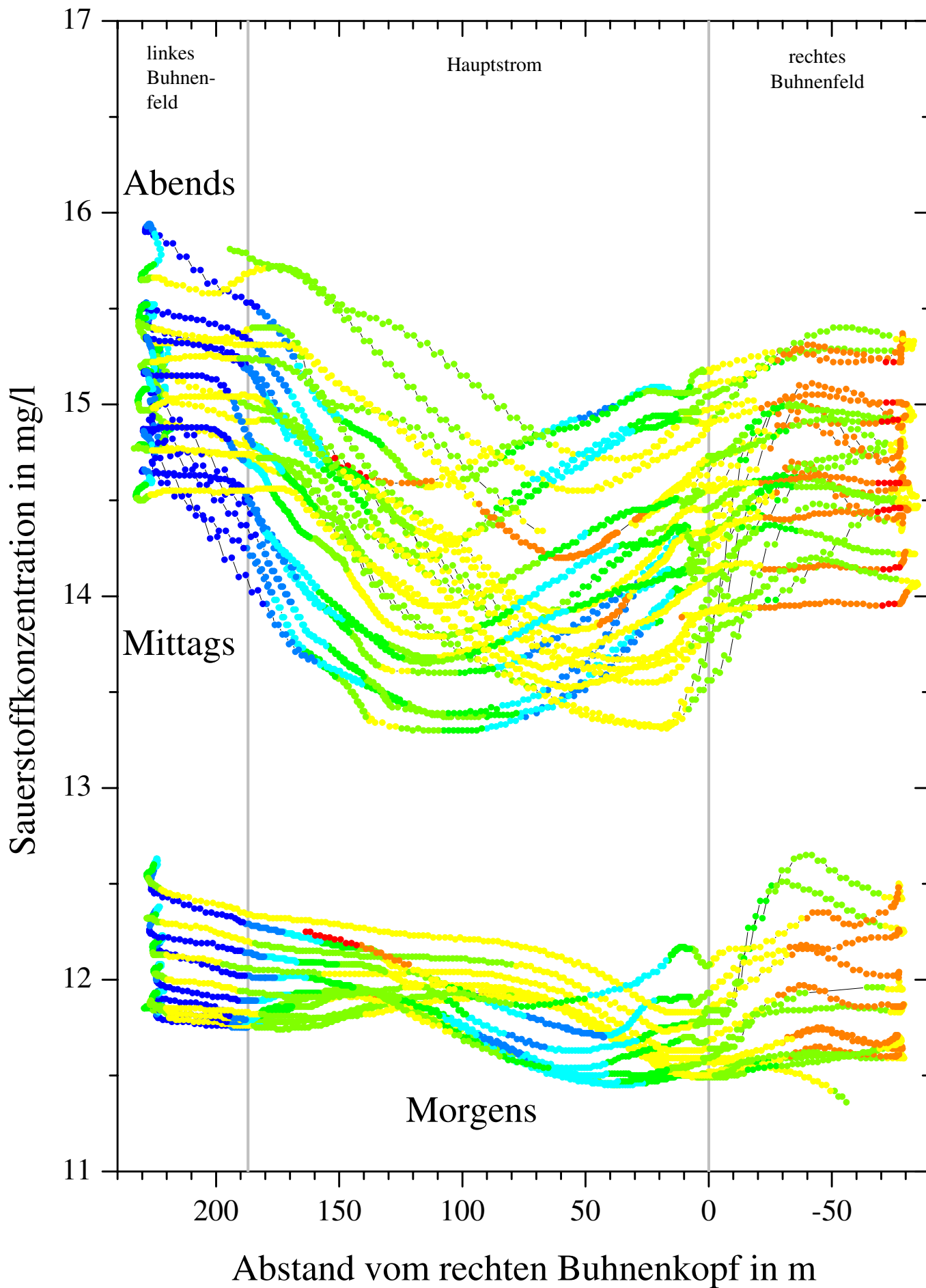
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF26

E:\Elbe\KM473\AquerGüteSondeC1.jpg\_LF26\_16.08.01\_16:30



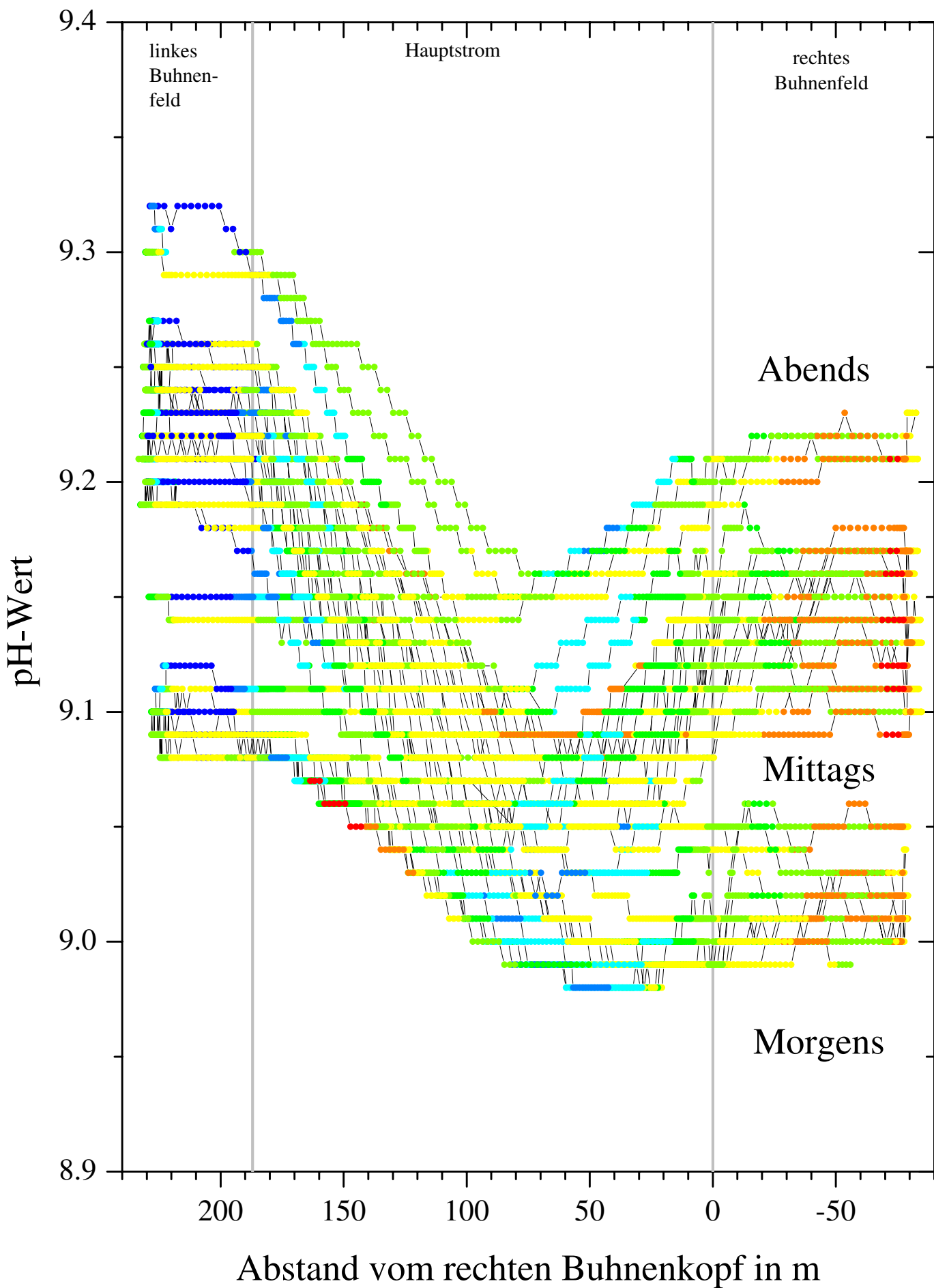
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O226

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, 0226 16.08.01 16:30



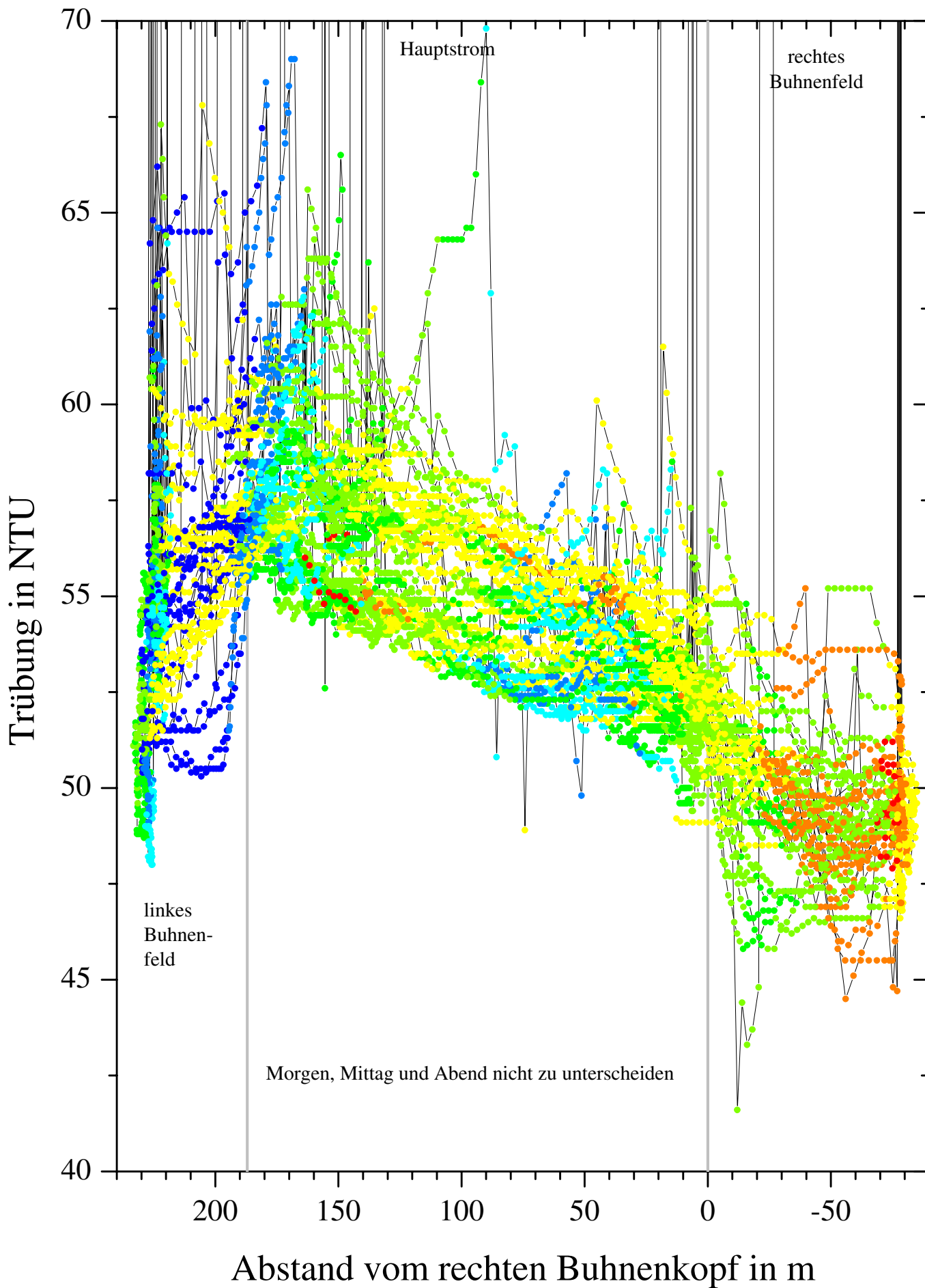
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH26

E:\Elbe\KM473\AquerGüteSondeC1.opj, pH26 16.08.01 16:37



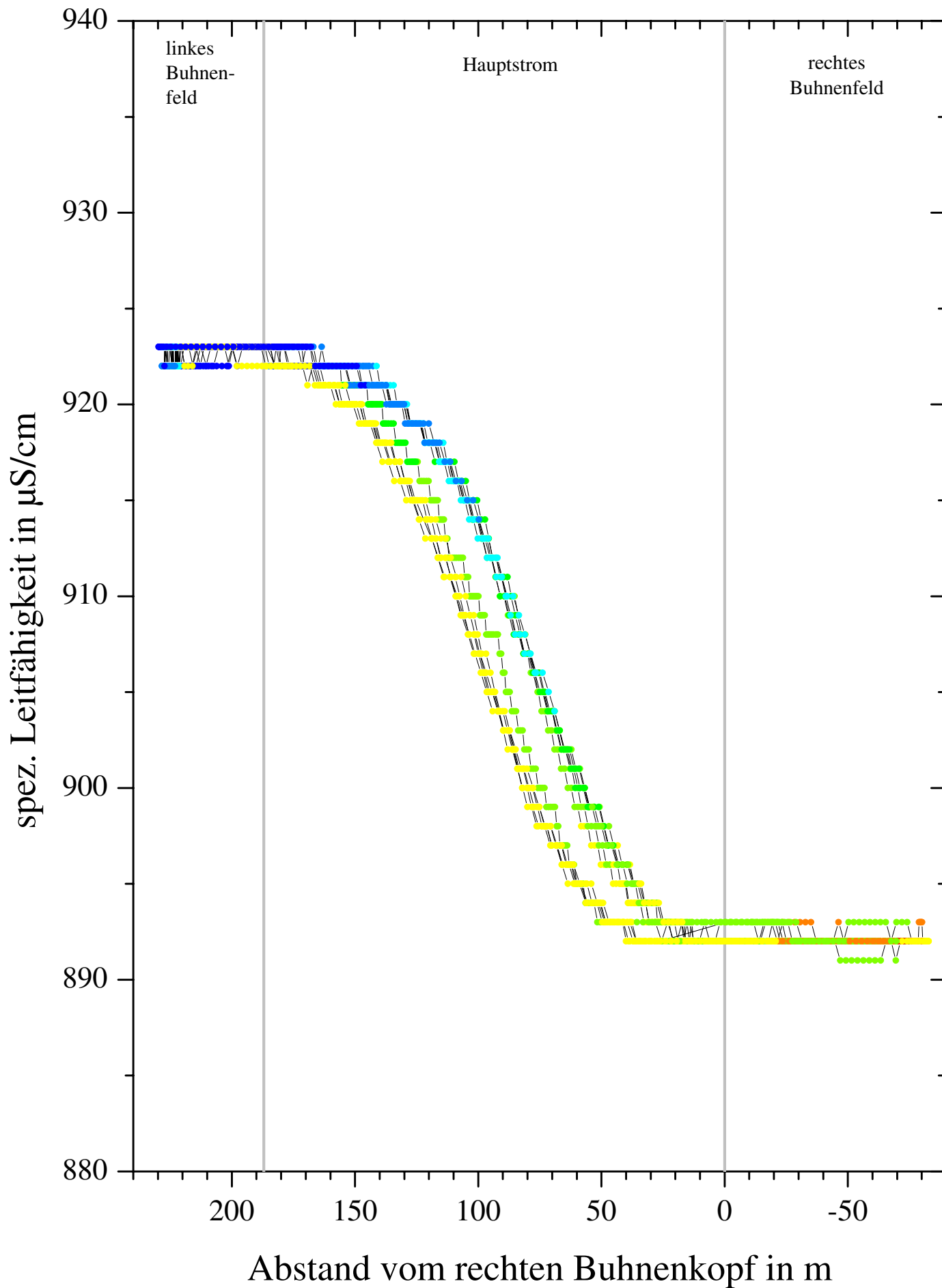
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb26

E:\Elbe\KM473\AquaGüteSondeC1.opj, Trb26 16.08.01 16:37



# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF23A

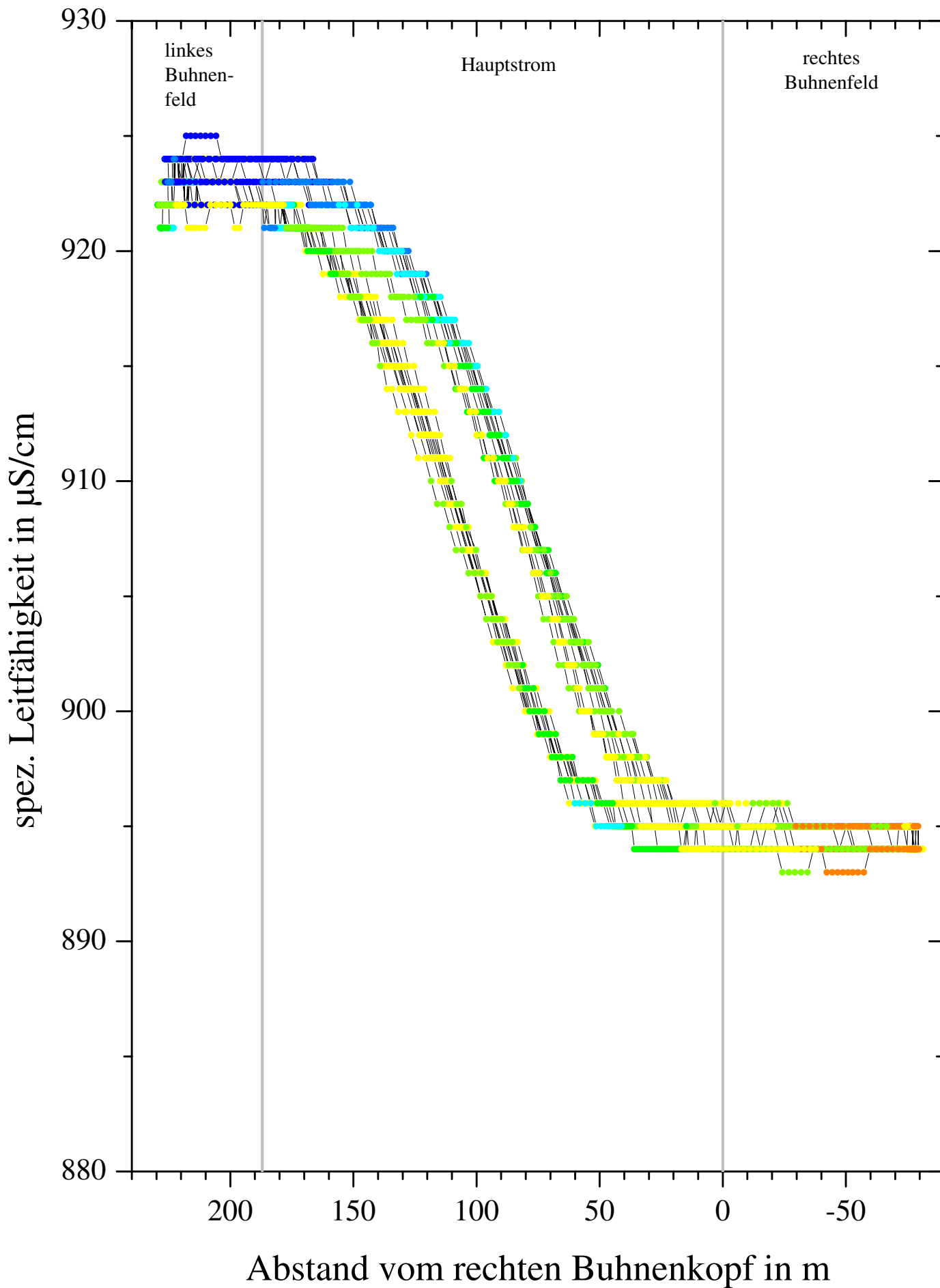
E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeCI\_0nj\_LF23A\_16.08.01\_1.636





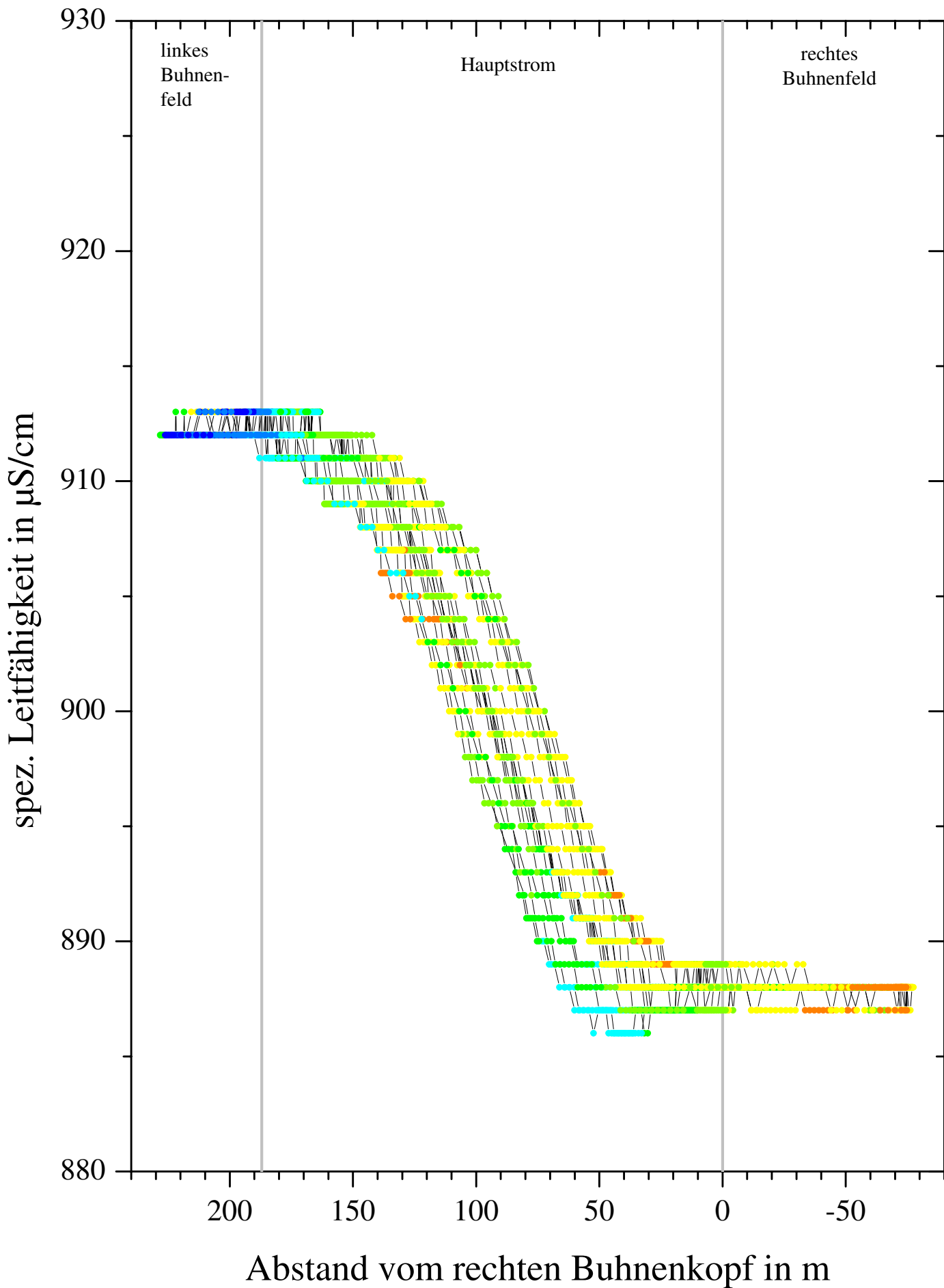
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF24M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeCI\_0nj\_LF24M\_16.08.01\_16:33



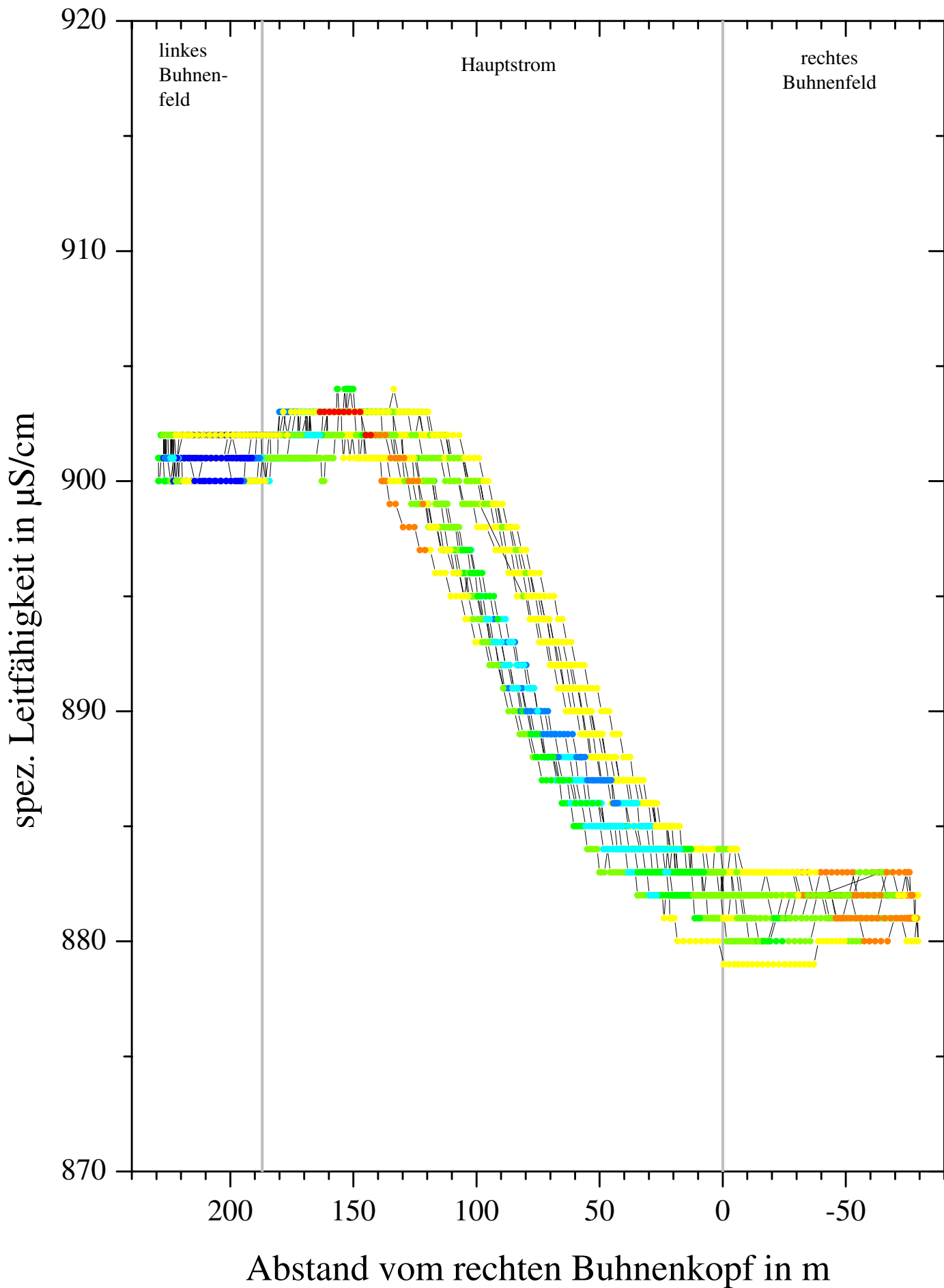
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF24A

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj\_LF24A\_16.08.01\_1.634



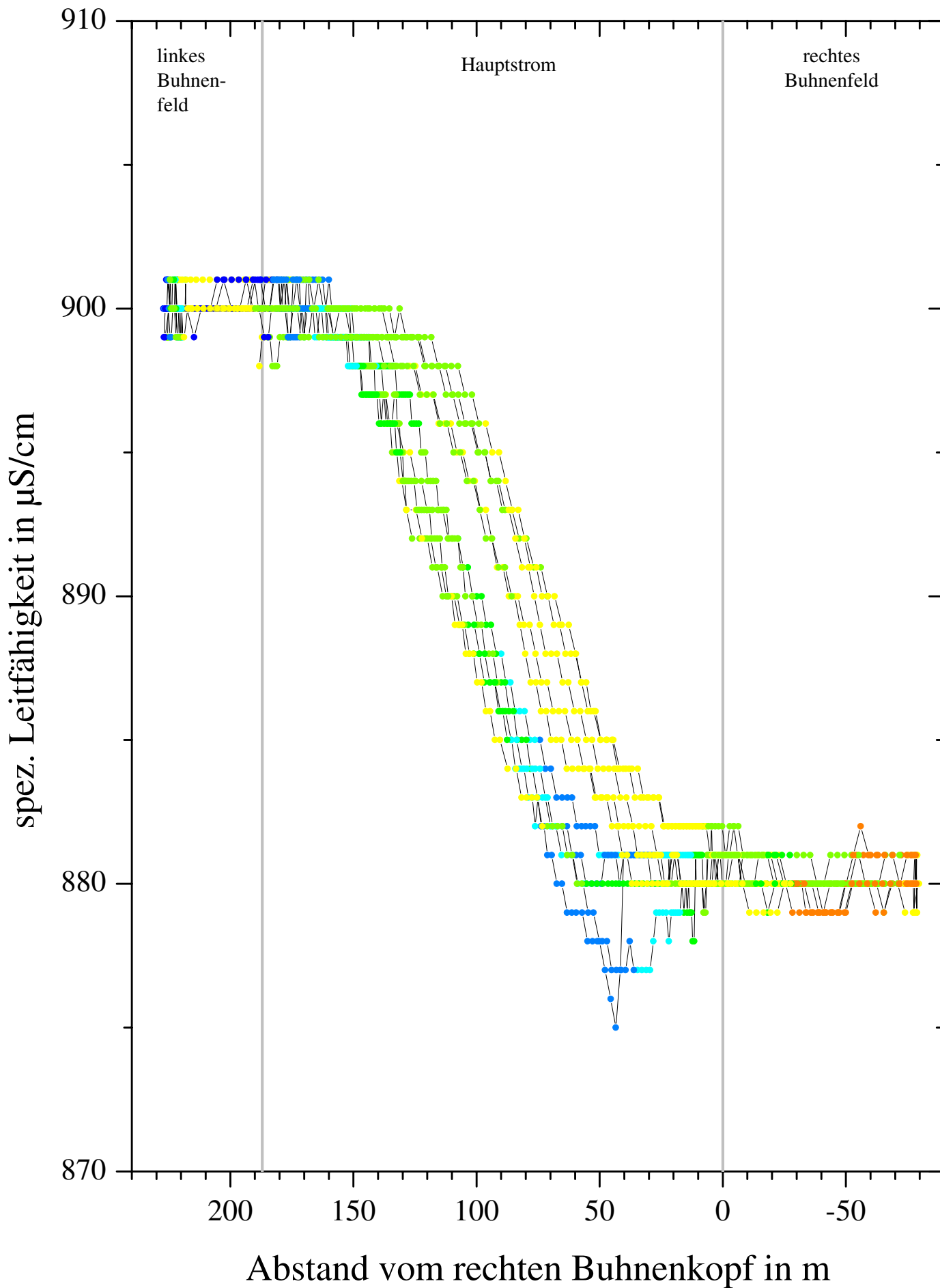
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF26M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteStundeCI\_obj\_LF26M\_16.08.01\_16:34



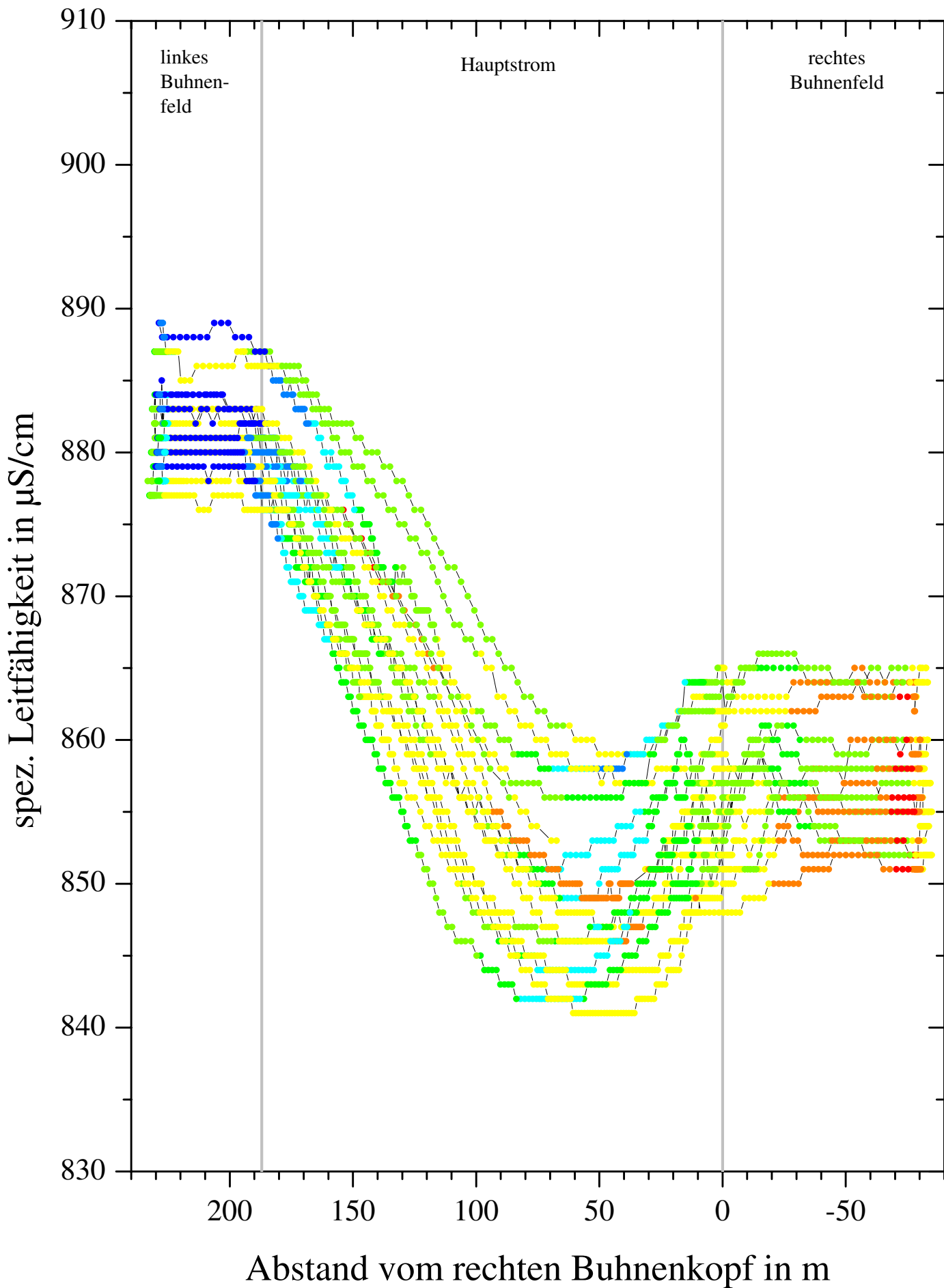
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF26X

E:\Elbe\KM473\QuerGüteStundeCI\_0nj\_LF26X\_16.08.01\_16:35



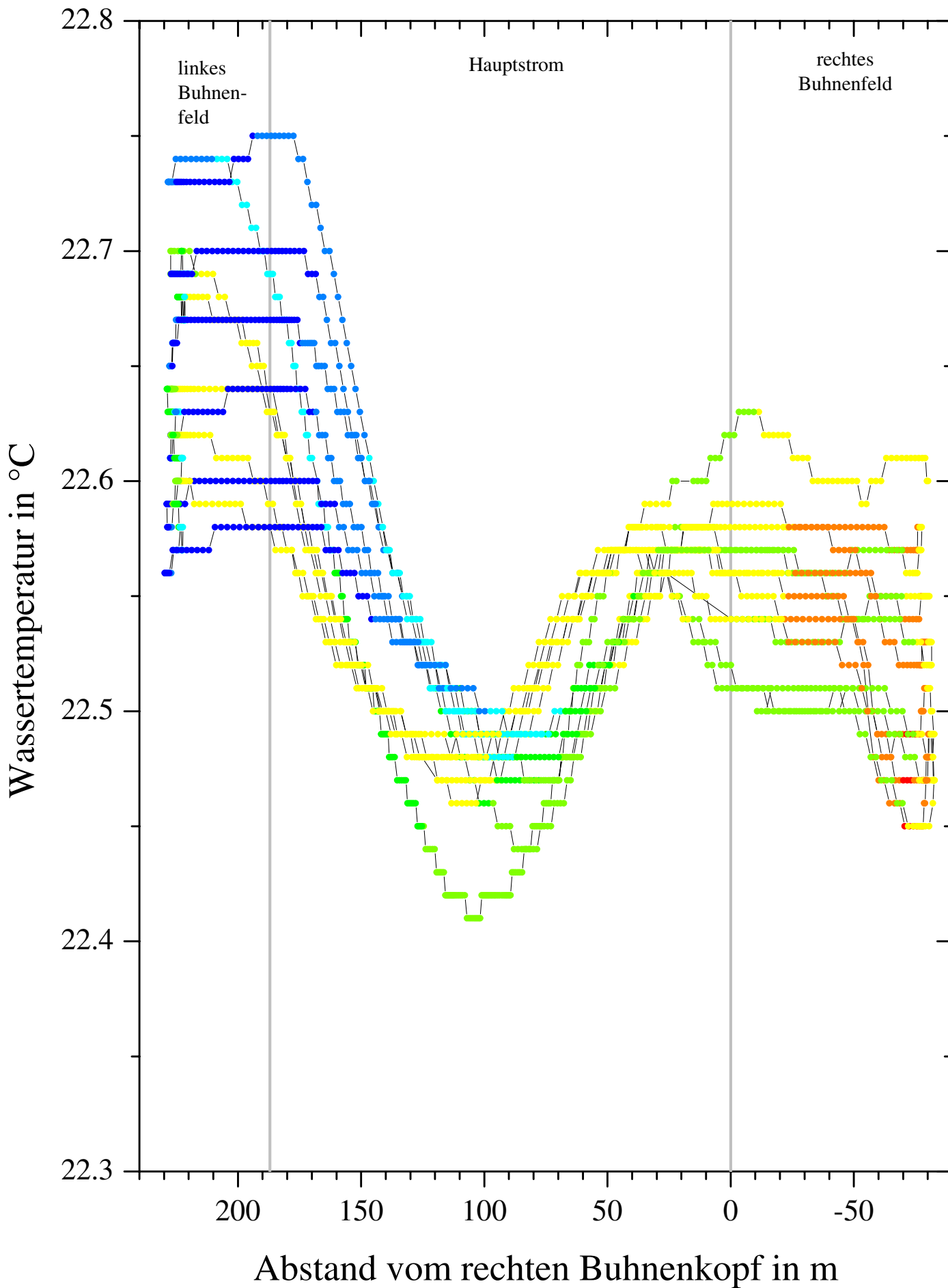
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, LF26A

E:\Elbe\KM473\AquerGüteStandCI\_obj\_LF26A\_16.08.01\1.626



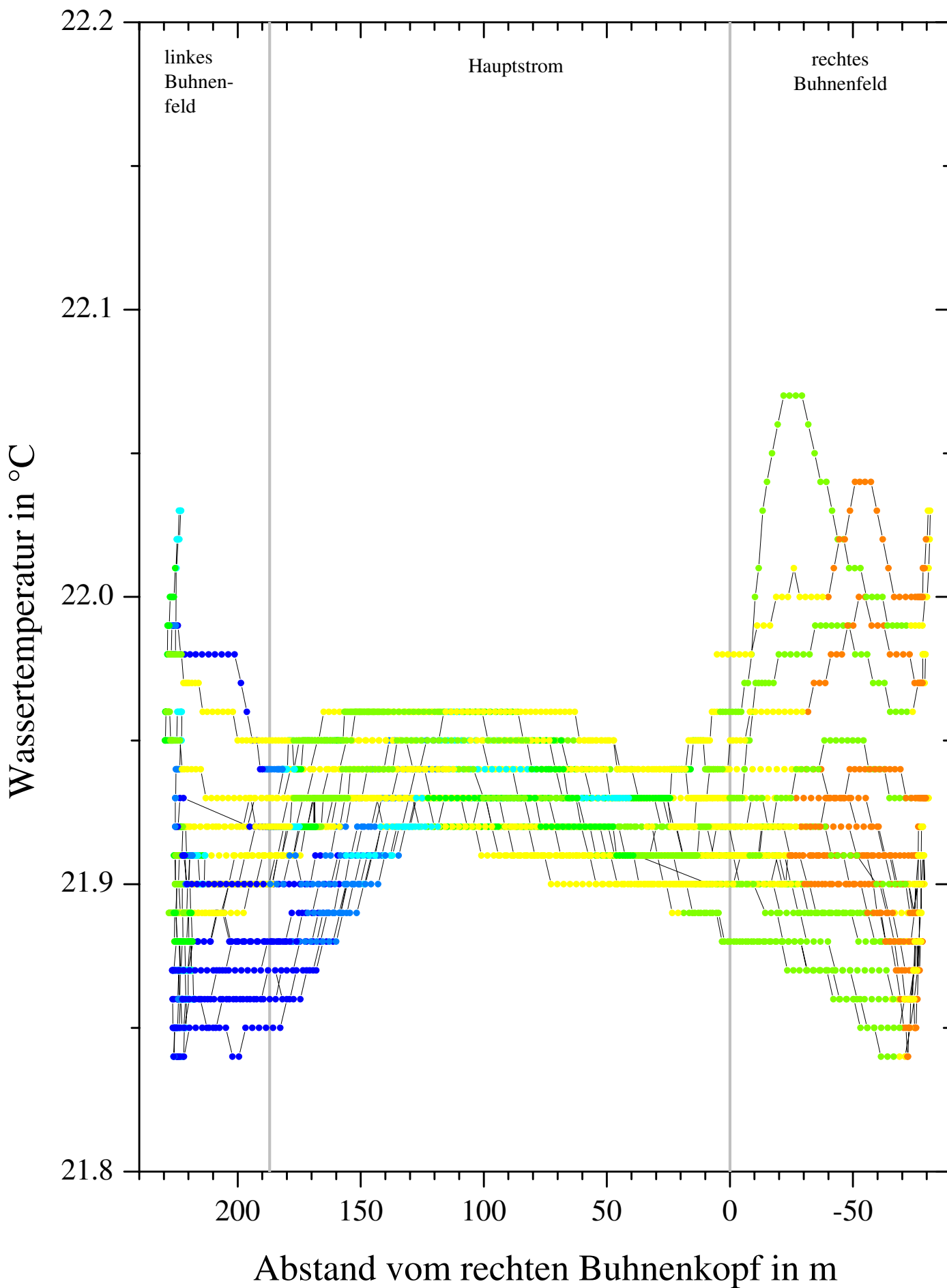
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, TW23A

E:\Elbe\KM473\A\QuerGüteSondeC1.opj, TW23A 16.08.01 16:37



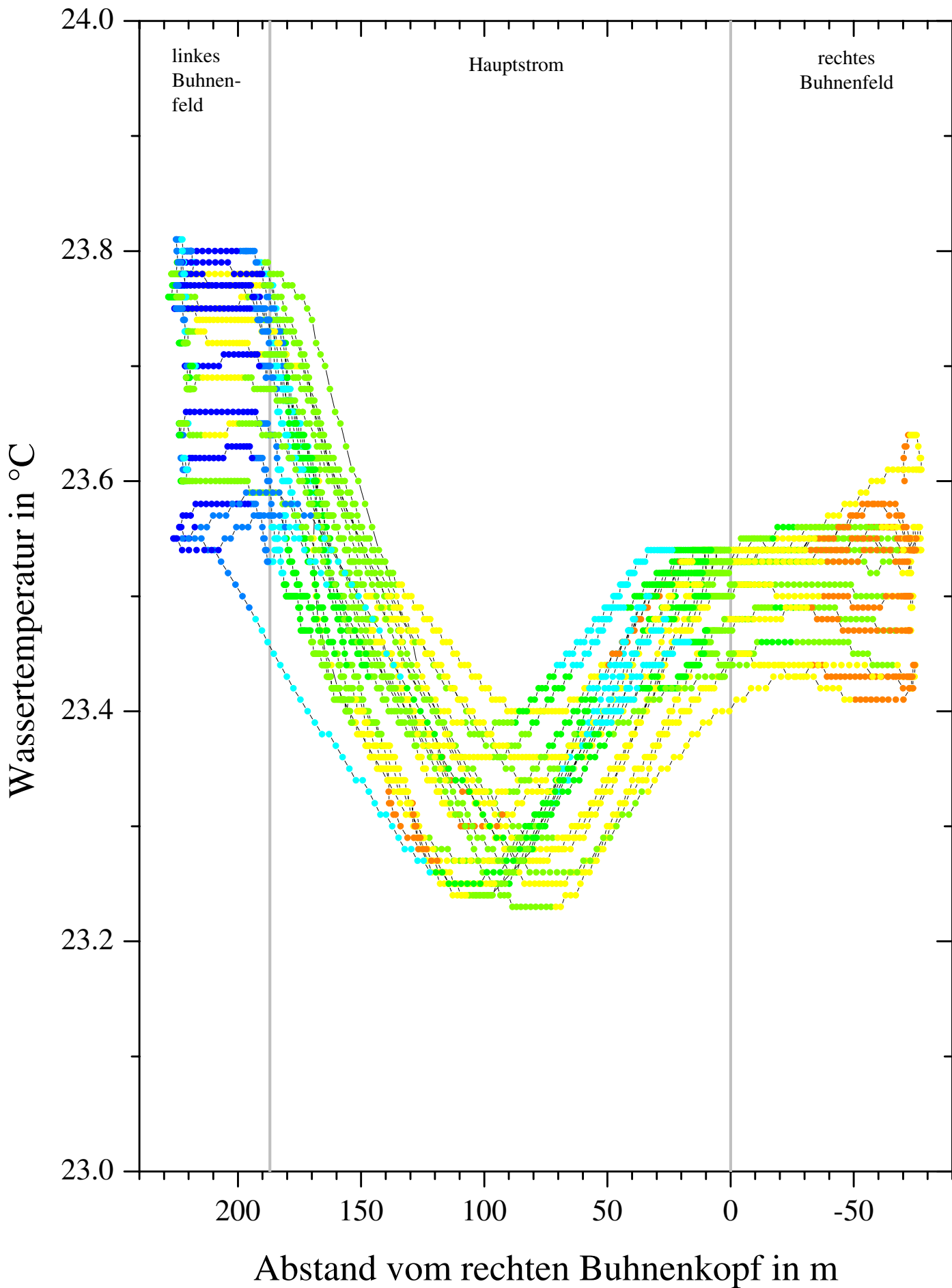
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, TW24M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, TW24M 16.08.01 16:33



# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, TW24A

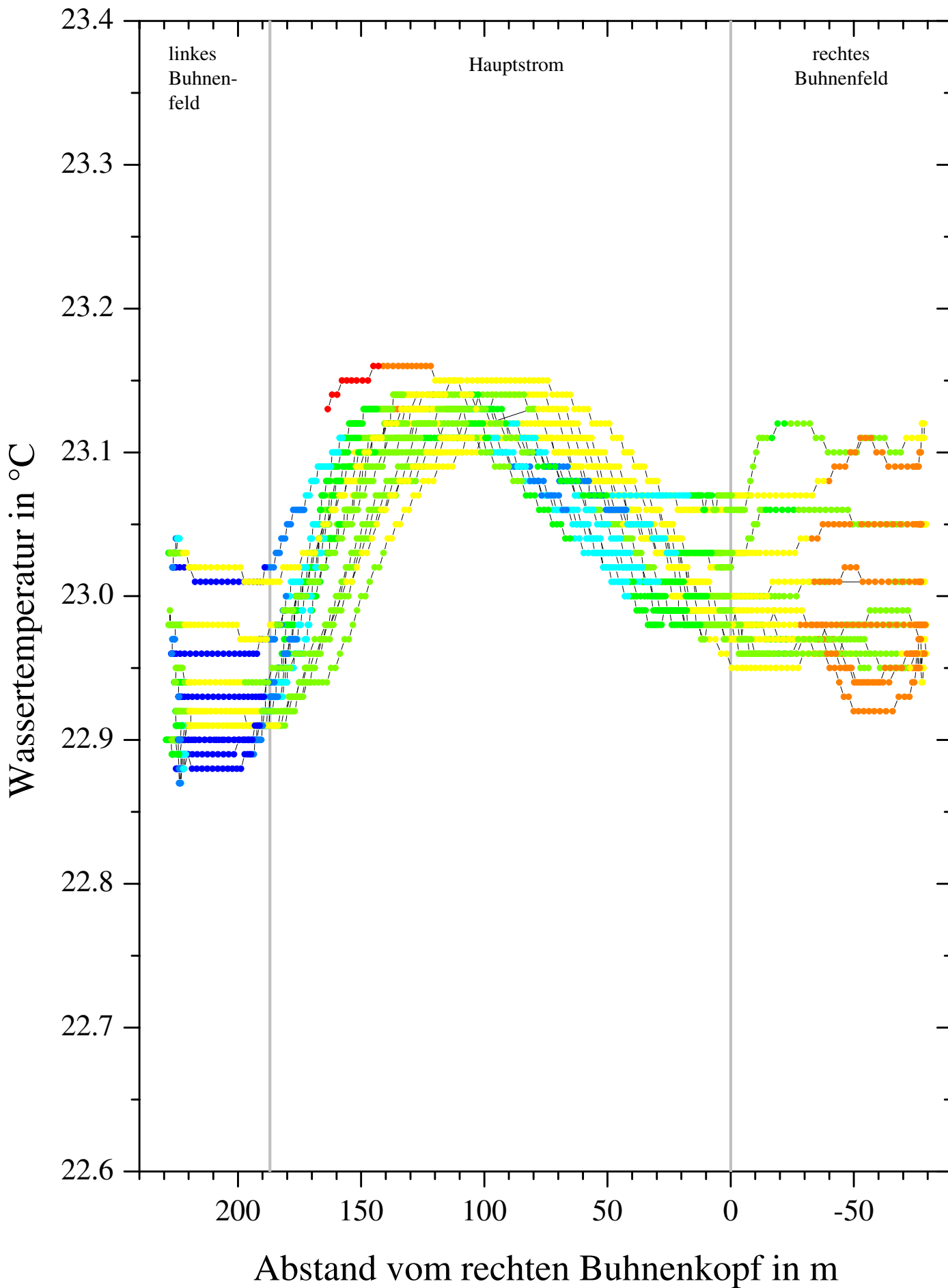
E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, TW24A, 16.08.01, 16:33





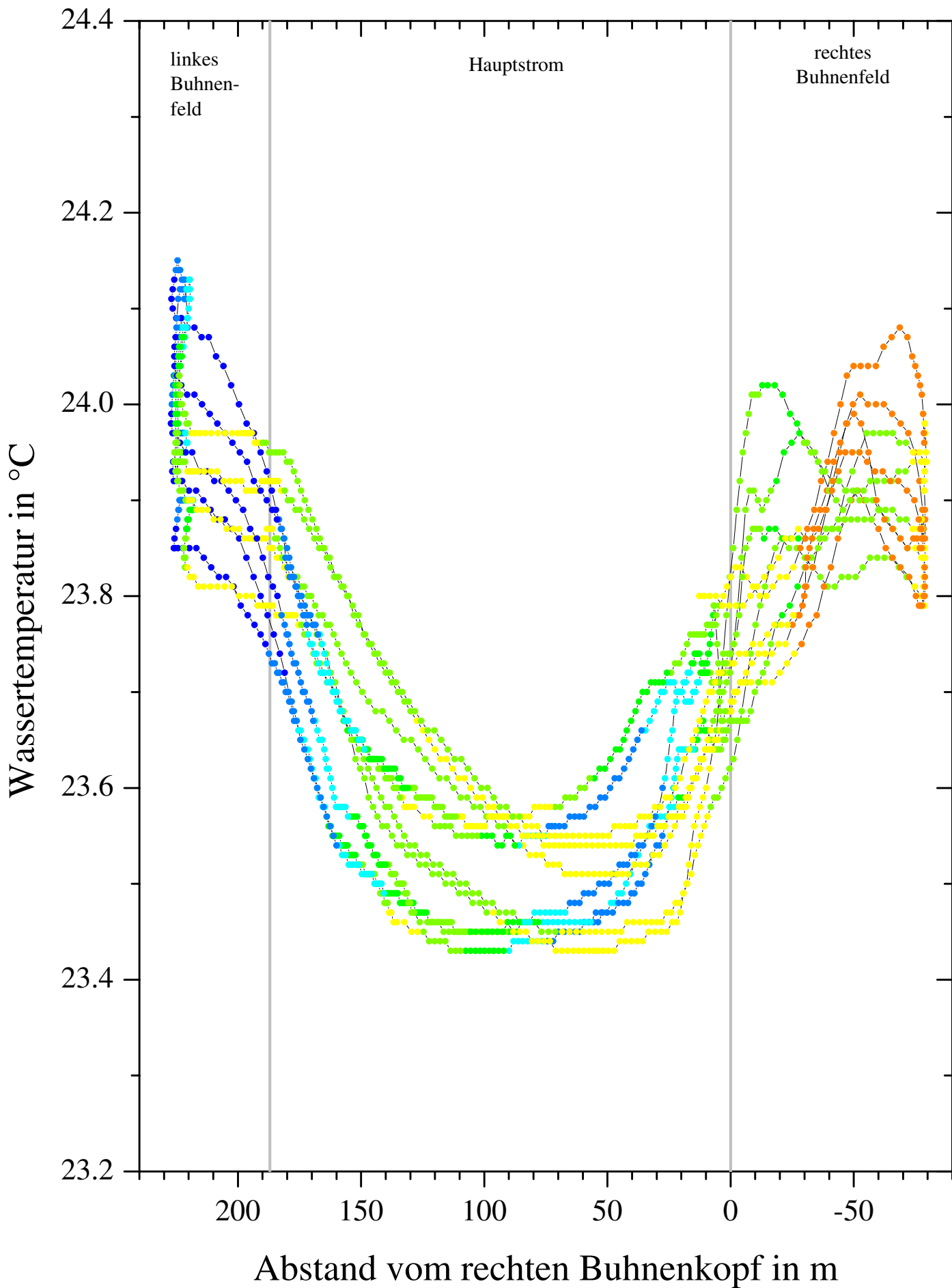
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, TW26M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, TW26M 16.08.01 16:34



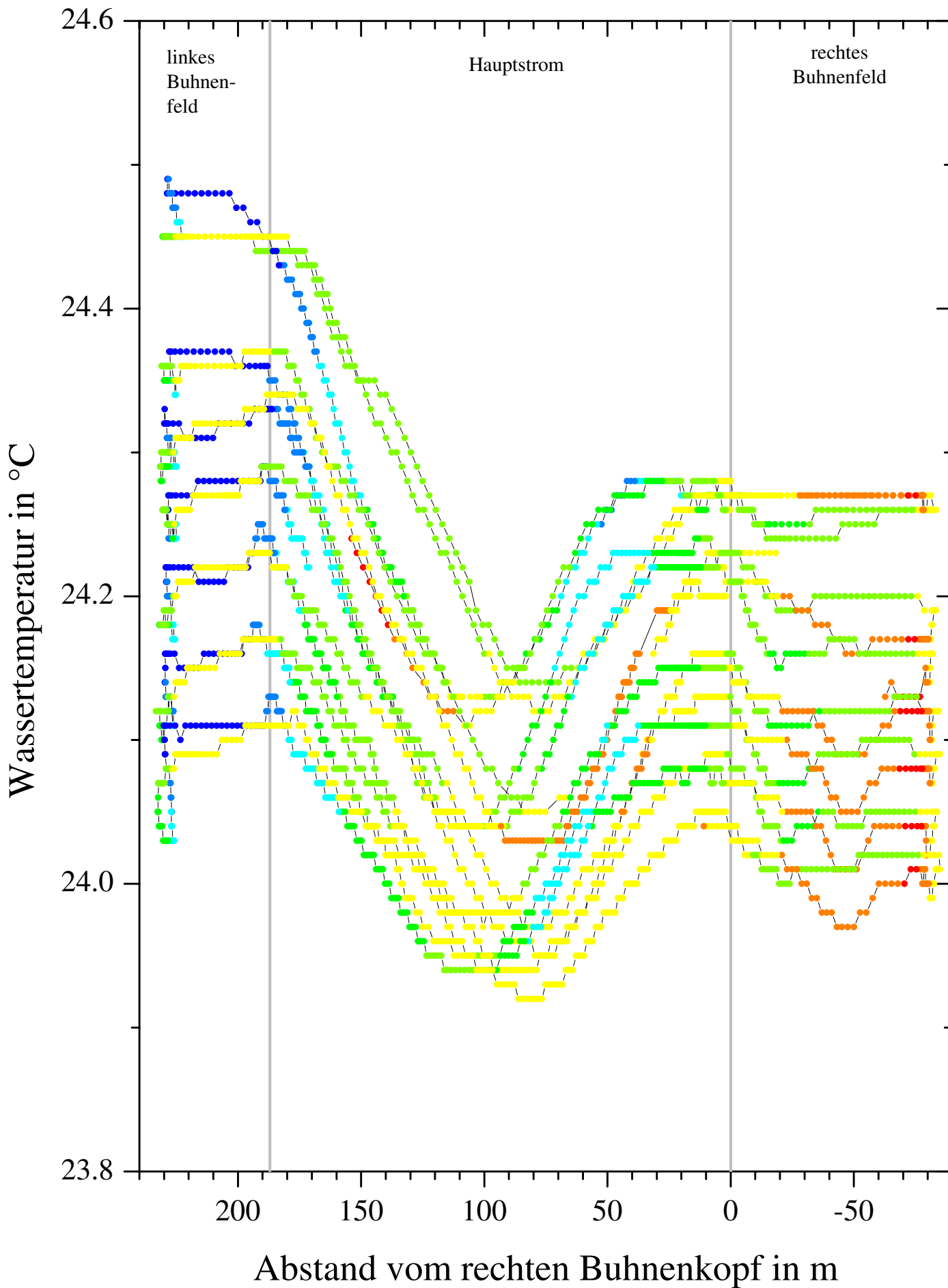
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, TW26X

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, TW26X, 16.08.01, 16:35



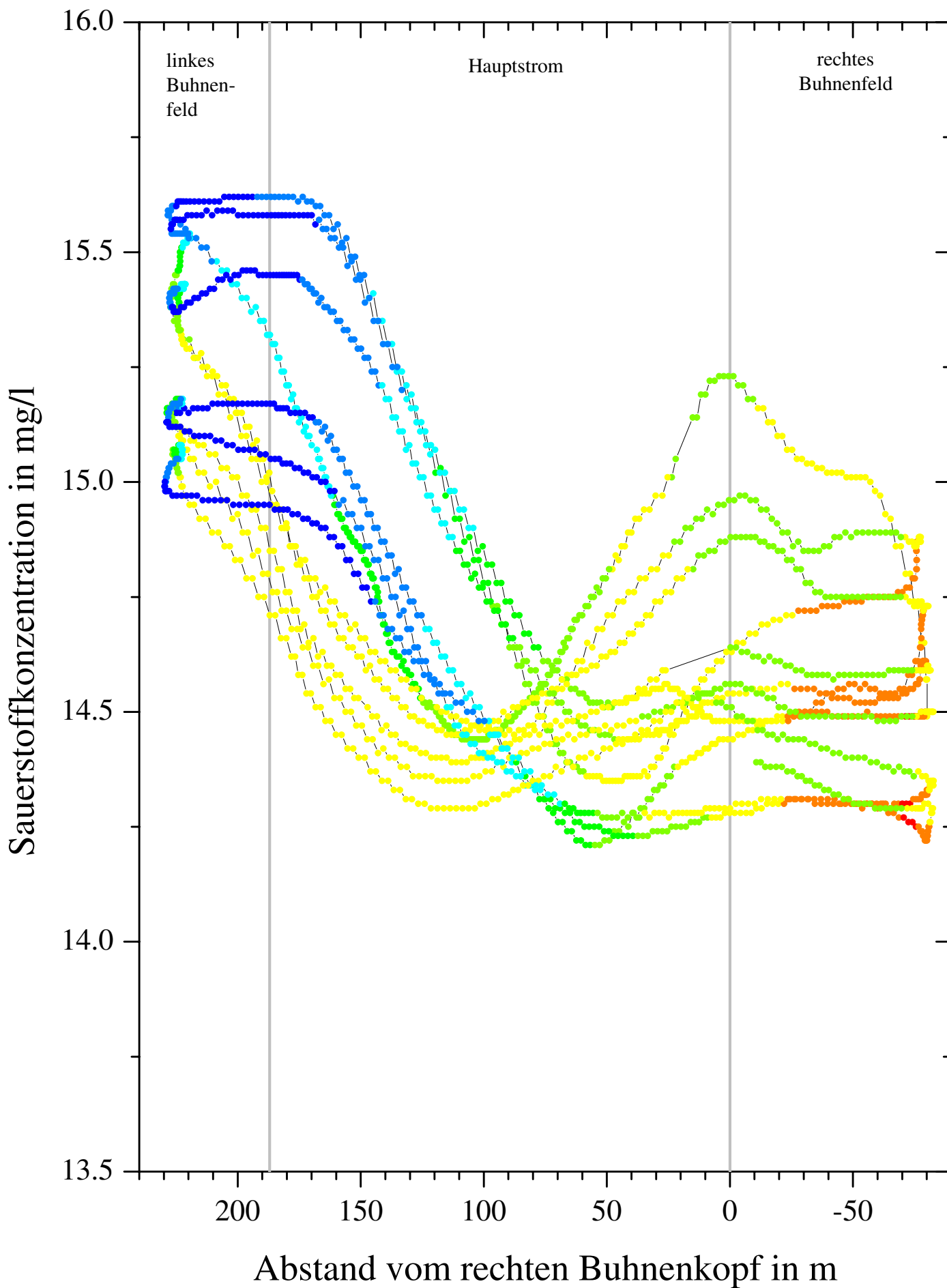
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, TW26A

E:\Elbe\KM473\AquerGüteSondeC1.opj, TW26A 16.08.01 16:35



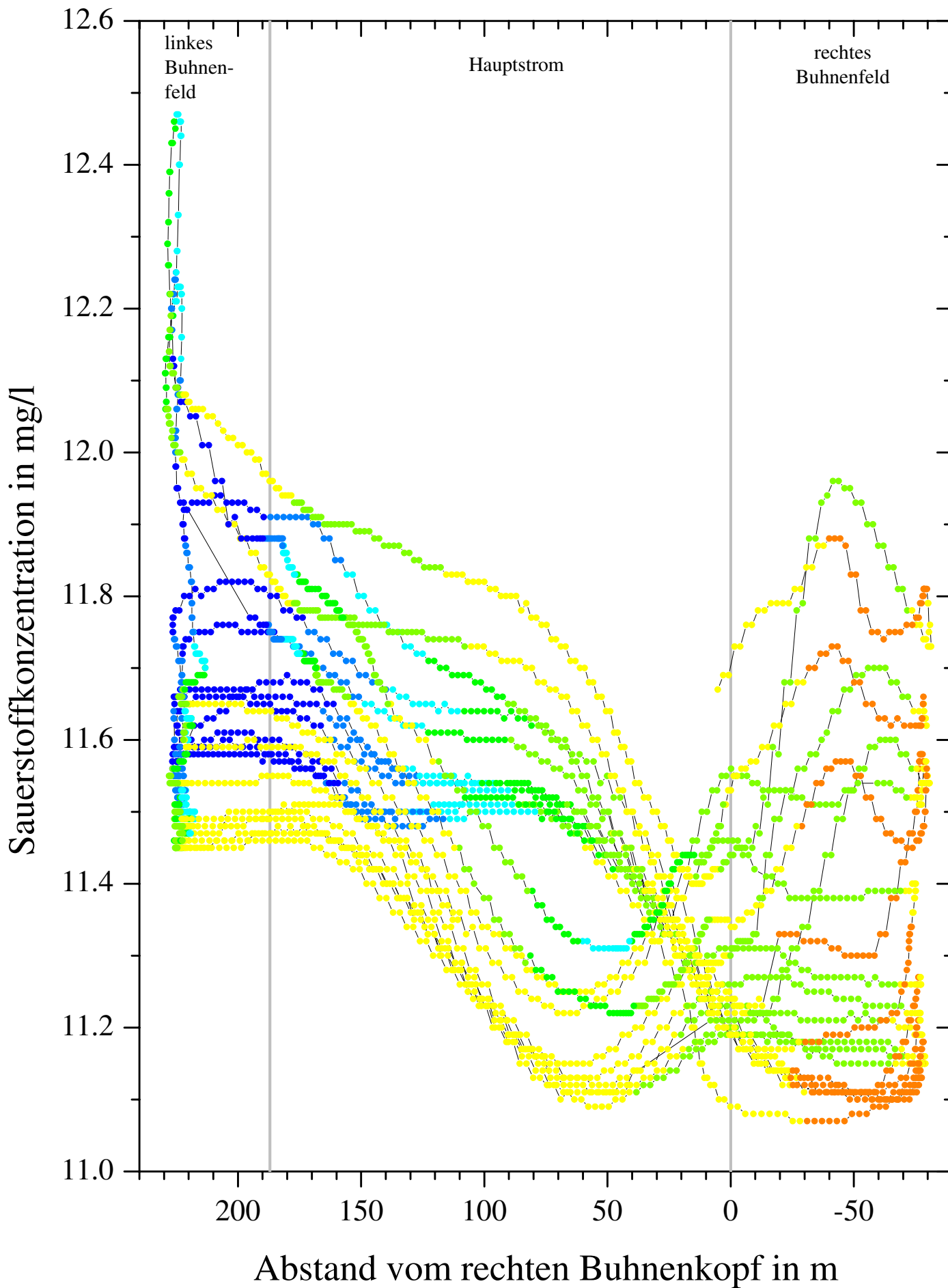
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O223A

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj\_0223A\_16.08.01\_16:36



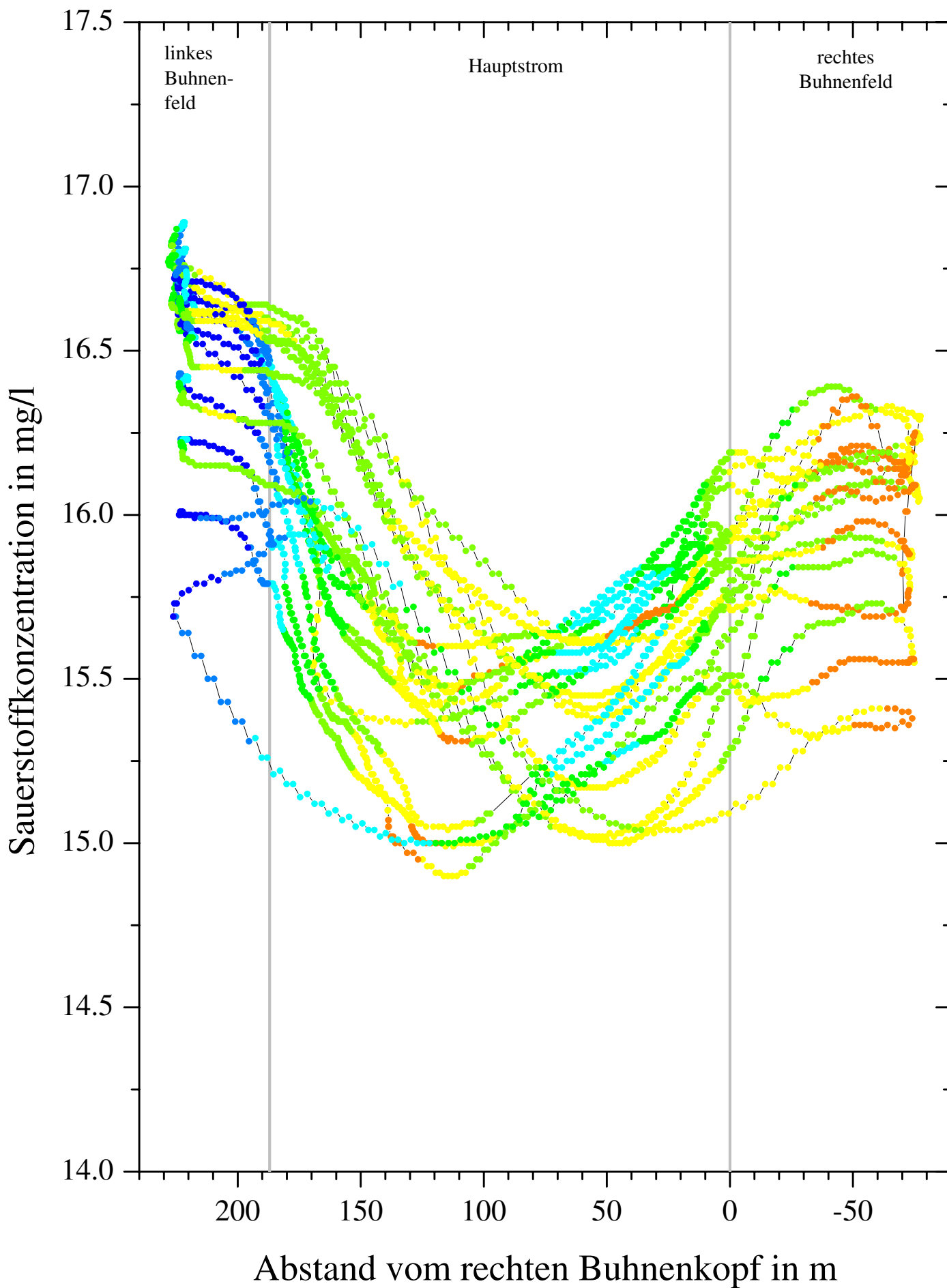
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O224M

E:\Elbe\KM473\AquaerGüteSondeC1.opj, 0224M, 16.08.01, 16:33



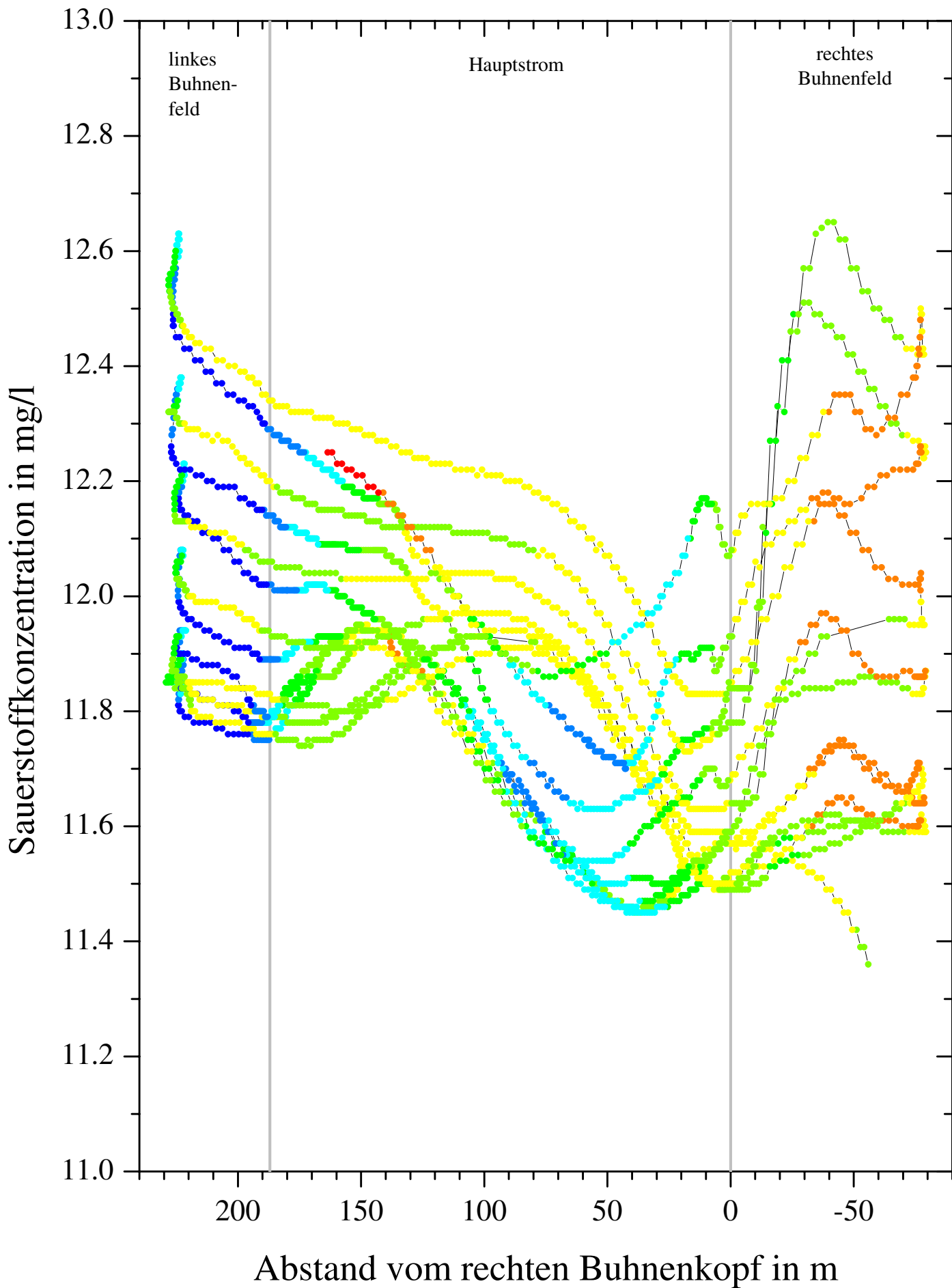
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O224A

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, 0224A 16.08.01 16:33

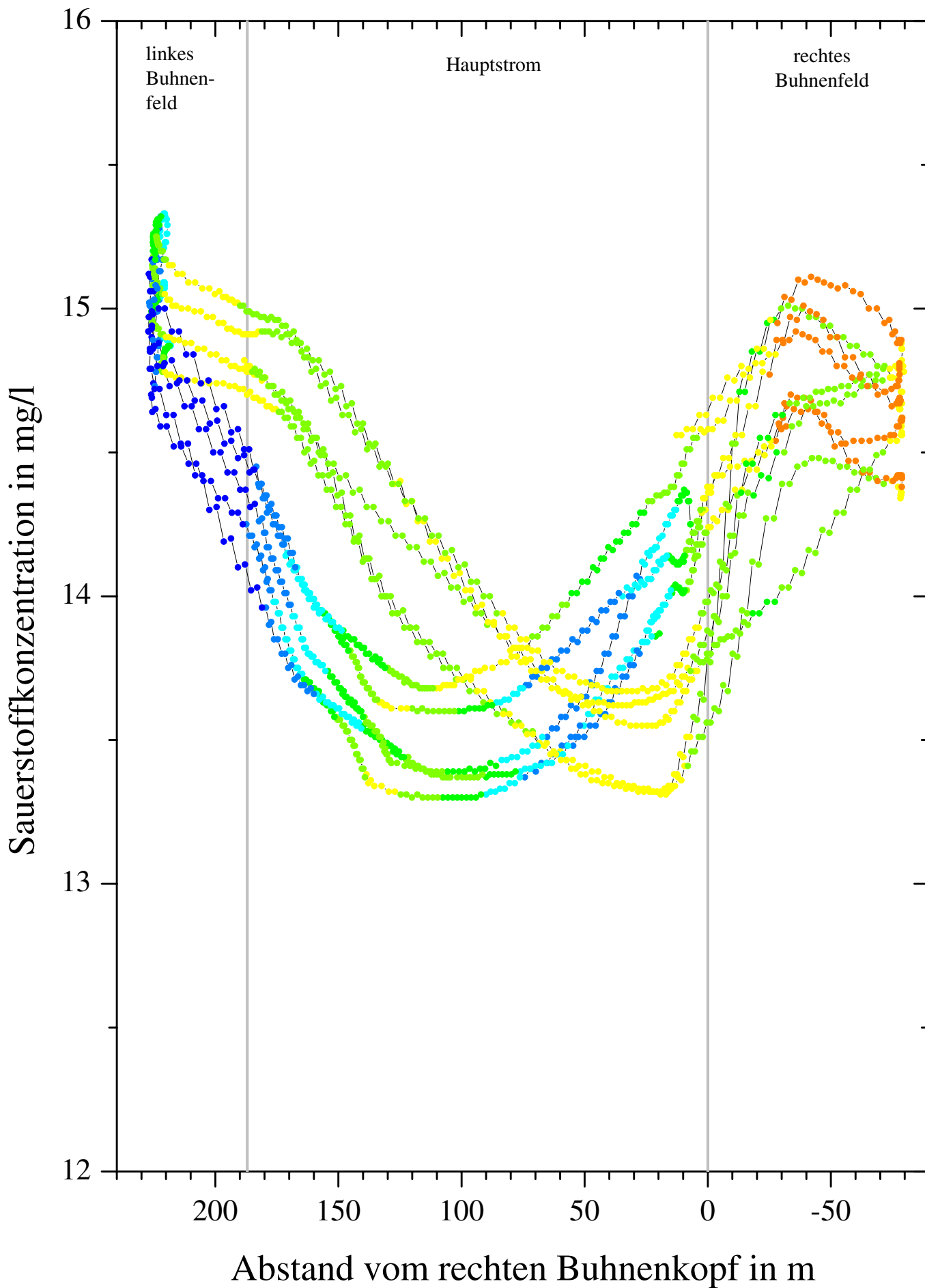


# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O226M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, 0226M 16.08.01 16:34



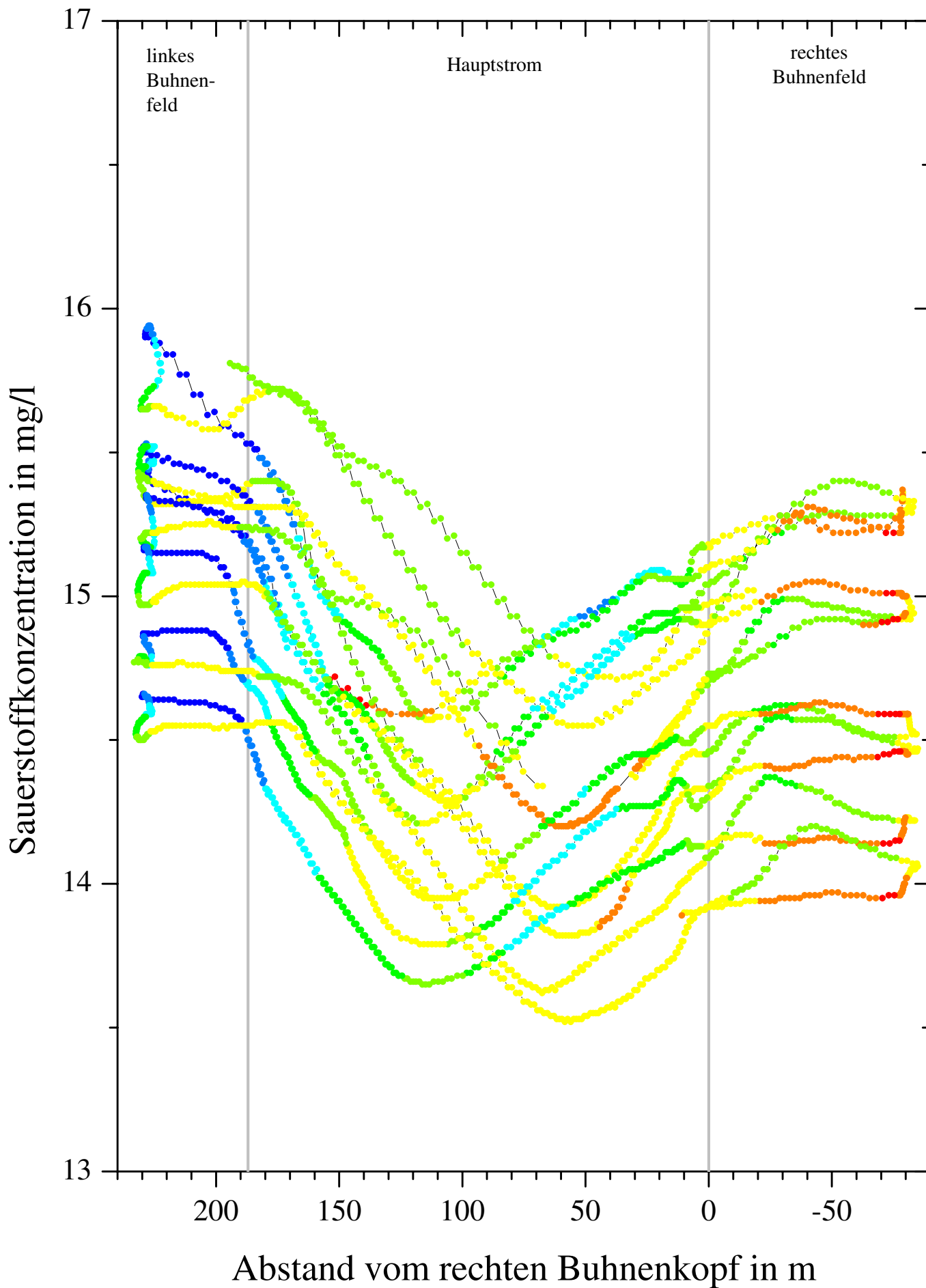
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O226X





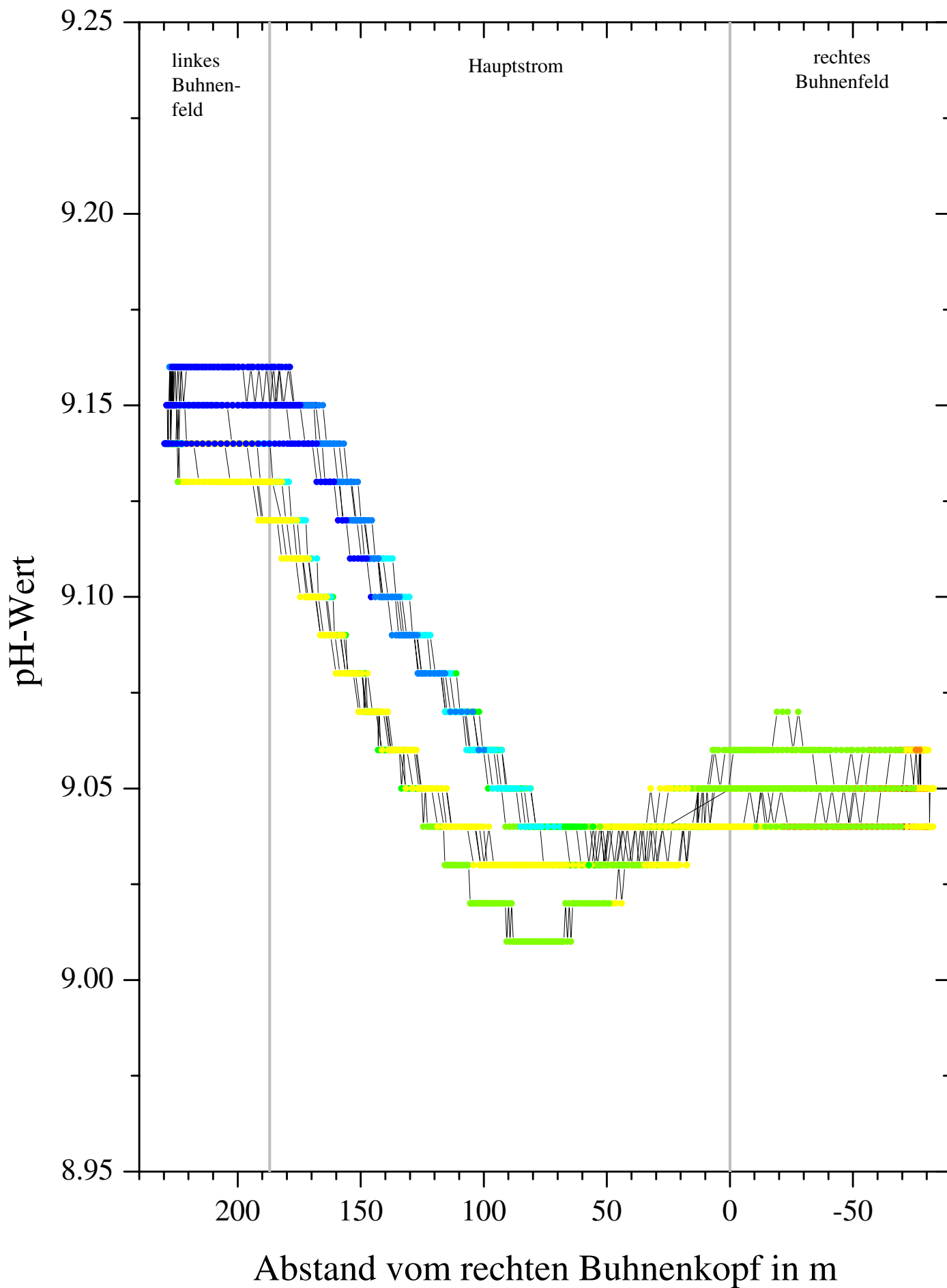
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, O226A

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, 0226A 16.08.01 16:35



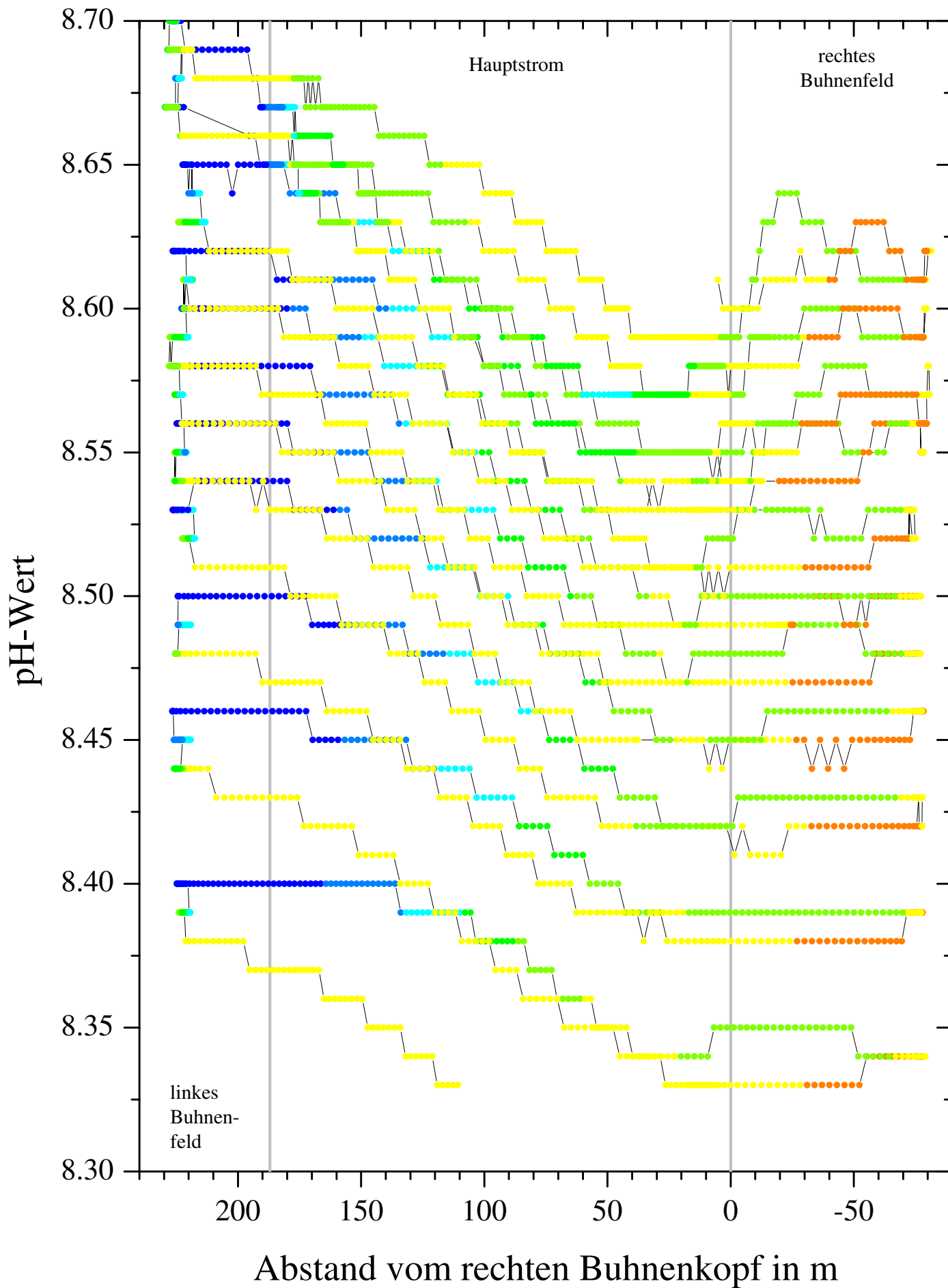
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH23A

E:\Elbe\KM473\AquaGüteSondeC1.opj, pH23A 16.08.01 16:33



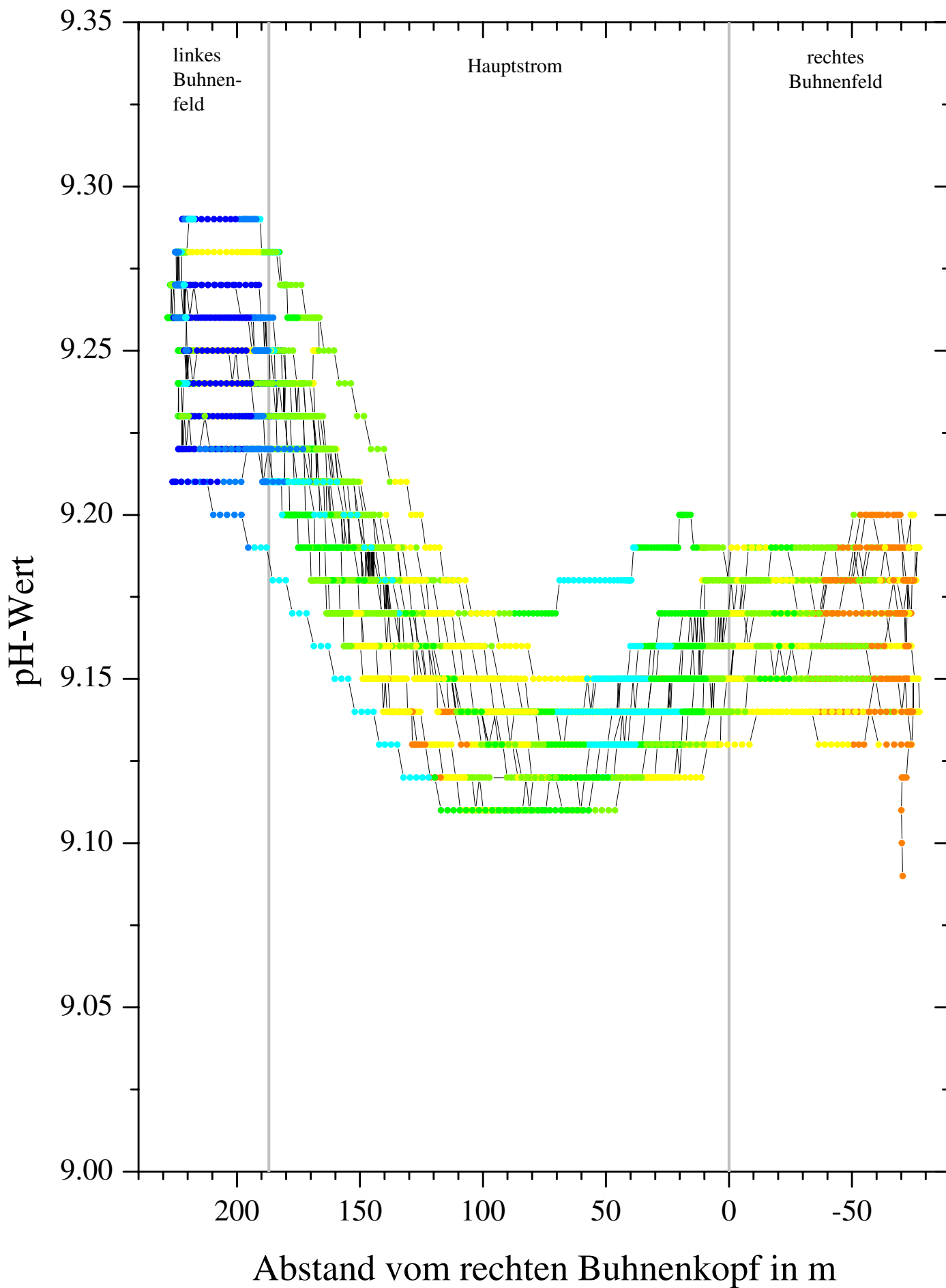
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH24M

E:\Elbe\KM473\AquaerGüteSondeCI\_top\_pH24M 16.08.01 16:33



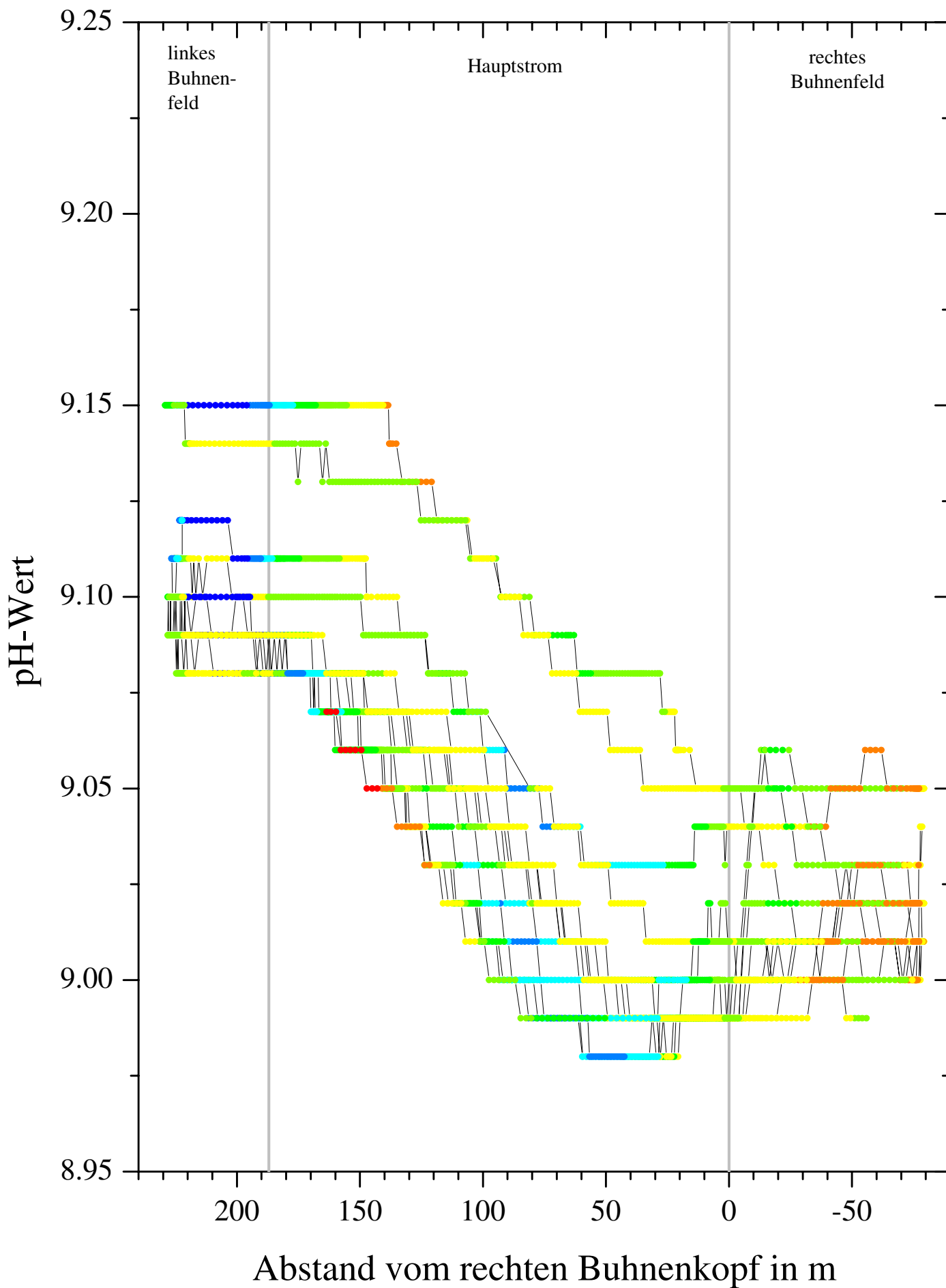
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH24A

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeCI\_topj\_pH24A\_16.08.01\1634



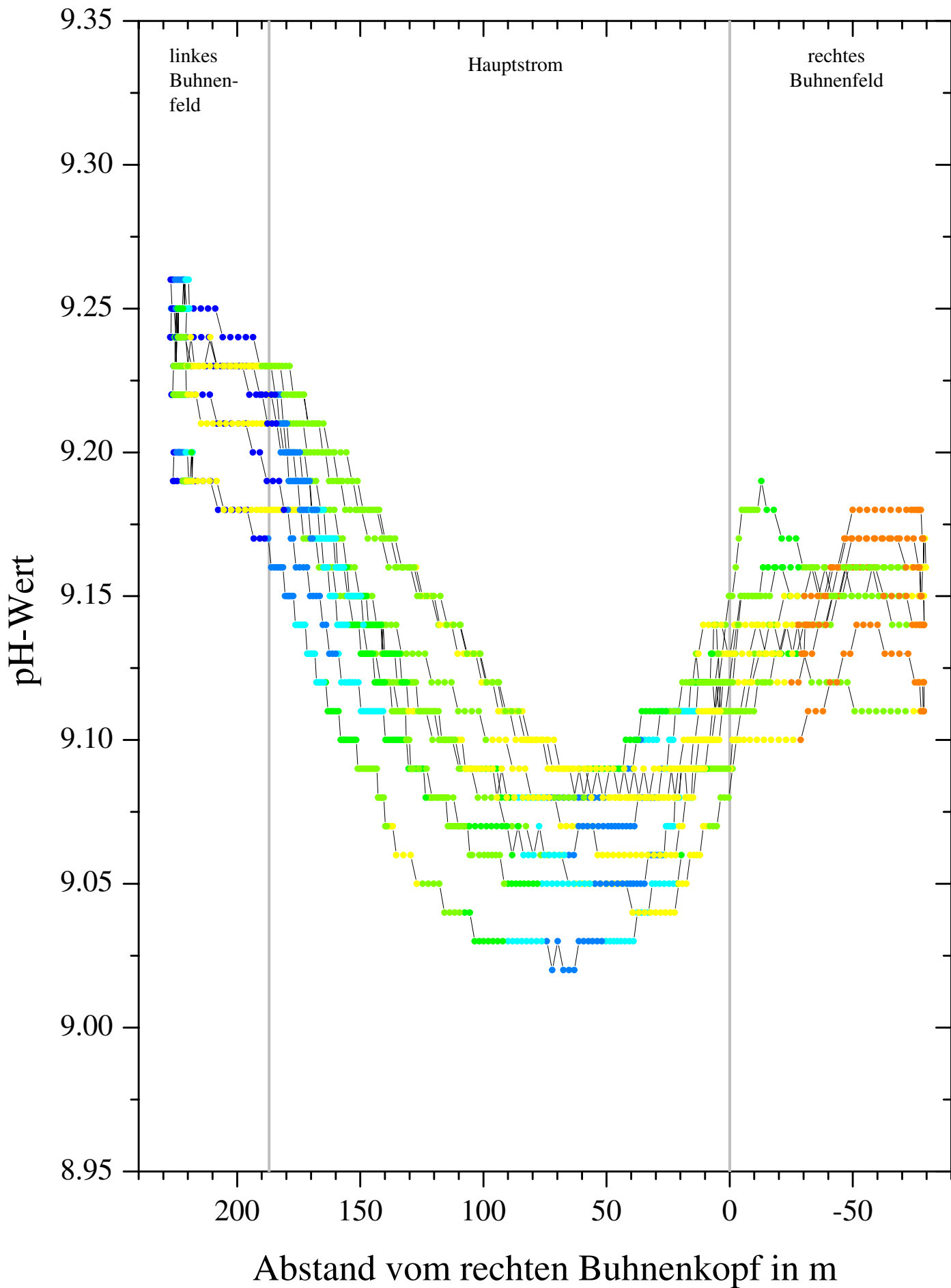
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH26M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, pH26M 16.08.01 16:34



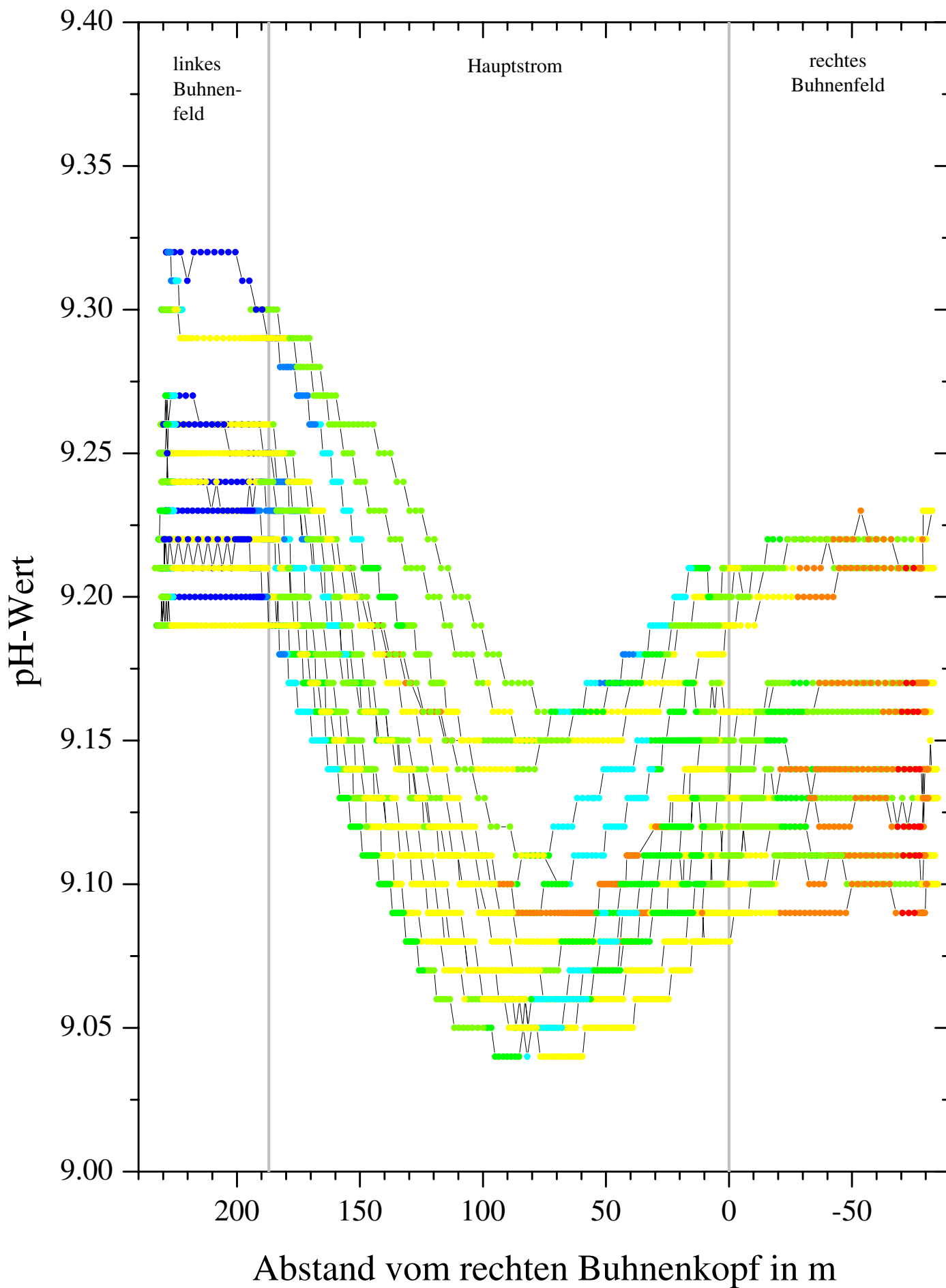
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH26X

E:\Elbe\KM473\AquaGüteSondeC1.opj, pH26X, 16.08.01, 16:35



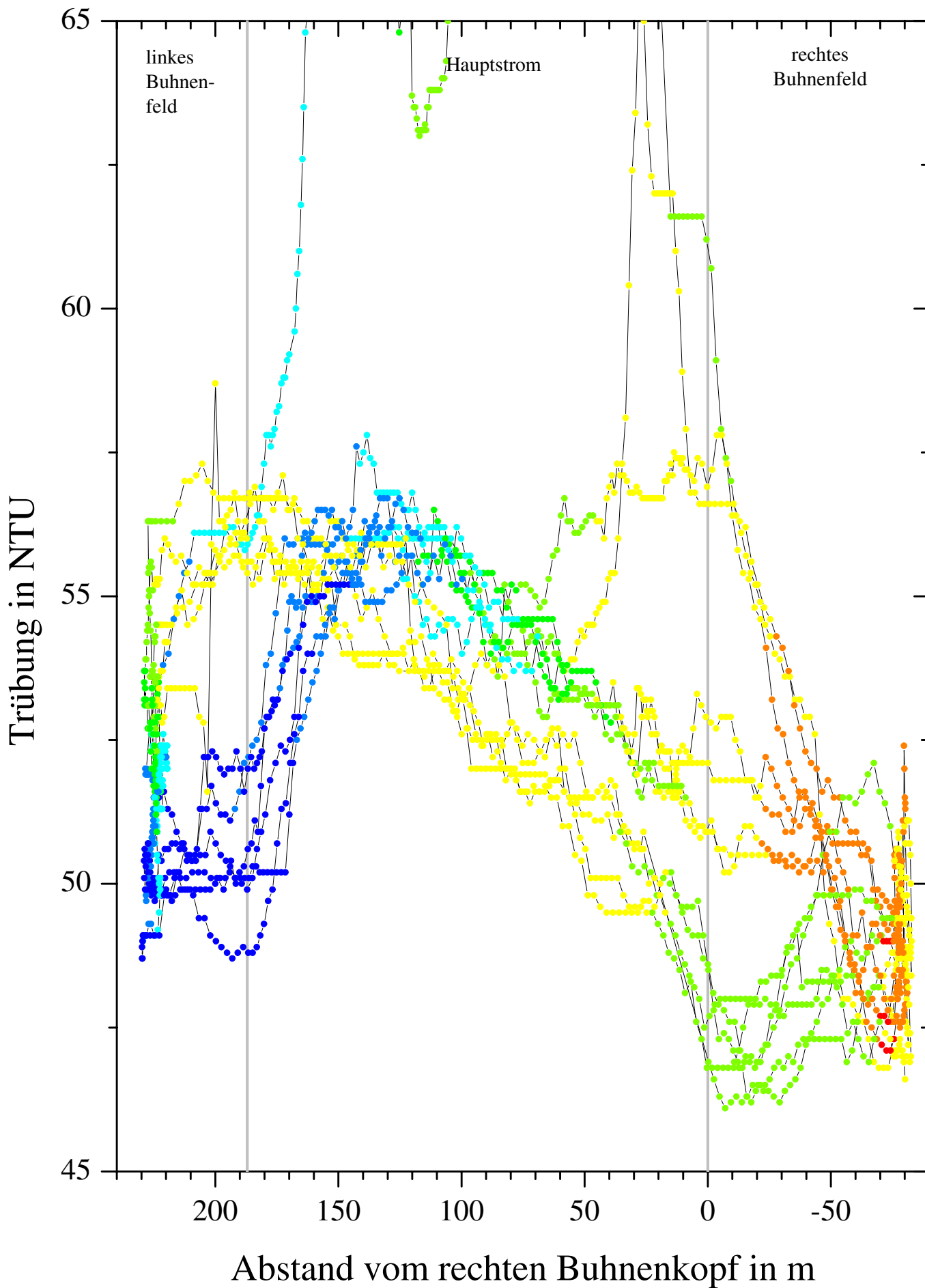
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, pH26A

E:\Elbe\KM473\Aquer\GüteSondeC1\_top, pH26A 16.08.01 16:36



# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb23A

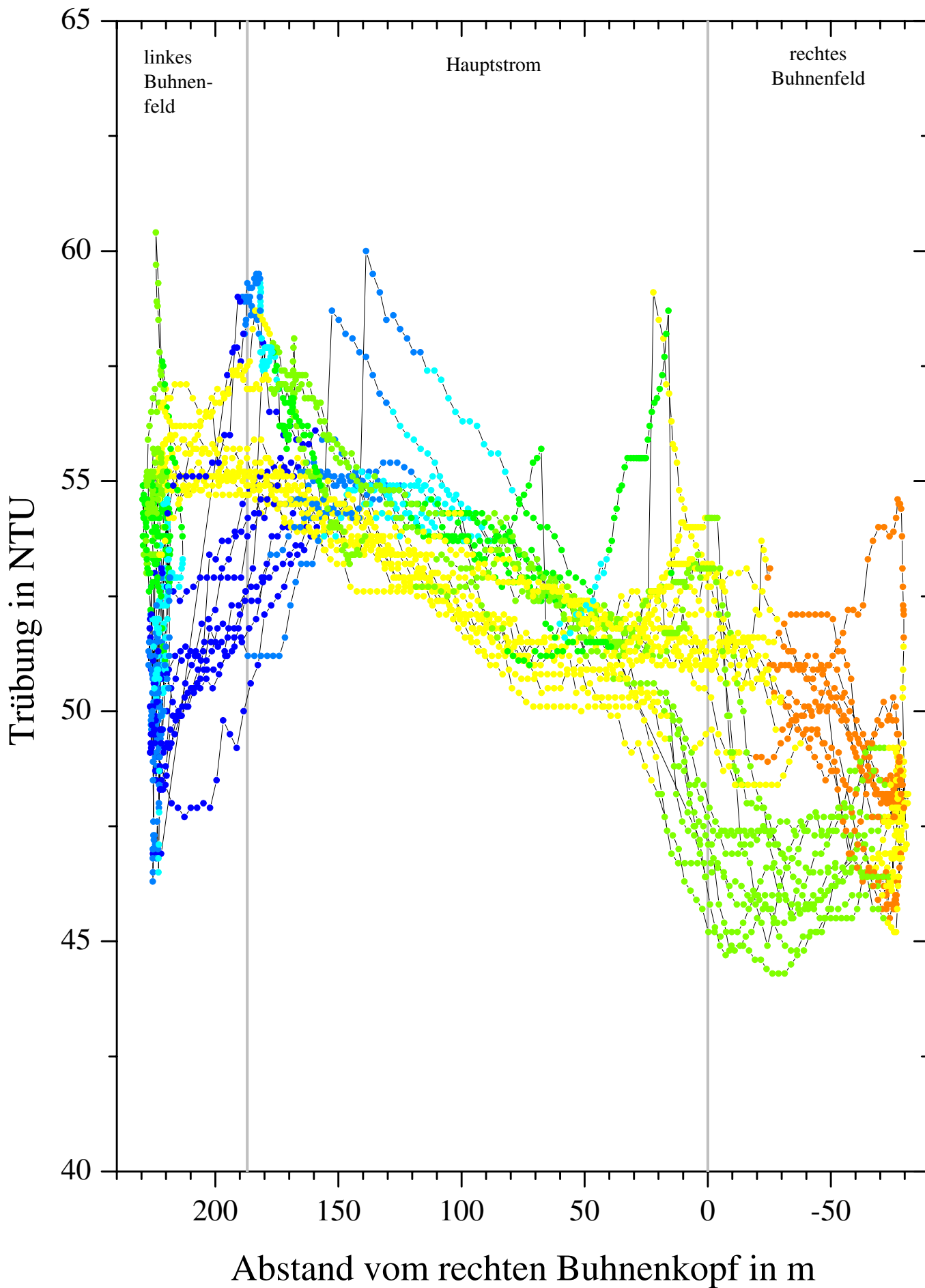
E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, Trb23A, 16.08.01, 16:33





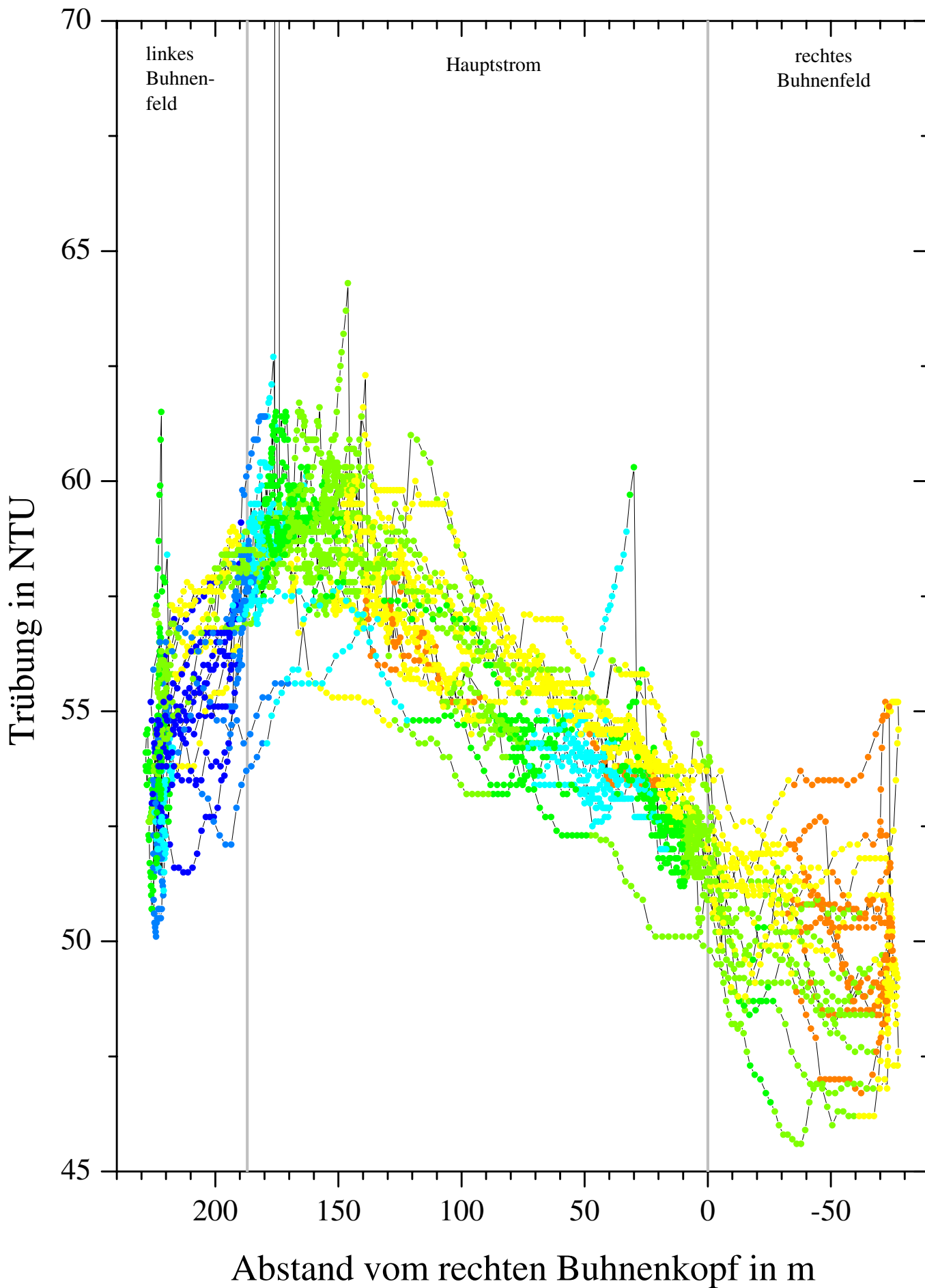
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb24M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, Trb24M 16.08.01 16:33



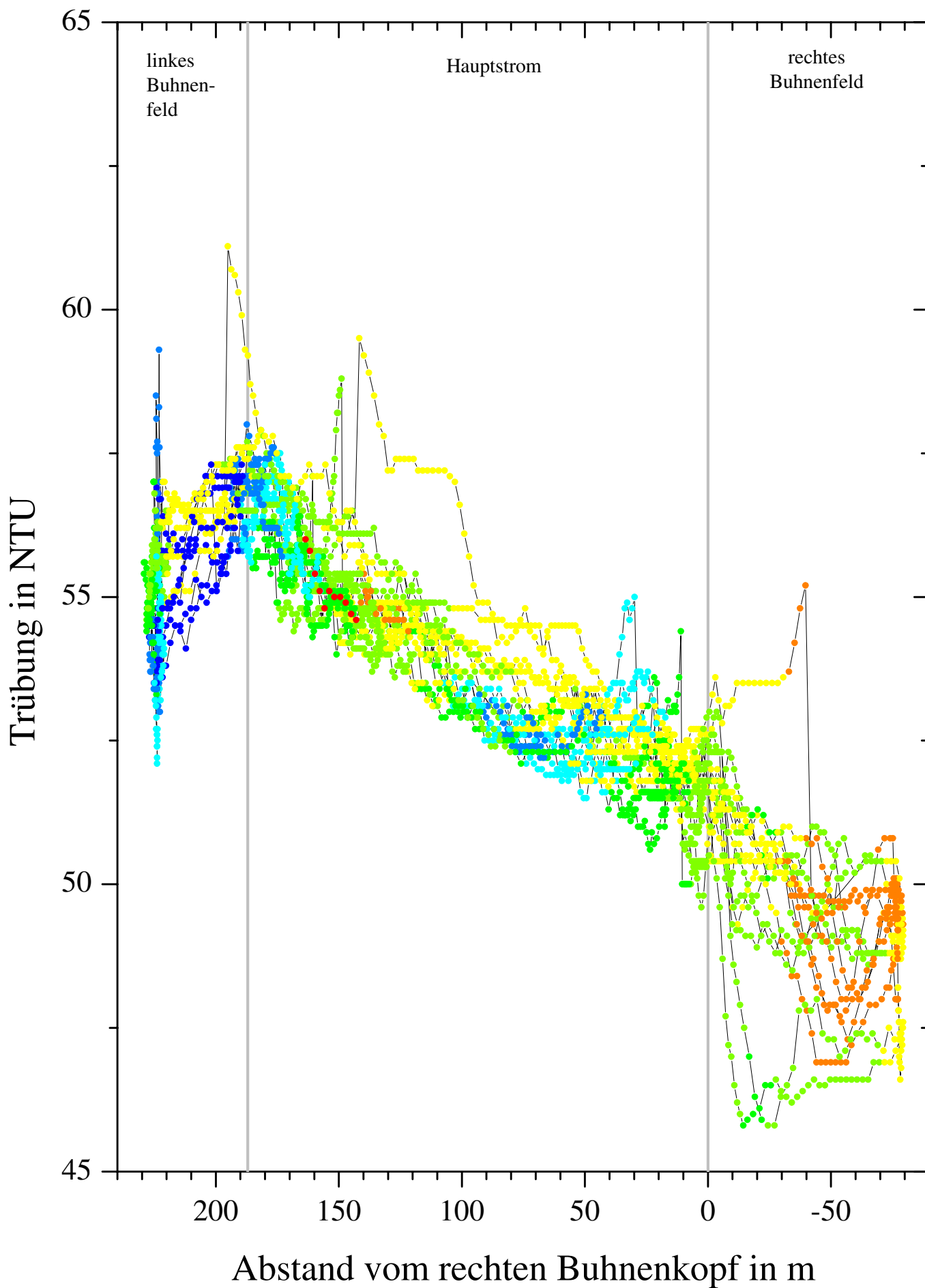
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb24A

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, Trb24A, 16.08.01, 16:33



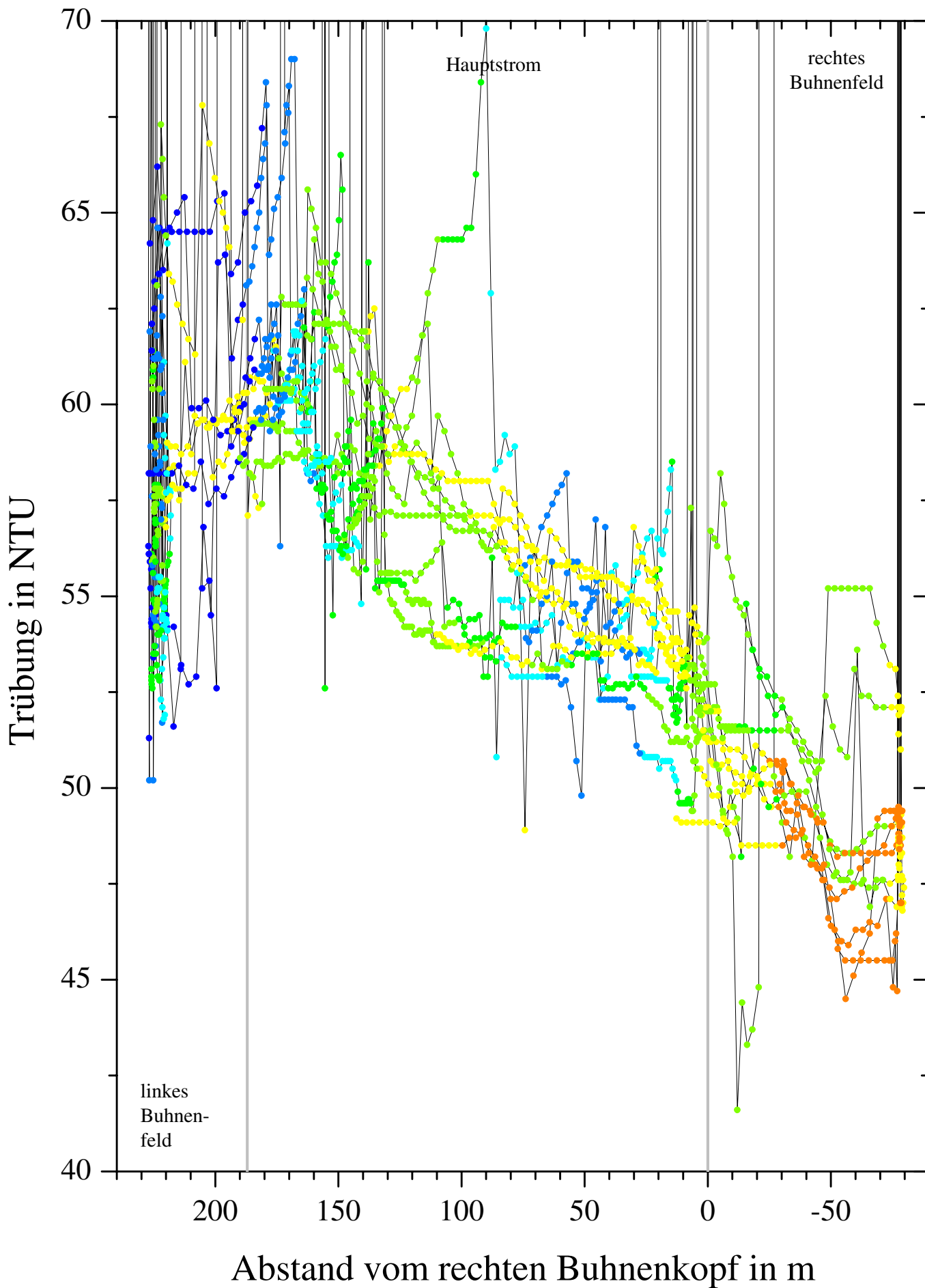
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb26M

E:\Elbe\KM473\QuerGüteSondeC1.opj, Trb26M 16.08.01 16:34

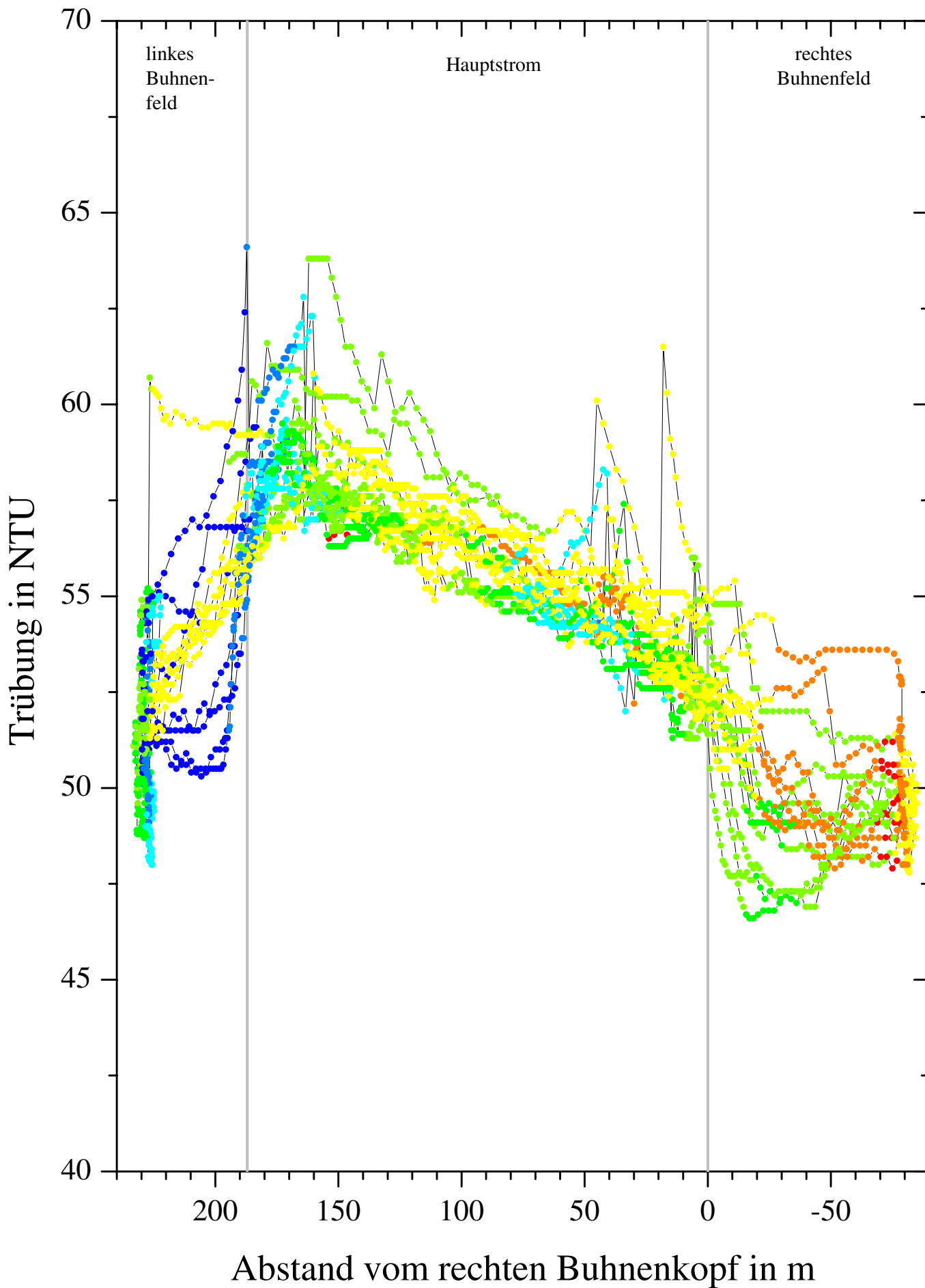


# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb26X

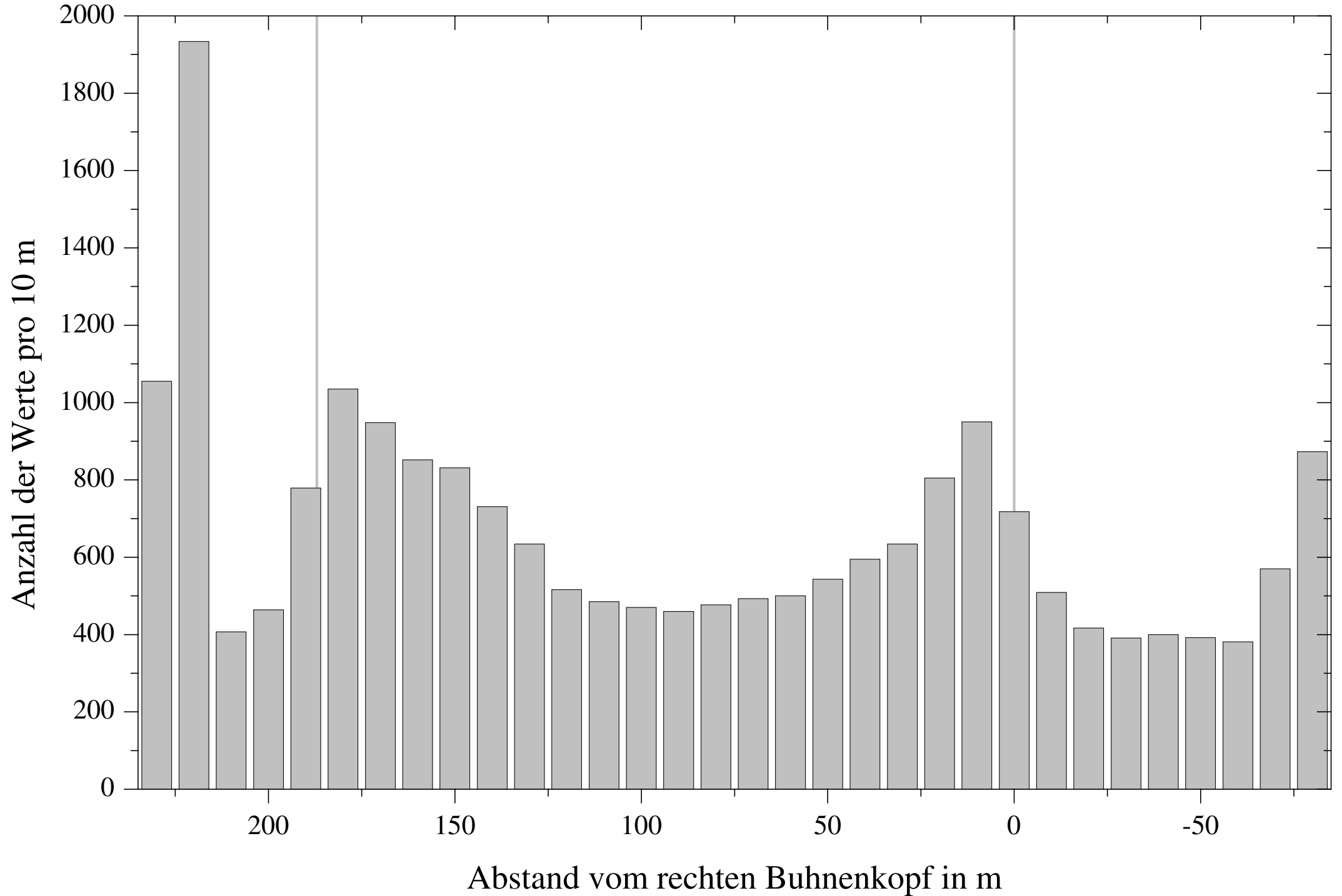
E:\Elbe\KM473\AquaGüteSondeC1.opj, Trb26X\_16.08.01\_16:35



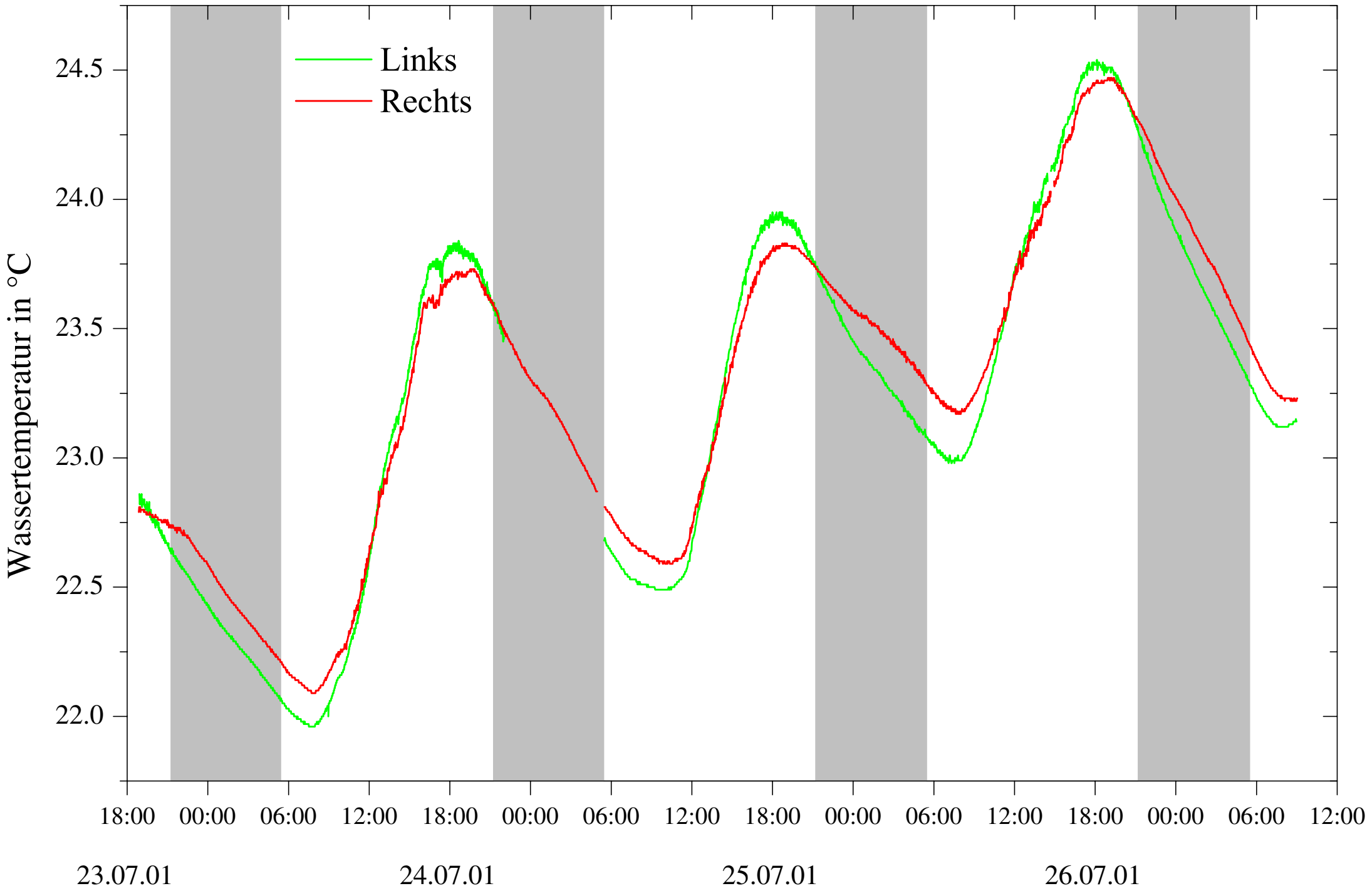
# Wassergüteparameter hochaufgelöst im Flußquerschnitt Elbe km 472.6, 23.-26.07.2001, Trb26A



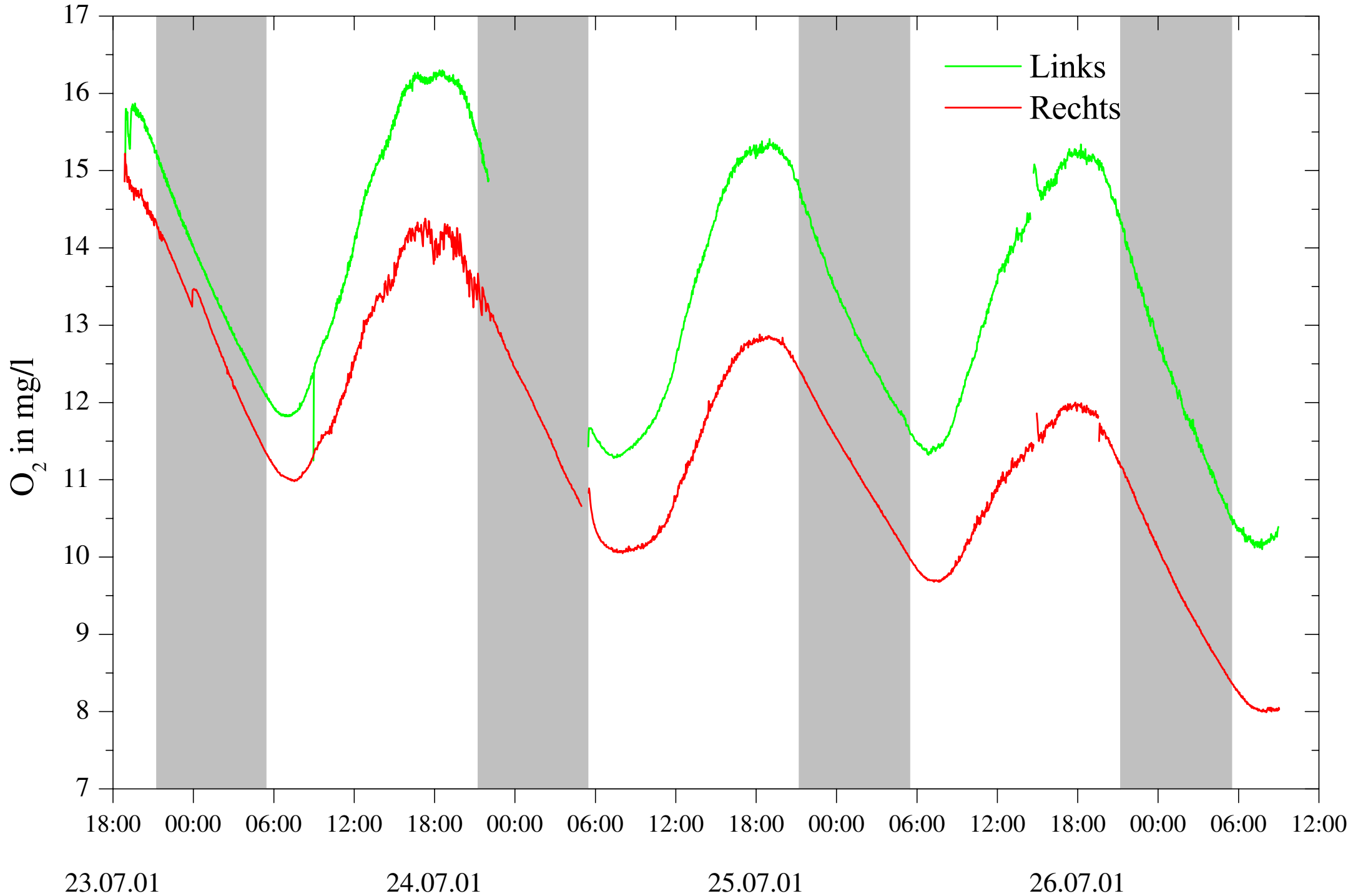
# Häufigkeitsverteilung der Werte über den Querschnitt, Summe aller Messungen 23.-26.7.2001



# Elbe-Intensivprogramm am km 473

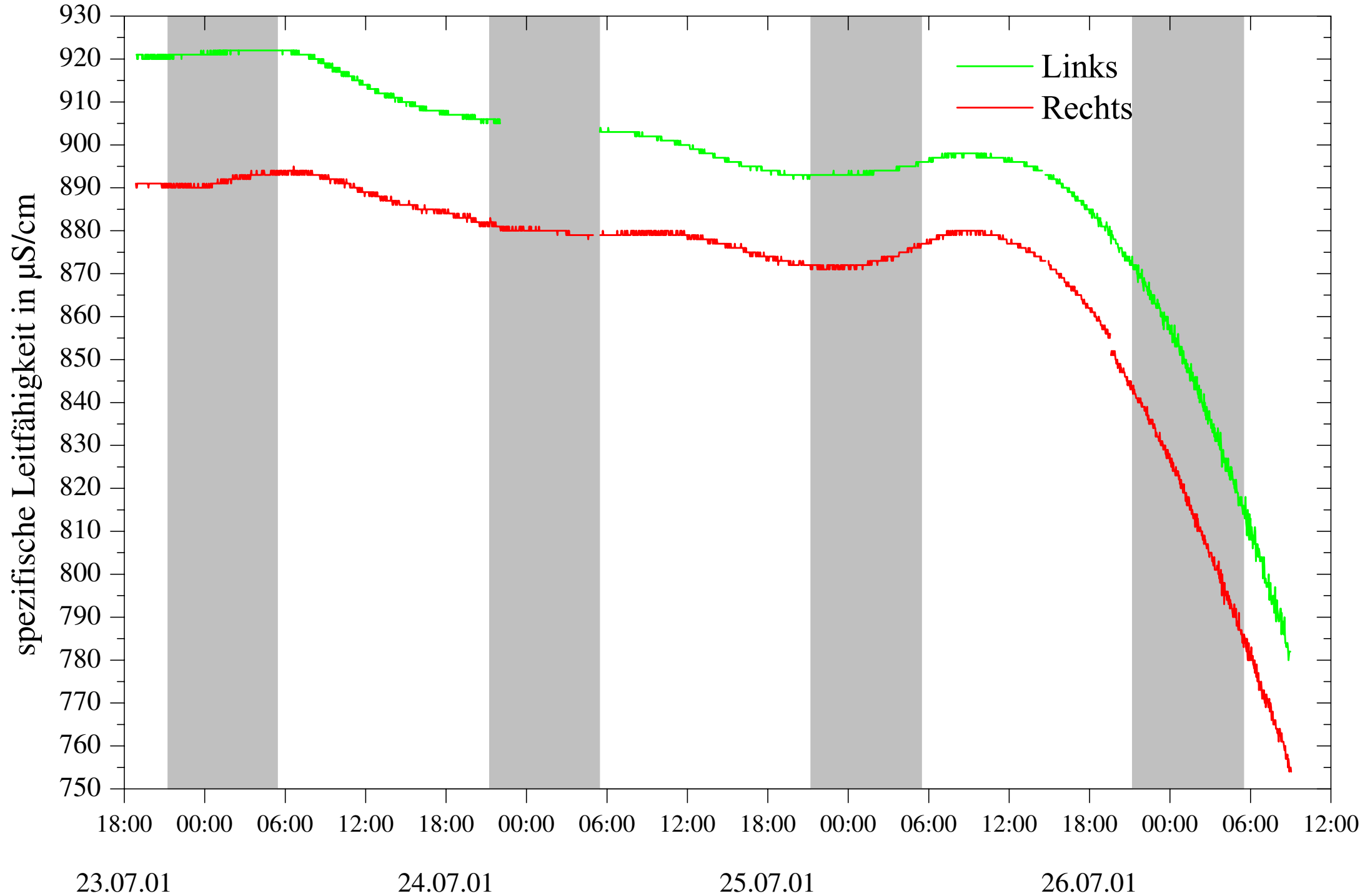


# Elbe-Intensivprogramm am km 473

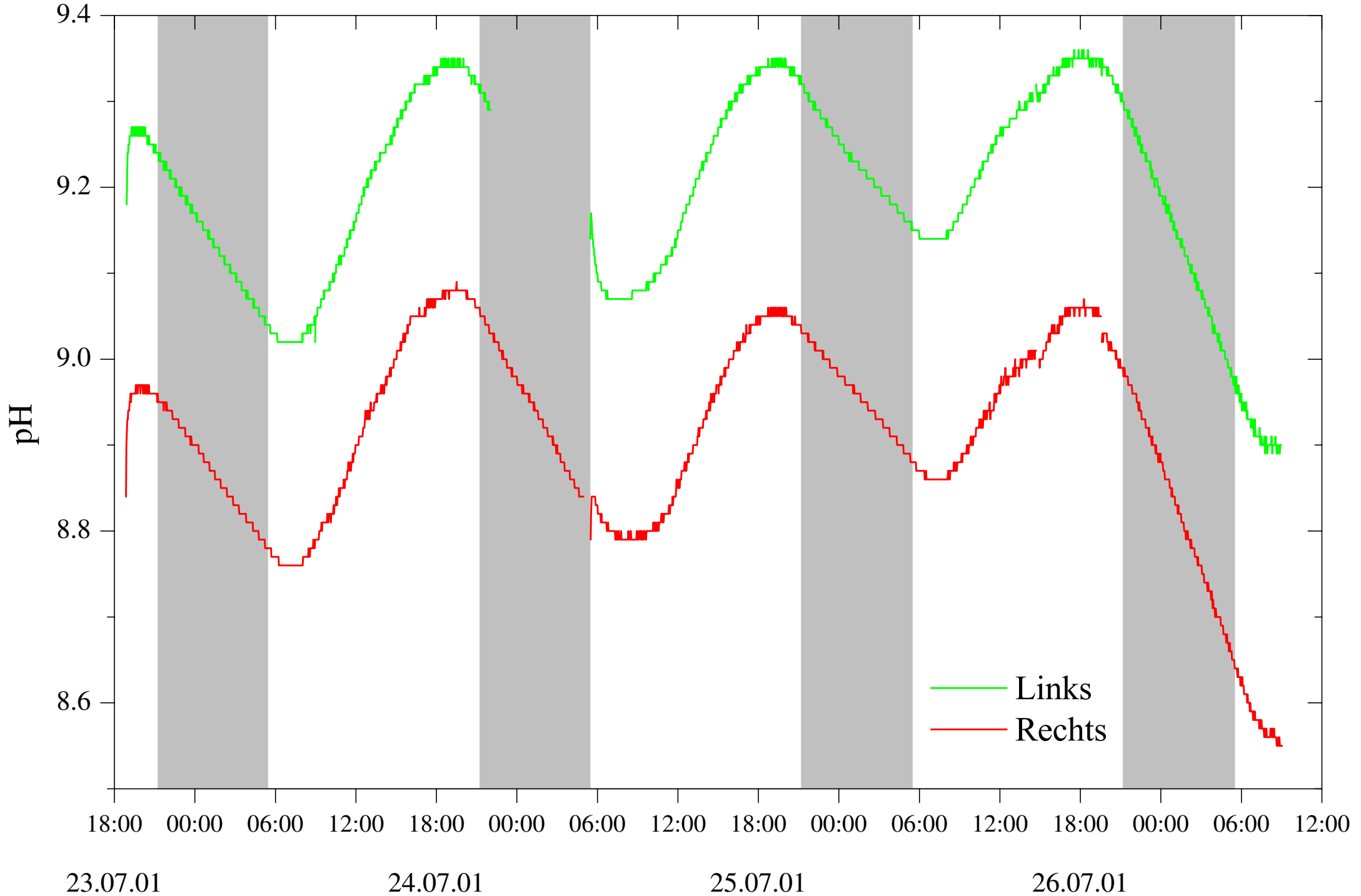




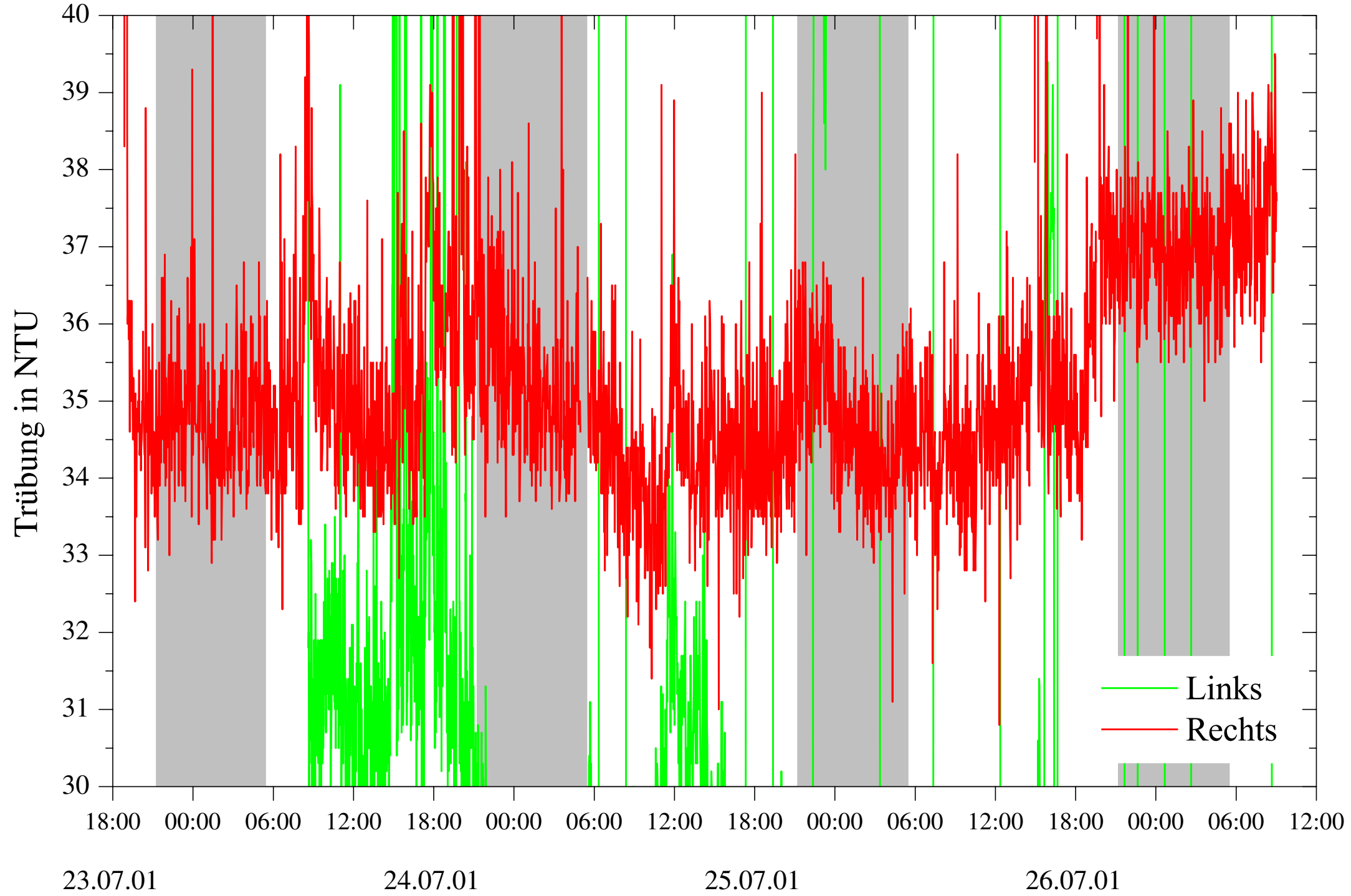
# Elbe-Intensivprogramm am km 473



# Elbe-Intensivprogramm am km 473



# Elbe-Intensivprogramm am km 473



# Elbe-Intensivprogramm am km 473

