

G K N II
M W - 03/91

Neckarwestheim, 8. Januar 1991

B E R I C H T

Betriebsbegleitende Überwachung der Belastungen von sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten bei GKN II

hier: Ergebnisse der betriebsbegleitenden Messungen für den Zeitraum Ende März 1989 bis September 1990

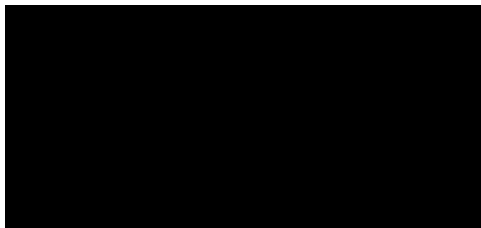


GKNGA0528586----



GKND0624876

Verfasser:



Verteiler:

TÜV-Südwest
UM-Stuttgart
TG/LdA/Z/LTD/M/MW/Erfassung

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. Zusammenfassung
2. Sachliche Veranlassung
3. Ziele der Untersuchung
4. Meßstellenplan und Meß-/Auswerteanlage
5. Darstellung ausgewählter Meßwertverläufe
 - 5.1 globale Überwachung
 - 5.2 lokale Überwachung
 - 5.2.1 VAL einschließlich VAL/DH- und VAL/HKL-Stutzen
 - 5.2.2 JNA-/HKL-Stutzen
 - 5.2.3 KBA-/HKL-Stutzen
 - 5.2.4 JEF-Druckhaltersprühung
 - 5.2.5 Rekuperativ-Wärmetauscher
 - 5.2.6 DE-Speisewasserstutzen
6. Bewertung der Verläufe
 - 6.1 global überwachte Komponenten
 - 6.2 lokal überwachte Komponenten
 - 6.2.1 VAL einschließlich VAL/DH- und VAL/HKL-Stutzen
 - 6.2.2 JNA-/HKL-Stutzen
 - 6.2.3 KBA-/HKL-Stutzen
 - 6.2.4 JEF-Druckhaltersprühung
 - 6.2.5 Rekuperativ-Wärmetauscher
 - 6.2.6 DE-Speisewasserstutzen
7. Schlußfolgerungen

1. Zusammenfassung

Bei GKN II werden ausgewählte sicherheitstechnisch relevante Komponenten durch die betriebsbegleitende Messung überwacht. Aufgrund der IBS-Messungen sowie den bisherigen Betriebserfahrungen sind die relevanten Belastungen durch die Temperaturänderungen gegeben. Durch die Auswahl der Komponenten sowie der Meßstellen können abdeckend alle sicherheitstechnisch relevante Komponenten beurteilt werden.

Die Ergebnisse der globalen und lokalen Überwachung für den Zeitraum Ende März 1989 bis September 1990 haben gezeigt, daß

- die durch die globale Überwachung erfaßten Transienten von den spezifizierten konservativ abgedeckt sind
- bei der VAL zusätzliche Temperaturänderungen bei An- und Abfahren auftreten, wobei die hervorgerufenen Beanspruchungen nur unwesentliche Änderung der konservativ bestimmten Erschöpfungsgrade verursachen.
- bei den restlichen lokalen Meßstellen die erfaßten Verläufe zuerst durch die Konservativitäten bei der Auslegung abgedeckt werden.
- die betriebliche Überwachung voll die gestellten Anforderungen erfüllt.

.../

2. Sachliche Veranlassung

Die Sicherheit einer Komponente ist einerseits durch die bei der Auslegung berücksichtigten Belastungen, andererseits durch die wirkliche Fahrweise im Betrieb gegeben. Die Spannungsanalysen bei der Auslegung werden für bekannte und mögliche das ganze Spektrum abdeckende Belastungen durchgeführt, wobei die Bewertung nach der Beanspruchungsstufe erfolgt. Bei den Ermüdungsanalysen werden einerseits die spezifizierten Lastfälle konservativ überlagert und andererseits die Sicherheit durch die Benutzung der Auslegungskurve nach KTA 3201.2 bei der Bestimmung der Erschöpfungsgrade erhöht, um möglichst auch die nicht spezifizierten Belastungen abdecken zu können.

Bei einigen Komponenten können nicht alle Belastungen vorher eindeutig spezifiziert werden, da sie sehr stark anlagenspezifisch und von der Fahrweise abhängig sind. Werden die "Unkenntnisse" bei der Auslegung durch die Summierung der Konservativitäten (Belastungen, Häufigkeiten, Kennwerte, Berechnungsverfahren, usw.) ausgeglichen, kann z. B. ein Ermüdungsnachweis bzw. die Auslegung Probleme bereiten. Neben einer detaillierten Analyse ist hauptsächlich die Erfassung der wirklichen Belastungen für die sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten von großer Bedeutung. Die betriebsbegleitende Überwachung ermöglicht unter anderem die Quantifizierung der wirklichen Sicherheitsabstände sowie die Optimierung des Betriebes.

Zur Ermittlung der Betriebsbeanspruchungen im GKN II wurden die in Beilage 1 zusammengestellten sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten ausgewählt /1/. Mit der Überwachung sollen die spezifizierten Transienten kontrolliert und gegebenenfalls auftretende nicht spezifizierte Transienten erfaßt werden.

Für die Hauptkomponenten des Primärdruckes (RDB, DE-Rohrboden, HKP-Saugstutzen) bei denen nur spezifizierte Transienten auftreten, können die Beanspruchungen direkt aus den Verläufen der Betriebsaufnehmer (globale Erfassung) bestimmt werden.

Bei den Komponenten, bei denen nicht vorher spezifizierte Vorgänge auftreten können, die stark von der Fahrweise abhängig bzw. anlagenspezifisch sind, werden die Beanspruchungen durch Sondermeßstellen (lokale Erfassung) überwacht.

.../

In diesem Bericht werden die tatsächlichen Verläufe der relevanten Aufnehmer für den Zeitraum Ende März 1989 bis September 1990 behandelt und dargestellt.

3. Ziele der Untersuchung

Die Hauptziele der Untersuchung sind

- Erfassung der wirklichen Betriebstransienten
- Vergleich der erfaßten und spezifizierten Transienten bei globaler Erfassung
- Darstellung und Bewertung der Transienten bei lokaler Erfassung

4. Meßstellenplan, Meßwerterfassungs- und Auswertungsanlage

Die Komponentenbeanspruchung wird durch den Innendruck, die Temperatur, sowie Temperaturänderungen gegeben. Bei unerwarteten Vorgängen können auch weitere Betriebsgrößen wie Pumpendrehzahl, Durchsatz, Wasserniveau usw. einen wertvollen Beitrag zur Klärung und Bestimmung der auftretenden Beanspruchung geben.

Die für die Ermüdungsüberwachung ausgewählten repräsentativen Komponenten sind in Beilage 1 zusammengestellt. Die ausgewählten Betriebsaufnehmer zur Beurteilung der drei global überwachten Komponenten (RDB-Deckelflansch und -schrauben, HKP-Saugstutzen und DE-Rohrboden) sind jeweils in den Beilagen 2 bis 4 zusammengestellt. Dabei werden insgesamt 97 betriebliche Meßstellen (44 Temperaturen, 17 Drücke, 4 Drehzahlen, 23 Durchsätze, 6 Füllstände, 2 Ventilstellungen, Reaktorleistung) erfaßt. Die Lage der Meßstellen zeigt der Systemplan in Beilage 5 und der Lageplan in Beilage 6.

.../

Die Meßstellen zur Überwachung der lokalen Komponenten (VAL einschließlich VAL/DH- und VAL/HKL- Stutzen, JNA/HKL-Stutzen, KBA/HKL-Stutzen, Druckhalter-sprühung, Rekuperativ-Wärmetauscher, DE-Speisewasserstutzen) sind jeweils in den Beilagen 7 bis 12 zusammengestellt. Dabei wurden insgesamt 102 Temperaturmeßstellen in 21 Meßebenen installiert. Je Meßebene wurden 2 oder 7 Mantelthermoelemente auf der Rohroberfläche aufgebracht. Die Lage der Aufnehmer im Systemplan bzw. die Anzahl der lokalen Aufnehmer im Querschnitt zeigt Beilage 13.

Das Prinzip der Meßkette des Meßwerterfassungssystems FAMOS ist in Beilage 14 dargestellt. Die aus der vorhandenen Betriebsinstrumentierung erforderlichen Meßgrößen werden über eine Schnittstelle vom Anlagenrechner der Datenerfassung zugeführt. Die Meßwerte der Sonderinstrumentierung werden von zwei μ -Mac Prozeßrechnern erfaßt und an den Auswerterechner übermittelt.

Die Datenübermittlung erfolgt in Form von Meßwerttelegrammen, die im 10 sec.-Takt von den drei oben genannten Stellen an den Erfassungsrechner abgesendet werden. Beim Überschreiten eines mitgeführten Grenzwertbandes ($\Delta T = 2^\circ$, $\Delta p = 1 \text{ bar}$), sowie am Ende jeder Stunde werden die Daten auf Festplatte gespeichert. Die Daten auf der Festplatte werden automatisch täglich um 07.00 Uhr auf Magnetband überschrieben. Je nach Fahrweise der Anlage reicht die Speicherkapazität des Bandes für bis zu sechs Wochen.

Die Darstellung der Meßwerte erfolgt off-line an der PC-Auswerteanlage, siehe auch Beilage 14.

Die Daten werden von den am Erfassungsrechner erstellten Magnetbändern übernommen und monatlich dargestellt, über Farb-Nadeldrucker ausgegeben und dokumentiert. Bei besonderen Ereignissen können die Verläufe zeitlich gespreizt ausgegeben werden.

Weitere Angaben über Meßstellen, Meßanlage, Aufnehmer und Softwarebeschreibung sind in /2/ zu finden.

Die zwei Meßquerschnitte im unteren Bereich der VAL wurden seit IBS mit einem Punktdrucker gemessen und registriert. Seit Revision 1990 wird ein Querschnitt mit einer mit PC-gesteuerten Meßanlage siehe Beilage 15 mit der Takt-

frequenz 10 sec. gemessen und beim Überschreiten des mitgeführten Grenzwertes auf Diskette gespeichert. Die Auswertungen erfolgen mit einer Auswertesoftware am PC.

5. Darstellung ausgewählter Meßwertverläufe

Da die Magnetbänder zum Zeitraum Inbetriebnahme Ende 1988 bis Mitte März 1989 von der S/KWU aufbereitet werden mußten und bei GKN erst im Oktober 1990 vorlagen wird in diesem Bericht nur der Zeitraum 30.03.1989 bis September 1990 behandelt. Einen beispielhaften Überblick über den Betrieb von GKN II im Zeitraum März bis Dezember 1989 geben die Beilagen 16 bis 25, wo die monatlichen Verläufe der thermischen Reaktorleistung wiedergegeben sind. Danach wurde die Anlage am 30. März zur Kurzrevision vor Übernahme abgefahren und am 09. April wieder angefahren. Der weitere Verlauf zeigt Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers und Leistungsreduzierungen bis auf 40 % Reaktorleistung zum Durchfahren von Prüfungen, Versuchen und aufgrund des Niedrigwasserfalles, sowie am 01. Juli eine Leistungsreduzierung auf 20 % zum Abdichten einer Ölleckage am Maschinentrafo.

5.1 globale Überwachung

Die Verläufe der überwachten globalen Meßstellen zeigen während des Lastfolge- und Prüfbetriebes nur minimale Druck- und Temperaturänderungen. Dies bestätigen auch die Erfahrungen aus der 5.50 Ermüdungsüberwachung im GKN I. Daher werden als Beispiel nur die Verläufe für einen Betriebsmonat (Juli 1989) mit Änderung der Reaktorleistung auf 20 % und für das Ab- und Anfahren beim Kurzstillstand (30. März bis 14. April) dargestellt und falls vorhanden, mit spezifizierten Transienten verglichen. Aufgrund der symmetrischen Anordnung des Primärsystems und somit gleicher Betriebsbedingungen werden die parallelen Meßstellen der 4 Loops jeweils auf einem Plot zusammengefaßt. Bei Besonderheiten, wie z. B. Einbindung der Volumenausgleichsleitung an die Hauptkühlmittelleitung Loop 20, wird speziell darauf hingewiesen.

Die Beilagen zeigen

<u>26 - 29</u>	Temperatur HKL-kalter Strang (RDB-Eintritt)	JEC 10 - 40 CT002
<u>30 - 35</u>	Temperatur HKL-heißer Strang (RDB-Austritt)	JEC 10 - 40 CT003 A
<u>36 - 37</u>	RDB-Deckeltemperatur	JAB 10 CT001 - CT003
<u>38 - 41</u>	DE-Fallraumtemperatur	JEA 10 - 40 CT001
<u>42 - 43</u>	Frischdampftemperatur	LBA 10 - 40 CT001
<u>44 - 47</u>	Kühlmitteldruck	JEC 10 - 40 CP851A - 881A
<u>48 - 51</u>	Frischdampfdruck	JEA 10 - 40 CP851A - 881A

Die Temperaturen in den kalten Strängen der HKL verlaufen während des gesamten Lastfolgebetriebes etwa gleich mit Änderungen von max. ± 5 K um die mittlere Betriebstemperatur von 295°C, wie aus dem Verlauf für Monat Juli 1989 in der Beilage 26 zu sehen ist. Das gilt auch für Leistungsreduzierung bis auf 20 % der Reaktorleistung (1. Juli, siehe Beilage 20 bzw. 25). Eine größere Temperaturänderung trat nur beim Ab- und Anfahren zum Kurzstillstand (3.3 bis 7.4.89 auf, siehe Beilage 26 und 27. Beim Abfahren entsprach der ermittelte Temperaturverlauf der spezifizierten Transiente, siehe Beilage 28, beim Anfahren wurde eine langsamere Temperaturänderung als spezifiziert ermittelt, siehe Beilage 29.

Die HKL-Temperaturen in den heißen Strängen verlaufen ebenfalls während des gesamten Lastfolgebetriebes etwa gleich, siehe Beispiel für Juli 89 in Beilage 30. Die maximale Temperaturänderung wurden mit ca. 15 K bei der Leistungsreduzierung auf 20 % Reaktorleistung am 1. Juli ermittelt. Auch beim Ab- und Anfahren wurden etwa gleiche Temperaturverläufe in allen vier Strängen gemessen, siehe Beilage 31. Beim Abfahren wurde nach RESA die Temperatur in den heißen Strängen zuerst um ca. 35 K abgekühlt und dann bei ca. 310°C konstant gehalten bis der eigentliche Abkühlvorgang eingeleitet wurde. Der Temperaturverlauf beim Abkühlen entspricht dem spezifizierten Verlauf, siehe Beilage 32. Die Aufheizung verläuft deutlich langsamer als spezifiziert, siehe Beilage 33.

Nach dem Abkühlen unterscheidet sich die im Loop 20 gemessene Temperatur deutlich von den Temperaturverläufen in Loop 10, 30 und 40, siehe Beilagen 34 und 35. Dies ist auf die angeschlossene Volumenausgleichsleitung (surge-line)

zurückzuführen, die den Loop 20 mit dem Druckhalter verbindet. Die verzögerte Abkühlung des Druckhalters beim Abfahren bzw. das voreilende Aufheizen des Druckhalters zur Druckerhöhung beim Anfahren führt zu einer Temperaturdifferenz zwischen HKL und Druckhalter. Die Füllstandsänderungen im Druckhalter können zu "Out-surge-Vorgängen" führen, die durch die in der Nähe des VAL/HKL-Stutzen angebrachten betrieblichen Temperaturmeßstellen erfaßt werden /3/. Die sehr kleinen Wassermengen mischen sich mit dem Loop-Wasser durch, so daß die Temperaturänderungen in einer größeren Entfernung vom VAL/HKL-Stutzen nicht mehr auftreten.

Die Temperaturverläufe am RDB-Deckel (Beilage 36 und 37) sind vergleichbar mit denen im heißen Strang. Die Temperaturzyklen während der Dichtheitsprüfung wirken sich aufgrund der geringen Wassermenge bei Out-Surge-Vorgänge auf den RDB nicht aus.

Die DE-Fallraumtemperaturen liegen im Normalbetrieb bei einer mittleren Betriebstemperatur von 278°C mit leistungsbedingten Schwankungen von ± 10 K und max. 15 K bei Leistungsreduktion auf 20 %, siehe Beilage 38. Zum Kurzstillstand Beilage 39 fielen die Fallraumtemperaturen entsprechend der spezifizierten Transiente auf 50° bis 80° ab (Beilage 40) und steigen beim Anfahren zunächst auf ca. 150° und weiter mit flacherem Verlauf als spezifiziert wieder auf ihre Betriebstemperatur (Beilage 41) an. Wobei nach Erreichen der Betriebstemperatur mehrere Absenkungen von max. 30 K aufgrund kurzzeitiger Einspeisungen zur Speisewassergänzung zu sehen sind. Die bei ca. 150° C spezifizierte Temperaturabsenkung um ca. 50 K tritt nicht auf.

Die Frischdampftemperaturen (Beilage 42 - 43) zeigen im Lastfolgebetrieb Änderungen um max. ca. 15 K; die Änderungen der DE-Fallraumtemperatur bei kurzzeitigen Einspeisungen beim Anfahren wirken sich wie erwartet nicht aus.

Der Primärdruck (Beilage 44 bis 45) hat sich praktisch nur beim Ab- und Anfahren geändert, die Verläufe entsprechen den spezifizierten (Beilage 46 und 47).

Der Frischdampfdruck (Beilage 48 bis 49) ändert sich im Betrieb entsprechend den Leistungsänderungen zwischen 63 und 79 bar. Beim Ab- und Anfahren ändert er sich entsprechend den spezifizierten Transienten (Beilage 50 und 51).

5.2 lokale Überwachung

Bei den durch die Sonderinstrumentierung überwachten lokalen Meßebenen (Beilage 13) werden jeweils ausgewählte Verläufe für Normalbetrieb mit Reduktion auf 20 % Reaktorleistung, für den Kurzstillstand mit Ab- und Anfahren und für spezielle nicht spezifizierte Vorgänge wie z. B. Kalteinspeisungen oder Temperatschichtungen dargestellt.

5.2.1 VAL einschließlich VAL/HKL- und VAL/DH-Stutzen

In den Beilagen 52 bis 57 sind die Temperaturverläufe am Querschnitt des VAL/HKL-Stutzens dargestellt. Sie verlaufen während des Normalbetriebes entsprechend der Temperatur im heißen Strang (Loop 20) mit Schwankungen von $\pm 4^{\circ}\text{C}$ um ihre mittlere Betriebstemperatur von ca. 320°C . Aufgrund einer geringen Schichtung von 5 K liegen die Maximalwerte am oberen Scheitel bei 326°C und die Minimalwerte am unteren Scheitel bei 313°C , siehe Beilage 52. Bei Leistungsreduktion auf 20 % (1. Juli) sinkt die mittlere Temperatur auf ca. 305°C ab. Beilage 53 zeigt den Verlauf über den Kurzstillstand. Beim Abfahren (Beilage 54) sinken die Temperaturen am VAL/HKL-Stutzen mit der HKL-Temperatur ab. Wobei durch die verzögerte Abkühlung des Druckhalters und schon kalter HKL (50°C) bei Out-Surge-Vorgängen Temperaturänderungen durch Kolbenströmung von bis zu $\Delta T_K = 140 \text{ K}$ und Schichtungen von bis zu $\Delta T_S = 100 \text{ K}$ (Beilage 54) auftreten.

Beim Anfahren (Beilage 55) steigen die Temperaturen am VAL/HKL-Stutzen-Querschnitt wieder mit der HKL-Temperatur, an wobei wiederum bei zuerst aufgeheiztem Druckhalter bei Out-Surge-Vorgängen Temperaturschwankungen von bis zu $\Delta T_K = 160 \text{ K}$ und Schichtungen von bis zu $\Delta T_S = 100 \text{ K}$ auftreten (Beilage 56).

Die Beilage 57 zeigt zum Vergleich die beiden Temperaturen im Druckhalter und in der heißen Hauptkühlmittelleitung, die als obere und untere Begrenzung für die Temperaturänderungen und -schichtungen in der Volumenausgleichsleitung verantwortlich sind.

Die Temperaturen am Querschnitt des VAL/DH-Stutzens sind in den Beilagen 58 bis 62 dargestellt. Sie betragen während des Normalbetriebes am oberen Scheitel 346°C und am unteren Scheitel 336°C mit geringen Abkühlungen durch In-

Surge-Vorgänge auf 316°C und bei Leistungsreduktion auf 20 % 306°C (1. Juli, Beilage 58). Beim Kurzstillstand (Beilage 53) sinken die Temperaturen am DH-Stutzen mit der DH-Temperatur als obere Begrenzung auf 50°C ab, wobei durch die Temperaturdifferenz zwischen Druckhalter und HKL bei In-Surge-Vorgängen Schichtung von bis zu $\Delta T_s = 150$ K auftritt, siehe Beilage 60.

Beim Anfahren erhöhen sich die Temperaturen am VAL-/DH-Stutzen (Beilage 61) mit der Druckhaltertemperatur als obere Begrenzung (vgl. Beilage 57), wobei wiederum durch Out-Surge-Vorgänge je nach Temperaturdifferenz zwischen DH- und HKL-Schichtung von bis zu $\Delta T_s = 120$ K auftritt (Beilage 62).

Die Temperaturen in dem unteren horizontalen Bereich der VAL ändern sich über die ganze Länge praktisch gleich, wie aus den Beilagen 63 und 64 zu entnehmen ist. Die Temperatur am unteren Rohrscheitel bleibt etwa auf HKL-Temperatur, die Temperatur am oberen Scheitel ändert sich bis auf etwa Druckhaltertemperatur. Die maximale Temperaturdifferenz im Querschnitt lag bei ca. 170 K.

5.2.2 JNA-/HKL-Einspeisestutzen

Die Verläufe der jeweils 7 Temperaturmeßstellen am Umfang der 4 Einspeisestutzen vom Nachkühlsystem in die kalten Hauptkühlmittelleitungen sind in den Beilagen 65 bis 80 dargestellt. Sie entsprechen in Betrag und Verlauf den Temperaturen der jeweiligen kalten HKL (Betriebstemperatur von ca. 295°C) mit Schwankungen von ± 4 K und einer geringen Schichtung von 3 K über die Querschnittshöhe. Bei hohen Leistungsänderungen treten keine nennenswerten Temperaturänderungen auf (1. Juli, Beilage 65 - 68). Die einzigen Temperaturänderungen wurden beim Kurzstillstand (Beilage 69 - 80) während des Ab- und Anfahrvorganges, hervorgerufen durch Zu- oder Umschalten der Nachkühlstränge, festgestellt. Die maximale Temperaturänderung betrug 80 K und wurde jeweils einmal gemessen.

.../

5.2.3 KBA-/HKL-Rückspeisestutzen

Die Beilagen 81 - 88 zeigen die Verläufe der Temperaturmeßstellen, die am oberen und unteren Scheitel des Rückspeisestutzens vom Rekuperativ-Wärmetauscher in den Loop 20 (kalt) angebracht sind. Während des Normalbetriebes (Beilage 81) treten maximal Regelungsschwankungen von ± 13 K um die mittlere Betriebstemperatur von 261°C auf, wobei keine Schichtung über den Querschnitt vorhanden ist. Bei der Leistungsreduktion am 01. Juli ist ebenfalls keine größere Temperaturänderung aufgetreten. Beim Abfahren zum Kurzstillstand (Beilage 82 und 83) sinkt die Temperatur bei RESA durch Zufahren der HD-Reduzierstation kurzzeitig um ca. 25° ab. Beim Abkühlen tritt aufgrund hoher Druckhalterfüllstandsänderung und somit Schließen HD-Reduzierung, d. h. Entnahmerate = 0, eine Temperaturänderung von $\Delta T = 110$ K auf (siehe Beilage 84). Beim Anfahren (Beilage 85) tritt ebenfalls beim Absenken der Entnahmerate eine Temperaturänderung von $\Delta T = 70$ K auf.

Die Beilagen 87 und 88 (gespreizt) zeigen eine Temperaturtransiente von $\Delta T = 230$ K, die beim Umschalten der HD-Kühler während des Berichtszeitraumes jedoch nur einmal aufgetreten ist. Die Messungen an den Strängen 10, 30, 40 sind in Betrag und Verlauf entsprechend und werden daher nicht ausführlich dargestellt.

5.2.4 Druckhaltersprühung

Im Bereich der Druckhaltersprühung werden alle 5 Sprühstutzen durch Temperaturmeßstellen am oberen und unteren Scheitel überwacht.

	Stutzen	Rohrleitung	Sprühventil
Betriebliche Sprühung	H 1	JEF 10 BR 240	JEF 10 AA 231
Betriebliche Sprühung	H 2	JEF 10 BR 340	JEF 10 AA 233
Betriebliche Sprühung	H 3	JEF 10 BR 350	JEF 10 AA 232
Hilfssprühung	H 4	KBA 10 BR 005	KBA 11/12 AA 008
Betriebliche Sprühung	H 5	JEF 10 BR 250	JEF 10 AA 230

Die Beilagen 89 - 97 zeigen die Verläufe am Sprühstutzen H5 für die Zeit 30.04.89 bis 01.01.90, der bis zum zweiten Brennelementwechsel zur Dauersprühung benutzt wird. Im Normalbetrieb liegen die Temperaturen am Stutzen H 5 mit ca. 345 °C am oberen Scheitel und ca. 341 °C am unteren Scheitel geringfügig unterhalb der DH-Temperatur von ca. 347°C. Bei betrieblichen Sprühvorgängen aufgrund von Leistungsänderungen wird der Stutzen auf ca. 300°C abgekühlt.

Die meisten Sprühvorgänge finden beim Kaltsprühen während des Abfahrens und bei Leistungsaufnahme nach dem Wiederauffahren statt, siehe Beilagen 98 und 99.

Beim An- und Abfahren bildet sich in der Zeit, wann höhere Temperaturdifferenz zwischen HKL und DH herrscht, eine Temperaturdifferenz zwischen dem oberen und unteren Rohrscheitel. Diese Differenz beträgt max. ca. 80 K und bleibt über diesen Zeitintervall etwa konstant.

Die Temperaturen an den drei Sprühstutzen H1 - H3 entsprechen den Verläufen am Stutzen H5, wobei sie aufgrund anderer Grenzwerteinstellungen in der KMD-Regelung nur beim Ab- und Auffahren zum Sprühen benutzt werden.

Der Hilfssprühstutzen H4 wird bis auf die WKP beim Abfahren entsprechend dem Verlauf der DH-Temperatur nur mit der An- und Abfahrtransiente belastet.

5.2.5 Rekuperativ-Wärmetauscher

Die Beanspruchung der beiden Rekuperativ-Wärmetauscher wird an den ermüdungsführenden Einspeiseaustrittsstutzen mit je einer Temperaturmeßstelle am oberen und unteren Scheitel überwacht. Die Temperaturverläufe für das Ab- und Auffahren beim Kurzstillstand und für den Normalbetrieb mit Reaktorleistungsreduktion auf 20 % (01. Juli) sind für beide Rekuperativ-Wärmetauscher in den Beilagen 100 - 103 zusammengestellt. Die Einspeise-Austrittstemperatur an den beiden Rekuperativ-Wärmetauschern I / II sinkt beim Abfahren von ihrer mittleren Betriebstemperatur 270°C / 264°C auf 24°C / 22°C ab, wobei eine maximale Temperaturschwankung von 90 K / 86 K auftritt. Beim Wiederauffahren treten

maximale Schwankungen von 60 K / 86 K auf. Temperaturschichtungen sind nicht vorhanden. Im Normalbetrieb und selbst bei Leistungsreduktion auf 20 % treten nur Temperaturänderungen von max. 33 K auf (Beilage 100 und 102), die durch Regelschwankungen verursacht werden.

Die Beilagen 104 - 106 zeigen Temperaturschwankungen, die bei einer HD-Kühler-Umschaltung mit Reku-Umfahrung an den Einspeise- und Entnahmeaustrittsstutzen beider Rekuperativ-Wärmetauscher entstanden sind. Die Temperaturschwankungen betrugen an den Einspeiseaustrittsstutzen 50 K / 40 K (Beilage 104 und 105) und an den Entnahmeaustrittsstutzen 163 K / 153 K (Beilage 106).

5.2.6 Dampferzeuger-Speisewasserstutzen

An den vier Dampferzeugern werden die Speisewasserstutzen mit jeweils 7 Temperaturfühlern von 0 - 180°C über den Umfang verteilt überwacht. Die Verläufe für die jeweiligen DE-Stutzen sind in den

Beilagen 107 - 110 Kurzstillstand

Beilagen 111 - 114 Anfahren gespreizt

Beilagen 115 - 118 Normalbetrieb mit Leistungsreduktion

zusammengestellt.

Beim Abfahren sinken die Speisewassertemperaturen und somit die Temperaturen im DE-Stutzen von der mittleren Betriebstemperatur ca. 220°C auf zunächst ca. 70°C und während des Stillstandes weiter auf 40 - 50°C ab. Während des Abfahrvorganges treten nur geringe Schichtungen von max. $\Delta T_s = 50$ K auf.

Beim Anfahren erhöhen sich die Temperaturen in den Stutzen zunächst auf Dampferzeugertemperatur von ca. 290°C, wobei während der diskontinuierlichen Einspeisung Temperaturänderungen von bis zu $\Delta T_K = 200$ K und Schichtungen von bis zu $\Delta T_s = 160$ K auftreten können (siehe Beilagen 111 - 114).

Beim Leistungsbetrieb wird dann wieder die mittlere Betriebstemperatur von ca. 220°C erreicht.

.../

Im weiteren Normalbetrieb sinken die Temperaturen in den Stutzen um max. ca. 30 K und selbst bei der Leistungsreduktion auf 20 % (01. Juli 1989) nur um 70 K ab (Beilage 115 - 118).

6. Bewertung der Verläufe

6.1 globale Erfassung

Aus den von Ende März 1989 bis September 1990 erfaßten Temperatur- und Druckverläufen geht hervor, daß Lastfolge- und Prüfbertrieb und sogar Leistungsänderungen bis auf 20 % der Reaktorleistung keine zusätzlichen Beanspruchungen der Komponenten verursachen.

Bei dem ausgewerteten Anfahrvorgang liegen die Anstiegsgradienten unterhalb dem spezifizierten Temperaturverlauf. Die für die spezifizierten Transienten ermittelten Beanspruchungen sind damit als konservativ anzusehen. Beim Abfahren stimmen die wirklichen und spezifizierten Temperaturtransienten gut überein.

Bei den Druckverläufen im Primär- und Frischdampfsystem stimmen die wirklichen und spezifizierten Transienten ebenfalls sehr gut überein.

6.2 lokale Erfassung

6.2.1 VAL einschließlich VAL/HKL- und VAL/DH-Stutzen

Die Meßergebnisse bestätigen, daß beim An- und Abfahren in den Zeitintervallen mit größerer Temperaturdifferenz zwischen HKL und DH in der VAL relevante Temperaturänderungen auftreten können. Dabei handelt es sich aufgrund der Betriebsvorgänge (langsame Volumenänderungen) um langsame Änderungen, die keine wesentlichen Wärmespannungen hervorrufen. Zusätzliche Beanspruchungen sind auf die sich ausbildende Temperaturschichtung, hauptsächlich im unteren Be-

reich der Rohrleitung, zurückzuführen. Die Verteilung im Querschnitt zeigt über größere Bereiche einen praktisch linearen Verlauf, so daß nur verhältnismäßig geringe lokale Beanspruchungen hervorgerufen werden.

Wie aus /3/ hervorgeht, liegen die aus den ermittelten Temperaturverteilungen gerechneten lokalen und globalen Beanspruchungen maximal bei $3 \cdot s_m$. Sie können konservativ mit den behinderten Wärmespannungen ($\alpha \cdot \Delta T \cdot E / (1-\mu)$) abgesichert werden. Die mit den bisherigen Spannungsschwingbreiten und Häufigkeiten ermittelten Erschöpfungsgrade sind nur sehr gering. Sie beeinflussen die bei der Auslegung ermittelten Erschöpfungsgrade nur unwesentlich.

6.2.2 JNA/HKL-Einspeisestutzen (kalt)

Die Temperaturen im Bereich JNA/HKL-Einspeisestutzen (kalt) entsprechen etwa der HKL-Temperatur im kalten Strang, da sie im Betrieb nicht durchströmt werden. Beim An- und Abfahren entsteht bei Inbetriebnahme der JNA-Leitung eine einmalige Temperaturänderung durch das Einspeisen von kühleren vor dem Ventil stehenden Medium. Aufgrund von nur kleiner Temperaturänderung (max. ca. 80 K) und der kleinen Häufigkeit (jeweils nur 1 x) sind diese Belastungen für die Ermüdungsbeurteilung ohne Bedeutung.

6.2.3 KBA/HKL-Rückspeisestutzen

Die im Betrieb aufgrund der Regelvorgänge auftretenden Temperaturänderungen sind nur gering, so daß die hervorgerufenen Beanspruchungen vernachlässigbar sind. Die beim An- und Abfahren ermittelten Temperaturänderungen von max. 110 K verlaufen nur langsam, was auf die Regelvorgänge zurückzuführen ist. Da auch die Häufigkeiten nur gering sind, können sie bei der Ermüdungsbeurteilung als durch die spezifizierten Belastungen abgedeckt betrachtet werden.

Die einmalig durch das Umfahren der RWT hervorgerufene Temperaturänderung von $\Delta T = 210 \text{ K}$ wird zunächst ebenfalls durch die Auslegung abgedeckt. Bei häufigerem Auftreten solcher Temperaturänderungen ist eine detaillierte Analyse zur Quantifizierung des Einflusses durchzuführen.

6.2.4 Druckhaltersprühung

Die betrieblichen Sprühvorgänge rufen maximale Temperaturänderungen von ca. 45 K hervor, die für die Ermüdungsbeurteilung nur untergeordnete Bedeutung haben, da die zulässigen Häufigkeiten bei konservativer Bewertung bei 10^6 Zyklen liegen. Die höheren Temperaturänderungen beim An- und Abfahren werden durch die spezifizierten Transienten abgedeckt. Die bei An- und Abfahrvorgängen ermittelte Temperaturschichtung bleibt über längere Zeit etwa konstant, so daß für diese Belastung nur sehr geringe Häufigkeiten einzusetzen sind. Aufgrund von der verhältnismäßig kleinen Temperaturdifferenz und der etwa linear anzunehmenden Temperaturverteilung im Querschnitt bzw. über die Rohrlänge sind bei den gegebenen Abmessungen und der Rohrleitungsführung nur geringe globale Beanspruchungen zu erwarten. Die Auswirkung dieser Belastungen auf die Erschöpfungsgrade ist aufgrund der Häufigkeiten und zu erwartenden Spannungsschwingbreiten als gering zu betrachten. Bei größeren Häufigkeiten erscheint eine detaillierte Analyse zur Qualifizierung des Einflusses der Schichtung sinnvoll.

6.2.5 Rekuperativwärmetauscher

Die im Betrieb durch die Regelvorgänge hervorgerufenen Temperaturänderungen sind so gering, daß die zugehörigen Wärmespannungen vernachlässigt werden können. Die globale Temperaturänderung beim An- und Abfahren verläuft nur sehr langsam, so daß sich keine relevante Temperaturdifferenz und damit auch keine Wärmespannung auch über die dicke Wand im Stutzenbereich aufbauen kann. Die schnelleren Temperaturschwankungen beim An- und Abfahren beeinflussen aufgrund der ermittelten Temperaturdifferenzen (max. 90 K) sowie Häufigkeiten (1 bis 2 x pro Vorgang) die Erschöpfungsgrade nur unwesentlich und sie werden durch die Konservativitäten der Auslegungsberechnung weit abgedeckt. Dies gilt auch für die beim Umfahren der RWT ermittelten Temperaturänderungen. Wie bei den KBA/HKL-Rückspeisestutzen ist beim häufigeren Auftreten solcher Vorgänge eine detailliertere Analyse durchzuführen.

.../

6.2.6 DE-Speisewasserstutzen

Die im Betrieb auftretenden Temperaturänderungen sind nur gering und für die Ermüdungsbeurteilung der DE-Stutzenbereiche ohne Bedeutung. Beim Anfahren der Anlage können je nach Fahrweise Temperaturänderungen (diskontinuierliche Einspeisung) sowie Temperaturschichtung (geringe Speisewassermenge) auftreten. Aufgrund der in der betrachteten Zeit ermittelten Temperaturdifferenzen sowie der sehr geringen Häufigkeiten ist der Einfluß dieser Belastungen auf die Erschöpfungsgrade nur sehr gering. Um den Einfluß quantifizieren zu können sind in der Zukunft die durch die Temperaturänderungen hervorgerufenen Wärmespannungen näher zu erläutern.

7. Schlußfolgerungen

Aus den Auswertungen und Bewertungen der betriebsbegleitenden Überwachung geht hervor:

- die durch die betriebsbegleitende (globale) Überwachung erfaßten Belastungen werden mit den spezifizierten Belastungen konservativ abgedeckt, so daß die erstellten Ermüdungsanalysen gültig sind.
- die lokale Überwachung hat gezeigt, daß bei der VAL beim An- und Abfahren quasistatische Temperaturänderungen auftreten können, die infolge der Temperaturverteilung im Querschnitt zusätzliche Belastungen hervorrufen. Die Berechnungen und Bewertungen aus den erfaßten Transienten haben bestätigt, daß diese Belastungen die konservativ bei der Auslegung ermittelten Erschöpfungsgrade unbedeutend beeinflussen.
- bei den restlichen Komponenten der lokalen Überwachung werden die erfaßten Verläufe zunächst durch die Konservativitäten bei der Auslegung abgedeckt, so daß die Betriebssicherheit der Komponenten bestätigt ist.
- die betriebsbegleitende Überwachung ist weiter durchzuführen, da sie die an sie gestellte Aufgabe - Erfassung der Transienten, Optimierung der Fahrweise - voll erfüllt.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- /1/ KWU-Arbeitsbericht U9 11/89/166
"Auswahl der Komponenten und Bauteile zur betriebsbegleitenden Ermüdungsüberwachung"

- /2/ KWU-Technische Dokumentation
"Ermüdungs-Überwachungssystem JYL -
FAMOS - DWR 1300 MW (KKI 2, GKN 2)"

- /3/ GKN-MW-54/90-Bericht
"Betriebliche Belastungen, Beanspruchungen und Erschöpfungsgrade für die Volumenausgleichsleitung von GKN II"

Durch die betriebsbegleitende Messung überwachte Komponenten

- 1.) RDB - Deckelflansch
- Deckelschrauben
- 2.) HKP - Saugstutzen
- 3.) DE - Rohrboden
- 4.) VAL einschl. DH-Stutzen
HKL-Stutzen
- 5.) JNA - HKL-Stutzen
- 6.) KBA - HKL-Stutzen
- 7.) JEF - Druckhaltersprühung
- 8.) Rekuperativ-Wärmetauscher
- Rohrboden
- Einspeiseaustrittsstutzen
- 9.) DE - Speisewasserstutzen

GKN-II

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

- 1.) RDB -Deckelflansch
-Deckelschrauben

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JAB 10 CT 001	RDB-Deckeltemperatur
JAB 10 CT 002	"
JAB 10 CT 003	"
JAB 10 CT 004	Temp. RDB-Entlüftungsleitung
JEC 10 CT 002	RDB-Eintrittstemperatur
JEC 20 CT 002	"
JEC 30 CT 002	"
JEC 40 CT 002	"
JEC 10 CT 003 A	RDB-Austrittstemperatur
JEC 20 CT 003 A	"
JEC 30 CT 003 A	"
JEC 40 CT 003 A	"
JEC 10 CP 851 A	Kühlmitteldruck
JEC 20 CP 861 A	"
JEC 30 CP 871 A	"
JEC 40 CP 881 A	"
JEB 10 CS 821 A	Drehzahl HKP
JEB 20 CS 811 A	"
JEB 30 CS 841 A	"
JEB 40 CS 831 A	"
JEF 10 CT 001	Druckhaltertemperatur
JEC 10 CP 005	Differenzdruck HKP
JEC 20 CP 005	"
JEC 30 CP 005	"
JEC 40 CP 005	"

GKN-II

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

2.) HKP -Saugstutzen

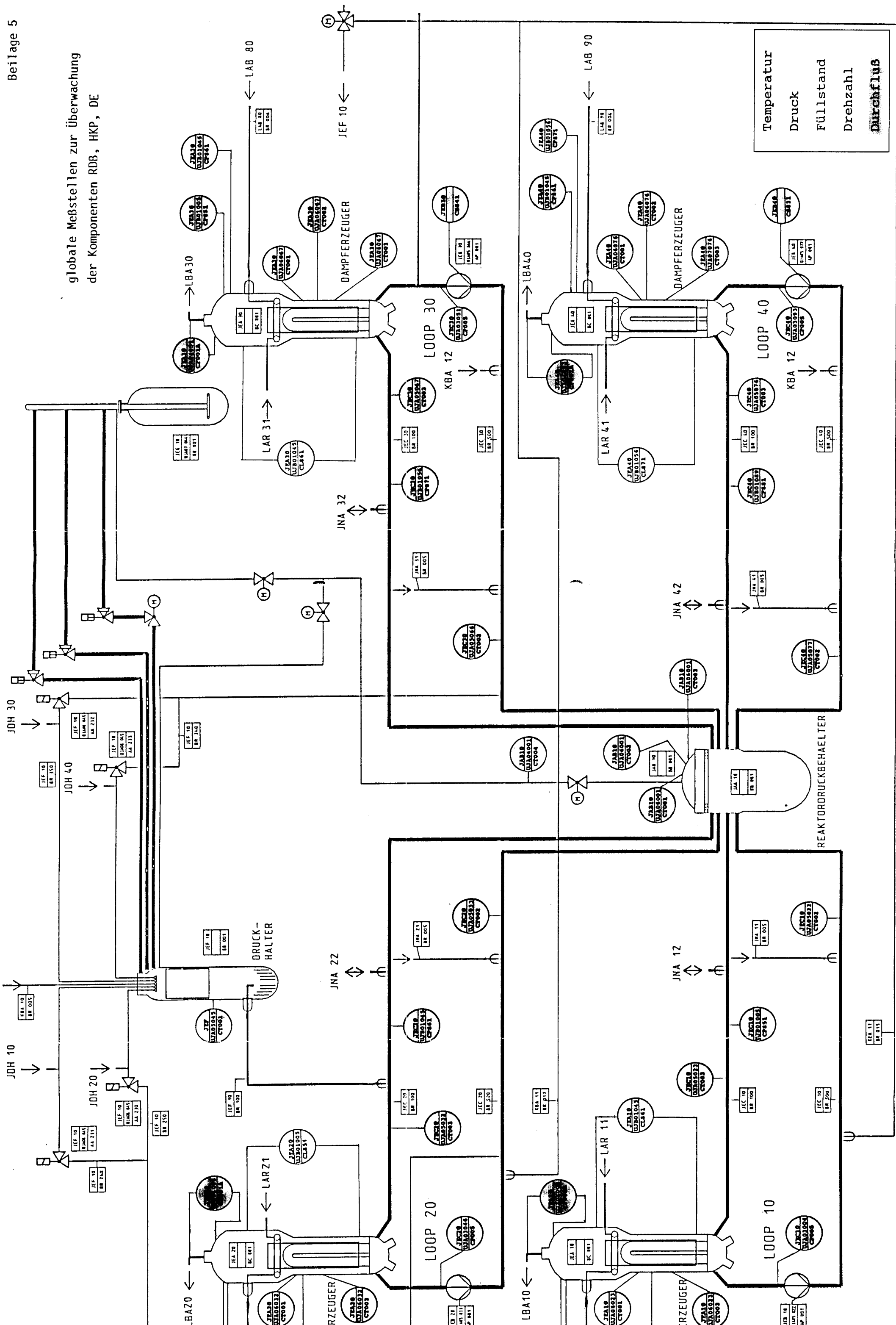
Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JEC 10 CT 002	Kühlmitteltemperatur
JEC 20 CT 002	"
JEC 30 CT 002	"
JEC 40 CT 002	"
JEC 10 CP 851 A	Kühlmitteldruck
JEC 20 CP 861 A	"
JEC 30 CP 871 A	"
JEC 40 CP 881 A	"
JEB 10 CS 821 A	Drehzahl HKP
JEB 20 CS 811 A	"
JEB 30 CS 841 A	"
JEB 40 CS 831 A	"
JEC 10 CP 005	Differenzdruck HKP
JEC 20 CP 005	"
JEC 30 CP 005	"
JEC 40 CP 005	"

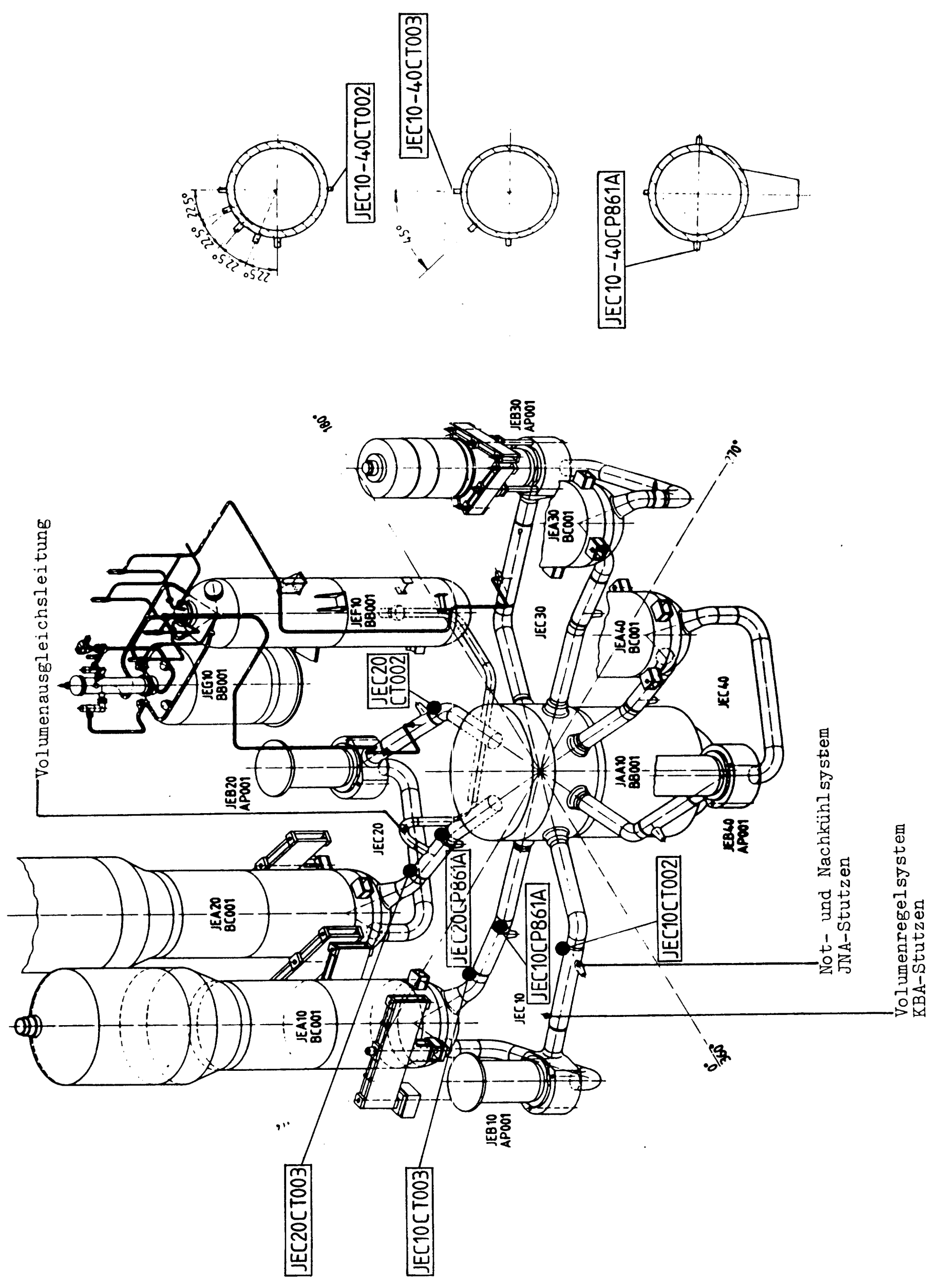
Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

3.) DE -Rohrboden

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JEC 10 CT 003A	DE-Eintrittstemperatur
JEC 20 CT 003A	"
JEC 30 CT 003A	"
JEC 40 CT 003A	"
JEC 10 CT 002	DE-Austrittstemperaturr
JEC 20 CT 002	"
JEC 30 CT 002	"
JEC 40 CT 002	"
JEC 10 CP 851A	Kühlmitteldruck
JEB 10 CS 821A	Drehzahl HKP
JEB 20 CS 811A	"
JEB 30 CS 841A	"
JEB 40 CS 831A	"
JEC 10 CP 005	Differenzdruck HKP
JEC 20 CP 005	"
JEC 30 CP 005	"
JEC 40 CP 005	"
JEA 10 CT 001	DE-Fallraumtemperatur
JEA 20 CT 001	"
JEA 30 CT 001	"
JEA 40 CT 001	"
JEA 10 CT 002	"
JEA 20 CT 002	"
JEA 30 CT 002	"
JEA 40 CT 002	"
JEA 10 CT 003	"
JEA 20 CT 003	"
JEA 30 CT 003	"
JEA 40 CT 003	"
JEA 10 CP 851A	Frishdampfdruck
JEA 20 CP 861A	"
JEA 30 CP 851A	"
JEA 40 CP 861A	"
JEA 10 CP 861A	"
JEA 20 CP 871A	"
JEA 30 CP 861A	"
JEA 40 CP 871A	"
LAB 60 FF 001A	Speisewasserdurchsatz
LAB 70 FF 001A	"
LAB 80 FF 001A	"
LAB 90 FF 001A	"
JEA 10 FF 001A	Frishdampfdurchsatz
JEA 20 FF 001A	"
JEA 30 FF 001A	"
JEA 40 FF 001A	"
JEA 10 CL 861A	DE-Füllstand
JEA 20 CL 851A	"
JEA 30 CL 861A	"
JEA 40 CL 871A	"
LBA 10 CT 001	Frishdampf Temperatur
LBA 20 CT 001	"
LBA 30 CT 001	"
LBA 40 CT 001	"
JTE 11 FX 805	Reaktorleistung

globale Meßstellen zur Überwachung
der Komponenten RDB, HKP, DE





Lageplan der Betriebsmeßstellen an der HKL

GKN-II

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

4.) VAL einschließlich DH-Stutzen und
HKL-Stutzen

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JEC 10 CP 851A	Kühlmitteldruck
JEC 20 CP 861A	"
JEC 20 CT 003A	RDB-Austrittstemperatur
JEF 10 CT 001	DH-Temperatur
JEF 10 CL 851A	DH-Füllstand
JEF 10 CL 873A	"

lokale Instrument.	Meßstellenbezeichnung
JYL 21 CT 031	Temp. DH-Stutzen
CT 032	"
CT 033	"
CT 034	"
CT 035	"
CT 036	"
CT 037	"
JYL 22 CT 041	Temp. HKL-Stutzen
CT 042	"
CT 043	"
CT 044	"
CT 045	"
CT 046	"
CT 047	"
M 110 100	Temp. Fühler Meßebene 110
101	"
102	"
103	"
104	"
105	"
106	"
107	"
M 111 108	Temp. Fühler Meßebene 111
109	"
110	"
111	"
112	"
113	"
114	"

GKN-II

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

5.) JNA/HKL-Stutzen

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JEC 10 CP 851A	Kühlmitteldruck
JEC 10 CT 002	RDB-Eintrittstemperatur
JEC 20 CT 002	"
JEC 30 CT 002	"
JEC 40 CT 002	"
JNA 10 CT 002	Einspeisetemp. JNA
JNA 20 CT 002	"
JNA 30 CT 002	"
JNA 40 CT 002	"
JNA 10 CF 003B	Durchsatz Nachkühlpumpe
JNA 20 CF 003A	"
JNA 30 CF 003A	"
JNA 40 CF 003B	"
JND 10 CF 001	Durchsatz Sicherheitseinspeisepumpe
JND 20 CF 001	"
JND 30 CF 001	"
JND 40 CF 001	"

lokale- Instrument.	Meßstellenbezeichnung
JYL 30 CT 051	7 Temperaturfühler
- CT 057	JNA/HKL-Stutzen
JYL 31 CT 061	"
- CT 067	"
JYL 32 CT 071	"
- CT 077	"
JYL 33 CT 081	"
- CT 087	"

GKN-II

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich
6.) KBA/HKL-Stutzen

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JEC 10 CP 851A	Kühlmitteldruck
JEC 20 CP 861A	"
JEC 10 CT 002	RDB-Eintrittstemperatur
JEC 20 CT 002	"
JEC 30 CT 002	"
JEC 40 CT 002	"
KBA 11 CT 001A	Temp. nach Reku-WT
KBA 41 CF 001A	Einspeisedurchsatz
KBA 11 CG 051	Stellung Dreiwegeventil

lokale Instrument.	Meßstellenbezeichnung
JYL 11 CT 091	Temp.KBA-Einspeisestutzen oben
CT 092	" unten
JYL 12 CT 101	" oben
CT 102	" unten

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

7.) JEF-Druckhaltersprühung

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
JEC 10 CP 851A	Kühlmitteldruck
JEC 20 CP 861A	"
JEC 20 CT 002	RDB-Eintrittstemperatur
JEC 30 CT 002	"
JEF 10 CT 001	Druckhaltertemperatur
JEF 10 CT 002	Temp. Sprühleitung
JEF 10 CT 003	"
JEB 10 CS 821A	Drehzahl HKP
JEB 20 CS 811A	"
JEB 30 CS 841A	"
JEB 40 CS 831A	"
JDH 10 CF 001	Durchsatz Zusatzboriersystem
JDH 20 CF 001	"
JDH 30 CF 001	"
JDH 40 CF 001	"
KBA 11 CT 001A	Temp. nach Reku-WT
KBA 12 CT 001A	"
KBA 41 CF 001A	Durchsatz Einspeisung
KBA 11 CG 051	Stellung Dreiwegeventil Hilfssprüh.
KBA 12 CG 051	"

2.

lokale Instrument.	Meßstellenbezeichnung
JYL 10 CT 011	Temp. Hilfssprühstutzen H4 oben
CT 012	" unten
JYL 20 CT 021	Temp. Sprühstutzen H5 oben
CT 022	" unten
JYL 20 CT 171	Temp. Sprühstutzen H1 oben
CT 172	" unten
JYL 20 CT 181	Temp. Sprühstutzen H2 oben
CT 182	" unten
JYL 20 CT 191	Temp. Sprühstutzen H3 oben
CT 192	" unten

GKN-II

Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

- 8.) Rekuperativ-Wärmetauscher - Rohrboden
 - Einspeiseaustrittsstutzen

Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
KBA 41 CT 002	Eintritts-Temp. Einspeisung
KBA 11 CT 001A	Austrittstemp. Einspeisung
KBA 12 CT 001A	"
JEC 30 CT 002	Eintrittstemp. Entnahme
KBA 11 CT 002A	Austrittstemp. Entnahme
KBA 12 CT 002A	"
JEC 30 CP 871A	Kühlmitteldruck
KBA 41 CP 002	Druck Einspeisung
JEC 10 CP 851A	Druck Entnahme
KBA 41 CF 001A	Einspeisedurchsatz
KBA 11 CF 731A	Entnahmedurchsatz
KBA 12 CF 731A	"

lokale Instrument.	Meßstellenbezeichnung
JYL 13 CT 151	Temp.Einspeiseaustrittsstutzen oben
CT 152	" unten
JYL 14 CT 161	" oben
CT 162	" unten

GKN II

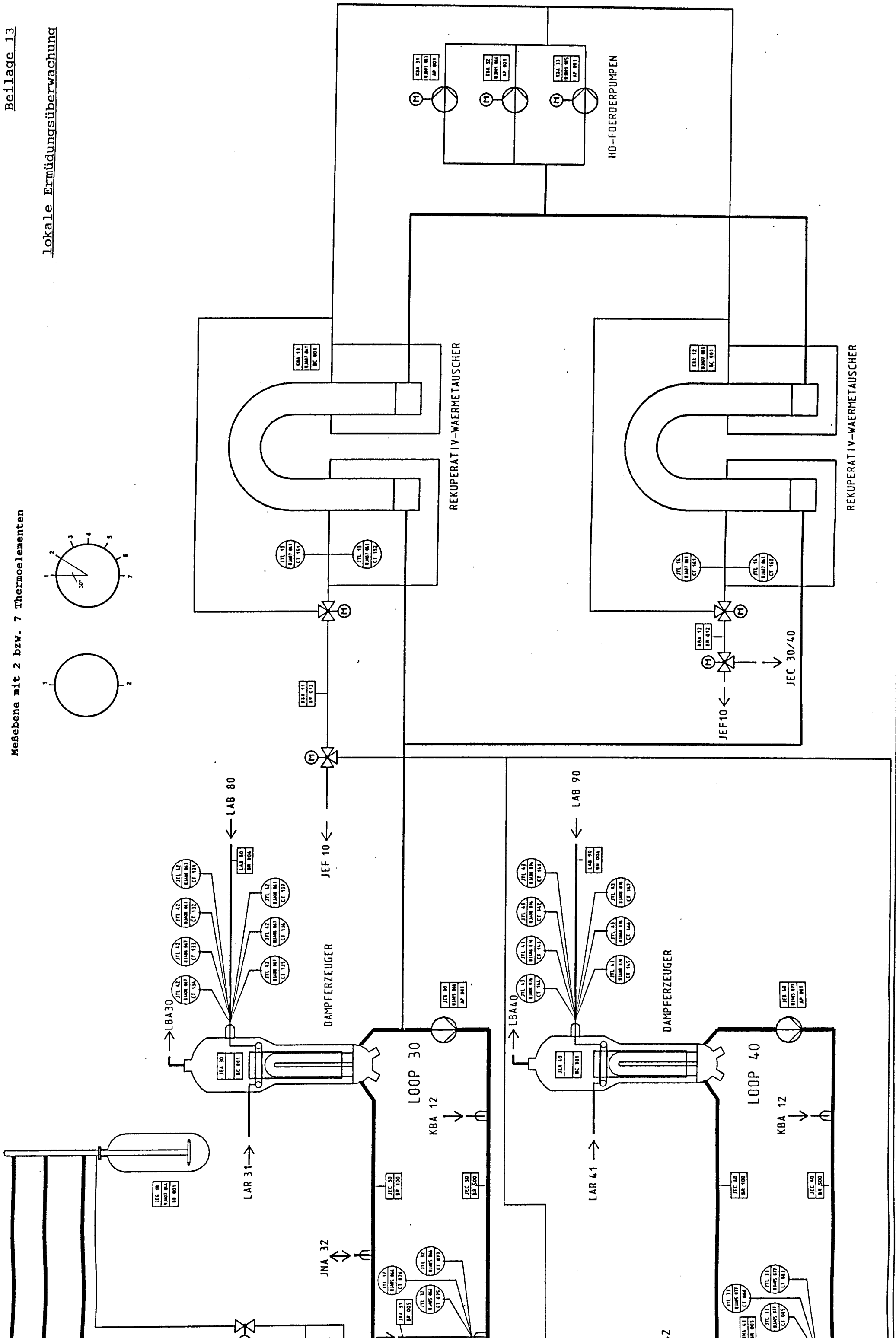
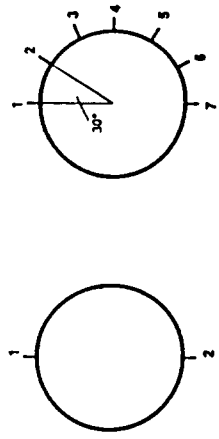
Meßstellen zur Überwachung der Beanspruchung im Bereich

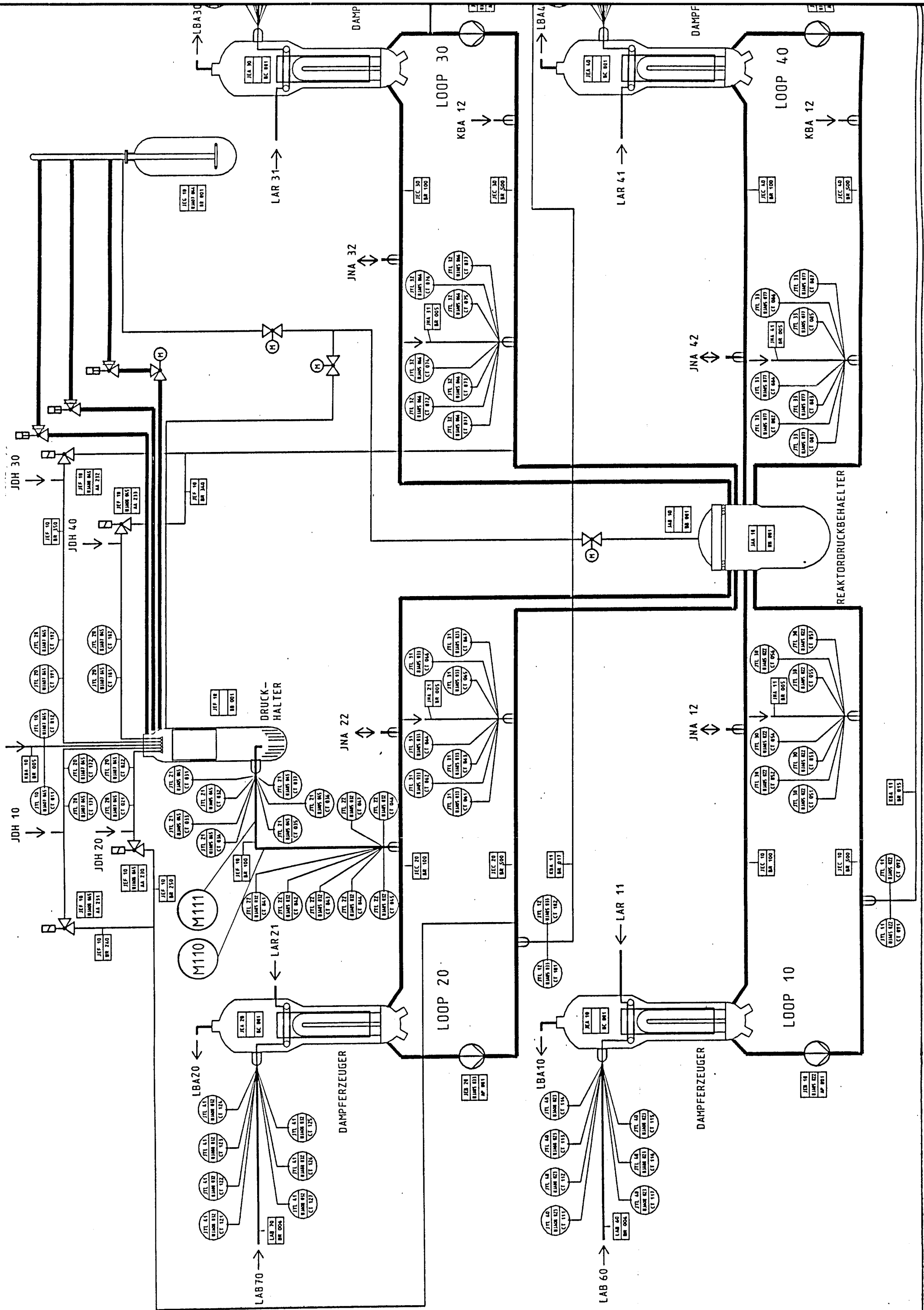
9.) DE - Speisewasserstutzen

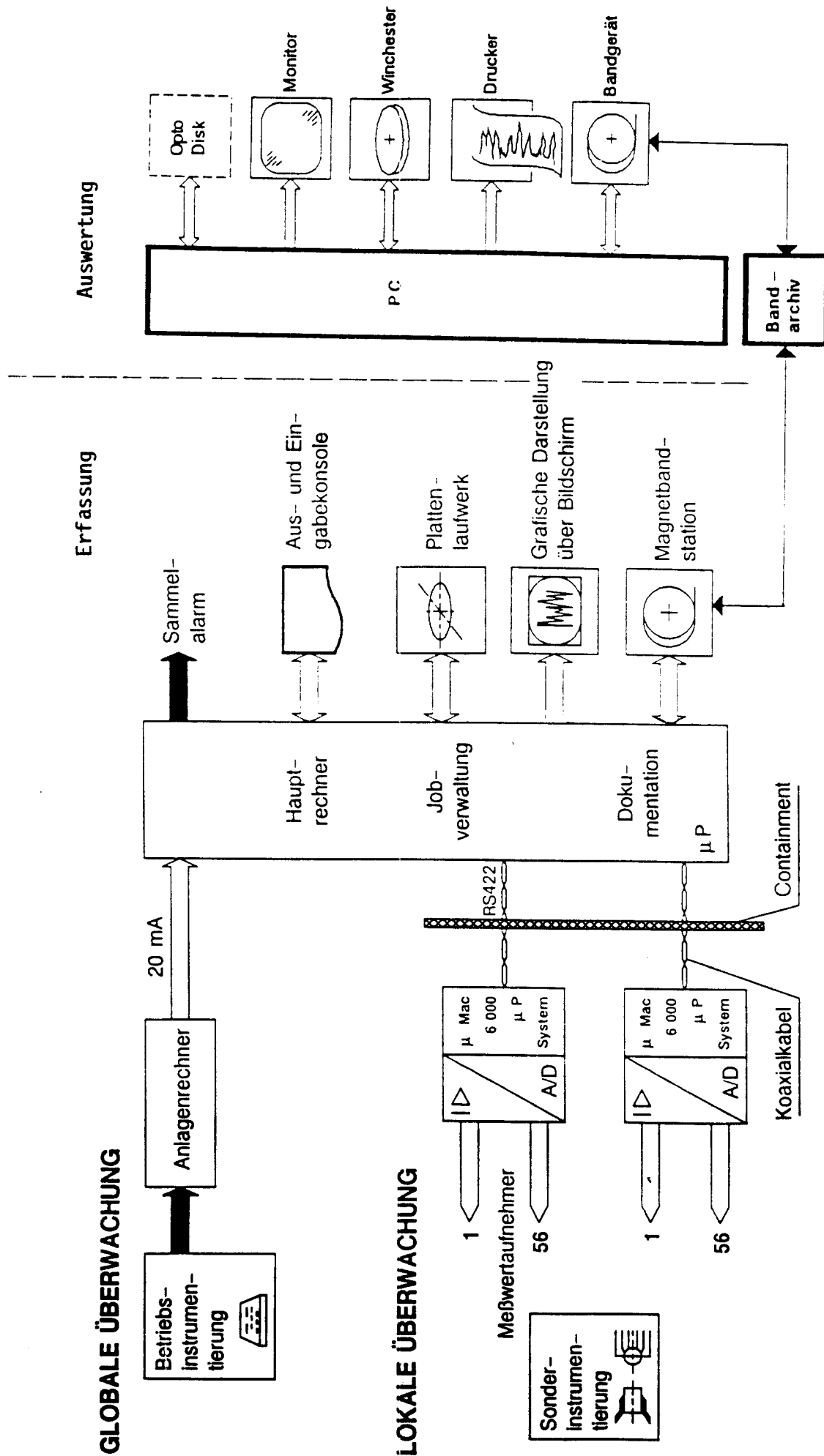
Betriebs- instrument.	Meßstellenbezeichnung
LAB 60 CT 002	Speisewassertemperatur
LAB 70 CT 002	"
LAB 80 CT 002	"
LAB 90 CT 002	"
JEA 10 CP 851A	Frischdampfdruck
JEA 20 CP 861A	"
JEA 30 CP 851A	"
JEA 40 CP 861A	"
LAB 60 FF 001A	Speisewasserdurchsatz
LAB 70 FF 001A	"
LAB 80 FF 001A	"
LAB 90 FF 001A	"
JEA 10 CL 861A	DE-Füllstand
JEA 20 CL 851A	"
JEA 30 CL 861A	"
JEA 40 CL 871A	"
LBA 10 CT 001	Frischdampftemperatur
LBA 20 CT 001	"
LBA 30 CT 001	"
LBA 40 CT 001	"

Systemschaltplan: JEA, JEC, LAB, LBA

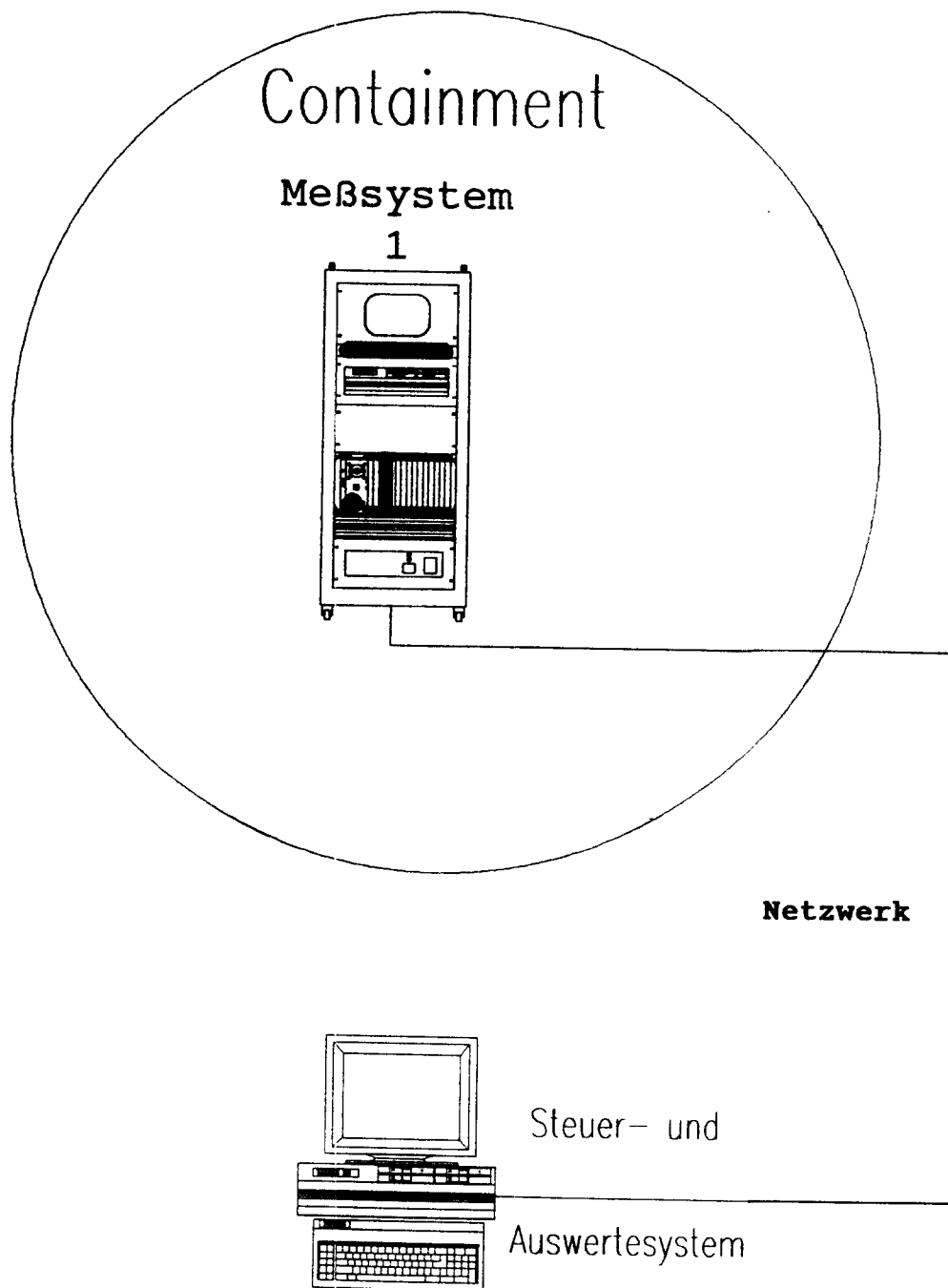
lokale Instrument.	Meßstellenbezeichnung
JYL 40 CT 111	7 Temperaturfühler am
- CT 117	DE - Speisewasserstutzen
JYL 41 CT 121	"
- CT 127	"
JYL 42 CT 131	"
- CT 137	"
JYL 43 CT 141	"
- CT 149	"



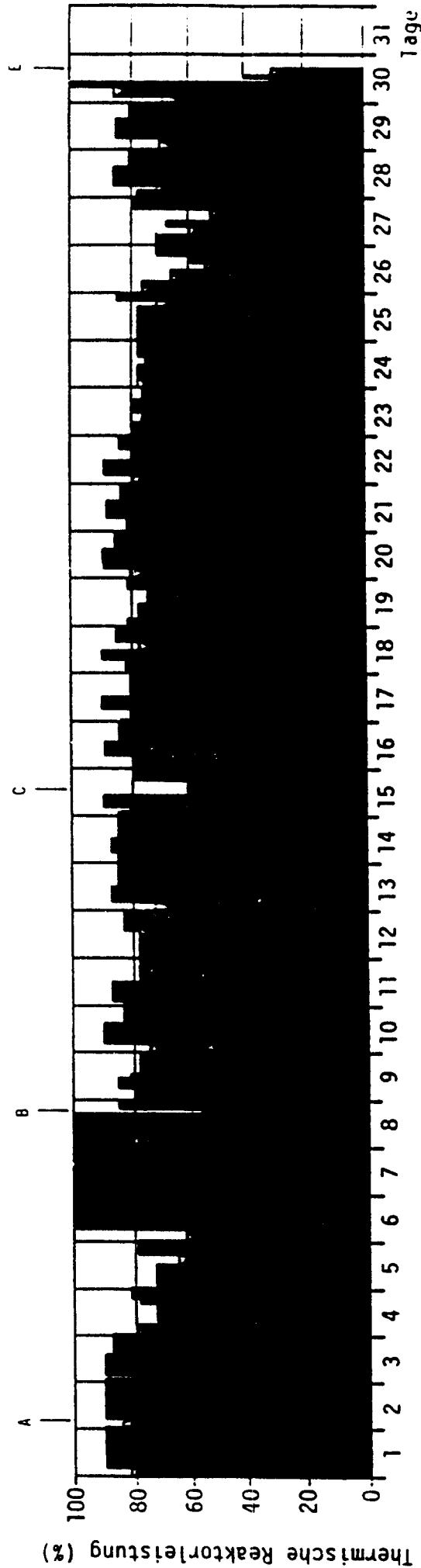




Prinzip Meßwerterfassung und Auswertung

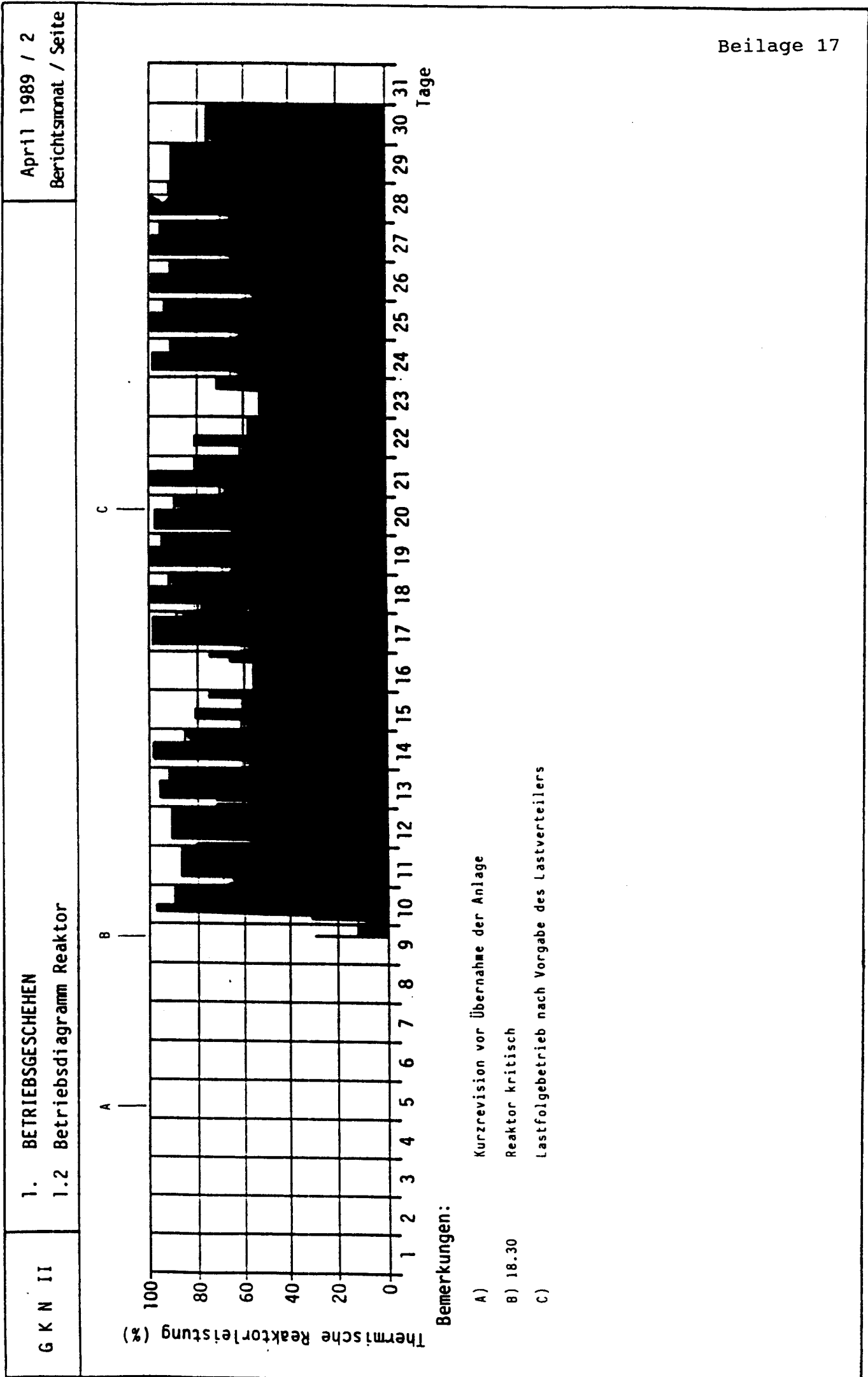


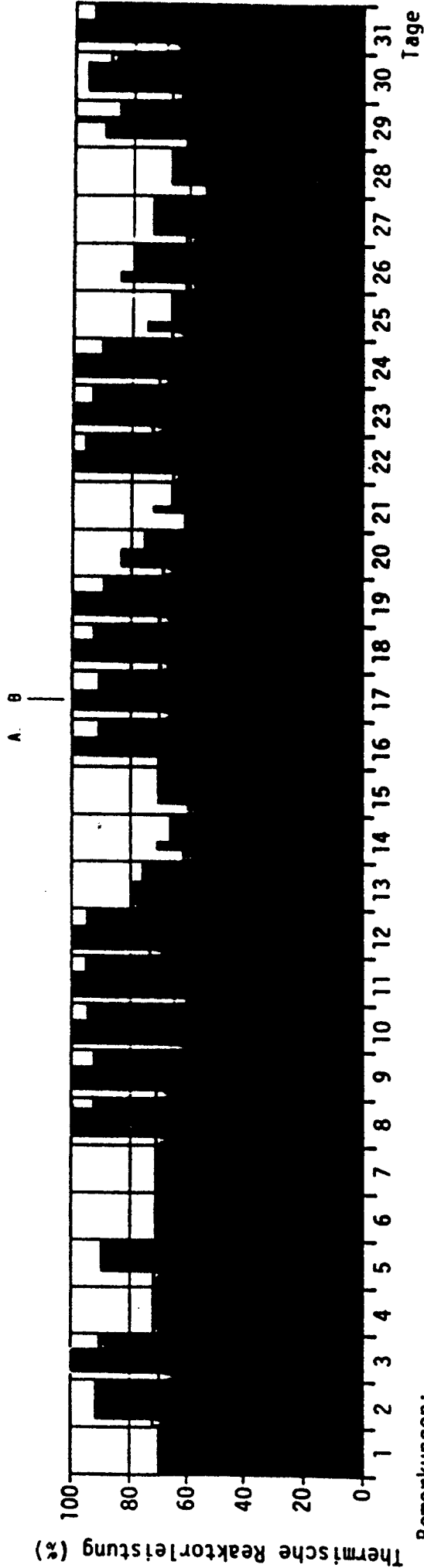
PC-gesteuerte Meßanlage, vernetzt mit Steuer- und Auswertesystem



Bemerkungen:

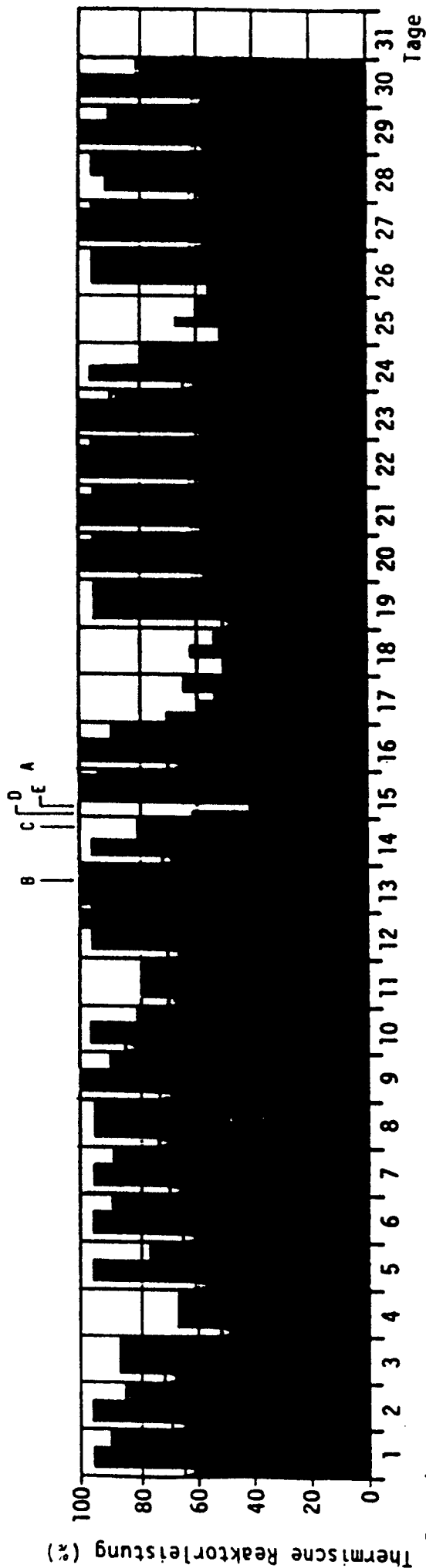
- A) 05.07 Leistungsreduzierung wegen Stabfalleinfall des Steuerstabes £0
- B) 18.26 Leistungsreduzierung wegen Störung in der Stabsteuerung (Stabfalleinfall £9)
- C) Leistungsreduzierung zur Störungssuche an der Stabsteuerung
- E) 19.35 Hand-RESA Beginn Kurzrevision





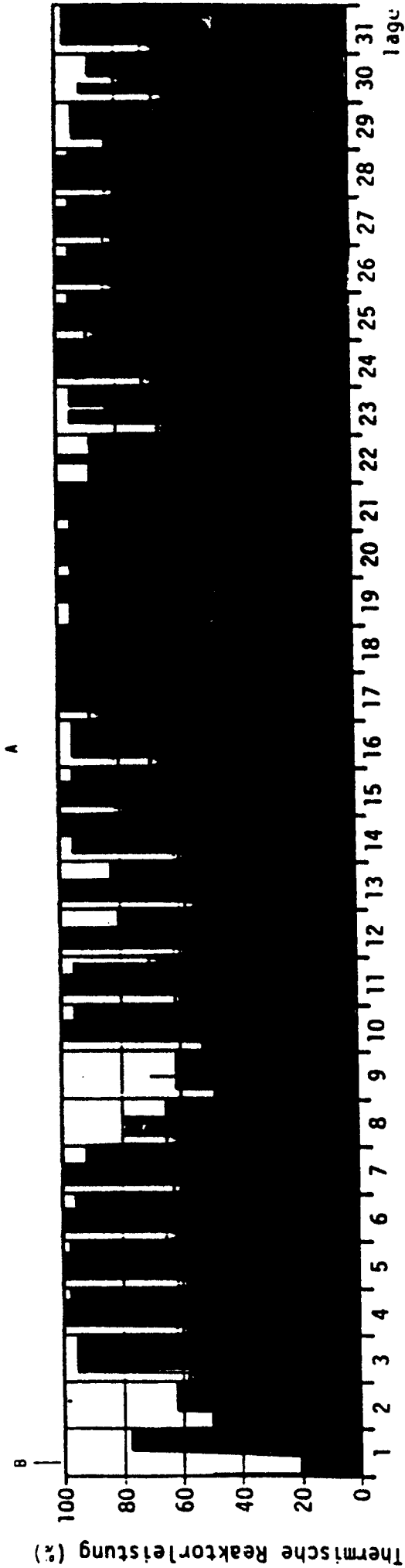
Bemerkungen:

- A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers
- B) 12.20 - 12.50 Leistungsreduzierung zwecks Durchfahren der Turbinenprüfautomatik



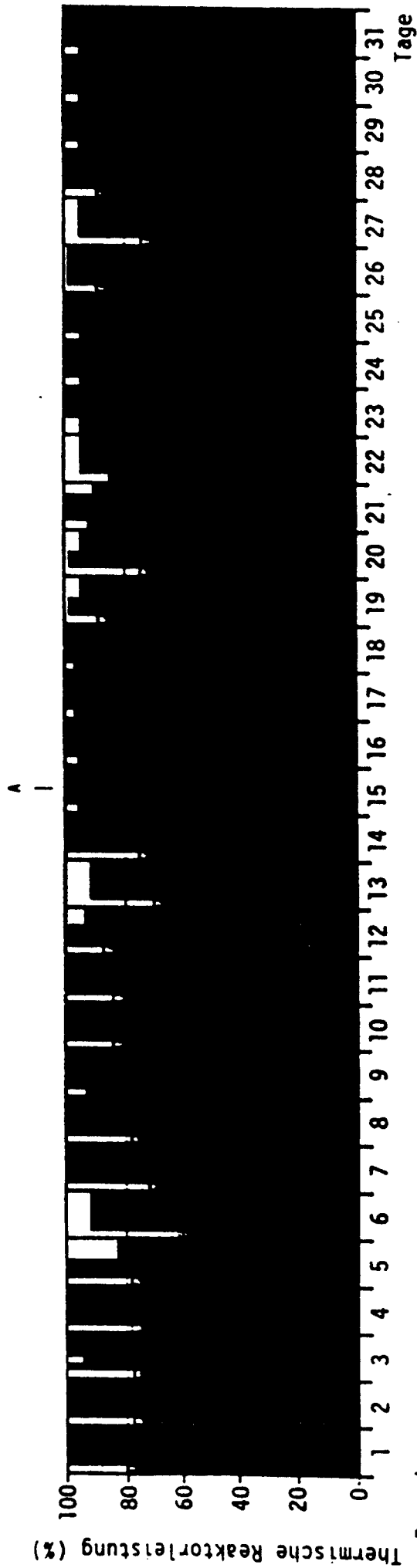
Bemerkungen:

- A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers
- B) Abnahmeversuche bei 100%
- C) Abnahmeversuche bei 80%
- D) Abnahmeversuche bei 60%
- E) Abnahmeversuche bei 40%



Bemerkungen:

- A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers
- B) 01.00 - 12.00 Leistungsreduzierung zum Abdichten einer Ölleckage am Maschinentrafo

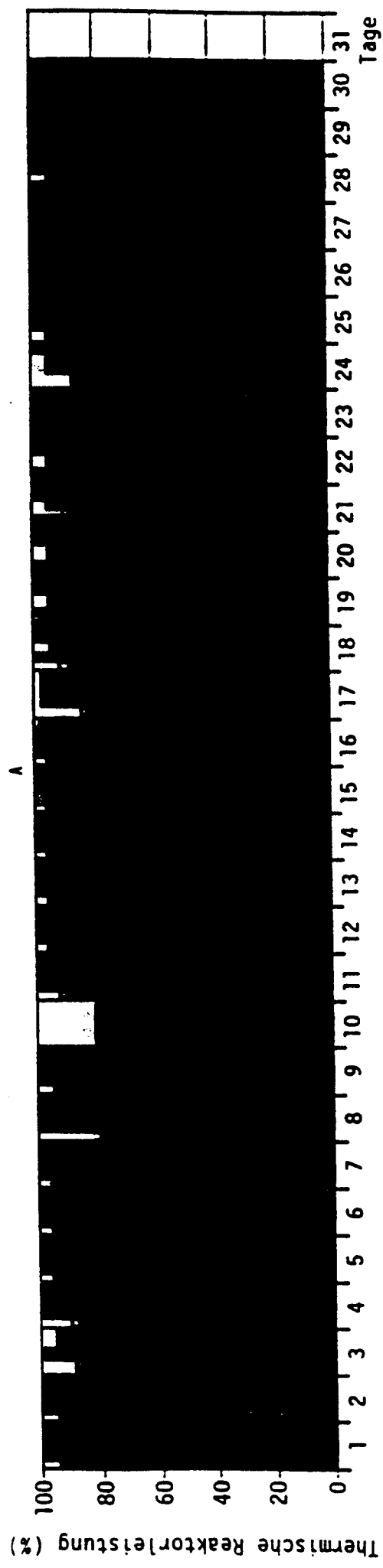


Bemerkungen:

A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers

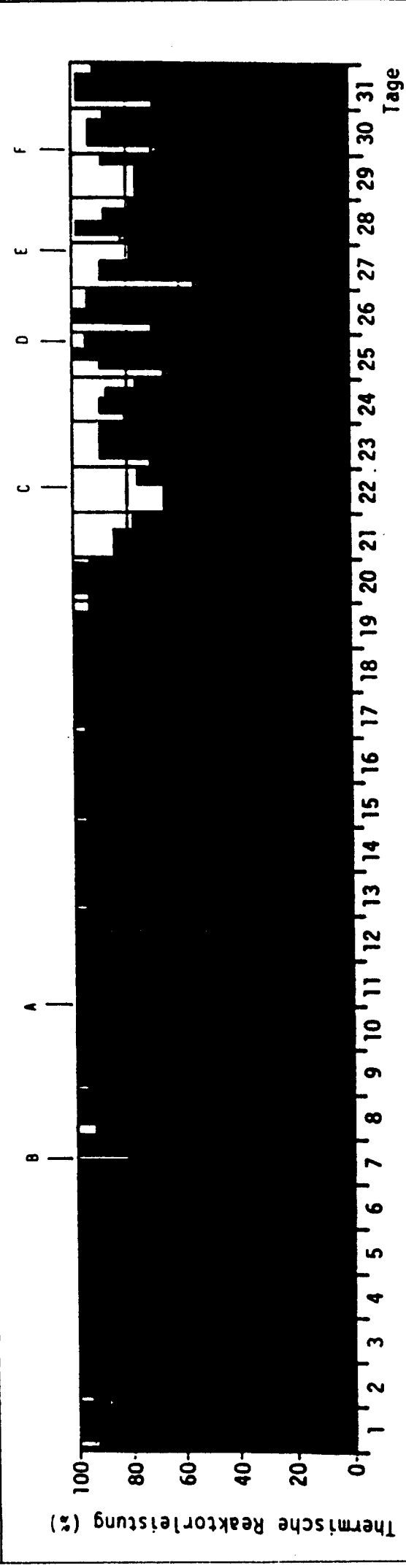
1. BETRIEBSGESCHEHEN
1.2 Betriebsdiagramm Reaktor

G K N II



Bemerkungen:

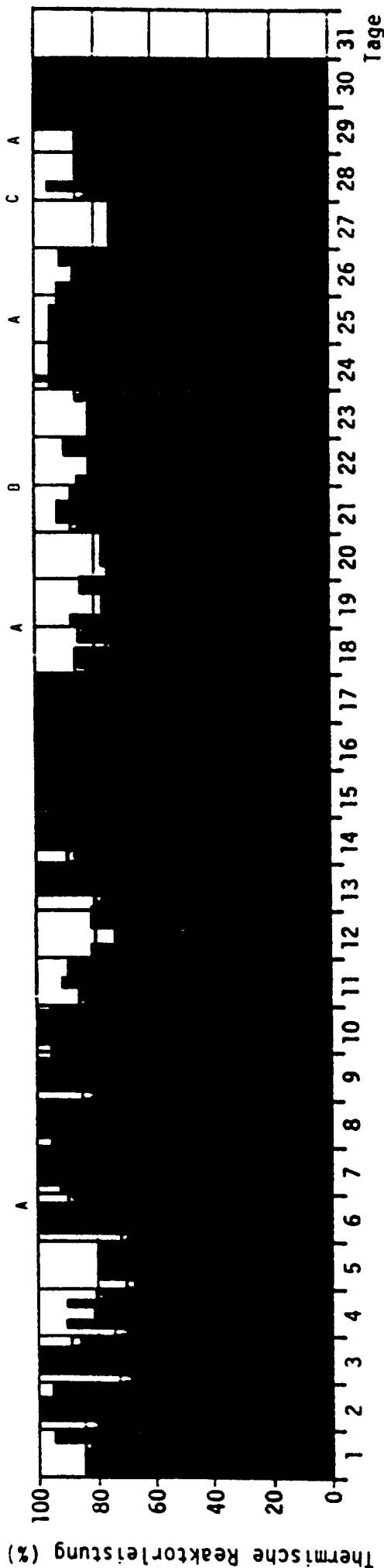
A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers



Bemerkungen:

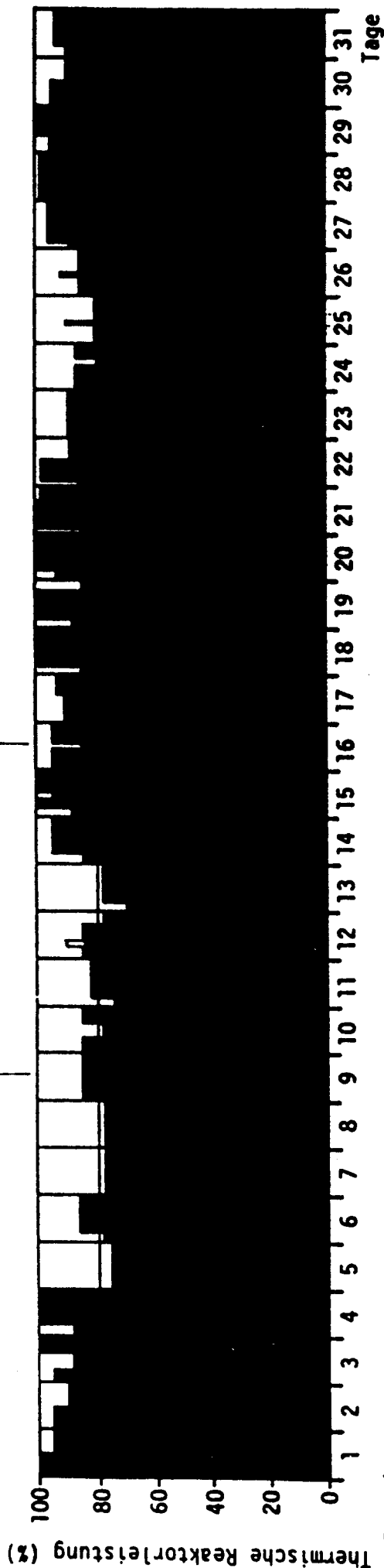
- | | | |
|----|-----------------------------|--|
| A) | 14.30 - 16.15 | Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers |
| B) | 22.10. 00.00 - 25.10. 08.00 | Turbinenprüfautomatik |
| C) | 27.10. 00.00 - 29.10. 24.00 | Leistungsreduzierung wegen Eintreten des Niedrigwasserfalls (<25 m³/s) |
| D) | 27.10. 00.00 - 28.10. 24.00 | Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers |
| E) | | Niedrigwasserfall (<25 m³/s) |
| F) | | Leistungsreduzierung wegen Eintreten des Niedrigwasserfalls (<25 m³/s) |

G K N II	1. BETRIEBSGESCHEHEN 1.2 Betriebsdiagramm Reaktor	November 1989 / Berichtsmonat / Seite
----------	---	--



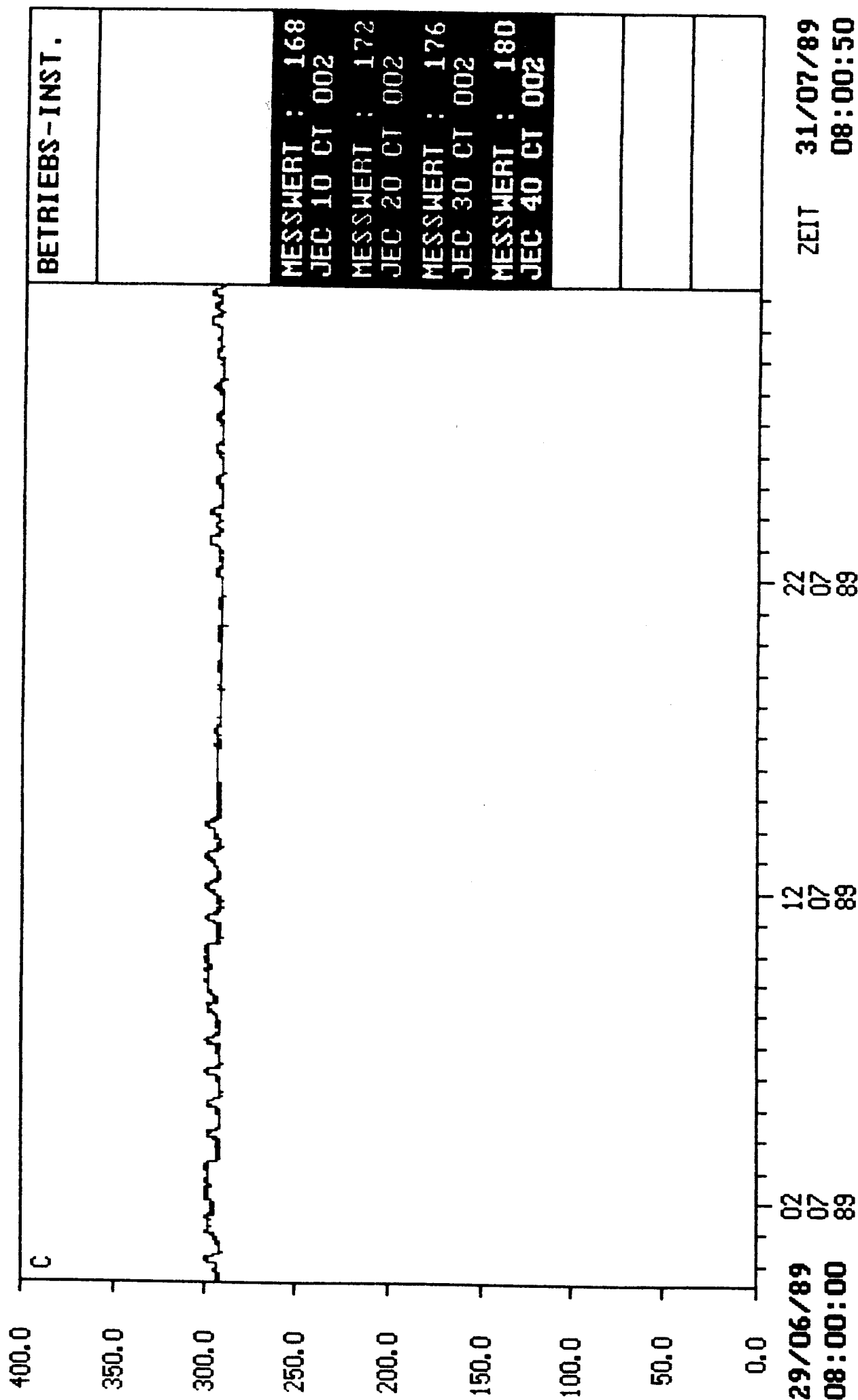
Bemerkungen:

- A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers
- B) 20.11. 00.00 - 23.11. 24.00 Leistungsreduzierung wegen Eintreten des Niedrigwasserfalls ($<25 \text{ m}^3/\text{s}$)
- C) 27.11. 00.00 - 28.11. 24.00 Leistungsreduzierung wegen Eintreten des Niedrigwasserfalls ($<25 \text{ m}^3/\text{s}$)

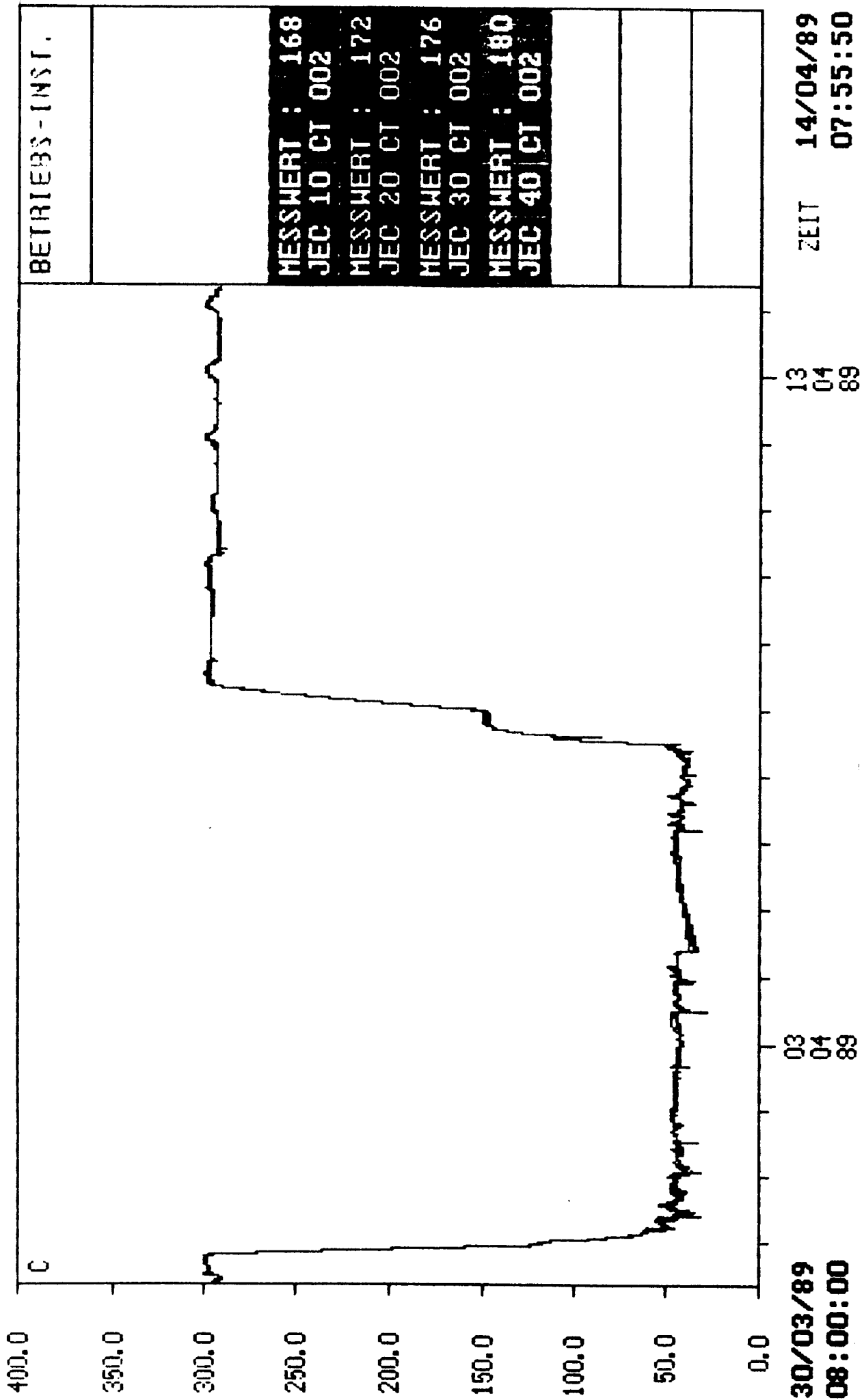


Bemerkungen:

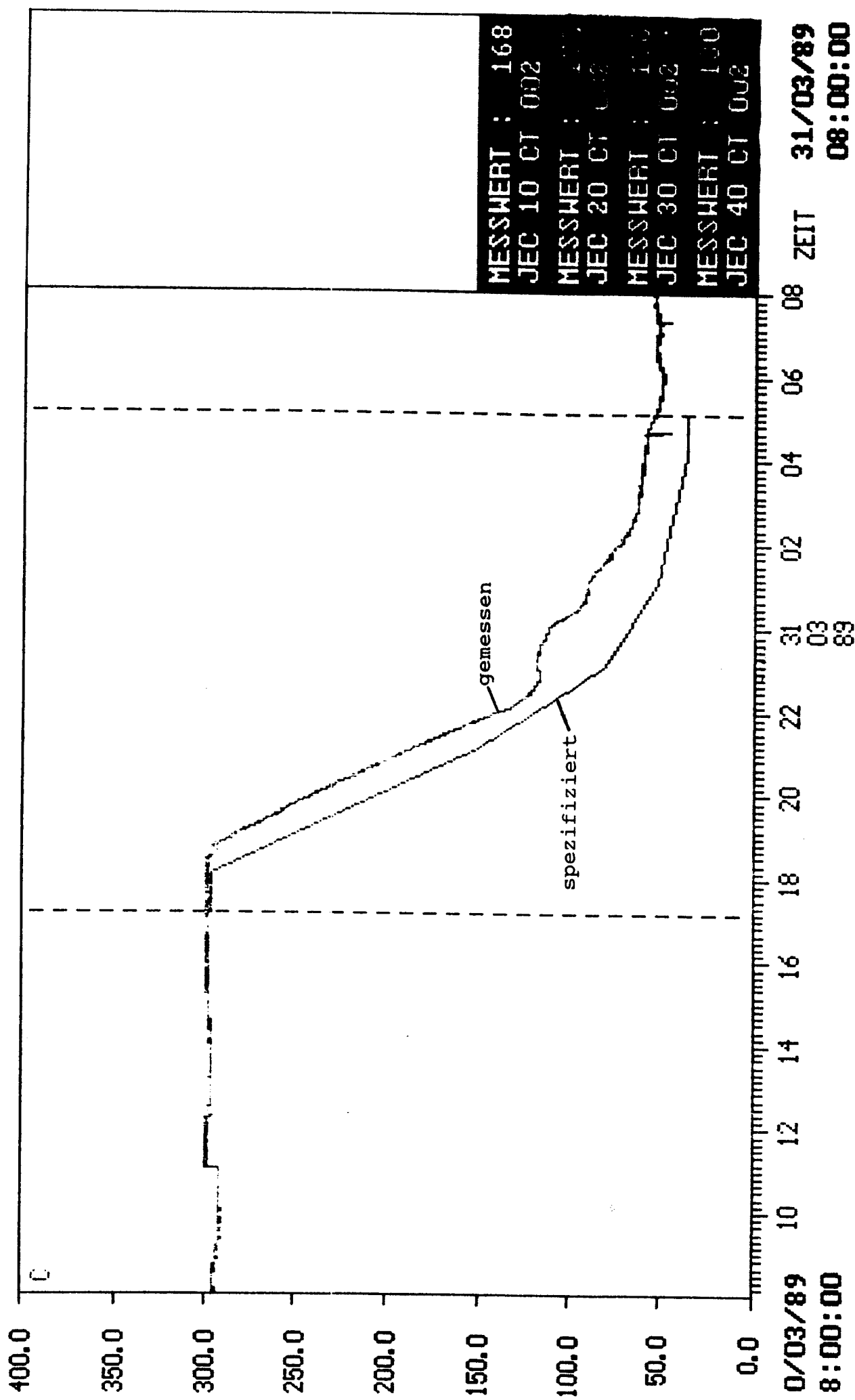
- A) Lastfolgebetrieb nach Vorgabe des Lastverteilers
- B) 05.12. 00.00 - 13.12. 24.00 Leistungsreduzierung wegen Eintreten des Niedrigwasserfalls ($< 25 \text{ m}^3/\text{s}$)



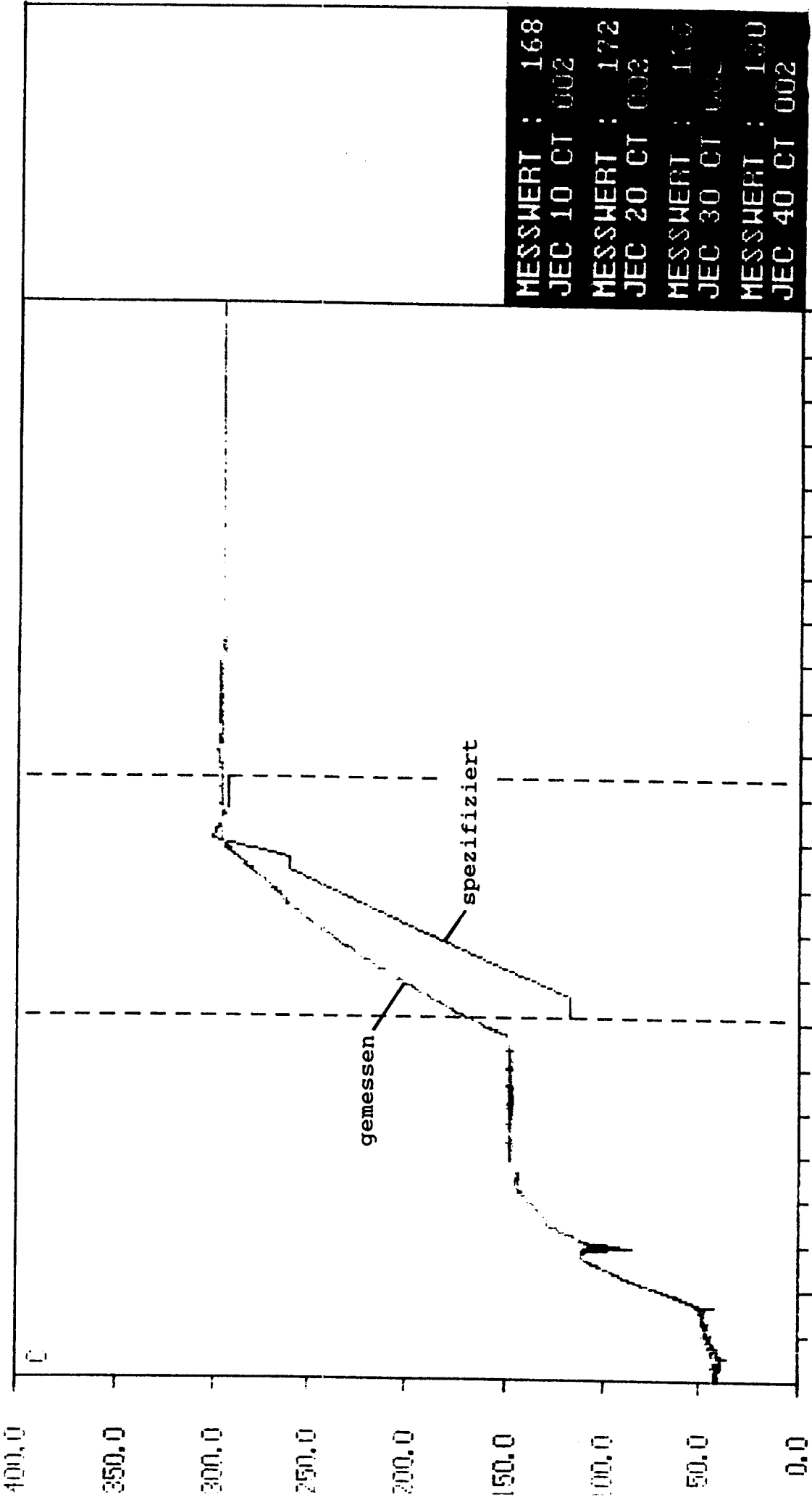
Temperaturverläufe in den kalten Strängen der HKL zwischen
28.6 und 31.7.89, GKN II



Temperaturverläufe in den kalten Strängen der HKL beim Ab- und
Anfahren zwischen 30.03 und 14.4.90, GKN II



Gemessene und spezifizierte Temperaturverläufe beim Abfahren vom
 30.3 bis 31.3.89, GKN II



ZEIT 09/04/89 08:00:00

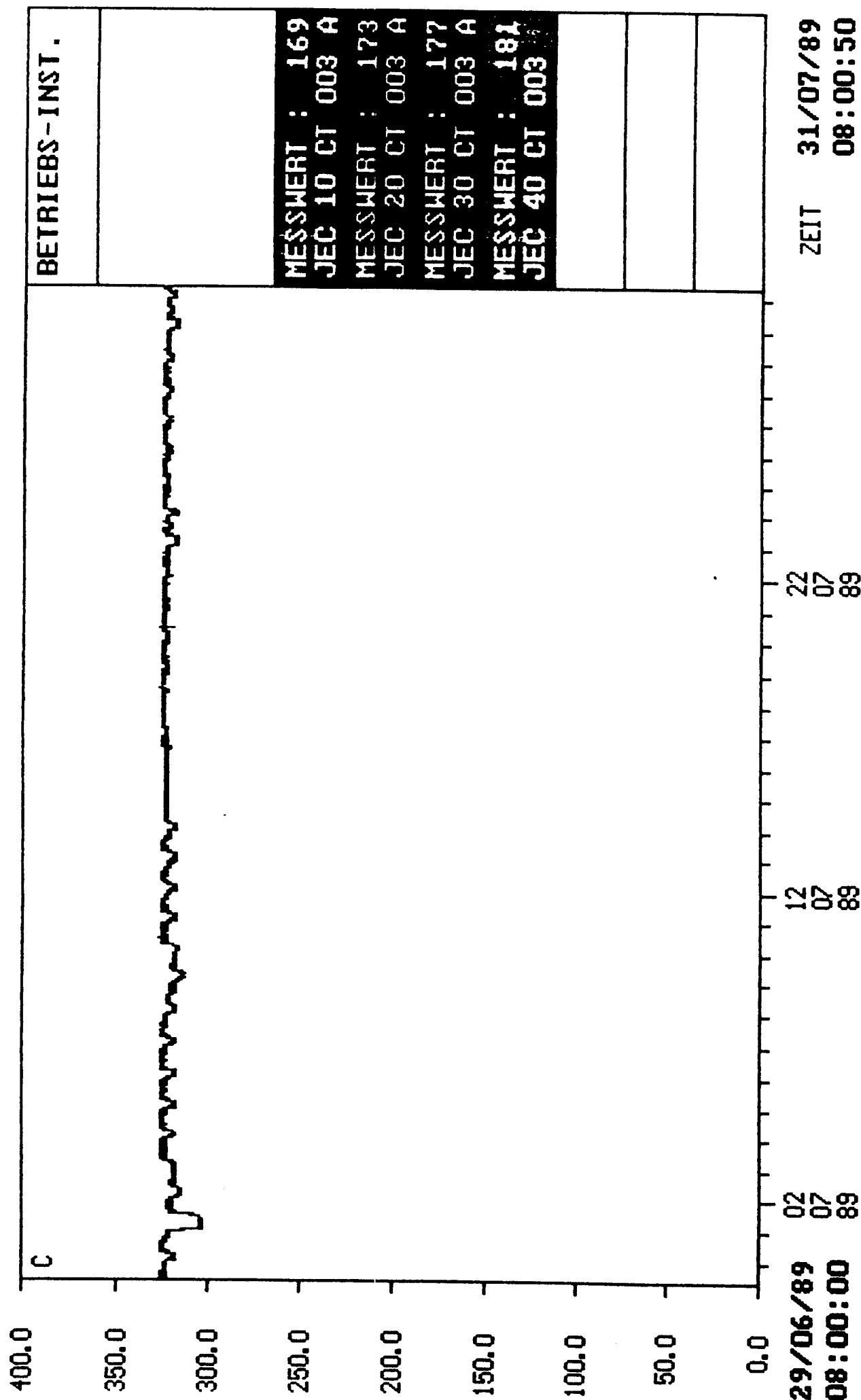
09 04 89

08 04 89

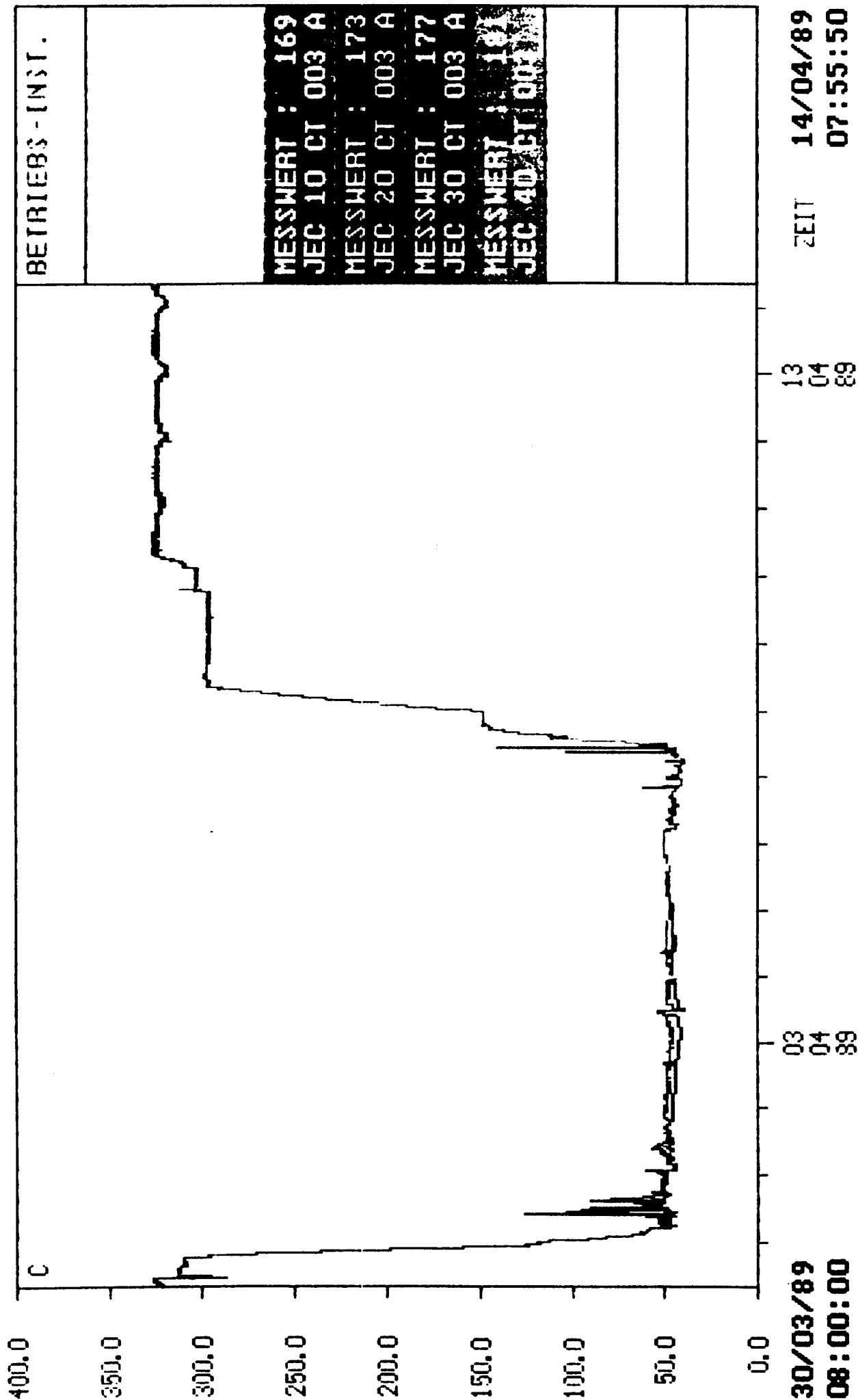
12 12

17/04/89 18:00:00

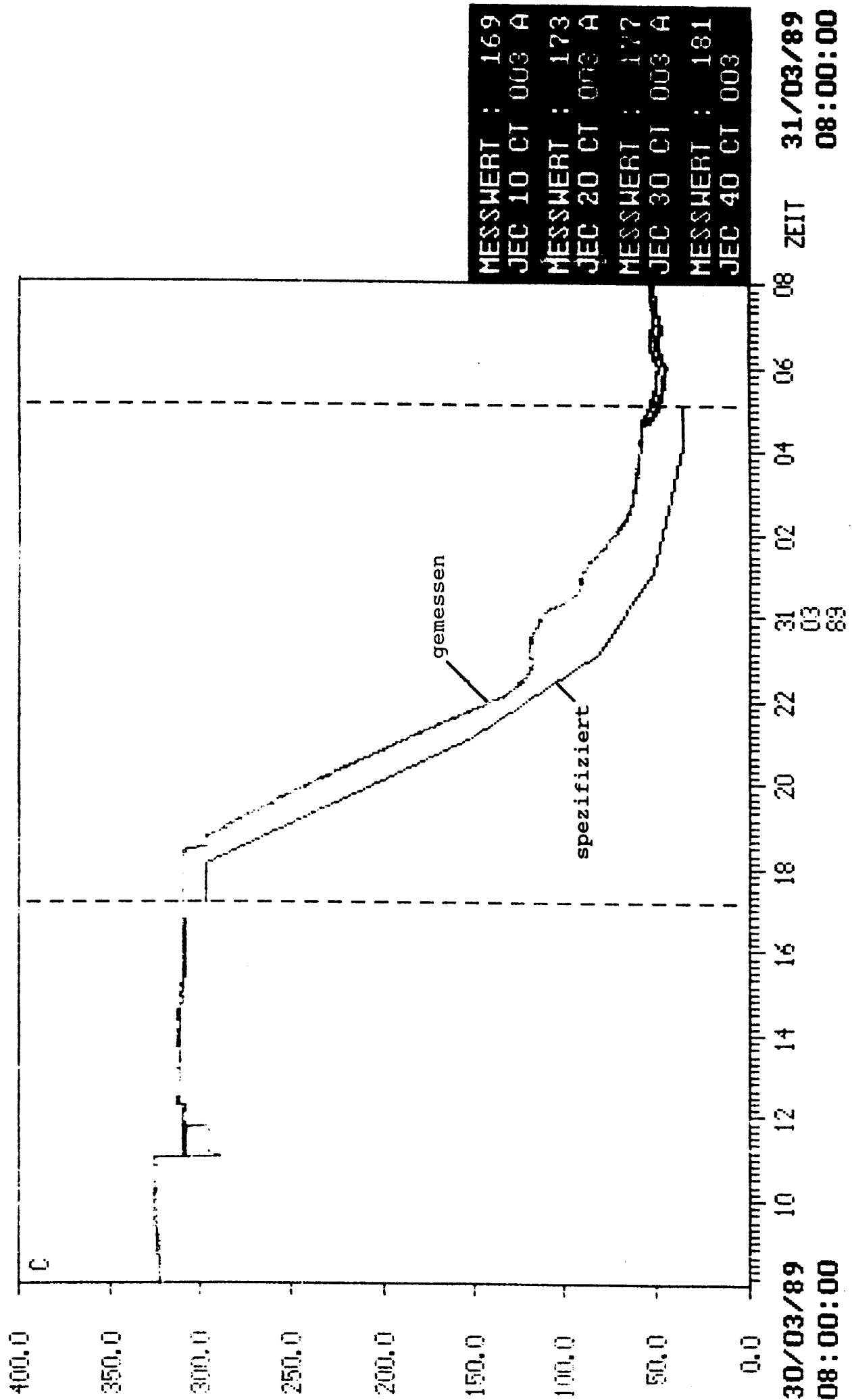
Gemessene und spezifizierte Temperaturverläufe beim anfahren vom 7.4 bis 8.4.89, GKN II



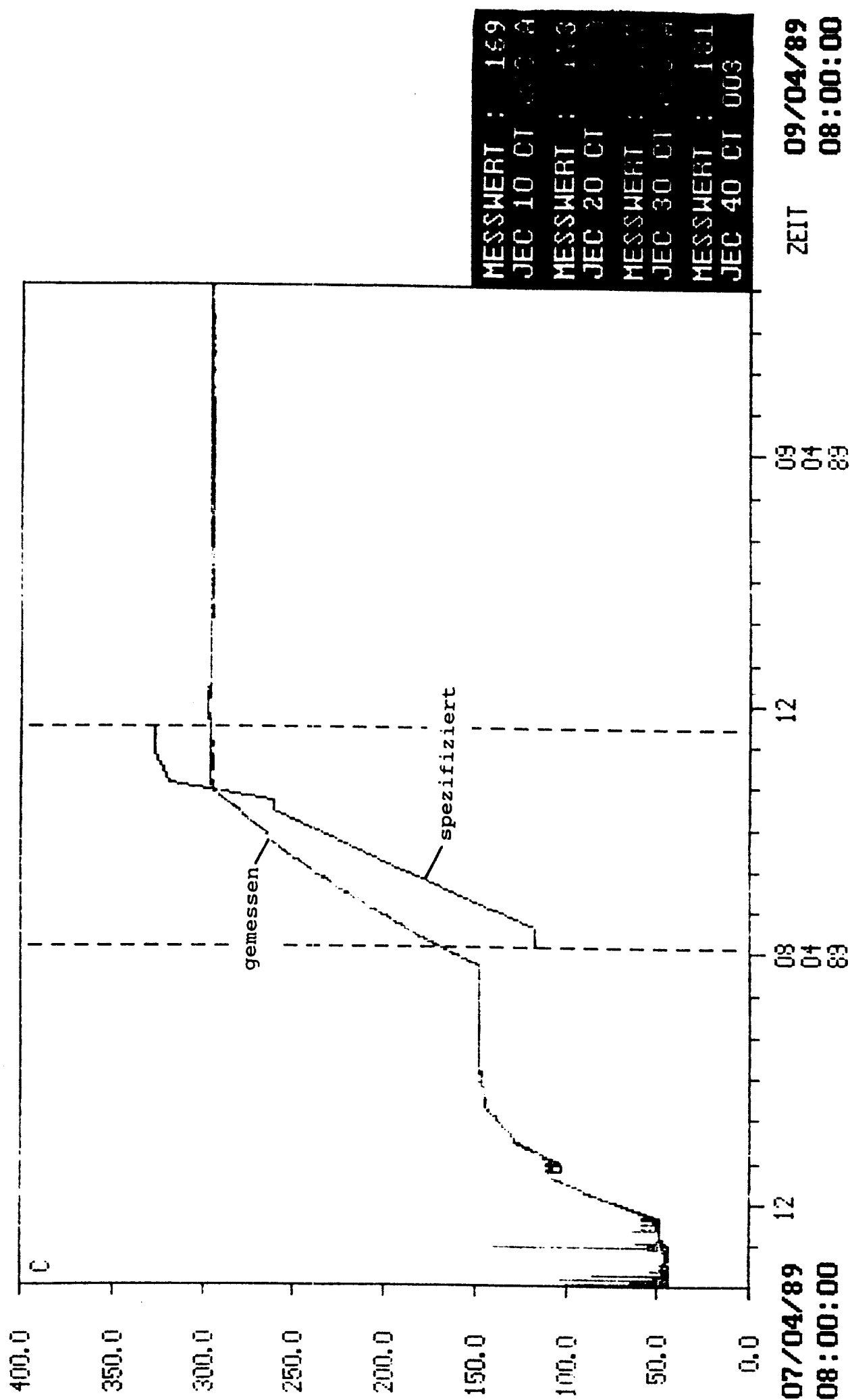
Temperaturverläufe in den heißen Strängen der HKL zwischen
29.6. und 31.7.89, GKN II



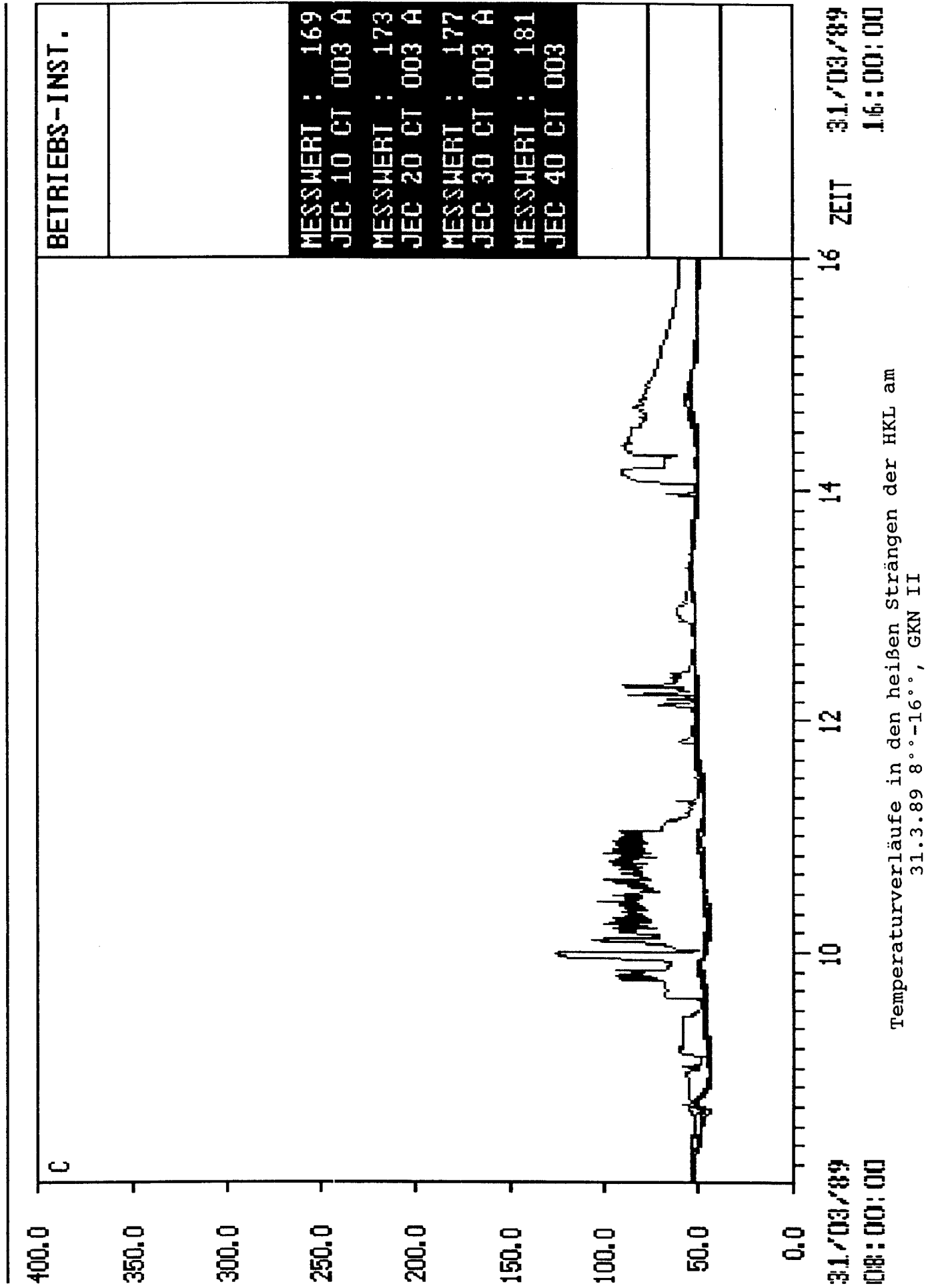
Temperaturverläufe in den heißen Strängen der HKL beim An- und Abfahren zwischen 30.3 und 14.4.89, GKN II

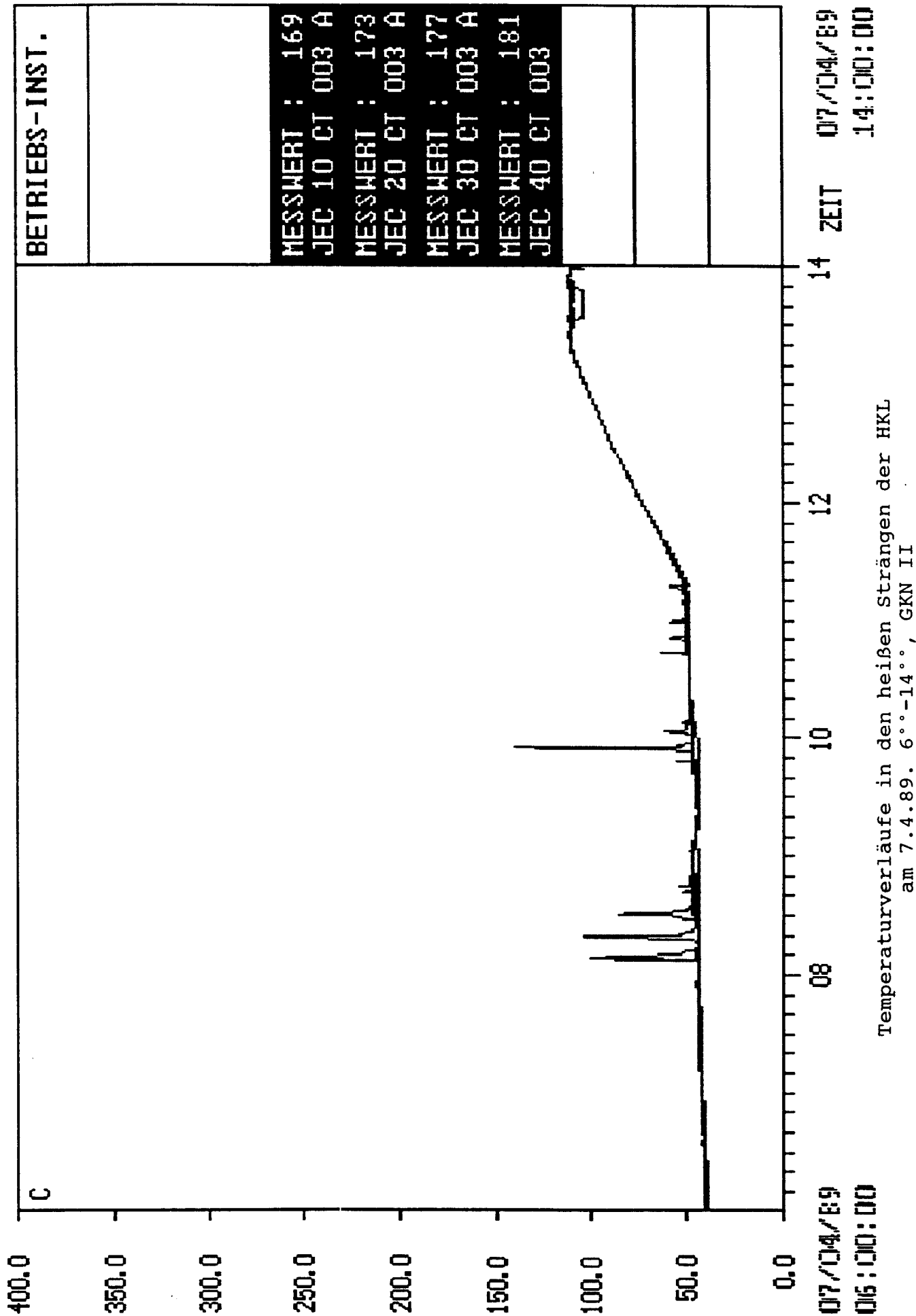


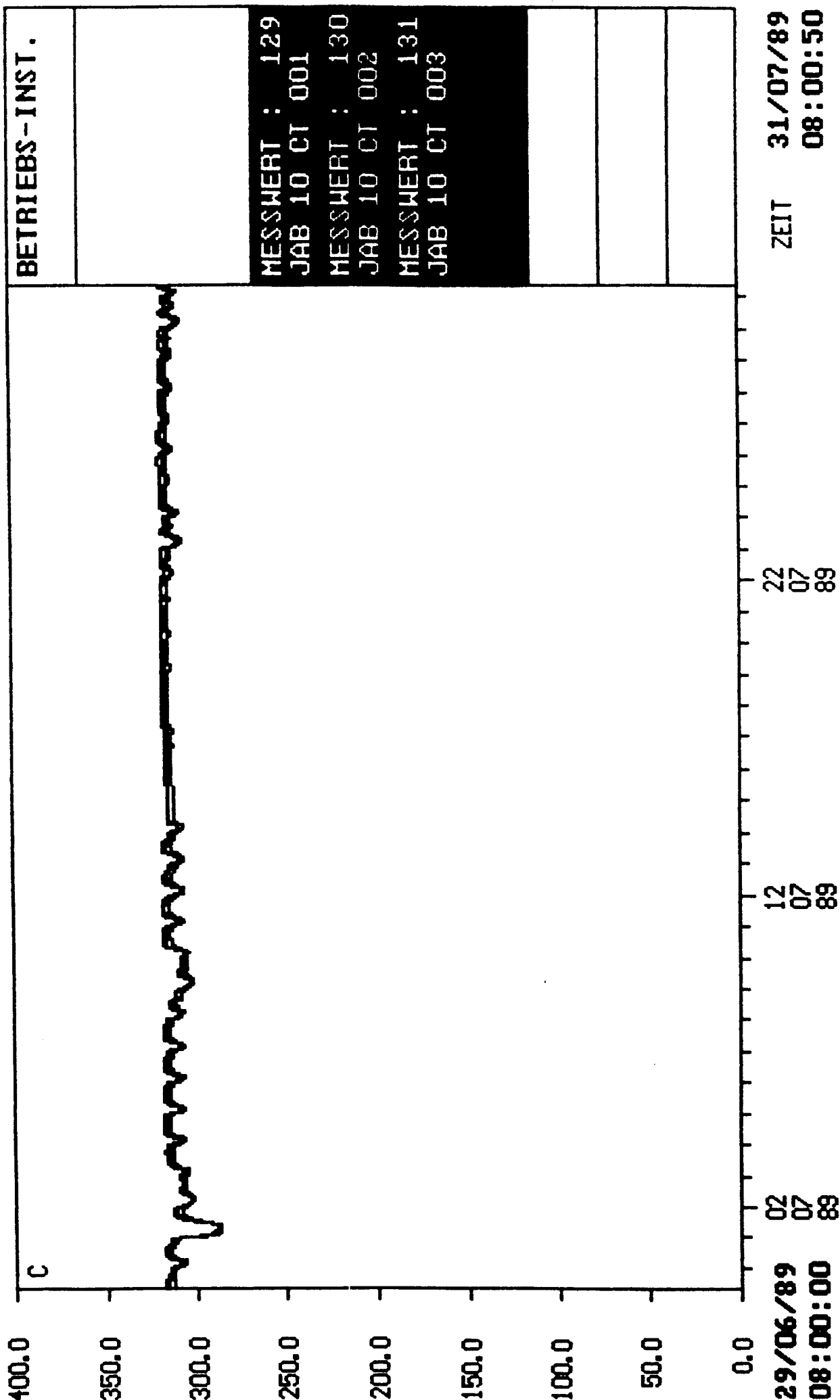
gemessene und spezifizierte Temperaturverläufe beim Abfahren vom
30.3 bis 31.3.89, GKN II



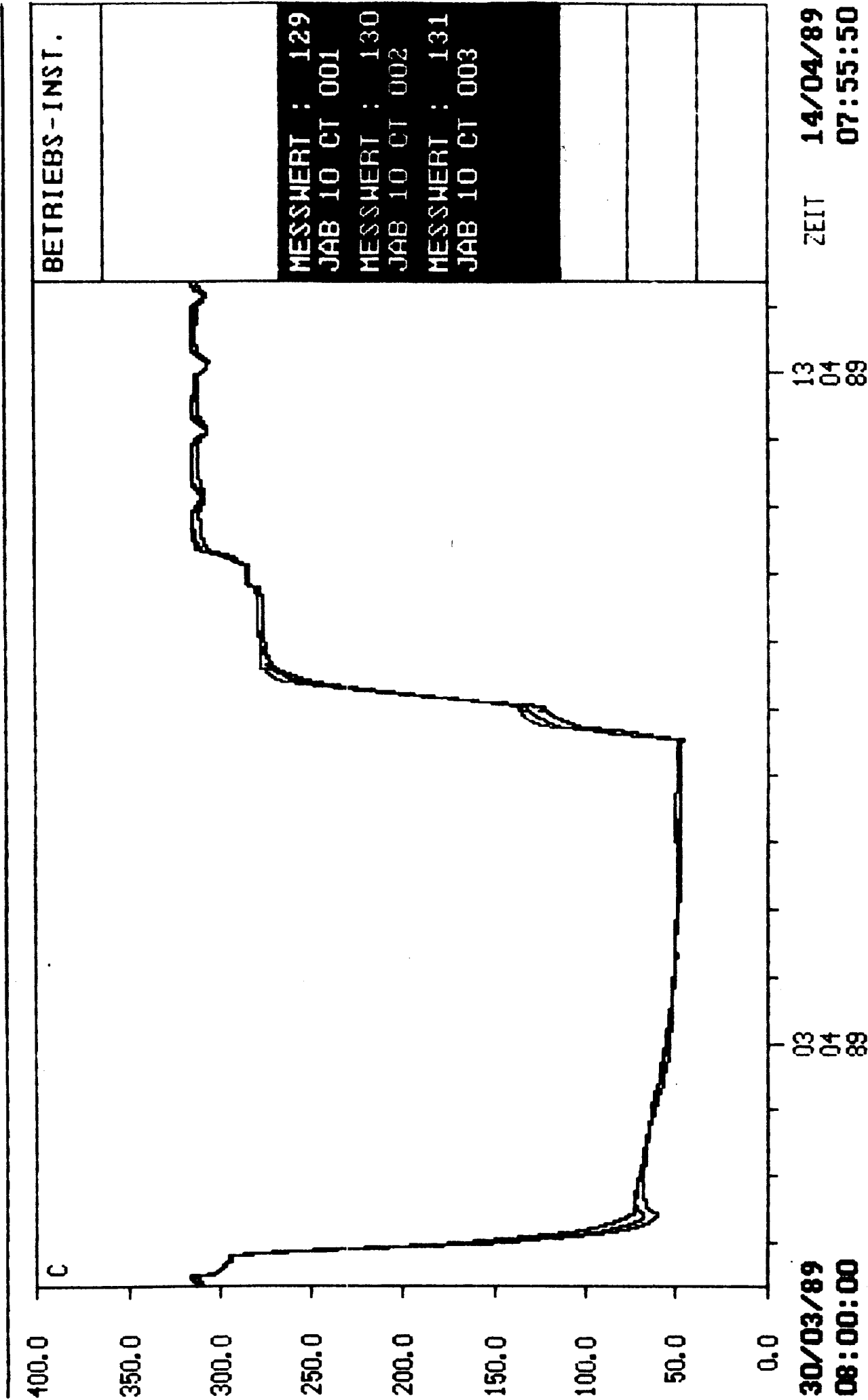
gemessene und spezifizierte Temperaturverläufe beim Anfahren vom
7.4 bis 8.4.89, GKN II



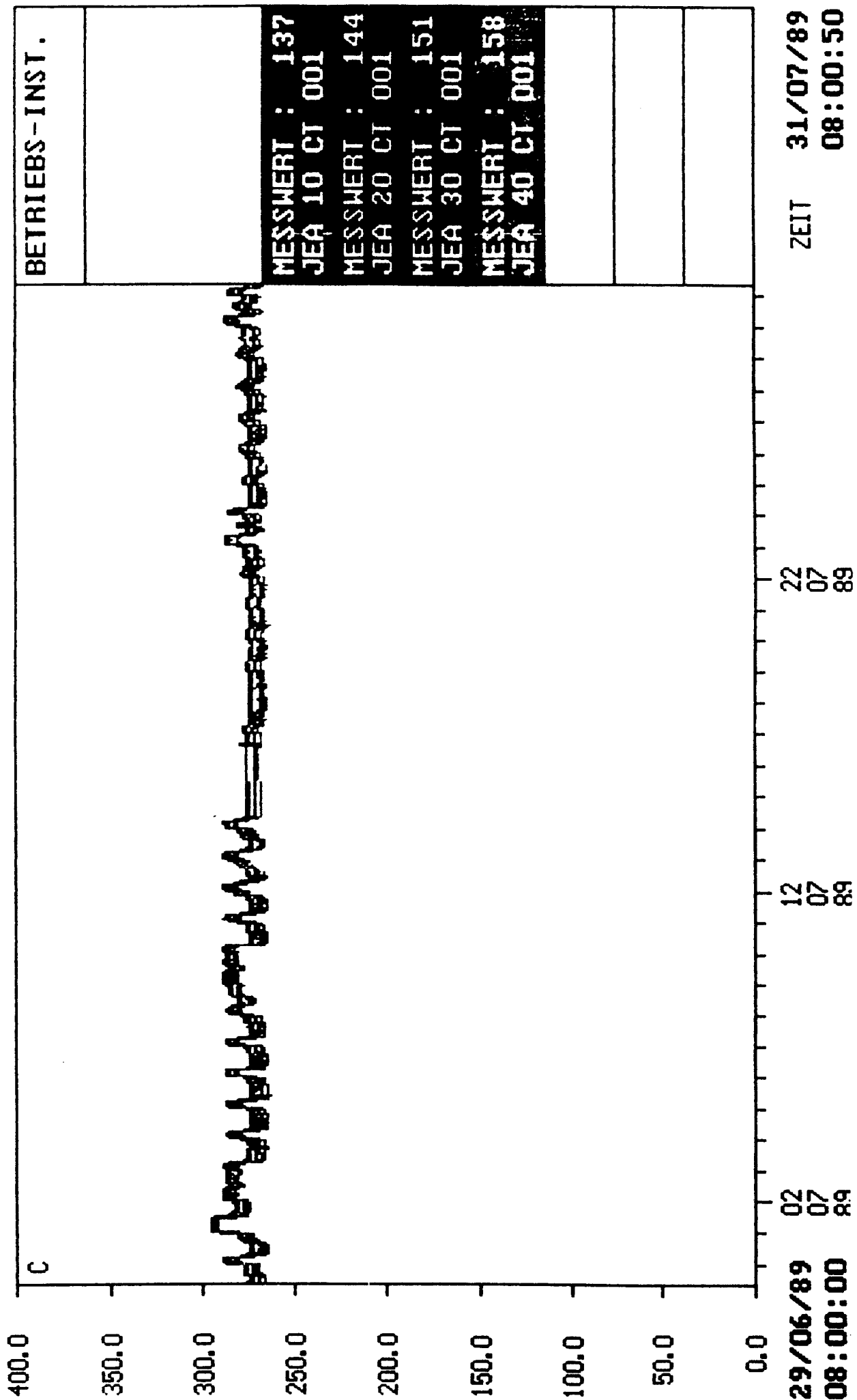




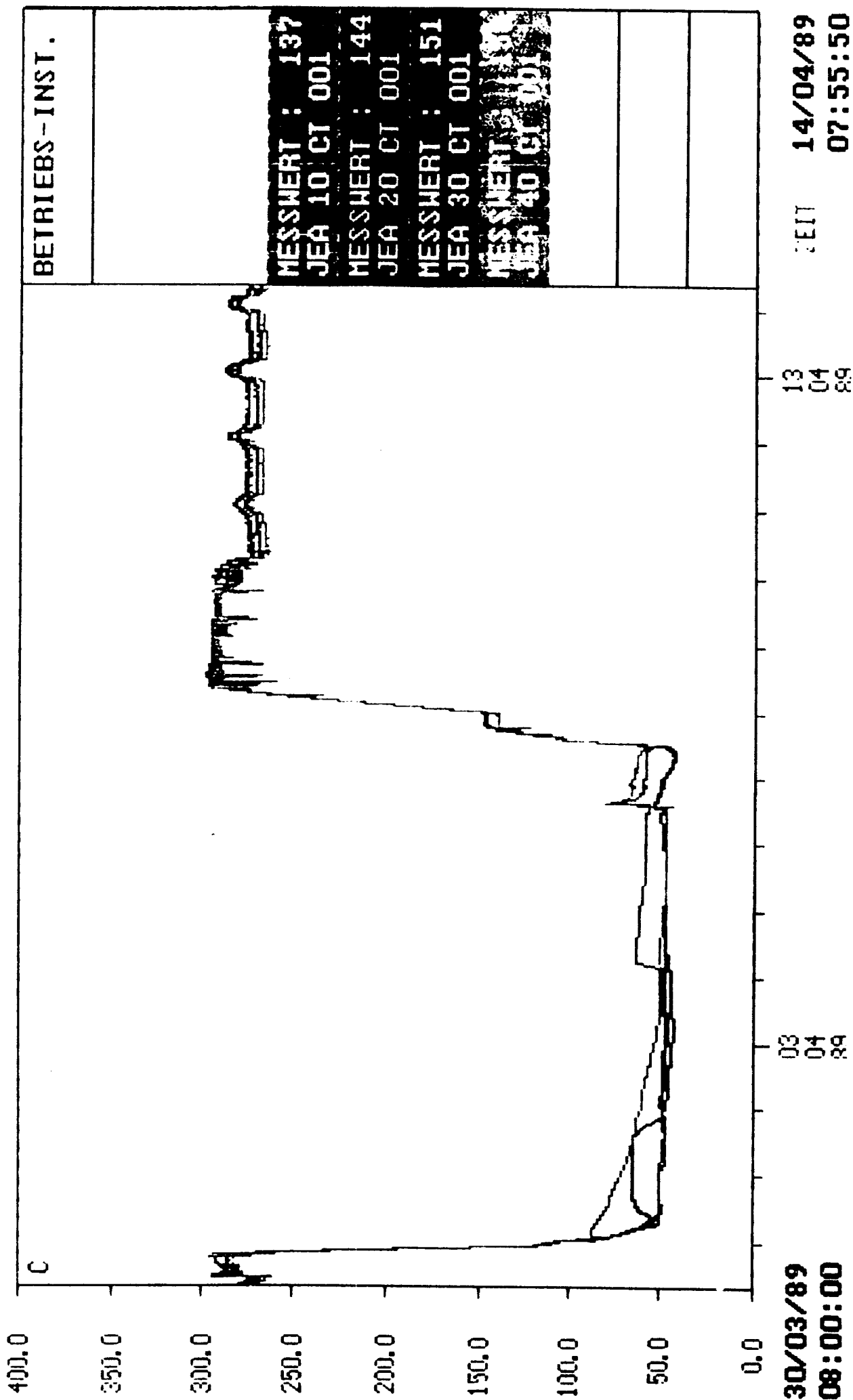
Temperaturverläufe am RDB-Deckel zwischen
29.6. und 31.7.89, GKN II



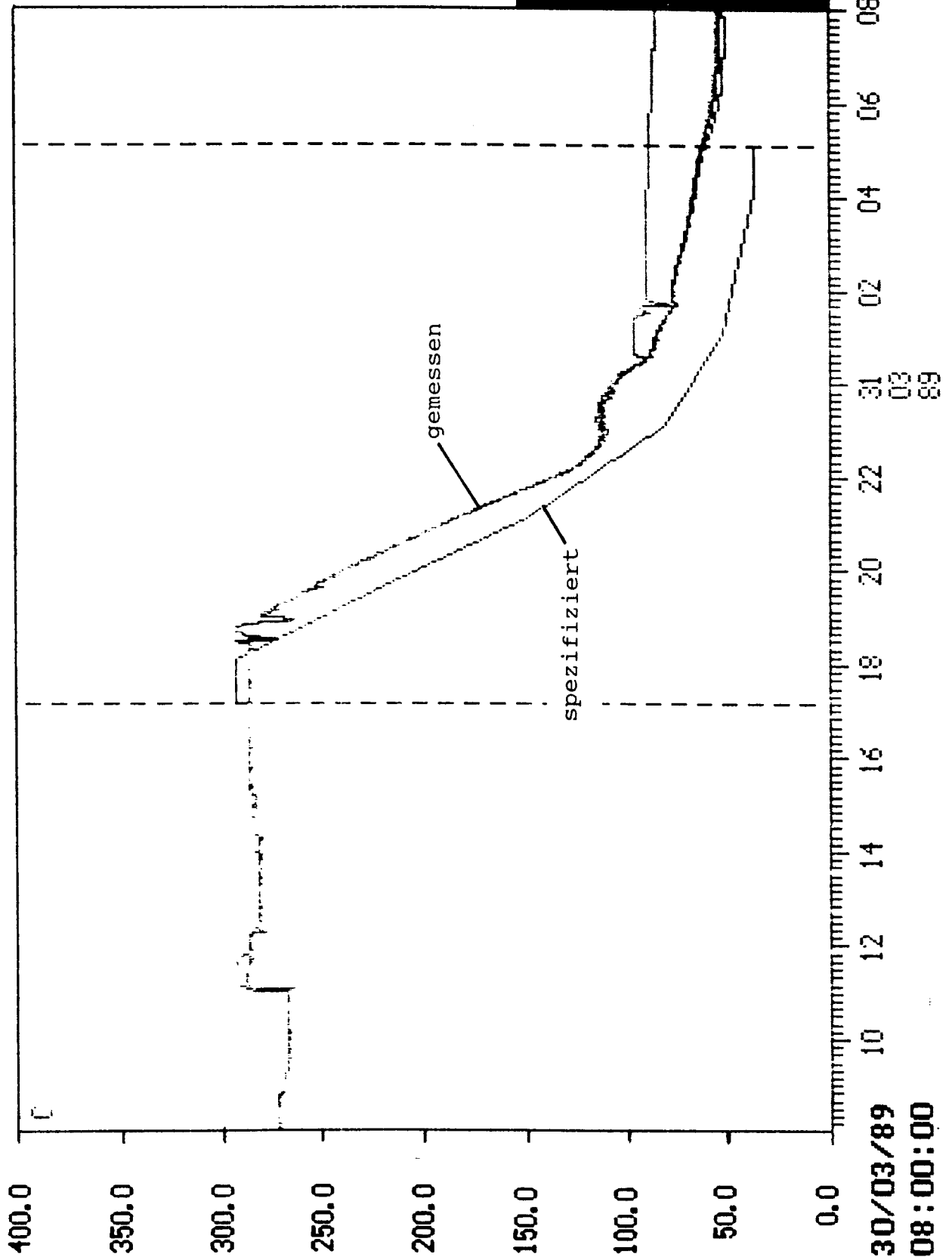
Temperaturverläufe am RDB-Deckel beim Ab- und Anfahren
zwischen 30.3. und 14.4.89, GKN II

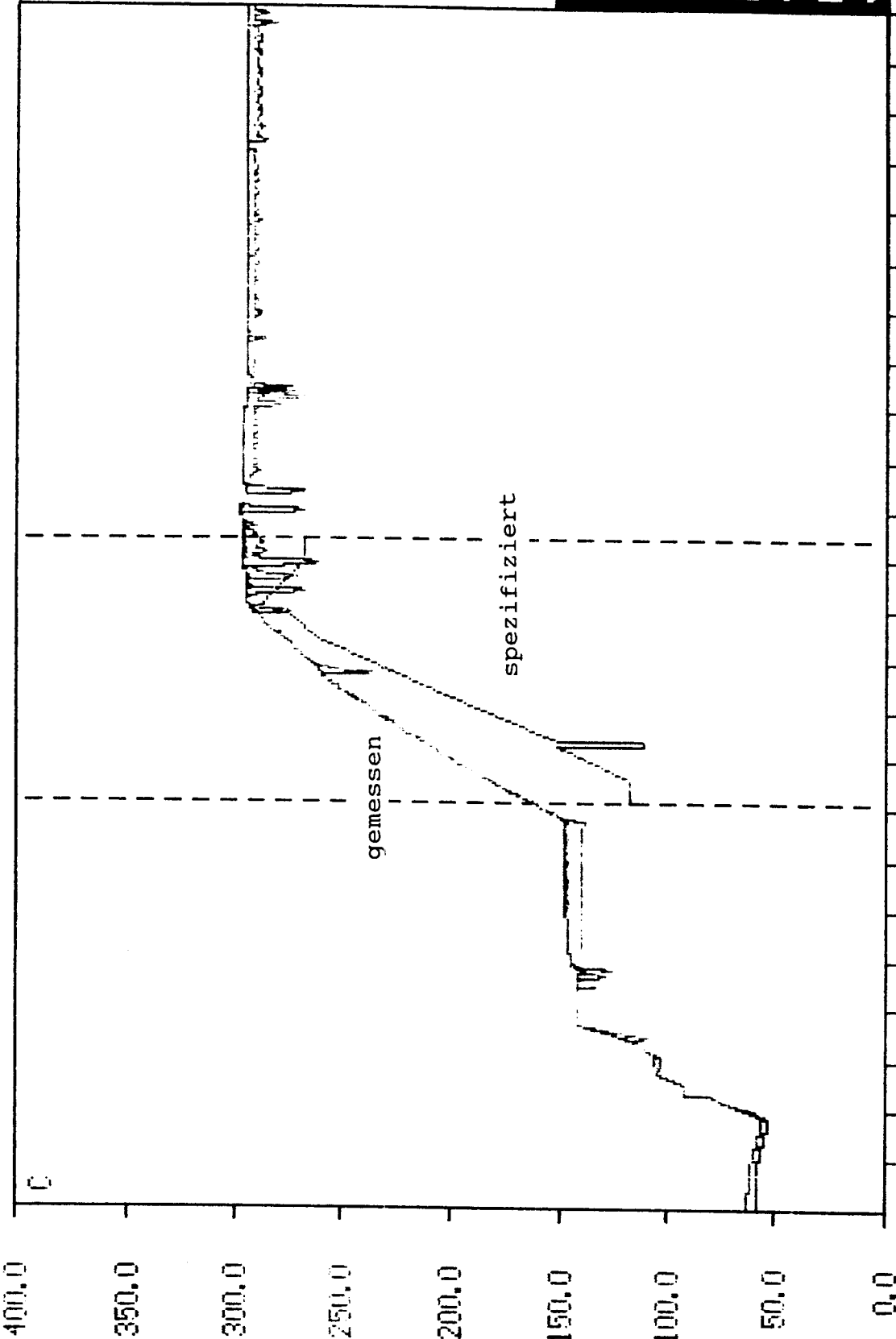


Verläufe der DE-Fallraumtemperaturen zwischen
29.6 und 31.7.89, GKN II



Verläufe der DE-Fallraumtemperaturen beim An- und Abfahren
zwischen 29.6 und 31.7.89, GKN II



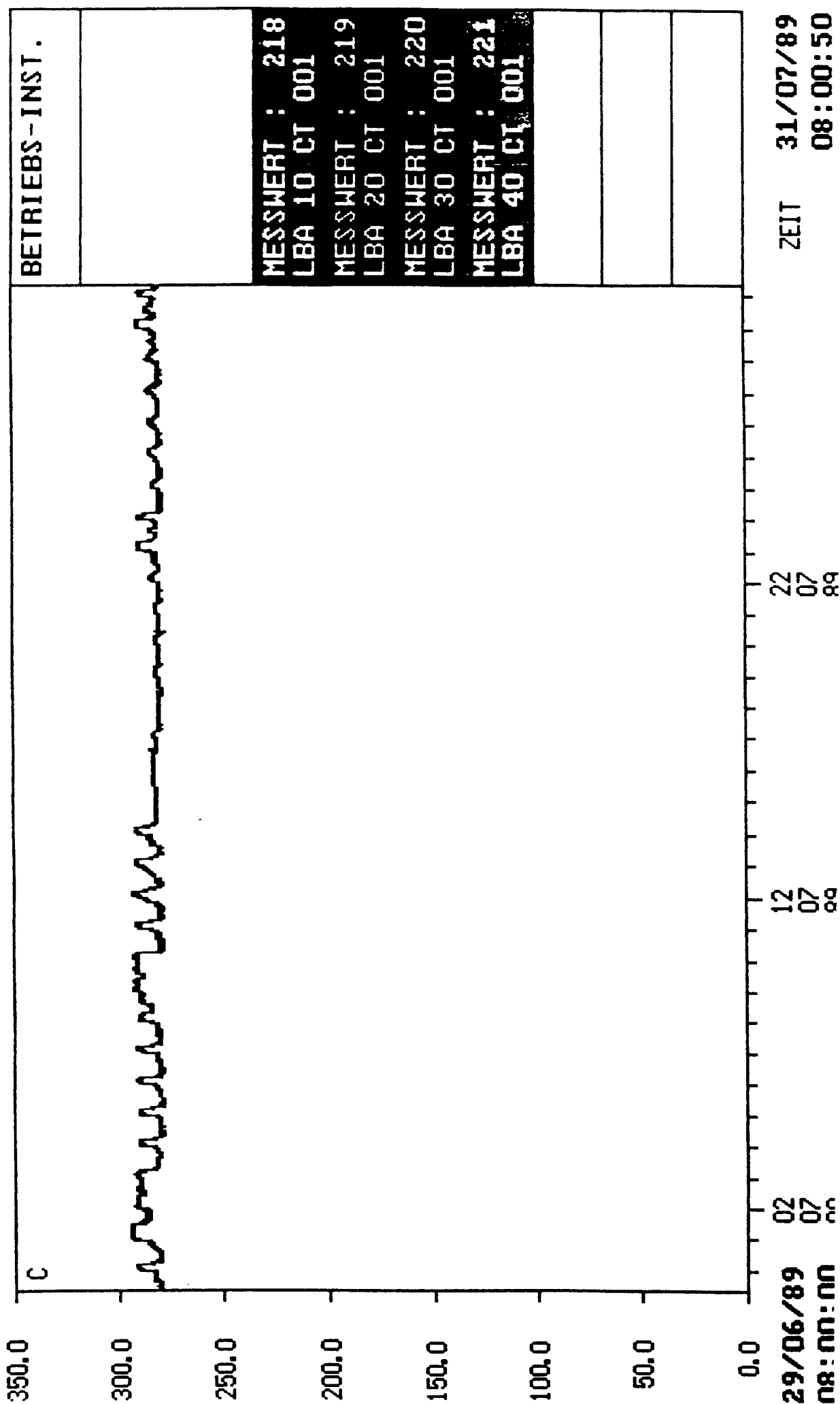


MESSWERT :	256
JEA 10 FT 690	
MESSWERT :	257
JEA 20 FT 690	
MESSWERT :	258
JEA 30 FT 690	
MESSWERT :	259
JEA 40 FT 690	

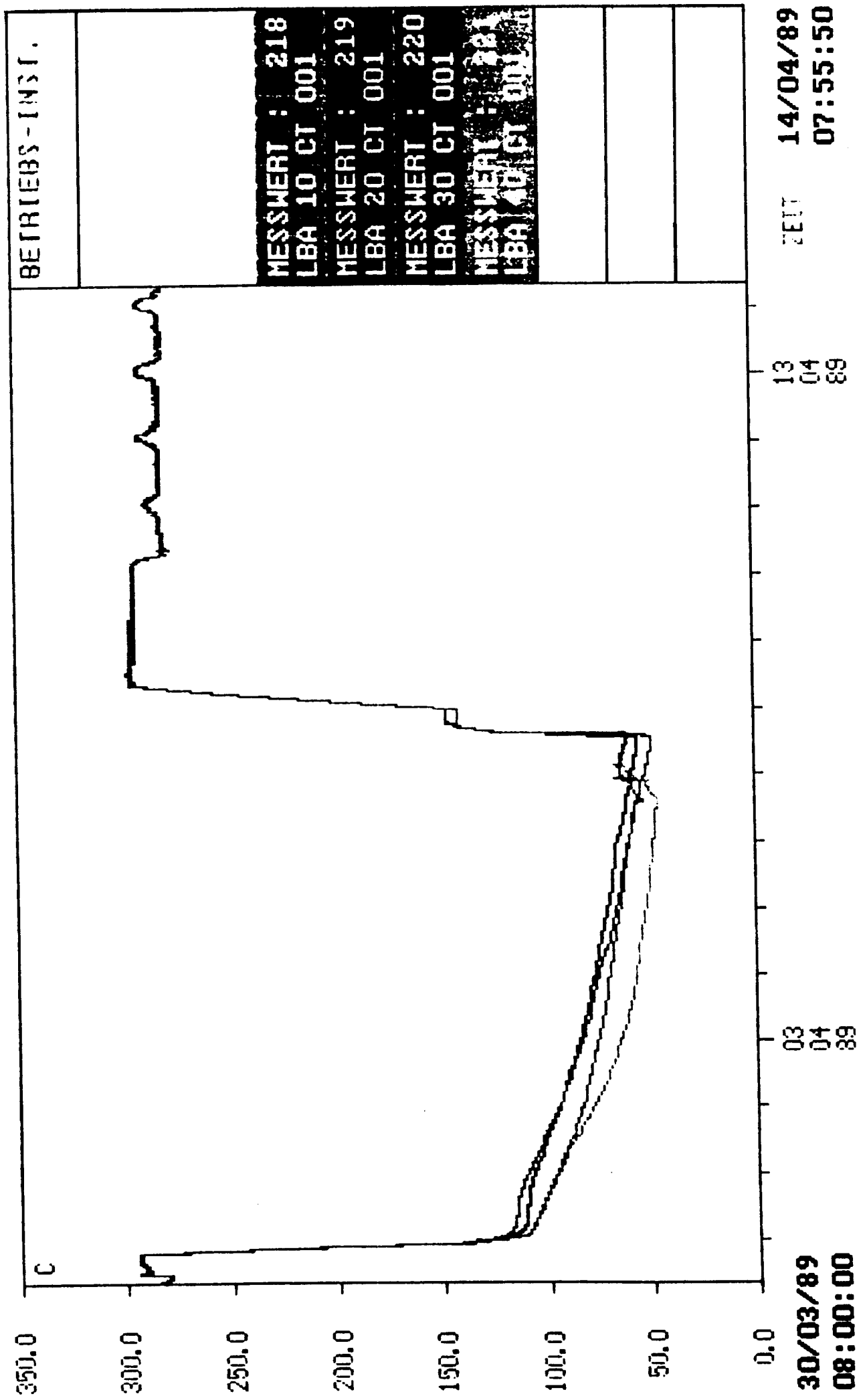
ZEIT 09/04/89 08:00:00

gemessene und spezifizierte Temperaturverläufe beim Anfahren vom 7.4.89 bis 8.4.89, GKN II

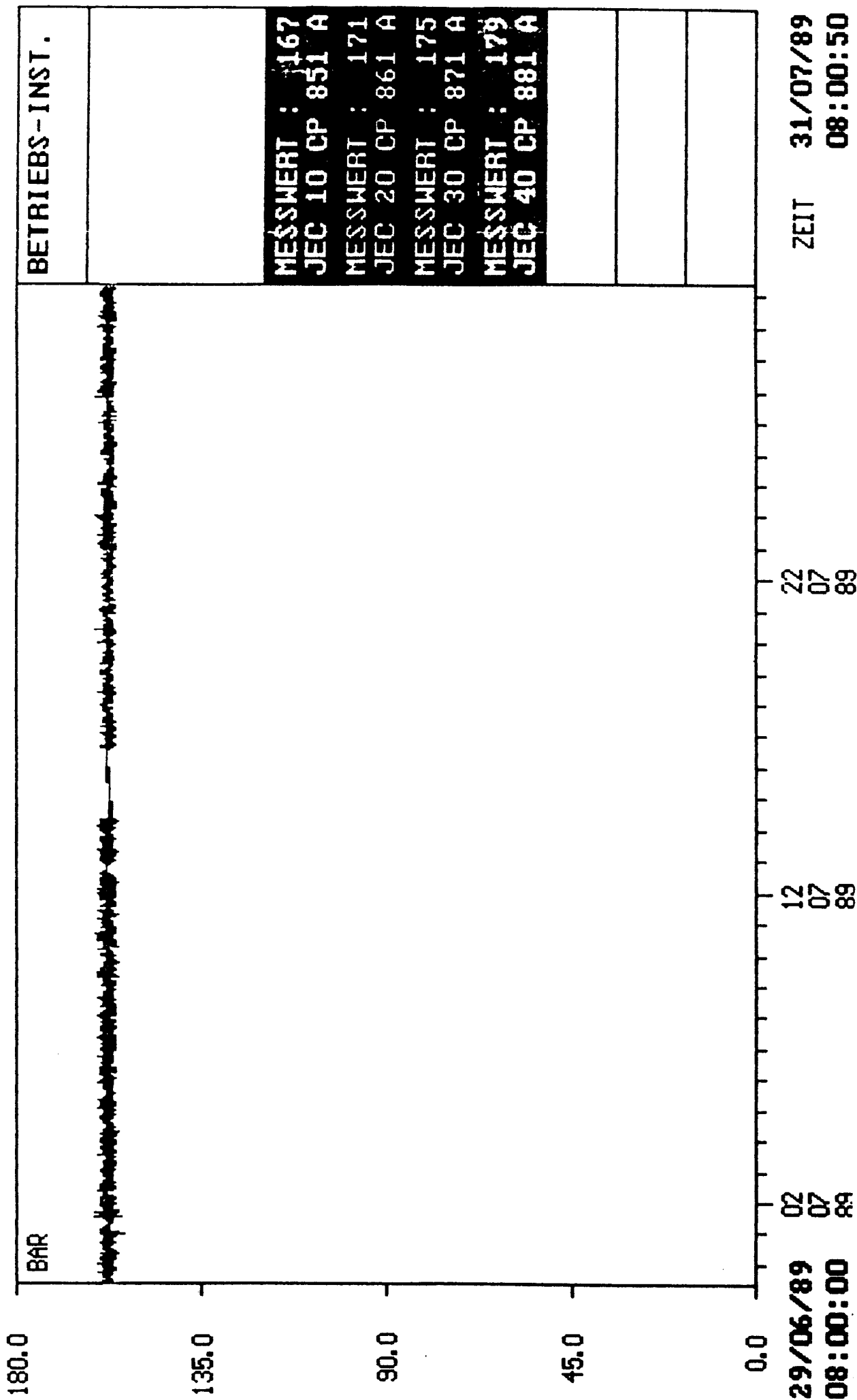
07/04/89 12 08:00:00



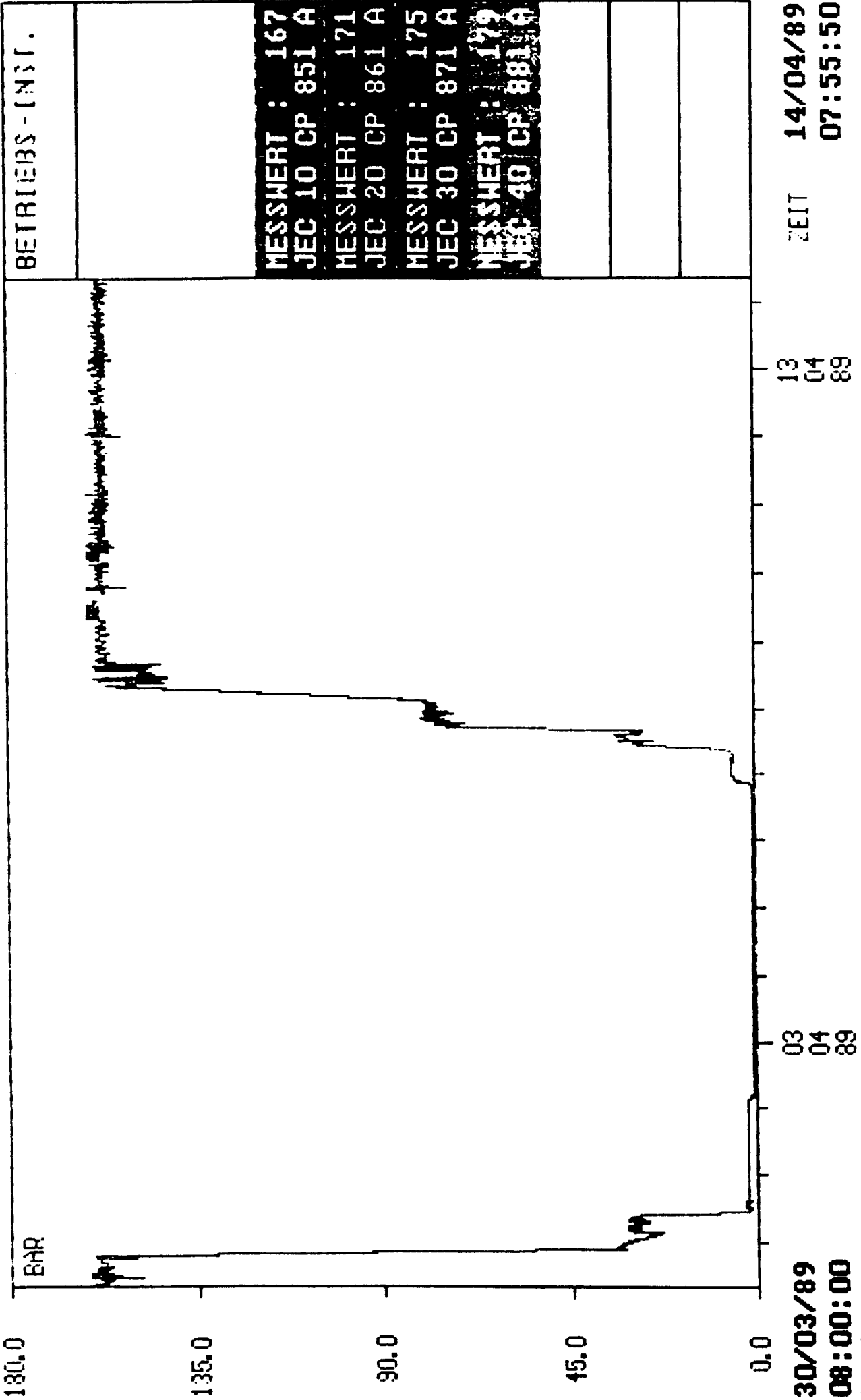
Frischdampf- Temperaturverläufe zwischen 29.6 und 31.7.89, GKN II



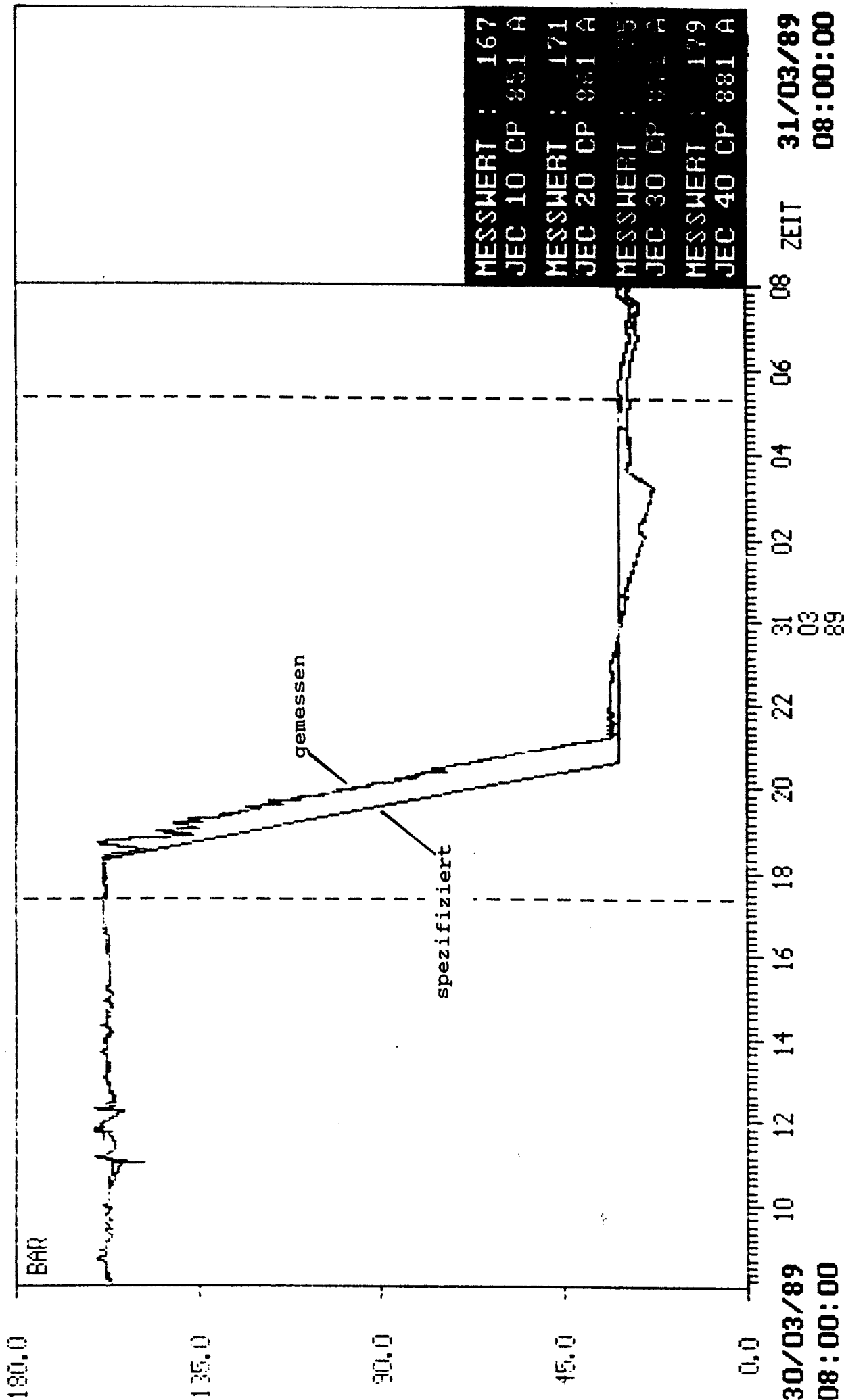
Frischdampf - Temperaturverläufe beim Ab- und Anfahren zwischen 30.3. und 14.4.89



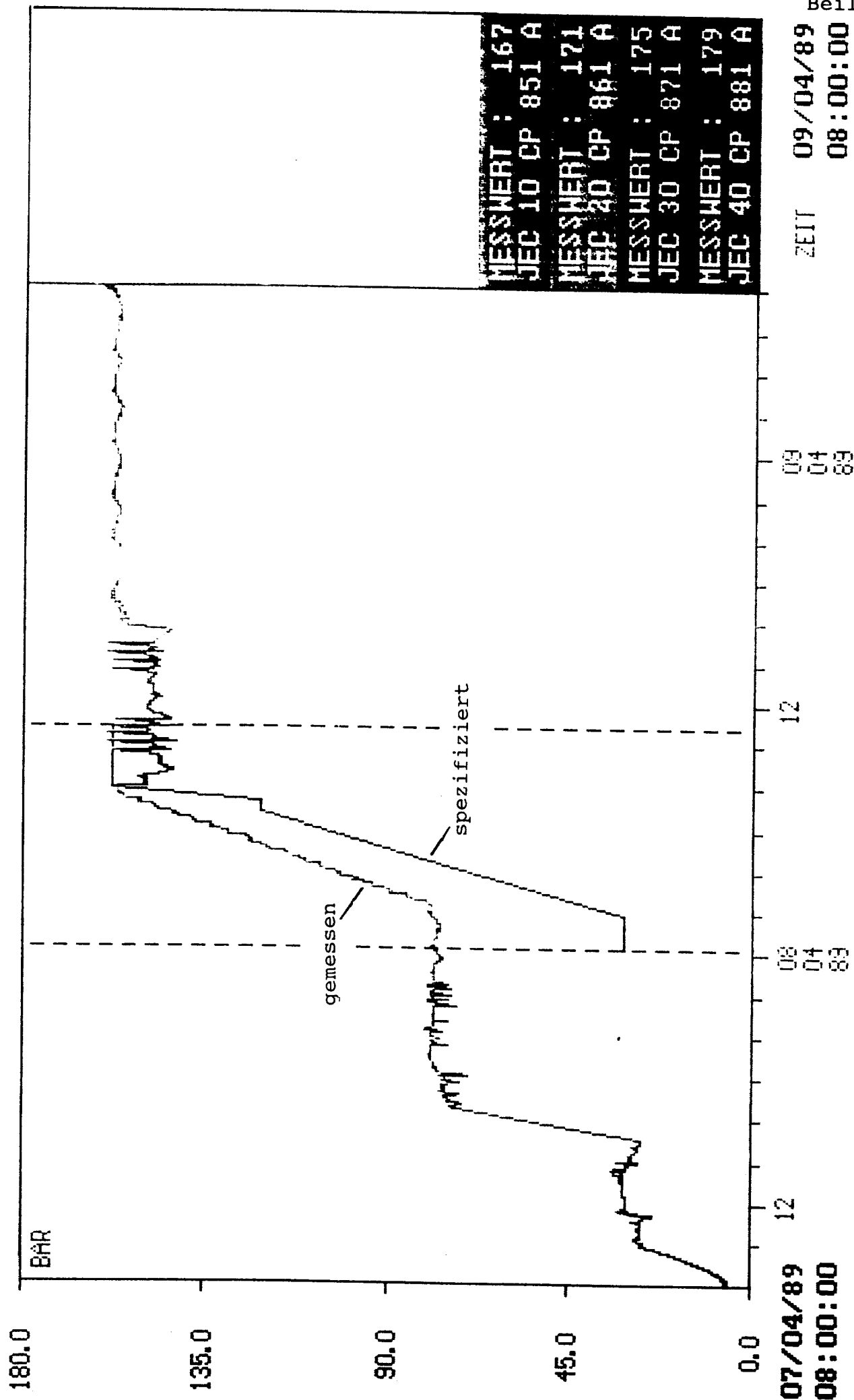
Primärdruck - Verläufe zwischen dem 29.6 und 31.7.89, GKN II



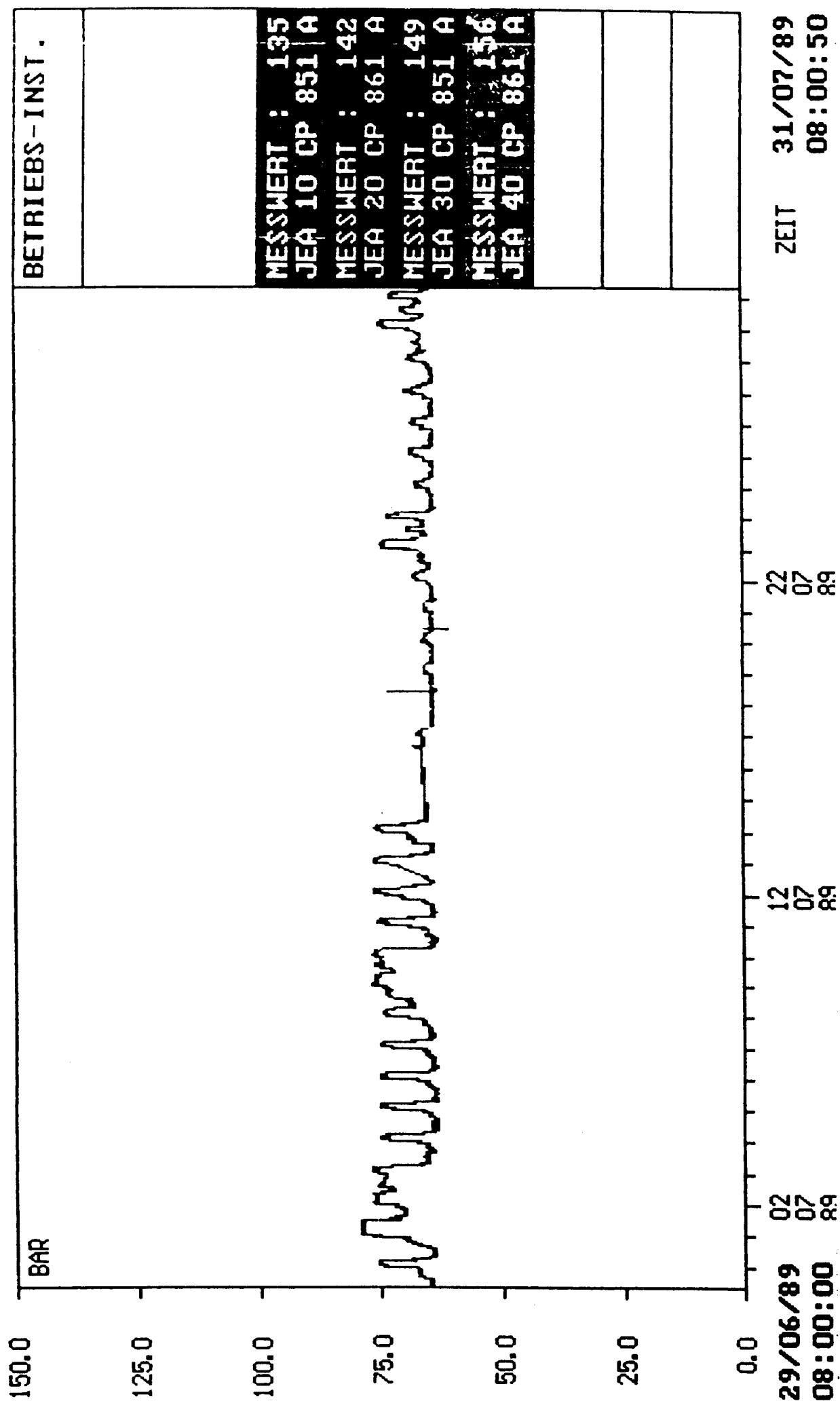
Primärdruckverläufe beim Ab- und Anfahren zwischen
30.3 und 14.4.90, GKN II



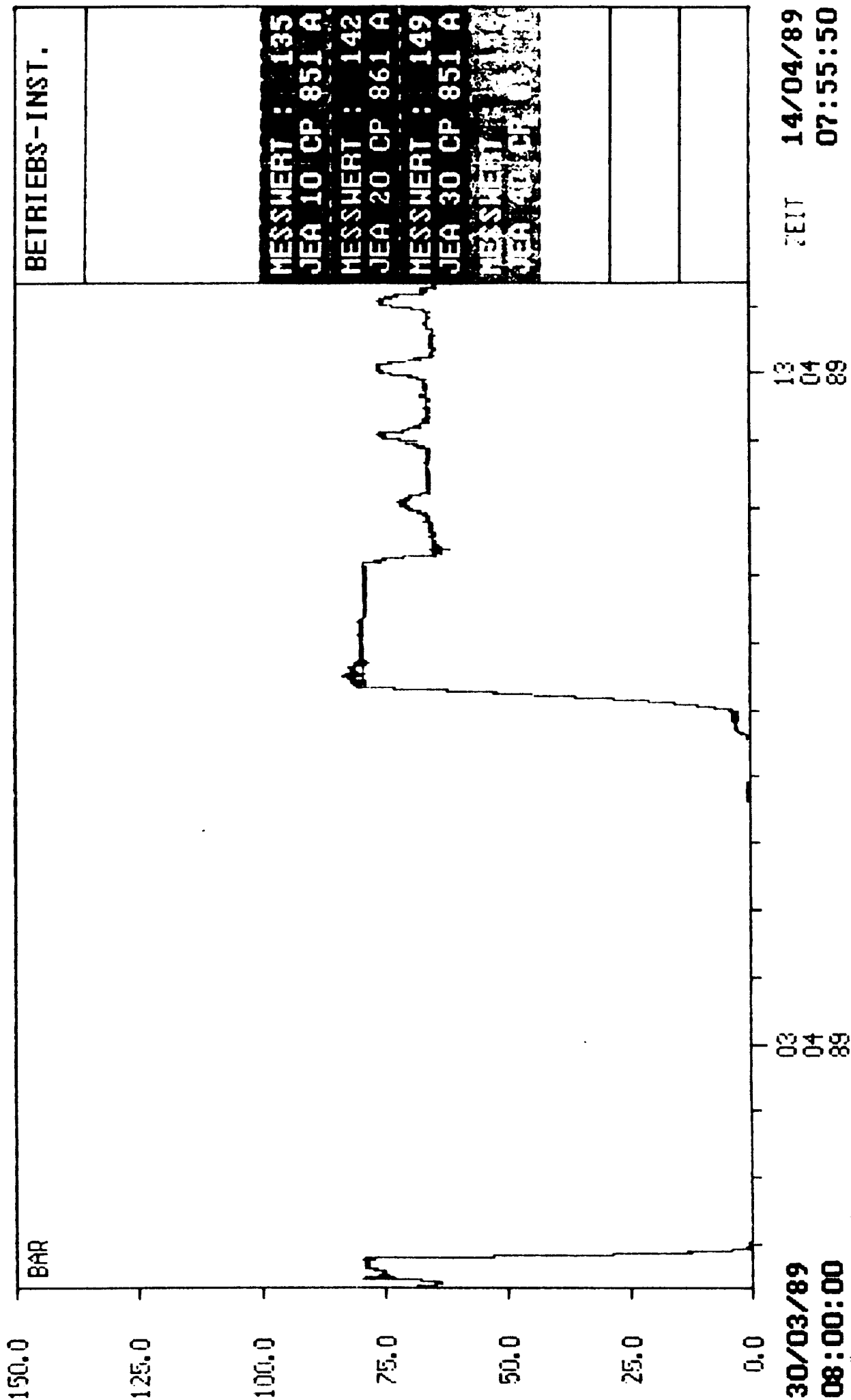
gemessene und spezifizierte Primärdruckverläufe beim Abfahren
vom 30.3 bis 31.3.89, GKN II



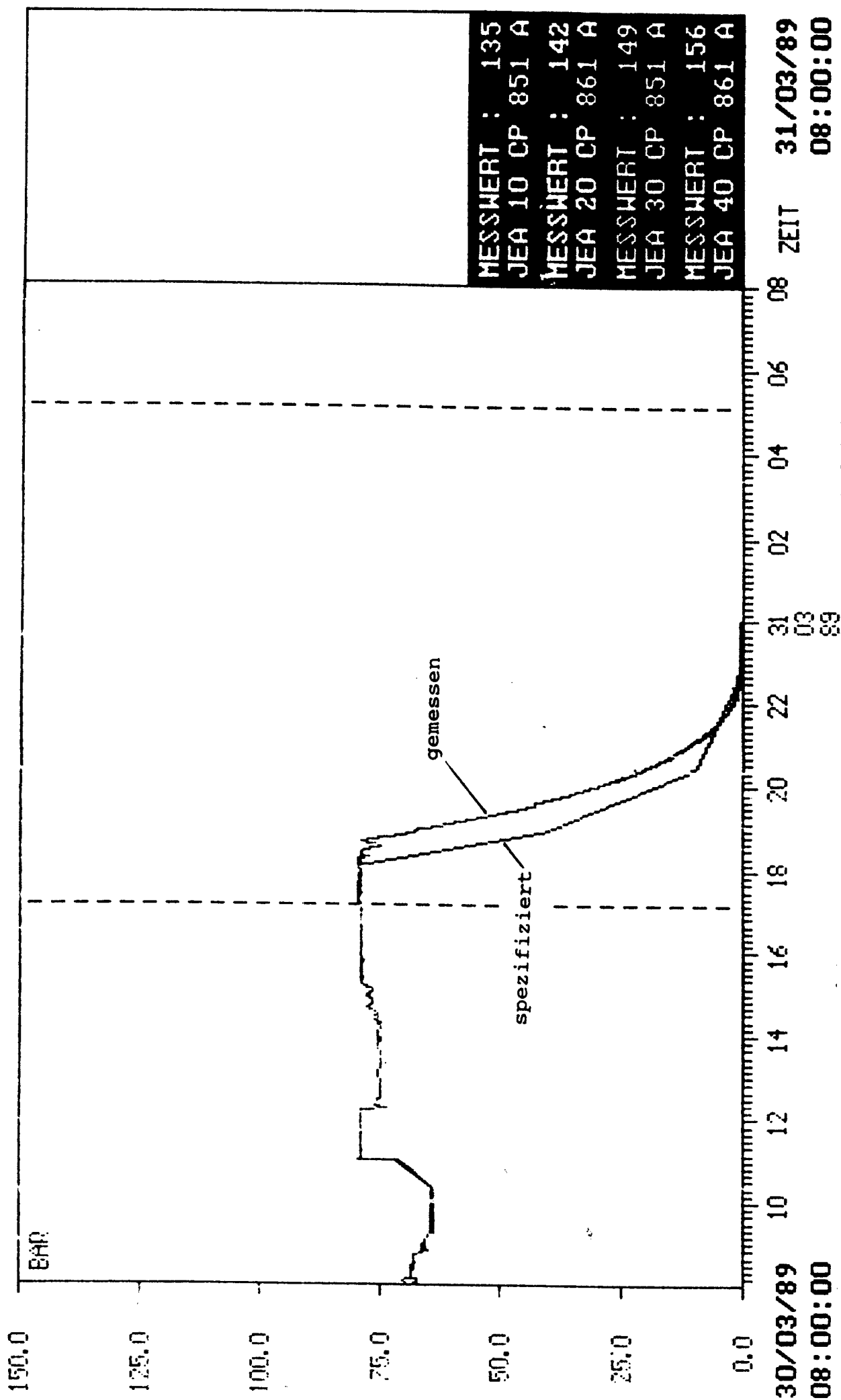
gemessene und spezifizierte Primärdruckverläufe beim Anfahren
vom 7.4 bis 8.4.89, GKN II



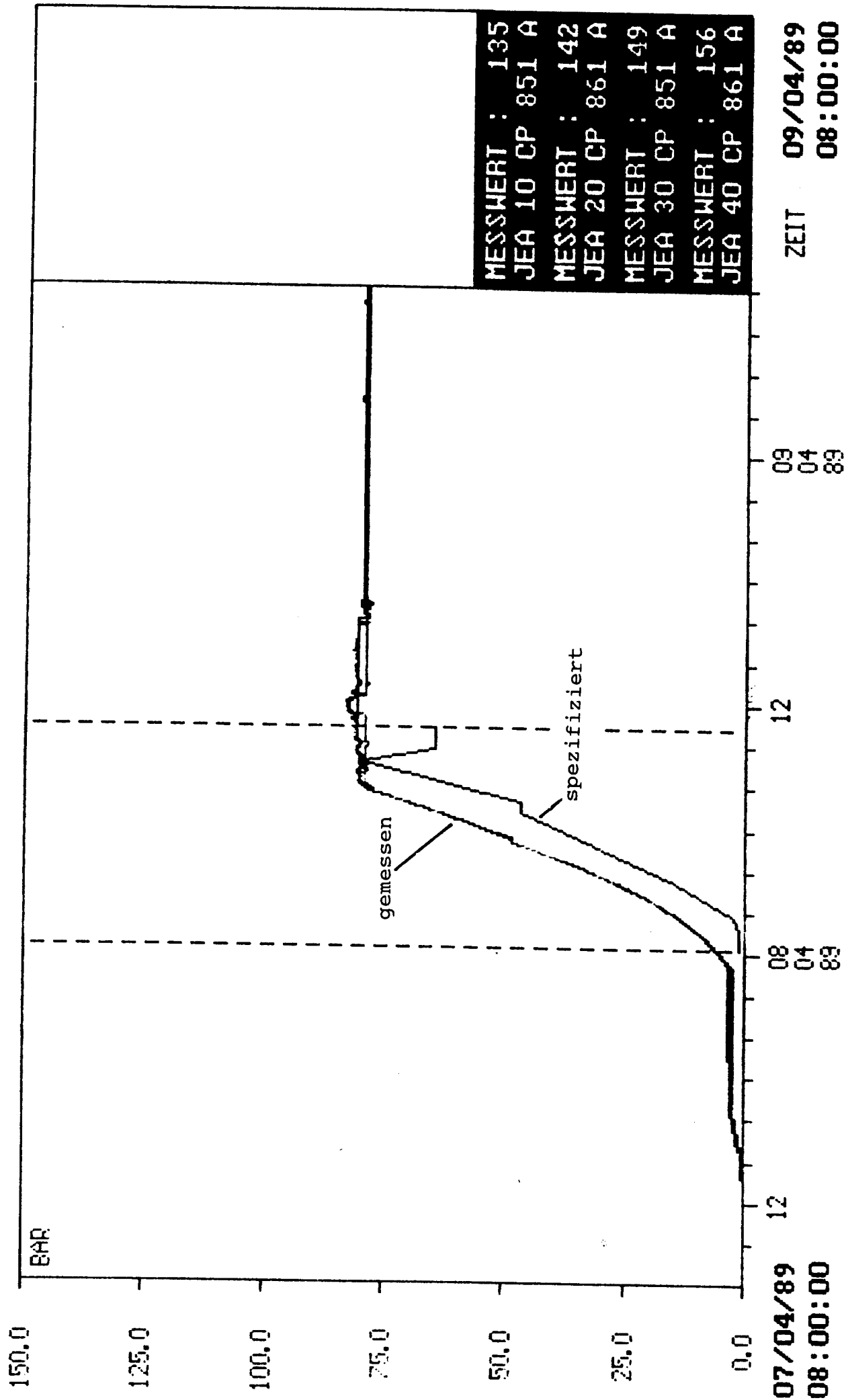
Verläufe des Frischdampfdrucks zwischen 29.6 und 31.7.89, GKN II



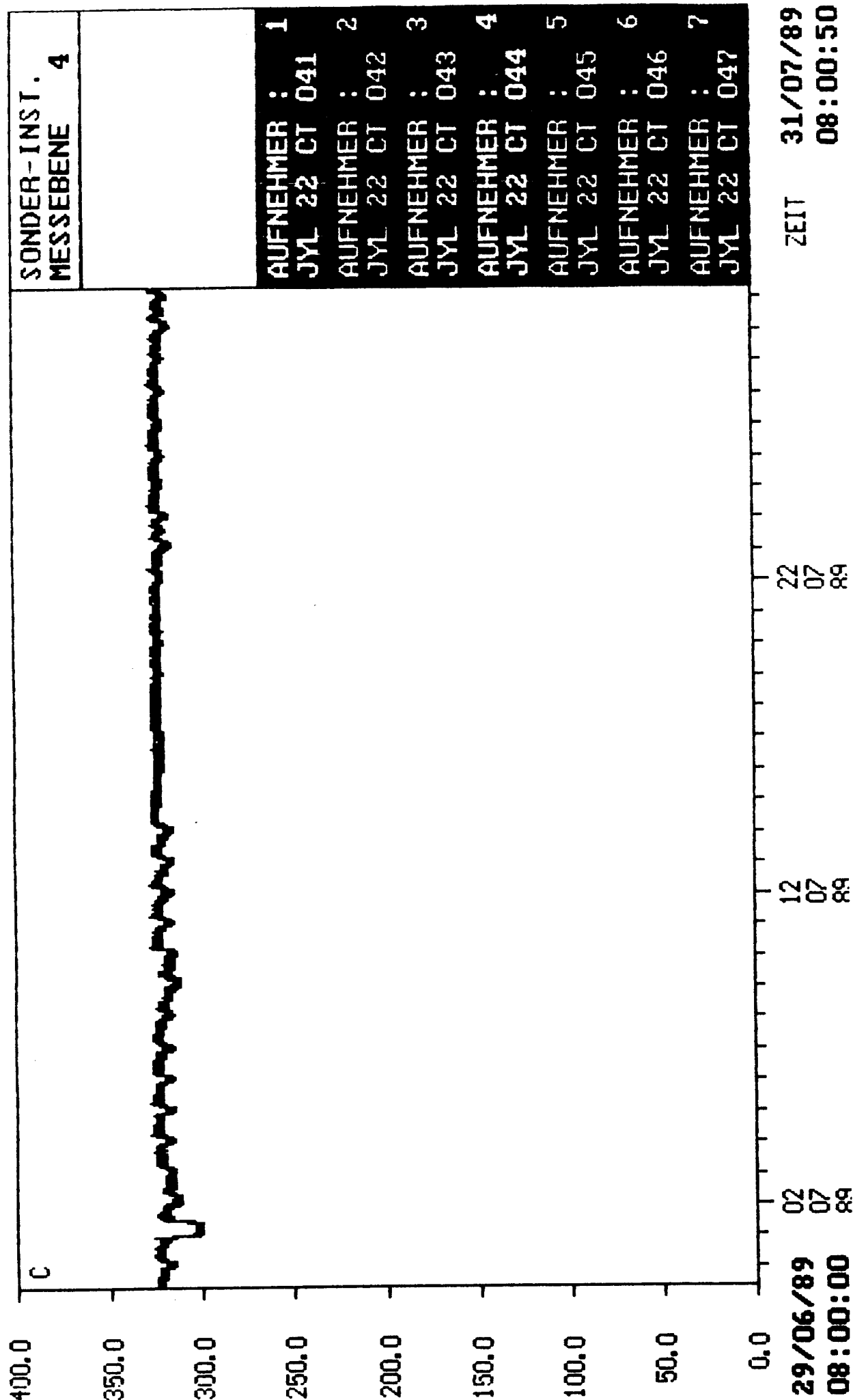
Verläufe des Frischdampfdrucks bei Ab- und Anfahren zwischen
30.3.89 und 14.4.89



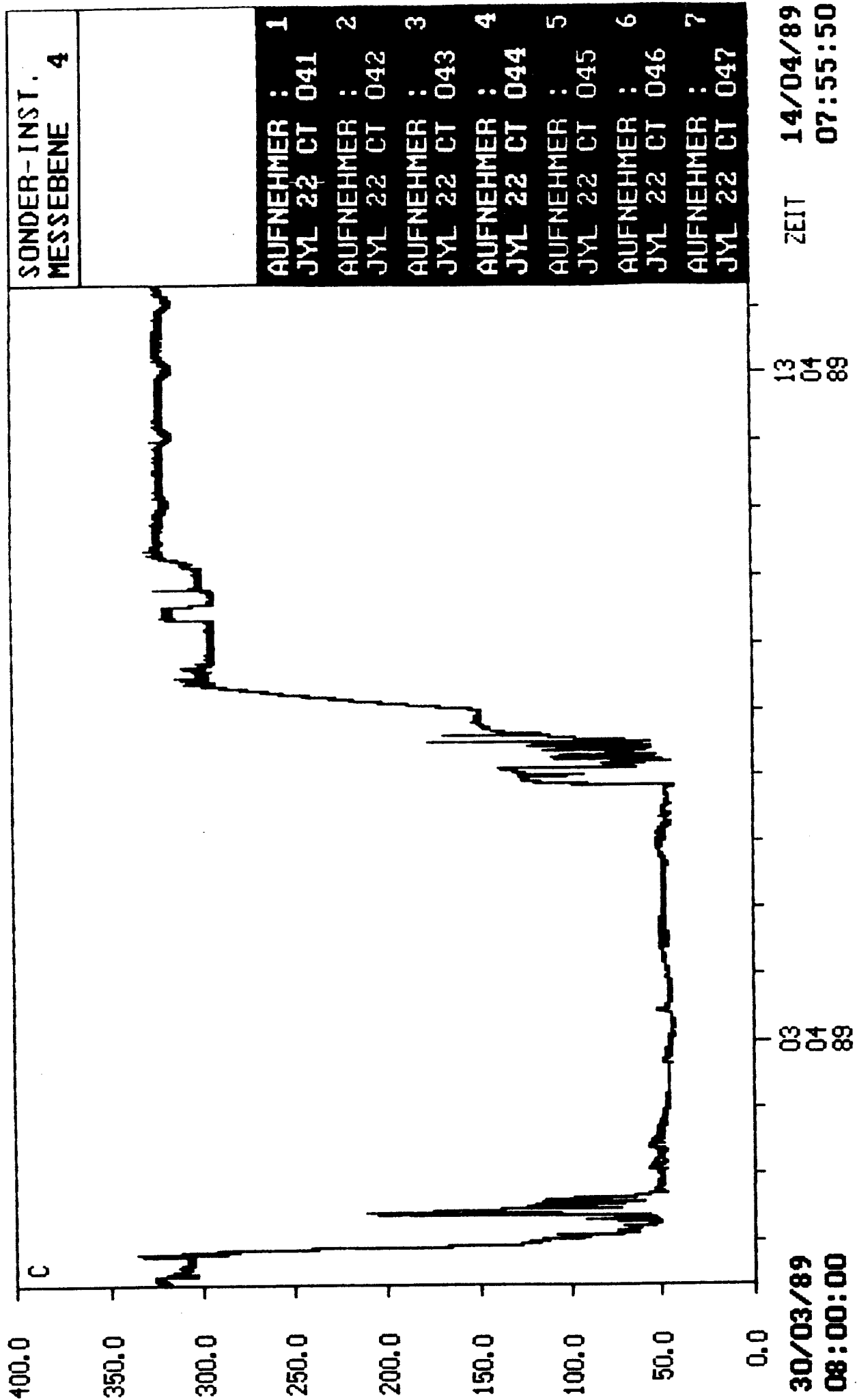
gemessene und spezifizierte FD-Druckverläufe beim Abfahren vom
 30.3 bis 31.3.89, GKN II



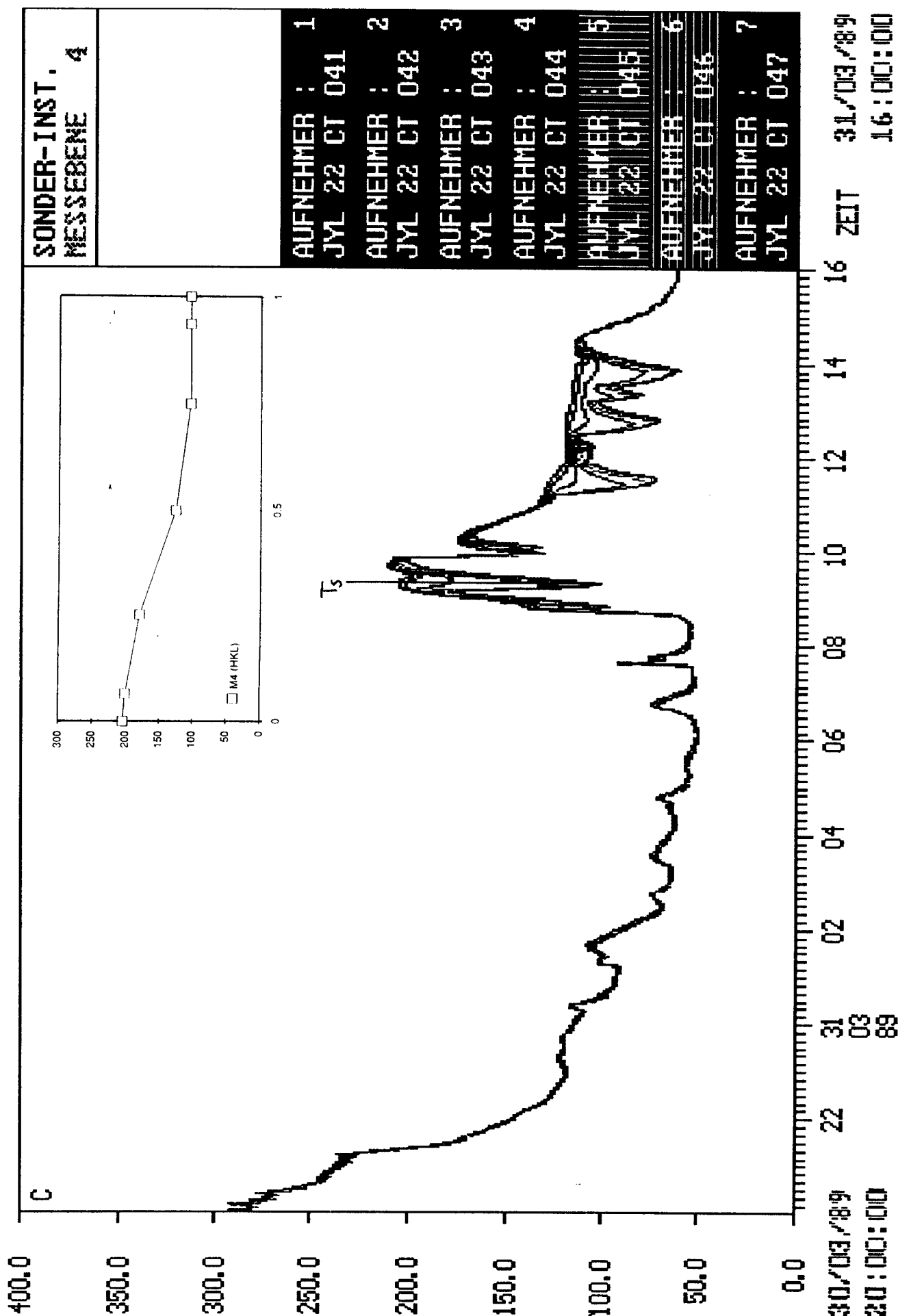
gemessene und spezifizierte FD-Druckverläufe beim Anfahren
vom 7.4 bis 8.4.89, GKN II



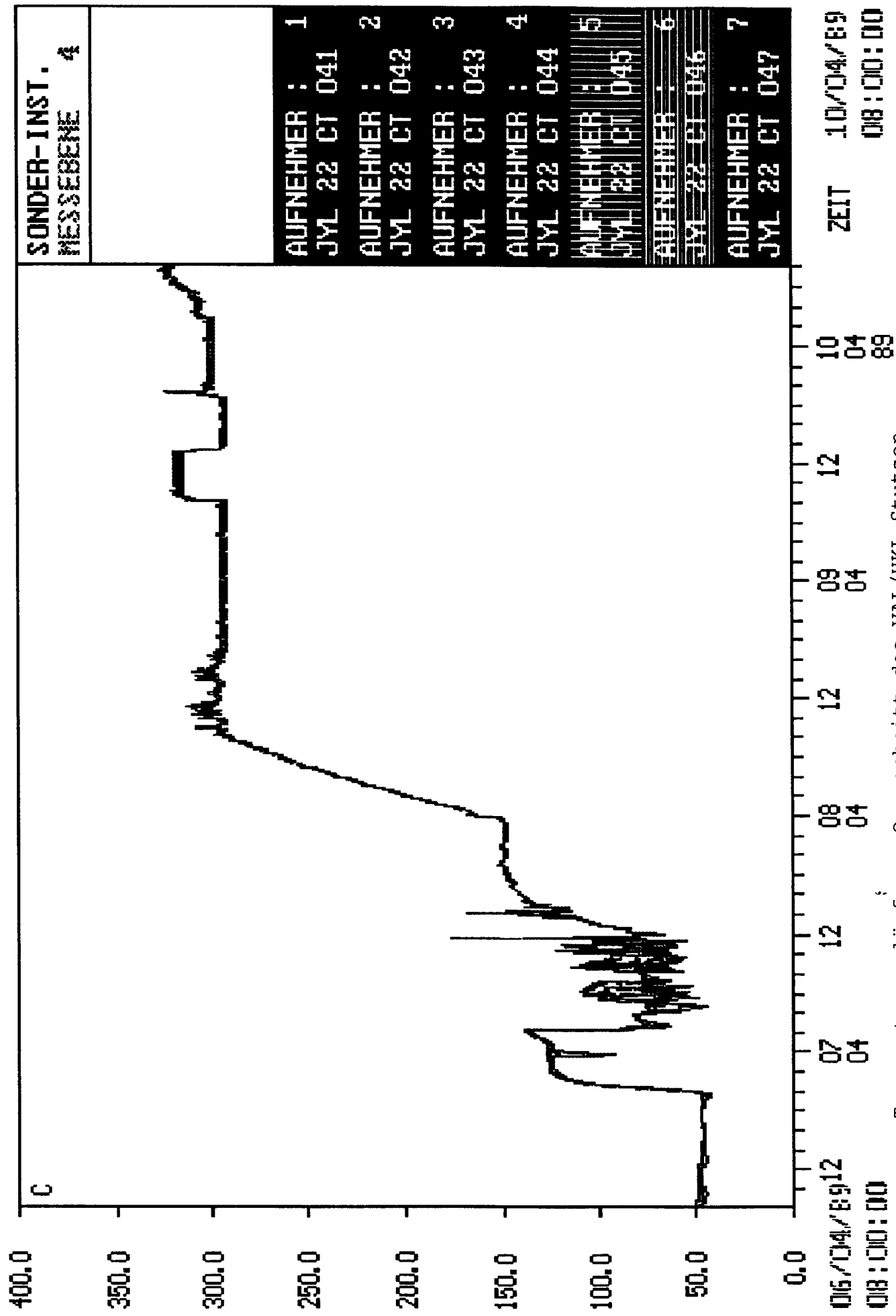
Temperaturverläufe am Querschnitt des VAL/HKL-Stutzen
vom 29.6.89 bis 31.7.89



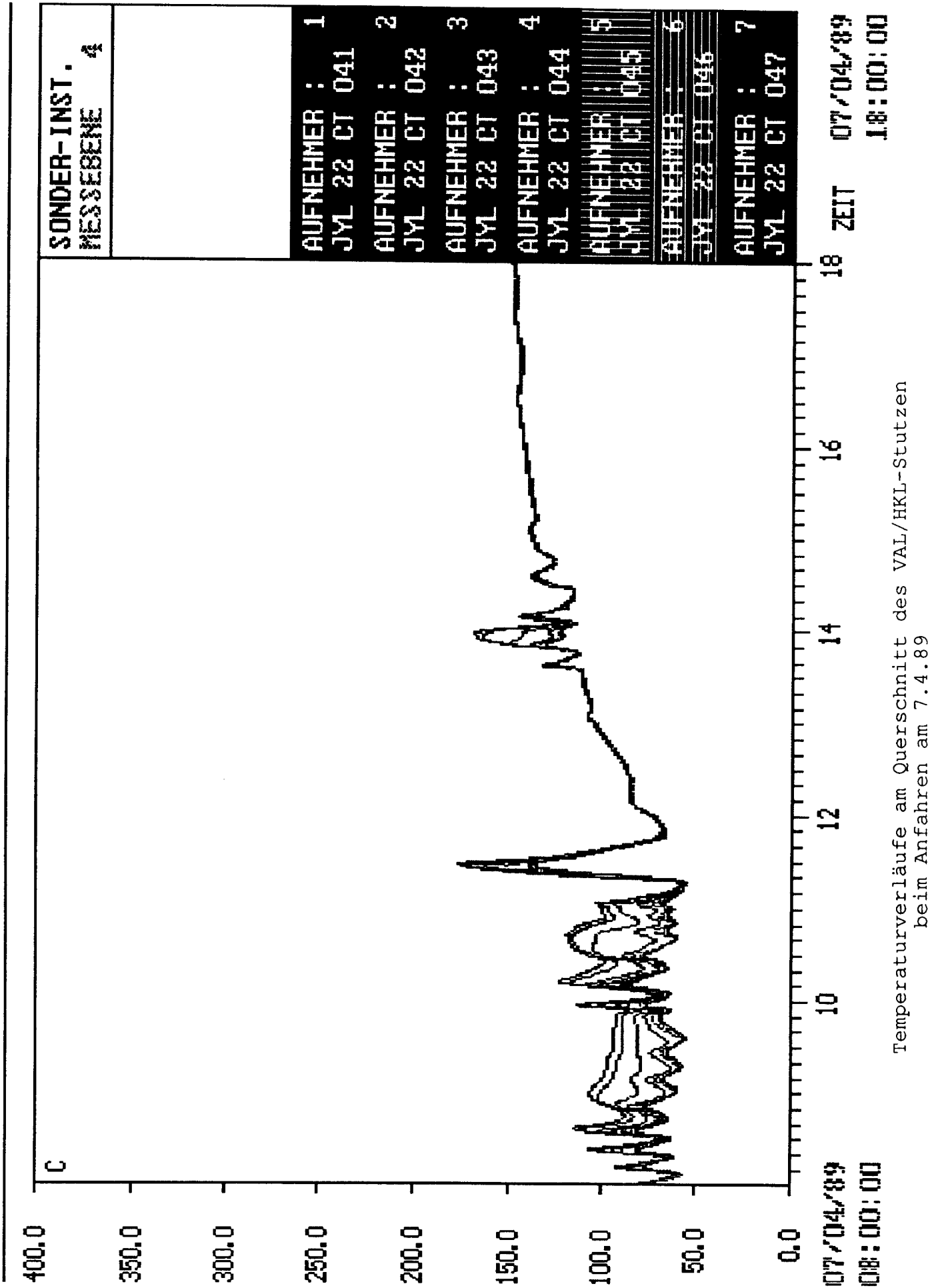
Temperaturverläufe am Querschnitt des VAL/HKL-Stutzen
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89

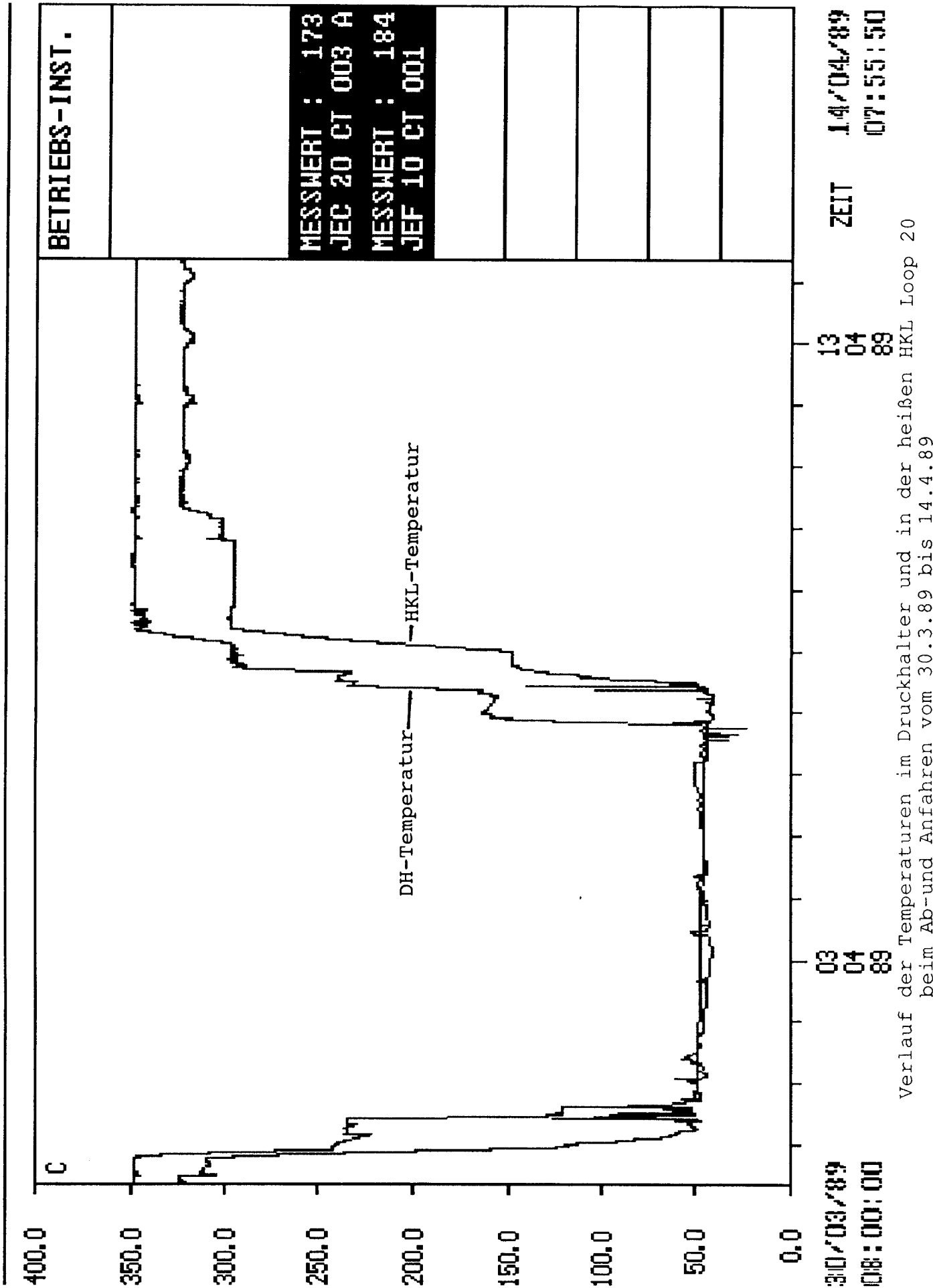


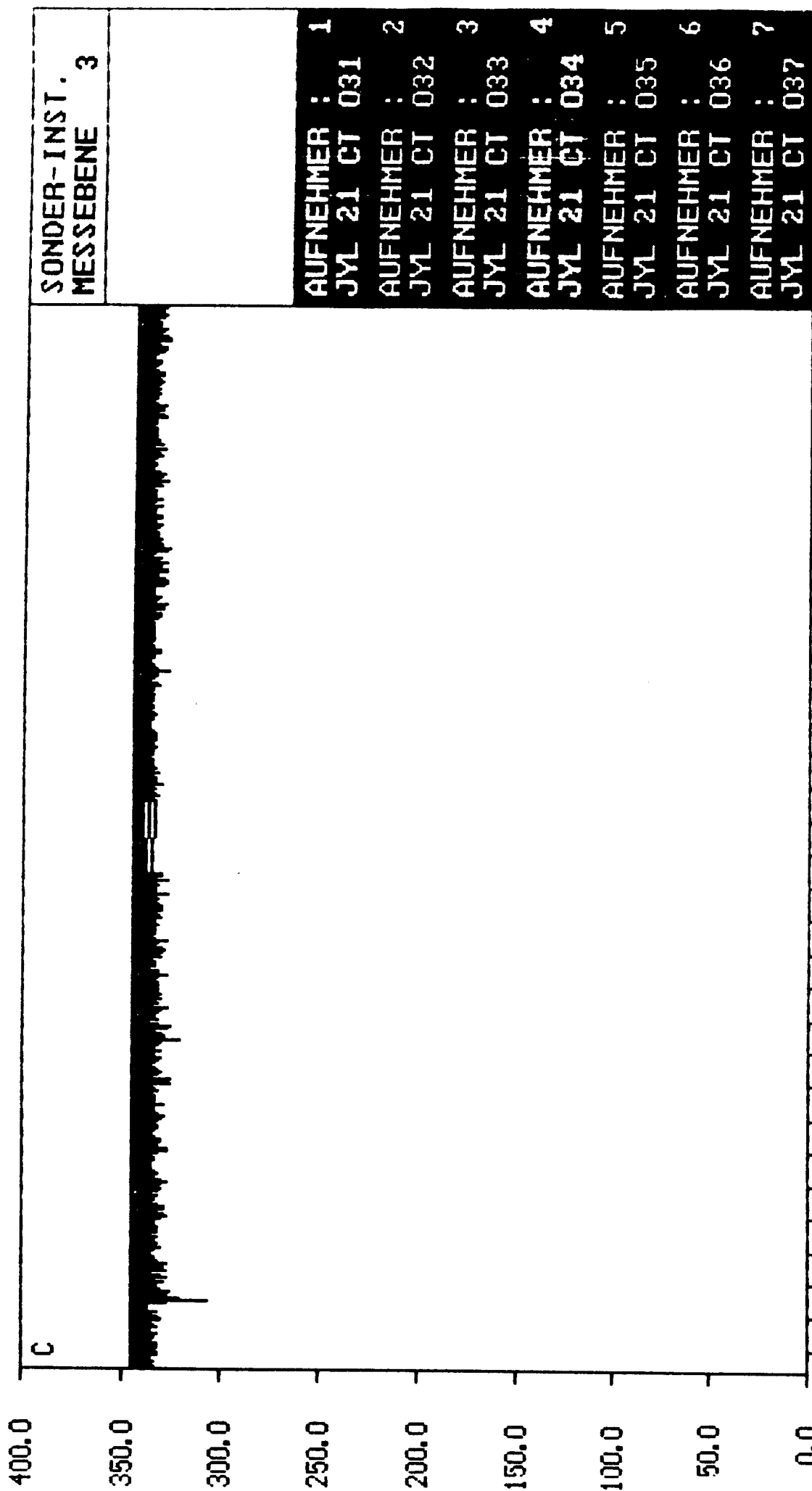
Temperaturverläufe am VAL/HKL-Stützen beim Abfahren vom 30.3.89 bis 31.3.89



Temperaturverläufe am Querschnitt des VAL/HKL-Stutzen
beim Anfahren vom 6.4.89 bis 10.4.89

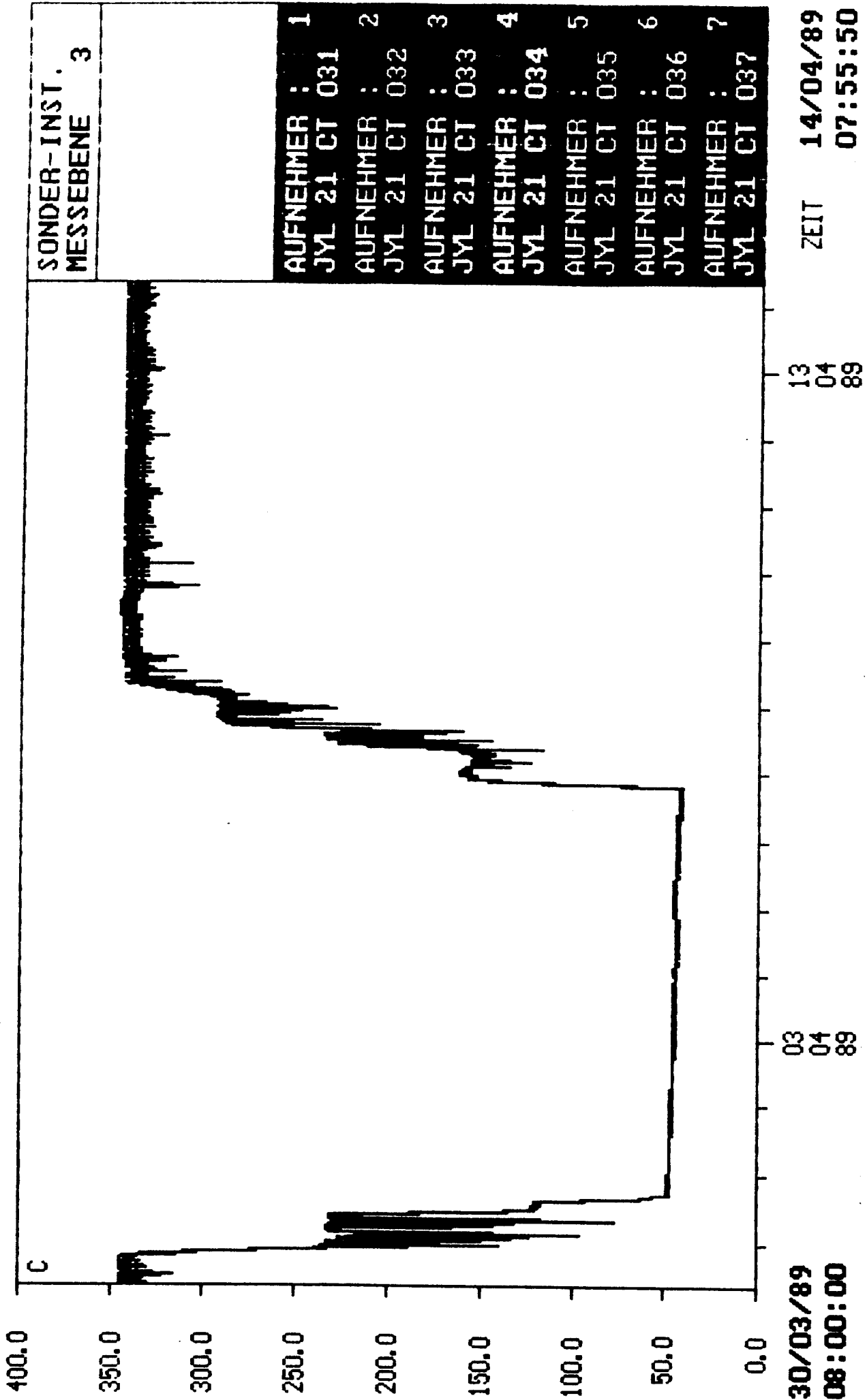




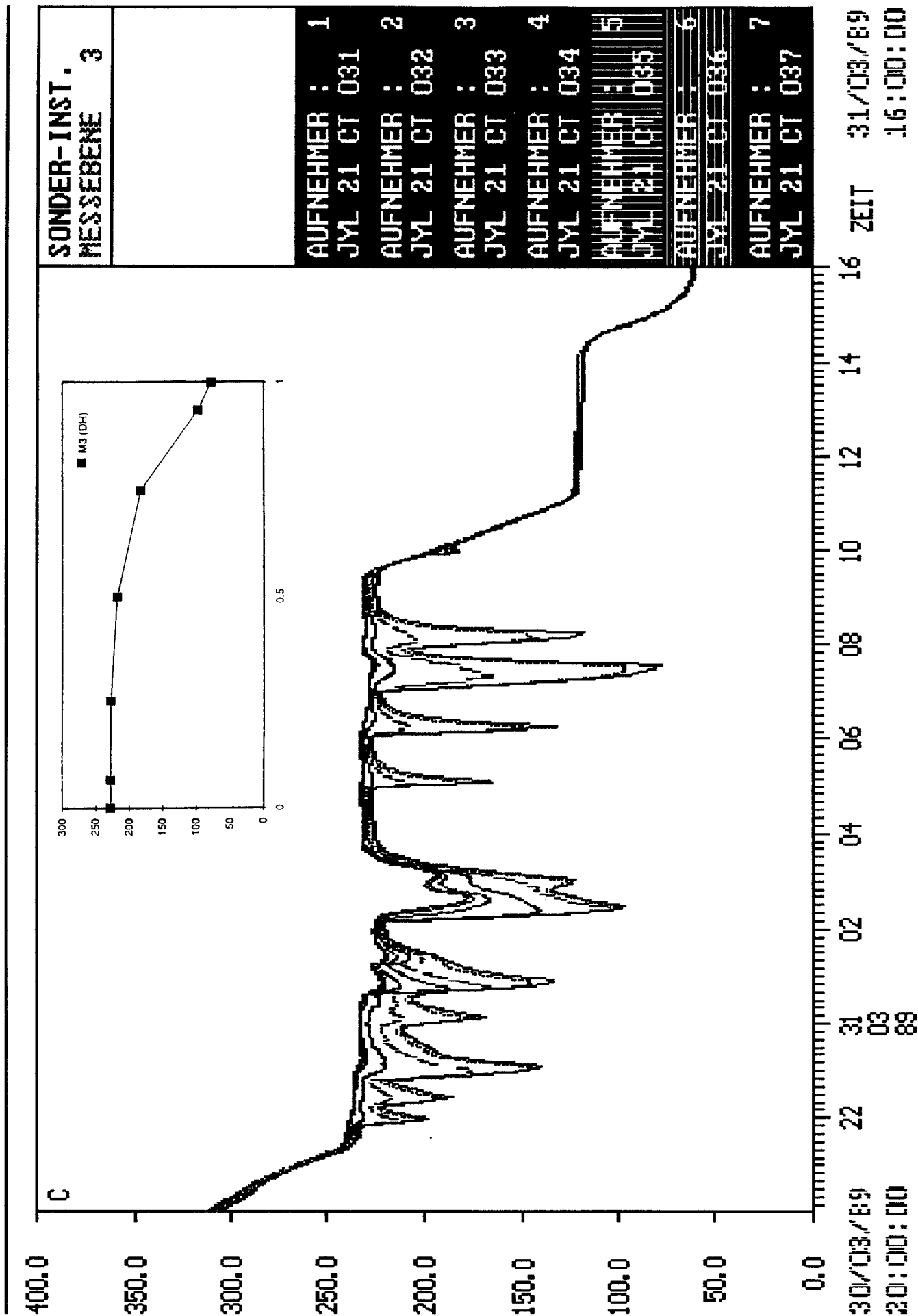


29/06/89 02:00:00 **12:00:00** **22:00:00**
08:00:00 **07:00:00** **08:00:00**
08:00:00 **07:00:00** **08:00:00**

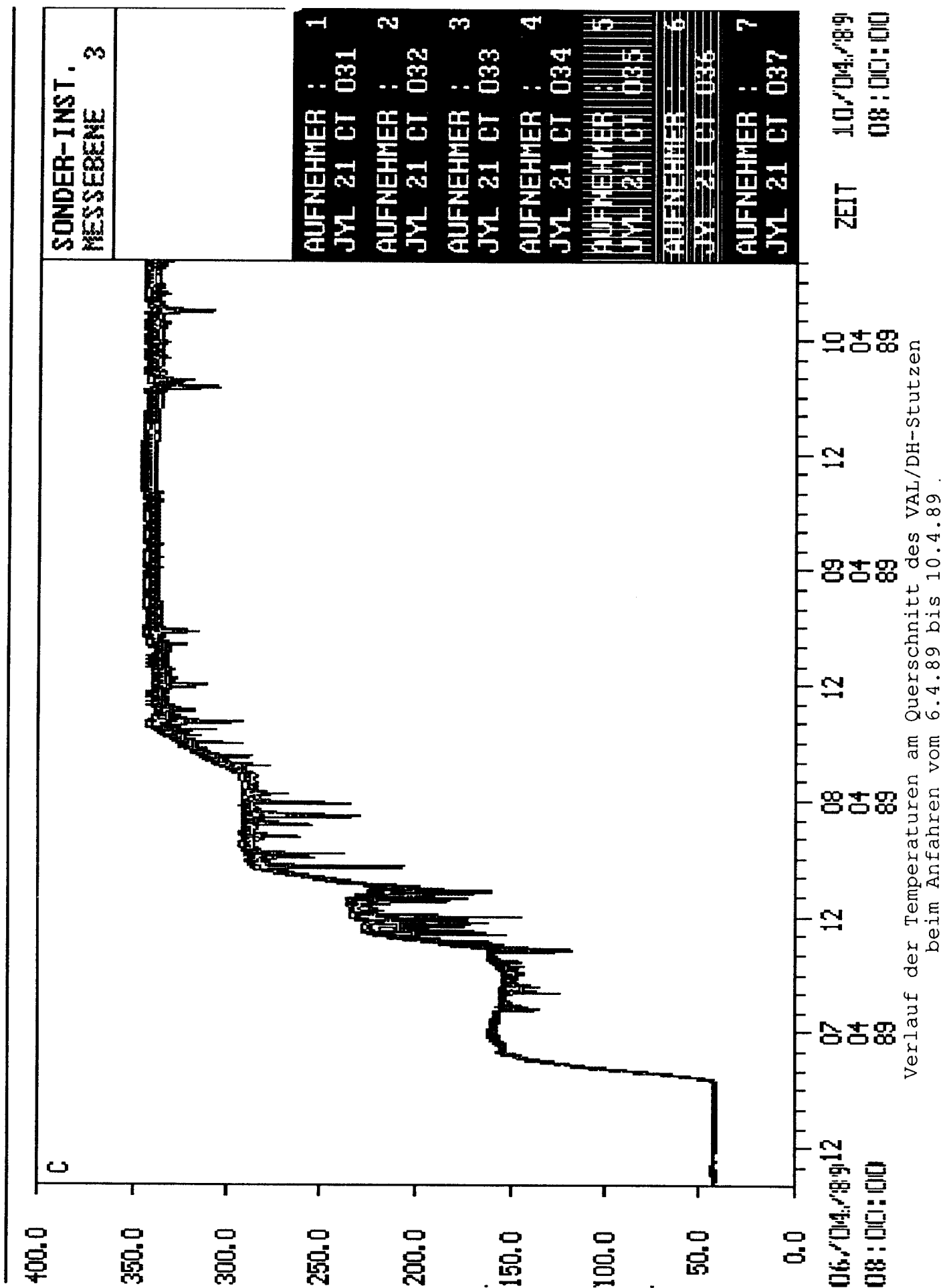
Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des VAL/DH-Stutzen vom 29.6.89 bis 31.7.89

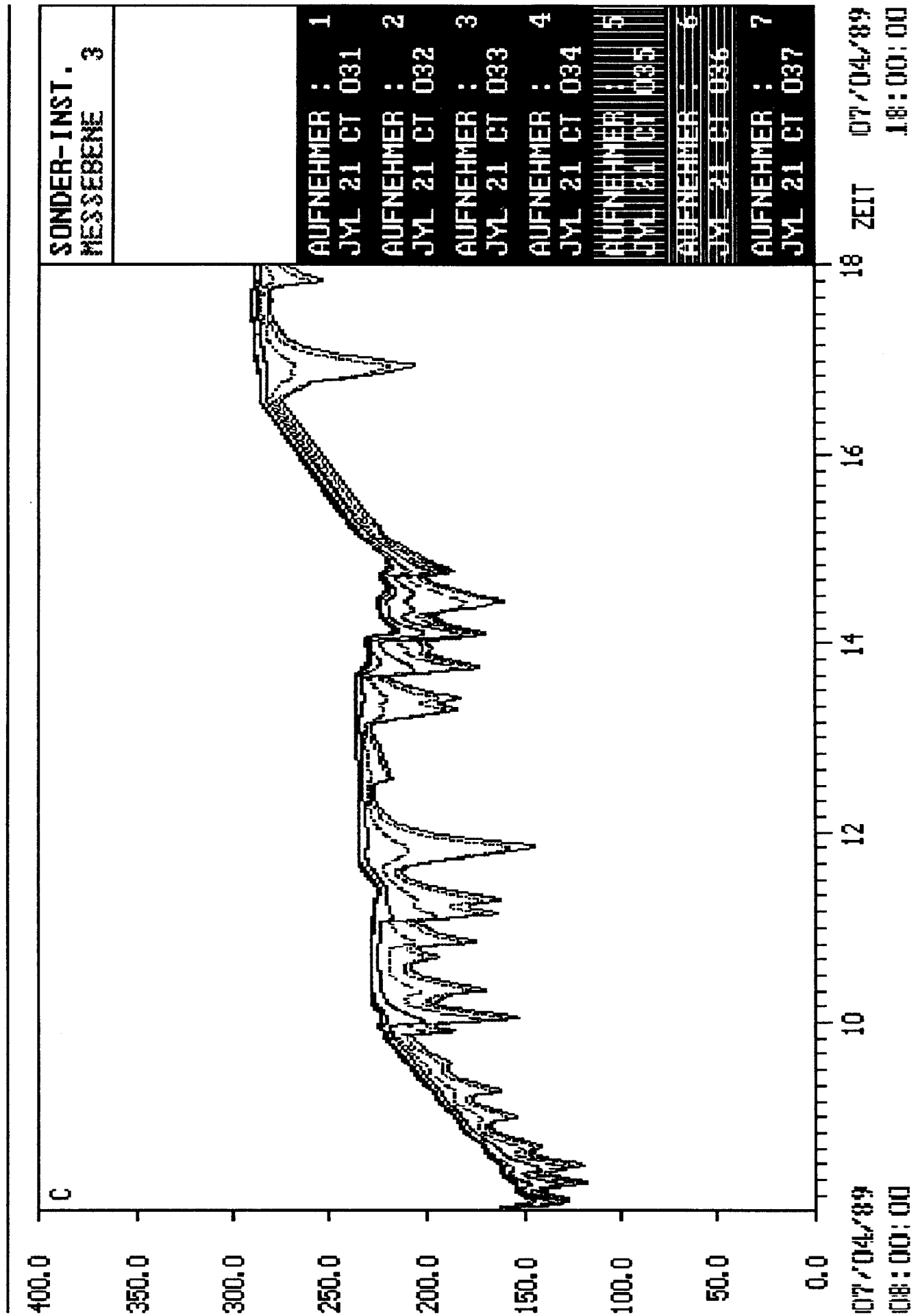


Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des VAL/DH-Stutzen
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89

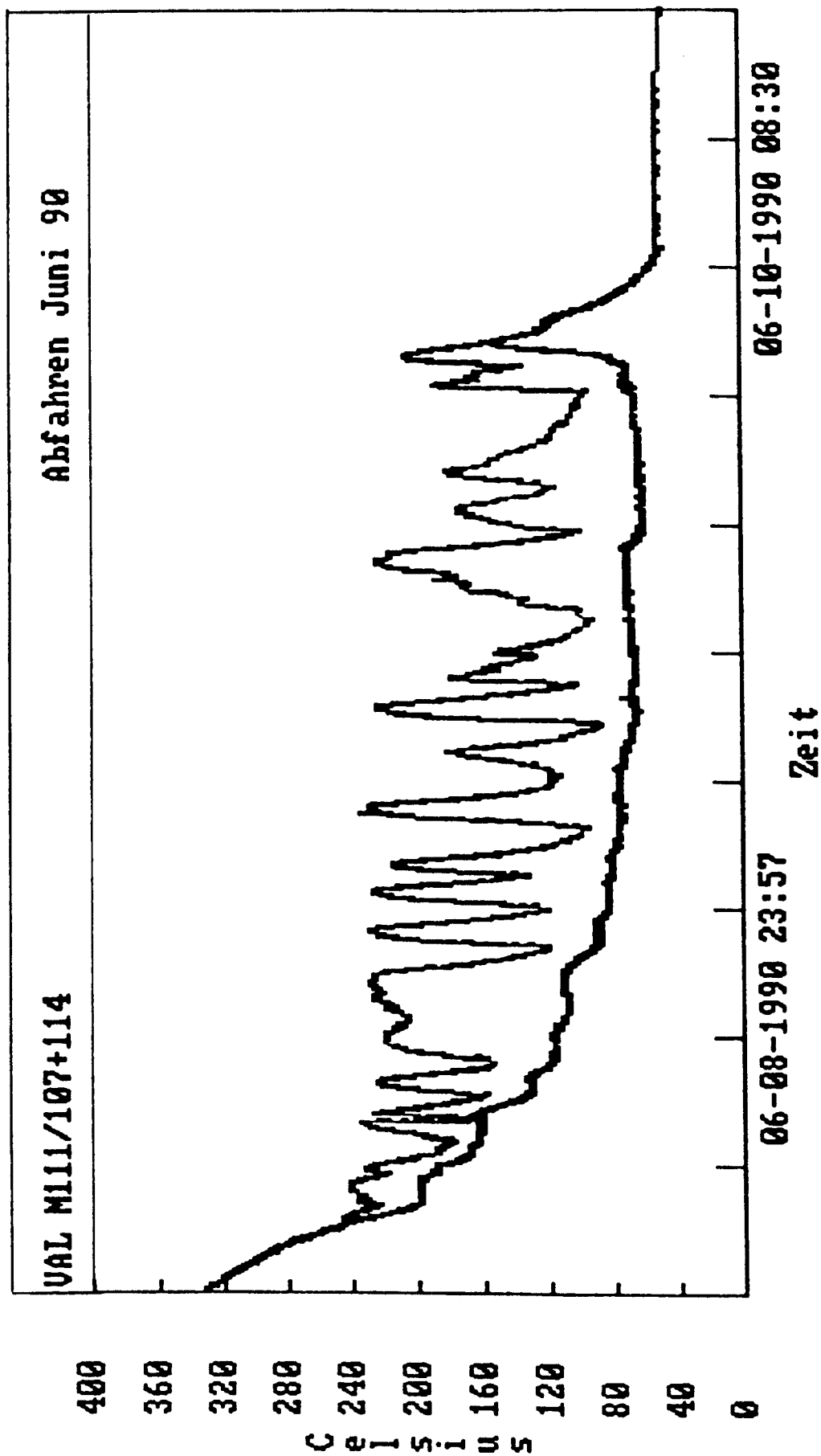


Verlauf der Temperaturen am VAL/DH-Stutzen vom 30.3.89 bis 31.3.89
 sowie Verteilung über den Querschnitt am 31.3.89 ca 7.20 Uhr

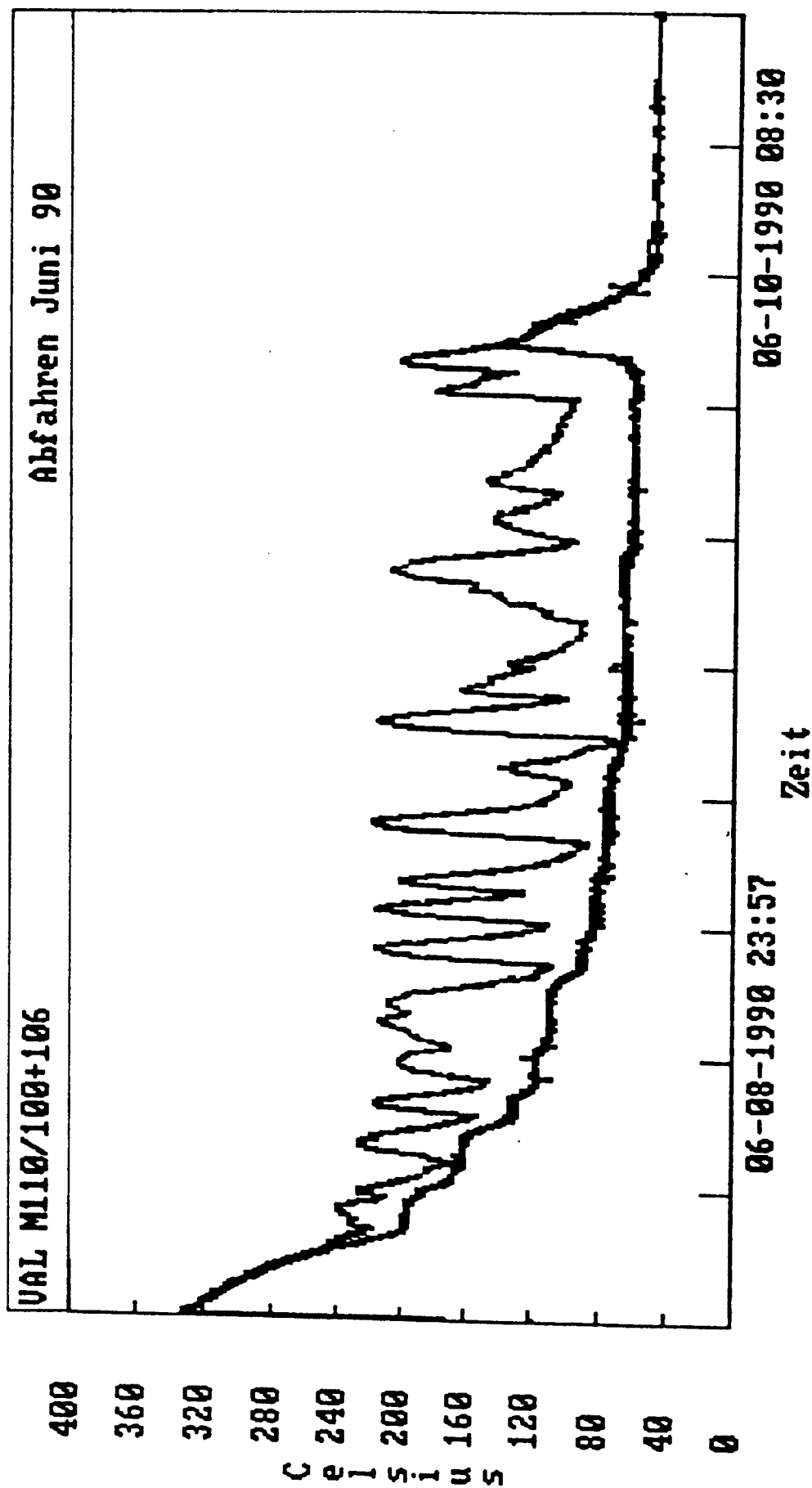




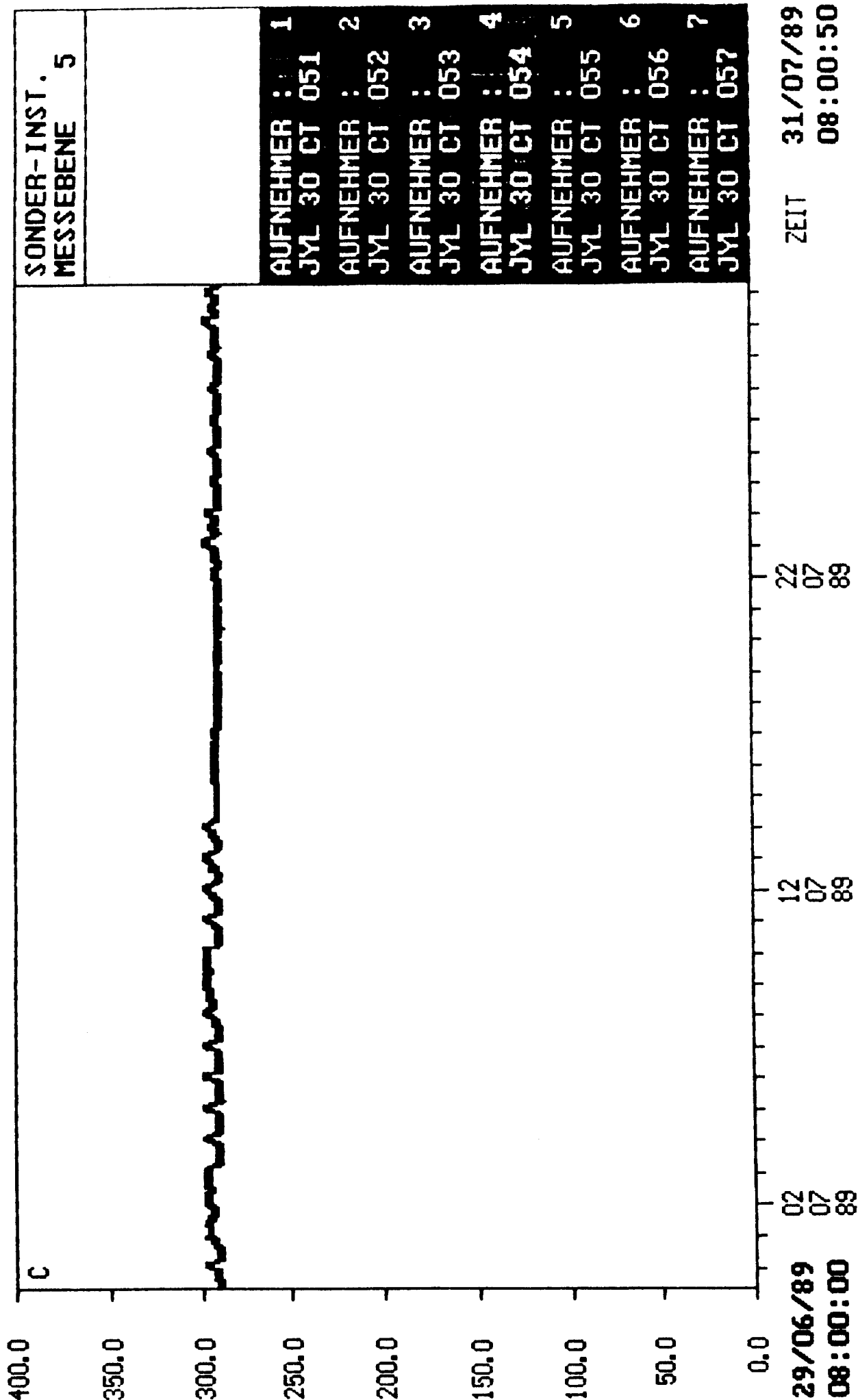
Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des VAL/DH-Stutzen
beim Anfahren am 7.4.89



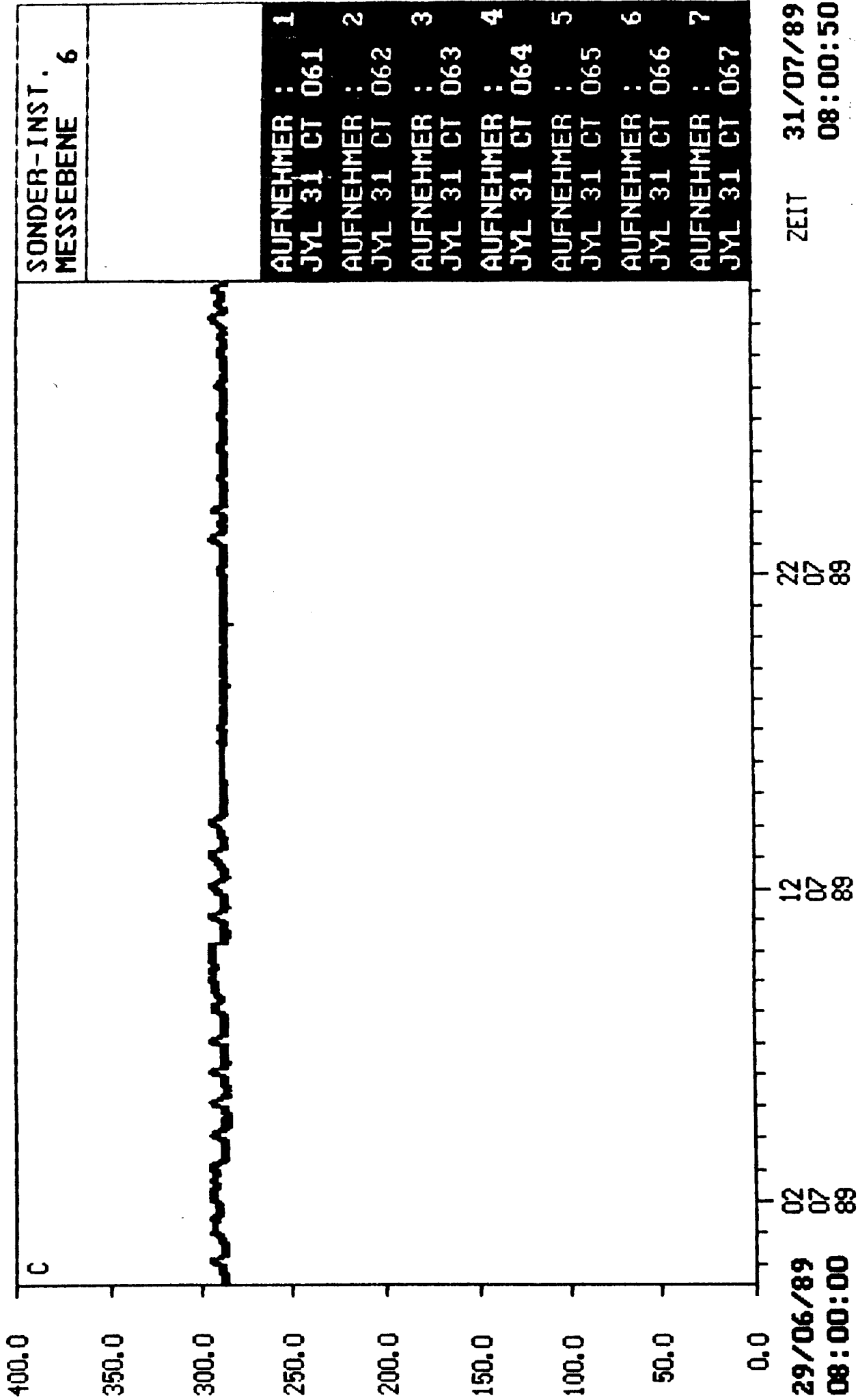
Abfahren zur Revision am 08.06.90 , oberer und unterer Scheitel
der Meßebeine 111 (siehe Beilage 5)



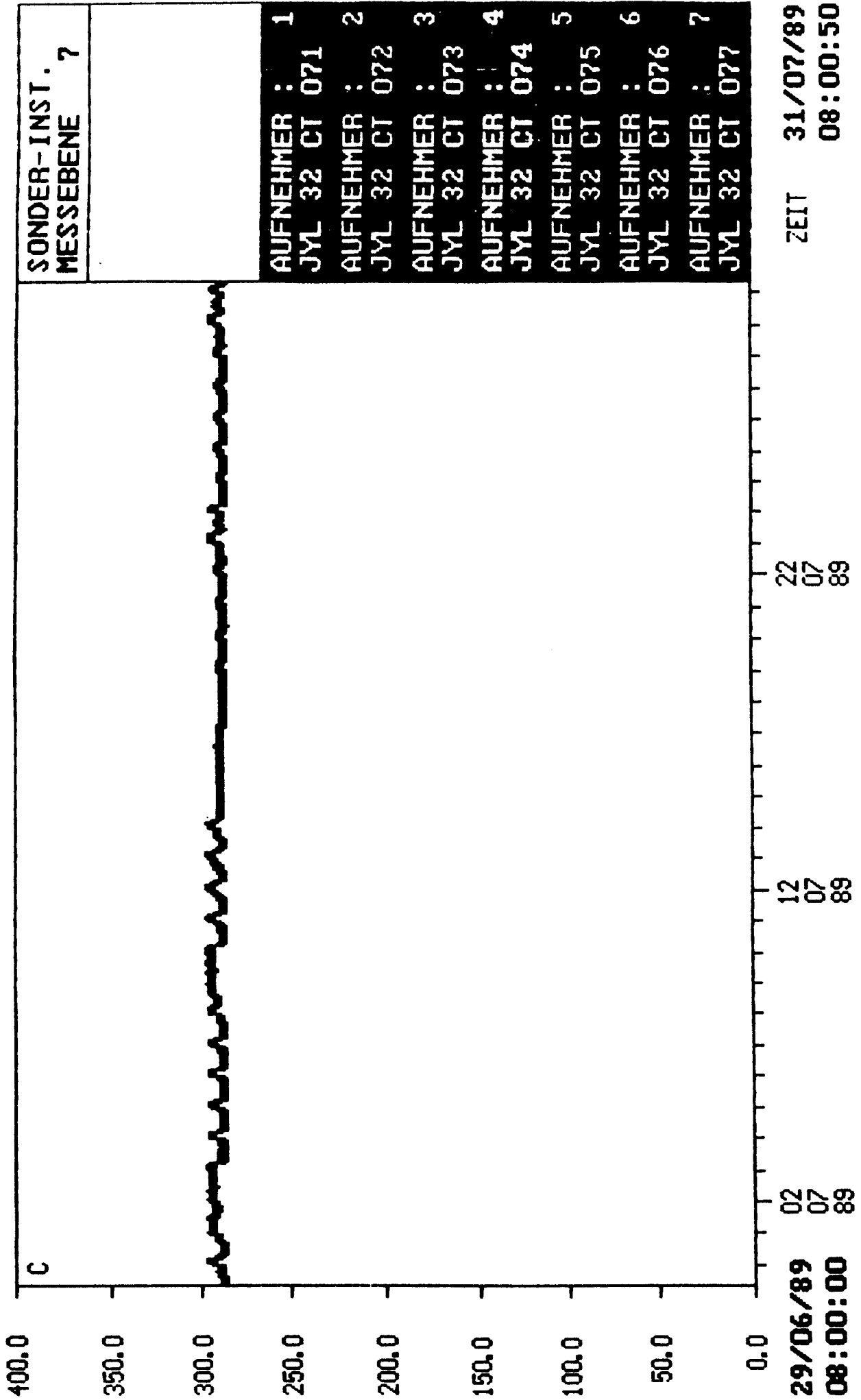
Abfahren zur Revision am 08.06.90 , oberer und unterer Scheitel
der Meßebene 110 (siehe Beilage 5)



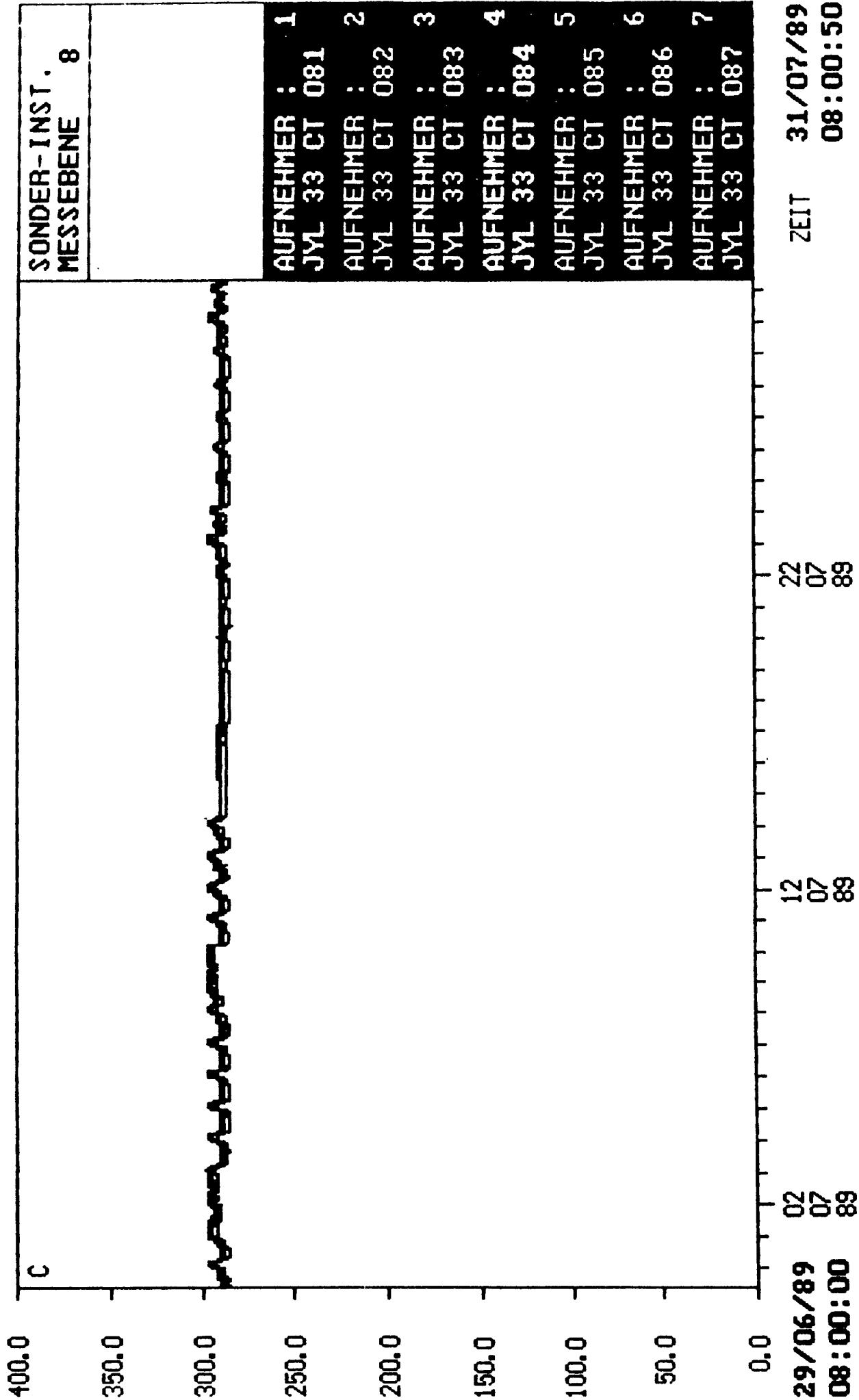
Verlauf der Temperaturen am JNA/HKL-Stutzen Loop 10
 vom 29.6.89 bis 31.7.89



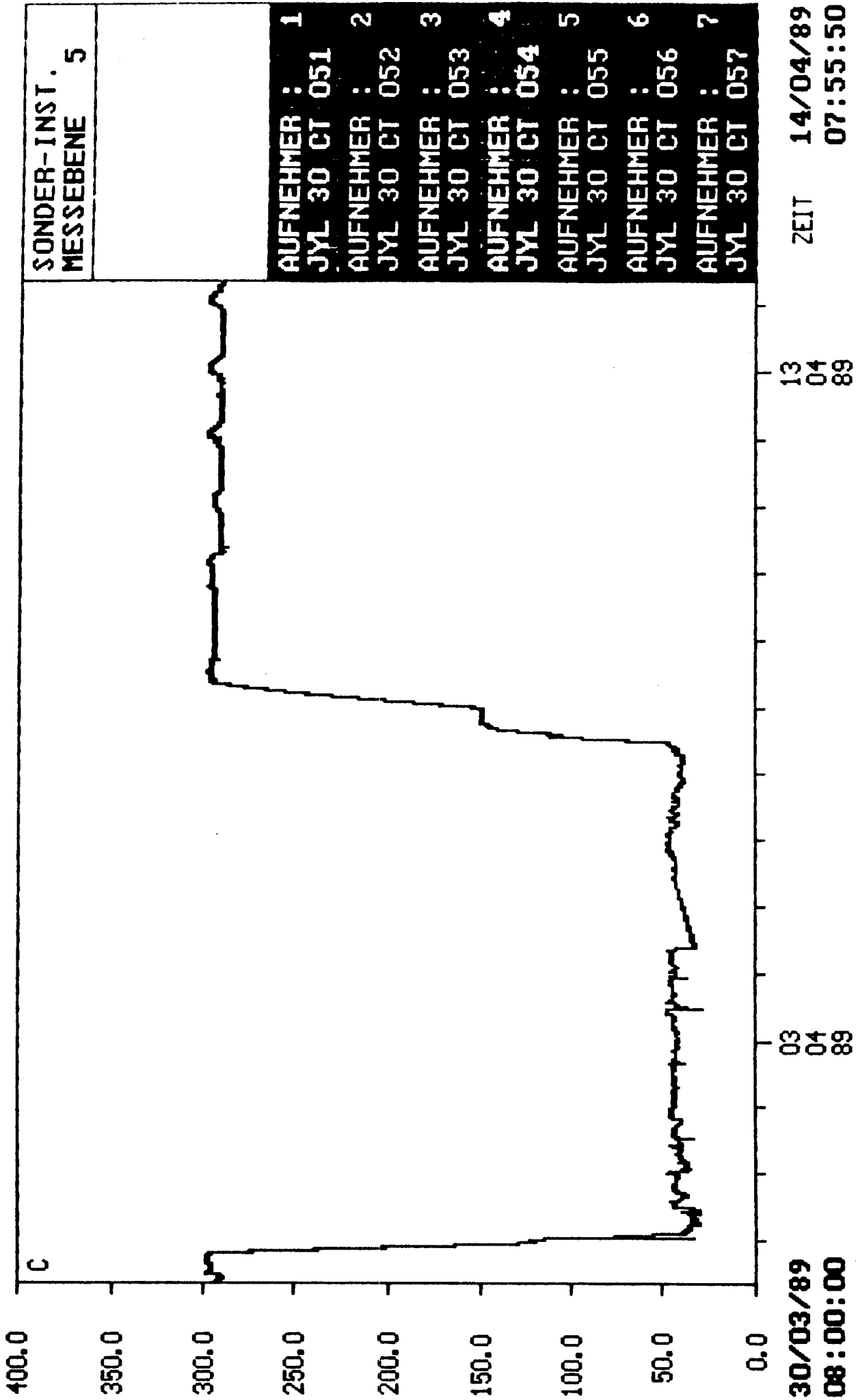
Verlauf der Temperaturen am JNA/HKL-Stutzen Loop 20
vom 29.6.89 bis 31.7.89



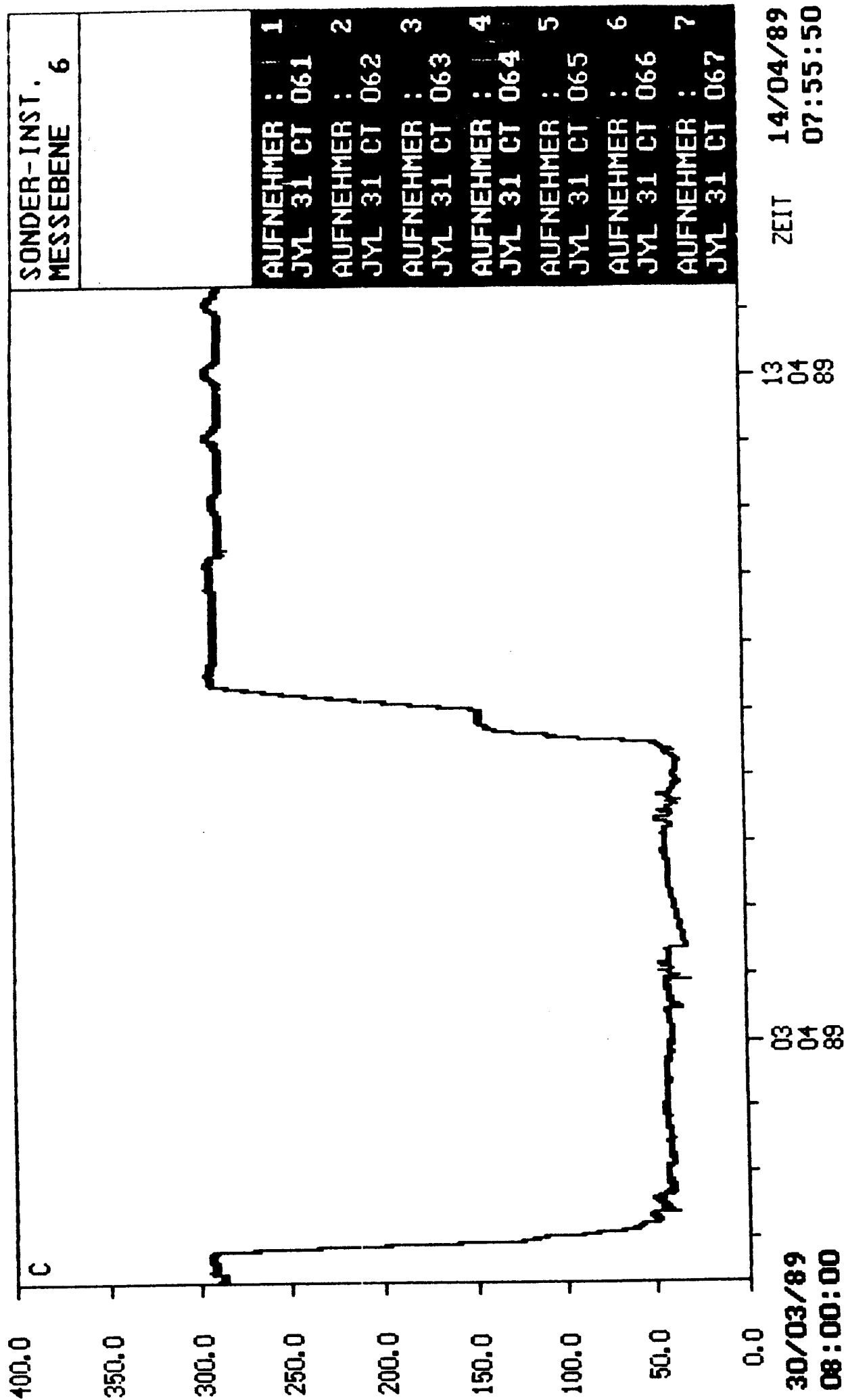
Verlauf der Temperaturen am JNA/HKL-Stutzen Loop 30
vom 29.6.89 bis 31.7.89



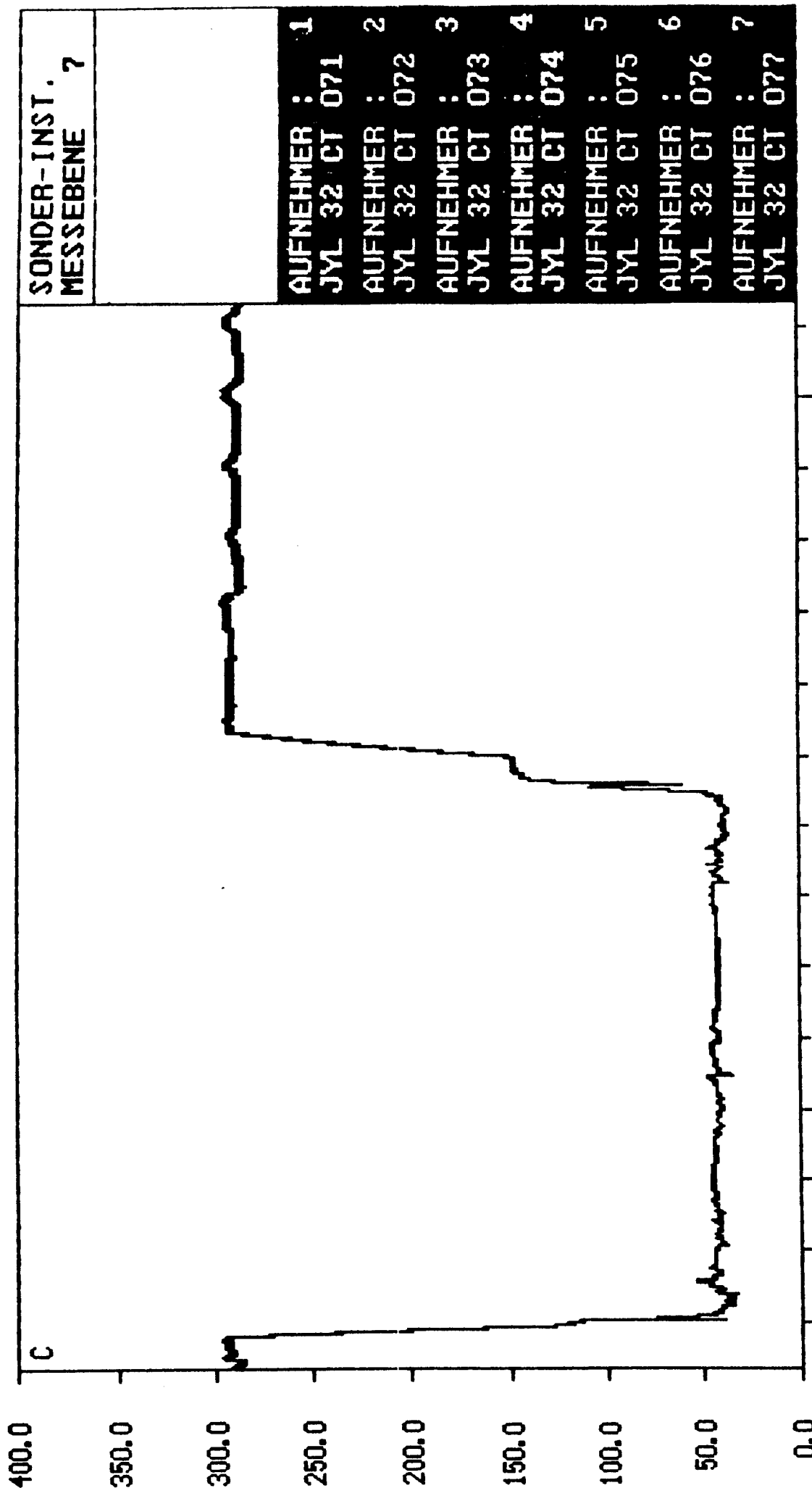
Verlauf der Temperaturen am JNA/HKL-Stutzen Loop 40
vom 29.6.89 bis 31.7.89



Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stutzen Loop 10
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stutzen Loop 20
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



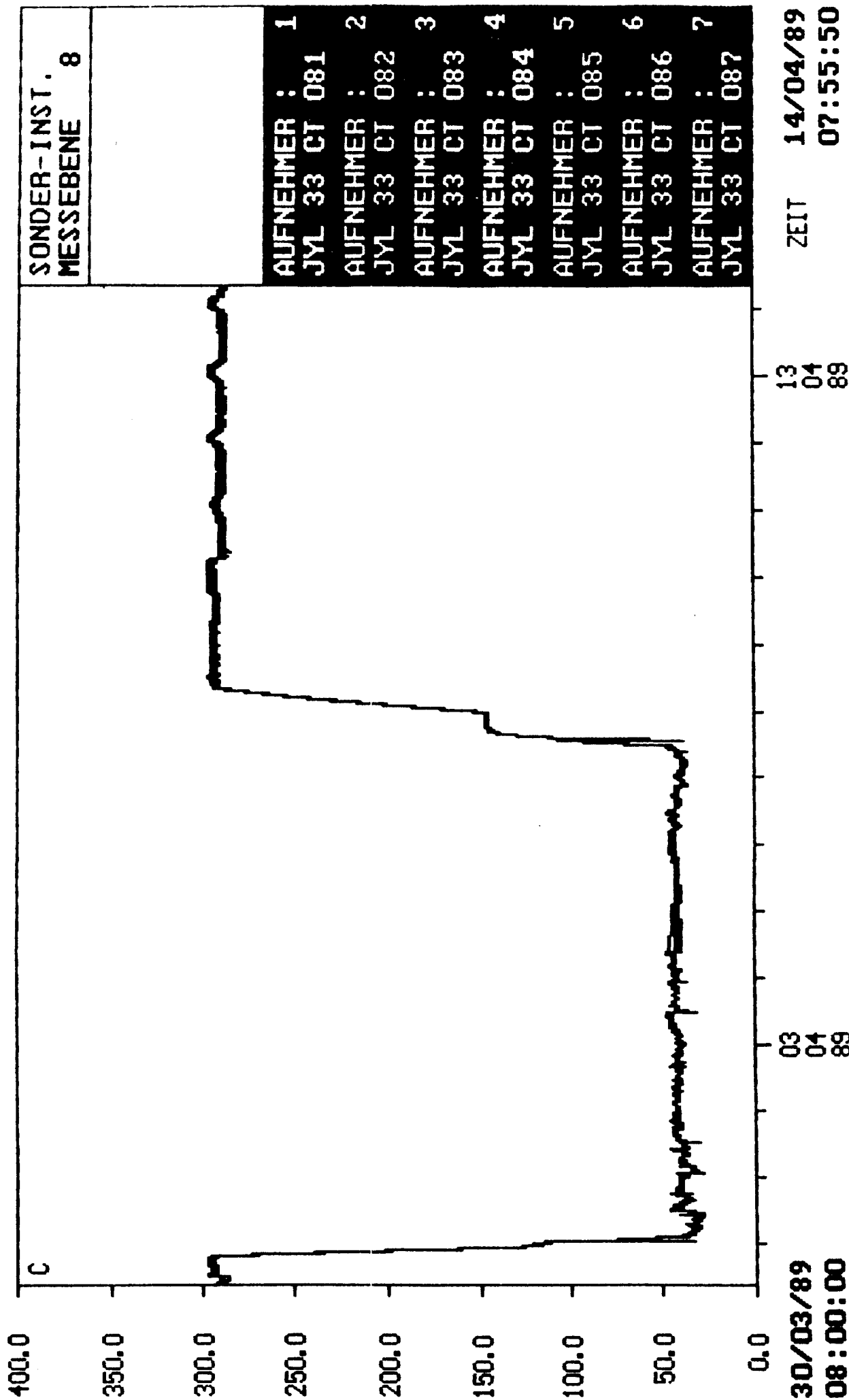
13
04
89

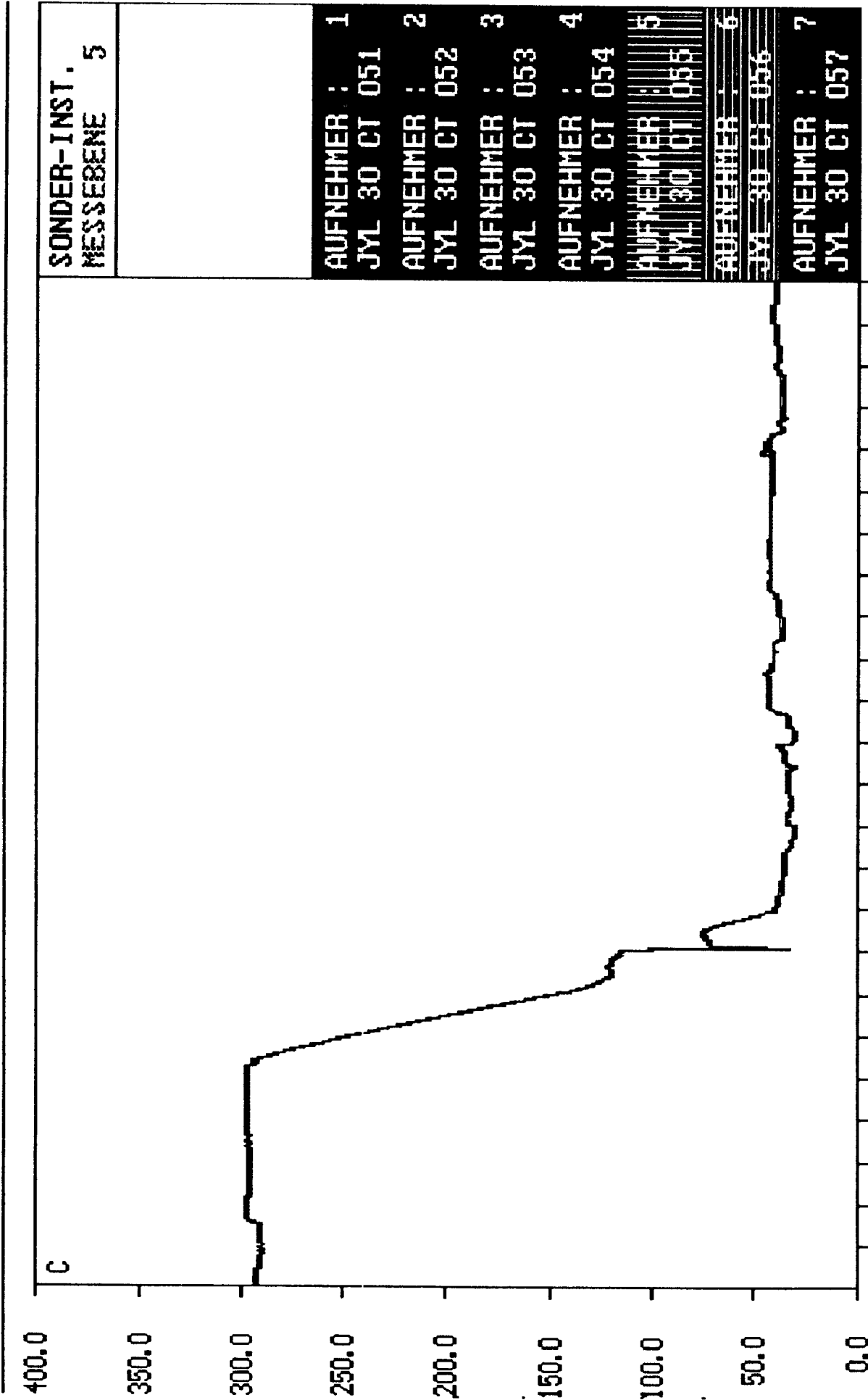
03
04
89

30/03/89
08:00:00

ZEIT 14/04/89
07:55:50

Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stutzen Loop 30
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89





ZEIT 01/04/89 08:00:00

01 04 89

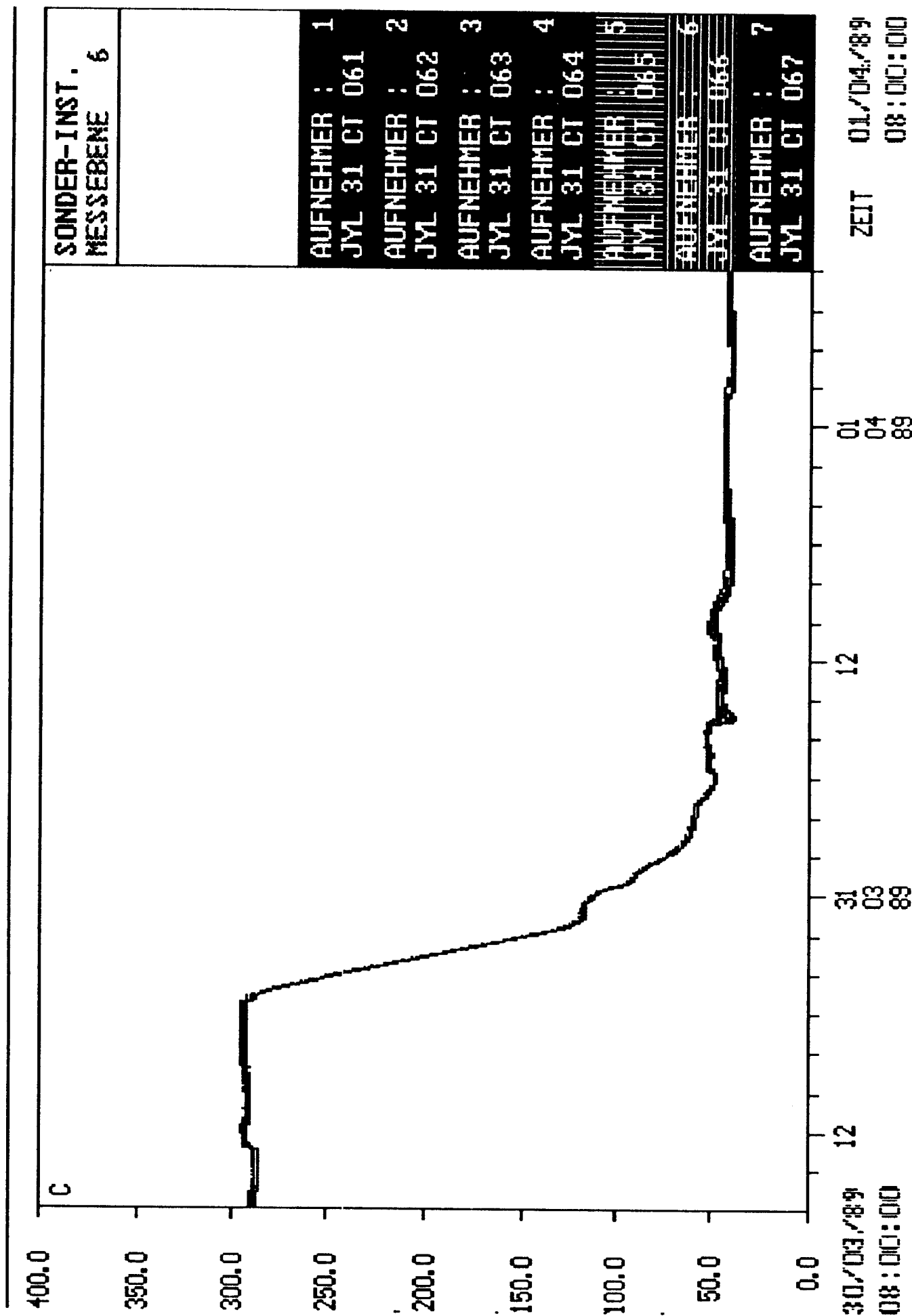
12

31 03 89

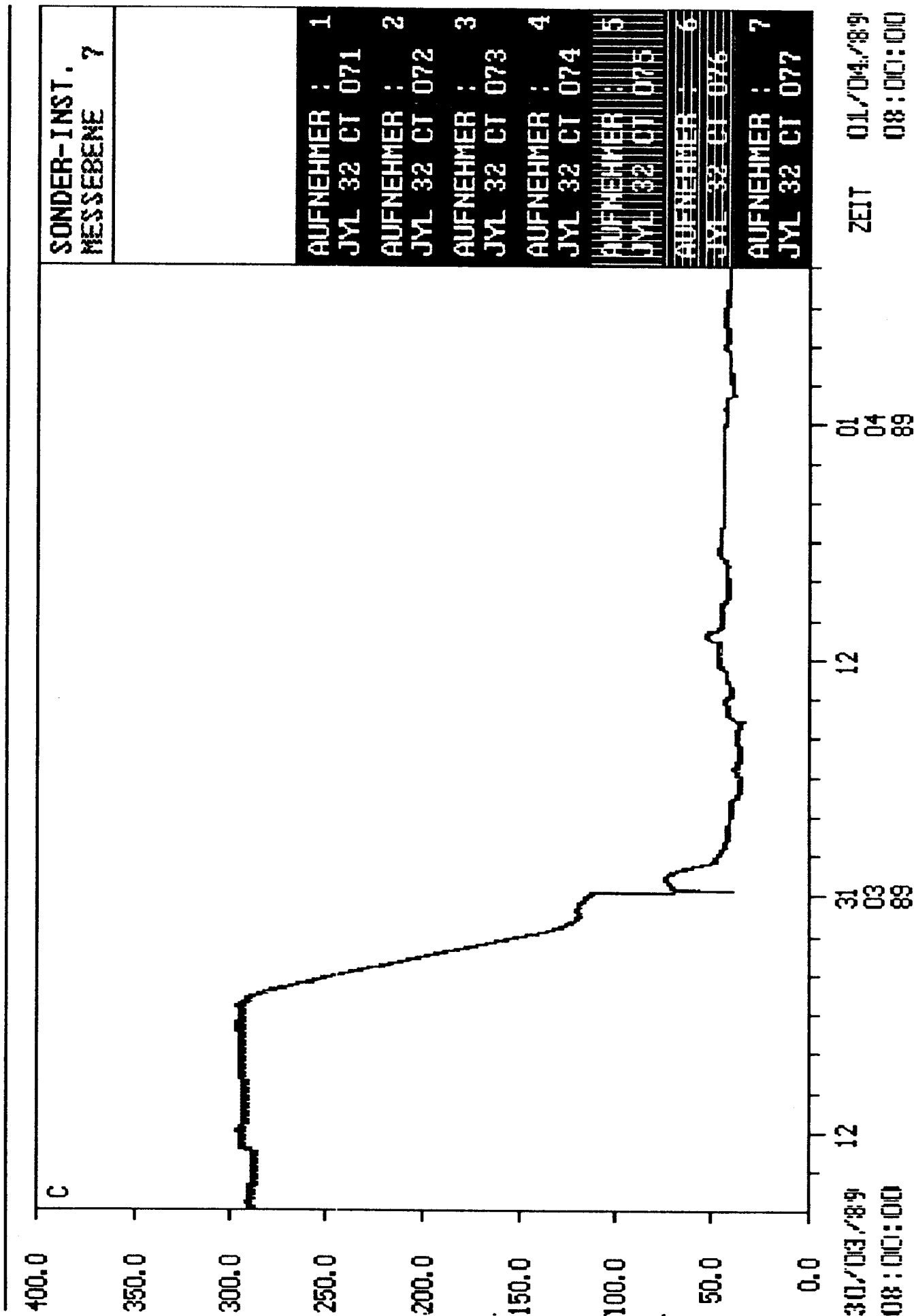
12

30/03/89 08:00:00

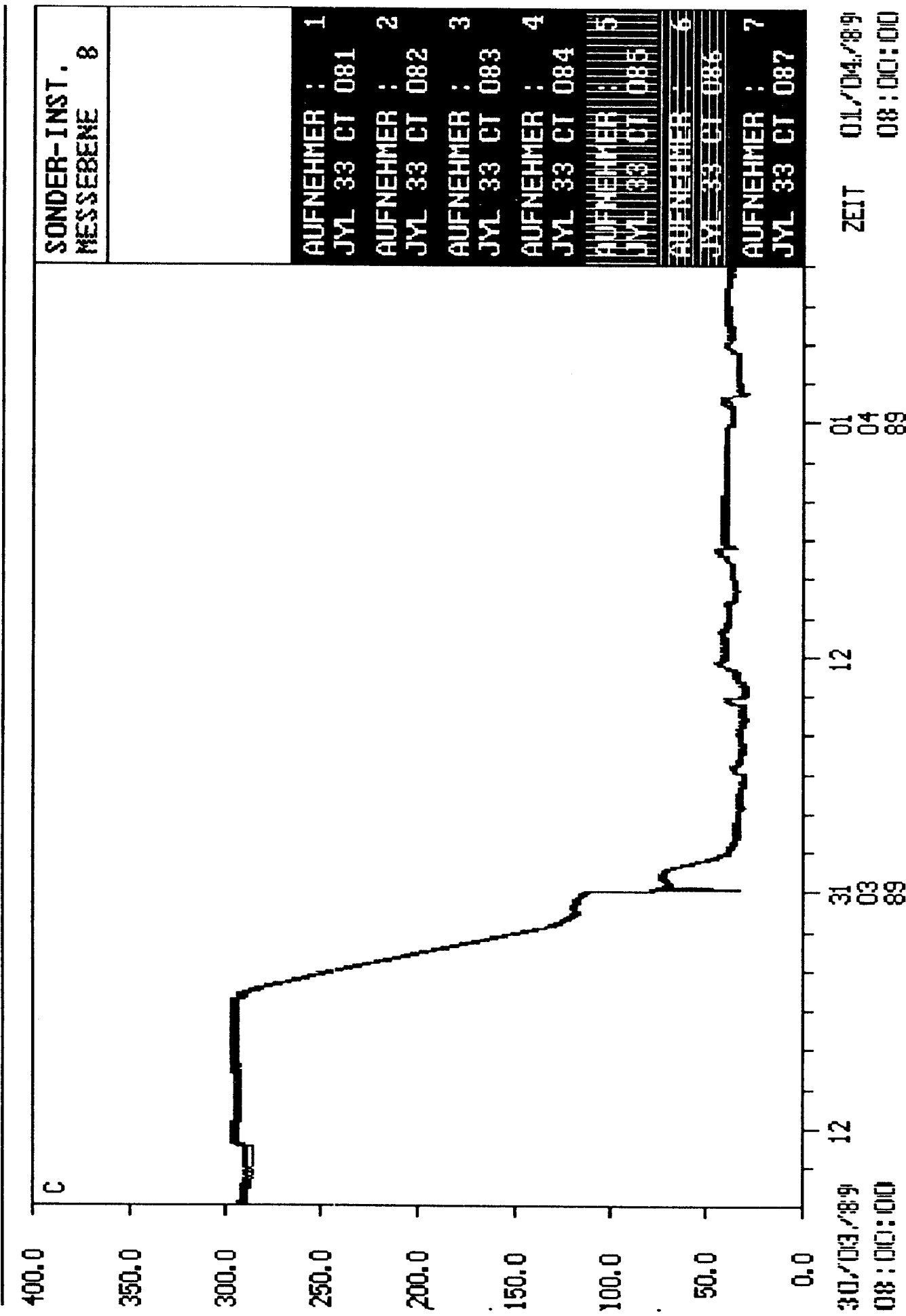
Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stutzen Loop 10 beim Abfahren vom 30.3.89 bis 1.4.89

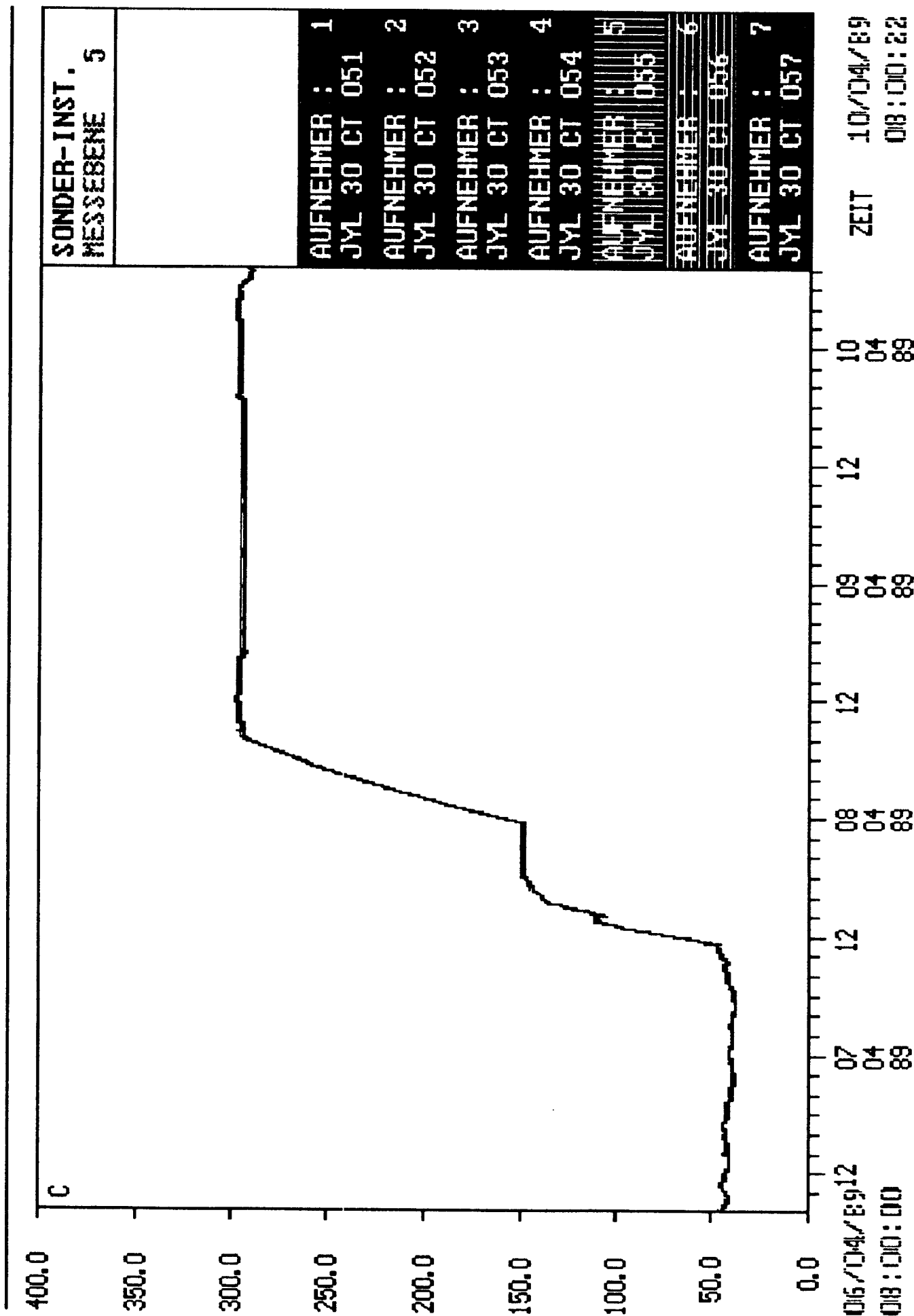


Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stutzen Loop 20
beim Abfahren vom 30.3.89 bis 1.4.89

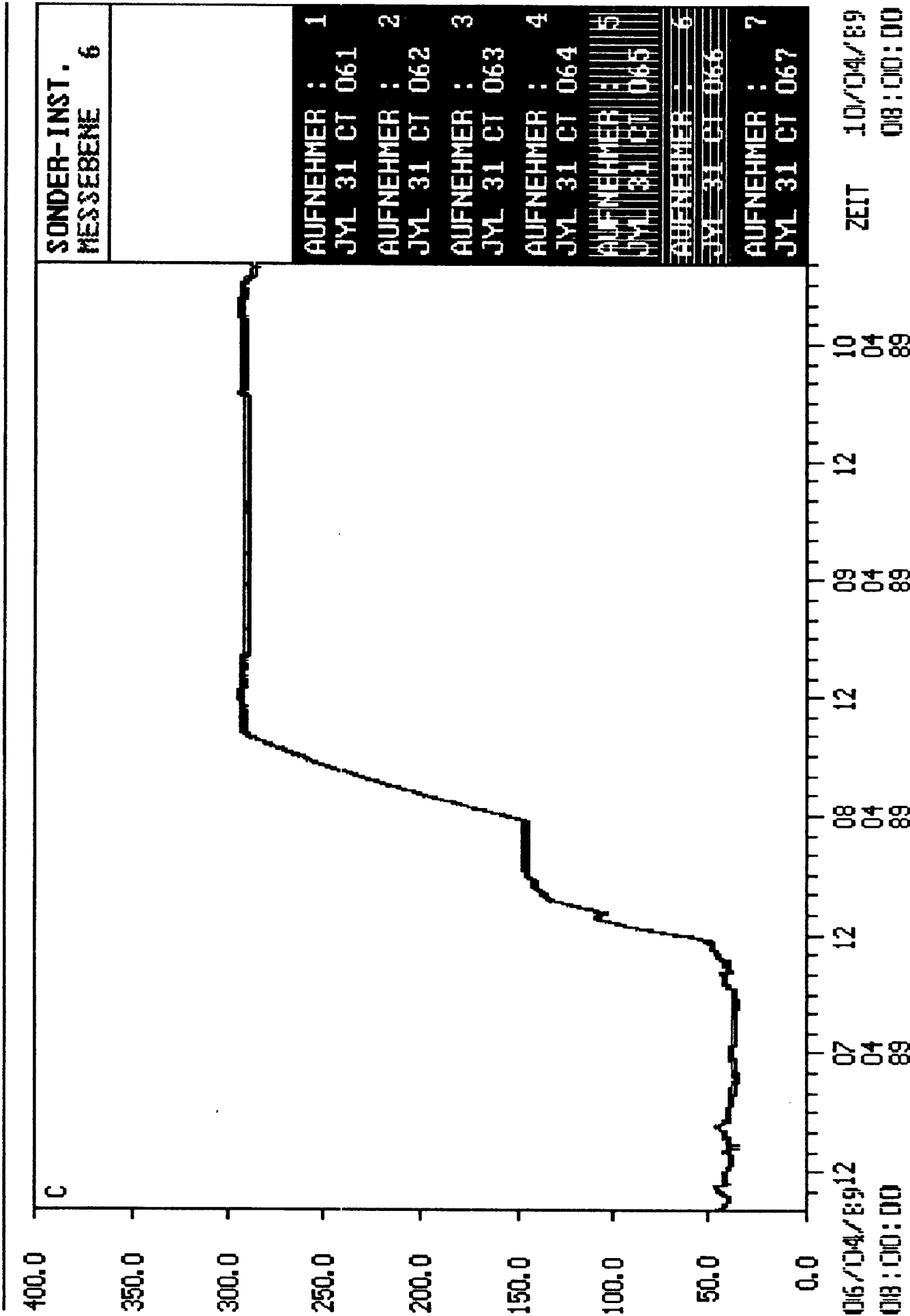


Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stützen Loop 30
beim Abfahren vom 30.3.89 bis 1.4.89

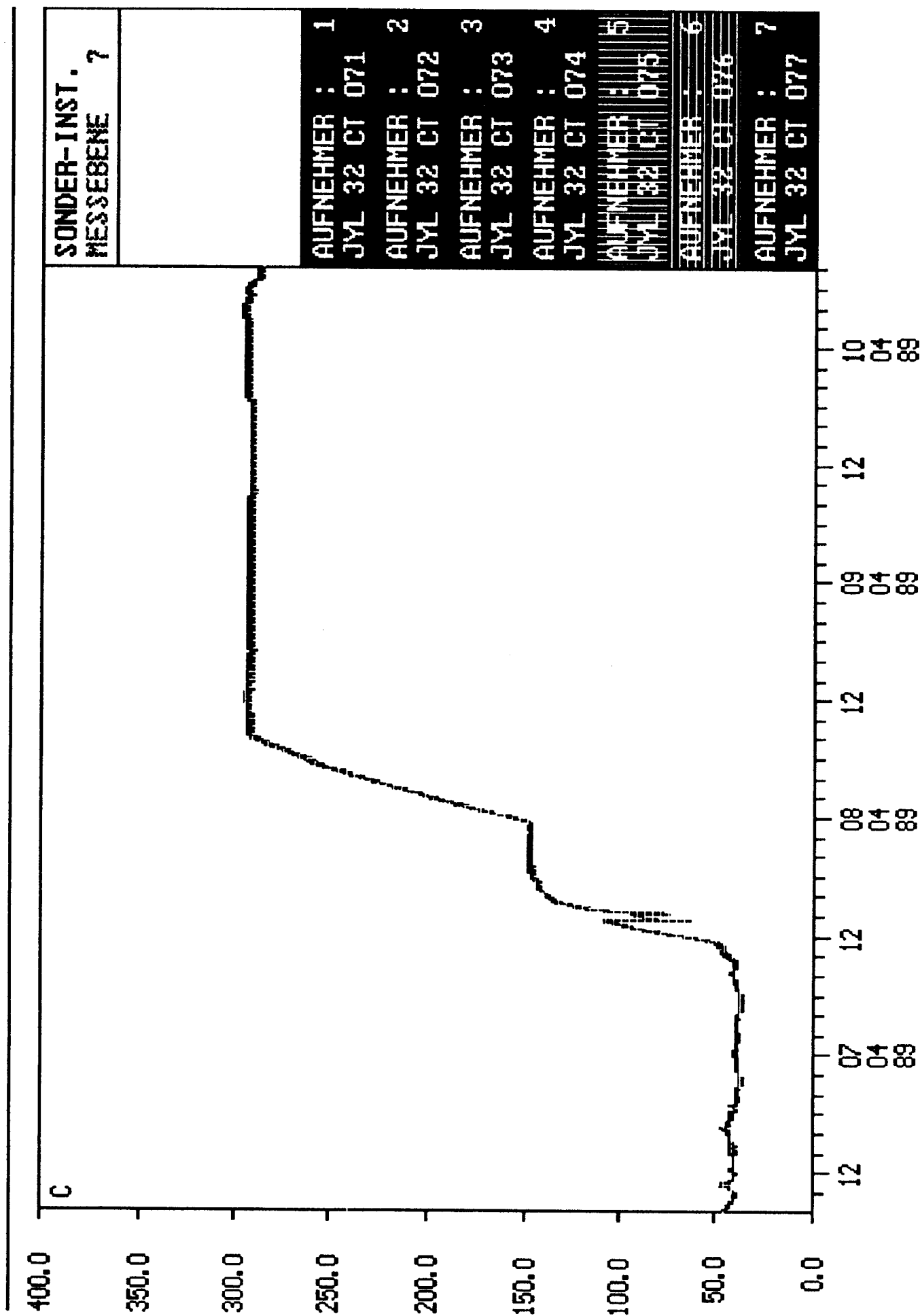




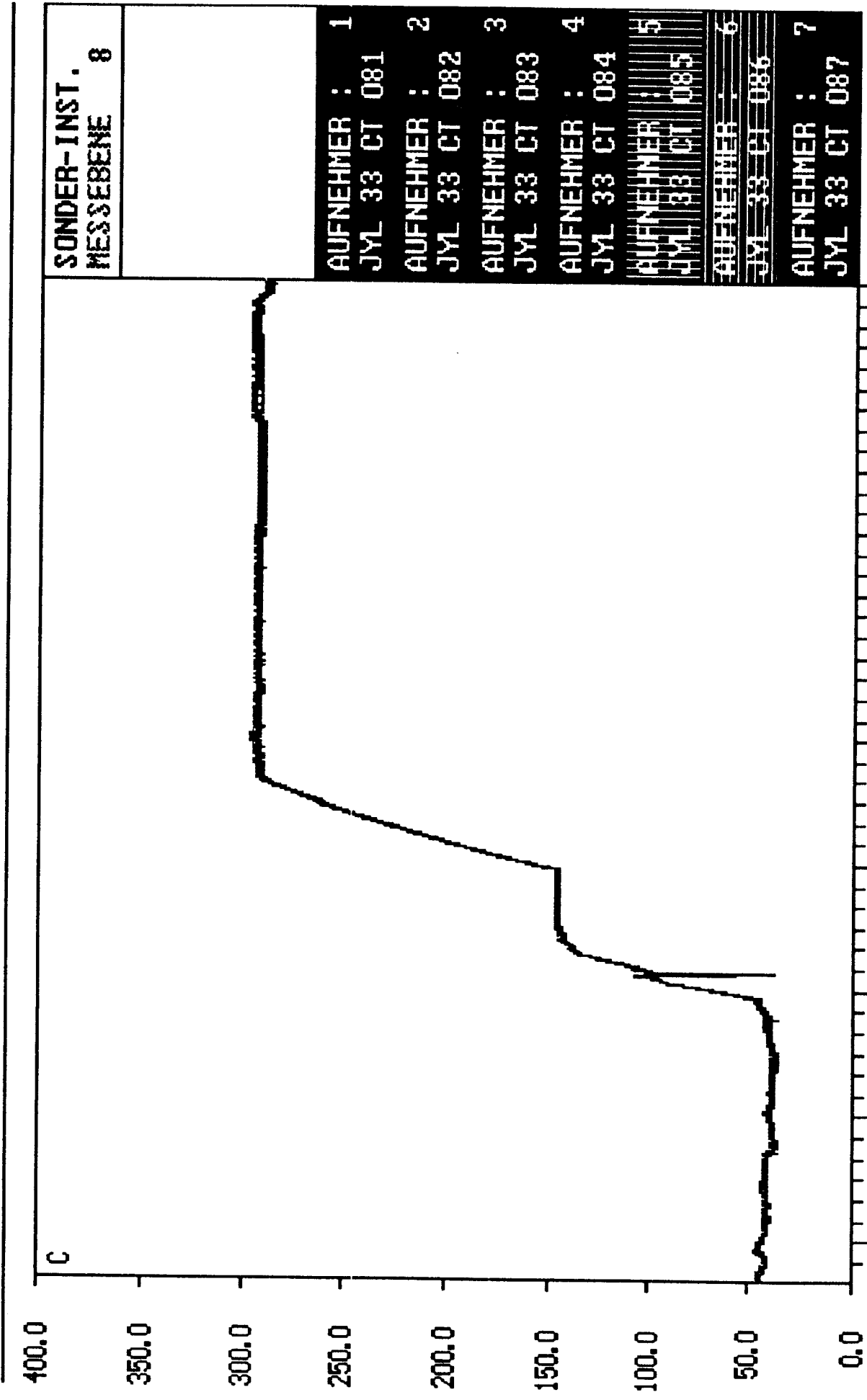
Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stützen Loop 10
beim Anfahren vom 6.4.89 bis 10.4.89



Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stützen Loop 20
beim Anfahren vom 6.4.89 bis 10.4.89



Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stutzen Loop 30
beim Anfahren vom 6.4.89 bis 10.4.89

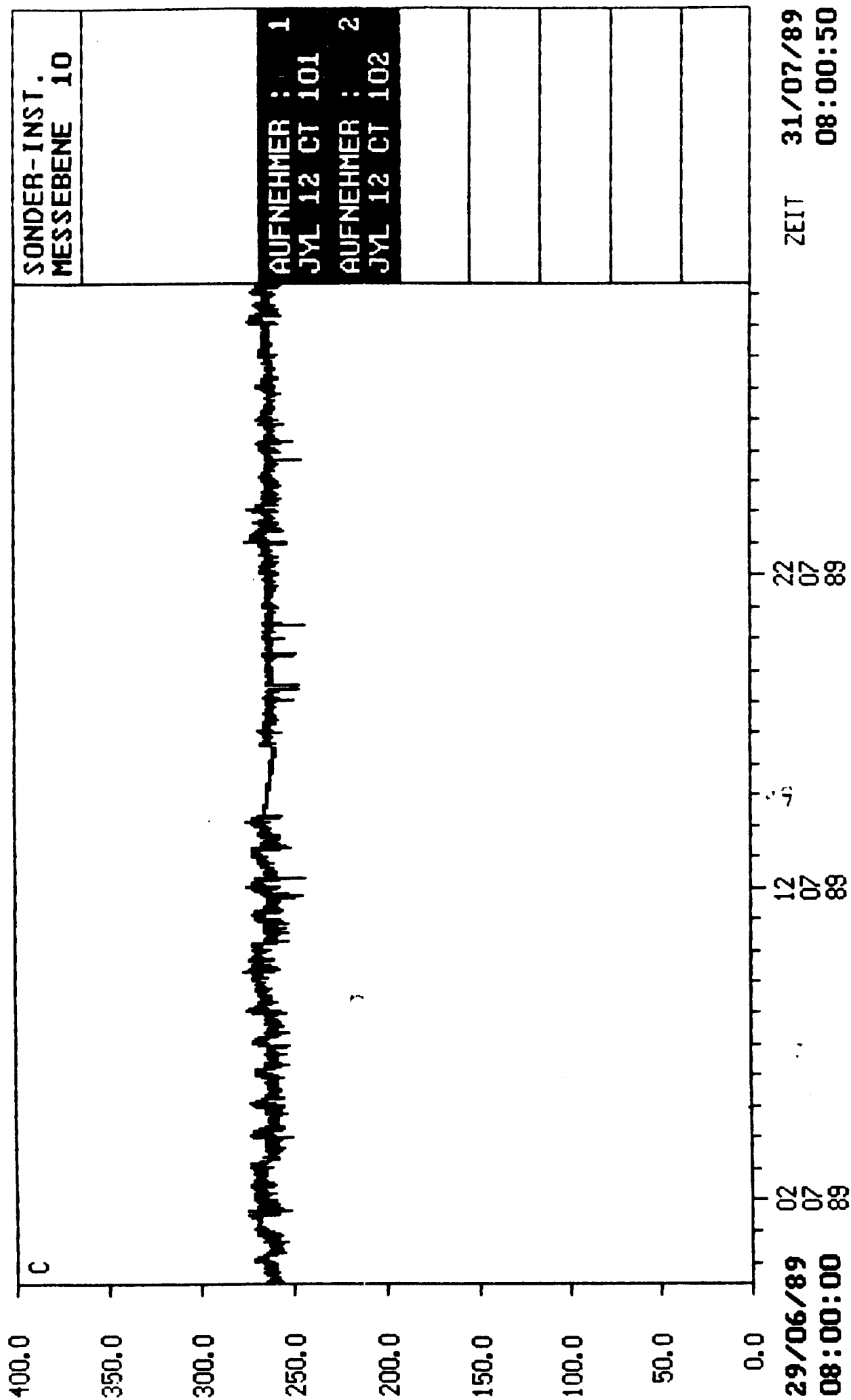


06/04/89 12 07 12 08 12 09 10
04 04 04 04 04 04 04
89 89 89 89 89 89 89

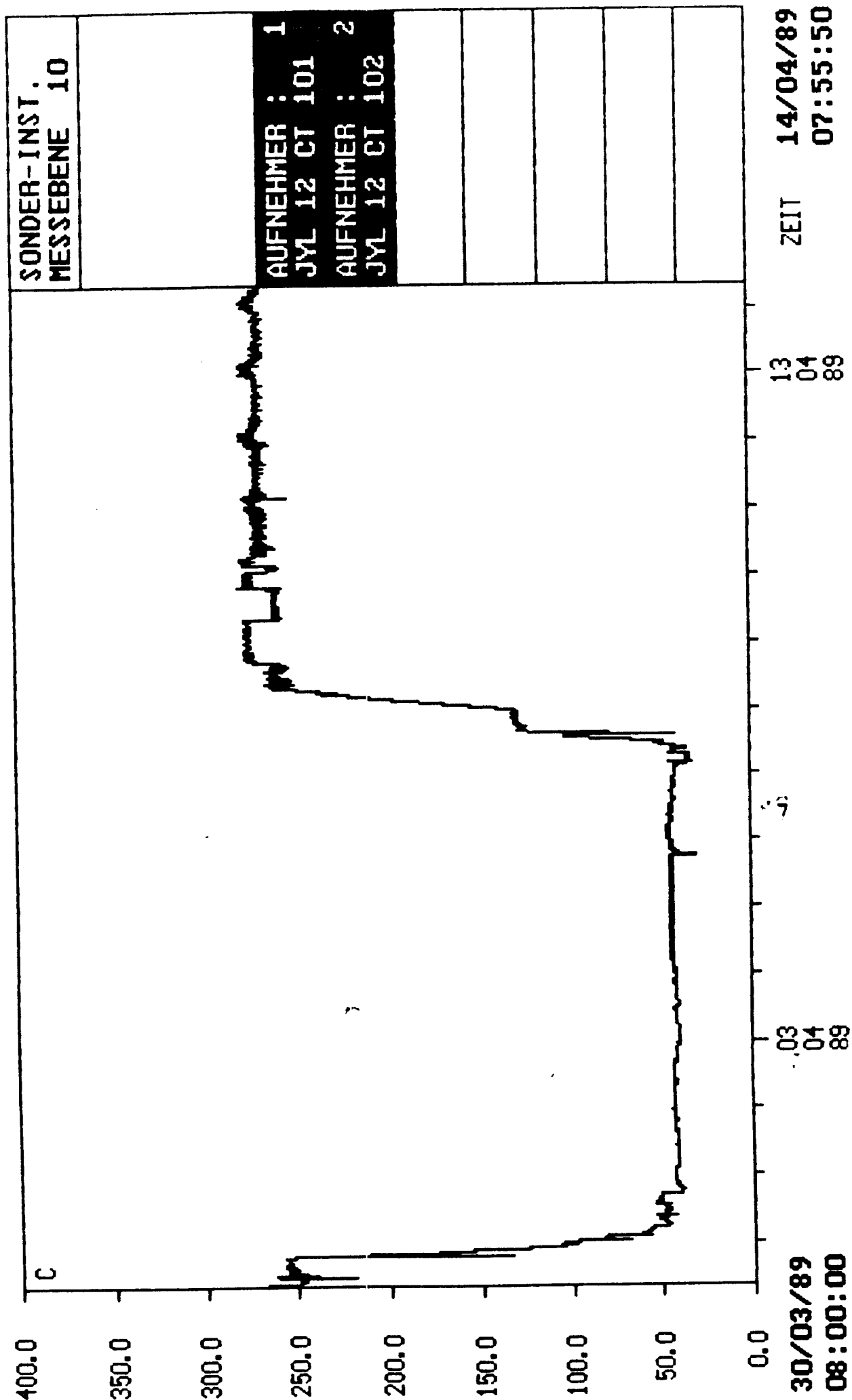
08:00:00

ZEIT 10/04/89
08:00:00

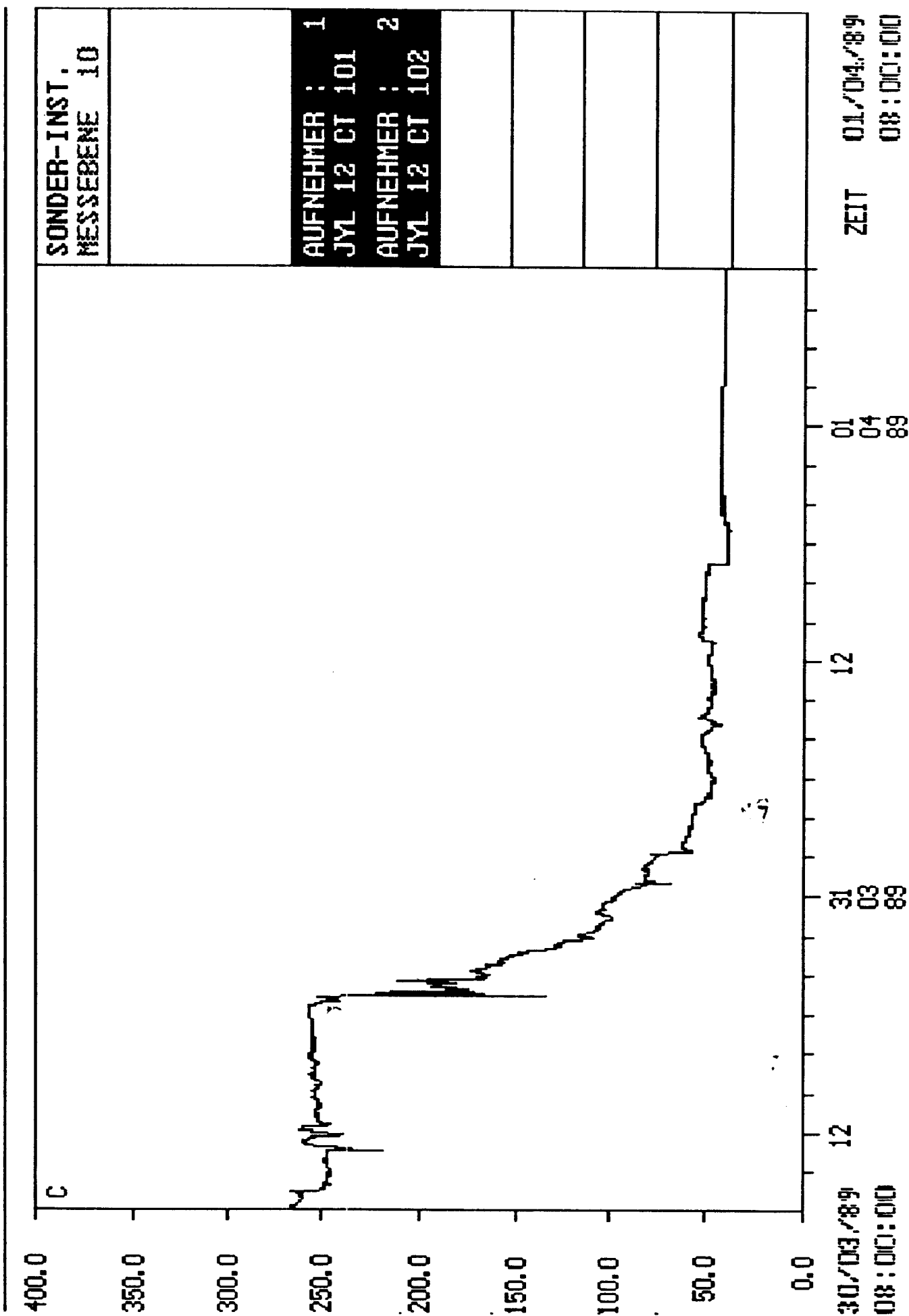
Verlauf der Temperaturen am Querschnitt des JNA/HKL-Stützen Loop 40
beim Anfahren vom 6.4.89 bis 10.4.89



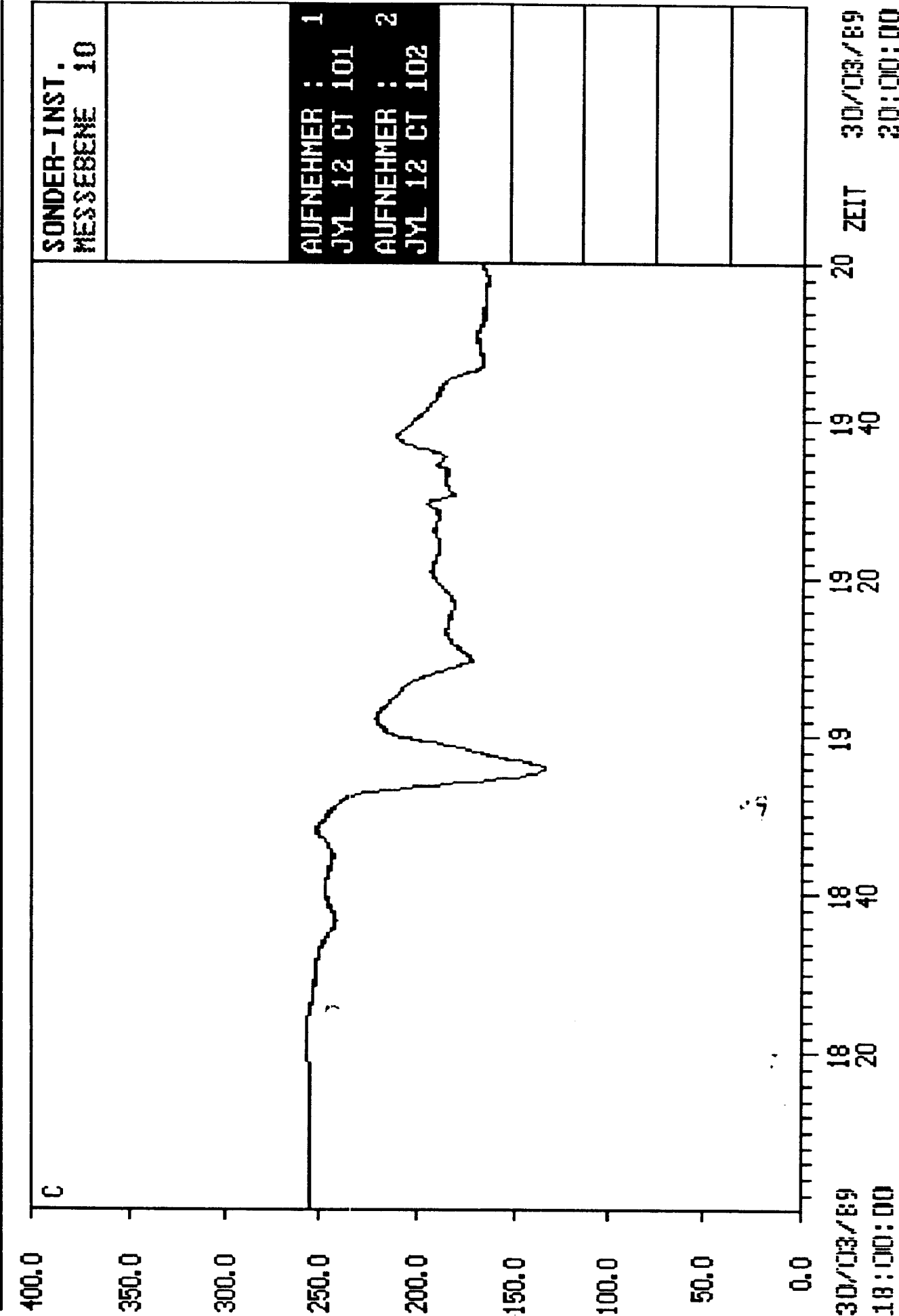
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der
KBA/HKL-Rückspeisung Loop 20 vom 29.6.89 bis 31.7.89



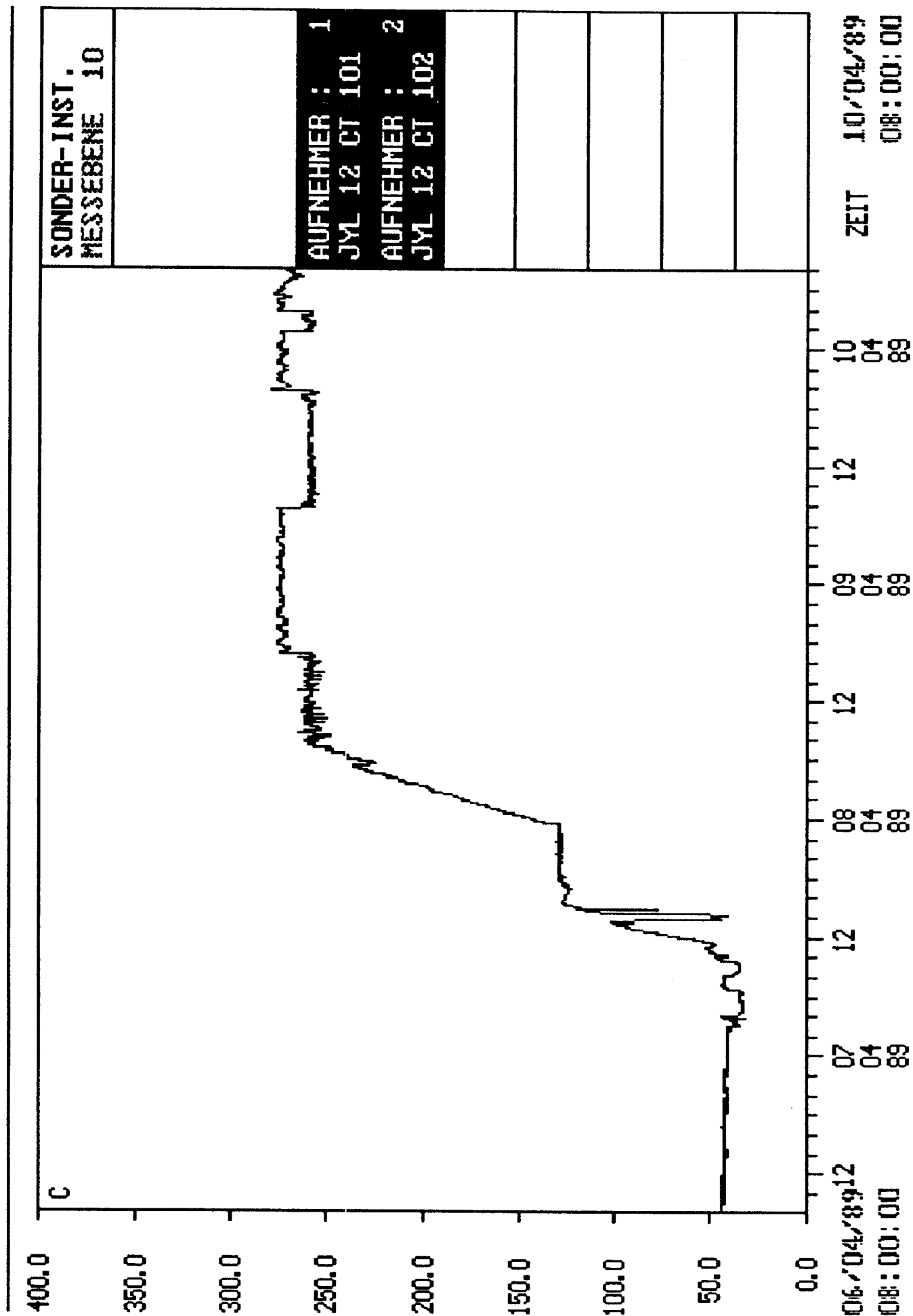
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der
KBA/HKL-Rückspeisung beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



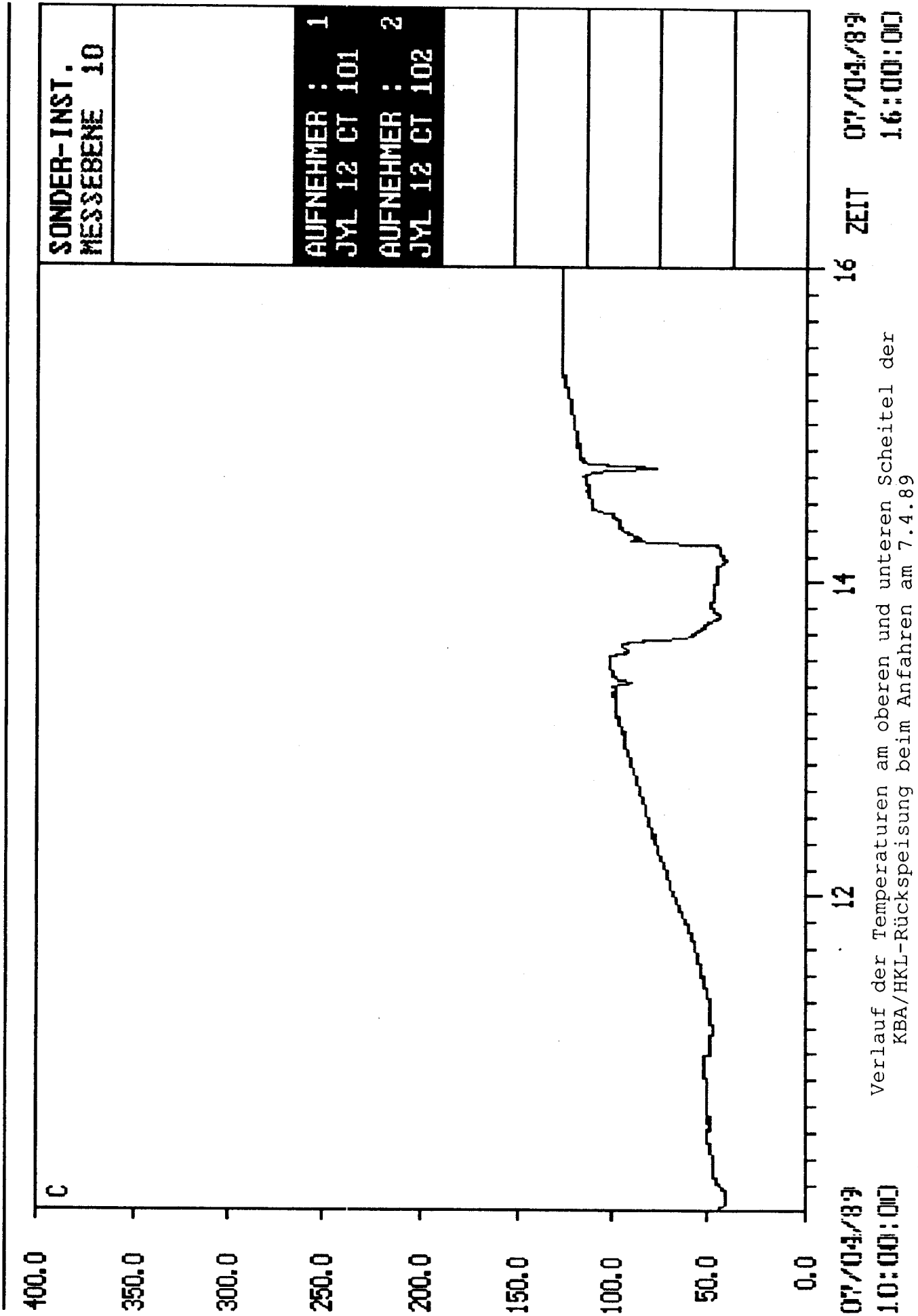
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der KBA/HKL-Rückspeisung beim Abfahren vom 30.3.89 bis 1.4.89

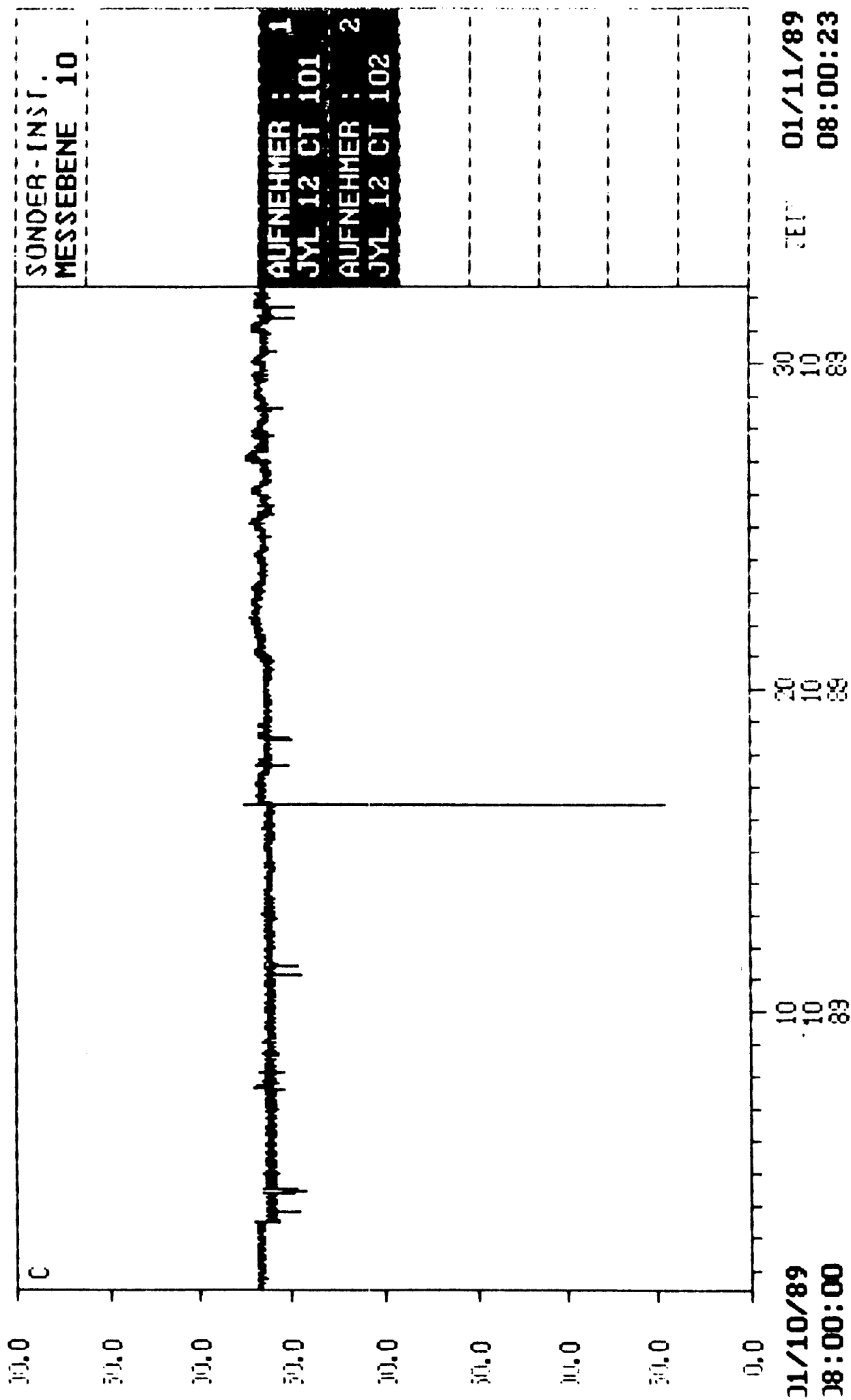


Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der
KBA/HKL-Rückspeisung beim Abfahren am 30.3.89

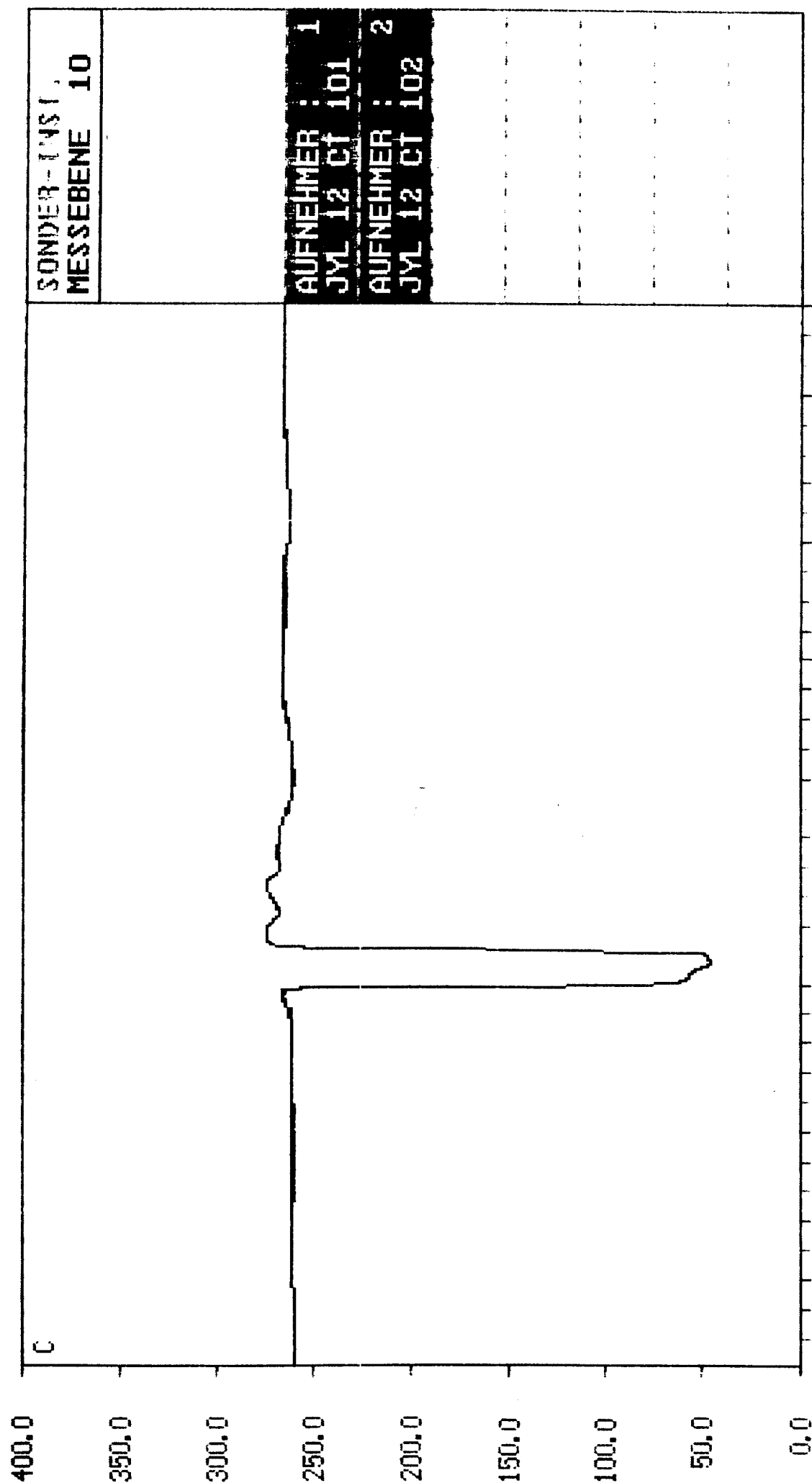


Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der
KBA/HKL-Rückspeisung beim Anfahren vom 6.4.89 bis 10:4.89





Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der
KBA/HKL-Rückspeisung vom 1.10.89 bis 1.11.89



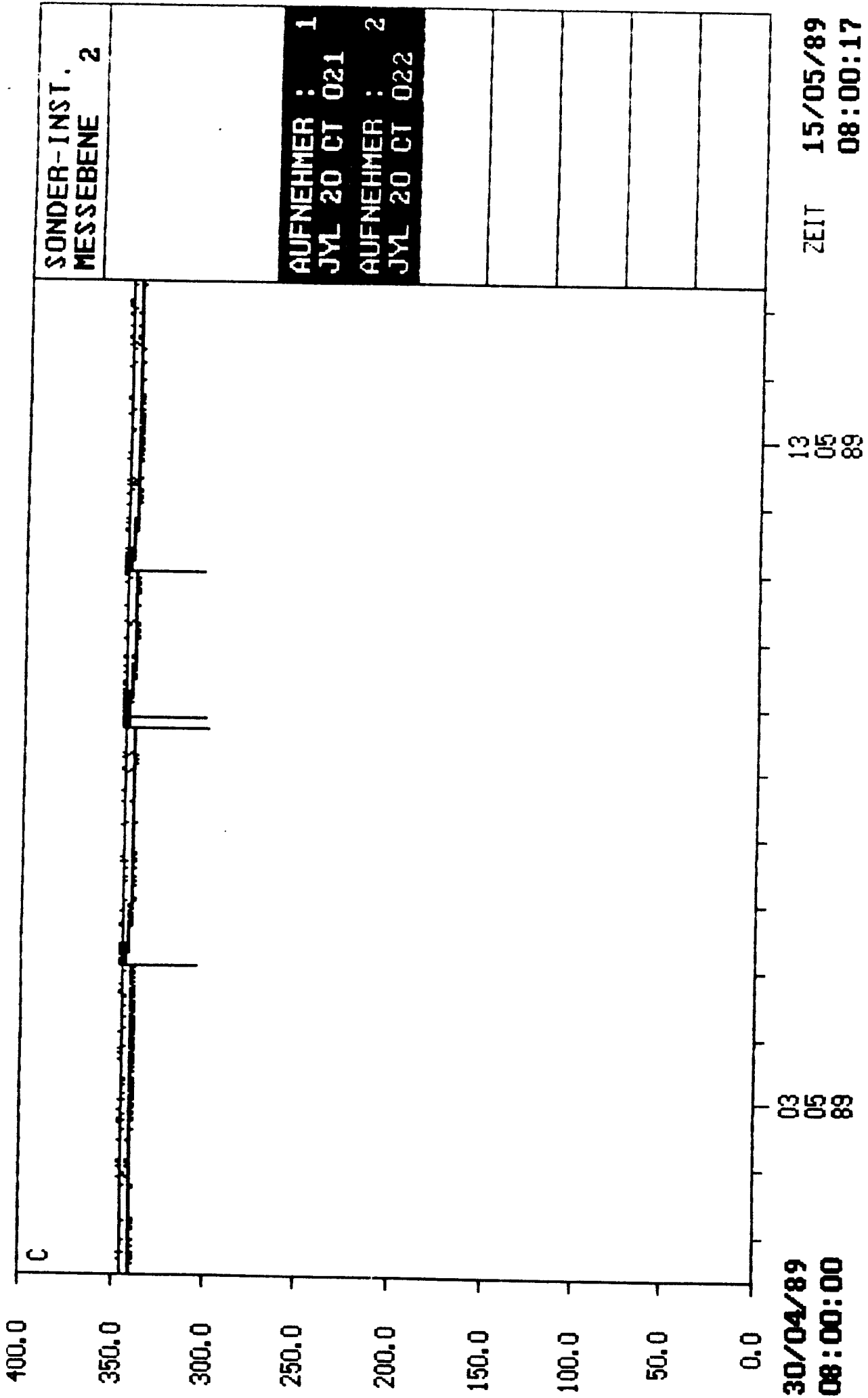
SONDER-TAST.
MESSEBENE 10

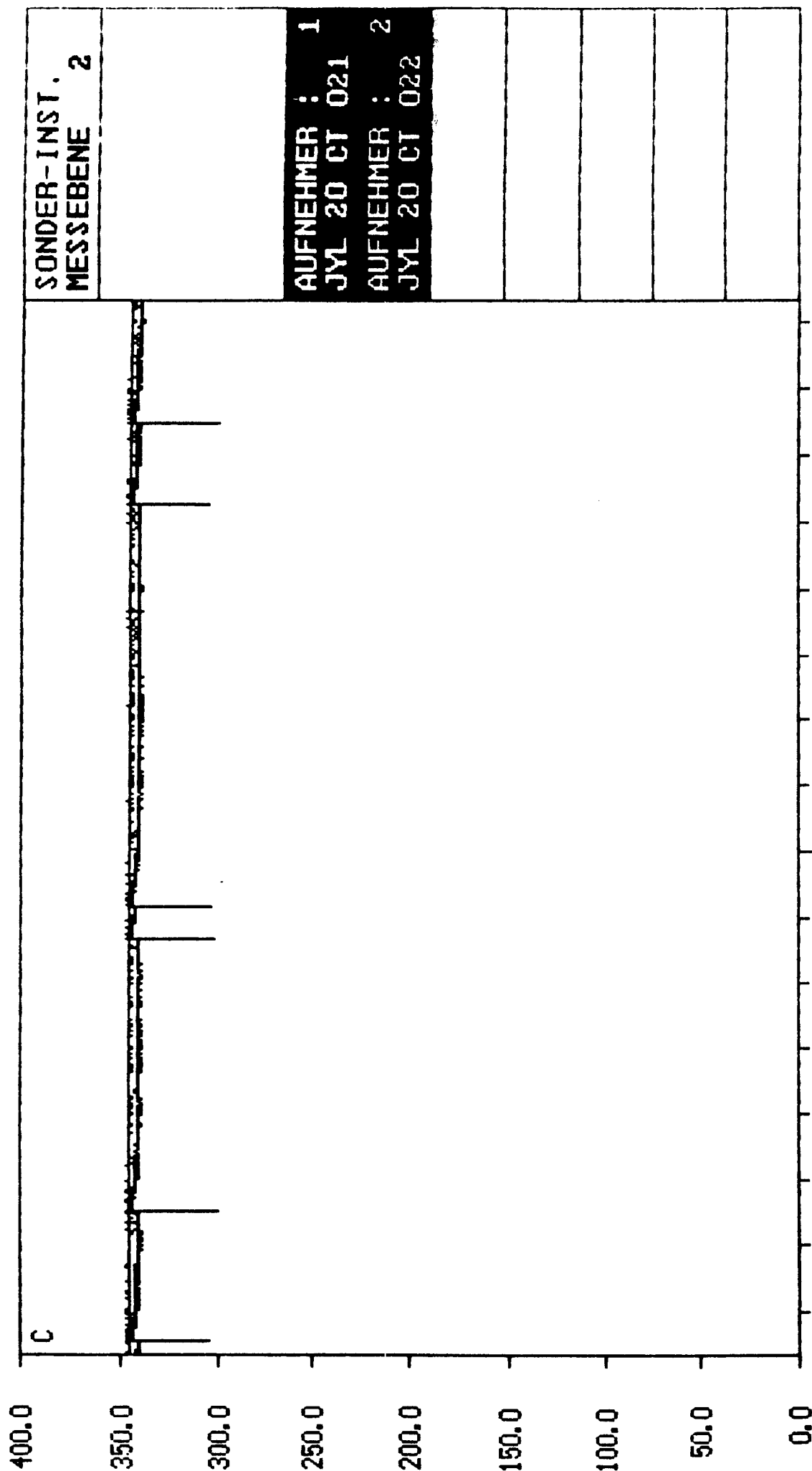
AUFNEHMER : 1
JYL 12 CT 101
AUFNEHMER : 2
JYL 12 CT 102

14 16/10/89
14:00:00

16/10/89
08:00:00

Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel der
KBA/HKL-Rückspeisung am 16.10.89 08.00 - 14.00 Uhr



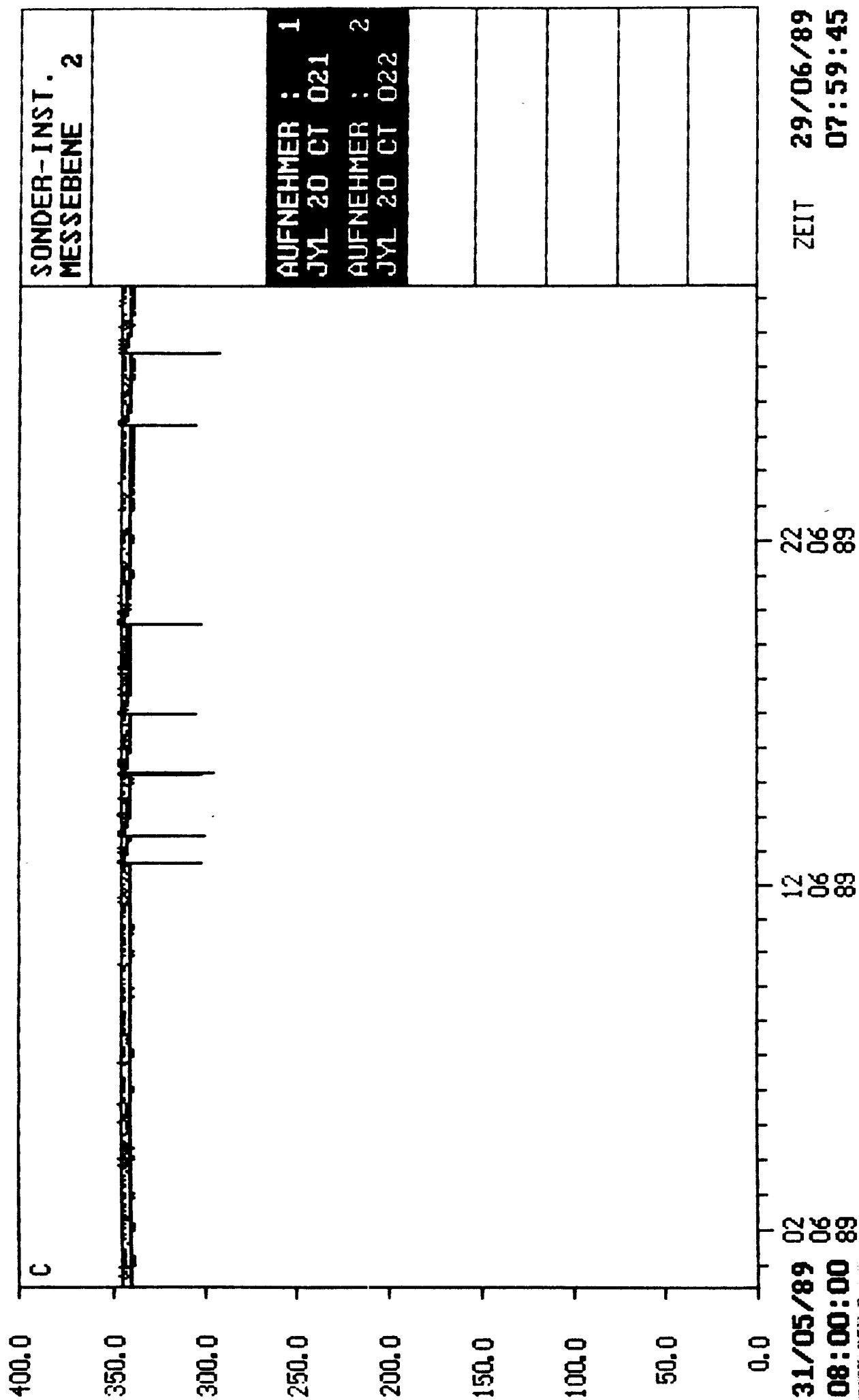


ZEIT 31/05/89
08:00:35

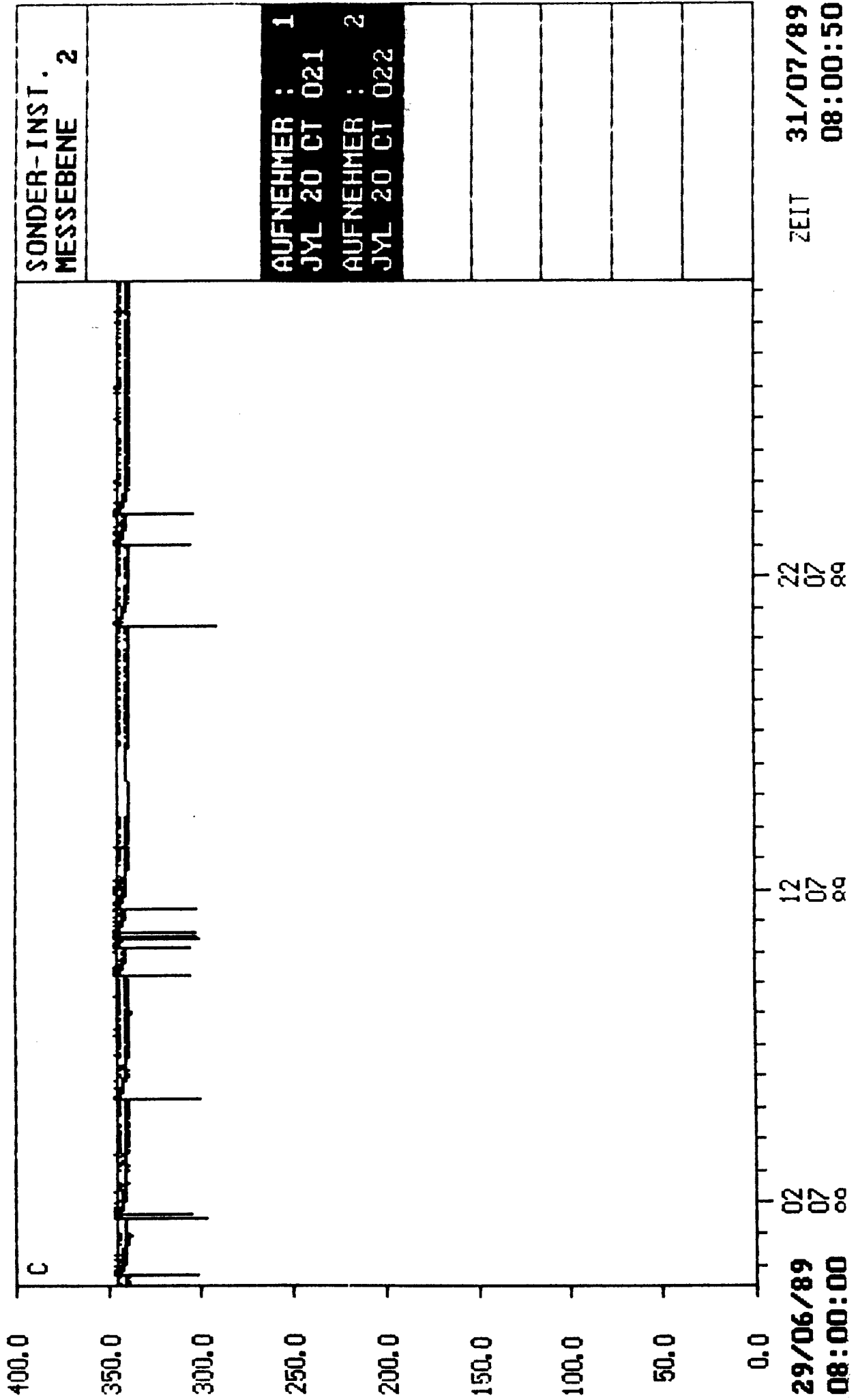
23
05
89

15/05/89
08:00:00

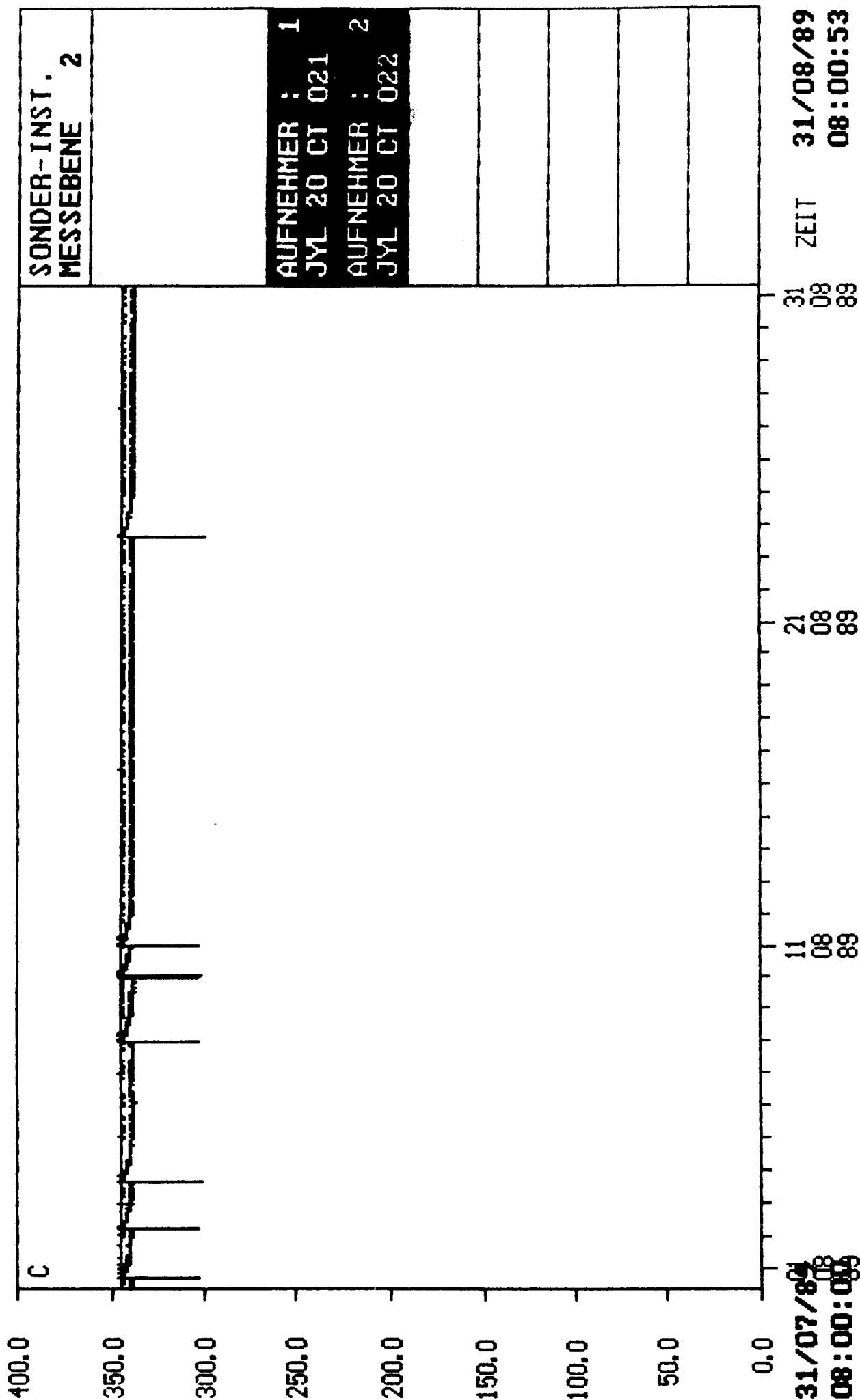
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 15.5.89 bis 31.5.89



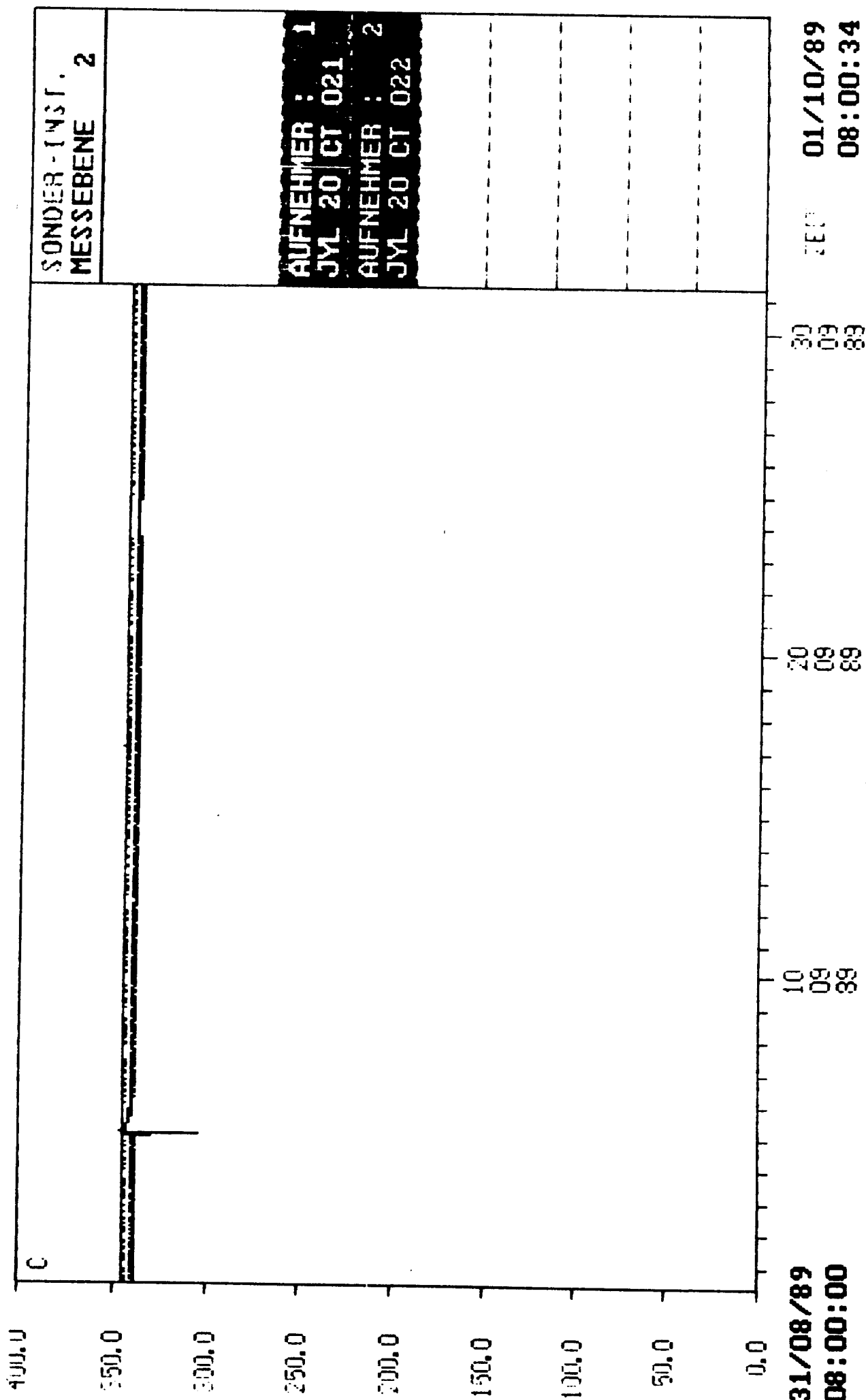
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 31.5.89 bis 29.6.89



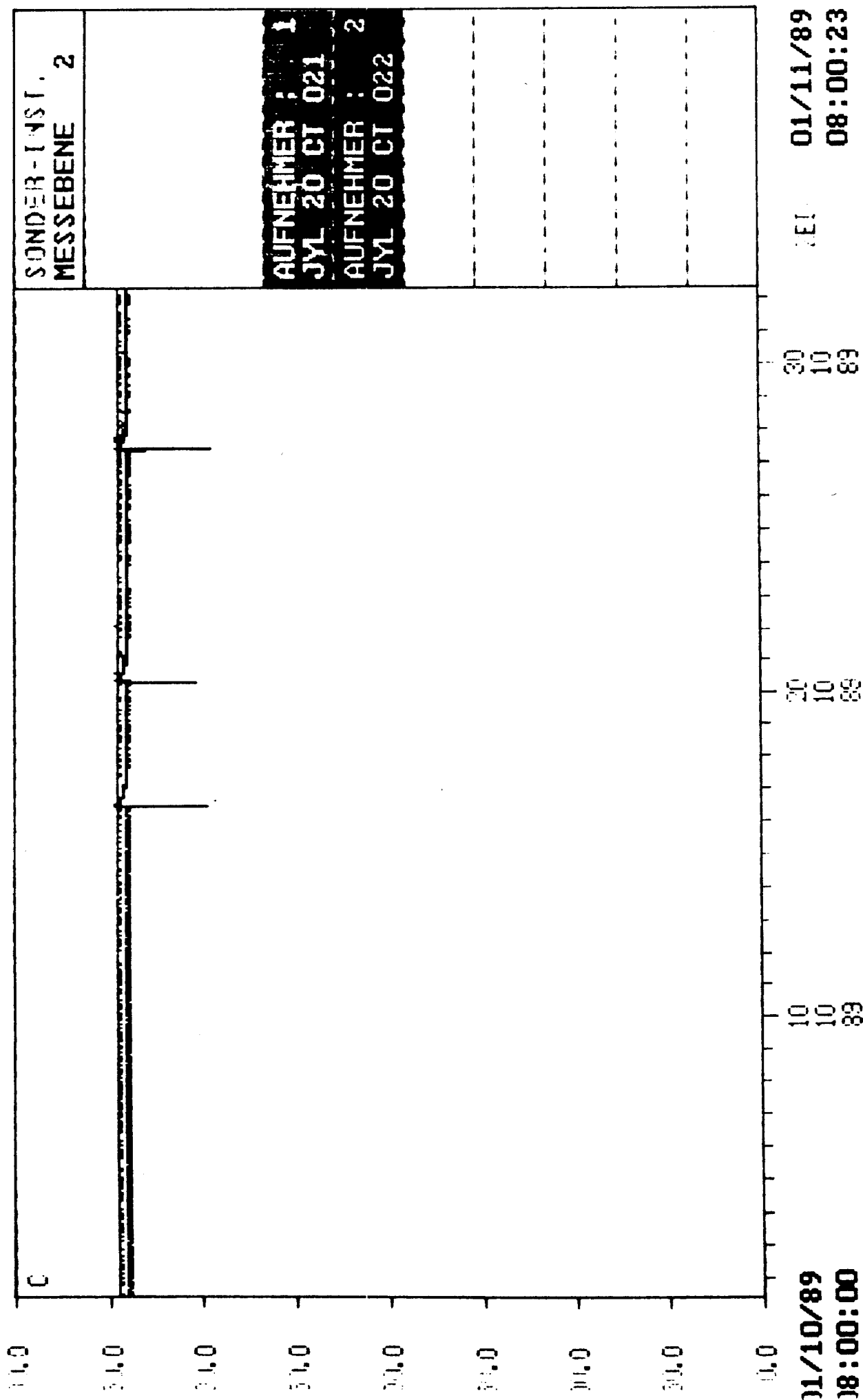
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 29.6.89 bis 31.7.89



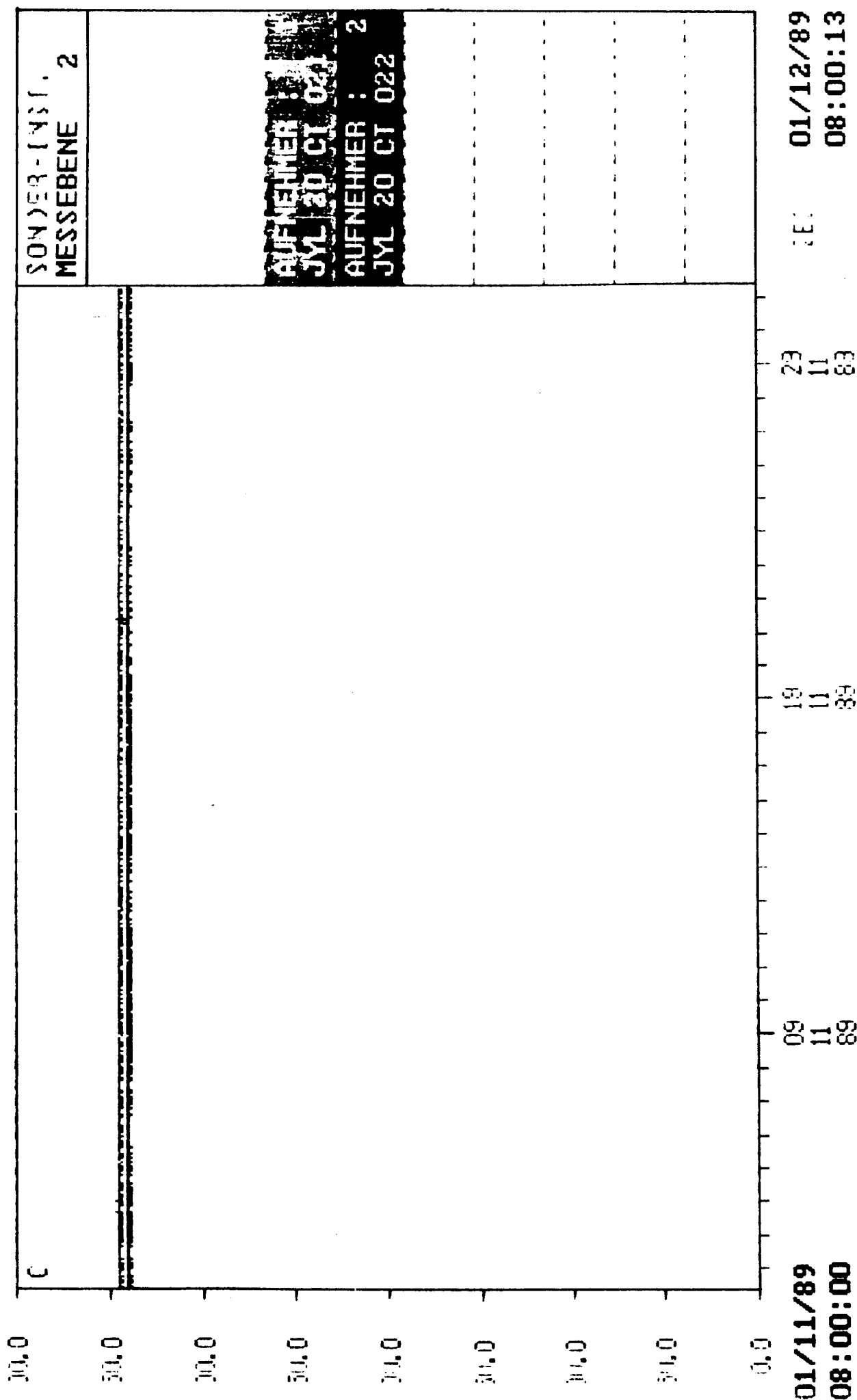
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 31.7.89 bis 31.8.89



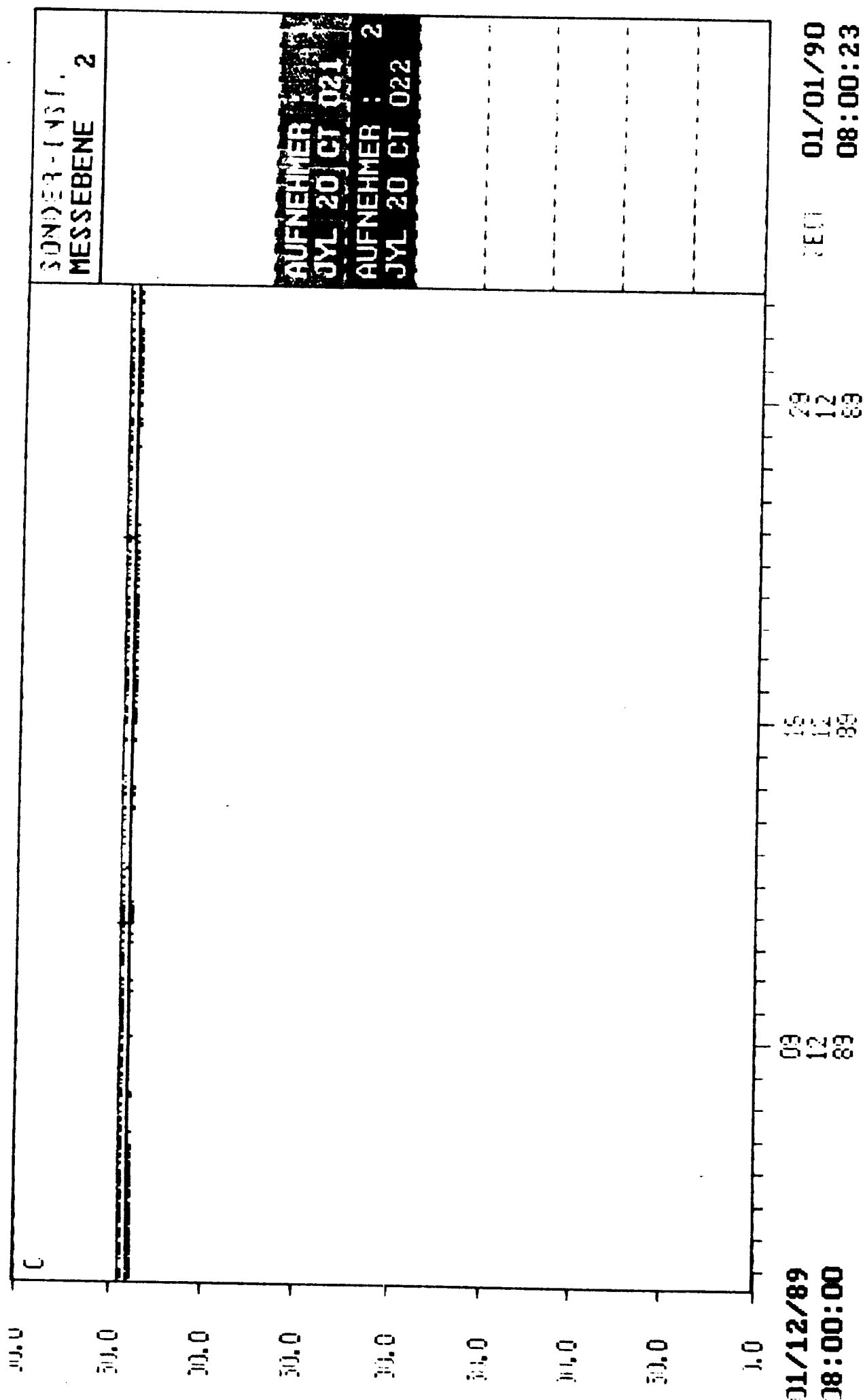
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 31.8.89 bis 1.10.89



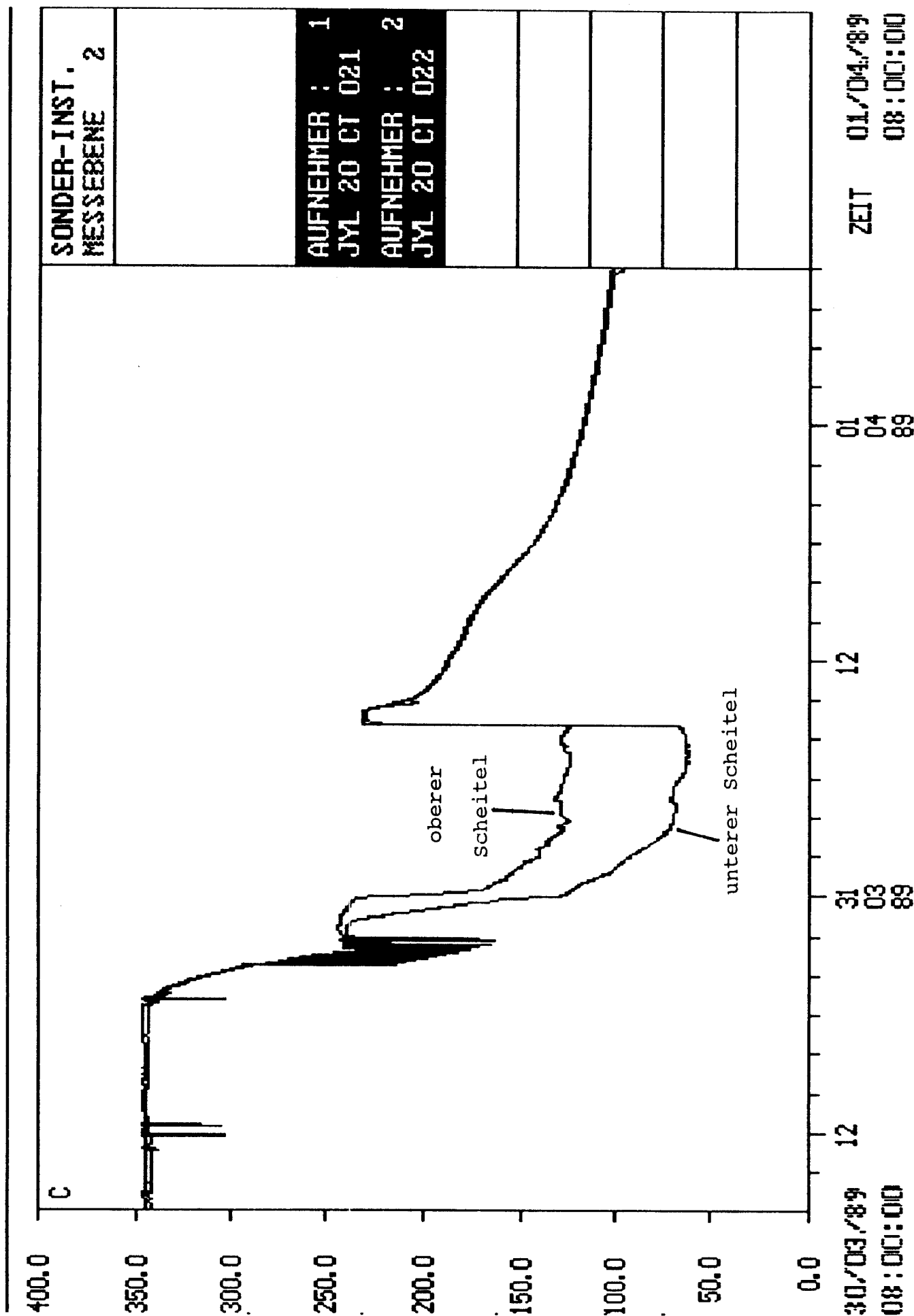
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 1.10.89 bis 1.11.89



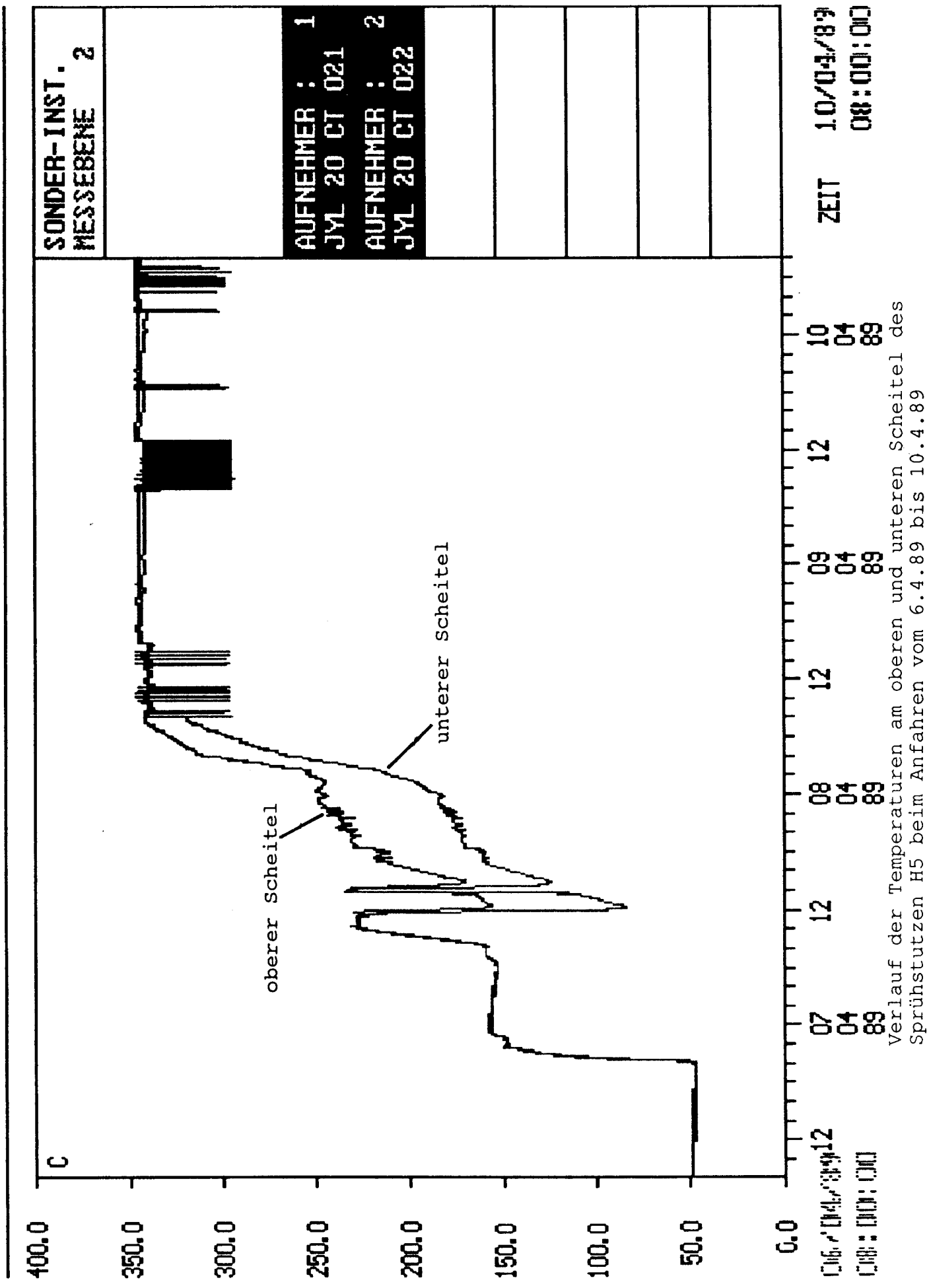
Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 1.11.89 bis 1.12.89

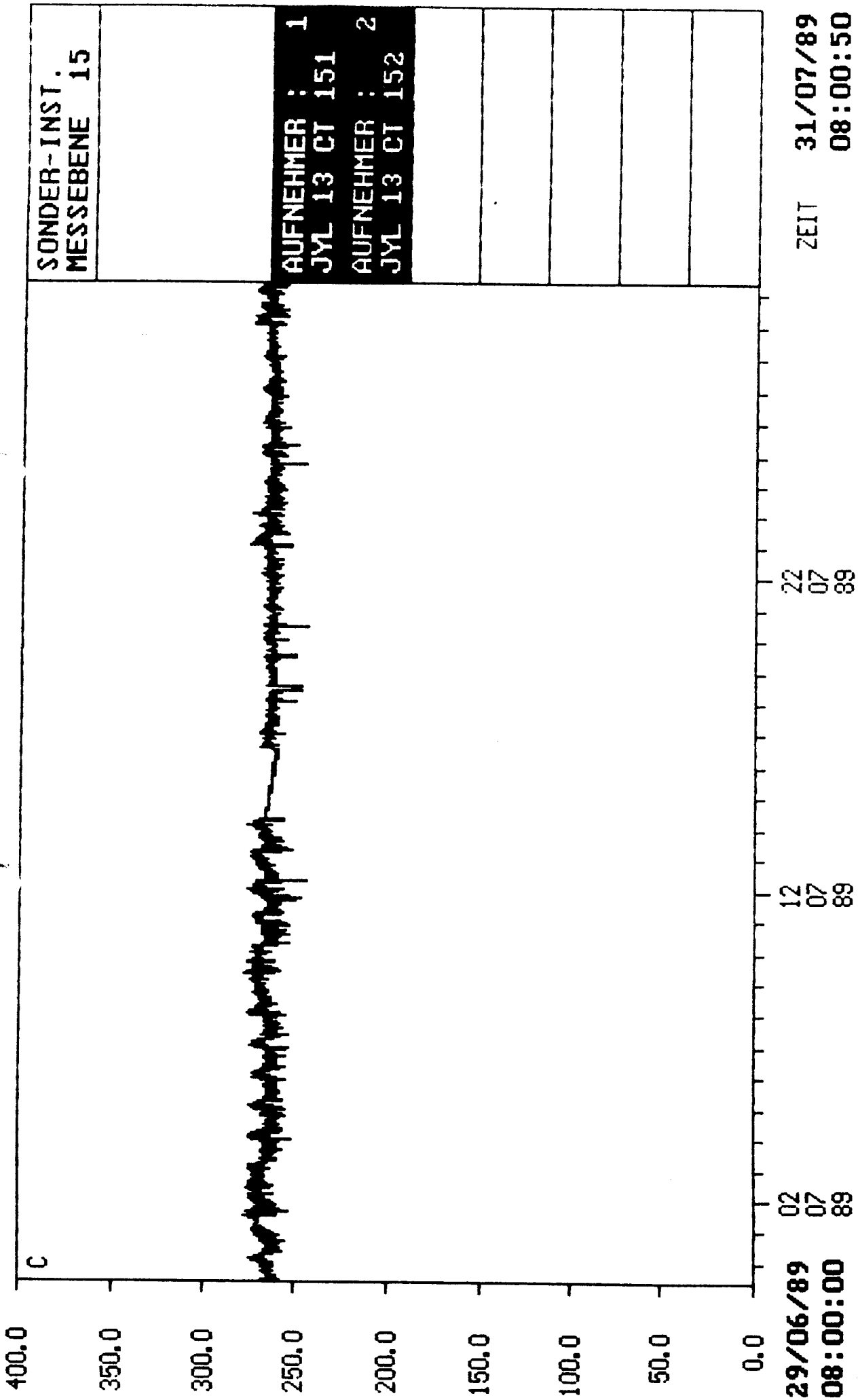


Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel
des Sprühstutzen H5 vom 1.12.89 bis 1.1.90

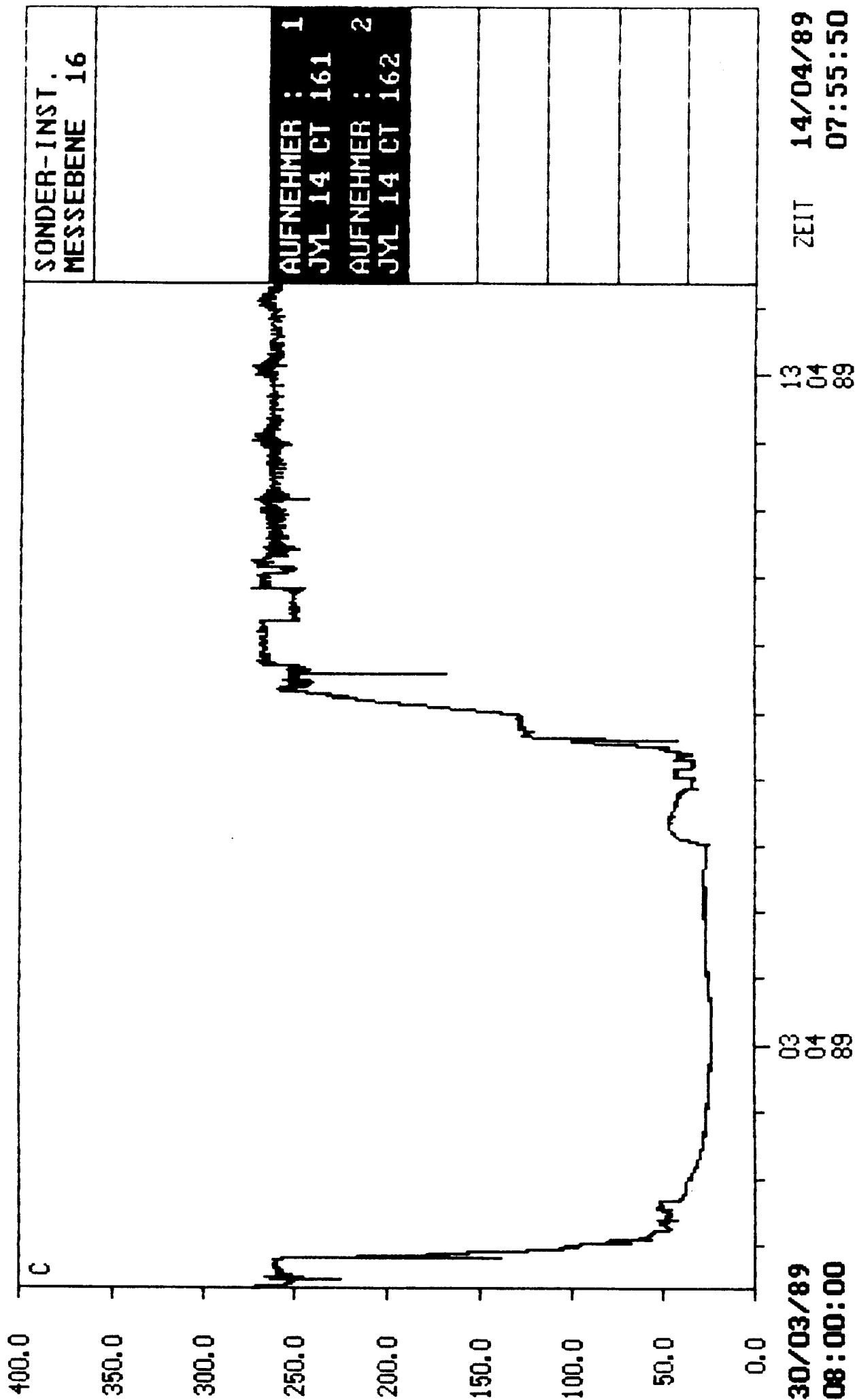


Verlauf der Temperaturen am oberen und unteren Scheitel des Sprühstutzen H5 beim Abfahren vom 30.3.89 bis 1.4.89

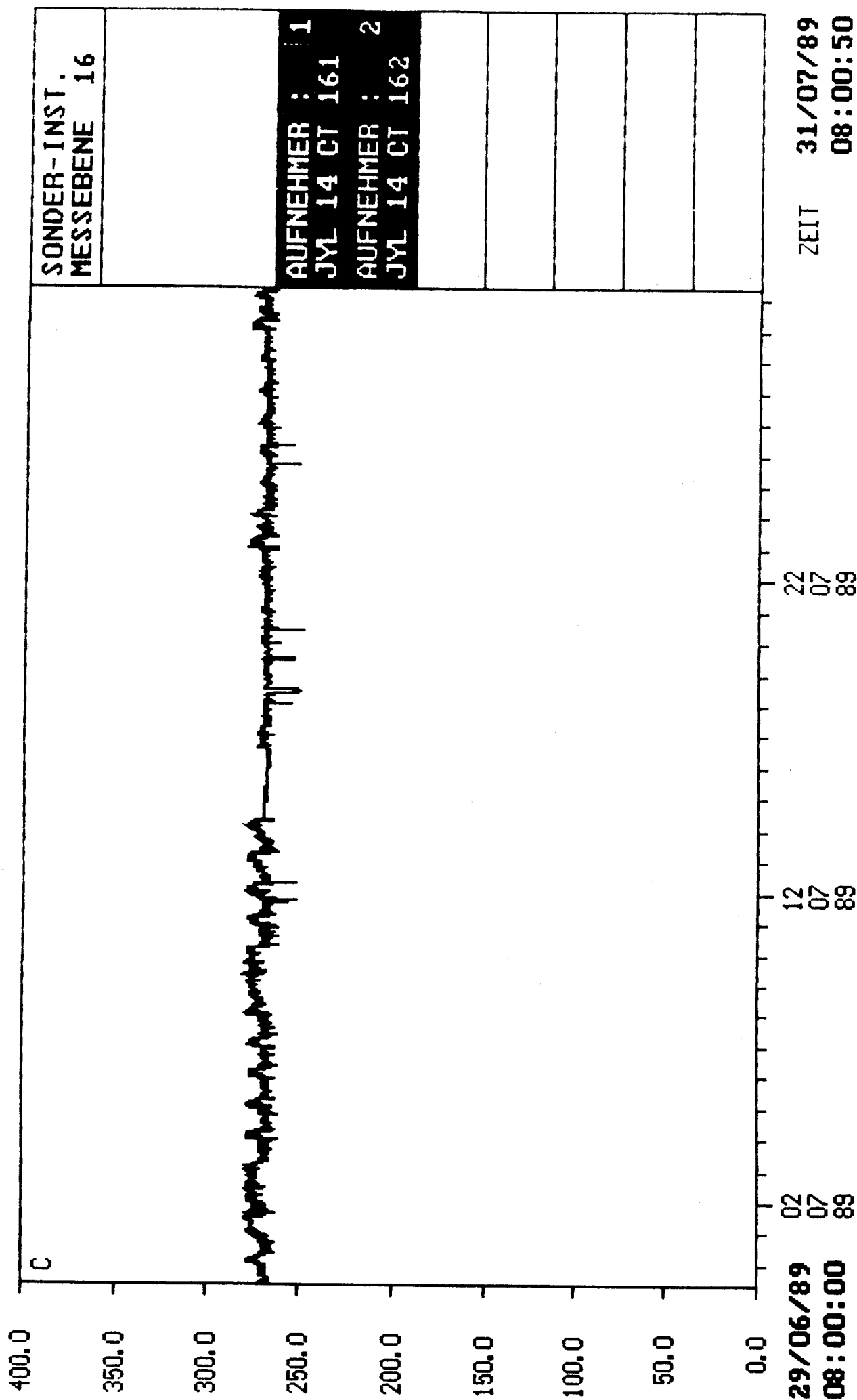




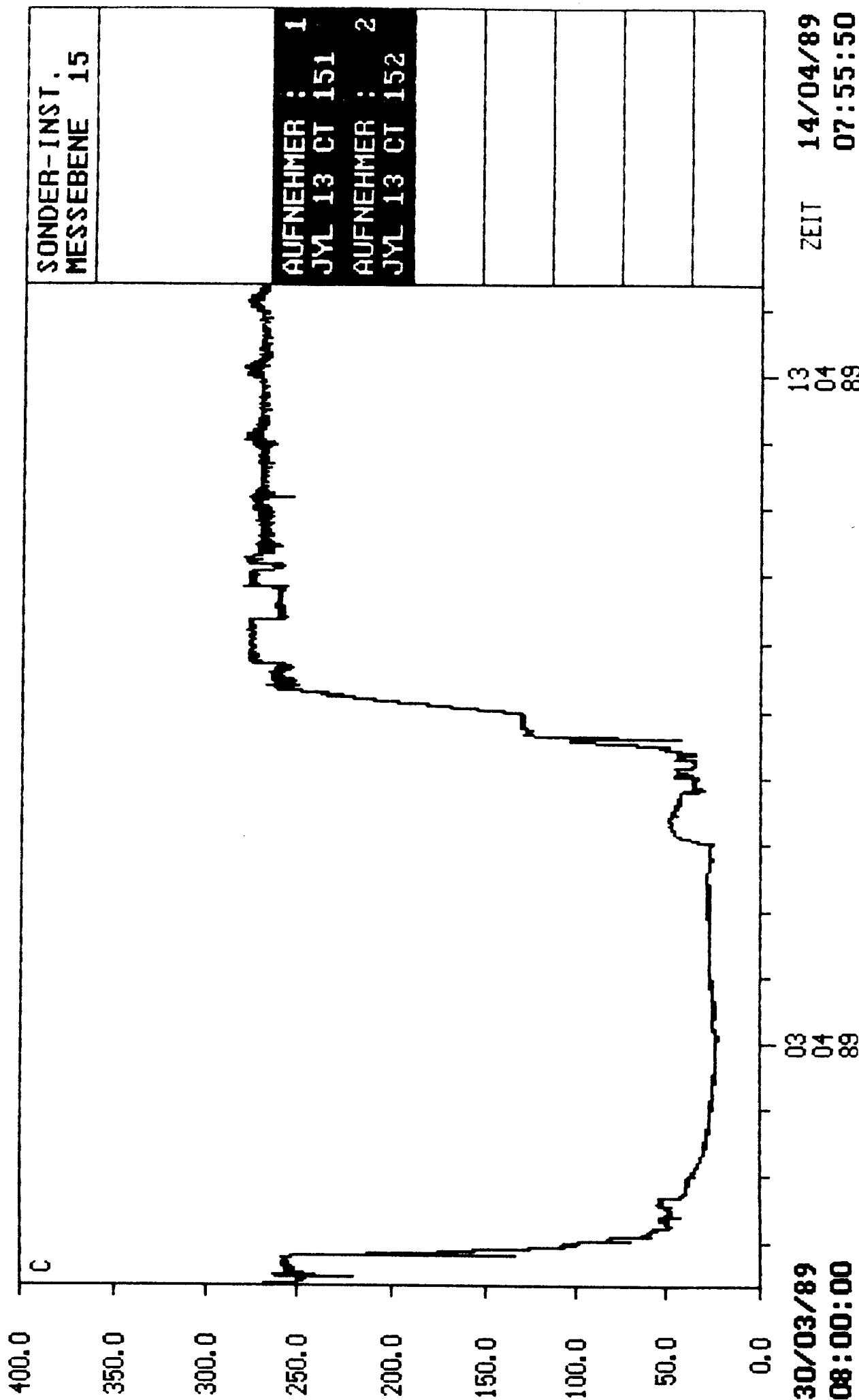
Temperaturverläufe am oberen und unteren Scheitel des Einspeise-
austrittsstutzen REKU-WT I vom 29.6.89 bis 31.7.89



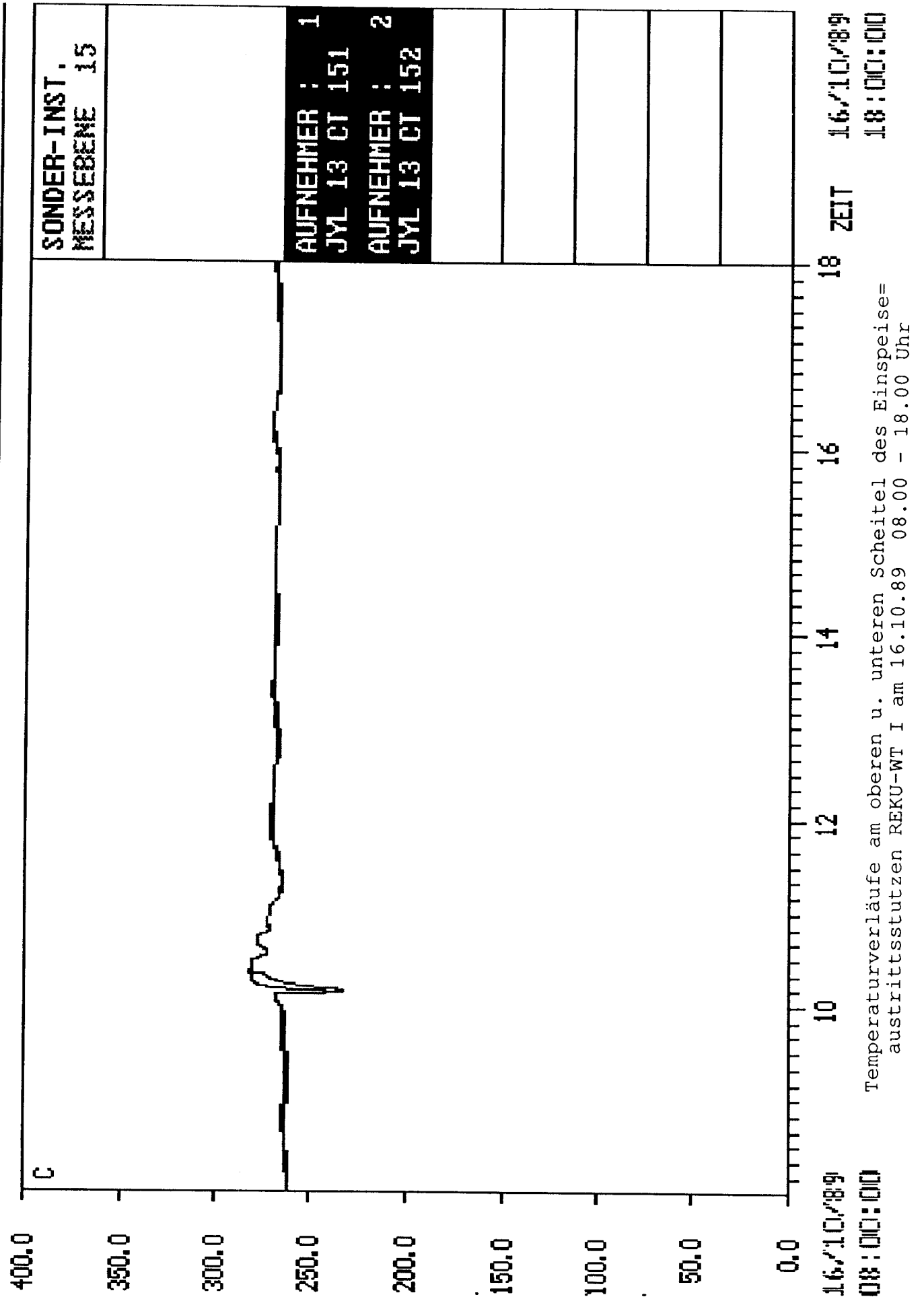
Temperaturverläufe am oberen u. unteren Scheitel des Einspeiseaus-
trittsstutzen REKU-WT II beim Ab- und Anfahren 30.3.89 bis 14.4.89

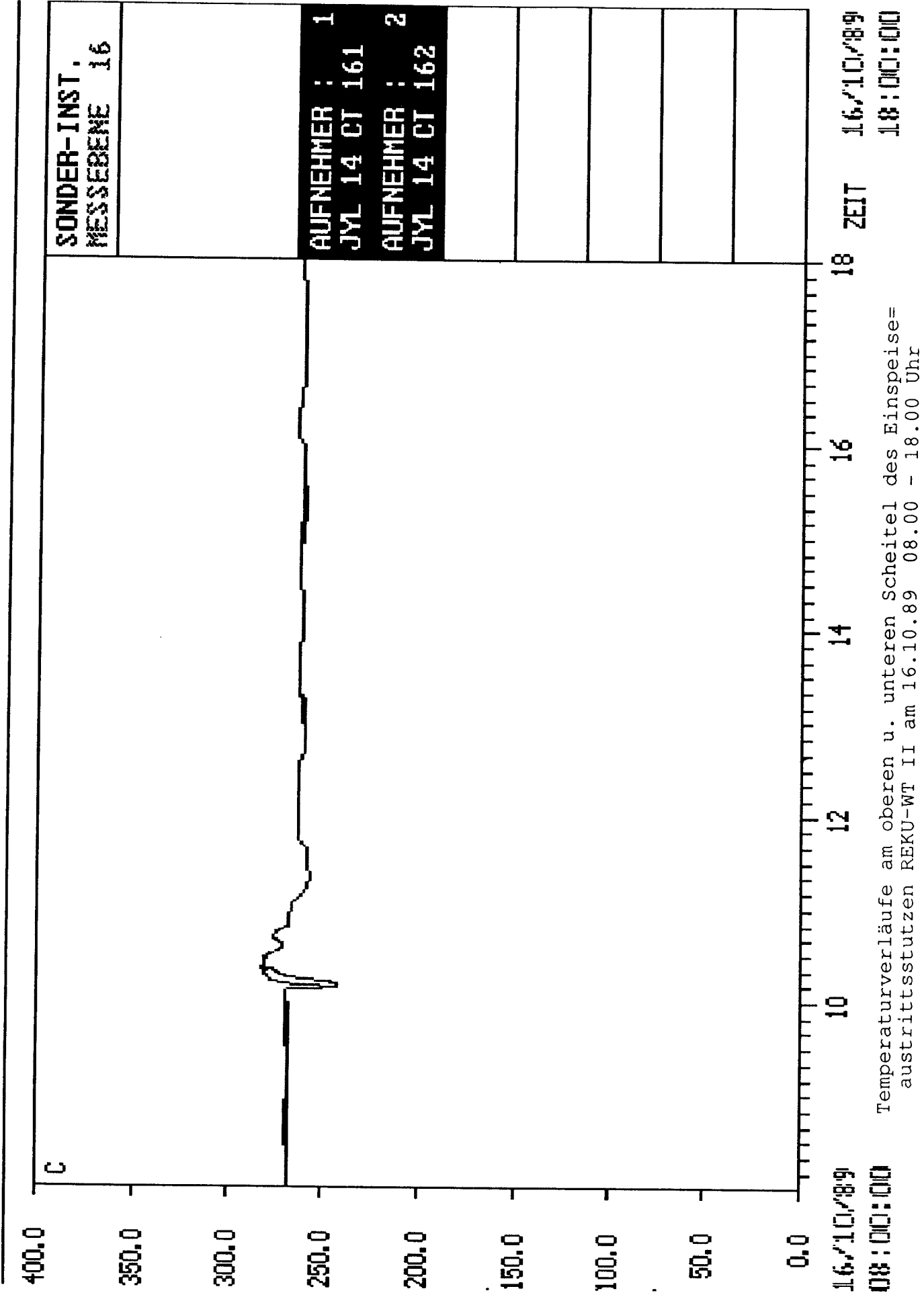


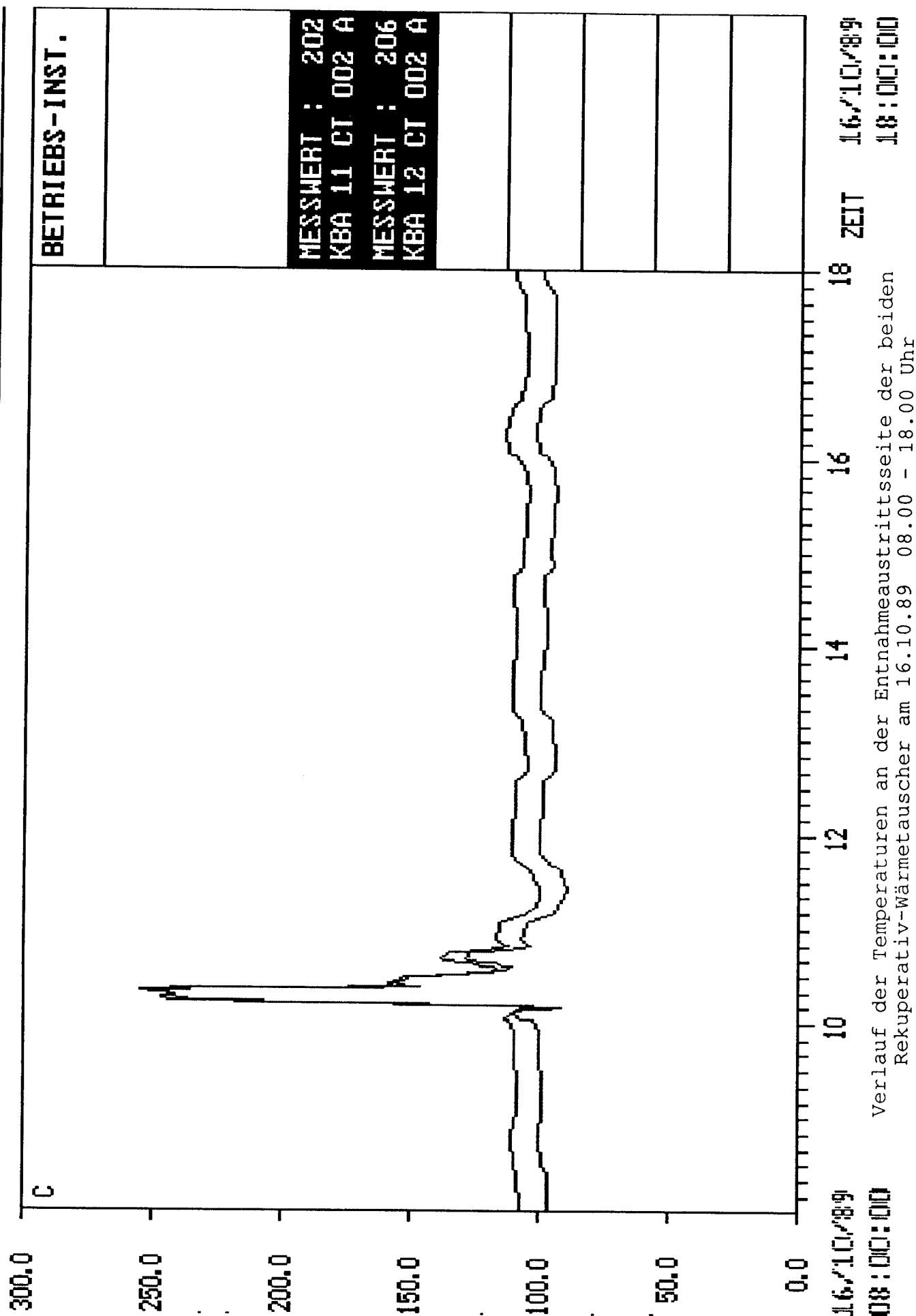
Temperaturverläufe am oberen und unteren Scheitel des Einspeise-
austrittsstutzen REKU-WT II vom 29.6.89 bis 31.7.89

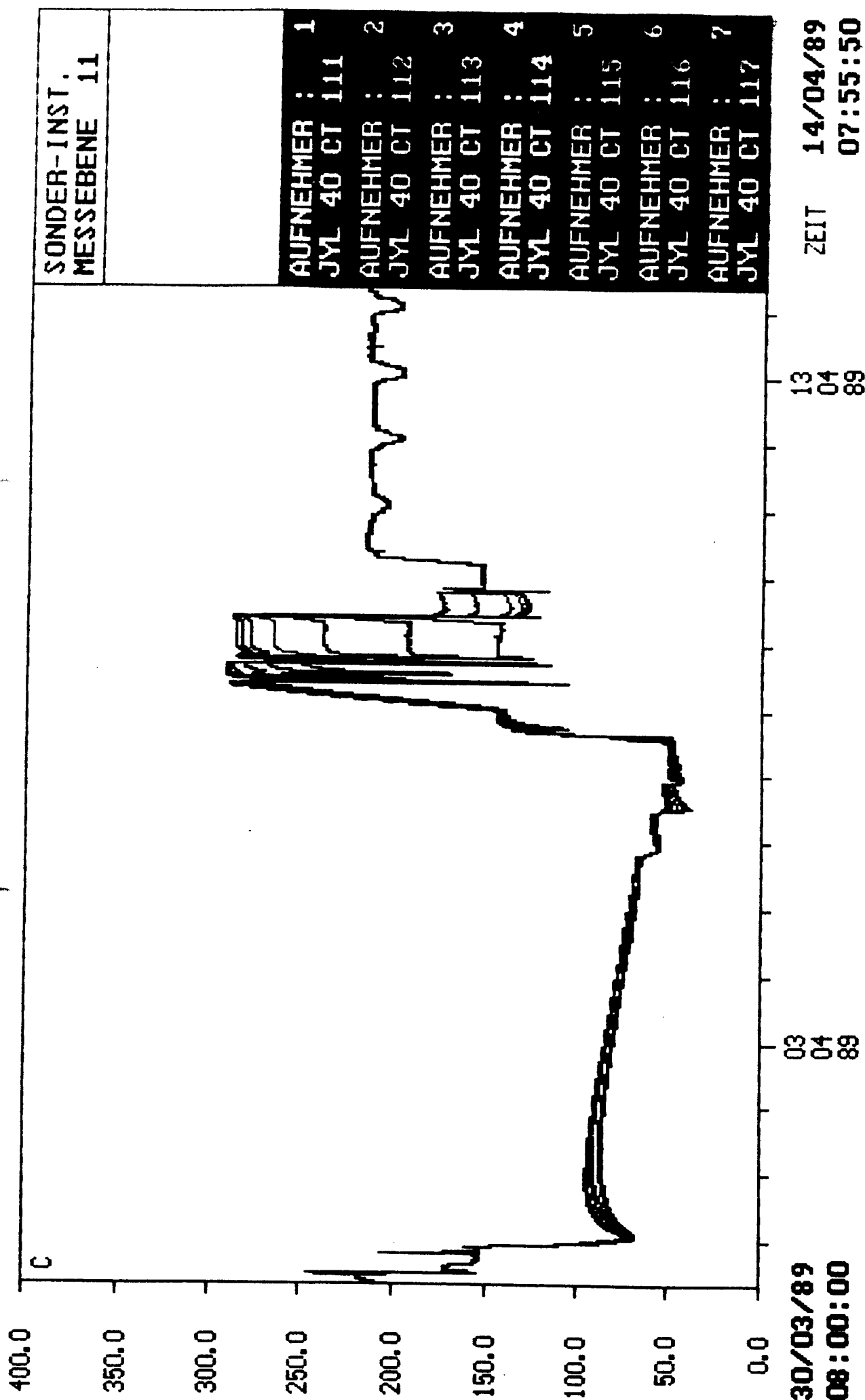


Temperaturverläufe am oberen u. unteren Scheitel des Einspeiseaus-
trittsstutzen REKU-WT I beim Ab- und Anfahren 30.3.89 bis 14.4.89

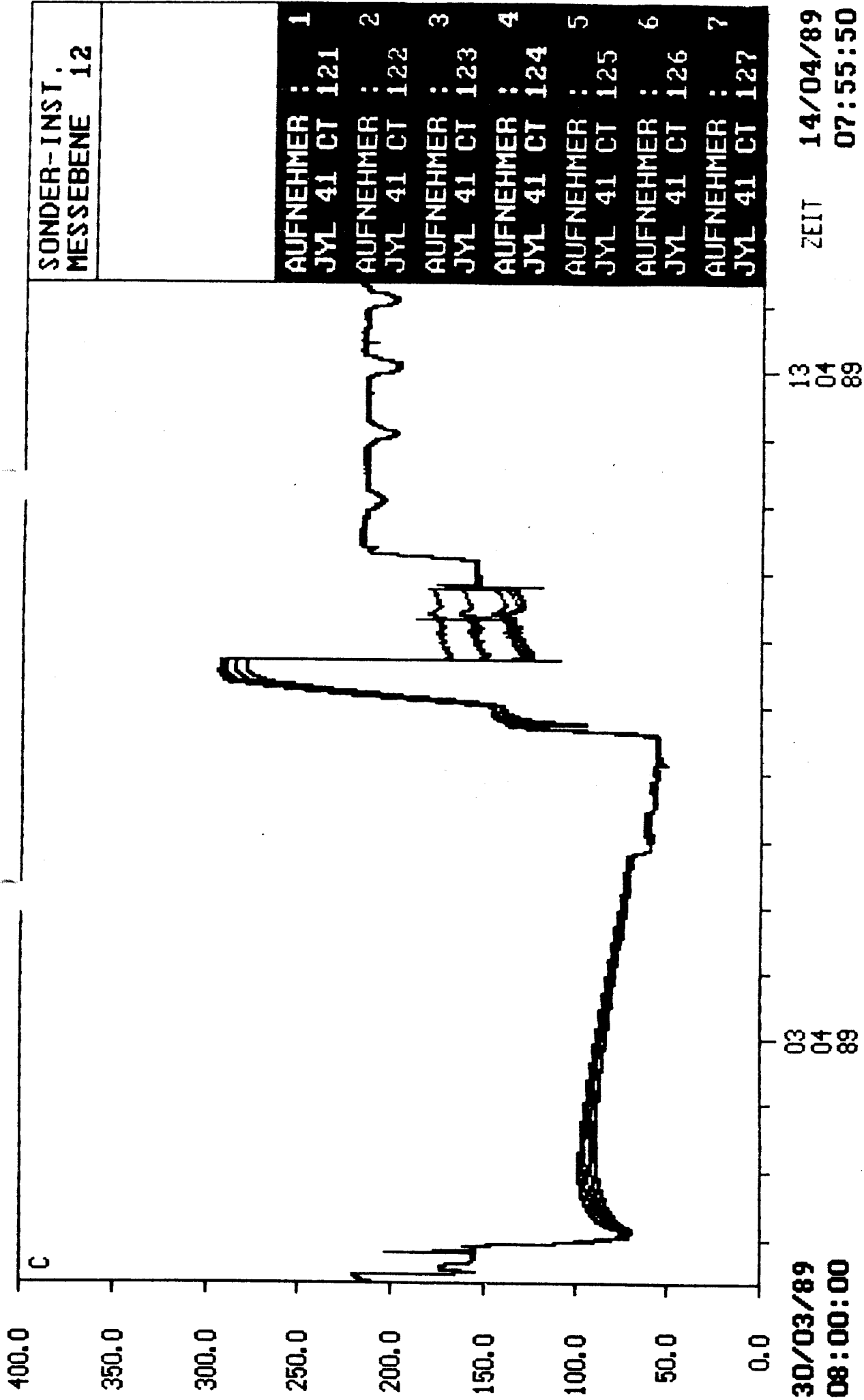




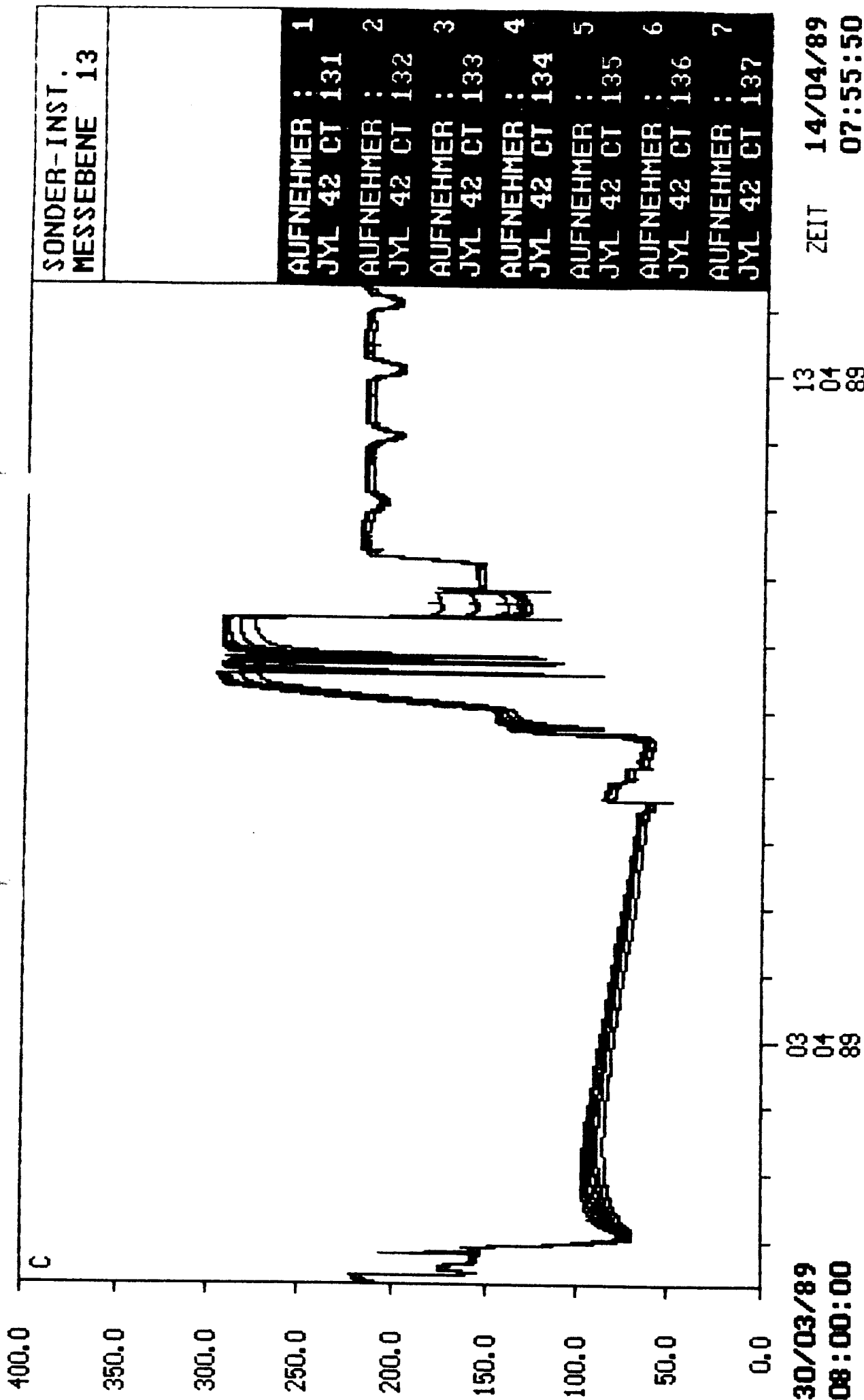




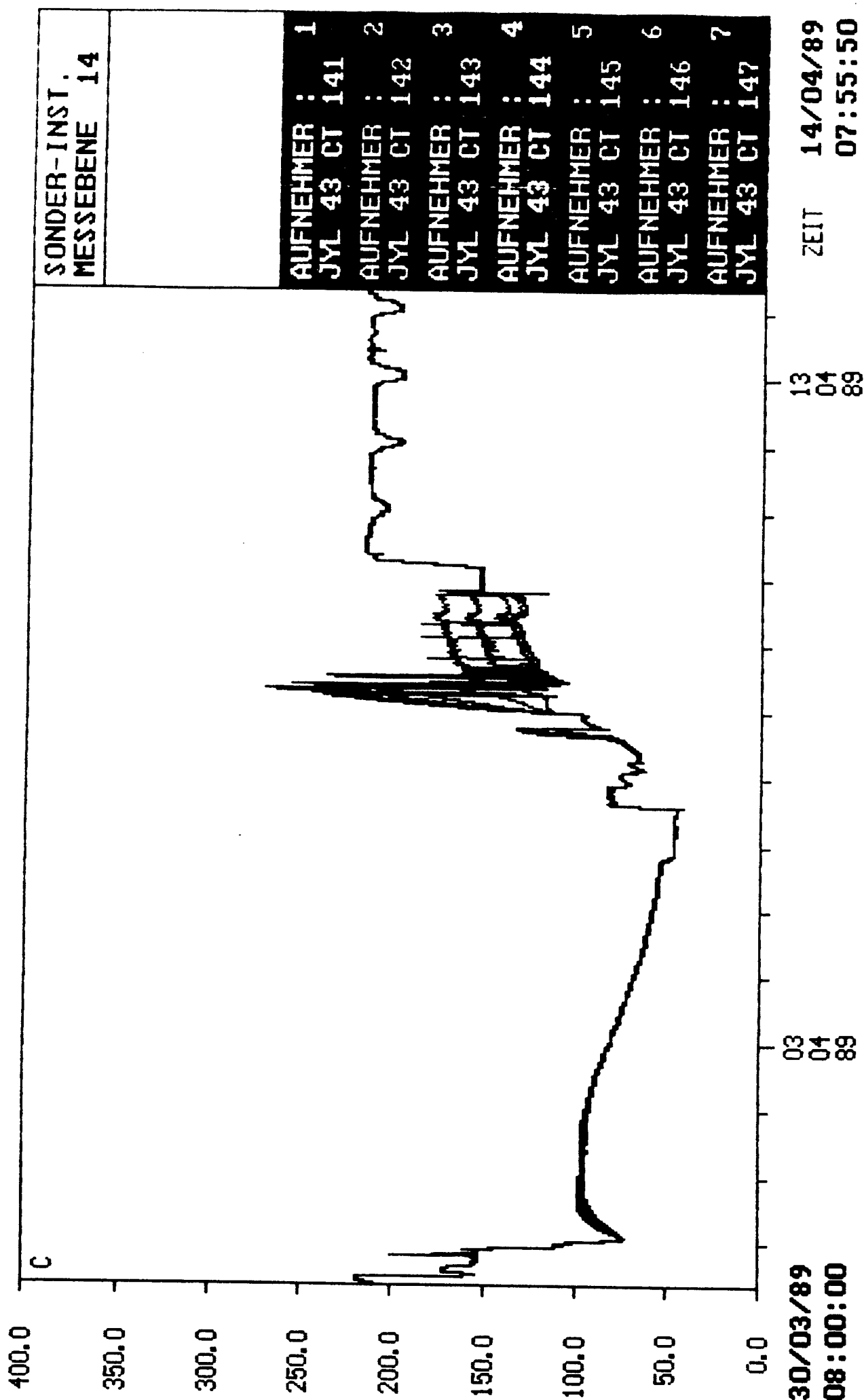
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE I
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



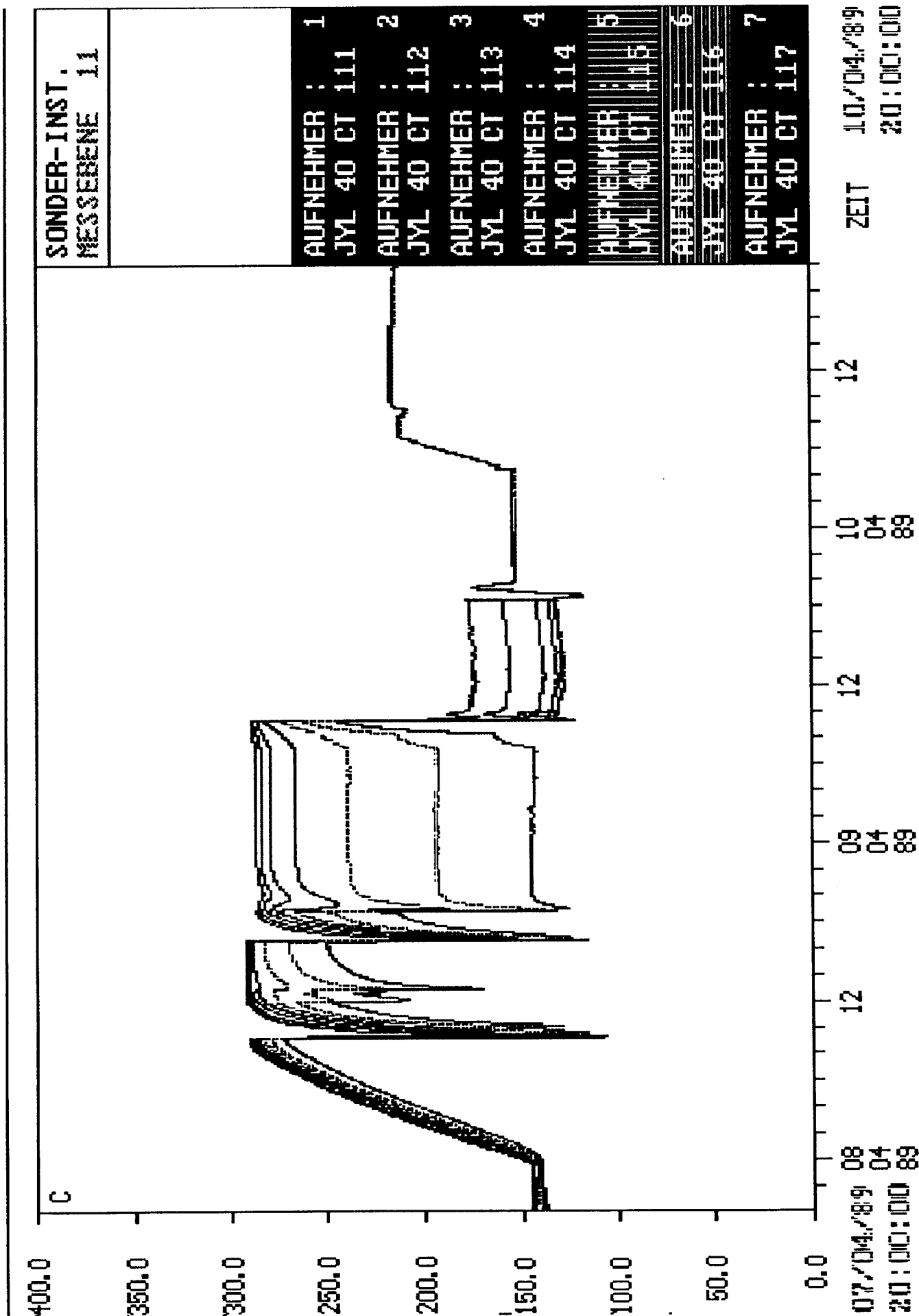
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE II
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



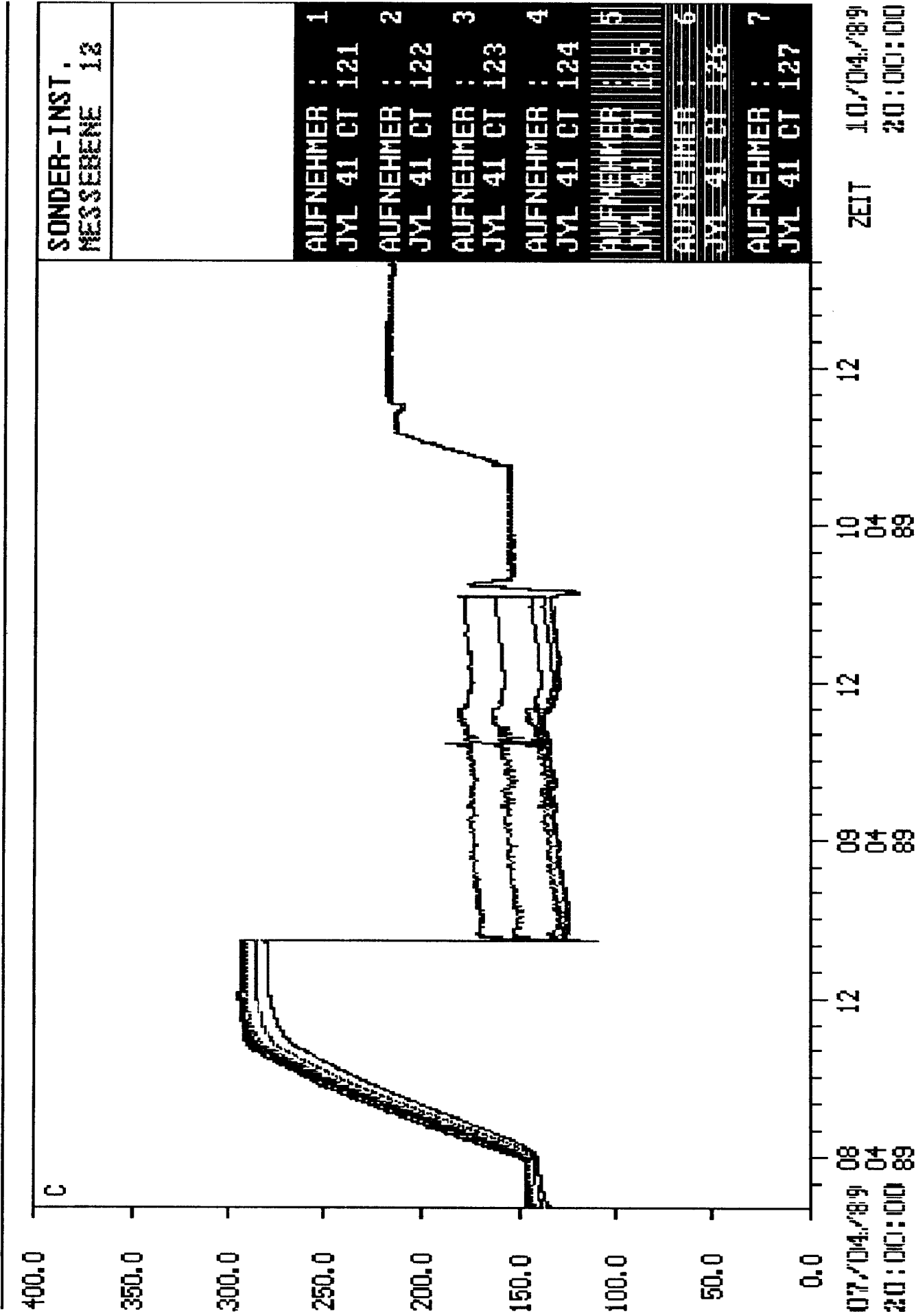
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE III
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



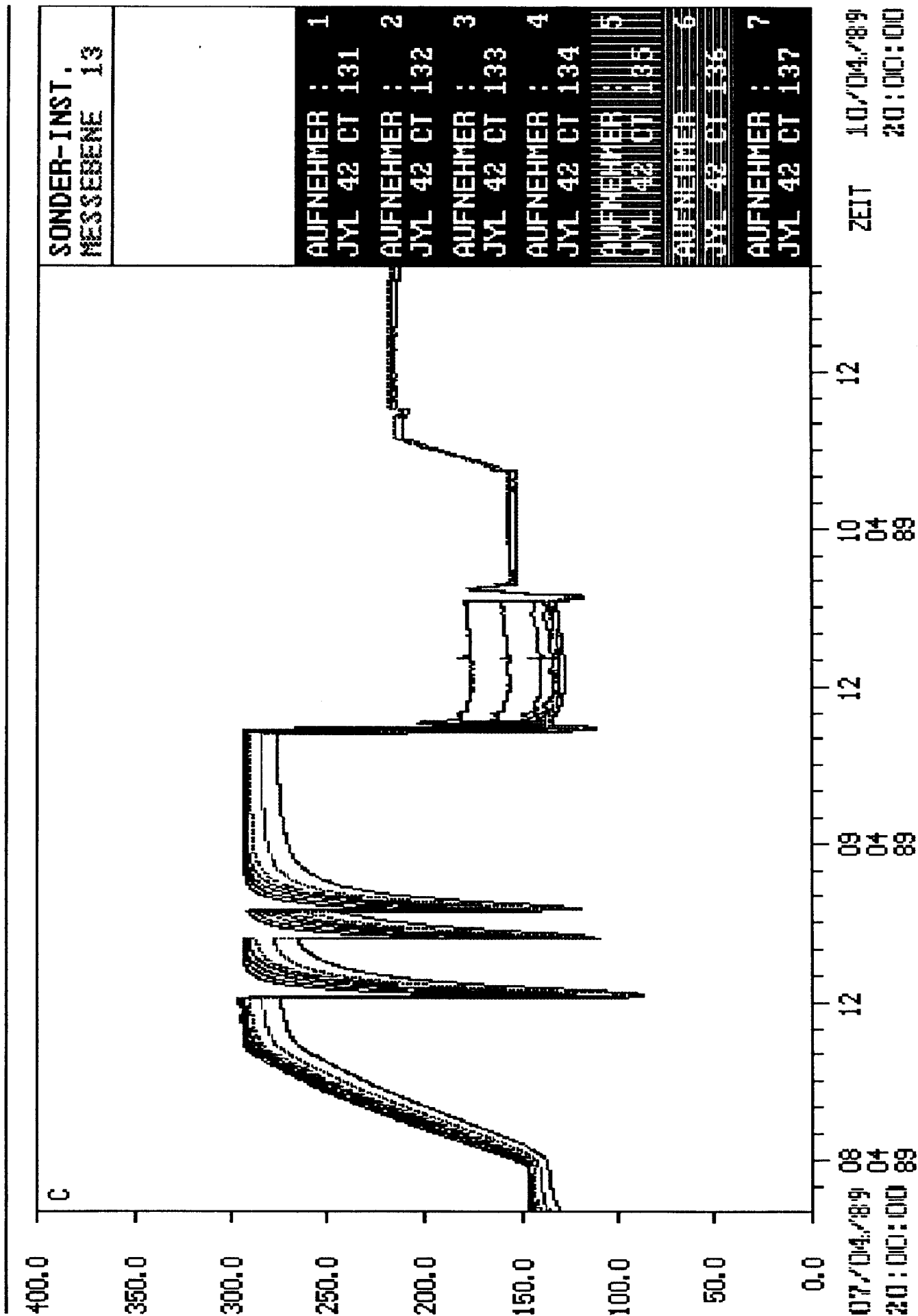
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE IV
beim Ab- und Anfahren vom 30.3.89 bis 14.4.89



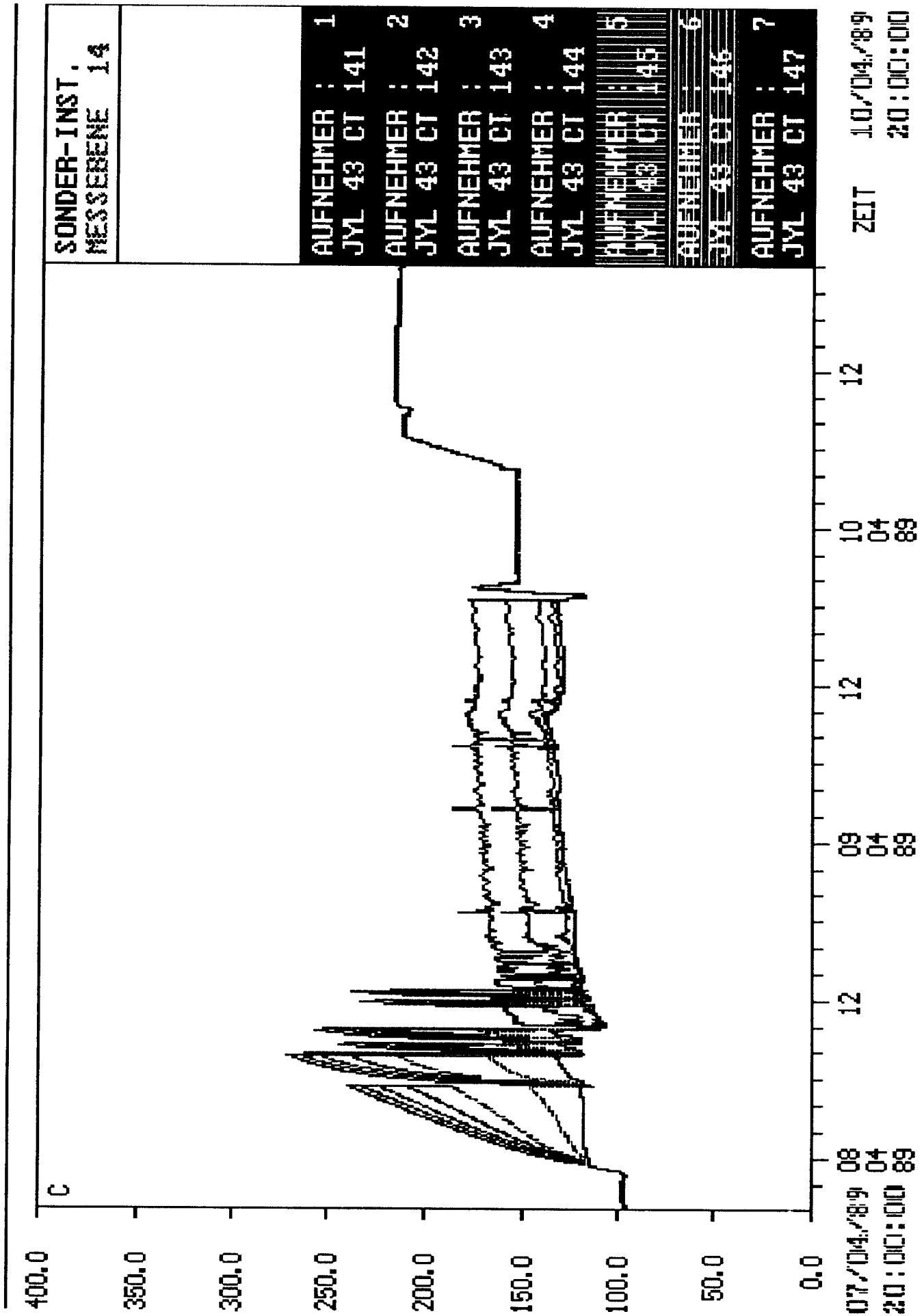
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE I
beim Anfahren vom 7.4.89 bis 10.4.89



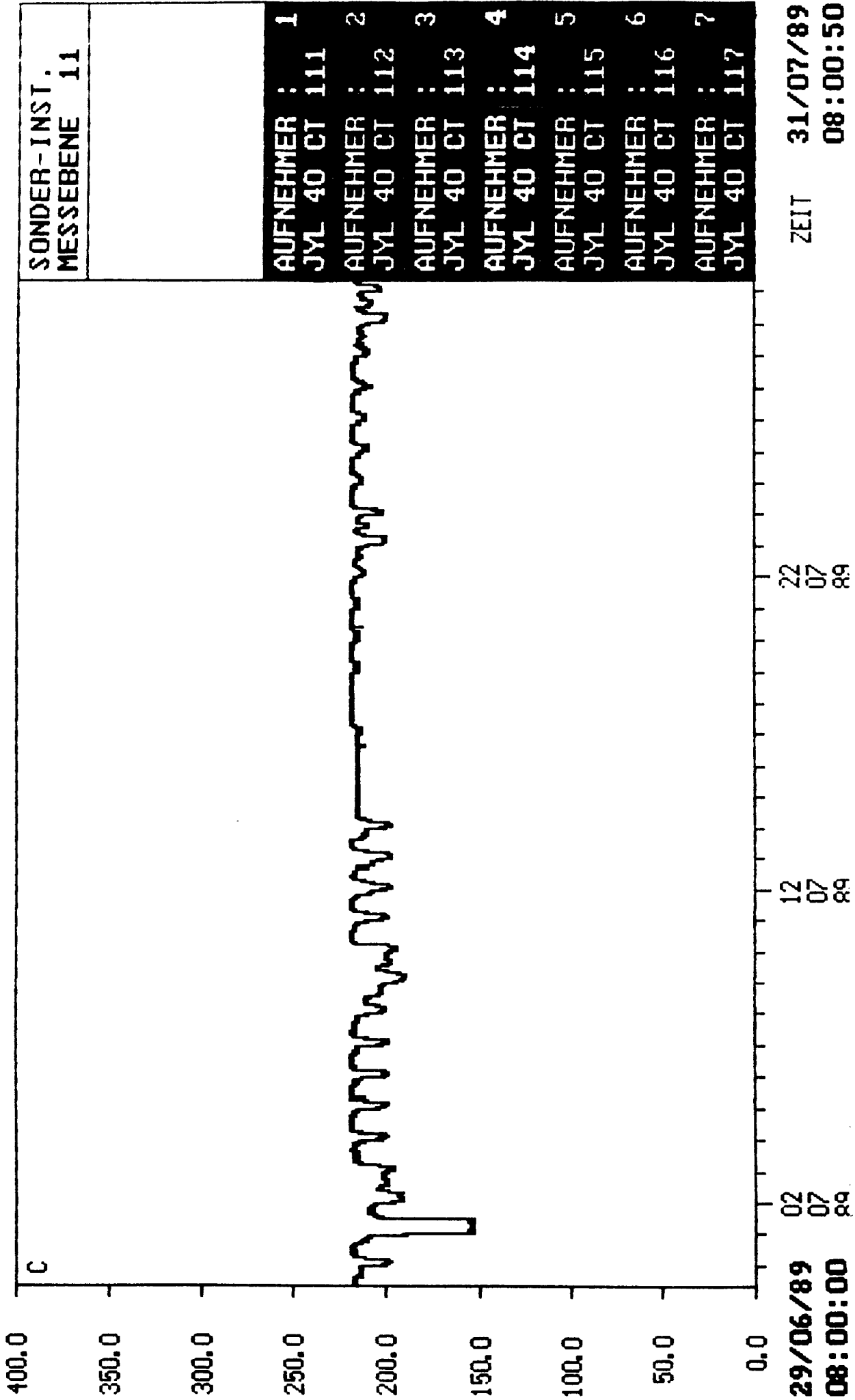
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE II
beim Anfahren vom 7.4.89 bis 10.4.89



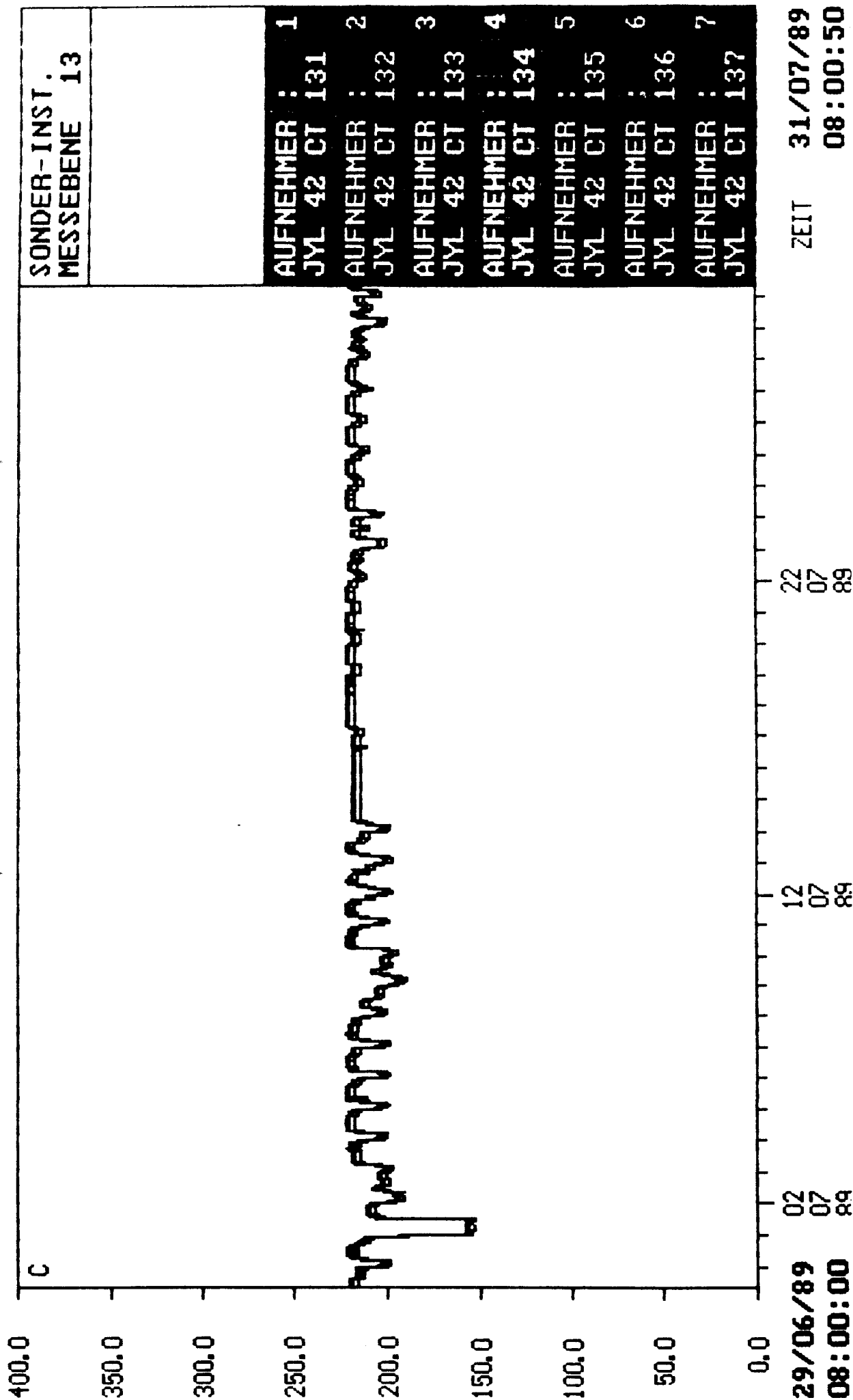
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE III
beim Anfahren vom 7.4.89 bis 10.4.89



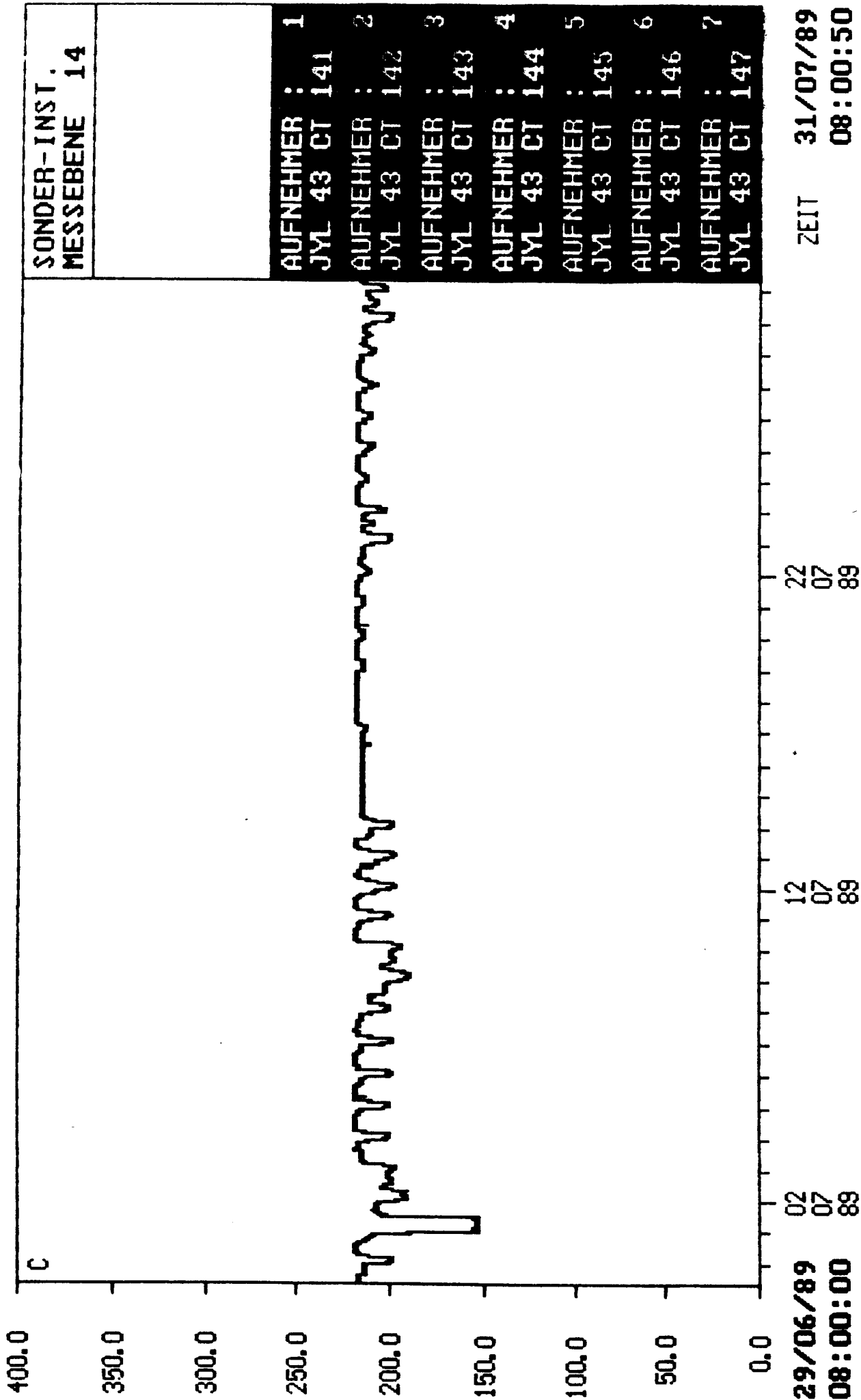
Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE IV
beim Anfahren vom 7.4.89 bis 10.4.89



Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE I
vom 29.6.89 bis 31.7.89



Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE III
vom 29.6.89 bis 31.7.89



Temperaturverläufe am Querschnitt des Speisewasserstutzen DE IV
vom 29.6.89 bis 31.7.89