

**Bedienungsanleitung für die
NIR-Spektroskopie und Z_{eff} -Diagnostik
am W7-AS**

W. Mandl

IPP III/201

Januar 1995



MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

85748 GARCHING BEI MÜNCHEN

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

GARCHING BEI MÜNCHEN

**Bedienungsanleitung für die
NIR-Spektroskopie und Z_{eff} -Diagnostik
am W7-AS**

W. Mandl

IPP III/201

Januar 1995

*Die nachstehende Arbeit wurde im Rahmen des Vertrages zwischen dem
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik und der Europäischen Atomgemeinschaft über die
Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Plasmaphysik durchgeführt.*

Bedienungsanleitung für die NIR-Spektroskopie und Z-eff Diagnostik am W7-AS

W.Mandl, IPP-Garching

Januar 1995

Im Folgenden soll eine Einführung in die Hard- und Software der NIR-Spektroskopie und Z-eff Diagnostik am W7-AS gegeben werden. Diese Bedienungsanleitung sollte es einem interessierten Kollegen ermöglichen die Diagnostik zu betreiben und nach einiger Einarbeitung die Auswertung der Meßdaten vorzunehmen.

Einleitung

Die mittlere Ionenladung Z_{eff} ist einer der wichtigen Parameter in der Beschreibung von Fusionsplasmen. Z_{eff} kann bei bekannten Elektronendichten und -temperaturen aus der gemessenen Intensität der vom Plasma emittierten Bremsstrahlung bestimmt werden. Die Gegenwart von Spektrallinien, im für die Kontinuumsmessung ausgewählten Wellenlängenbereich, erschwert und verfälscht jedoch häufig die Messung. Es ist deshalb unerlässlich die Existenz eines geeigneten, von Spektrallinien freien Bereichs mittels einer spektral aufgelösten Messung zu bestimmen und diesen Bereich während der Kontinuumsmessung fortwährend auf das Auftreten neuer Linien hin zu kontrollieren. Der Bereich des nahen infraroten (NIR) ist wegen der geringen erwarteten spektralen Liniendichte für die Messung des Bremskontinuums besonders vielversprechend.

Übersichtsspektren im NIR sind am W7-AS¹ (Bild 1), am ASDEX² und am ASDEX-Upgrade³ aufgenommen worden. Ein etwa 50 nm weites, von Spektrallinien freies, Fenster wurde bei 1040 nm gefunden. Die Messung der Übersichtsspektren wurde am W7-AS mit mit einer LN₂ gekühlten 256-Element Germanium OMA* Kamera in Verbindung mit einem 20 cm Czerny-Turner Spektrometer und mit einer 35-Element Silizium OMA Kamera in Verbindung mit einem 50 cm Ebert-Fastie Spektrometer vorgenommen. Der Wellenlängenbereich um 1040 nm wurde seit Frühling 1994 für fast alle W7-AS Plasmaentladungen mitgemessen. Zum Zeitpunkt des Rekombinationsblitzes am Ende der Entladungen kann gelegentlich eine Spektrallinie bei etwa 1052 nm beobachtet werden, aber während der Entladungen konnte der Spektralbereich als linienfrei bestätigt werden.

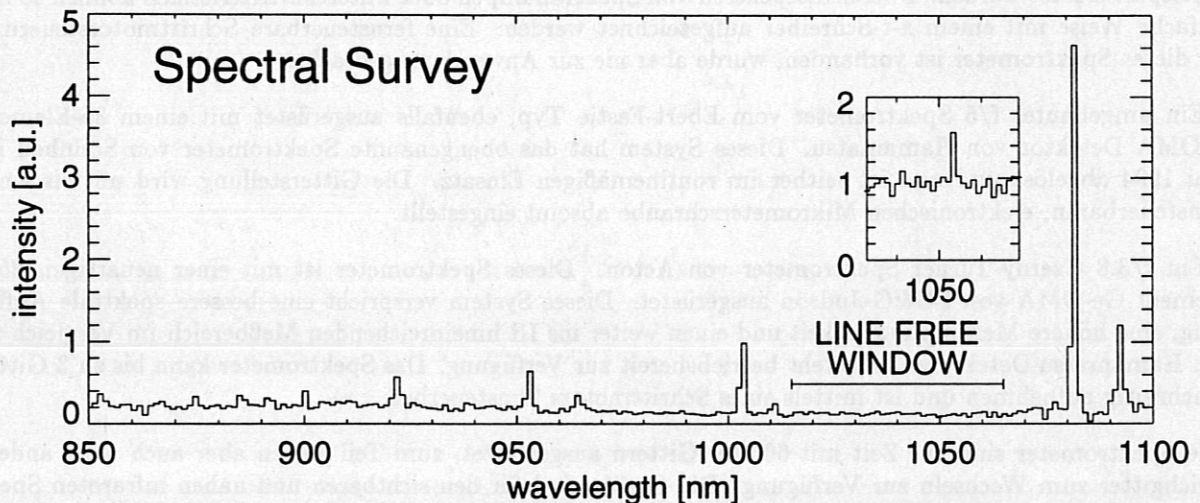


Bild 1: Übersichtsspektrum des NIR, zusammengestellt aus 8 spektral überlappenden Messungen aus aufeinanderfolgenden Entladungen. Das eingesetzte Bild zeigt eine, während des Rekombinationsblitzes am Ende einer Plasmaentladung, auftretende Spektrallinie.

Auf diese Erfahrung aufbauend, wird die Intensität der Bremsstrahlung bei 1050 nm, zum Zweck der Z_{eff} -bestimmung, gemessen. Bei der Messung wird die Bremsstrahlung, entlang einer das Plasma durchdringenden Sichtlinie, aufintegriert. Leider kann aus der linienintegrierten Messung genaugenommen nur ein mittleres Z_{eff} abgeleitet werden. Die geometrische Form der W7-AS Plasmen mit ihrer fünfzähligen Symme-

¹ W.Mandl, Central Z-eff measurements at the Stellarator W7-AS using bremsstrahlung emission in the near infrared, submitted to: Rev.Sci.Instrum (1995)

² H.Röhr, K.H.Steuer, Rev.Sci.Instrum **59**, 1875 (1988)

³ K.H.Steuer et al, Rev.Sci.Instrum **61**, 3084 (1990)

* OMA = optical multichannel analyser

trie erlaubt es jedoch Sichtlinien zu wählen, die das Bremsstrahlungslicht in einer Art und Weise auf sammeln, so daß eine sehr starke Gewichtung zu einer bestimmten radialen Position hin gegeben ist. Für die Z_{eff} Messung wird deshalb eine Sichtlinie verwendet, die über eine möglichst große Länge nahezu tangential zur magnetischen Achse der Plasmen verläuft. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß auf einer Länge von etwa 1.4 m das Plasmalicht aus einer Umgebung von ± 5 cm der optischen Achse aufgesammelt wird. Die Messung ist deshalb sehr stark zur Plasmamitte hin gewichtet und in diesem Sinne wird im folgenden von der Messung des 'zentralen Z_{eff} ' gesprochen. Darüber hinaus ist es auch vorteilhaft für die Zuverlässigkeit der Messungen, daß der relative Einfluß von möglichen, störenden, am Plasmarand emittierenden Spektrallinien und Moleülbändern, durch das Vorhandensein der kräftigen zentralen Emission abgeschwächt wird.

Meßgeometrie und Flanschbelegung

Im einzelnen werden insgesamt 4 Sehstrahlen zur Messung herangezogen. Zwei davon (Inbetriebnahme im Mai 94) sammeln, vom Flansch 15' im Modul 4 ausgehend, Licht aus der Mittelebene des Plasmas auf. Diese Sehstrahlen verlaufen über weite Strecken nahezu tangential zur Plasmaseele, und eignen sich deshalb ganz besonders dazu, stark zur Plasmamitte hin gewichtete Messungen durchzuführen (zentrales Z_{eff}). Zwei weitere Sehstrahlen durchdringen, vom Flansch 12 im Modul 5 ausgehend, das Plasma wiederum mittig, aber dieses mal vertikal. Das bei $\varphi=29^\circ$ stark elongierte Plasma wird entlang seiner größten Ausdehnung durchmessen. Die vertikalen Sichtlinien erlauben also die Messung der linienintegrierten Bremsstrahlung mit stärkerer Gewichtung außermittiger Plasmaanteile, so wie es bisher bereits bei der Z_{eff} -Bestimmung aus sichtbarer Bremsstrahlung geschieht.

Meßsysteme

An Detektorsystemen stehen im einzelnen zur Verfügung:

- Ein umgebautes f/4 Spektrometer vom Typ 'Steinheil Spectrovar DM700', ausgerüstet mit einem 35-Element Si-OMA (optical multichannel analyser) Detektor von Hamamatsu. Das Gerät wurde Mitte 1992 in Betrieb genommen und steht gegenwärtig als Backupsystem zur Verfügung. Die Wellenlänge kann mittels Handkurbel und mechanischem Zählwerk oder kontinuierlich mittels Synchronmotorsteuerung verstellt werden. Der OMA Detektor kann durch einen vorhandenen Ge- oder Si-Einzeldetektor mit passendem Austrittsspalt ersetzt werden. Übersichtsspektren von Spektrallampen oder Filtercharakteristiken können so auf einfache Weise mit einem x-t-Schreiber aufgezeichnet werden. Eine fernsteuerbare Schrittmotorsteuerung für dieses Spektrometer ist vorhanden, wurde aber nie zur Anwendung gebracht.
- Ein umgebautes f/5 Spektrometer vom Ebert-Fastie Typ, ebenfalls ausgerüstet mit einem 35-Element Si-OMA Detektor von Hamamatsu. Dieses System hat das obengenannte Spektrometer von Steinheil im Mai 1994 abgelöst und ist seither im routinemäßigen Einsatz. Die Gitterstellung wird mittels einer fernsteuerbaren, elektronischen Mikrometerschraube absolut eingestellt.
- Ein f/3.8 Czerny-Turner Spektrometer von Acton. Dieses Spektrometer ist mit einer neuartigen 256-Element Ge-OMA von EG&G-Judson ausgerüstet. Dieses System verspricht eine bessere spektrale Auflösung, eine höhere Meßempfindlichkeit und einen weiter ins IR hineinreichenden Meßbereich im Vergleich zu den Hamamatsu Detektoren. Es steht betriebsbereit zur Verfügung. Das Spektrometer kann bis zu 3 Gitter gleichzeitig aufnehmen und ist mittels eines Schrittmotors fernsteuerbar.

Alle Spektrometer sind zur Zeit mit 600-ter Gittern ausgestattet, zum Teil stehen aber auch noch andere Strichgitter zum Wechseln zur Verfügung. Die Geräte sind für den sichtbaren und nahen infraroten Spektralbereich geeignet.

- Des weiteren gibt es noch zwei Einzeldetektoren, mit denen, unter Zwischenschaltung von Interferenzfiltern, die eigentliche zeitaufgelöste Messung der Bremsstrahlung durchgeführt wird. Zur Anwendung kommen kapazitätsarme PIN Si-Photodioden. Die Dioden werden, um das beste Signal/Rausch Verhältnis zu erreichen, ohne Bias-Spannung betrieben. Der Photostrom wird mittels eines, eigens im Hause entwickelten, Verstärkerbausteines in ein Spannungssignal umgesetzt, welches dann mit einem ADC aufgezeichnet wird. Durch die Zeitkonstante der Verstärker ist eine Zeitauflösung von 10 kHz gegeben. Der erste dieser Einzeldetektoren ist seit Mitte Mai 1994 in Betrieb und wird für die Routinemessung der Bremsstrahlung verwendet. Der zweite Detektor ist seit Oktober 1994 in den Meßbetrieb integriert.

Absoluteichung

Als die NIR- Z_{eff} Diagnostik Mitte Mai zum ersten Mal den Meßbetrieb aufnahm, wurde das System anhand von W7-AS Puls #27333 mit der Z_{eff} Messung der Soft-X Diagnostik von Herrn Weller kreuzkalibriert. Der so gewonnene Kalibrationsfaktor hat sich in den folgenden Wochen Experimentierzeit in dem Sinne gut

'bewährt', daß, wie zu erwarten war, Z_{eff} Werte nahe 1, aber nicht darunter gemessen wurden. In etlichen Entladungen zeigte jedoch ein Vergleich zwischen SX- Z_{eff} und NIR- Z_{eff} höhere Werte bei der SX Messung. Um Klarheit zu schaffen, wurde deshalb eine Absoluteichung vorgenommen.

Die Absoluteichung wurde mit einer kalibrierten Lichtquelle, einer Ulbrichtkugel mit einer Öffnung von 5 cm Durchmesser, durchgeführt. In den Strahlengang wurde ein für das NIR geeignetes Metallfilm-Graufilter und ein Vakuumfenster eingebracht. Das Graufilter schwächt das sehr intensive Licht der Eichquelle um einen Faktor 1000 ab, so daß der mit dem Meßobjektiv verbundene Detektor ein Signal von ähnlicher Intensität wie das Plasmalicht mißt. Das in den Strahlengang eingebrachte Vakuumfenster ist baugleich mit dem am Experiment verwendeten Fenster und auch unter dem gleichen Winkel angeordnet.

Das Resultat der Absoluteichung stimmte im Rahmen der Meßgenauigkeit mit der Kreuzkalibration überein. Die Durchführung einer Absoluteichung ist mit nur geringem Aufwand verbunden, so daß sie bei Bedarf, z.B. nach Umbauten, leicht wiederholt werden kann.

EDV-Anbindung und Betrieb

Alle Komponenten, außer dem Backup-Spektrometer von Steinheil, sind an die elektronische Datenerfassung angeschlossen und von jedem Terminal aus vollständig fernbedienbar.

Die gesamte Datenerfassung und Fernsteuerung erfolgt mittels des Diagnostikrechners 'OSMA' vom Typ MirkoVAX. Die Einstellung der Spektrometer erfolgt unmittelbar über die seriellen Schnittstellen TXA4 und TXA5 des Rechners. Die für den Betrieb der OMA Detektoren erforderlichen Steuerpulse werden von sechs, vom ASDEX übernommenen, PPG CAMAC-Pulsgeneratoren auf der Meßbühne erzeugt und über entsprechende Leitungstreiber, geschirmte Twisted-Pair Leitungen, und Pulse-Shaper an den eigentlichen Meßplatz, der im Keller der Wendelstein-Halle ist, weitergeleitet. Drei CAMAC-ADC's bewältigen die eigentliche Erfassung der Meßdaten.

Die Einzeldetektoren und die OMA's von Hamamatsu sind für den wartungsfreien Dauerbetrieb geeignet, und brauchen deshalb niemals abgeschaltet zu werden. Auch nach Stromabschaltungen und Betriebspausen wird der Dauerbetrieb automatisch wieder aufgenommen.

Das optische System

Das Licht der 4 Sichtlinien der NIR Diagnostik wird durch spezielle, wasserfreie IR-Lichtleiter von 1mm Durchmesser vom Torusport zur Meßstelle übertragen. Die Einkopplung des Lichtes geschieht mittels kleiner Präzisionslinsen ($\Phi=12$ mm, $f=25$ mm) die in, in der E2 Werkstätte hergestellten, Objektivgehäusen gehalten werden. Aus Gründen der Systemvereinfachung befinden sich die benötigten optischen Filter jeweils objektseitig vor den Linsen. Dabei handelt es sich im Falle von Sichtlinien die der spektrometrischen Messung dienen sollen um einfache Farbglass Ordnungsfilter* und im Falle von Sichtlinien für die Bremsstrahlungsmessung um mit Farbgläsern geblockte Interferenzfilter.** Für jeden der beiden Torusstutzen ist aus pertinaxartigem Material jeweils ein Überwurfflansch hergestellt worden. Diese Überwurfflansche werden mittels Klemmschrauben auf den betreffenden Fensterflanschen festgespannt und tragen ihrerseits jeweils eines der Spektroskopieobjektive und eines der Bremsstrahlungsobjektive.

Die verwendeten Stutzen des W7-AS Vakuumgefäßes werden beim Ausheizen des Vakuumgefäßes lediglich handwarm, so daß die Überwurfflansche u.s.w. nicht abgebaut werden müssen.

Die Enden der Lichtleiter sind in Messinghülsen gefaßt und plan poliert. Die den Lichtleiter tragende Messinghülse wird bis zum Anschlag in die rückseitige Öffnung der jeweiligen Objektive eingeschoben und mit einer seitlichen Feststellschraube festgeklemmt. Zu beachten ist dabei, daß die Objektivöffnung in einem Fall größer als der Außendurchmesser der Lichtleiterhalterung ist. Das entstehende Spiel wird durch ein geeignetes, seitlich aufgeschlitztes Adapterröllchen aus Stahl aufgefüllt.

Eine genaue Justierung der Sichtlinien ist nur für die, die Absolutintensität messenden, Sichtlinien für die Bremsstrahlungsmessung nötig. Zu diesem Zweck wird das Spektroskopieobjektiv abgebaut um eine Beobachtung mit dem Auge zu ermöglichen. Die Filterkombination vor dem Bremsstrahlungsobjektiv wird ebenfalls entfernt und das Bremsstrahlungsobjektiv wird dann wieder am Überwurfflansch festgeschraubt. Entweder der zur Messung verwendete Lichtleiter oder ein kurzer zu diesem Zweck bereitgehaltener Lichtleiter wird an das Bremsstrahlungsobjektiv angeschlossen. An der anderen Seite des Lichtleiters wird ein mit einem

* Firma: Lot/Oriel, Best.Nr.: 715FG07-25

** Firma: Lot/Oriel, Best.Nr.: 050FS10-25

entsprechenden Adapter versehener HeNe Laser angesteckt. Der rote Lichtfleck des Lasers kann nun auf der Torusinnenwand beobachtet werden. Die Justierung erfolgt indem die Feststellschrauben des Überwurfflansches gelockert und der Überwurfflansch durch Drehen und/oder Verkappen positioniert wird. Danach wird der Überwurfflansch durch festziehen der Feststellschrauben in der justierten Position arretiert. Das darauffolgende Wiedereinfügen der Filterkombinationen und das Anbringen der Spektroskopieobjektive sollte auf die Justierung keinen Einfluß mehr haben.

Betrieb und Fernbedienung der Spektrometer

Die beiden in Betrieb befindlichen Spektrometer von *Bausch & Lomb* und von *Acton* sind gegenwärtig jeweils mit einem 600/mm Strichgitter bestückt. Die Gitter sind für 1 μ geblased. Der Gitterantrieb wird in beiden Fällen mittels eingebauter Schrittmotoren mit absoluter Positionsanzeige bewerkstelligt.

Im Falle des *Acton* Spektrometers handelt es sich dabei um den fabrikmäßig eingebauten Gittertrieb, dessen Bedienung, mittels der mitgelieferten Bedienungseinheit '*Acton Spectra Drive*', im Handbuch des Spektrometers genau beschrieben ist. Zu beachten ist, daß das *Acton* Spektrometer, um die f-Zahl zu erhöhen, von einer ursprünglichen Brennweite von 25cm auf 20cm umgebaut wurde. Die Absolutanzeige der Wellenlänge ist deshalb nicht korrekt.

Das *Bausch & Lomb* Spektrometer war ursprünglich mit einer Handkurbel zur Verstellung des Sinustriebes ausgestattet. Diese Handkurbel wurde durch eine elektronische Mikrometerschraube ersetzt. Der Betrieb der Mikrometerschraube mittels der mitgelieferten Bedienungseinheit '*Encoder Mike*', ist wiederum im Handbuch der Mikrometerschraube genau erläutert.

Der Betrieb der beiden Bedienungseinheiten ist dank der Beschriftung der einzelnen Tasten und der Menüführung der Vorgänge auch ohne Handbuch leicht zu bewerkstellen. Zu beachten ist lediglich, daß die Mimik der Mikrometerschraube durch den **REM/LOC** Taster in den lokalen Modus versetzt werden muß. Die Fernsteuerung des *Acton* Spektrometers wird dadurch in den lokalen Modus gebracht, daß das Rechnerkabel von der Rückseite abgezogen wird. Durch An- und Abschalten der Einheit wird dann ein Booten im lokalen Modus erreicht.

Um die beiden Spektrometer 'remote' bedienen zu können, muß an die jeweilige serielle Schnittstelle ein TTY Terminal, also ein sogenanntes unintelligentes Terminal, angeschlossen zu werden. Um den Betrieb von jedem X-Windows Terminal aus zu ermöglichen, werden auf der OSMA-VAX deshalb zwei TTY-Terminals emuliert. Der *Acton* Controller wird zu diesem Zweck, mittels Twisted-Pair-Leitung-6, mit der seriellen Schnittstelle TXA5 des OSMA Rechners verbunden (Buchse C1) und der Mikrometerschraubencontroller wird entsprechend, mittels Twisted-Pair-Leitung-5, an der seriellen Schnittstelle TXA4 (Buchse C0) angesteckt. Zu beachten ist wiederum, daß beide Einheiten im 'remote' Zustand sein müssen. Dies erreicht man beim Mikrometerschraubencontroller am einfachsten durch den **REM/LOC** Taster. Der *Acton* Controller muß bei angesteckter Rechnerverbindung an- und abgeschaltet werden. Er erkennt von selbst das Vorhandensein der Rechnerverbindung und bootet dann im 'remote' Modus.

Für den eigentlichen Remote-Betrieb müssen die Schnittstellen TXA4 und TXA5 entsprechend den (unterschiedlichen) Bedürfnissen (Start-, Stopp-, Paritätsbits, Übertragungsgeschwindigkeiten) der beiden Controller konfiguriert werden *. Das ist geschehen und muß nur wiederholt werden, wenn jemand die Einstellungen verstellt.

Im Einzelnen geht man dann so vor:

1.) Zwei DEC-Fenster mittels Telnet auf dem OSMA Rechner eröffnen, oder zwei lokale Fenster öffnen falls man an der OSMA Konsole arbeitet.

2.) Mit den Kommandos:

```
set host /dte txa4:
```

bzw. mit

```
set host /dte txa5:
```

in den Fenstern jeweils eine TTY-Emulation starten.

* TXA4: 4800 baud, 8 bit, no parity, 2 stop bits (EncoderMike)

TXA5: 9600 baud, 8 bit, no parity, 1 stop bit (ActonSpectraDrive)

Hinweis: Die Synchronisation der Datenübertragung gelingt nur, wenn die Option 'Type.ahead' aktiviert wird.

In die beiden so vorbereiteten Fenster können nun unmittelbar interaktiv Kommandos, wie in den entsprechenden Handbüchern beschrieben, eingegeben werden. Auf diese Weise kann zum Beispiel der Zustand des Controllers oder die angefahrne Position abgefragt werden und die Wellenlänge verstellt werden.

Elektronische Komponenten der 35-Element Si-OMA Kamera

Die elektronischen Komponenten der 35-Element Si-OMA sind:

1. Diodenarray S4111 von Hamamatsu
2. Ausleseelektronik C2334 von Hamamatsu
3. Leitungstreiber- und Stromversorgungsplatine (in der ZTE des IPP gebaut)
4. Gleichstromversorgung (in der ZTE des IPP gebaut)
5. bidirektionaler RS-422 Tranceiver STO 580 (von der Firma Stockinger gebaut)
6. CAMAC Geräte: 3 PPG's, 1 ADC (KineticSystems 4022+4050)

Das Diodenarray ist unmittelbar auf die Ausleseplatine C2334 aufgesteckt und die Treiberplatine sitzt 'huckepack' auf der Ausleseplatine. Diese kompakte Elektronikeinheit ist in einem massiven, schwarz eloxiertem Aluminiumgehäuse untergebracht, das Ausgangsseitig am jeweiligen Spektrometer befestigt ist. Beide 35-Element Kameras sind elektronisch identisch, die am *Steinheil* Spektrometer befestigte Kamera kann deshalb als Ersatzteil für die am *Bausch & Lomb* Spektrometer eingesetzte Kamera betrachtet werden. Zu beachten sind lediglich die unterschiedliche Steckerbelegung und die unterschiedlichen Adapterflansche. Auch ist die am *Steinheil* befestigte OMA noch nicht mit der Treiberplatine der ZTE sondern mit einer (gut funktionierenden,) selbstgebauten Prototypplatine ausgerüstet. 4 Ersatz Treiberplatten (voll bestückt und einsatzfertig) sind vorhanden (Ersatzteillager bzw. für Diagnostikausbau).

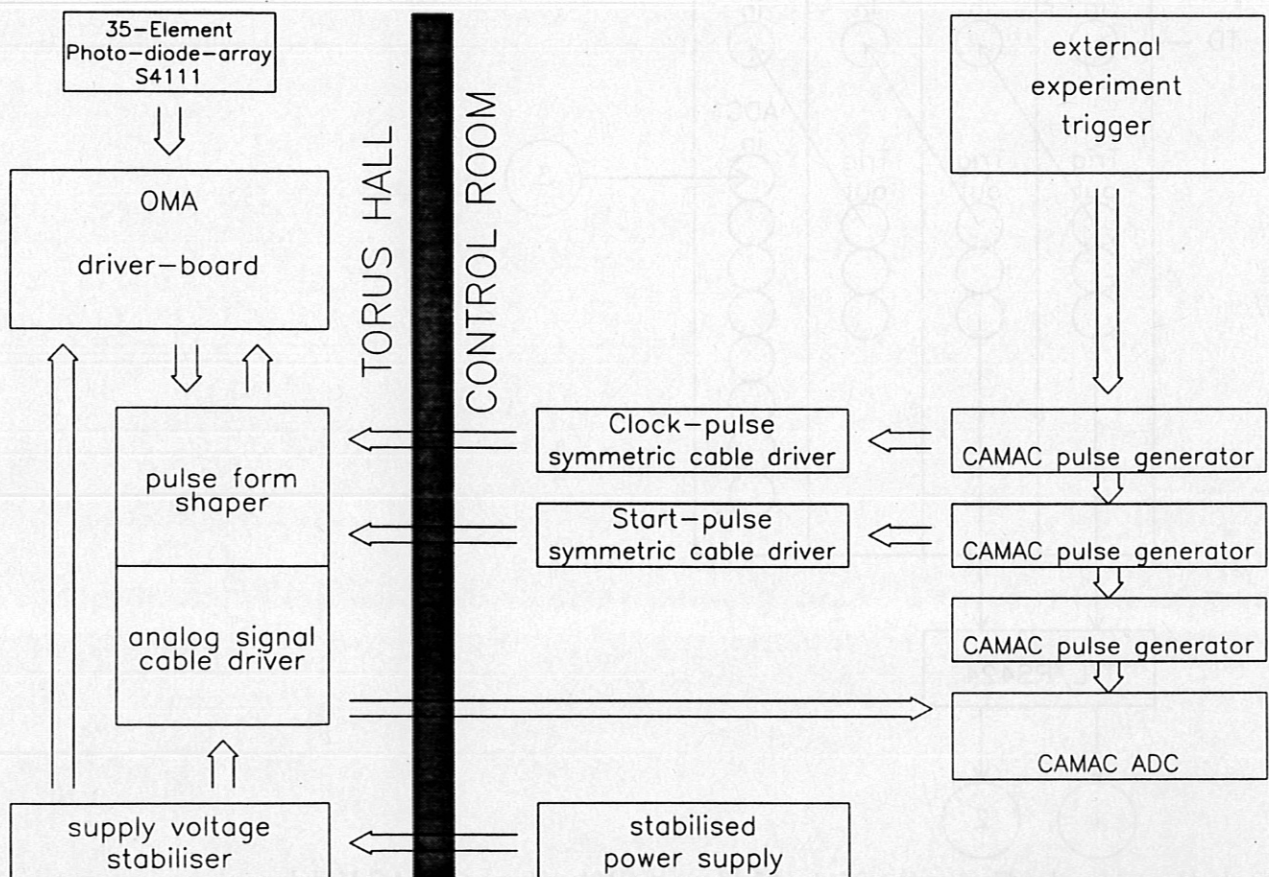


Bild: Blockschaltbild der 35-Element OMA und ihrer Peripherie.

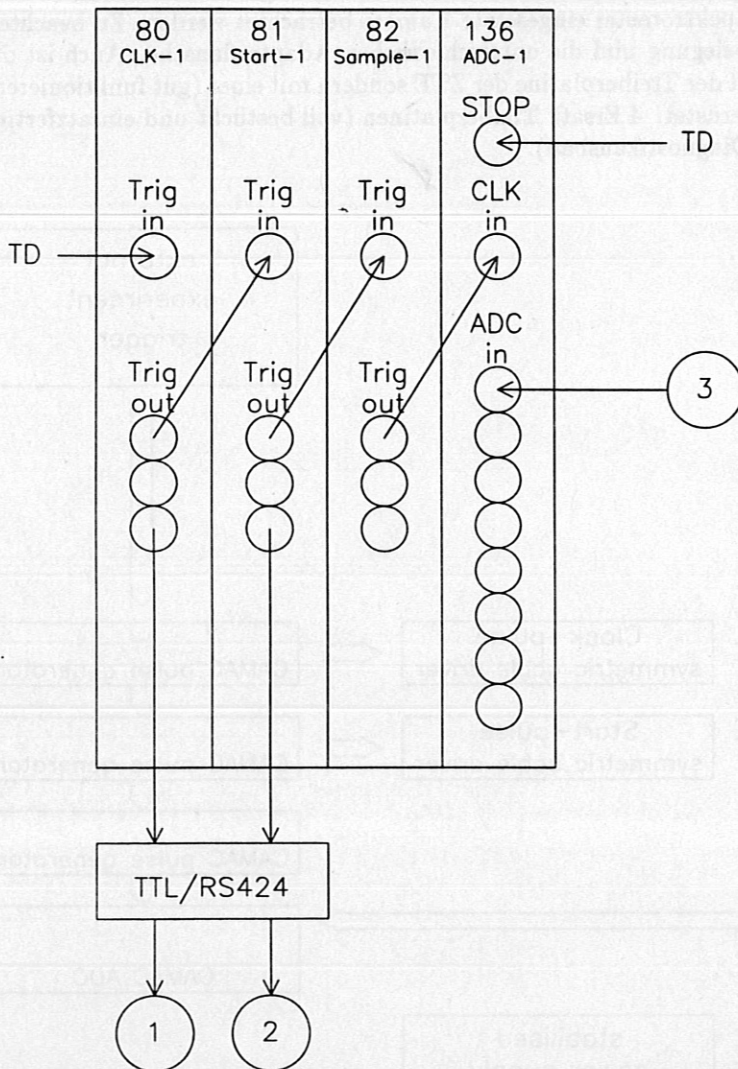
Das Blockschaltbild verdeutlicht das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten des OMA Systems. Alle Komponenten in der Torus Halle sind im Kameragehäuse untergebracht. Die Verbindung zu den Komponenten auf der Meßbühne wird mittels 3 twisted-pair Leitungen (1=CLK-1, 2=Start-1, 3=ADC-1) zur Signalübertragung und mittels Schaltleitungen zur Energieversorgung hergestellt.

Die Gleichstromversorgung der OMA befindet sich auf der Meßbühne E3 im Rack neben dem OSMA Rechner. Die Stromzuführung erfolgt über 0.7 mm² Steuerleitungen. Die Verdrahtung ist dabei wie folgt:

Spannung	Leitung	Tuchelstecker	Lemo-S Stecker
-17 V	blau	4	3
MASSE	grau	3	1
+17 V	gruen	2	4
+7 V	braun	1	2

Stecker und Kabelbelegung der Stromzuführung für die 35-Element OMA's von der Meßbühne.

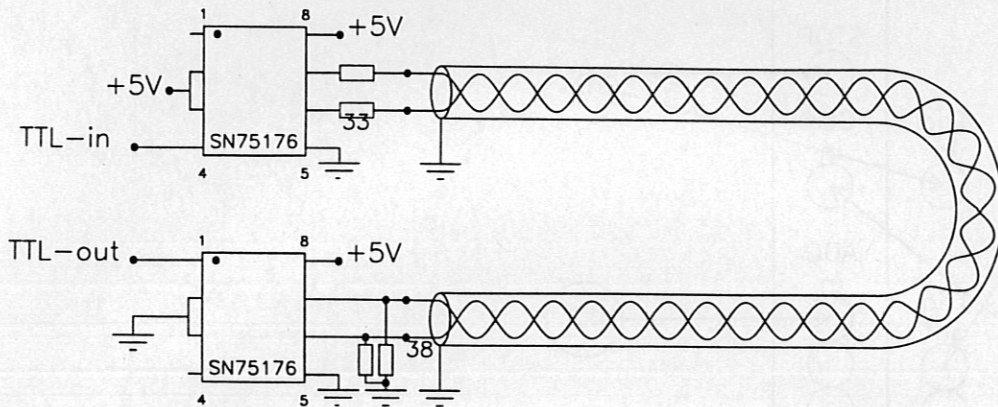
Die Verkabelung der zum Betrieb der 35-Element OMA nötigen CAMAC Module wird in der folgenden Skizze verdeutlicht.



Verdrahtungsplan der für den Betrieb der 35-Element OMA nötigen CAMAC Module

Der 100 V Spannungspuls des Experimenttriggers T_D wird mittels einer Triggerverteilerinheit auf 5V reduziert. Die Twisted-Pair-Kabel Treiber Einheiten haben je 5 Ein- und Ausgänge. Jedes TTL-RS424 Paar kann gesondert, mittels eines auf der Platine befindlichen Dipschalters, in Sende- oder Empfangsbetrieb geschaltet werden. Im Sendebetrieb (grüne LED an) werden TTL Signale in RS424 Signale zum Treiben von Twisted-Pair Leitungen umgewandelt. Im Empfangsbetrieb werden TTL Signale erzeugt und in die 50 Ω Leitung ausgegeben.

Die Prinzipschaltung der digitalen Signalübertragung sieht folgendermaßen aus:

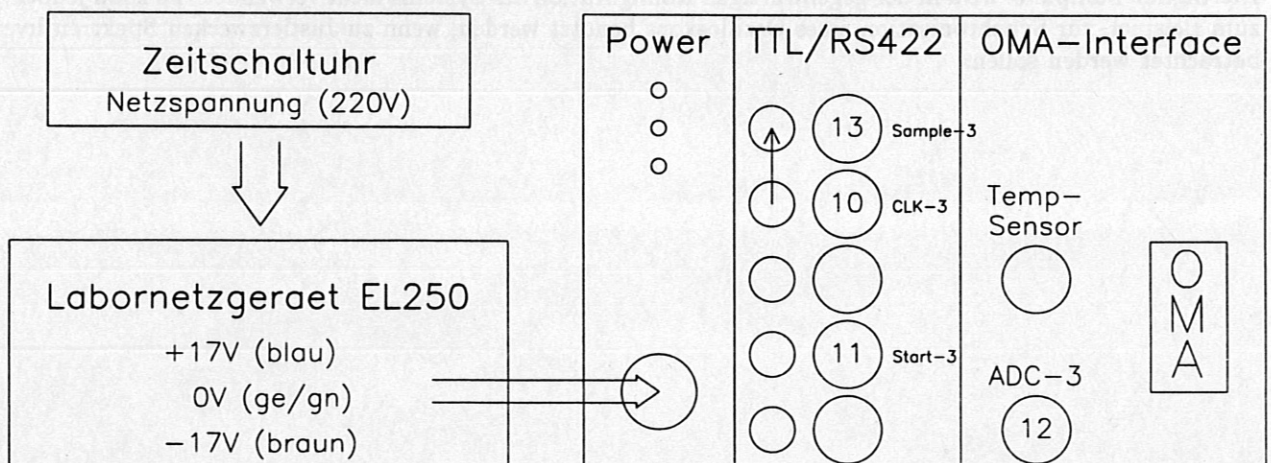


Prinzipschaltbild: Übertragung von TTL Signalen über lange Entfernungen. TTL Pulse werden mittels eines auf 'Senden' gestellten TTL/RS422 Treibers (grüne LED an) über eine abgeschlossene Twisted-Pair Leitung an einen zweiten, auf 'Empfangen' geschalteten Treiber übertragen.

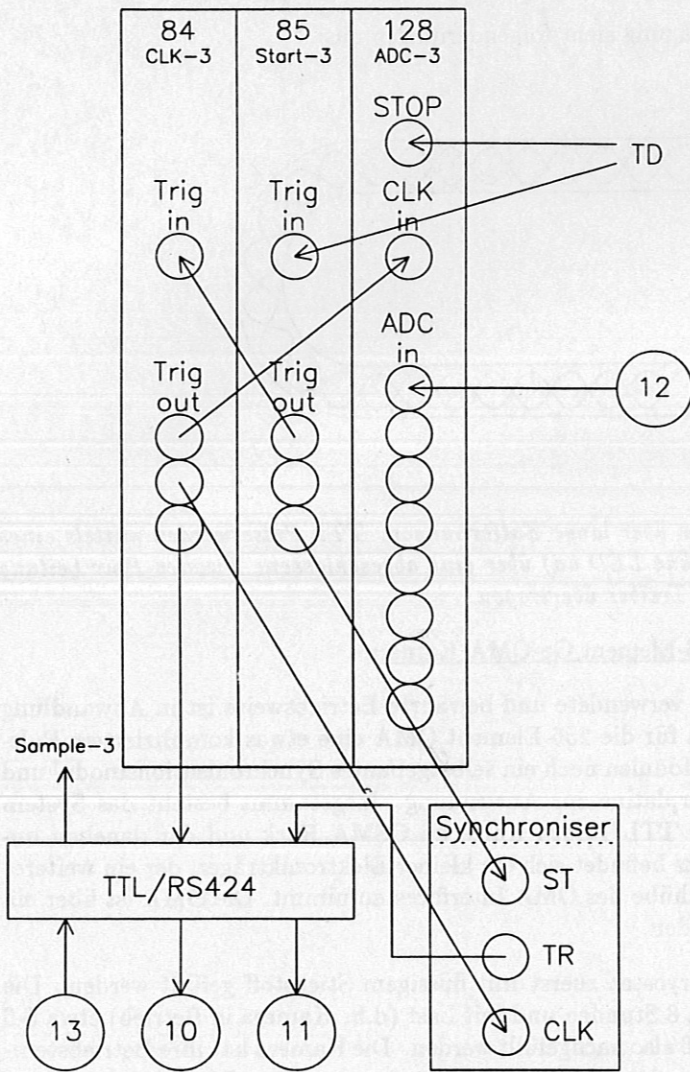
Betrieb und elektronische Komponenten der 256-Element Ge-OMA Kamera

Die schon beim Betrieb der 35-Element Kamera verwendete und bewährte Betriebsweise ist in Abwandlung auch bei der 256-Element OMA im Einsatz. Da für die 256-Element OMA eine etwas kompliziertere Pulsfolge nötig ist, kommen zusätzlich zu den PPG Modulen noch ein selbstgebautes Synchronisationsmodul und eine von der Firma Stockinger gelieferte Treiberplatine zur Anwendung. Insgesamt besteht das System aus 3 CAMAC Modulen im OSMA Rack, einer TTL/RS424 Karte im OSMA Rack und der daneben untergebrachten Synchronisierplatine. Am Meßplatz befindet sich ein kleiner Elektronikträger, der ein weiteres TTL/RS422 Interface und auch die beiden Einschübe des OMA Interfaces aufnimmt. Die OMA ist über ein Flachbandkabel mit dem OMA-Interface verbunden.

Um die OMA betreiben zu können, muß der Kryostat zuerst mit flüssigem Stickstoff gefüllt werden. Die Standzeit des Kryostaten beträgt ohne Last etwa 8 Stunden und mit Last (d.h. Kamera in Betrieb) etwa 5-6 Stunden. Während eines Experimentiertages muß also nachgefüllt werden. Die Kamera hat ihre Betriebstemperatur nach etwa 1-2 Minuten erreicht und kann dann in Betrieb genommen werden. Zur Inbetriebnahme ist lediglich die Zeitschaltuhr einzuschalten, so daß das Labornetzgerät EL250 mit Netzspannung versorgt wird. Um ein versehentliches Überhitzen der OMA zu verhindern, sollte die Schaltuhr sinnfälliger Weise so programmiert sein, daß ein automatisches Abschalten am Ende des Experimentiertages stattfindet.



Verschaltung der in der Experimentierhalle befindlichen Peripheriegeräte der 256-Element OMA. Die OMA wird mittels eines Adapterkabels an das OMA-Interface angeschlossen.

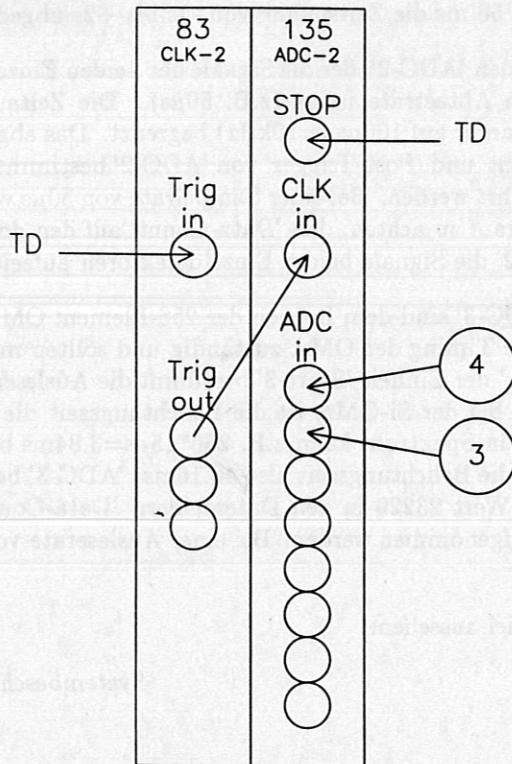


Verdrahtungsplan der für den Betrieb der 256-Element GE-OMA nötigen CAMAC- und Treiber-Module

Das Signal 'Sample-3' wird in der gegenwärtigen Konfiguration des Systems nicht verwendet. Es kann jedoch, zum Beispiel, zur Synchronisation eines Oszilloskops benutzt werden, wenn zu Justierzwecken Spektren live betrachtet werden sollen.

Elektronische Komponenten der Einzeldetektoren

Die beiden Einzeldetektoren messen kontinuierlich. Der PPG erzeugt deshalb lediglich die Clock Pulse für den ADC. Die Detektoren selbst sind, nebst Vorverstärker, Leitungstreiber und Spannungsstabilisatoren, in kleinen dickwandigen Aluminiumgehäusen untergebracht. Durch öffnen der Detektorgehäuse wird ein Trimmerpotentiometer und ein Jumper-Array zugänglich. Mit dem Trimmer kann der Nullpunkt verstellt werden und mit dem Jumper-Array kann die Nachverstärkung des Leitungstreibers verstellt werden. Beides dient der optimalen Anpassung der Meßgröße and den dynamischen Bereich ($\pm 5V$) des ADC.



Verdrahtungsplan der für den Betrieb der PIN-Einzeldetektoren nötigen CAMAC Module

Diagnostiksteuerung mittels Konfigurationsdatei

Die Betriebsparameter der einzelnen Detektoren werden ausschließlich über die Konfigurationsdatei des OSMA Diagnostikrechners festgelegt. Es ist in der Regel nicht nötig während des Schußbetriebs Parameter zu verändern. Im Bedarfsfall können Parameter aber durch editieren der Konfigurationsdatei verändert werden. Da die Konfigurationsdatei auch die Betriebsparameter anderer Diagnostiken enthält, ist es empfehlenswert Editierarbeiten nur an der Konsole des OSMA Rechners vorzunehmen um Konfliktsituationen die durch das gleichzeitige Editieren an verschiedenen Terminals entstehen könnten zu vermeiden. Das Steuerprogramm der Diagnostik liest die jeweils letzte Version des Konfigurationsfiles vor jedem Experiment und benutzt die gefundenen Einstellungen zur Steuerung der einzelnen Komponenten der Diagnostikhardware.

Für die NIR- Z_{eff} Diagnostik sind folgende Komponenten im einzelnen von Bedeutung:

35-Element Si-OMA:

CLK-1	Start-1	Sample-1	ADC-1
-------	---------	----------	-------

Si-Einzeldioden:

Sample-2	ADC-2
----------	-------

256-Element Ge-OMA:

CLK-3	Start-3	ADC-3
-------	---------	-------

Alle Komponenten können einzeln an- oder abgeschaltet werden indem das Kontrollfeld 'Unit-State' auf 'online' oder auf 'offline' gesetzt wird. Da lediglich die ADC's Daten in nennenswertem Umfang produzieren, ist es nicht nötig andere Komponenten als ADC's 'offline' zu setzen wenn Teile der Diagnostik nicht benötigt werden.

Die von 'CLK-1' und 'Sample-1' generierten Pulssequenzen sind für das interne Timing der Si-OMA zuständig und sollten deshalb nach Möglichkeit nicht angetastet werden. Der erste Parameter von 'Burst-1' des Timers 'Start-1' ist die Integrationszeit der Si-OMA (z.B. 50000 μ s). Dieser Parameter kann bei Bedarf und Interesse in weiten Bereichen verändert werden. Die kürzeste mögliche Integrationszeit ist durch den Auslesezyklus der OMA bestimmt. Bei einer Clockzeit (CLK-1) von 20 μ s ist sie $20 \cdot 4 \cdot (35+1) = 1440 \mu$ s. Die Anzahl der pro Schuß aufgezeichneten Zeitpunkte wird durch die Parameter 'Data-Count' und 'Post-Trigger' von 'ADC-1' festgelegt. 3600 bedeutet daß 100 Aufnahmen mit je 35+1 Pixeln gemacht werden (+1 da ein extra Synchronisationspuls, 'Sample-1', 'Burst-1', benötigt wird). Da der Experimenttrigger T_D 3s vor dem Schuß abgegeben wird, wird also bei einer Belichtungszeit von 50 ms die Zeitspanne von -3s bis +2s abgedeckt.

Der Pulsgenerator 'Sample-2' erzeugt die Clockpulse für den 'ADC-2', der die Signale der beiden Einzeldioden aufzeichnet. Der erste Parameter von 'Burst-1' ist die Abtastrate in μ s (z.B. 50 μ s). Die Zeitauflösung dieser Einzeldioden ist durch das RC-Glied der Vorverstärker auf 100 μ s (=10kHz) begrenzt. Das abgedeckte Zeitfenster ist wiederum durch die Parameter 'Data-Count' und 'Post-Trigger' von 'ADC-2' bestimmt. 'Post-Trigger 90000' bedeutet daß 90000 Messungen durchgeführt werden. Bei einer Sempelrate von 50 μ s wird also das Zeitintervall von -3s bis +1.5s abgedeckt. Es ist darauf zu achten, daß 'Data-Count' auf den doppelten Wert von 'Post-Trigger' gesetzt werden muß, da 'ADC-2' die Signale beider Einzeldetektoren aufzeichnet.

Die verbleibenden Einheiten, 'CLK-3', 'Start-3' und 'ADC-3' sind dem Betrieb der 256-Element OMA zugeordnet. Die Parameter von 'CLK-3' sind für das interne Timing der OMA zuständig und sollten möglichst nicht verstellt werden. Der erste Parameter von 'Burst-1' der Einheit 'Start-3' bestimmt die Ausleserate der Spektren (z.B. ein Spektrum alle 50000 μ s). Anders als bei der Si-OMA ist die Belichtungszeit die um die Auslesezeit verkürzte Ausleserate. Die Auslesezeit für ein Spektrum kann z.B. $256 \cdot 15 \mu$ s = 3.84ms betragen ('CLK-3', 'Burst-1'). Bei einer Ausleserate von 50ms ist die Belichtungszeit also 46.16ms. 'ADC-3' bestimmt wieder die Anzahl der aufgenommenen Spektren. Der Wert 23220 in den Datenfeldern 'Data-Count' und 'Post-Trigger' indiziert daß $23220/258 = 90$ Spektren aufgenommen werden. Bei einer Ausleserate von 50ms wird also ein Zeitbereich von -3s bis +1.5s abgedeckt.

Das Konfigurationsfile kann wie das nachfolgende Beispiel aussehen:

\$ OSMA		<i>Systembeschreibung</i>
Level-State	test	
Level-Type	DIAG	
Data-Limit	1300160	
System	MVAX3	
User	'Spectroscopy Group'	
Version	1	
Spec-1-Txt1	Near Infra Red Spectroscopy on W7-AS	<i>Kommentare</i>
Spec-1-Txt2	35-Element Hamamatsu OMA on Steinheil Spectrometer DM700	
Spec-1-Txt3	- test with spectrometer -	
Spec-1-Port	small window on 15'4	
Spec-1-Fibres	single fiber	
Spec-1-Filters	first order glas filters	
Spec-1-Type	Steinheil DM700	
Spec-1-Slit	1.0	
Spec-1-Grating	600. 21.1	
Spec-1-Wlength	1084.	
Spec-2-Txt1	Near Infra Red Spectroscopy on W7-AS	
Spec-2-Txt2	single canal bremsstrahlung	
Spec-2-Txt3	- single PIN diode with OP111 pre amplifier -	
Spec-2-Port	small window on 15'4	
Spec-2-Fibres	single fiber	
Spec-2-Filters	interference filter and glas filter	
Spec-2-Wlength	1050.	
\$ CLK-1		<i>Clock Pulse für 35-Element OMA</i>
Driver	PPG	
Unit-State	online	
ID-Code	80	
Address	1 1	

Mode	No_Entry		
Data-Type	BYTE		
Data-Count	2		
Start	Extern		
Burst-1	20	1	Free_Run
Burst-2	0	0	STOP
Trig-In	TD		

\$ Start-1 *Start Readout von 35-Element OMA*

Driver	PPG		
Unit-State	online		
ID-Code	81		
Address	1 2		
Mode	No_Entry		
Data-Type	BYTE		
Data-Count	2		
Start	Extern		
Burst-1	50000	1	Continue
Burst-2	0	0	STOP
Trig-In	CLK-1		

\$ Sample-1 *Trigger für ADC-1 (35-Element OMA)*

Driver	PPG		
Unit-State	online		
ID-Code	82		
Address	1 3		
Mode	No_Entry		
Data-Type	BYTE		
Data-Count	3		
Start	Extern		
Burst-1	60	1	Continue
Burst-2	80	35	Continue
Burst-3	0	0	STOP
Trig-In	Start-1		

\$ Sample-2 *Trigger für ADC-2 (Einzeldetektoren)*

Driver	PPG		
Unit-State	online		
ID-Code	83		
Address	1 4		
Mode	No_Entry		
Data-Type	BYTE		
Data-Count	2		
Start	Extern		
Burst-1	50	1	Free_Run
Burst-2	0	0	STOP
Trig-In	TD		

\$ CLK-3 *Clock Pulse für 256-Element OMA)*

Driver	PPG		
Unit-State	online		
ID-Code	84		
Address	1	5	
Mode	No_Entry		
Data-Type	BYTE		
Data-Count	2		
Start	Extern		
Burst-1	15	258	Continue
Burst-2	0	0	STOP
Trig-In	Start-3		

\$ Start-3
 Driver PPG
 Unit-State online
 ID-Code 85
 Address 1 6
 Mode No_Entry
 Data-Type BYTE
 Data-Count 2
 Start Extern
 Burst-1 50000 1 Free_Run
 Burst-2 0 0 STOP
 Trig-In TD

Start Readout von 256-Element OMA

\$ ADC-1
 Driver KS4022
 Unit-State online
 ID-Code 136
 Address 1 7
 Mode Dynamic
 Data-Type INT2
 Data-Count 3600
 Timebase external 0
 Pre-Trigger 0
 Post-Trigger 3600
 Channels 1
 Memory 1048576
 Conversion 2.44140E-03 4096 2048
 CLK-IN Start-1
 Stop-IN TD
 Chan-1 HAMAMATSU-OMA-1

ADC für 35-Element OMA

\$ ADC-2
 Driver KS4022
 Unit-State online
 ID-Code 135
 Address 1 9
 Mode Dynamic
 Data-Type INT2
 Data-Count 180000
 Timebase external 0
 Pre-Trigger 0
 Post-Trigger 90000
 Channels 2
 Memory 1048576
 Conversion 2.44140E-03 4096 2048
 CLK-IN Sample-2
 Stop-IN TD
 Chan-1 single PIN diode -horizontal view-
 Chan-2 single PIN diode -vertical view-

ADC für beide Einzeldetektoren

\$ ADC-3
 Driver KS4022
 Unit-State online
 ID-Code 128
 Address 1 11
 Mode Dynamic
 Data-Type INT2
 Data-Count 23220
 Timebase external 0
 Pre-Trigger 0

ADC für 256 Element-Kamera

```

Post-Trigger      23220
Channels          1
Memory           1048576
Conversion        2.44140E-03 4096 2048
CLK-IN           CLK-3
Stop-IN          TD
Chan-1           256-Element-Ge-OMA

```

```

$ End.
$

```

Weitere Kontrollblöcke, die anderen Diagnostiken zugeordnet sind, sind im tatsächlich zur Anwendung kommenden Konfigurationsfile vor dem '\$ End' Statement eingefügt.

Zugriff auf die Rohdaten

Die Meßdaten werden nach jedem W7-AS Puls vom OSMA-Rechner von den CAMAC Modulen ausgelesen und auf die Festplatte übertragen. Von hier werden die Rohdaten und Einstellparameter dem Schußfile angefügt und dann auf die verschiedenen Datenbanksysteme des IPP's übertragen. Auf die Daten kann deshalb, wie auf alle anderen Einträge des Schußfiles zugegriffen werden. Als Standardwerkzeuge stehen das Displayprogramm 'rdd' (Datenerfassungsgruppe), die UDAS Routinen (Herr Engelhart) und die FU Fortran-Bibliothek (Herr Saffert) zur Verfügung.

Die Schußdaten sind auf dem Diagnostikrechner OSMA unter den Filenamen:

```

ETxxxxxx.OSMA      für Testpulse und
ENxxxxxx.OSMA      für Normalpulse

```

abgelegt. 'xxxxxx' ist jeweils die 6-stellige, vorne mit Nullen aufgefüllte Schußnummer. Sollen die Daten aus dem Schußfile gelesen werden, so ist der Name des Schußfiles ('DNxxxxxx.W7AS') zu verwenden.

Der Diagnostikname (1-ter Parameter in der UDAS Routine 'select') ist: OSMA. Die Modul-Namen (2-ter Parameter in der UDAS Routine 'select') und die Parameter-Namen (2-ter Parameter der UDAS Routine 'getpar') können dem Setup-File* der Diagnostik entnommen werden. Die wichtigsten Parameter für die Datenauswertung sind im einzelnen:

<u>MODUL</u>	<u>PARAMETER</u>	
Start-1	Burst-1	Belichtungszeit der 35-Element OMA
Sample-2	Burst-1	Sampleintervall der beiden Einzeldetektoren
Start-3	Burst-1	Sampleintervall der 256-Element OMA

Jeder dieser Parameter enthält 3 Werte, nämlich 2 Integerwerte und einen String. Lediglich der erste der Integerwerte ist für die Auswertung von Interesse. Er repräsentiert das oben jeweils als Kommentar angegebene Zeitintervall in Einheiten von μ s.

Die Parameter Data-Count der CAMAC Module ADC-1, ADC-2 und ADC-3 enthalten die Anzahl der pro Schuß aufgezeichneten Messungen.

Die Anzahl der aufgezeichneten Zeitpunkte ('Frames') ermittelt man im Falle der OMA Detektoren indem man die gesamte Datenmenge (Data-Count) durch die Anzahl der Pixel pro Spektrum (zweiter Parameter von Sample-1 Burst-2 und von CLK-3 Burst-1) teilt. Für den Fall der Einzeldetektoren ergibt sich die Anzahl der gemessenen Zeitpunkte durch Division der gesamten Datenmenge (ADC-2 Data-Count) durch die Anzahl der aktivierten ADC-Kanäle (ADC-2 Channels).

Da die PPG-Module zum Erzeugen der benötigten Pulssequenzen durch externe Triggersignale (den Experimenttrigger TD) angestoßen werden und eine nichttriviale Pulssequenz erzeugt wird, kann die UDAS Routine gettim nicht zur Ermittlung des Zeitvektors herangezogen werden. Statt dessen muß der folgende (hier in IDL geschriebene) Algorithmus verwendet werden:

```

pro gettim1,unit,nframe,timevec

```

* siehe Abschnitt: 'Diagnostiksteuerung mittels Konfigurationsdatei'


```

;*****
;*
;*   calculate PPG generated time vector for OMA-detectors (ADC-1)
;*
;*   mandl                               may 1992
;*
;*****

```

```

; define experiment trigger times and trigger names

```

```

tr_time = [ 0., -3., -10., -35., 10.]
tr_name = ['TO', 'TD', 'Tm', 'Ts', 'Te']

```

```

r = ud_select(unit,'OSMA','CLK-1')           ; select PPG module
Trigger = 'xx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','Trig-In',Trigger) ; get trigger type
r = ud_select(unit,'OSMA','Start-1')        ; select PPG module

```

```

params = lonarr(2)
handling = 'xxxxxxx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','Burst-1',params,handling) ; get burst data
delay = params(0)
npulse = params(1)
w = where(trigger eq tr_name,count)

```

```

timevec = tr_time(w(0)) + findgen(nframe) * delay *1e-6
end

```

```

pro gettim2,unit,nframe,timevec

```

```

;*****
;*
;*   calculate PPG generated time vector for PIN-detectors (ADC-2)
;*
;*   mandl                               may 1994
;*
;*****

```

```

; define experiment trigger times and trigger names

```

```

tr_time = [ 0., -3., -10., -35., 10.]
tr_name = ['TO', 'TD', 'Tm', 'Ts', 'Te']

```

```

r = ud_select(unit,'OSMA','ADC-2')           ; select CAMAC-ADC module
PPG = 'xxxxxxx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','CLK-IN',PPG)      ; get timer module

r = ud_select(unit,'OSMA',PPG)               ; select PPG module
Trigger = 'xx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','Trig-In',Trigger) ; get trigger type

```

```

params = lonarr(2)
handling = 'xxxxxxx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','Burst-1',params,handling) ; get burst data
delay = params(0)
npulse = params(1)
w = where(trigger eq tr_name,count)

```

```

timevec = tr_time(w(0)) + findgen(nframe) * delay *1e-6
end

```

```

pro gettim3,unit,nframe,timevec

;*****
;*
;*   calculate PPG generated time vector for OMA-detectors (ADC-3)
;*
;*   mandl                               may 1992
;*
;*****

; define experiment trigger times and trigger names

tr_time = [ 0., -3., -10., -35., 10.]
tr_name = ['TO', 'TD', 'Tm', 'Ts', 'Te']

r = ud_select(unit,'OSMA','Start-3')           ; select PPG module
Trigger = 'xx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','Trig-In',Trigger)   ; get trigger type

params = lonarr(2)
handling = 'xxxxxxx'
r = ud_getpar(unit,'MOD ','Burst-1',params,handling) ; get burst data
delay = params(0)
npulse = params(1)
w = where(trigger eq tr_name,count)

timevec = tr_time(w(0)) + findgen(nframe) * delay *1e-6
end

```

Diese Beispielprogramme sind gegenwärtig auf dem Rechner DAX1 in den Files:

```

mandl/idl.dir/zeff.dir/gettim1.pro
mandl/idl.dir/zeff.dir/gettim2.pro
mandl/idl.dir/zeff.dir/gettim3.pro

```

gespeichert. Die Routinen berechnen die Zeitvektoren für die ADC's 1 bis 3. Als Argument wird dabei jeweils die Länge des gewünschten Zeitvektors an die Routine übergeben und der Zeitvektor wird zurückgeliefert. Wie man sieht sind die UDAS Routinen auch im IDL vorhanden. Die Namen der UDAS Routinen sind im IDL die gleichen wie im FORTRAN, außer daß der Präfix 'ud_' vorangestellt werden muß. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass das Argument 'unit' als erstes in die Argumentliste aller Routinen eingefügt werden muß. Vor dem ersten Aufruf der UDAS Routinen muß das fragliche Schußfile durch den Befehl 'ud_open(unit,fname)' geöffnet werden. Dabei ist *fname* der Name des Schußfiles und der Parameter *unit* wird bei dieser Gelegenheit von der ud_open Routine gesetzt. Zum Schluß muß das Schußfile durch das Kommando 'ud_close(unit)' wieder geschlossen werden.

Sollen die Routinen der FU-Bibliothek verwendet werden (verfügbar in FORTRAN und IDL) so werden die Zeitvektoren der Einzeldetektoren (ADC-2, Kanal1 und 2) bereits richtig berechnet. Für die OMA's (ADC-1, ADC-3) ist die Bestimmung der Zeitvektoren noch nicht implementiert.

Unter IDL kann das Lesen von Rohdaten und das Berechnen der Zeitvektoren durch einen Aufruf der Routine:

```
IDL> fetch_data,shot,channel,data_type,spectra,timevec,error
```

geschehen. Diese Routine ist auf dem Rechner DAX1 im File: 'mandl/idl.dir/zeff.dir/fetch_data.pro' gespeichert. Die Argumente bedeuten im Einzelnen:

```

shot           (input) shot number
channel        (input) 1=Si-OMA, 2=SingleTrace(ADC-1),3=Ge-OMA,4=ADC- 2
data_type     (input) 1=normal,2=test,3=local
spectra       (output) recorded data

```


timevec (output) time vector for spectra
error (output) error flag: 0=all ok,error-range: 1..30

Der Rückgabewert **spectra** ist ein 2-dimensionales Array, dessen erste Dimension die Pixelskala und dessen zweite Dimension die Zeitskala ist.

Wenn es um die bequeme und routinemäßige graphische Darstellung von Rohdaten geht, so stehen dafür natürlich Plotprogramme zur Verfügung. Die für den Benutzer angenehmste Form der Rohdateninspektion ist durch die Benutzeroberfläche 'NIR_RAW' gegeben. 'NIR_RAW' ist eine unter IDL programmierte graphische Widget-Oberfläche die dem Benutzer die Auswahl von Parametern und Optionen durch einfaches Anklicken von Schaltflächen und Pull-Down-Menüs mit der Maus ermöglicht. Die Widget-Oberfläche wurde, so wie auch alle FORTEAN-IDL Interface, von S.Geißler entwickelt. Sie steht allen Benutzern von X-Terminals unter IDL zur Verfügung. Der interaktive Aufruf ist wie folgt:

```
IDL> set_plot, 'x'  
IDL> nir_raw
```

Die Bedienung der Oberfläche ist (hoffentlich!) selbsterklärend. Da die Widget-Oberfläche sich einerseits noch in einem experimentellen Stadium befindet, und andererseits Herr Geißler im IPP für Auskünfte und Demos zur Verfügung steht, soll auf eine weitergehende Beschreibung hier verzichtet werden.

Eine weitere, sehr mächtige Möglichkeit Plots schnell und flexibel zu erzeugen ist durch das IDL-Programm 'showraw' gegeben. Das Programm ist im File 'mandl/idl.dir/zeff.dir/showraw.pro' gespeichert und hat die Aufrufsyntax:

```
pro showraw,shot,channel,data_type,$  
plottype,$ ; 1=3D  
$ ; 2=average OMA signal  
$ ; 3=individual OMA frames  
$ ; 4=OMA time trace  
$ ; 5=single diode (ADC-2)  
$ ; 6=single diodes combined  
t1=t1,t2=t2,$  
spectra=spectra,timevec=timevec,$  
timeres=timeres,sampleres=sampleres,sub_back=sub_back,$  
single_frame_nr=single_frame_nr,overplot=overplot
```

Die Haupt-Aufrufparameter sind:

channel 1=Si-OMA, 2=horizontale Einzeldiode, 3=Ge-OMA,4=vertikale Einzeldiode
data_type 1=normal, 2=test, 3=calibration data
plottype 1=3D, 2=über den ganzen Schuß gemittelt OMA Spektrum, 3=einzeln OMA Frame,
4=zeitlicher Verlauf eines OMA Pixels, 5=Einzeldiode, 6=Kombiplot der beiden Einzeldioden

Die Anwendung dieses Programms soll im Folgenden kurz anhand einiger repräsentativer Beispiele erklärt werden.

Um Plots auf einem Tektronix Terminal (z.B.: VersaTerm Emulation auf Mac) zu erzeugen muß man:

```
IDL> set_plot, 'tek'
```

eingeben. Um die Ausgabe auf ein X-Terminal oder in ein PostScript-File umzulenken gibt man:

```
IDL> set_plot, 'x'  
oder  
IDL> set_plot, 'ps'
```

ein. Das PostScript-File kann, wenn man mit dem Plotten fertig ist, mittels:

```
IDL> device,/close  
IDL> spawn,'uprint idl.ps'
```

auf dem Drucker 'HP2' ausgegeben werden. Wenn man sich für ein Ausgabemedium entschieden hat, und das entsprechende 'set_plot' Kommando eingegeben hat, kann man z.B.: Frame 65 der Si-OMA von Schuß

30544 darstellen, indem man

```
IDL> showraw,30544,1,1,3,single_frame_nr=65
```

eingibt. Um das entsprechende Spektrum der Ge-OMA, diesmal nach Abzug des Hintergrundsignals darzustellen, gibt man ein:

```
IDL> showraw,30544,3,1,3,single_frame_nr=65,/sub_back
```

Eine der häufigsten Anwendungen ist es sicherlich, sich die Zeitverläufe der Einzeldetektoren anzusehen. Die Befehle zum Darstellen der horizontalen und vertikalen Sichtlinien lauten:

```
IDL> showraw,30544,2,1,5
```

```
IDL> showraw,30544,4,1,5,t1=.2,t2=.3
```

Die Darstellung des Signalverlaufs der vertikalen Sichtlinie ist hier auf das Zeitintervall von 0.2–0.3 Sekunden beschränkt worden. Da die Diagnostik vollständig automatisch läuft, ist es häufig erwünscht, daß man sich am Abend, nachdem der Schußbetrieb vorbei ist, alle Messungen des Tages auf einem Kombiplot darstellen und z.B. auf dem Drucker 'HP4' ausgeben läßt. Dies kann durch die Eingabe folgender Befehle erreicht werden:

```
IDL> set_plot,'ps'
```

```
IDL> device,filename='/tmp/mybigfile.ps'
```

```
IDL> for i=30492,30544 do showraw,i,0,1,6
```

```
IDL> device,/close
```

```
IDL> spawn,'uprint_/tmp/mybigfile.ps HP4'
```

Da in diesem Fall ein relativ großes PostScript-File erzeugt wird, ist dieses File in der Scratch Aerea '/tmp/' unter dem (beliebigen) Namen 'mybigfile.ps' angelegt worden. Die Ausführung der 'for' Schleife kann, je nach Auslastung des Rechners, etwa eine halbe Stunde in Anspruch nehmen. Das Drucken des Files dauert ähnlich lange.

Datenauswertung mittels liniengemittelter Dichte

Im Falle ECRH geheizter Plasmen ist es möglich eine ungefähre Datenauswertung unter Bezugnahme auf die zentrale Elektronentemperatur und die liniengemittelte Elektronendichte durchzuführen. Die Vorteile dieser Art von Auswertung sind, daß alle Eingangsparameter in der Regel kurz nach jedem Schuß vorliegen und daß deshalb eine Standard-Auswertung auf Schuß zu Schuß Basis möglich ist, und außerdem, daß zeitliche Verläufe verfolgt werden können. Die Nachteile sind, daß Annahmen über den radialen Verlauf der T_e und n_e Profile gemacht werden müssen. Die Resultate sind deshalb nur während der Gleichgewichtsphase von rein ECRH geheizten Plasmen gültig.

Das Auswerteprogramm hat den Namen 'shotinfo.pro' und befindet sich im Unterverzeichnis 'trans' auf dem Rechner DAX1.

Die Aufrufsyntax für die Auswertung ist, wenn man Schuß 25500 auswerten und das Resultat auf dem Bildschirm darstellen will:

```
IDL> set_plot,'x'
```

```
IDL> shotinfo,25500
```

Soll die selbe Auswertung auf den Drucker HP2 ausgegeben werden, und soll das Zeitfenster auf 0.3s bis 0.4s beschränkt werden, so gibt man ein:

```
IDL> shotinfo,25500,/paperplot,printer='hp2',t1=.3,t2=.4
```

Eine häufige Anwendung ist wiederum die Auswertung einer ganzen Schußserie mit Ausgabe auf dem Standarddrucker. Dies geht folgendermaßen:

```
IDL> for i=25540,25560 do shotinfo,i,/paperplot
```

Das Zeitfenster erstreckt sich, wenn t1 und t2 nicht explizit gesetzt werden, von 0 bis 1s. Der interne Programmablauf ist wie folgt. Zuerst werden die Konfigurationsparameter aus dem Schußfile gelesen. Dies sind die Limiterstellung, ι , β , B, und B_z . Dann werden die Meßwerte der HCN, 2mm Mikrowelle, ECE,

soft-X und der H_{α} Diagnostiken eingelesen. Als nächstes werden Integrationslängen der linienintegrierenden Diagnostiken berechnet. Zu guter Letzt wird die Bremsstrahlung eingelesen und Z_{eff} ermittelt. Alle relevanten Resultate werden geplottet und gleichzeitig in ein numerisches File geschrieben. Die Files mit den numerischen Resultaten werden im Unterverzeichnis 'trans/trans.output' unter einem Namen, der die jeweilige Schußnummer enthält, abgelegt. Im unteren Drittel des Programms befindet sich eine umfangreiche und deshalb leicht zu findende Kaskade von 'If-Statements', wo in Abhängigkeit von der Schußnummer festgelegt wird, welche n_e und T_e Messung für die Auswertung zu verwenden ist. Diese Kaskade ist jeweils, wenn neue Daten ausgewertet werden sollen, entsprechend zu ergänzen.

Die numerischen Resultat-Files sind aus Speicherplatzgründen zum Teil in das Verzeichnis:

'/afs/ipp/m/wim/transoutput'

übertragen worden. Zum Lesen der Files kann die IDL routine 'loadshot' aus dem Unterverzeichnis 'trans' verwendet werden. Eine graphische Darstellung ist mittels des IDL Programms 'showzeff' möglich. Beide Routinen, 'loadshot' und 'showzeff' durchsuchen zuerst das Verzeichnis auf dem Rechner DAX1 und dann, wenn ein bestimmtes File nicht gefunden werden kann, das /afs/ Verzeichnis.

Datenauswertung mittels Thomson Profilen

Die Ambiguität der Profilformen kann vermieden werden wenn Thomsonprofile zur Z_{eff} Auswertung herangezogen werden. Eine derartige Auswertung kann mit Hilfe der IDL Routine 'thomson', die im Unterverzeichnis 'thomson' auf der DAX1 abgelegt ist, durchgeführt werden. Die Aufrufsyntax ist:

IDL> thomson, 25500, 20

wenn ein einzelner Schuß ausgewertet werden soll. Soll eine ganze Schußserie auf einmal ausgewertet werden, so sind die zur Serie gehörigen Schüsse in eckigen Klammern aufzulisten. z.B:

IDL> thomson, [25500, 25510, 25511, 25514], 20

Das zweite Argument der 'thomson' Routine, hier 20, ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Thomson Kanäle. In der Regel stehen alle 20 Kanäle zur Verfügung. Defaultmäßig werden die Schüsse einer Serie so sortiert, daß sie in aufsteigender Reihenfolge des Thomsonszeitpunkts geordnet sind. Soll dies nicht geschehen, so ist das Flag '/notimesort' zu setzen. Die Resultate der Auswertung werden in einem numerischen File abgelegt und graphisch ausgegeben. Die Files werden im aktuellen Unterverzeichnis abgelegt und sind leicht zu identifizieren da die jeweilige Schußnummer im Filenamen enthalten ist. Die graphische Ausgabe erfolgt auf den Bildschirm oder in ein File, je nachdem, wie die 'set-plot' Option der IDL Umgebung gesetzt ist. Wenn man mit der Auswertung zufrieden ist, kann man die Resultate durch setzen des Flags '/oracle' auch in der Oracle Datenbank ablegen. z.B.

IDL> thomson, [25500, 25510, 25511, 25514], 20, /notimesort, /oracle

Der interne Programmablauf ist folgendermaßen. Zuerst werden die Thomson Daten aus der Oracle Datenbank gelesen. Wenn die magnetischen Radien der Thomson Meßpunkte nicht in der Oracle Datenbank abgelegt sind, so werden sie erzeugt. Der Integrationsweg der Bremsstrahlungsmessung wird in magnetische Koordinaten gemapped. Auf diese Werte aufbauend wird Z_{eff} ermittelt.

Im einzelnen stehen in der ORACLE Datenbank folgende Tabelleneinträge zur Verfügung:

W7DB.ZEFF.SHOT	aktuelle Schußnummer
W7DB.ZEFF.TIME	Zeitpunkt der Messung (=Thomson Zeit)
W7DB.ZEFF.ZEFFQUAL	Qualitätsmerkmal: 1=sehr gut, 2=gut, 3=mäßig, 4=schlecht, 5=privat
W7DB.ZEFF.REVDATE	Erzeugungsdatum des Eintrags
W7DB.ZEFF1.SHOT	aktuelle Schußnummer
W7DB.ZEFF1.TIME	Zeitpunkt der Messung (=Thomson Zeit)
W7DB.ZEFF1.ZEFF_NIR	Z-eff
W7DB.ZEFF1.ZEFFE_NIR	Meßfehler von Z-eff
W7DB.ZEFF1.RAWSIG	Meßsignal in Volt

Der Datenzugriff kann wie üblich interaktiv, mit Fortran Programmen oder neuerdings auch vom IDL aus erfolgen. Eine IDL Routine zum lesen von Z_{eff} Daten könnte z.B. wie folgt aussehen:

```
PRO rd_zeff,ishot,jshot;                                W.Mandl      November 94
; search ORACLE data base for Z-eff values for the shot series from 'ishot' to 'jshot'
time  = -8. & deltat = 0.001 & idim = 1;                set up arguments for db_idgetr
if (n_elements(jshot) eq 0) then jshot=ishot

SETENV , 'DBPASS=stella' & status = db_open(unit,'W7DB');      Connection to ORACLE

f1 = '(i5," no Z-eff value found")'
f2 = '(i5," time = ",f6.3," Z-eff = ",f5.1," +-",f5.1)'

for i = LONG(ishot),jshot do begin
  ndata = db_idgetr(unit,i,time,deltat,'zeff1.time',idim,rv.time)
  if (ndata le 0) then begin
    print,format=f1,i
  endif else begin
    nd = db_idgetr(unit,i,time,deltat,'zeff1.zeff_nir',idim,rv_zeff)
    nd = db_idgetr(unit,i,time,deltat,'zeff1.zeff_e_nir',idim,rv_zeff)
    print,format=f2,i,rv.time,rv_zeff,rv_zeffe
  endelse
endfor

status = db_close(unit);                                Close connection to ORACLE

END
```

Mit Fragen bezüglich der Datenbank wenden Sie sich bitte an Dr.N.Ruhs, das IDL Interface wurde von Dr.S.Geißler entwickelt.

Zusammenfassung, Schlußworte, Sonstiges

Die beschriebene Z_{eff} Diagnostik hat am W7-AS bisher sehr gut funktioniert. Sie ist es sicher wert als eine der Standarddiagnostiken des Experiments weiter betrieben zu werden. Dieses Manual wurde geschrieben, da vom 1. Februar 1995 an zunächst keine Manpower zum Betrieb der Diagnostik zur Verfügung stehen wird. Es wurde aus zeitlichen Gründen und auch aus Gründen der besseren Lesbarkeit knapp gehalten. Es besteht die Hoffnung, daß die Diagnostik zu einem späteren Zeitpunkt wieder bemannt werden kann, und daß diese Einführung dann dem betreffenden Kollegen eine Hilfe sein wird.

Das Rechnersystem im Bereich E3 wird gegenwärtig umgestellt. Alle auf dem Computer 'DAX1' befindlichen Files werden deshalb, jedoch ohne die Funktionalität in der neuen Umgebung zu überprüfen auf den Rechner 'DAS1' übertragen.