

# SpecRaVE

Spectroscopic Radial Velocity Evaluation

Version 2.0

von Helmut Jahns, Roland Bücke 2009

## Referenz

<b>0</b>	<b>ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DER VERSION 1.2.7 .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>HARD- UND SOFTWAREVORAUSSETZUNGEN .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INSTALLATION .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>PROGRAMMOBERFLÄCHE .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>PULL-DOWN-MENÜ .....</b>	<b>5</b>
5.1	PROJECT .....	5
5.1.1	Open spectrum .....	5
5.1.2	Open project.....	5
5.1.3	Save project.....	5
5.1.4	Close project .....	6
5.1.5	Open measurements .....	6
5.1.6	Save measurements .....	6
5.1.7	Save RV results.....	6
5.1.8	Save chart as .bmp .....	6
5.1.9	Print chart.....	6
5.1.10	Exit SpecRaVE.....	6
5.2	EDIT.....	7
5.2.1	Clear single row.....	7
5.2.2	Clear single column .....	7
5.2.3	Clear table of RV.....	7
5.3	CALIBRATION .....	7
5.3.1	Open calibration lines file.....	7
5.3.2	Save calibrated spectrum .....	7
5.3.3	Clear reference lines .....	7
5.4	SETTINGS.....	7
5.4.1	Time of observation ... ..	7
5.4.2	Object coordinates ... ..	7
5.4.3	Observer coordinates ... ..	8
5.4.4	Misc settings ... ..	8
5.5	GAUSSIAN FIT .....	8
5.5.1	Open lines file .....	8
5.5.2	Indicate as emission spectrum.....	8
5.5.3	Indicate as reference spectrum.....	8
5.5.4	Find spectral lines.....	8
5.5.5	Add to measurements .....	8
5.5.6	Optimize fit .....	9
5.6	ANALYSIS .....	9
5.6.1	Calculate elements .....	9
5.6.2	Export elements .....	10
5.6.3	Export residuals .....	10
5.7	HELP.....	10
<b>6</b>	<b>SYMBOLLEISTE.....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>KONTEXT-MENÜS .....</b>	<b>10</b>
7.1	KONTEXT-MENÜ „LOADED SPECTRA“ UND „GRAFIKFENSTER“ .....	10
7.2	KONTEXT-MENÜ „TABLE OF RADIAL VELOCITIES“ .....	11
<b>8</b>	<b>GRAFIKFENSTER .....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>FITTING PARAMETERS.....</b>	<b>12</b>
9.1	WIDTH .....	12

9.2	SENSITIVITY .....	12
9.3	OPT. FIT (OPTIMIZE FIT) .....	12
<b>10</b>	<b>DATEIFORMATE .....</b>	<b>13</b>
10.1	SPEKTRENDATEN .....	13
10.2	LINEDEFINITIONSDATEIEN (LINES FILE UND CALIBRATION FILE) .....	13
10.3	MESSWERTE + OBJEKTDATEN (SAVE MEASUREMENT).....	13
10.4	MESSWERTE (EXPORT MEASUREMENTS).....	13
10.5	MESSERGEBNISSE (EXPORT RV RESULTS) .....	14
<b>11</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>14</b>
11.1	LINEDEFINITIONSDATEIEN.....	14
11.2	BEISPIELSPAKTREN .....	14

## 0 Änderungen gegenüber der Version 1.2.7

- *Neue Menüstruktur*
- *Berechnung der Bahnparameter spektroskopischer Doppelsterne aus Radialgeschwindigkeits-Zeitserien, die im Textformat vorliegen. Der Optimierungsalgorithmus sucht in vorgegebenen Wertebereichen auswählbarer Bahnparameter nach der besten Anpassung an die Messwerte. Die Güte der Anpassung wird in Form der mittleren quadratischen Abweichung der berechneten Radialgeschwindigkeitskurve von den Messwerten (RMS) angegeben. Die Radialgeschwindigkeitskurve wird grafisch dargestellt und die zugehörigen Bahnparameter werden tabellarisch ausgegeben. Bei Doppelsternen mit zwei Komponenten muss die Auswertung für jede Komponente getrennt erfolgen.*

## 1 Allgemeines

Alle errechneten Radialgeschwindigkeiten, die im Programm angezeigt werden oder in Ergebnisdateien exportiert werden, sind auf die Sonne bezogen (heliozentrische Radialgeschwindigkeiten).

## 2 Hard- und Softwarevoraussetzungen

Pentium/Celeron-Prozessor, 400 MHz oder höher  
mindestens 256 MB RAM  
Festplatte, 5 MB freie Kapazität  
ab Windows 98  
Maus oder kompatibles Zeigegerät  
SVGA-Grafikkarte und -Monitor oder höher

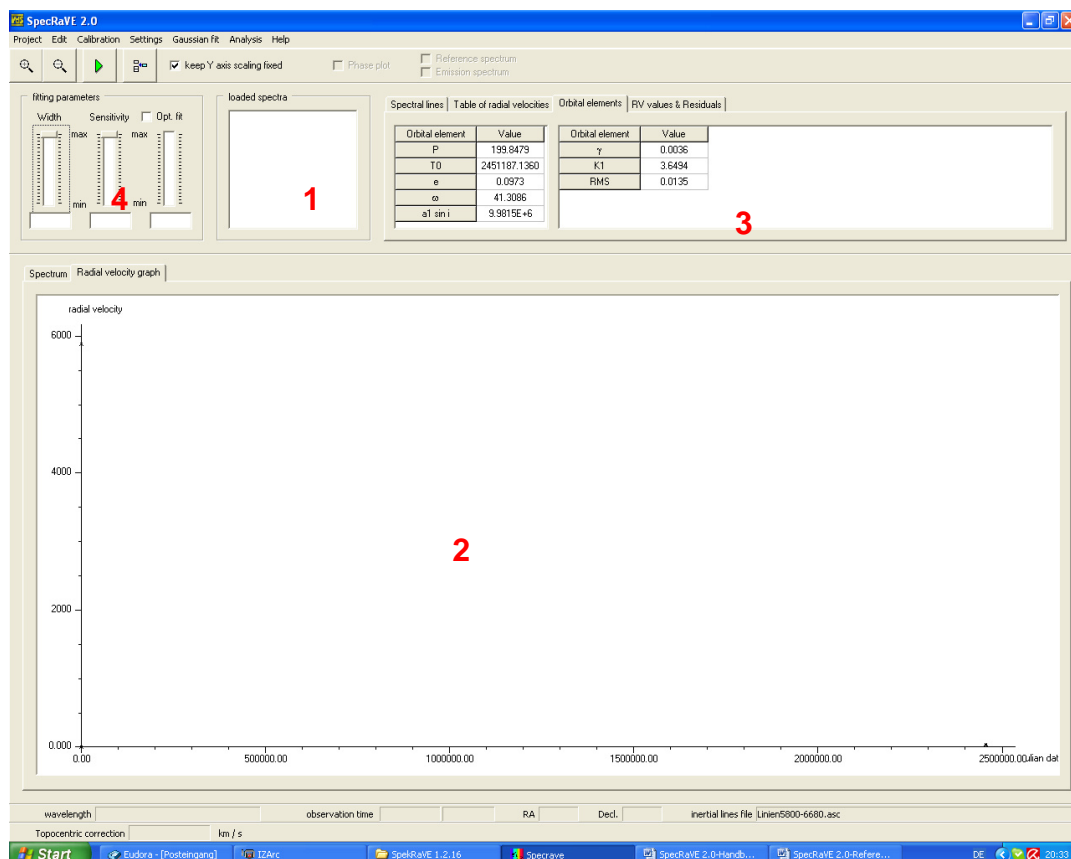
## 3 Installation

Nach dem Herunterladen der ZIP-Datei, Dateien entpacken und in einem neu angelegten Verzeichnis abspeichern. Das Programm benötigt keine Installationsroutine. Die Programmdatei SpecRaVE kann sofort gestartet werden. Zum Programmumfang gehören:

- die ausführbare Datei SpecRaVE.exe
- Liniendefinitionsdateien zur Linienerkennung und Kalibrierung
- Handbuch
- Referenz
- Textdateien mit Beispielspektren
- Textdatei mit Radialgeschwindigkeits-Zeitreihe

## 4 Programmoberfläche

- 1 Im Fenster „loaded spectra“ sind die zur Auswertung importierten Spektrendateien aufgelistet. Das per Mausklick ausgewählte Spektrum wird im Grafikfenster angezeigt und ist für weitere Funktionen aktiviert.
- 2 Im Grafikfenster wird das in „loaded spectra“ ausgewählte Spektrum oder eine berechnete Radialgeschwindigkeitskurve angezeigt. Mit den Zoom-Tasten in der Symbolleiste und dem Laufbalken können Spektrenausschnitte vergrößert dargestellt werden. Die Intensitätsachse kann automatisch skaliert oder fixiert werden (siehe Abschnitt 6).
- 3 In diesem Fenster werden entsprechend der ausgewählten Karteikarte eine Liste mit den identifizierten Spektrallinien, Radialgeschwindigkeitsmesswerte, berechnete Bahnelemente oder die Residuen zu den Messwerten angezeigt.
- 4 Im Feld „fitting parameters“ werden Einstellregler für die Parameter zum Anfitzen der Spektrallinien bereitgestellt.



In der Statusleiste werden wichtige aktuelle Einträge, wie Objektkoordinaten und Beobachtungszeit des im Grafikfenster angezeigten Spektrums angezeigt.

## 5 Pull-Down-Menü

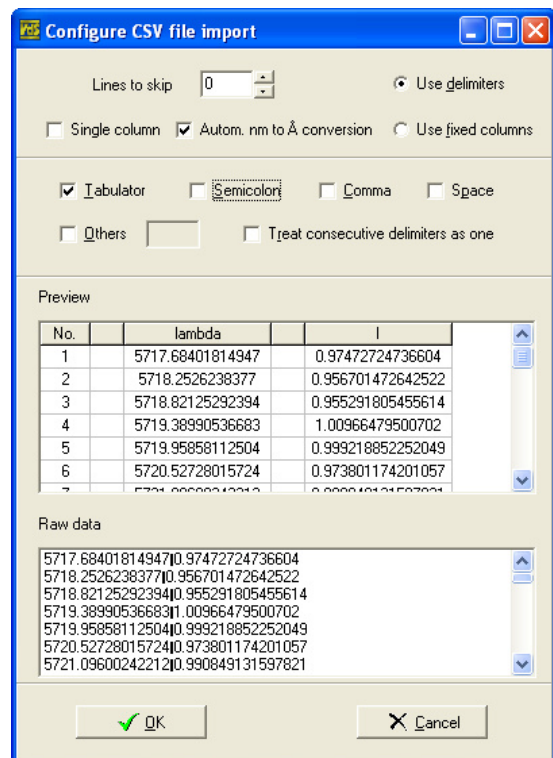
### 5.1 Project

#### 5.1.1 Open spectrum

Laden von normierten Spektren im Text(ASCII)-Format (siehe 10.1). Die Anzahl der geladenen Dateien wird nur von der Speicherkapazität des Rechners limitiert.

Nach der Auswahl einer Datei öffnet sich ein Fenster für die Importeinstellungen:

- *Lines to skip*: legt fest, ab welche Zeile die Daten eingelesen werden. Kann u. a. zum Ausblenden von Textzeilen benutzt werden.
- *Use delimiters, Use fixed columns*: Auswahl, ob die Spalten durch ein Trennzeichen erkannt werden oder feste Spaltenbreiten eingestellt werden sollen.
- *Autom. nm to Å conversion*: Wellenlängen in nm werden beim Öffnen automatisch in Å umgewandelt. Sollte es in Ausnahmefällen beim Öffnen von Dateien mit der Einheit Å oder unkalibrierten Dateien zu Fehlern kommen, diese Funktion deaktivieren.
- *Single column*: Option zum Laden von Dateien, die nur aus einer Spalte (Intensitätswerte) bestehen.
- Die darunter liegenden Felder ermöglichen die Auswahl von Spaltentrennzeichen.
- *Preview*: Vorschau zur Kontrolle der korrekten Trennung der Spalten
- *Raw data*: Zeigt das Originalformat der zu importierenden Datei an.



#### 5.1.2 Open project

Öffnet eine Datei, die Messergebnisse einer früheren Auswertung sowie die Objektkoordinaten und die verwendete Liniendefinitionsdatei enthält, zur Weiterbearbeitung. Die Datei liegt im Binärformat vor.

#### 5.1.3 Save project

Abspeichern der im Fenster „table of radial velocities“ angezeigten Messergebnisse, der Objektkoordinaten und der Liniendefinitionsdatei im Binärformat. Sollen die Messergebnisse zur Weiterverarbeitung mit anderen Programmen im Textformat abgespeichert werden, ist die Funktion „Save measurements“ (siehe 5.1.66) zu benutzen.

#### **5.1.4 Close project**

Das aktuell bearbeitete Projekt wird geschlossen, indem alle geladenen Spektren und die Messwerttabelle aus dem Programm entfernt werden. Diese Funktion sollte gewählt werden, wenn mit der Auswertung eines anderen Sterns begonnen werden soll, ohne das Programm vorher zu beenden.

#### **5.1.5 Open measurements**

Eine mit *Project/Save RV results* erzeugte Datei, die eine ausgewertete Radialgeschwindigkeits-Zeitreihe enthält, wird zur Bestimmung von Bahnparametern geöffnet. Das Grafikenfensterblatt „Radial velocity graph“ öffnet sich.

#### **5.1.6 Save measurements**

Speichert die im Fenster „table of radial velocities“ angezeigten Messergebnisse im Text-Format.

#### **5.1.7 Save RV results**

Speichert im Unterschied zur Funktion „Save measurements“ die Endergebnisse von Radialgeschwindigkeitsmessungen im Textformat. Hierzu werden aus den Radialgeschwindigkeiten der einzelnen Spektrallinien in jeder Tabellenzeile die arithmetischen Mittelwerte und die Standardabweichung errechnet. Stellen Messungen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne Wiederholungsmessungen dar, die zu einem einzigen Messwert zusammengefasst werden sollen, so ist unter *Settings/Time threshold* die Mindestzeitspanne, die zwischen den einzelnen Wiederholungsmessungen liegt, in Tagen einzutragen. Sollen zum Beispiel alle Messungen eines Beobachtungsabends zusammengefasst werden, so sind Werte zwischen ca. 0.1 und 0.7 gut geeignet. Diese Datei kann zur weiteren Analyse (Bahnparameterbestimmung von Messwerten spektroskopischer Doppelstern) mit *Open measurements* erneut ins Programm eingelesen werden.

#### **5.1.8 Save chart as .bmp**

Speichert das im Grafikenfenster dargestellte Spektrums bzw. die Radialgeschwindigkeitskurve in einer Bitmap-Datei.

#### **5.1.9 Print chart**

Ermöglicht den Ausdruck des im Grafikenfenster dargestellten Spektrums bzw. die Radialgeschwindigkeitskurve. Bei mehreren angeschlossenen Druckern erfolgt der Ausdruck auf dem als Standarddrucker definierten Drucker.

#### **5.1.10 Exit SpecRaVE**

Beendet das Programm. Folgende wichtige Einstellungen werden in einer ini-Datei gespeichert und stehen bei einem erneuten Programmaufruf unverändert zur Verfügung:

- *Fenstergröße- und Position des Programms*
- *geographische Länge und – Breite des Beobachtungsortes*
- *Liniendefinitionsdatei, Kalibrierliniendatei*
- *Dateipfade*
- *„Time threshold“*
- *Fitting Parameter „Width“ und „Sensitivity“*
- *etc.*

## 5.2 Edit

Dieser Menüpunkt enthält Funktionen zum Editieren der Tabelle „Table of radial velocities“.

### 5.2.1 Clear single row

Löscht eine markierte Zeile aus der Ergebnistabelle.

### 5.2.2 Clear single column

Löscht eine markierte Spalte aus der Ergebnistabelle.

### 5.2.3 Clear table of RV

Löscht alle Einträge in der Ergebnistabelle.

## 5.3 Calibration

### 5.3.1 Open calibration lines file

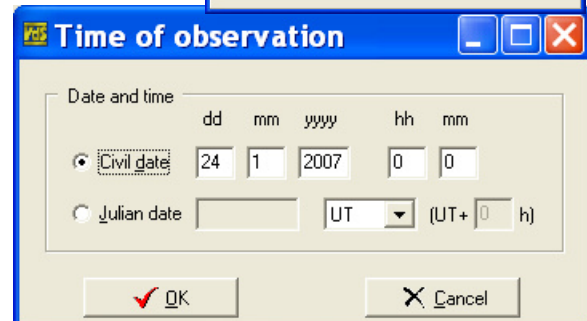
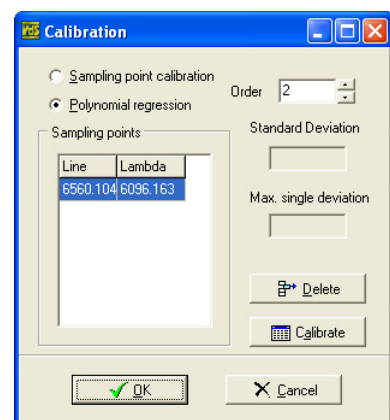
Laden einer Datei mit den Ruhewellenlängen von Kalibrierlinien. Diese Dateien können selbst erstellt und editiert werden, so dass eine optimale Anpassung an die zur Kalibrierung verwendeten Linien erfolgen kann (erforderliches Dateiformat: siehe 10.2).

### 5.3.2 Save calibrated spectrum

Mit dem Programm kalibrierte Spektren können mit dieser Funktion als Text-File gespeichert werden.

### 5.3.3 Clear reference lines

Einzelne Linien im Fenster Calibration können markiert und entfernt werden.



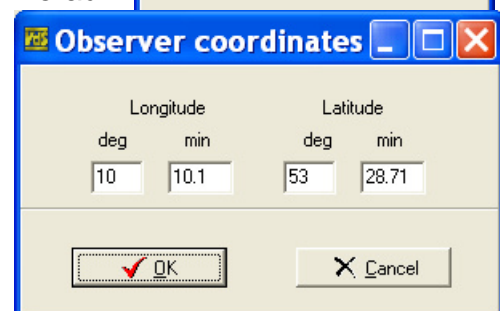
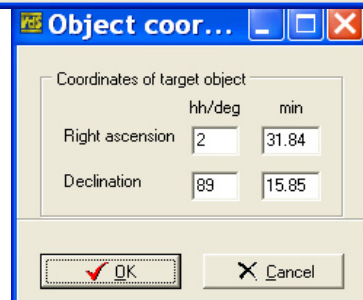
## 5.4 Settings

### 5.4.1 Time of observation ...

Ermöglicht die Eingabe des Aufnahmedatums und der –zeit des Spektrums, das zur Radialgeschwindigkeitsberechnung aktiviert ist. Die Eingaben können als Kalenderdatum oder als Julianisches Datum erfolgen. Eine automatische Umrechnung von einem zum anderen Format erfolgt nicht.

### 5.4.2 Object coordinates ...

Ermöglicht die Eingabe von Rechtsazension und Deklination des Beobachtungsobjekts.



### 5.4.3 Observer coordinates ...

Ermöglicht die Eingabe der geographischen Länge und der geographischen Breite des Beobachtungsortes.

### 5.4.4 Misc settings ...

Stellen Messungen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne Wiederholungsmessungen dar, die zu einem einzigen Messwert zusammengefasst werden sollen, so ist unter *Time threshold* die Mindestzeitspanne, die zwischen den einzelnen Wiederholungsmessungen liegt, in Tagen einzutragen. Sollen zum Beispiel alle Messungen eines Beobachtungsabends zusammengefasst werden, so sind Werte zwischen ca. 0.1 und 0.7 gut geeignet. Im Eingabefeld *Max width* kann der maximale Fitparameter für den Einstellregler *Width* eingestellt werden. Er gibt die Breite des Fitbereichs in Stützstellen des Spektrums an.



## 5.5 Gaussian fit

### 5.5.1 Open lines file

Laden einer Liniendefinitionsdatei (siehe 10.2). Diese enthält die zur Identifikation von Linien und zur Berechnung der Radialgeschwindigkeiten erforderlichen Laborwellenlängen. Diese Dateien können den individuellen Anforderungen entsprechend selbst editiert werden.


### 5.5.2 Indicate as emission spectrum

Standardmäßig werden beim Gaußfit nur Absorptionslinien erfasst. Sollen Emissionslinien angefitet werden, muss vorher die Funktion *Indicate as emission spectrum* durch Mausklick mit der linken Taste aktiviert werden.

### 5.5.3 Indicate as reference spectrum

Das aktivierte Spektrum kann durch Mausklick mit der linken Maustaste als Kalibrierpektrum definiert werden, mit dem die Kalibrierung durch Polynome durchgeführt werden soll. Dafür kann grundsätzlich jedes Spektrum markiert werden. Handelt es sich um ein Emissionslinienspektrum, wie z.B. einem Neonspektrum einer künstl. Lichtquelle, so muss zusätzlich das Häkchen auch bei *Indicate as emission spectrum* gesetzt werden, damit die Linien beim Gaußfit erkannt werden. Die Markierung kann jederzeit rückgängig gemacht werden.


### 5.5.4 Find spectral lines

Diese Funktion löst den Vorgang des automatischen Anfitens der Spektrallinien mit der Gaußfunktion aus. Alternativ kann auch das Symbol  in der Symbolleiste benutzt werden. Das Anfiten der Linien wird durch die Parameter „Width“ und „Sensitivity“ beeinflusst (siehe 9).

### 5.5.5 Add to measurements

Diese Funktion löst nach dem Auswählen und Identifizieren der Spektrallinien die Berechnung der Radialgeschwindigkeiten für jede Linie aus. Alternativ kann auch das



Symbol  in der Symbolleiste benutzt werden. Die Ergebnisse werden im Fenster „Table of radial velocities“ angezeigt. Die Vorgehensweise bei der Auswahl und Identifikation der Spektrallinien wird unter Abschnitt 8 (Grafikfenster) erläutert.

### 5.5.6 Optimize fit

Diese Funktion verbessert die Auswertemöglichkeiten von Blends oder allgemein unsymmetrischer Linien, indem gezielt eingestellt werden kann, bis zu welchem Intensitätswert eine Linie angefitet werden soll.

Beim Setzen der Markierung für diese Funktion erscheint im Grafikfenster eine rote Linie. Diese kann mit Hilfe des Einstellreglers in eine gewünschte Position verschoben werden. Dieses Linienniveau bestimmt die Basis für den Gaußfit. Alternativ kann auch mit der rechten Maustaste die gewünschte Linie angeklickt und aus dem Kontextmenü die Funktion „Optimize fit“ ausgeführt werden. Für die reproduzierbare Anwendung dieser Funktion wird empfohlen, den Zahlenwert des „Optimize fit“ für spätere Auswertungen zu notieren.

Die Funktion ist nur wirksam, wenn unterhalb der roten Linie mindestens vier Messpunkte liegen. Bei schmalen Linien erfolgt keine Neubestimmung der Linienposition.

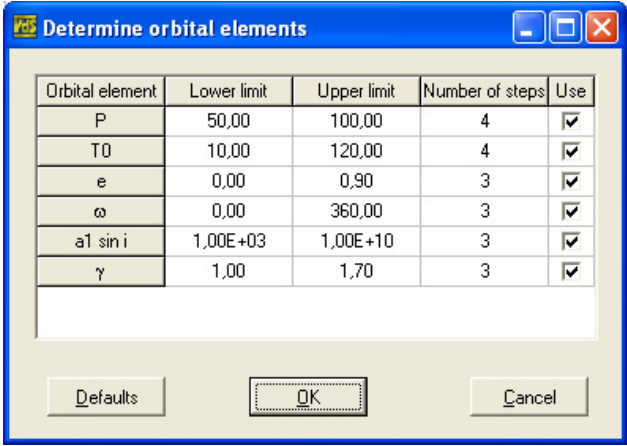
Alternativ zum Schieberegler kann auch in das Eingabefeld unterhalb des Reglers direkt ein Zahlenwert für das Fitniveau eingegeben werden. Hier sind auch Zahlen mit Nachkommastellen erlaubt. Erst durch Neusetzen des Häkchens für „Opt fit“ wird das eingegebene Niveau aktiviert.

## 5.6 Analysis

### 5.6.1 Calculate elements

Mit dem Menüpunkt *Analysis/Calculate elements* wird das Fenster „Determine orbital elements“ geöffnet. In der Tabelle können nun für die einzelnen Bahnparameter Bereiche vorgegeben werden, in denen der Optimierungsalgorithmus nach der besten Anpassung an die Messwerte suchen soll. Mit der Spalte „Number of Steps“ wird die Zahl der Zyklen, die während der Berechnung durchlaufen werden, vorgegeben. Je höher der Wert, desto exakter die Anpassung. Allerdings verlängert sich mit der Anzahl der anzupassenden Parameter und der festgelegten Stepnumber die Rechenzeit erheblich, so dass man nicht mit unnötig großen Zahlen beginnen sollte. In der Regel genügen Werte zwischen 2 und 4. Danach kann, wenn erforderlich, durch eine gezielte Vergrößerung einzelner Werte eine Präzisierung der Optimierung vorgenommen werden. Bei näherungsweise bekannten Parametern, sollten die Optimierungsbereiche nicht unnötig groß gewählt werden. Dies betrifft insbesondere die Periode P.

Sind einzelne Bahnparameter genau bekannt oder soll mit bestimmten exakten Werten (zum Beispiel bei Vergleichen mit Literaturwerten) optimiert werden, können diese Werte in der Spalte Lower limit eingetragen und das entsprechende Häkchen in



Orbital element	Lower limit	Upper limit	Number of steps	Use
P	50,00	100,00	4	<input checked="" type="checkbox"/>
T0	10,00	120,00	4	<input checked="" type="checkbox"/>
e	0,00	0,90	3	<input checked="" type="checkbox"/>
$\omega$	0,00	360,00	3	<input checked="" type="checkbox"/>
$a1 \sin i$	1,00E+03	1,00E+10	3	<input checked="" type="checkbox"/>
$\gamma$	1,00	1,70	3	<input checked="" type="checkbox"/>

Defaults OK Cancel

der Spalte Use entfernt werden. Die so festgelegten Parameter werden bei der Optimierung nicht variiert. Mit der Taste „OK“ wird die Optimierung gestartet

### 5.6.2 Export elements

Speichert die errechneten Bahnparameter.

### 5.6.3 Export residuals

Speichert die Residuen mit dem zugehörigen JD in einer Textdatei.

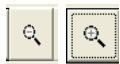
## 5.7 Help

Unter diesem Menüpunkt sind die Hilfedateien zu finden.

Die *Referenz* gibt einen Kurzüberblick über Installation, Programmaufbau und Programmfunktionen.

Das *Handbuch* beschreibt die Vorgehensweise bei der Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten sowie sekundäre Anwendungsmöglichkeiten des Programms.

## 6 Symbolleiste



Zoomen des Spektrums im Grafikfenster.



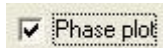
Automatisches Anfitten der Spektrallinien mit einer Gaußfunktion.



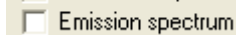
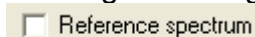
Berechnen der Radialgeschwindigkeiten ausgewählter Spektrallinien.



Ist dieses Feld aktiviert, bleibt die Y-Achse des Grafikfensters auch beim Herauszoomen eines Spektrenausschnittes unverändert.



Ist dieses Feld aktiviert, wird die Radialgeschwindigkeitskurve als Phasendiagramm angezeigt.



Zur Charakterisierung der Eigenschaften eines Spektrums können entsprechende Häkchen gesetzt werden. *Emission spectrum* muss gewählt werden, wenn Emissionslinien angefittet werden sollen und *Reference spectrum*, wenn mit den Linien des Spektrums eine Kalibrierung durchgeführt werden soll. Es können auch beide Optionen gleichzeitig ausgewählt werden.

## 7 Kontext-Menüs

Kontextmenüs werden in den drei Anzeigefenstern der Programmoberfläche durch Mausklick der rechten Taste geöffnet.

### 7.1 Kontext-Menü „loaded spectra“ und „Grafikfenster“

Die Kontextmenüs in beiden Fenstern sind identisch !

Ist im Fenster „loaded spectra“ ein Spektrum markiert, stehen im Kontextmenü folgende Funktionen zur Verfügung:

*Indicate as reference*: Das Spektrum wird als Kalibrierspektrum behandelt.

*Indicate as emission spectrum*: Muss zur Erkennung von Emissionslinien markiert sein.

*observation time*: Das Fenster für die Eingabe von Beobachtungszeit und –datums wird geöffnet.

Nachdem ein automatischer Linienfit durchgeführt wurde, ist beim Anklicken einer blau markierten Linie mit der rechten Maustaste das Kontextmenü um folgende Funktionen erweitert:

*Identify with <Linie>* : Die angeführte Spektrallinie mit Laborwellenlänge (in Klammer) wird zur Berechnung der Radialgeschwindigkeit ausgewählt.

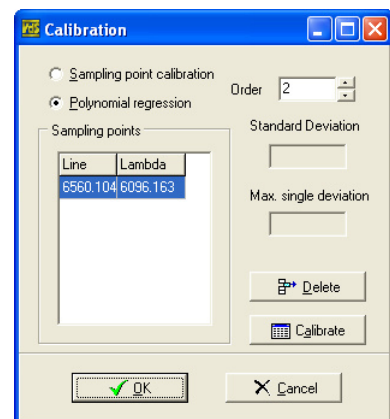
*Identify with ...* : Sollte die Linie nicht korrekt erkannt worden sein, kann mit dieser Funktion die Liste mit den Liniendefinitionen angezeigt werden, um ggf. den korrekten Eintrag von Hand auszuwählen.

Wurde das Spektrum mit *indicate as reference* als Referenzspektrum markiert, steht die Funktion *Identify inertial line* zur Verfügung. Bei Anklicken dieser Funktion öffnet sich ein Auswahlfenster mit den definierten Kalibrierlinien.

Nachdem eine Radialgeschwindigkeitsberechnung mit *Add measurement* durchgeführt wurde, steht zusätzlich die Funktion *Remove* zur Verfügung:

*Remove*: Das markierte Spektrum wird vollständig entfernt, dabei werden auch die schon errechneten Messwerte gelöscht.

Wurden in einem Kalibrierspektrum Linien ausgewählt, steht für unkalibrierte Spektren der Menüpunkt *calibration* zur Verfügung. Es öffnet sich das Fenster „Calibration“. Die ausgewählten Kalibrierlinien werden als Tabelle angezeigt. Einzelne Linien können markiert und mit *Delete* entfernt werden. Mit *Calibrate* wird das Spektrum mit einem Polynom wählbarer Ordnung 1 bis 4 kalibriert. Zur Kontrolle der Genauigkeit der Kalibration wird die Standardabweichung der Linien zum Polynom sowie die größte Abweichung einer Linie angezeigt. War der Kalibriervorgang erfolgreich, wird er mit *OK* abgeschlossen. Mit *Cancel* kann der Kalibriervorgang jederzeit abgebrochen werden.



## 7.2 Kontext-Menü „Table of radial velocities“

„clear single cell“: Löscht einen markierten Wert aus der Ergebnistabelle

„clear single row“: Löscht eine markierte Zeile aus der Ergebnistabelle.

„clear single column“: Löscht eine markierte Spalte aus der Ergebnistabelle.

„clear table of RV“: Löscht alle Einträge in der Ergebnistabelle und entfernt alle Spektren aus dem Programm, so dass mit der Auswertung anderer Spektren begonnen werden kann, ohne das Programm vorher beenden zu müssen.

## 8 Grafikfenster

Im Grafikfenster wird das zur Auswertung aktivierte Spektrum bzw. eine berechnete Radialgeschwindigkeitskurve angezeigt. Es können alle Spektren dargestellt werden, die als ein- oder zweiseitigen Tabelle im Textformat in das Programm geladen wurden. Für die Bestimmung von Linienpositionen müssen die Spektren allerdings nor-

miert sein. Bei unkalibrierten Spektren wird die x-Achse in Pixeln ausgegeben; bei wellenlängenkalibrierten Spektren in Ångström.

Die y-Achse wird automatisch skaliert. Dabei kann mit dem Auswahlfeld „keep y axis scaling fixed“ in der Symbolleiste zwischen zwei Modi gewählt werden:

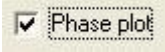
Feste Skalierung: die Skalierung der y-Achse wird auch beim Scrollen vergrößerter Spektrenausschnitte beibehalten.

Dynamische Skalierung: die Skalierung der y-Achse passt sich der Linientiefe des gescrollten Spektrenausschnittes automatisch an. In diesem Modus können sehr feine Details sichtbar gemacht werden.


Spektrenausschnitte können durch ein- oder mehrfaches Anklicken der Zoomtasten in der Symbolleiste vergrößert bzw. verkleinert dargestellt werden. Im gespreizten Spektrum kann mit der horizontalen Bildlaufleiste gescrollt werden.

Durch markieren des jeweiligen Spektrums im Fenster „loaded spectra“ kann zwischen mehreren geladenen Spektren gewechselt werden. Dabei bleiben die blauen Linienmarkierungen durch den automatischen Linienfit erhalten.

Nachdem mit der Funktion „Find spectral lines“ (siehe 5.5.4 oder 6) ein Linienfit durchgeführt wurde, können die Linienpositionen der blau markierten Linien mit der linken Maustaste ermittelt werden. Die jeweilige Linienwellenlänge (Pixelposition) wird in der Statusleiste angezeigt. Wird eine markierte Linie mit der rechten Maustaste angewählt, kann durch die Funktionen „Identify with <Linie>“ oder „Identify with...“ die Linie zur Radialgeschwindigkeitsberechnung ausgewählt werden.

Wird im Grafikfenster eine berechnete Radialgeschwindigkeitskurve angezeigt, kann mit dem Schalter  in der Symbolleiste zu einem Phasendiagramm gewechselt werden.

## 9 Fitting Parameters

Mit den Einstellreglern im Feld „fitting parameters“ können interaktiv mit der Taste  in der Symbolleiste die optimalen Einstellungen gesucht werden. Die jeweiligen Reglerstellungen werden als Zahlenwerte angezeigt. Sind die optimalen Parameter gefunden, können diese bei künftigen Auswertungen durch die direkte Eingabe dieser Zahlenwerte reproduzierbar aufgerufen werden.

### 9.1 Width

Mit diesem Parameter kann die Breite des Fitbereichs variiert werden. Bei einem schmalen Fitbereich können dichter beieinander liegende Linien getrennt werden bzw. wird bei sehr breiten Linien nur ein zentraler Teilbereich der Linie ausgewertet. Dies ist insbesondere bei unsymmetrischen Linien zu beachten. Der maximale Einstellbereich kann unter dem Menüpunkt *Settings/Misc settings* beliebig festgelegt werden.

### 9.2 Sensitivity

Mit diesem Parameter wird die Mindestlinientiefe, die erkannt wird, variiert. Hiermit kann vor allem die Anzahl der gefitteten Linien beeinflusst werden.

### 9.3 Opt. fit (optimize fit)

Diese Funktion verbessert die Auswertemöglichkeiten geblendeter oder allgemein unsymmetrischer Linien, indem gezielt eingestellt werden kann, bis zu welchem Intensitätswert eine Linie ausgewertet werden soll.

Beim Setzen der Markierung für diese Funktion erscheint im Grafikfenster eine rote Linie. Diese kann mit Hilfe des Einstellreglers in eine gewünschte Position verschoben werden. Dieses Linienniveau bestimmt die Basis für den Gaußfit. Mit der rechten Maustaste wird die gewünschte Linie angeklickt und aus dem Kontextmenü die Funktion „Optimize fit“ ausgeführt. Für die reproduzierbare Anwendung dieser Funktion wird empfohlen, den Zahlenwert des „Optimize fit“ für spätere Auswertungen zu notieren.

Die Funktion ist nur wirksam, wenn unterhalb der roten Linie mindestens vier Messpunkte liegen. Bei schmalen Linien erfolgt keine Neubestimmung der Linienposition.

Alternativ zum Schieberegler kann auch in das Eingabefeld unterhalb des Reglers direkt ein Zahlenwert für das Fitniveau eingegeben werden. Hier sind auch Zahlen mit Nachkommastellen erlaubt. Erst durch Neusetzen des Häkchens für „Opt fit“ wird das eingegebene Niveau aktiviert.

## **10 Dateiformate**

### **10.1 Spektrendateien**

Textpassagen am Anfang der Datei können beim Import ausgeblendet werden, so dass nur numerische Werte eingelesen werden. Abhängig von der Zielstellung können die Daten in verschiedenen Formaten vorliegen. Als Dezimalzeichen sind Punkt oder Komma zugelassen.

Einspaltige Textdatei mit den Intensitätswerten, die fortlaufend den entsprechenden Pixelnummern für die Wellenlängenachse zugeordnet sind.

Zweispaltige Textdatei. In der ersten Spalte stehen die Pixelnummern oder bei kalibrierten Spektren die Wellenlängen. Die Spalten können durch Leerzeichen, Tabulator oder beliebig anderen Zeichen voneinander getrennt.

### **10.2 Liniendefinitionsdateien (lines file und calibration file)**

Zweispaltige Textdatei mit dem Suffix asc oder txt. In diesen Dateien stehen die Linienbezeichnung in der ersten Spalte und die Laborwellenlänge in Angström in der zweiten Spalte. Trennzeichen ist ein Semikolon.

Beispiel aus einer Datei:

```
FeI;6065.494  
CaI;6102.723  
CaI;6122.217  
CaI;6162.173  
FeI;6191.571
```

### **10.3 Messwerte + Objektdaten (save measurement)**

Binäres Datenformat

### **10.4 Messwerte (export measurements)**

Textdatei mit Semikolon als Trennzeichen zwischen den Spalten.

1. Spalte: JD der Beobachtungszeit

weitere Spalten: heliozentrische Radialgeschwindigkeiten der ausgewerteten Linien.

Beispieldatei:

	; NaI;	NaI;	CaI;	CaI;	CaI;	Fel;	Halpa;
	; 589.00;	589.59;	610.27;	612.22;	616.22;	640.00;	656.28;
2453482.417	; -16.88;	-13.38;	-16.55;	-20.12;	-23.19;	-16.90;	-21.26
2453485.375	; -11.95;	-11.77;	-19.29;	-14.49;	-18.50;	-13.12;	-22.41
2453485.375	; -15.58;	-10.20;	-15.98;	-11.83;	-18.93;	-23.05;	-21.66

## 10.5 Messergebnisse (export RV results)

Textdatei mit drei Spalten:

1. Spalte: JD der Beobachtungszeit

2. Spalte: arithmetischer Mittelwert der Radialgeschwindigkeiten der einzelnen Linien

3. Spalte: Standardabweichung der Einzelmesswerte

## 11 Anhang

### 11.1 Liniendefinitionsdateien

Mitgelieferte Liniendefinitionsdateien

A) Linien5800-6880.asc

B) Doppellinien5800-6880.asc

C) Neon.asc

D) Tellur.asc [Hanuschik 2006 (unpublished)]

### 11.2 Beispielspektren

Aufnahmeort der Beispieldateien: Longitude  $-10^{\circ}10'$ , Latitude  $53^{\circ}29'$ .

A) Sonne.txt; Aufnahmezeit: 23.04.2005, 12.05 UT, Rec.:  $2^{\text{h}} 04^{\text{m}}$ , Dec.:  $+12^{\circ}38'$ , G2, RV = 0 km/s

B) Alpha Perseus.txt; Aufnahmezeit: 20.09.2006, 20.30 UT, Rec.:  $3^{\text{h}} 24^{\text{m}}$ , Dec.:  $+49^{\circ}51'$ , F5, RV = -2 km/s

C) Gamma Adler.txt; Aufnahmezeit: 24.09.2006, 20.00 UT, Rec.: 19h 46m, Dec.:  $+10^{\circ}27'$ , K2, RV = -2 km/s

D) Polaris.txt; Aufnahmezeit: 16.01.2006, 18.50 UT, Rec.:  $2^{\text{h}} 32^{\text{m}}$ , Dec.:  $+89^{\circ}16'$ , F7, RV = -19 km/s