

Anwendungs-Programmsystem DAPROA

Verarbeitungsprogrammbaustein REGFKT

Version 5 .1

Stand: 31.10.2011

Leistung:

Schätzung der linearen Koeffizienten b_0, b_j ($j=1,2,..$) eines mathematischen Modells basierend auf Funktionsausdrücken FA_j mittels linearer Regressionsanalyse.

Mit: Zielgröße Z , Einflussgrößen X_i , Funktionsausdrücke FA_j

$$Z = b_0 + b_1 \cdot FA_1(X_1, \dots, X_i) + b_2 \cdot FA_2(X_1, \dots, X_i) + \dots + b_n \cdot FA_n(X_1, \dots, X_i)$$

Schätzung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate:

Die Summe { der Quadrate (berechneter_Wert minus gemessener Wert) }
wird zum Minimum geführt

Summe der Fehlerquadrate \Rightarrow Minimum

Das Programm REGFKT ist besonders geeignet für die Bearbeitung großer Datenmengen.

Mit ihm kann der lineare Zusammenhang zwischen Messgrößen, Datenmengen (Z, X_1, X_2, \dots, X_n) in einem n -dimensionalen Koordinatensystem bzw. abhängigen und Funktionsausdrücke der unabhängigen Variable untersucht werden.

Die Funktionsausdrücke FA_1, \dots, FA_n sind also im Prinzip durch Datentransformation aus ursprünglichen Werten von unabhängigen Variablen entstanden.

$$Z = b_0 + b_i \cdot FA_i + \dots + b_j \cdot FA_j$$
$$Z = b_0 + b_i \cdot T_1 \cdot T_2 + \dots + b_j \cdot T_M \cdot T_N$$

mit $T_M = \{FKT[U]\}^{ev1}$
und $T_N = \{FKT[V]\}^{ev2}$

Die U und V sind Transformations-Größen der unabhängigen Variablen X_1, X_2, \dots, X_i

$$U = (\text{alp} \cdot X_i - X_j + \text{bet})^{n1}$$

bzw. $V = (\text{gam} \cdot X_k - X_l + \text{dlt})^{n2}$

Bei der Wichtungsfunktion wird die Transformation wie folgt ausgeführt (ABS() absoluter Wert):

$$U = (1. + (\text{ABS}(\text{alp} \cdot (X_i - X_j - \text{bet})))^{n1})$$

bzw. $V = (1. + (\text{ABS}(\text{gam} \cdot (X_k - X_l - \text{dlt})))^{n2})$

Dabei steht \sim für einen arithmetischen Ausdruck $+$ (plus), $-$ (minus), $*$ (mal), oder $/$ (durch), wenn eine zweite Variable X_j bzw. X_l verwendet wird.

Es ist zu beachten, dass die transformierten unabhängigen Variablen im Definitionsbereich der Funktion bleiben müssen.

Zum Aufbau der Funktionsausdrücke siehe: Dokument [Funktions-Ausdruck.doc](#)

Eine Verarbeitung unvollständiger Datensätze wird realisiert, indem bezüglich des jeweiligen Modellansatzes nur die gegenseitigen Korrelationskoeffizienten einbezogen werden.

Das Programm REGFKT wird in maximal 2 Zyklen abgearbeitet.

- Im 1.Zyklus: lineare Regression, t-Test, Verzerrung = 0
- Im 2.Zyklus: falls nach t-Test gesicherte **und** ungesicherte Koeffizienten vorliegen lineare Regression, Ergebnis mit nur gesicherten Koeff., Verz. = 0

Der zweite Zyklus wird nur abgearbeitet, wenn im Ergebnis des 1.Zyklus gleichzeitig gesicherte **und** ungesicherte Koeffizienten vorliegen.

Die Nummer des Zyklus, dessen Modellergebnis abgespeichert werden soll, kann mit den Steuereingabedaten festgelegt werden.

Zu den Voraussetzungen für die Anwendung der Methode der linearen Regression, dem mathematisch-statistischem Vorgehen und der Bewertung der berechneten Ergebnisse siehe unter der Aufgabenstellung zum Verarbeitungsprogrammbaustein POLMOD. Das dort gesagte gilt auch für diesen Fall von Funktionsausdrücken mit linearen Koeffizienten.

Eingabedateien:

- **projekt_nqd.txt** geordnete Zwischendatei im Textformat
- **projekt_mtx.txt** als Datenmatrix.
- **projekt_std.txt** Statistik-Steuerdatei mit von NORM berechneten statistische Kenngrößen des Datenbestandes:
Mittelwert, Streuung, kleinster und größter Wert der Variablen, einfache Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen.'
- **projekt_abd.txt** Projektsteuerdatei

Parameter, Grenzen:

- Die Anzahl der Datensätze ist faktisch unbegrenzt.
- Fehlstellen bei Messwerten/Einzeldaten werden berücksichtigt

Steuerparameter

statistische Sicherheit	99.8 , 99.0 , 95.0 , 90.0 , ohne
Anzahl der Variablen in der Auswahl	100
Maximale Anzahl der Variablen in den Funktionsausdrücken	12
Maximale Anzahl von Funktionsausdrücken	10

Ergebnisdateien:

- **modellname_eg0.txt** Protokolldatei der Modellbildung
- **modellname_mod.txt** Darstellung des gebildeten Modells
- **modellname_tsx.txt** Zwischendatei berechnet - gemessen
- **modellname_sw1.txt** Ergebnis des Vergleiches berechnet – gemessen, Eingabedatei für die grafische Darstellung
- **modellname_bg.typ** Grafikdatei berechnet - gemessen
- **regfkt_mld.txt** Programmnachrichten(Ablauf, Fehler, ...)

Aufbau der Datei **projekt_abd.txt** für den Baustein REGFKT:

Steuermerkmal	Spalte	Typ	Parameter	Inhalt des Parameters
<Variablen >	01-03 05-07 09-11 ...	Int	ausvar(n)	Index der Modellvariablen, der letzte Index gehört der abhängigen Variablen
<Steuerparameter >	01-01	Int	itest	gewählte statist. Sicherheit
	03-10			leer
	12-12	Char	ckoef	Koeffizient zu Rechnung mit gesicherten Termen
	14-14	Char	cprot	Protokollparameter
	16-16	Char	zmod	Modell abspeichern
	18-19	Int	imod	Zyklusnummer Modell speichern
	21-28	Char	modnam	Name Modelldatei
	30-30	Char	cbrgm	berechnet-gemessen vornehmen
	32-39	Char	zugrd	Namenszusatz Grafikdatei
	41-43	Int	jsvx	Index der unabhängigen Variablen für Grafikdarstellung, Abzisse
	45-52	Char	upnam	Unterprojektname
	54-66	Real	ugvx	Untergrenz.der Abszissenvariablen
	68-80	Real	ogvx	Obergrenze der Abszissenvariablen
	82-84	Int	jxsch	Anzahl Variationsschritte
<Funktionsausdruck >	01-02	Int	itlnr	laufende Zeilennummer
	05-07	Int	ituv1	Index der 1. unabh.Variable im 1.Term des Fkt-ausdruckes
	08-08	Char	cra1	arithmetischer Ausdruck: +-* /
	09-11	Int	ituv3	Index der 2. unabh.Variable im 1.Term des Fkt-ausdruckes
	13-13	Char	ctcf1	Funktion des 1.Terms
	15-15	Char	ctce1	Einsatz/Verwendung der Funktion des 1.Terms
	17-22	Real	rho1	Exponent der Variable im Funktionsterm
	24-36	Real	alp	Konstante alpha im 1.Term
	38-50	Real	bet	Konstante beta im 1.Term
	52-52	Char	/	Trennstrich zwischen Termen
	54-56	Int	ituv2	Index der 1. unabh.Variable im 2.Term des Fkt-ausdruckes
	57-57	Char	cra2	arithmetischer Ausdruck: +-* /
	58-60	Int	ituv4	Index der 2. unabh.Variable im 2.Term des Fkt-ausdruckes
	62-62	Char	ctcf2	Funktion des 2.Terms
	64-64	Char	ctce2	Einsatz/Verwendung der Funktion des 2.Terms
	66-71	Real	rho2	Exponent der Variable im Funktionsterm
	73-85	Real	gam	Konstante gamma im 2.Term
	87-99	Real	dlt	Konstante delta im 2.Term

Das Bausteinmerkmal <regfkt > muss genau 10 Zeichen lang sein (Leerstellen und spitze Klammern mitgezählt) .

Die Steuermerkmale müssen genau 21 Zeichen lang sein (Leerstellen und spitze Klammern mitgezählt) .

Sie müssen, wie in Beispiel und Aufbaubeschreibung dargestellt, geschrieben, also auch mit der entspr. Anzahl von Leerzeichen aufgefüllt werden.

Dialogbaustein REGFKT_e

REGFKT Daten- und ProzessAnalyse

Exit Help Datei

Prozess- und Datenanalyse: REGFKT_e: Eingaben für den Programmbaustein REGFKT alte Steuersaetze aus wachs-j0_abd.txt laden Projekt: wachs-j0

Liste aktueller Unterprojekte
UP waehlen , [Wahl UntProj] druecken
regfktmp_std.txt
wachs-j0_std.txt

Wahl Unterprojekt

Modelliste zum Projekt
Modell waehlen , [Wahl Modell] druecken
mdwadel_mod.txt
mdwadel_mod.txt
mdwasum_mod.txt
mdwadel_mod.txt

Wahl Modell

Variablenliste:
-- Variablen UP: wachs-j0
001 t
002 eta
003 sum-eta

Index abh. Variable: $Z = \text{lin.Fkt}(T1^*T2, Tm^*Tn)$ ganzzahlig, max. 3 Stellen

Funktionsausdruck: $Z = b0 + b1^*T1^*T2 + \dots + b1^*TM^*TN$
mit $TM = (FKT[(alp * (X^n) + bet)]^{n1})$
und $TN = (FKT[(gam * (X^n) + del)]^{n2})$

TM: 1.Funktionsterm					TN: 2.Funktionsterm					
Index	Fkt ev1	n1	alpha	beta	Nr	Index	Fkt ev2	n2	gamma	delta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.	1.	0.

Funktionen
Trage Code(1.Zeichen) in Feld Fkt ein
X x
C EXP(x)
D LN(x)
E LOG10(x)
F SIN(x)
G COS(x)
H TAN(x)
I CTG(x)
J ARCSIN(x)
K ARCCOS(x)
L ARCTAN(x)

Einsatz/Verwendung
Trage Code(1.Zeichen) in Feld ev. ein
f Fkt
q Fkt^Fkt
w DSQRT(Fkt)
g 1 / Fkt
r 1 / (Fkt^Fkt)
u 1 / DSQRT(Fkt)

Pruefe Modellparameter

Vergleich berechnet-gemessen
 ber/gem nicht ausfuehren
 ber/gem darstellen

Vergleich berechnet-unabh.Variable
Waehle Index einer unabhg Variablen
001 t
002 eta
003 sum-eta

Nr. Modellberechnungszyklus
02

Modellname (max.8 Stellen)

speichern berechnetes Modell
 Modell nicht abspeichern
 Modell abspeichern

Protokoll
 Protokoll neu anlegen
 Protokoll fortschreiben

statist. Sicherheit verwenden
 ohne statist. Sicherheit
 mit statist. Sicherheit

Sicherheitsniveau waehlen
1 99,9%
2 99,8%
3 99,0%
4 95,0%
5 90,0%

uG oG Anzahl Schritte
100

Grafikausgabe
 keine Grafikausgabe
 .PNG Grafikausgabe
 .TIFFGrafikausgabe

Namenszusatz Grafikdatei

Werte loeschen REGFKT starten STOPP

Protokoll Dialog und Verarbeitung :

Bild 1:
Startmaske des
Dialogbausteins
REGFKT_e

In dem Dialogbaustein werden die Parameter für die Projektarbeitungsdatei **projekt_abd.txt** abgefragt, eingegeben und geprüft. Es werden die Struktur des Modells, die Steuergrößen für die Abarbeitung und die Parameter zur Ergebnisausgabe festgelegt.

Wahl des Unterprojektes

In der Liste **|Liste aktueller Unterprojekte|** kann ein Unterprojekt ausgewählt werden. Die Auswahl ist mit der Taste **Wahl Unterprojekt** zu bestätigen.

In der darunter stehenden **|Variablenliste|** werden nach der Bestätigung die Variablen des Unterprojektes angezeigt. Am Anfang der Variablenliste wird das ausgewählte und zugehörige Unterprojekt genannt.

Beim Start von REGFKT_e wird das Originalprojekt vorgelegt, es wird mit seinen Variablen markiert und angezeigt.

Mit der Taste **alte Steuersaetze aus projekt_abd.txt laden** können die alten Steuersätze geladen und in den Dialogmasken vorgelegt werden, soweit welche vorhanden sind.

Aufbau des Modells der Funktionsausdrücke mit linearen Schätzkoeffizienten

Im Eingabefeld **[Index abh. Variable: Z=lin.Fkt(T1*T2, .. ,Tm*Tn):]** wird die Indexnummer der abhängigen Variablen eingetragen, die in der Liste **|Variablenliste:|** aufgeführt ist.

Der Aufbau der Funktionsterme wird durch Eintragungen in die Tabellen **[TM: 1.Funktionsterm]** **[TN: 2.Funktionsterm]** der Parameter **[Koeffizient, Index, Fkt, n1, n2, alpha, beta, gamma, delta, ev1, ev2]** realisiert.

Die Eintragung zu **[Index]** besteht aus drei Spalten, in denen die oben genannten Transformations-Größen U und V definiert werden:
In der **ersten** Spalte zu U **muss** der Index einer unabhängigen Variablen X_i stehen (im Fall V **kann** X_k stehen).
In der **dritten** Spalte zu U **kann** der Index einer unabhängigen Variablen X_j stehen (im Fall V **kann** X_l stehen).
In der **zweiten** Spalte zu U und V **muss** ein arithmetischer Ausdruck **+** **-** ***** oder **/** stehen, **wenn** in der dritten Spalte eine zweite Variable X_j bzw. X_l benannt ist.

Zu den Details des Aufbaus der Funktionsausdrücke siehe: Dokument **Funktions-Ausdruck.doc**

Im Eingabefeld **[Nr. Modellberechnungszyklus]** wird der Berechnungszyklus angegeben, dessen Modellergebnis abgespeichert wird. Es gibt maximal 2 Zyklen.
Der Wert 2 wird als Standard vorgelegt.

Es kann passieren, dass der Wert 2 eingetragen ist, aber der zweite Zyklus nicht abgearbeitet wird. Gründe können in den Termen liegen, welche im ersten Zyklus berechnet wurden:

- alle Terme sind statistisch gesichert
- alle Terme sind statistisch nicht gesichert

Wenn in einem solchen Fall aber als Zyklusnummer, dessen Modellergebnis abgespeichert werden soll, die zwei gesetzt wurde, wird u.U. je nach Parameterlage kein Modell abgespeichert. Eine entsprechende Meldung erscheint im Dialog bzw. steht in der Datei [regfkt_mld.txt](#). Um ein Modell zu erhalten, muss die Berechnung mit der Zyklusnummer eins wiederholt werden.

Im Eingabefeld [[Modellname\(max.8 Stellen\)](#)] wird der Name der Modell- und Ergebnisdateien festgelegt. Somit können zu einem Projekt verschiedene Modellvarianten dokumentiert werden.

In den folgenden Auswahlboxen werden Steuergrößen für die Abarbeitung und Parameter zur Ergebnisausgabe festgelegt.

°speichern berechnetes Modell°

"Modell nicht abspeichern" oder
"Modell abspeichern"

°Protokoll°

"Protokoll neu anlegen" oder
"Protokoll fortschreiben"

°statistische Sicherheit verwenden°

"ohne statist. Sicherheit" oder
"mit statist. Sicherheit"

In der Liste [[Sicherheitsniveau wählen](#)] wird des Niveau der statistischen Sicherheit für die Signifikanzprüfung der Polynomterme ausgewählt

°Vergleich berechnet-gemessen°

"ber/gem nicht ausführen" oder
"ber/gem darstellen"

Falls "ber/gem darstellen" gewählt wurde kann in der Variablenliste [[Vergleich berechnet-unabh.Variable](#) | der Index eine Einflussgröße (unabh. Variable) und ihr Index markiert werden. Diese Variable muss Modellbestandteil und darf nicht die abhängige Variable sein.

Nach der erfolgreichen Markierung werden der Index und die Minimal- bzw. Maximalwert dieser Variablen aus den Datensätzen angezeigt.

In den Eingabefeldern [uG] , [oG] und [Anzahl Schritte] können die Werte verändert werden.

Diese Werte dienen zur Darstellung der Grafik "berechnet/gemessen gegen die gewählte unabhängige Variable".

In der Grafik berechnet-gemessen werden diese Werte über die eingetragene unabhängige Variable als Abszisse dargestellt.

°Grafikausgabe°

"keine Grafikausgabe" oder

"Grafikausgabe" auf einen genannten Dateityp

Im Eingabefeld [Namenszusatz Grafikdatei] kann ein maximal 8-stelliger Namenszusatz für die Grafikausgabedatei gewählt werden. Zu einem Modell können so mehrere Grafiken aufbewahrt werden.

Mit der Taste Werte loeschen wird die Eingabewerte auf der Dialogmaske in ihren "Leerzustand" zurückgesetzt

Mit der Taste STOPP wird der Dialog REGFKT_e beendet.

Mit der Taste REGFKT starten wird der Verarbeitungsbaustein REGFKT ausgeführt.

Bevor REGFKT wirklich startet, werden im Dialogfenster rechts die gewählten Parameter/Eingabewerte angezeigt. Sie müssen bestätigt werden. Bei Nichtbestätigung wird zum Eingabedialog zurückgekehrt.

Bei Verarbeitungsfehlern im Baustein REGFKT bricht der Vorgang ab. Der Fehler wird in der Datei "regfkt_mld.txt" protokolliert.

Nach Beendigung von REGFKT kehrt die Steuerung zum Dialogbaustein REGFKT_e zurück. Der Inhalt der Datei "regfkt_mld.txt" , das Abarbeitungsprotokoll, wird nach der Beendigung von REGFKT im Dialogfenster rechts angezeigt, hier stehen auch die Fehlermeldungen, falls REGFKT wegen auftretenden Fehlern abbricht.

Das Verarbeitungsprotokoll von REGFKT befindet sich auch im Verzeichnis \meldung\

REGFKT Daten- und ProzessAnalyse

Exit Help Datei

Prozess- und Datenanalyse: REGFKT_e: Eingaben für den Programmbaustein REGFKT alte Steuersaetze aus wachsj0_abd.txt laden Projekt: wachsj0

Liste aktueller Unterprojekte

UP waehlen , [Wahl UntProj] druecken

regfktmp_std.txt
wachsj0_std.txt

Wahl Unterprojekt

Modelliste zum Projekt

Modell waehlen , [Wahl Modell] druecken

mdwadel1_mod.txt
mdwadel_mod.txt
mdwasum_mod.txt
mdwadel_mod.txt

Wahl Modell

Variablenliste:

... Variablen UP: wachsj0

001 t
002 eta
003 sum-eta

002 Index abh. Variable: $Z = \text{lin.Fkt}(T1^*T2, \dots, Tm^*Tn)$ ganzzahlig, max.: 3 Stellen

Funktionsausdruck: $Z = b0 + b1^*T1^*T2 + \dots + b1^*TM^*TN$
mit $TM = (\text{FKT}([\text{alp} * [X^*X] + \text{bet}]^{**n1}))$
und $TN = (\text{FKT}([\text{gam} * [X^*X] + \text{del}]^{**n2}))$

TM: 1.Funktionsterm						TN: 2.Funktionsterm						
Index	Fkt	ev1	n1	alpha	beta	Nr	Index	Fkt	ev2	n2	gamma	delta
1	C	g	2.00000	0.15000D-01	0.00000D+00	01	1	f	1.00000	0.10000D+01	0.30000D-01	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	
			1.	0.	0.				1.	0.	0.	

Funktionen

Trage Code(1.Zeichen) in Feld Fkt ein

Einsatz/Verwendung

Trage Code(1.Zeichen) in Feld ev ein

Pruefe Modellparameter

Vergleich berechnet-gemessen

ber/gem nicht ausfuehren

ber/gem darstellen

Vergleich berechnet-unabh.Variable

Waehle Index einer unabhg.Variable

001 t 001
002 eta
003 sum-eta

uG 0.000000D+00 oG 0.200000D+03 Anzahl Schritte 100

Grafikausgabe

keine Grafikausgabe

.PNG Grafikausgabe

.TIFFGrafikausgabe

Namenszusatz Grafikdatei

Nr. Modellberechnungszyklus 01

Modelname (max. 8 Stellen) mowadel

speichern berechnetes Modell

Modell nicht abspeichern

Modell abspeichern

Protokoll

Protokoll neu anlegen

Protokoll fortschreiben

statist. Sicherheit verwenden

ohne statist. Sicherheit

mit statist. Sicherheit

Sicherheitsniveau waehlen

1	99,9%
2	99,8%
3	99,0%
4	95,0%
5	90,0%

Werte loeschen REGFKT starten STOPP

Protokoll Dialog und Verarbeitung:

----- Folgende Steuerdaten wurden gewaehlt: -----

Unterprojekt: wachsj0

abhaengige Variable Index/Name: 002 eta

Auswahl der Modellfunktionsterme: pruefe oben

Name des gebildeten Modells: mowadel

Grafiktyp und Namenszusatz: PNG

statistische Sicherheit der Koeffizienten: 95,0%

Protokoll: Protokoll neu anlegen

speichern des berechneten Modells: Modell abspeichern

berechnet-gemessen: ber/gem darstellen

berechnet-unabh.Var.: Abszisse: 001

Variationsgrenzen ber.-unabh.Var.: 0.000000D+00 0.200000D+03

Anzahl Variationssschritte ber.-unabh.Var.: 100

Nr. des Modellberechnungszyklus: 01

statist. Sicherheit anwenden: mit statist. Sicherheit

---- Terme der Modellgleichung -----

Funktionsausdruck Nr. 1

1.Term: $_/_-<EXP((0.150000D-01 * X1)^{**2.00000}) >$

2.Term: $<(0.100000D+01 * X1 + 0.300000D-01) >$

Bild 2:
Projekt:
wachsj0,
Unterprojekt:
wachsj0
Modell:
mowadel

Beispiel: (siehe dazu vorstehendes Bild 2)

Es sollen die linearen Koeffizienten b_0 und b_1 eines Modells "Wachstumsgeschwindigkeit von Bäumen" mittels Regressionsanalyse bestimmt werden. Modellansatz: $Z = b_0 + b_1 * FA(t) = b_0 + b_1 * T1(t) * T2(t)$

- Im Projekt **wachs-j0** wurde das Unterprojekt **wachs-j0** mit der Datensteuerdatei **wachs-j0_std.txt** gewählt.
- Die abhängige Variable Wachstumsgeschwindigkeit wird im Datensatz mit **eta** bezeichnet
- Die unabhängige Variable ist die Zeit **t**
- Das Modell des Berechnungszyklus 1 wird unter dem Namen **modwadel** gespeichert
- Der Modellkoeffiziententest wird mit einer statistischen Sicherheit von 95% durchgeführt.
- Die grafische Darstellung von berechneten gegen gemessene Werte wird gewählt.
- Es wurden für den einen Funktionsausdruck zwei Modellterme angelegt.

Parameter für die Modellterme

	Index	Fkt1	ev1	n1	alpha	beta
Term1	1	C	g	2.	0.015	0.
	Index	Fkt2	ev2	n2	gamma	delta
Term2	1	X	f	1.	1.	0.03

C: Exponentialfunktion **g:** 1 / Funktion

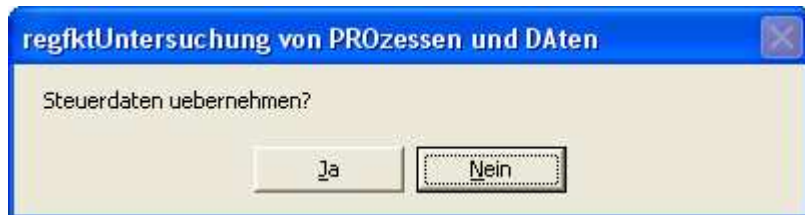
X: keine spezielle Funktion **f:** Funktion ohne weitere Verwendung/Einstz

Damit ergibt sich die Modellgleichung: $Z = eta = Term1 * Term2$

$$Z = eta = b_0 + b_1 * \frac{1}{\{ \text{EXP}[(0.015 * t)^{**2.0}] \}} * \{(t + 0.03)\}$$

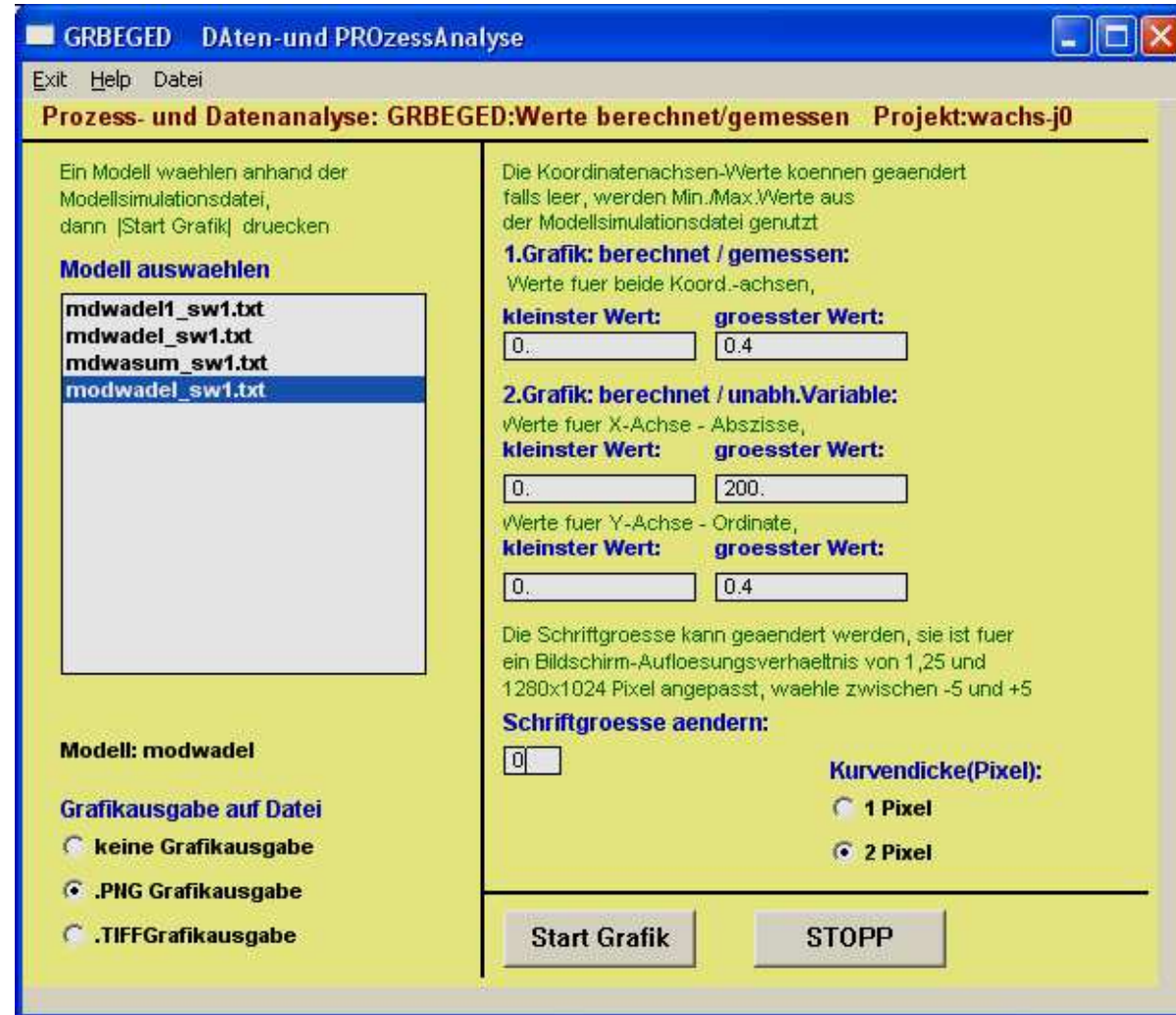
Mit der Taste **REGFKT starten** wird REGFKT gestartet. Die Modellparameter werden im Protokollfeld angezeigt(siehe Bild 2)

Mit der Antwort Steuerdaten übernehmen? **Ja** , wird nun der Verarbeitungsbaustein REGFKT ausgeführt



Als Ergebnis der Regressionsrechnung zur Schätzung der Parameter b0 und b1 ist entstanden:

$$z = 0.0904113 + 0.00910068 * 1_/_ \{ \text{EXP} [(0.015 * t) ** 2.0] \} * \{ (t + 0.03) \}$$



Nach der Parameterschätzung in REGFKT wird automatisch der Baustein GRBEGED gestartet. Mit ihm wird das Ergebnis der Schätzung grafisch dargestellt.

Bild 3: Dialogfenster von GRBEGED
Der Anwender kann die Grafikgestaltung beeinflussen:
- Werteder Koordinatenachsen
- die Schriftgröße
- die Stärke der Funktionskurve

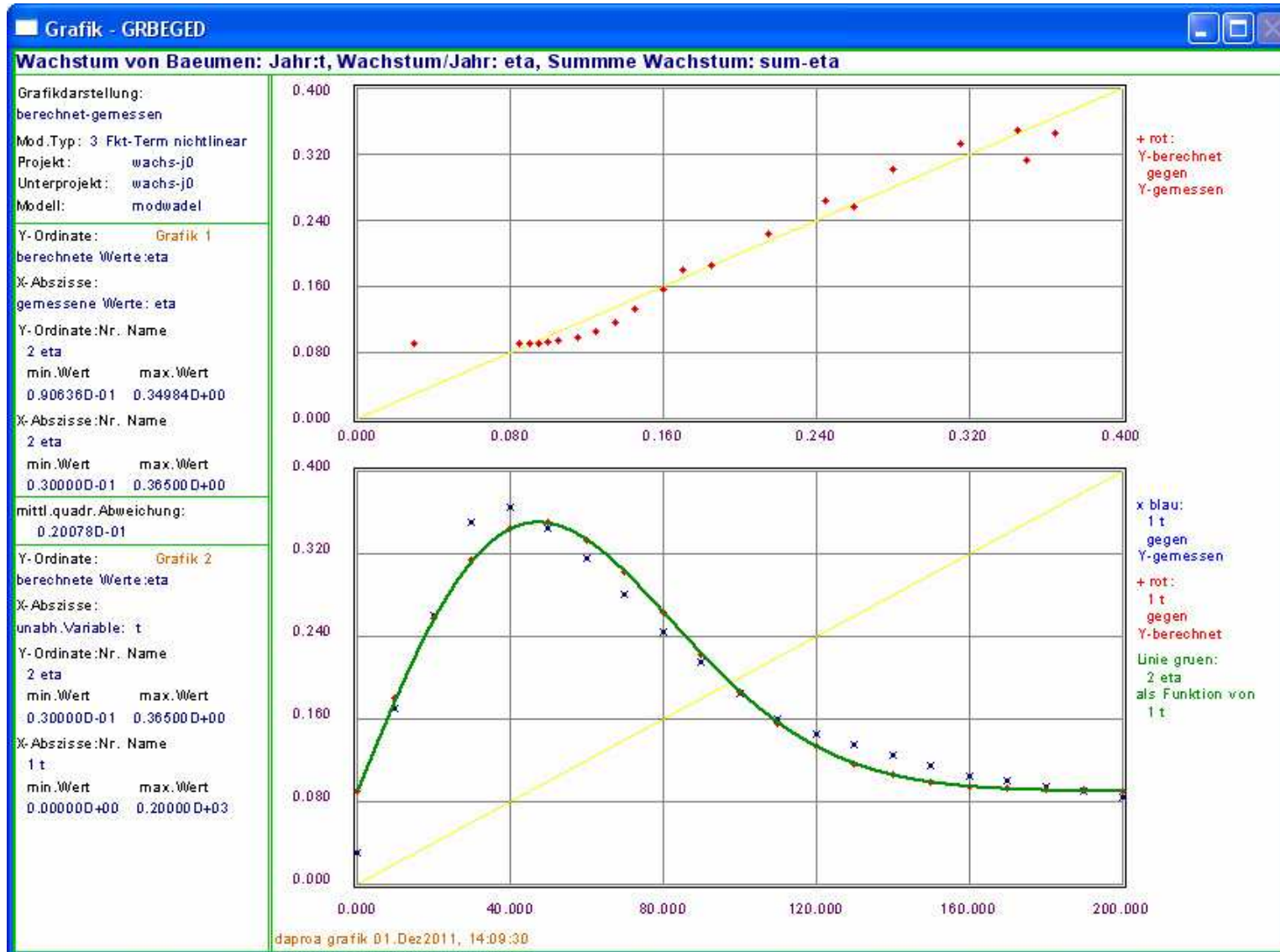


Bild 4:
grafische Darstellung von:
1. Koordinatensystem:
- berechnete gegen gemessene
Werte der abh. Variablen **eta**
2. Koordinatensystem:
- Funktionsverlauf des Modells
eta = f(t) und Vergleich mit
den gemessenen Daten

Eine rechnerische richtige Ermittlung der linearen Schätzkoeffizienten ist die eine Sache, sie wird in den Bausteinen LIREV, POLMOD, REGFKT für die verschiedene Modelltypen realisiert.

Die Güte der Modellanpassung und die Interpretation des Ergebnisses eine andere Angelegenheit, welche vom Verfahren der Koeffizienten Schätzung abgekoppelt betrachtet werden sollte.

Ein Blick auf vorstehende Grafik zeigt, dass das gewählte Modell den gemessenen Verlauf der Wachstumsgeschwindigkeit im Prinzip widerspiegelt, es gibt aber an einigen Stellen bemerkenswerte Abweichungen. So sind ist der berechnete Werte am Startpunkt der Kurve zu hoch, der Zeitpunkt des Maximums der Wachstumsgeschwindigkeit später als gemessen.

Dies kann u.a. folgende Ursachen haben:

- Wie alle gemessenen Daten, haben auch die vorliegenden Daten Messfehler. Diese sind eventuell an einigen Stellen zu groß , bzw. entsprechen nicht den Voraussetzungen dieses Verfahrens, der Normalverteiltheit der Fehler.
- Das Modell entspricht in seiner Struktur zu wenig den Besonderheiten dieses Wachstumsprozesses
- Die Modellanpassung an die Messdaten durch Schätzung von Koeffizienten lässt sich durch die Verwendung nur linearer Koeffizienten, wie im vorliegenden Fall b_0 und b_1 , nur bis zu einem gewissen Grad erreichen.

Die Parameter n_1 , n_2 , α , β , γ , δ des Modells bleiben bei dieser Prozedur konstant.

Soweit diese Konstanten nicht naturgesetzlich festgelegt sind,

ist ein Weg der Verbesserung der Modellanpassung diese Konstanten zielgerichtet zu variieren und mit jeweils einem anderen Konstantensatz die linearen Koeffizienten neu schätzen.

ein anderer Weg ist, diese Konstanten mit anzupassen, durch ein Verfahren welches auch nichtlineare Koeffizienten schätzen kann, z.B. mit dem Baustein EVOPGRD.

Im vorliegenden Fall scheint ein Verfahren, welches nur die linear auftretende Konstanten schätzen kann, die Hauptursache für die nicht ganz zufrieden stellende Anpassung des Wachstumsgeschwindigkeitsmodells an die gemessenen Werte zu sein.

Nach dem Beenden des Bausteins GRBEGED kehrt die Verarbeitung zum Dialogfenster von REGFKT zurück. Im rechten Teil des Fensters erscheint ein Verarbeitungsprotokoll

Im Verzeichnis ..\daproa\Ergebnis\energie sind die Ergebnisse zu finden.

modwadel_eg0.txt Verarbeitungsprotokoll mit detailliertem Ergebnis
modwadel_mod.txt standardisierte Modelldarstellung, sie dient anderen
 Programmbausteinen als Eingabedatei (Simulation, grafische Darstellungen)
modwadel_sw1.txt Datenmatrix für die Darstellung berechnet - gemessen
modwadel_bg.png Kopie der Grafikdatei berechnet – gemessen

Die Datei mit der standardisierten Modelldarstellung **modwadel_mod.txt** darf nicht verändert werden, da damit auch das Modellergebnis verändert wird.

Es sei denn, man will ein bestimmtes Modell für Simulation, grafische Darstellungen usw. bereitstellen.

Im Verzeichnis ..\daproa\Daten\energie ist in der Projektsteuerdateidatei

wachs-j0_abd.txt
der benutzte Parametersteuersatz für REGFKT gespeichert.

```
<regfkt ><Variablen            >001 002  
<regfkt ><Steuerparameter    >4            1 N Y 01 modwadel Y            001 wachs-j0 0.000000D+00 0.200000D+03 100  
<regfkt ><Funktionsausdruck >01 001 C g 2.000 0.15000D-01 0.000000D+00 / 001 X f 1.000 0.10000D+01 0.30000D-01
```

Nachstehend werden das Ergebnisprotokoll und das berechnete Modell gezeigt.

Ergebnisprotokoll **modwadel_eg0.txt**

Programm:regfkt Projekt:wachs-j0 UP:wachs-j0 09.Feb2010 17:49:58

Titel:Wachstum von Baeumen: Jahr:t, Wachstum/Jahr: eta, Summme Wachstum: sum-eta
unabhaengige Variable: eta

Eingabewerte:

Schritt: 1 Regression mit allen Funktionstermen
Anzahl Messwerte: 21
Anzahl Einflussgrößen: 1
Anzahl Modellterme: 1
Freiheitsgrad: 19
statistische Sicherheit: 95.0%

Ergebnisse:

Testwert t-Verteilung: 2.093
Bestimmtheitsmass: 0.95958
Reststandardabweichung: 0.20078D-01

Modelltyp: Funktion linear
Modellform: Z = B(2) + B(1)*FA(1)
Modellausdruck: **Z = 0.904113D-01**

$$+ 0.910068D-02 * \frac{1}{1 + \exp(0.150000D-01 * X1)^{2.00000}} * (0.100000D+01 * X1 + 0.300000D-01)$$

Ind	abng.Variable	Koeffizient	unabh.Variable	t-Testwert	Niveau	unten	Konfidenzinterv.oben
2	eta	= 0.904113D-01					
1		0.910068D-02	* Fkt-Ausdruck_1	0.21790D+02	95.0%	0.82265D-02	0.99748D-02

=====

Das berechnete Modell in `modwadel_mod.txt`

```

<Modell      >Funktion linear
<IndModTyp  > 3
<DatumZeit  >09.Feb2010 17:49:58
<QueProjekt >wachs-j0
<QueModell  >mdwadel
<QueMatrix  >wachs-j0
<Titel      >Wachstum von Baeumen: Jahr:t, Wachstum/Jahr: eta, Summme Wachstum: sum-eta
<ModParKoTm> 0 eta                2  0.904113D-01
<ModParKoTm> 1 Fkt-Ausdruck_1     1  0.910068D-02    1 C g    2.0000  0.150000D-01  0.000000D+00
__(diese Zeile gehört an das Ende der vorigen)___    1 X f    1.0000  0.100000D+01  0.300000D-01
<StandAbw  > 0.20078D-01
<BestMass  >      0.95958
<StatSich  >95.0%
<AnzMesswrt>          21
<AnzVarMtx >          3
<AnzEG     >          1
<FrGrad    >          19
<Wert-tTest>          2.093
<VarAbh    > 2 eta                0.30000D-01  0.36500D+00  0.18643D+00  0.99864D-01
<VarUnabh  >X 1 t                  0.00000D+00  0.20000D+03  0.10000D+03  0.62048D+02
<ModGleichg>Z = 0.904113D-01
<ModGleichg> + 0.910068D-02 * 1/_/_EXP( (0.150000D-01 * X1 )**2.00000) >
<ModGleichg> * ( 0.100000D+01 * X1 + 0.300000D-01)

```

Das Modell noch einmal extra dargestellt:

$$Z = 0.0904113 + 0.00910068 * 1/_/_{\text{EXP}[(0.015 * t)^{**2.0}]} * \{(t + 0.03)\}$$

KURZANLEITUNG

- (1) Übernahme des vorgelegten Unterprojektes (dazu ist keine Aktion nötig)
oder
Auswahl eines anderen Unterprojektes aus der Liste
|Liste aktueller Unterprojekte| und bestätigen mit der Taste **Wahl Unterprojekt**
- (2) In den Eingabefeldern [Index abh. Variable: $Y=lin.Fkt(X1,..,Xn)$]
und in der Tabelle der Funktionsterme [Index Fkt ev1 n1 alpha beta] [Index Fkt ev2 n2 gamma delta]
sind die Indizes der Modellvariablen und die Parameter der Funktionsterme einzutragen.
- (3) Prüfen der Modellterme und ihrer Parameter mit der Taste **Pruefe Modellparameter**
- (4) In das Eingabefeld [Nr. Modellberechnungszyklus] wird der Zyklus eingetragen bei dem das gebildete Modell übernommen wird.
- (5) In das Eingabefeld [Modellname] einen Modellnamen eintragen. Unter diesen Namen werden das gebildete Modell und andere Ergebnisdateien abgespeichert. Ist dieses Feld nicht ausgefüllt, wird "mdnoname" als Name vergeben.
- (6) Nun die übrigen Verarbeitungsparameter festlegen. Dabei sind logische Zusammenhänge zu beachten. So muss das gebildete Modell abgespeichert werden, wenn der Vergleich berechnet/gemessen dargestellt werden soll.
- (7) Ist der Vergleich berechnet/ gemessen gewählt worden, dann in der Variablenliste |Vergleich berechnet-unabh.Variable | die unabhängige Modellvariable markieren, welche als Abszisse in der grafischen Darstellung dient. Diese Variable muss Modellbestandteil und darf nicht die abhängige Variable sein.
- (8) Wurde die Markierung vom Programm akzeptiert können in den Eingabefeldern [uG] , [oG] und [Anzahl Schritte] die Werte der gewählten unabhängigen Modellvariablen für die grafische Darstellung verändert werden.
- (9) Start des Bausteins REGFKT mit der Taste **REGFKT starten**