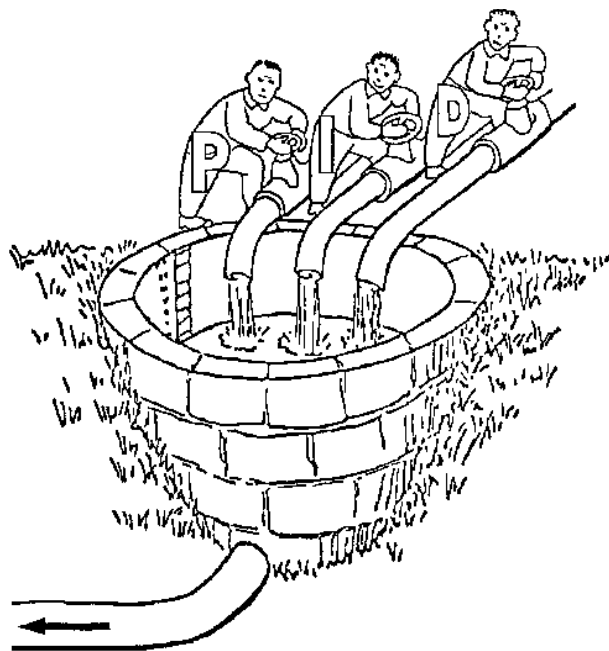


PID Autotuning Tool PMATune

ab Version 2.0



Inhalt	Seite
1 Lizenzierung von PMATune.....	3
2 Was ist PMATune ?	4
3 Beschreibung der Bedienoberfläche.....	6
3.1 Bedienelemente	8
4 Kommunikation mit dem KS-Regler.....	11
5 Herstellen des Streckenausgleichs (Ruhezustand)	13
6 Einstellungen für den Versuch	15
7 Optimierungsversuch.....	17
8 Speichern und Laden von Versuchsergebnissen.....	22
9 Fehlersuche	24

**© REX Controls s.r.o., 2003-2007.
Alle rechte vorbehalten.**

PMATune wurde von REX controls entwickelt, und setzt für die Kommunikation mit KS-Reglern sowie deren Simulations-Tools den PMA-Tuning-Server ein.

**© PMA Prozeß- und Maschinen-Automation GmbH, 2003-2007.
Alle rechte vorbehalten.**

PMA-Tuning-Server

1 Lizenzierung von PMATune

Die vorliegende Version von PMATune ist wie folgt lizenzierbar:

- Kostenlose Demoversion (von www.pma-online.de bzw. auf PMA-CDROM)
- Einzellizenz 9407-999-06601
- Mehrfachlizenz (5 Anwender) 9407-999-06611

Nach dem Start von PMATune erscheint folgendes Dialogfenster:

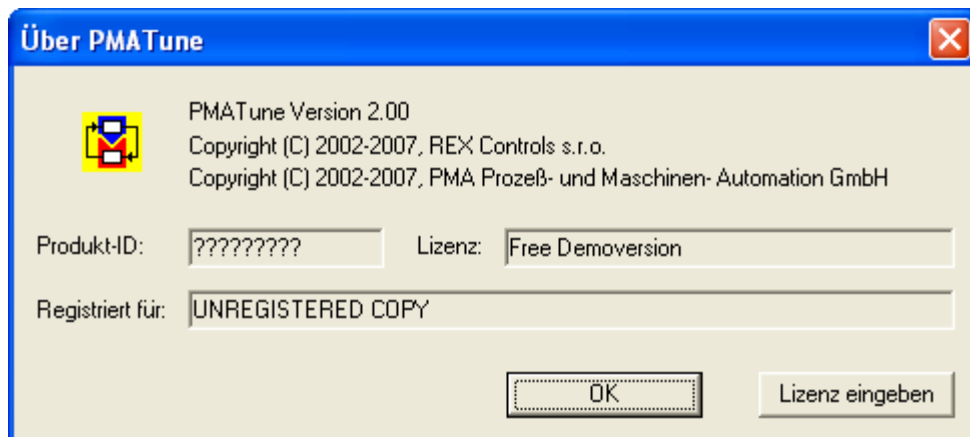


Abb. 1: Startdialog

Mit „OK“ wird das Programm als Demoversion gestartet und kann nun mit dem integrierten Streckenmodell bzw. in Verbindung mit einem PMA Simulations-Tool (BlueControl, SIM/KS 94, SIM/KS 98) getestet werden.

Eine vollwertige Lizenz erhalten Sie von PMA GmbH. Die Lizenzdaten werden in das untenstehende Fenster eingetragen, das durch Drücken der Schaltfläche „Lizenz eingeben“ (Abb. 1) geöffnet wird.

Das Eintragen wird mit „Ausschneiden“ (Strg + C) und Einfügen (Strg + V) erleichtert!

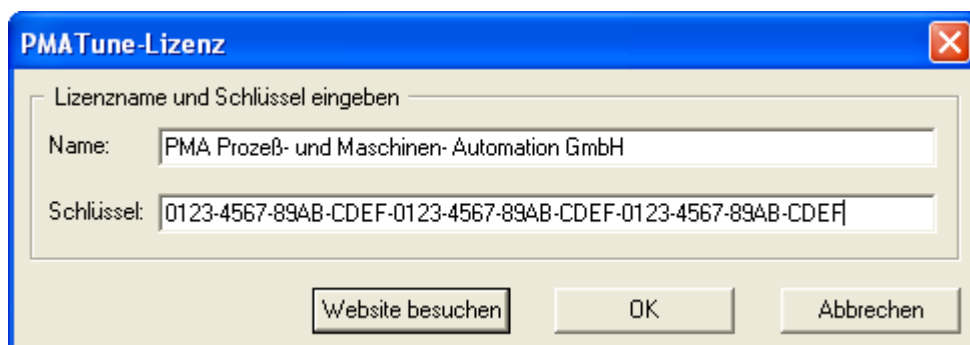


Abb. 2: Eingabe der Lizenzdaten

2 Was ist PMATune ?

Das Hauptmerkmal von PMATune ist die neue PID-Selbstoptimierung (Autotuner), die immer zu einem positiven Ergebnis führt, sofern die Regelstrecke mit ausreichender Genauigkeit beschrieben werden kann. Hierbei wird die Übergangsfunktion der Strecke wie folgt beschrieben:

$$F(s) = \frac{K e^{-Ds}}{s^l (t_1 s + 1)(t_2 s + 1) \dots (t_n s + 1)}$$

wobei:

K	Streckenverstärkung
$D > 0$	Totzeit der Strecke
$t_i > 0, i = 1, 2, \dots, n$	Zeitkonstanten der Strecke
$l = 0$	Strecke mit Ausgleich
$l = 1$	Strecke ohne Ausgleich
n	beliebige Ganzzahl

Anders als die meisten Verfahren liefert diese Methode gute Ergebnisse, auch an Strecken mit großer Totzeit (bekanntlich schwer zu beherrschen).

Nicht anwendbar ist die Methode für Strecken mit *starkem Allpassverhalten* sowie für Strecken mit Schwingneigung. Abb. 3 zeigt unterschiedliche Sprungverhalten.

Der Begriff *leichtes / starkes Allpassverhalten* bedeutet, dass die anfänglich gegenläufige Abweichung weniger als 10 % des ausgeregelten Istwerts beträgt.

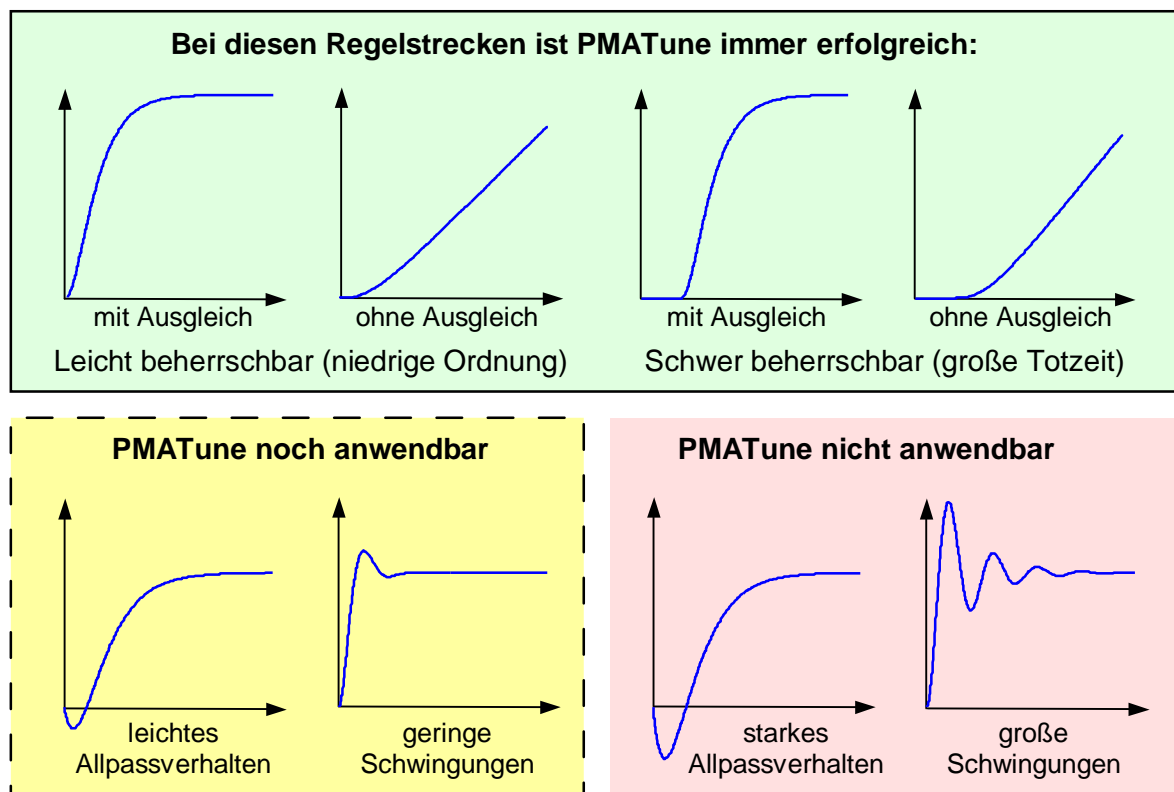


Abb. 3: Anwendbarkeit von PMATune

Die automatische Optimierung der Regelparameter ist mit PMATune problemlos. Zunächst muss sich die Regelstrecke im Ausgleich (Ruhezustand) befinden. Dann werden verschiedene Parameter wie z.B. Gerätetyp, Größe des Stellimpulses, die gewünschte Sprungantwort (*Langsam*, *Normal*, *Schnell*), usw. eingestellt und schließlich die Schaltfläche „*TUNE*“ geklickt ... und fertig.

Nun erzeugt das Programm den gewünschten Sollwertsprung und berechnet anhand des Streckenverhaltens optimale Regelparameter. Die Übertragung der ermittelten Regelparameter an den angeschlossenen KS-Regler wird manuell ausgelöst.

PMATune unterstützt alle PMA-Regler mit einer seriellen Frontschnittstelle:
KS 40-1, KS 50-1, KS 90-1, KS 92-1, KS 94, KS 98, KS 98-1, KS 800, KS 816, KS 45 und KS vario in folgenden Betriebsarten:

- PID-Regler (2-Punkt und stetig)
- 2 x PID-Regler (3-Punkt und stetig)
- 3-Punkt-Schrittregler
- 3-Punkt-Schrittregler mit Positionsrückmeldung Yp

3 Beschreibung der Bedienoberfläche

Die grafische Bedienoberfläche von PMATune ist für eine intuitive und bedienerfreundliche Benutzung gestaltet. Das Hauptfenster besteht aus zwei Teilen. Der obere Teil zeigt ein Blockdiagramm des Regelkreises mit dem PID-Autotuner, während im unteren Teil ausgewählte Signale als Trend dargestellt werden.

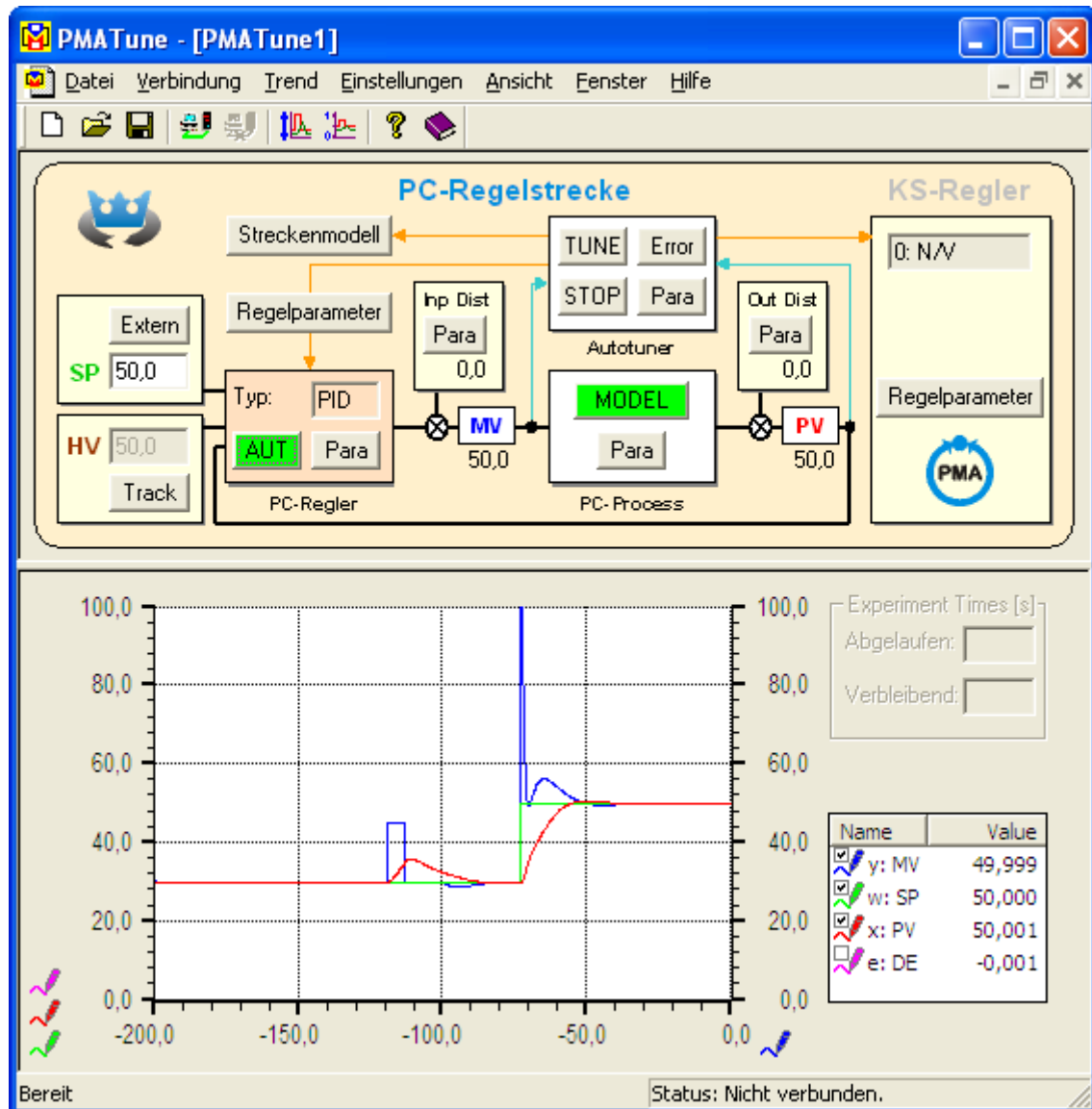


Abb. 4: Grafische Bedienoberfläche

Der simulierte Regelkreis in PMATune wird entweder mit einem angeschlossenen KS-Regler betrieben, oder mit dem in PMATune integrierten PC-Regler verbunden, wobei nur einer von beiden aktiv ist.

Läuft der KS-Regler im Automatikbetrieb „AUT“ (siehe oben), arbeitet der PC-Regler im Tracking-Modus *Track*, und umgekehrt.

Fig. 5 zeigt die vereinfachte Bedienoberfläche bei verbundenem KS-Regler.

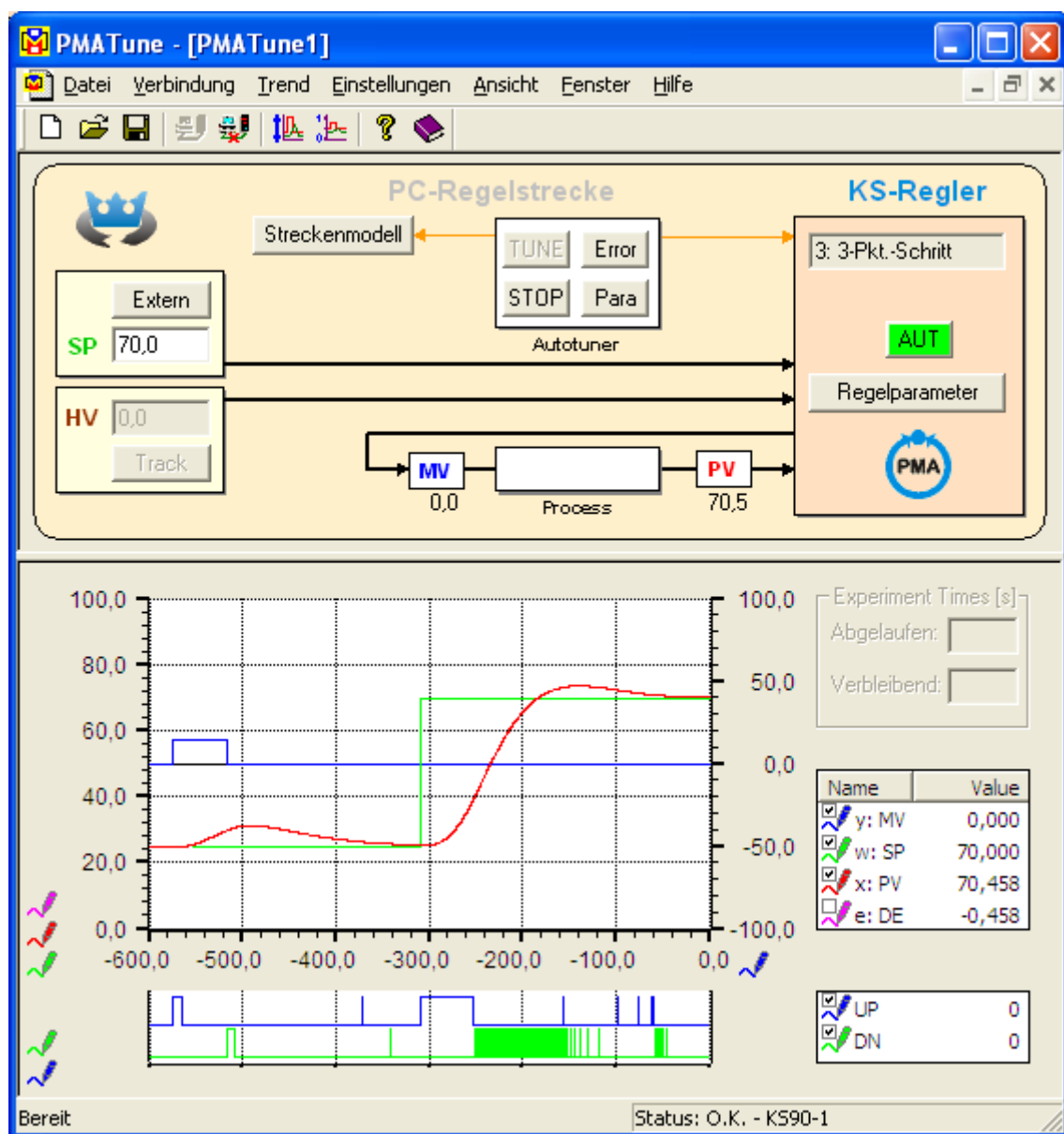


Abb. 5: Vereinfachte Grafische Bedienoberfläche

3.1 Bedienelemente

SP – Sollwert:

- Tracking des KS-/PC-Reglersollwerts (*Track-Modus*)
- Sollwerteinstellung des KS-/PC-Reglers (*Remote-Modus*)

HV – Stellgröße im Handbetrieb:

- Tracking des KS-/PC-Stellsignals (*Track-Modus*)
- Stellsignal kommt entweder vom KS-Regler oder vom PC-Regler (*Remote-Modus*)

PC-Regler – In PMATune integrierter Ersatzregler mit PI- oder PID-Verhalten. Funktionen sind:

- Beruhigung der Regelstrecke
- Prüfung der vom Autotuner ermittelten Parameter
- Manuelle Optimierung des PC-Reglers im Automatikbetrieb

Prozess –Zu regelnde Strecke:

- Externe Regelstrecke, an die der KS-Regler angeschlossen ist
- Im PC simulierte Regelstrecke (2. Ordnung mit Totzeit)

Autotuner – Eingebaute Funktion zur automatischen Optimierung von PID-Reglern, basierend auf einer impulsförmigen Anregung der Regelstrecke:

- Eingabe von Versuchs- und Vorgabewerten
- Optimierung des KS- bzw. PC-Reglers
- Diagnose

Regel-Para – Die vom Autotuner ermittelten Regelparameter für den KS- bzw. PC Regler.

Streckenmodell – Das vom Autotuner erstellte Ersatzmodell einer Strecke 1.Ordnung mit Totzeit.

Stör-Ein / Stör-Aus – Am Eingang bzw. Ausgang der Regelstrecke aufgeschaltete Störung (Sinus, Rechteck, Rampe und zufällige Signale).

KS-Regler – Jeder von PMATune unterstützter PMA-Regler.

Trendsignale – Unterer Teil des Bedienfensters:

- *Prozesssignale*
MV Stellgröße (Reglerausgang)
SP Sollwert
PV Istwert
DE Regelabweichung, oder wahlweise
dPV Vorhaltwirkung von PV
- *Stellimpuls*
Nur mit 3-Punkt-Schrittreglern oder mit pulswertenmodulierten (PWM) Regelausgängen (2- und 3-Punktregler).
AUF Inkrement-Impulse (z.B. Motor links) oder PWM-Ausgang *Heizen*
ZU Dekrement-Impulse (z.B. Motor rechts) oder PWM-Ausgang *Kühlen*
- *Legenden* – gewählte Signale sichtbar / unsichtbar
- *Versuchszeit* – Anzeige der abgelaufenen und der geschätzten verbleibenden Zeit des Versuchs.

Der Menüpunkt <Trend><Parameter> öffnet die Dialogbox für individuelle Trend-einstellungen:

Abb. 6: Dialogbox für Trendparameter

Länge der Zeitachse l und Abtaste d bestimmen die Anzahl n der Messwerte für jede Trendkurve: $n = 5 * l / d$.

Wenn bei langer Zeitachse die Abtastrate der Anzeige zu langsam wird, kann die Anzahl der Messwerte mit $d > 1$ reduziert werden.

Um bei Strecken ohne Ausgleich (integrierend) den Signal-/Rauschabstand schätzen zu können, ist es sinnvoll, statt der Regeldifferenz „e“ den differenzierten Istwert ($x':dPV$) während der Optimierung anzuzeigen, weil sie den gleichen Einfluss hat wie der Istwert ($x:PV$) bei Strecken mit Ausgleich. dPV kann als viertes Trendsinal mit entsprechender Verstärkung und Offset dargestellt werden.

Statuszeile – Die unterste Zeile der Bedienoberfläche:

- Im Feld '**Status**' wird der Zustand der momentanen Kommunikations-Verbindung angezeigt (nicht verbunden, O.K., keine Antwort, usw.). Wenn ein KS-Regler verbunden ist, wird der Gerätetyp und für KS 98 auch die Block-Nr. angezeigt.

4 Kommunikation mit dem KS-Regler

Die Kommunikation zwischen PMATune und dem angeschlossenen KS-Regler erfolgt über die serielle Schnittstelle und dem PC-Adapterkabel von PMA.

Um die Verbindung herzustellen, wird der Menüpunkt <Verbindung><Herstellen> angeklickt. Dies öffnet folgende Dialogbox:

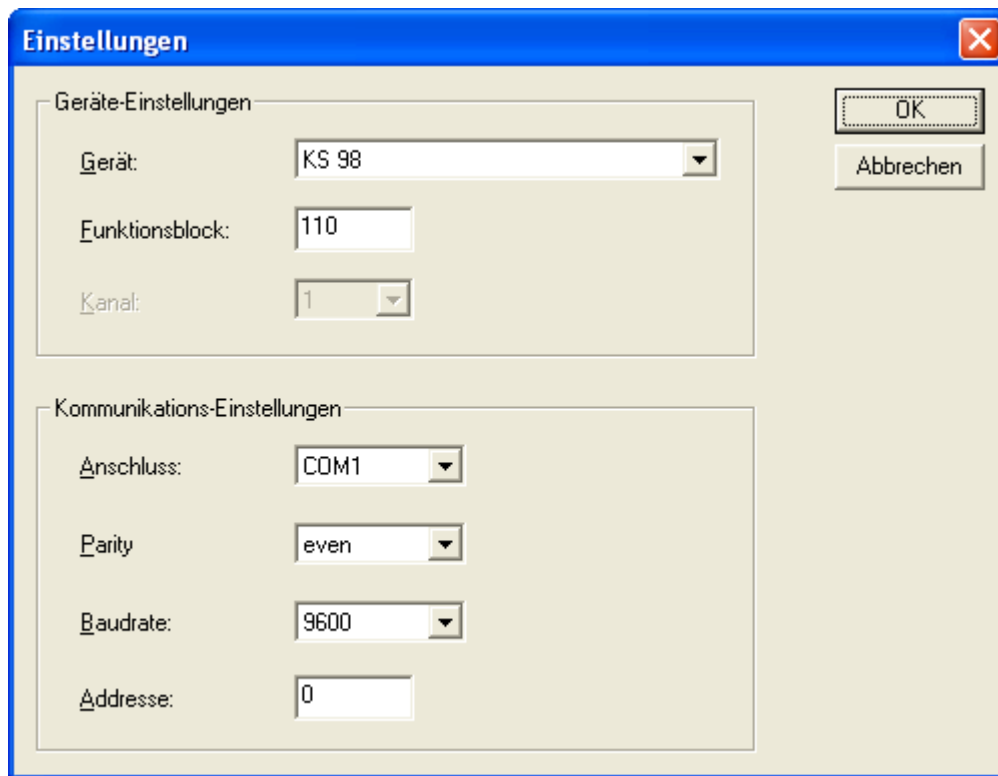


Abb. 7: Dialogbox für Kommunikations-Einstellungen

In diesem Fenster werden der jeweilige Gerätetyp sowie die Kommunikations-Parameter eingestellt. Die Angaben sind der Bedienungsanleitung des jeweiligen KS-Reglers zu entnehmen.

Während die Verbindung mit dem KS-Regler besteht, darf dessen Frontbedienung nicht verwendet werden.

Wenn ein KS 94 Regler (oder die Simulation) mit PMATune verbunden ist, muss der Regler über den Digitaleingang di3 auf „remote“ Betrieb umgeschaltet werden.

Anmerkung 1: PMATune unterstützt auch die Simulations-Tools der KS-Regler (BlueControl®, SIM/KS 94, SIM/KS 98). In diesem Fall wird *Simulation* anstelle eines COM-Ports gewählt und die dem Gerätetyp entsprechende Adresse eingestellt:

- ü BlueControl®: Adresse = 98
- ü KS 92, KS 94, KS 98: Adresse = 0

Für den KS 98 muss zusätzlich die zugehörige Blocknummer der Reglerfunktion angegeben werden!

Während die Optimierung läuft (siehe folgende Abschnitte) bzw. der Regler im Automatikbetrieb ist, darf der 'Turbo-Modus' der Simulation nicht gewählt werden!

Anmerkung 2: PMATune unterstützt sowohl die interne Simulation eines *Streckenmodells 2. Ordnung mit Verzugszeit* als auch den integrierten Ersatzregler (PC-Regler) mit einem leistungsstarken Regelalgorithmus. Das Streckenmodell wird mit einem Klick auf die Schaltfläche „MODELL“ im Block *PC-Strecke* des Bedienfensters (Abb. 4) aufgerufen.

Ein Klick auf „Para“ öffnet folgende Dialogbox mit den einstellbaren Streckenparametern:



Abb. 8: Parameter des Streckenmodells

Der Algorithmus des PC-Reglers entspricht folgender Laplace-Transformation:

$$Y(s) = \pm K_p \left[bW(s) - X(s) + \frac{1}{T_i s} (W(s) - X(s)) + \frac{T_d s}{T_d s / N + 1} (cW(s) - X(s)) \right] + Y_0(s)$$

wobei die Variablen folgende Bedeutung haben:

$Y(s)$	Stellgröße MV
$X(s)$	Istwert PV
$W(s)$	Sollwert SP
$Y_0(s)$	Arbeitspunkt des Reglers
b	Sollwert-Gewichtungsfaktor (P-Teil)
c	Sollwert-Gewichtungsfaktor (D-Teil)
K_p	Proportionalverstärkung (P-Teil)
T_i	Nachstellzeit
T_d	Vorhaltzeit
N	Vorhaltanteil des Filters im D-Teil
T_d/N	Vorhaltverstärkung (auch „VD“ genannt)

5 Herstellen des Streckenausgleichs (Ruhezustand)

Bevor ein Optimierungsversuch vorgenommen werden kann, muss sich die Strecke an einem geeigneten Arbeitspunkt im Ruhezustand befinden. Kurz gesagt: die Stellgröße MV muss während einer ausreichend langen Zeit konstant (bzw. fast konstant) bleiben, um den Istwert PV zu stabilisieren.

Anmerkung 3: Sind keine geeigneten Parameter für den Regler bekannt, muss der PC-Regler während des Ausgleichs in den Handbetrieb umgeschaltet werden. Sind die Parameter hingegen bekannt, ist es wegen möglicher Störungen besser, den Streckenausgleich im Automatikbetrieb zu erreichen.

Anmerkung 4: Eine geringe konstante Drift des Istwerts PV im Handbetrieb bzw. der Stellgröße MV im Automatikbetrieb (siehe Abbildungen) ist zulässig, wenn sie durch eine sehr langsame, nicht dominante Zeitkonstante der Strecke verursacht wird (z.B. eine Ofenauskleidung).

In diesem Fall sollte die Funktion *Driftkompensation* aktiviert und eine hinreichend lange *Drift-Schätzzeit* eingestellt werden (siehe nächstes Kapitel).

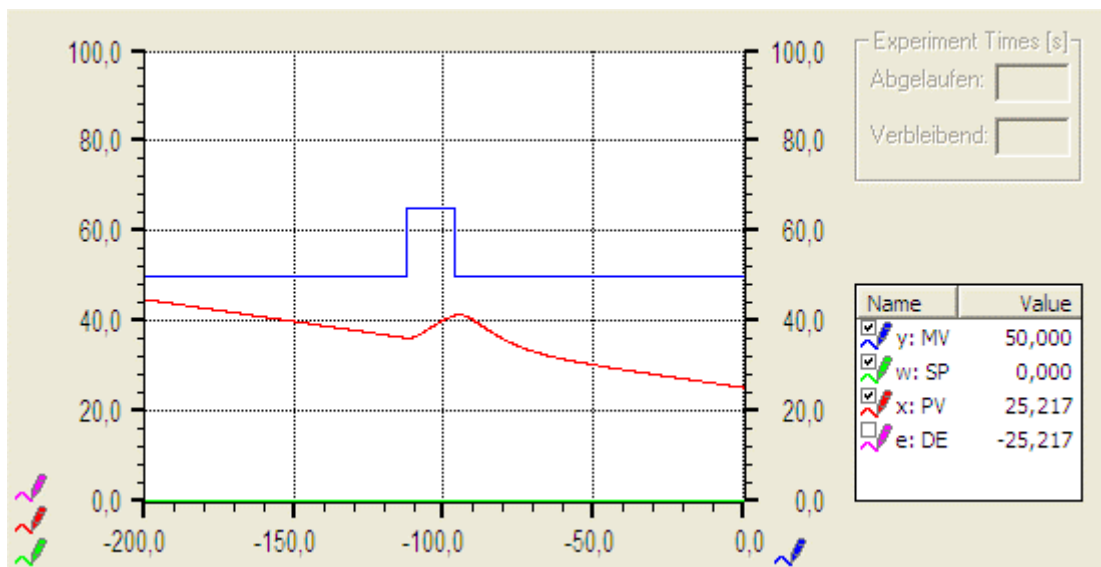


Abb. 9: Drift des Istwerts PV

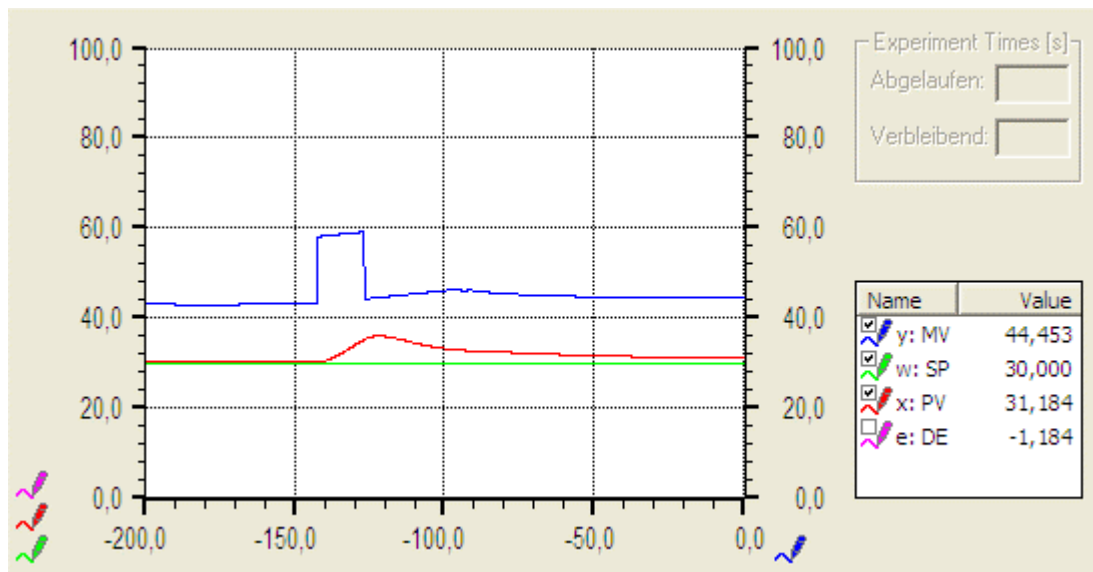


Abb. 10: Drift der Stellgröße MV

Anmerkung 5: Für ungestörte integrale Strecken (Strecken ohne Ausgleich) ist die Stellgröße MV im Ruhezustand annähernd Null !

6 Einstellungen für den Versuch

Nachdem sich die Regelstrecke im Ruhezustand befindet, kann der Optimierungsversuch gestartet werden. Vorher sollten jedoch die Optimierungsparameter des Autotuners festgelegt werden. Ein Klick auf die Schaltfläche „Para“ im Block *Autotuner* öffnet folgende Dialogbox:

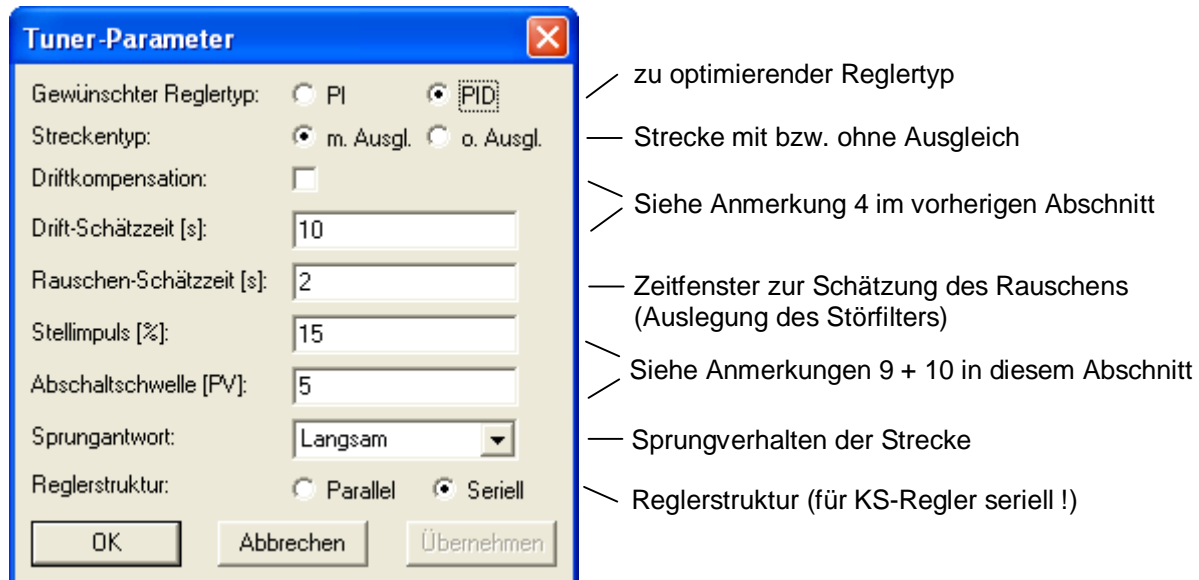


Abb. 11: Dialogbox 'Tuner-Parameter'

Die Bedeutung der Parameter ist ihren Namen und den kurzen Beschreibungen in Abb. 11 zu entnehmen. Detaillierte Angaben werden in den folgenden Anmerkungen gegeben:

Anmerkung 6: Streckentyp mit / ohne Ausgleich

Diese Einstellung ist wichtig, damit der Autotuner zu einem Ergebnis kommt.

Anmerkung 7: Driftkompensation

Wurde *Driftkompensation* aktiviert, sollte eine ausreichend lange *Drift-Schätzzeit* eingegeben werden, um einen möglichen Trend des Istwerts bzw. der Stellgröße richtig bewerten zu können.

Anmerkung 8: Rauschen-Schätzzeit

Diese Zeit sollte sehr kurz (< 10 s) eingestellt werden, besonders wenn *Driftkompensation* aktiviert ist. In den meisten Fällen ist der Defaultwert (2 s) ausreichend.

Anmerkung 9: Stellimpuls

Je größer der Stellimpuls, desto besser ist der Signal-Rauschabstand. Deshalb sollte die Impulshöhe möglichst groß eingegeben werden. Andererseits führt ein kleinerer Wert bei nichtlinearem Streckenverhalten zu einem genaueren Modell (Linearität) am Arbeitspunkt. Die maximal zulässige Impulshöhe ist jedoch meist durch die Betriebsbedingungen der Strecke begrenzt.

Die Richtung ist einstellbar: positiv (wie oben dargestellt) oder negativ.

Anmerkung 10: Abschaltswelle

Die Dauer des Stellimpulses ergibt sich automatisch. Sobald die Änderung des Istwertes die eingestellte Abschaltswelle erreicht, wird der Stellimpuls beendet. Wegen des nötigen Störabstandes sollte die Abschaltswelle zur Rücknahme des Stellimpulses auf mindestens die 5-fache Amplitude des überlagerten Rauschsignales (Spitze-Spitze) eingestellt werden.

Anmerkung 11: Sprungantwort

Das zu erwartende Regelverhalten kann in drei Stufen grob vorgewählt werden. Prozentangaben beziehen sich auf den Eingangsmessbereich des Reglers.

ü „Langsam“: Ausregelung mit einem geringen Überschwinger <5%.

ü „Normal“: Ausregelung mit einem Überschwinger <10 %.

ü „Schnell“: Ausregelung mit einem Überschwinger <20%, wenn dies zulässig ist. Mit dieser Wahl wird der beste Ausgleich von Störungen erzielt.

Abb. 12 zeigt typische Übergangsfunktionen und den Ausgleich von Störungen mit den drei Einstellungen für das Regelverhalten. Durch die klassische Auslegung des PID-Regelalgorithmus kann das Überspringen bei KS-Reglern (serielle Struktur) etwas ausgeprägter sein (ca. 5%).

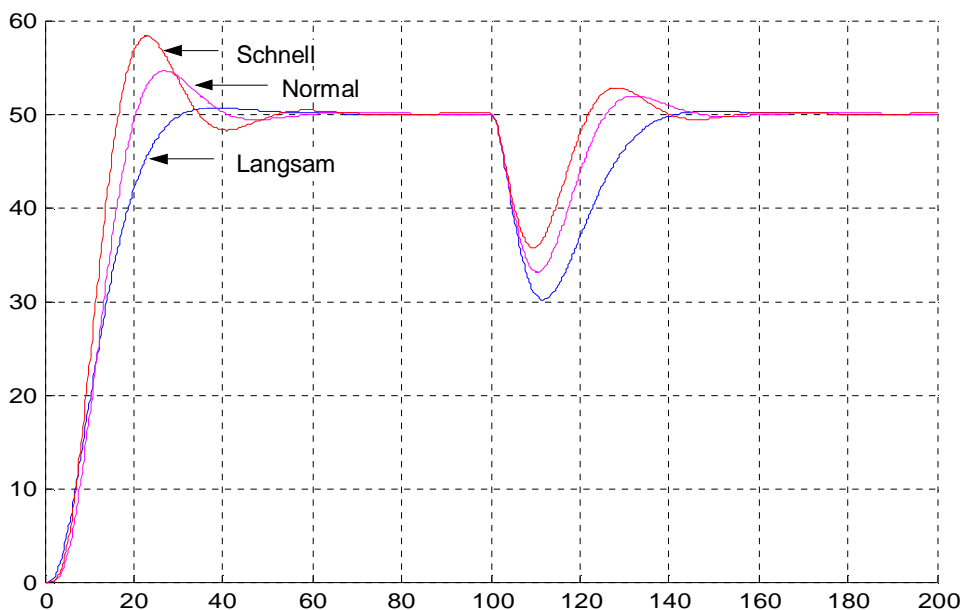


Abb. 12: Typische Übergangsfunktionen

7 Optimierungsversuch

Der Optimierungsversuch wird mit einem Klick auf die Schaltfläche „TUNE“ im Block *Autotuner* gestartet.

Der verwendete Algorithmus wird von den im vorigen Abschnitt eingestellten Parametern beeinflusst. Die automatische Optimierung erfolgt in vier Phasen:

1. Abschätzung von Drift und Rauschen
2. Aufschaltung des Stellimpulses
3. Ermittlung des Maximalwertes
4. Schätzung der Abklingrate

In der unteren Zeile des Anzeigefeldes *Versuchszeit* wird die aktuelle Phase angezeigt:

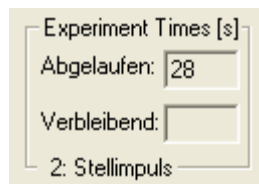


Abb. 13: Anzeigefeld „Versuchszeit“

Ein weiterer Klick auf die Schaltfläche „TUNE“ während der Phasen 2, 3 und 4 beendet die laufende Phase und startet die nächste. Dadurch ist eine Verkürzung des Versuchs möglich.

Der Verlauf eines typischen Optimierungsversuchs ist in Abb. 14 dargestellt, wobei *amp* und *dy* für die Parameter *Sprunghöhe* bzw. *Abschaltschwelle* stehen (siehe Anmerkungen 9 und 10).

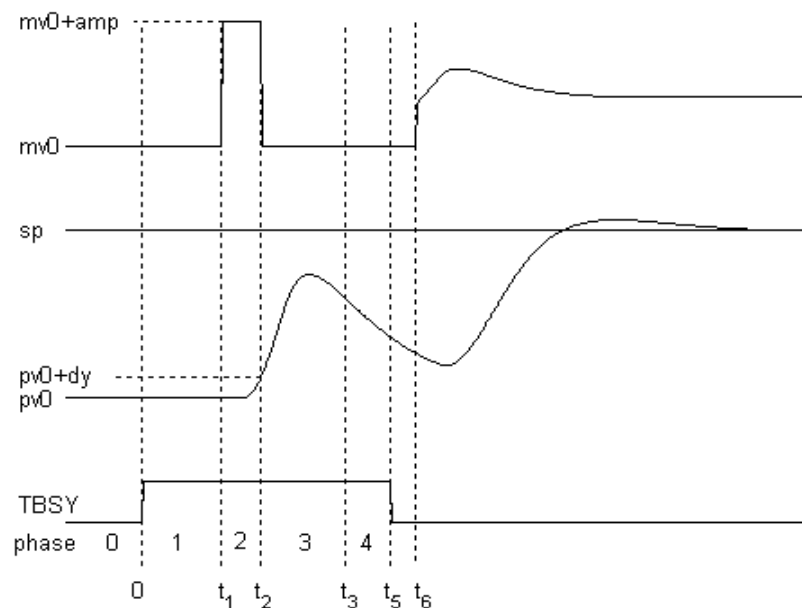


Abb. 14: Verlauf eines Optimierungsversuchs

Ein Optimierungsversuch gefolgt von einem Sollwertsprung sieht in PMATune wie folgt aus:

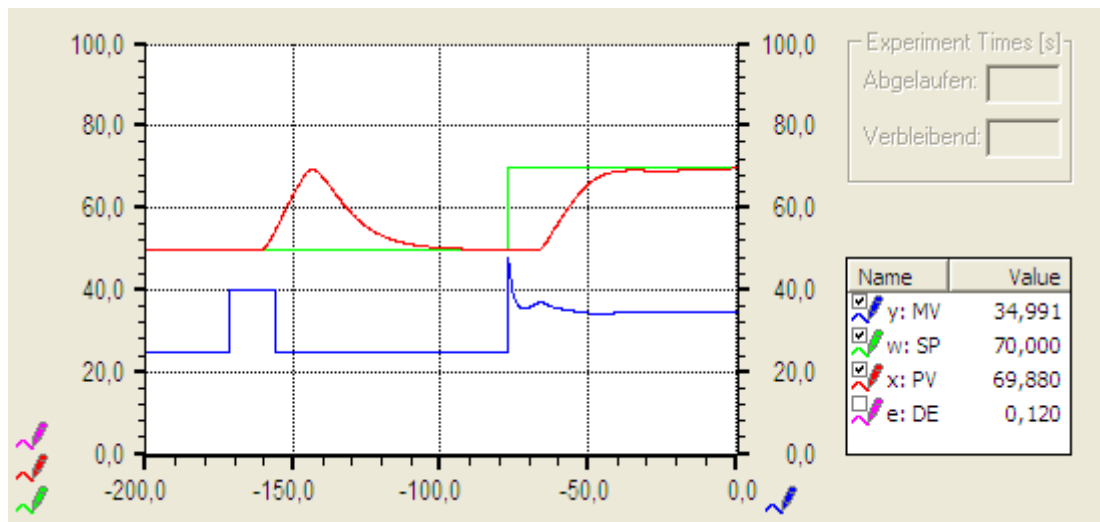


Abb. 15: Optimierungsversuch gefolgt von einem Sollwertsprung

Nach einem erfolgreichen Versuch erscheint die folgende Dialogbox mit den Ergebnissen:

Parameter des KS-Reglers

Reglertyp: ☐ PI ☒ PID

Sprungantwort:

P-Verstärkung K_p :

Nachstellzeit t_i [s]:

Vorhaltzeit t_d [s]:

Schaltzykluszeit T_p [s]:

VORGABE	AKTIV - Heizen	AKTIV - Kühlen
VORGABE kopieren	VORGABE kopieren	VORGABE kopieren
<input type="text" value="1,08"/>	<input type="text" value="1,08"/>	<input type="text" value="1"/>
<input type="text" value="32,05"/>	<input type="text" value="32,05"/>	<input type="text" value="37,2"/>
<input type="text" value="26,17"/>	<input type="text" value="26,17"/>	<input type="text" value="15,3"/>
<input type="text" value="6,07"/>	<input type="text" value="6,07"/>	<input type="text" value="10"/>

Abb. 16: Berechnete Regelparameter

Die Spalte VORGABE enthält die neu berechneten Regelparameter. Wird ein anderer Reglertyp (PI / PID) gewählt oder die Sprungantwort geändert (Langsam / Normal / Schnell), berechnet der Autotuner sofort die neuen Werte, ohne dass eine neuer Versuch gestartet werden muss.

Die Spalten „AKTIV – Heizen“ und AKTIV - Kühlen enthalten die momentan gültigen Regelparameter des KS-Reglers. Ein Klick auf die Schaltfläche „VORGABE kopieren“ überträgt die neu ermittelten Werte in die jeweiligen Felder. Um die Werte an den KS-Regler zu senden, genügt ein Klick auf 'OK' bzw. 'Übernehmen'.

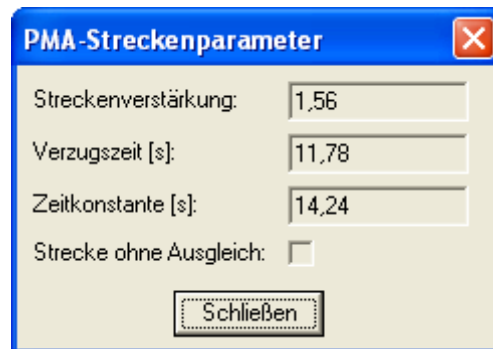
Sofern alle Parameter nach Drücken von „OK“ korrekt eingestellt und an den KS-Regler übertragen wurden, schließt die Dialogbox. Ist dies nicht der Fall, bleibt sie geöffnet, um die Werte überprüfen zu können. Die aktiven Parameter sind von Hand veränderbar.

Sollte der Optimierungsversuch scheitern bzw. durch Anklicken der Schaltfläche „STOP“ durch den Bediener abgebrochen werden, wechselt die Farbe der Schaltfläche „Fehler“ im *Autotuner-Block* auf rot und ein Fenster mit einer Fehlermeldung wird geöffnet. Dieses Fenster kann auch nachträglich mit einem Klick auf die Schaltfläche „Fehler“ geöffnet werden.

Durch Betätigen der Schaltfläche „STOP“ wird die Fehlermeldung gelöscht und die Farbe der Schaltfläche „Error“ schlägt wieder nach grau um.

PMATune liefert zusätzlich die Parameter für eine Ersatz-Übergangsfunktion

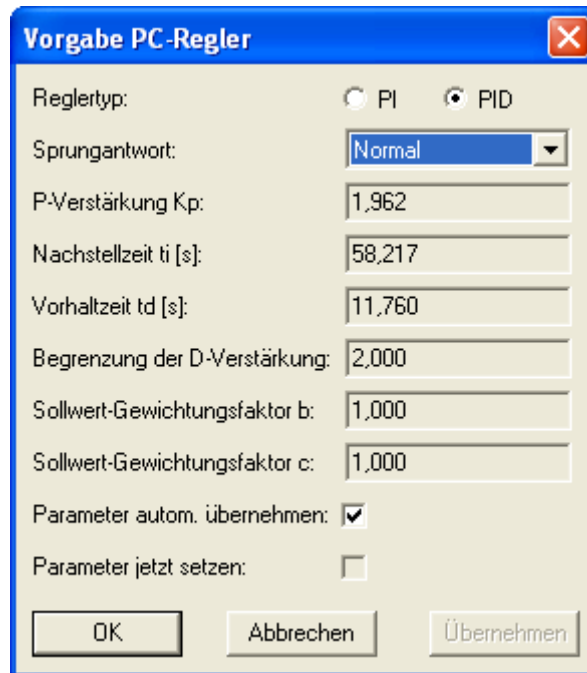
1. Ordnung mit Totzeit und ob es eine Strecke mit/ohne Ausgleich handelt. Durch einen Klick auf die Schaltfläche „*Streckenmodell*“ öffnet sich folgende Dialogbox mit den berechneten Parametern:



PMA-Streckenparameter	
Streckenverstärkung:	1,56
Verzugszeit [s]:	11,78
Zeitkonstante [s]:	14,24
Strecke ohne Ausgleich:	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Schließen"/>	

Abb. 17: Dialogbox „*Streckenparameter*“

Anmerkung 12: Wird die interne PC-Simulation für den Optimierungsversuch verwendet (siehe Anmerkung 2), so wird nach einem erfolgreichen die Dialogbox mit den Parametern des PC-Reglers geöffnet:



Vorgabe PC-Regler

Reglertyp: ☐ PI ☒ PID

Sprungantwort: Normal

P-Verstärkung K_p : 1,962

Nachstellzeit t_i [s]: 58,217

Vorhaltzeit t_d [s]: 11,760

Begrenzung der D-Verstärkung: 2,000

Sollwert-Gewichtungsfaktor b: 1,000

Sollwert-Gewichtungsfaktor c: 1,000

Parameter autom. übernehmen: ☒

Parameter jetzt setzen: ☐

OK Abbrechen Übernehmen

Abb. 18: Parameter des PC-Reglers

Ist das Kontrollkästchen „*Parameter autom. übernehmen*“ aktiviert, werden die ermittelten Parameter automatisch vom PC-Regler übernommen. Ansonsten kann das Kontrollkästchen „*Parameter jetzt setzen*“ aktiviert werden, um die Werte zu übertragen.

Anmerkung 13: Für Strecken ohne Ausgleich (integrales Verhalten; z.B. Füllstand) verwendet der *Autotuner* das differenzierte Istwertsignal x' : dPV anstelle des Istwertes PV. Der Parameter „*Sprungschwelle*“ bezieht sich jedoch weiterhin auf den Istwert PV selbst.

Deshalb ist es sinnvoll, dPV als Trend zu erfassen, um ein überlagertes Störsignal (Rauschen) besser erkennen zu können.

Bei Regelstrecken ohne Ausgleich (z.B. Niveau, integrales Verhalten) ist die Stellgröße im ungestörten, ausgeregelten Zustand normalerweise Null !

Abb. 19 zeigt das Beispiel eines Optimierungsversuchs (im gezeigten Trend hat dPV einen Nullpunktversatz von +50 !).

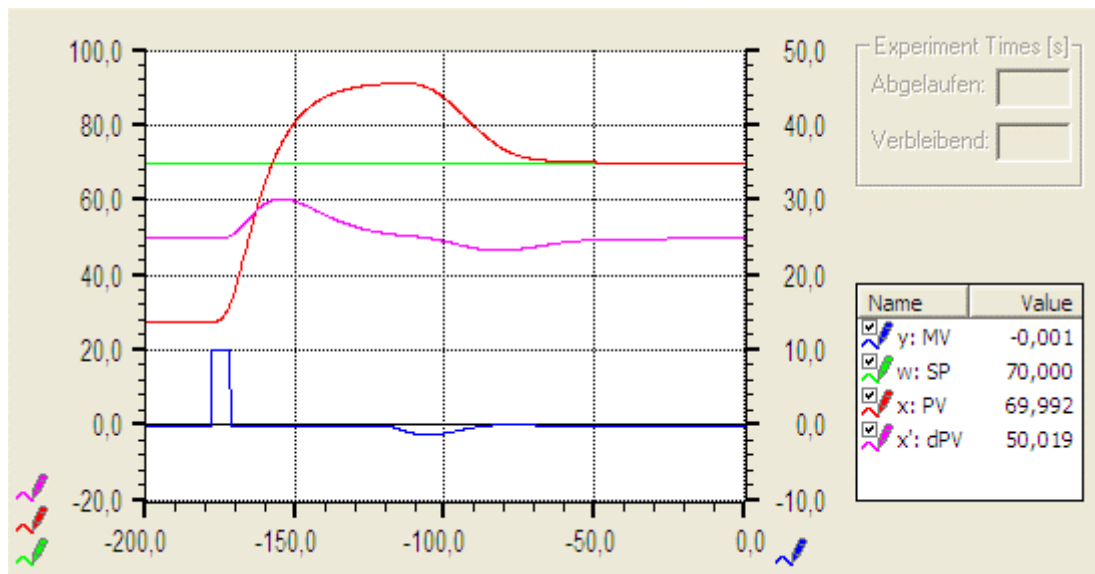


Abb. 19: Optimierungsversuch mit dPV

8 Speichern und Laden von Versuchsergebnissen

Alle Versuchseinstellungen und Ergebnisse können in eine Projektdatei mit der Erweiterung **.PTF (PMA Tune File)** gespeichert und zur späteren Auswertung oder als Voreinstellung weiterer Versuche erneut aufgerufen werden(<Hauptmenü><Datei><Sichern/Öffnen>). Gespeichert werden:

- § Kommunikationsparameter des KS-Reglers (Typ, Block-Nr.)
- § letzte Status der Verbindung mit dem KS-Regler
- § zuletzt wirksame Regelparameter des verbundenen KS-Reglers
- § Tuner-Parameter, mit denen der Versuch durchgeführt wurde
- § Trend-Parameter (Trendlänge, Skalierung, etc.)
- § Regelparameter (alle Kombinationen: PI, PID / Slow, Norm, Fast), berechnet für Regler mit Serien- und Parallelstruktur
- § Alle Trendkurven des sichtbaren Trendfensters
- § Parameter des PC-Reglers und der PC-Simulation (PC-Prozess)

Sichern speichert alle bis zu diesem Zeitpunkt aufgezeichneten Trenddaten aus dem sichtbaren Fenster, während die Aufzeichnung im Hintergrund weiter läuft.


Eine **.PTF-Datei** kann auch geöffnet werden, während eine aktive Verbindung zu einem KS-Regler besteht. PMATune wird dann automatisch in *Offline Modus* umgeschaltet (Anzeige in der Statuszeile und <Hauptmenü><Verbindung>). Die aktuelle Trendaufzeichnung ist gestoppt; dargestellt wird nun der aufgezeichnete Trend des geöffneten Projektes, der als **.CSV-Datei** exportiert werden kann (Trend/Export,  Anmerkung 14).



Abb. 20: Offline-Modus

Der aktive KS-Regler kann weiterhin bedient werden (Verbindung trennen / herstellen, Parameter früher ermittelte Regelparameter übertragen bzw. manuell ändern, etc.). Um zu der aktuellen Trendaufzeichnung zurückzukehren, muss der Offline-Modus abgewählt werden, wobei die folgende Meldung angezeigt wird:

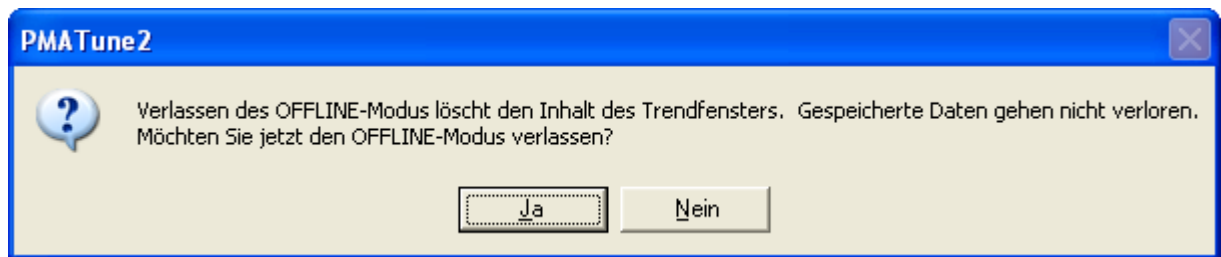


Abb. 21: Meldung bei Verlassen des Offline-Modus

Anmerkung 14: Trenddaten können zur Dokumentation bzw. zur weiteren Analyse z.B. mit Microsoft Excel als Datei im .CSV -Format exportiert werden (<Hauptmenü><Trend><Exportieren>). Die Daten aller aufgezeichneten Variablen werden in 7 Spalten von links nach rechts abgelegt:

- Relative Zeit in Sekunden
- Stellgröße MV
- Sollwert SP
- Istwert PV
- Regeldifferenz DV (oder die Änderungsgeschwindigkeit des Istwertes dPV)
- Stellimpuls UP bei Motorschritt-, Zweipunkt- und Dreipunktreglern
- Stellimpuls DN bei Motorschritt-, Zweipunkt- und Dreipunktreglern

Wichtig: Die Spalten für UP , DN bei 2-Punkt (nur UP) und 3-Punktreglern werden nur exportiert, wenn diese im zweiten Trendfenster sichtbar sind (siehe Abb. 5). Hierzu muss die Checkbox "PWM" im Block KS-Regler angeklickt werden!

Das Datenformat der zu exportierenden .CSV –Datei kann wie unten dargestellt eingestellt werden (<Hauptmenü><Einstellungen><Optionen>).



Abb. 22: Datenformat der Export-Datei

9 Fehlersuche

Ein Optimierungsversuch kann aus verschiedenen Gründen fehlschlagen, z.B. wenn

- § das Verhältnis Nutz-/Störsignal (Rauschen) zu schlecht, oder
- § die Stellgrenzen des Reglers während der Impulsausgabe überschritten werden, oder
- § die Strecke nicht durch eine Übergangsfunktion mit Totzeit beschreiben lässt.

In diesem Fall wird eine der folgenden Fehlermeldungen ausgegeben:

Sprungschwelle zu klein

Im Vergleich zum Prozessrauschen ist die Sprungschwelle zu klein. Starten Sie einen neuen Versuch mit einem größeren Stellimpuls (Abb. 11).

Ruhebedingung nicht eingehalten

Der Autotuner hat erkannt, dass sich der Prozess wahrscheinlich nicht im Ruhezustand befindet. Bitte warten, bis der Ruhezustand erreicht ist.

Wahlweise kann auch die Driftkompensation aktiviert oder der Stellimpuls erhöht werden (Abb. 11).

Anmerkung: Bei pulsweitenmodulierten (PWM) Regelausgängen (2- und 3-Punkt-regler) können selbst im Handbetrieb Schwingungen des Istwerts PV auftreten, wenn die entsprechende Zykluszeit t_1 (t_2) zu lang ist. In diesem Fall sind am Regler möglichst kurze Schaltzykluszeiten einzustellen.

Stellimpuls zu groß

Die Stellgröße MV würde bei Ausgabe der gewählten Impulshöhe die Stellgrenzen überschreiten. Es sollte ein neuer Versuch mit kleinerer Stellimpulshöhe gestartet (Abb. 11) oder zuvor die Stellgröße im Handbetrieb verringert werden.

Stellimpuls zu klein

Die Sprungantwort geht im Prozessrauschen unter.

Es sollte ein neuer Versuch mit größerer Stellimpulshöhe gestartet (Abb. 11) oder das überlagerte Rauschen durch geeignete Maßnahmen verringert werden (z.B. Filter).

Falsche Wirkungsrichtung

Die erwartete Wirkungsrichtung der Sprungantwort (Istwert PV) läuft entgegengesetzt zur Stellgröße MV.

Die Ursache kann in der falschen Einstellung des aktiven Reglers (Parameter „C.Act“ für KS 40-1, KS 50-1, KS 90-1, KS 45 bzw. „Cmode“ für KS 98, KS 98-1) oder in z.B. invertierenden Stelleinrichtungen liegen.

Max-Erkennung fehlgeschlagen

Nach Ausgabe des Stellimpulses wurde kein Maximum / Minimum im Istwertverlauf PV erkannt.

Die Einstellungen für den Streckentyp (Abb. 11, mit / ohne Ausgleich) sollte überprüft werden.

Stellgrenzen während Optimierung überschritten

Während des Versuchs hat die Stellgröße MV die Stellgrenzen überschritten. Der Versuch sollte mit einem kleineren Stellimpuls (Abb. 11) oder verringerter Stellgröße im Handbetrieb wiederholt werden.

Prozess nicht monoton

Der Prozess zeigt ein starkes Allpassverhalten (Abb. 3; vorübergehend gegenläufiges Verhalten des Istwertes) oder es trat eine erhebliche Störung während des Versuchs auf. Sollte sich der Fehler wiederholen, ist der Autotuner in diesem Fall wahrscheinlich ungeeignet.

Extrapolation fehlgeschlagen

Nach Ende des Stellimpulses wurde kein Abfallen des Istwertes PV erkannt, evtl. durch zu starkes Prozessrauschen. Stellimpuls erhöhen (Abb. 11) oder Rauschen dämpfen (wenn vorhanden).

Ergebnis unbrauchbar

Zu starkes Prozessrauschen, oder die ermittelten Regelparameter stimmen nicht mit der Beschreibung einer Strecke mit Totzeit überein. Neuen Versuch mit größerem Stellimpuls (Abb. 11) starten oder vorhandenes Rauschen dämpfen. Sollte sich der Fehler wiederholen, ist der Autotuner in diesem Fall wahrscheinlich ungeeignet.

Manueller Abbruch

Durch einen Klick auf die Schaltfläche „STOP“ wurde der Optimierungsversuch vom Bediener abgebrochen.