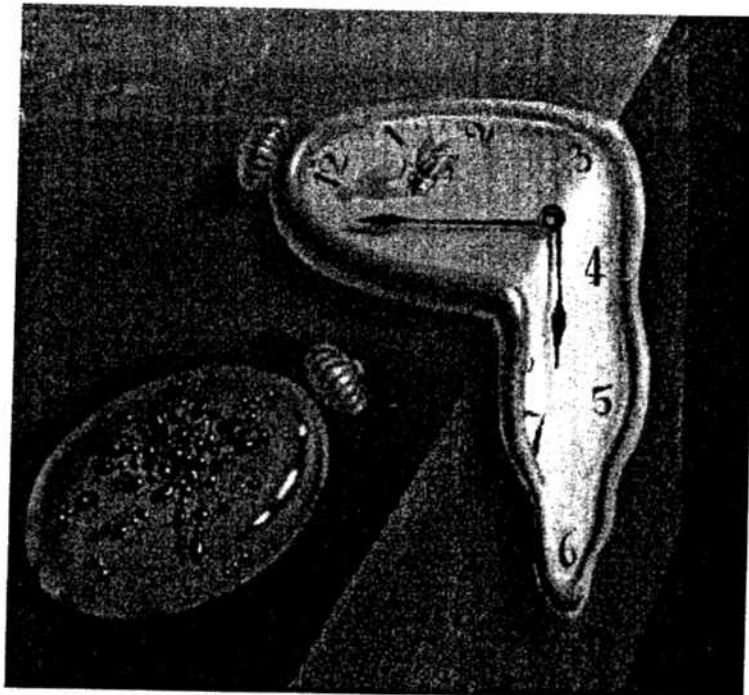


Projektbericht Nr. 183/1-10
November 1990

RT – Benutzerhandbuch
Klaus Schoßmaier



Ausschnitt aus: Salvador Dalí, "Die Beständigkeit der Erinnerung"

1 RT – Benutzerhandbuch

1.1 Was kann das Programm 'rt'?

Mit diesem Programm ist es möglich, zeitliche Vorgänge an Regelstrecken und einschleifigen Regelkreisen zu visualisieren. Dabei sind folgende Parameter frei einstellbar:

- **Anregung:** Sprung, Rampe, Dirac.
- **Struktur:** System oder einschleifiger Regelkreis mit Einheitsrückführung.
- **Strecke:** Aus einem Katalog sind P-, I-, PI-, PT1- sowie PT2-Strecken wählbar. Zu jedem Streckentyp sind die entsprechenden Parameter über Schieberegler einstellbar.
- **Regler:** Der Katalog enthält P-, I-, PI- und PID-Regler.
- **Ausgabe:** Intervalländerungen sind möglich.

Das Programm besteht im wesentlichen aus zwei großen Modulen:

- **Graphisches I/O:** Hier erfolgt die gesamte Eingabe und die Darstellung der zeitlichen Vorgänge.
- **Laplace-Transformation:** Zuerst wird die Übertragungsfunktion berechnet und anschließend symbolisch mittels inverser Laplace-Transformation in den Zeitbereich rücktransformiert.

Der Aufruf des Programmes erfolgt durch die Eingabe des Kommandos `rt<Return>`.

1.2 Grundlagen der Regelungstechnik

Eine genaue Behandlung dieses Gebietes entnehmen Sie bitte dem Skriptum für "Prozeßautomatisierung". Hier sei nur eine kurze Zusammenfassung gegeben:

Regelstrecken:

Wie schon im Kapitel TBSL erwähnt, gibt es eine Vielzahl von Typen, wobei im folgenden die wichtigsten mit ihrer Übertragungsfunktion aufgelistet sind:

- P-Strecke: $F_S(s) = K_P$
- I-Strecke: $F_S(s) = K_I / s$
- PI-Strecke: $F_S(s) = K_P + K_I / s$
- PT1-Strecke: $F_S(s) = K_P / (1 + s \cdot T_0)$
- PT2-Strecke: $F_S(s) = K_P / (1 + s \cdot T_0 + s^2 \cdot T_1)$

Beachten Sie die gegenüber dem Skriptum zur Laborübung "Prozeßautomatisierung" etwas andere Definition der PT2-Strecke (bezüglich T_1).

Regelkreise:

Wir beschränken uns auf einschleifige Regelkreise mit Einheitsrückführung. Die vom Programm 'rt' zur Verfügung gestellten Reglertypen sind:

- P-Regler: $F_R(s) = K_P$
- I-Regler: $F_R(s) = K_I/s$
- PI-Regler: $F_R(s) = K_P + K_I/s$
- PID-Regler: $F_R(s) = K_P + K_I/s + K_D \cdot s$

Anregung:

Die Systeme können nun mit verschiedenen Funktionen angeregt werden. Die wichtigsten Funktionen mit ihrer Darstellung im Bildbereich sind:

- Sprung: $x_e(s) = 1/s$
- Rampe: $x_e(s) = 1/s^2$
- Dirac: $x_e(s) = 1$

Laplacetransformation:

Um nun die resultierende Funktion im Zeitbereich zu erhalten, berechnet man zuerst die Übertragungsfunktion des gesamten Systems.

Wenn nur eine Strecke mit dem Testsignal (Anregungsfunktion) beaufschlagt wird, gilt $F(s) = F_S(s)$, für einen einschleifigen Regelkreis mit Einheitsrückführung errechnet sich $F(s) = F_0(s)/(1+F_0(s))$, mit $F_0(s) = F_S(s) \cdot F_R(s)$.

Die Antwortfunktion im Bildbereich ergibt sich zu $x_a(s) = F(s) \cdot x_e(s)$. Eine anschließende Rücktransformation von $x_a(s)$ in den Zeitbereich ($x_a(t)$) liefert das gewünschte Resultat.

1.3 Graphische Benutzeroberfläche

Das Programm 'rt' ist vollständig mit der Maus bedienbar. Durch Positionierung auf das gewünschte Feld und Drücken eines der drei Knöpfe ("Buttons") kann man jede Aktion starten ("anklicken").

Die aktiven Felder sind immer hell dargestellt und damit nicht "anklickbar". Nur die dunklen Felder sind für Eingaben zugänglich. Als Konvention seien im folgenden die Namen der Felder (wie sie im Programm aufscheinen) immer in eckige Klammern eingeschlossen.

Wenn Sie das Programm aufgerufen haben, sehen Sie die graphische Benutzeroberfläche. Sie besteht aus 4 Fenstern:

- **Anregung:**

Dieses Fenster befindet sich am Schirm links oben. In ihm wird die Anregungsfunktion im Zeitbereich dargestellt. Das Fenster ist nur für Ausgaben vorgesehen.

- **Antwortfunktion:**

In diesem (am Schirm rechts oben angeordneten) Fenster wird der zeitliche Verlauf der Antwortfunktion angezeigt. Die Skalierung erfolgt automatisch, kann jedoch auch verändert werden (siehe Abschnitt 1.4.5 (*Ausgabe*)).

□ Blockschaltbild:

Im Fenster links unten wird die Struktur des Systems dargestellt. Es sind nur zwei Schaltungen möglich, nämlich eine Strecke als Einzelsystem oder ein Regelkreis. Zusätzlich erfolgt eine Beschreibung der Systemkomponenten im Bildbereich.

□ Kommando:

Für die Bedienung des Programmes ist dieses rechte untere Fenster maßgeblich. Es wird im folgenden genauer beschrieben.

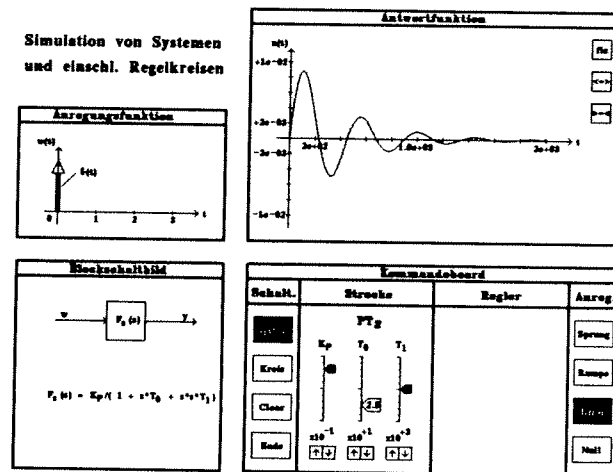


Bild 1-1 Bildschirm mit Programm 'rt'

Das **Kommandofenster** ist wieder in 4 Bereiche unterteilt, die im folgenden (von links nach rechts) beschrieben werden:

□ Schaltung:

Die beiden Schaltungstypen (Einzelsystem und Regelkreis) sind über [System] und [Kreis] anwählbar. Das Feld [Clear] versetzt das Programm wieder in den Anfangszustand, d.h. P-Strecke mit Sprungfunktion. Das Programm können Sie mit [Ende] verlassen.

□ Strecke:

In diesem Bereich sind alle Parameter, die die Strecke betreffen einstellbar. Den Streckentyp wählt man über ein Pull-Down-Menü aus (indem man den Schriftzug "Strecke" anklickt), die Streckenparameter mittels Schieberegler und Felder für die Dekade (genauer unter Punkt 1.4.2 (Strecke)).

□ Regler:

Der sich rechts anschließende Bereich beschäftigt sich mit allen Reglereinstellungen analog zur Strecke. Dieser Bereich ist jedoch nur aktiviert, wenn ein Regelkreis als System ausgewählt ist.

□ Anregung:

In diesem Bereich kann man die Anregungsfunktion bestimmen. Es muß immer genau eine aktiv sein.

1.4 Funktionsbeschreibung

Im folgenden finden Sie die Beschreibung aller Felder nach Funktionen geordnet.

1.4.1 Schaltung

□ [System]:

Ist dieses Feld aktiv, so besteht das System nur aus einer Strecke. Das Blockschaltbild ist im Nachbarfenster dargestellt. Dieses oder das [Kreis]–Feld muß aktiv sein.

□ [Kreis]:

Wählt man dieses Feld an, so wird ein einschleifiger Regelkreis mit Einheitsrückführung mit der Anregungsfunktion beaufschlagt. Der Streckentyp bleibt davon unbeeinflusst und als Regler wird ein P–Regler gewählt. Auch hier wird das korrespondierende Blockschaltbild gezeichnet.

□ [Clear]:

Hiermit gelangt man in den Anfangszustand, also P–Strecke mit Sprungfunktion, zurück. Diese Funktion kann dann sinnvoll sein, wenn man sich in einem komplexen Systemzustand befindet und schnell auf eine einfache Struktur umsteigen möchte.

□ [Ende]:

Damit kann man das Programm verlassen. Es erfolgt keine Aufforderung zur Bestätigung.

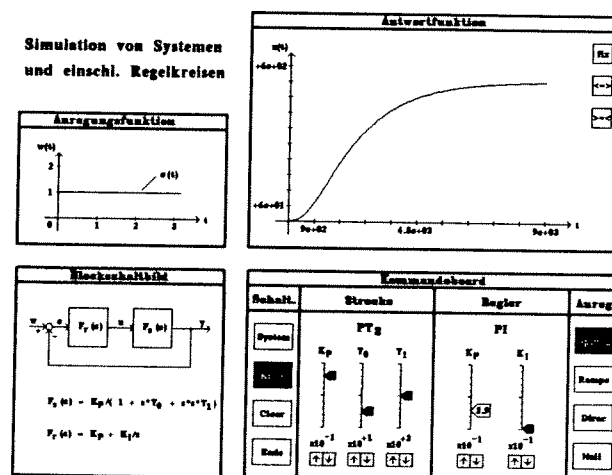


Bild 1–2 Bildschirm mit Programm 'rt'

1.4.2 Strecke

□ [Strecke]:

Nachdem Sie dieses Feld angeklickt haben, erscheint darunter ein Pull-Down-Menü mit dem Streckenkatalog. Bei noch gedrücktem Mousebutton positionieren Sie den Cursor auf den gewünschten Streckentyp. Die somit momen-

tan angewählte Strecke ist hell dargestellt. Beim Loslassen des Buttons erfolgt dann die eigentliche Auswahl.

Befindet man sich außerhalb des Pull-Down-Bereichs, so gilt noch immer die hell dargestellte Strecke als aktiv. Dadurch ist gewährleistet, daß stets eine Strecke ausgewählt wird.

Zu jeder Strecke werden dann die Schieberegler gezeichnet und die Übertragungsfunktion im Bildbereich dargestellt. Wie man die einzelnen Parameter eines Regelkreisgliedes verändern kann, wird unter Punkt 1.4.6 (*Parametereinstellung*) beschrieben.

1.4.3 Regler

□ **[Regler]:**

Nur wenn ein Regelkreis ausgewählt ist, kann dieses Feld aktiviert werden. Die Auswahl der Reglertypen erfolgt genauso wie bei den Strecken (siehe Abschnitt 1.4.2 (*Strecke*)).

1.4.4 Anregung

□ **[Sprung]:**

Das ist die Default-Einstellung beim Programmaufruf. Die Funktion wird im oberen linken Fenster graphisch dargestellt.

□ **[Rampe]:**

Die Rampenfunktion wird gewählt. Es sei darauf hingewiesen, daß nur immer eine Anregungsart aktiv sein kann.

□ **[Dirac]:**

Der Dirac-Impuls wird als Anregung verwendet. Dargestellt wird er als Pfeil auf der Ordinate.

□ **[Null]:**

Es erfolgt keine Anregung. Somit ist auch die Antwortfunktion eine Nullfunktion. Die Verwendung der Nullfunktion als Anregung ist genau dann sinnvoll, wenn man die Einstellungen bereits kennt und das Ergebnis (relativ schnell) sehen will. Anderfalls würden auch sämtliche Zwischeneinstellungen (eventuell sinnlose Ergebnisse) berechnet werden.

1.4.5 Ausgabe

□ **[<=>]:**

Da die Skalierung automatisch erfolgt, ist (fast) immer ein optimaler Zeitbereich für die Ausgabe eingestellt. Will man hingegen den Bereich ändern, so kann man eine Dehnung durch Anklicken von [<=>] erreichen. Es sind bis zu drei Stufen möglich. Befindet man sich in einem vergrößerten Bereich, so wird das Feld aktiv, also hell, dargestellt. Zurück gelangt man unter Verwendung von [>=<]. Durch diese Intervalländerungen kann es sein, dass die Funktion nicht mehr sinnvoll dargestellt werden kann, weil die Pixelauflösung zu grob ist!

□ [**>=<**]:

Der dargestellte Zeitbereich wird hier analog zu [**<=>**] verkleinert. Es kann ebenso vorkommen, daß die Funktion nicht mehr sinnvoll dargestellt werden kann!

□ [**fix**]:

Mit diesem Feld kann man die automatische Skalierung aufheben. In diesem Zustand wird dann das Feld hell gezeichnet. Verlassen kann man ihn durch erneutes anklicken. Eine Aufhebung der Skalierung ist dann sinnvoll, wenn man den Einfluß von Parametern absolut verfolgen will. Andernfalls wird durch die automatische Skalierung eine Veränderung oft nicht auf den ersten Blick erkennbar. Es sei darauf hingewiesen, daß in diesem Zustand durch Änderungen der Parameter die Antwortfunktion aus dem Darstellungsbereich verschwinden kann!

1.4.6 Parametereinstellung

□ [**Schieberegler**]:

Für jeden Strecken- und Reglerparameter wird ein Schieberegler eingerichtet. Die Bedienung geschieht folgendermaßen:

- 1) Cursor auf Schieberegler positionieren.
- 2) Einen der drei Buttons drücken und gedrückt lassen, dadurch erscheint die aktuelle Reglerposition im Bereich von 0.1 bis 9.9.
- 3) Durch vertikales Verschieben der Maus ändert man nun den Wert.
- 4) Erst beim Loslassen wird der aktuell gezeigte Wert übernommen; die Wertdarstellung im Schieberegler verschwindet wieder.

□ [**Dekade**]:

Weil mit einem Schieberegler nur ein kleiner Wertebereich angesprochen werden kann, erfolgt eine Multiplikation mit einer Zehnerpotenz. Diese kann man durch Drücken von ↑ bzw. ↓ in einem Bereich von -2 bis +3 (also 10^{-2} bis 10^3) selektieren.

1.5 Beispiele

1.5.1 Beispiel 1

Ziel: PT1-Strecke ($K_P=8$, $T_0=2$) mit Sprungfunktion

Vorgang:

- 1) Programm starten
- 2) Maus auf "Strecke" positionieren
- 3) Button drücken und gedrückt lassen
- 4) positionieren auf "PT1"
- 5) Button loslassen
- 6) auf K_P -Schieberegler positionieren
- 7) Button drücken und gedrückt lassen
- 8) verschieben auf 8
- 9) Button loslassen

- 10) auf T_0 -Schieberregler positionieren
- 11) Button drücken und gedrückt lassen
- 12) verschieben auf 2
- 13) Button loslassen
- 14) im Antwortfenster ist die gewünschte Funktion
- 15) Programm verlassen mit [Ende].

1.5.2 Beispiel 2

Ziel: Regelkreis mit I-Strecke ($K_I=0.03$) und I-Regler ($K_I = 0.9$) und Dirac-Impuls als Anregung

Vorgang:

- 1) Programm starten
- 2) Null-Anregung anklicken (damit keine Zwischenergebnisse angezeigt werden)
- 3) I-Strecke wählen
- 4) Hochzahl von K_I auf 10^{-2} stellen
- 5) Schieberegler von K_I auf 3 bringen
- 6) [Kreis] als Schaltung wählen
- 7) I-Regler auswählen
- 8) Hochzahl von K_I auf 10^{-1} stellen
- 9) Schieberegler von K_I auf 9 bringen
- 10) Dirac-Anregung auswählen
- 11) im Antwortfenster ist die gewünschte Funktion
- 12) Programm verlassen mit [Ende].