

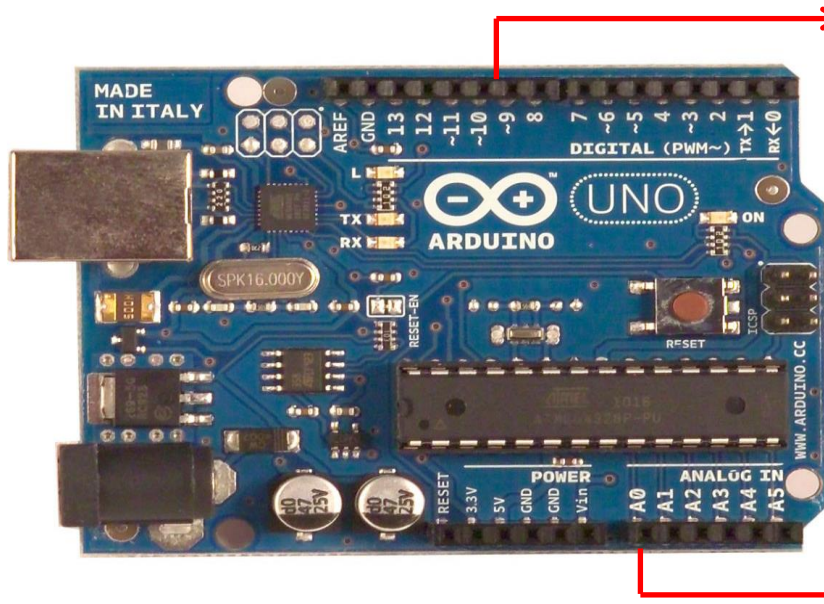
Regler an den WinFACT Regelstrecken : Tempplant, Speedplant, Lightplant und Levelplant mit dem ARDUINO und der Software WinFACT :
von Edmund Gondecki/Bochum

An diesem Beispiel möchte ich die Kombination eines ARDUINO-Microcontrollers mit der Software WinFACT (Modul BORIS) zeigen.

Der ARDUINO stellt in diesem Falle einen preiswerten Regler dar. Als Regelstrecken werden die Modelle Tempplant, Speedplant, und Levelplant aus WinFACT verwendet. WinFACT dient als Visualisierung des Prozesses.

Als Kopplungsmodul wird hier der Labjack U12 benutzt.

Die Grundlagen der Regelungstechnik werden als bekannt vorausgesetzt.



Ausgang Pin 9 : PWM oder digitaler Ausgang für die Stellgröße y

Eingang Ao : Eingang für die Regelgröße x

Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Die Modellregelstrecken in WinFACT :

Nachdem ich in meinem letzten Projekt ein ARDUINO Kompaktmodell mit einer elektronischen PT₂ Strecke vorgestellt habe, möchte ich eine weitere Alternative mit den WinFACT Streckenmodellen vorstellen.

Natürlich sind reale Streckenmodelle mit Industriegeräten immer vorzuziehen. Hier entstehen entsprechend hohe Kosten für die Gerätebeschaffung und den Aufbau.

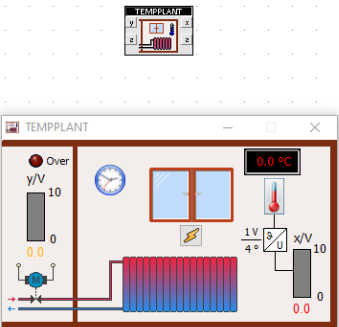
Für die regelungstechnische Grundausbildung bietet die Arbeit mit den WinFact Modellen eine günstige Alternative. Die Hardwarekopplung wurde auch hier wieder mit dem Labjack U12 Modul vorgenommen.

Es folgt eine Übersicht der WinFACT Modelle :

Modell : Templant

Stellgerät : Motorstellventil
Eingang : 0..10 V

Messung : Messumformer
Ausgang : 0..10 V entspricht 0..40 °C



The screenshot displays the BORIS software interface. The main workspace shows a schematic diagram of a motor control system. The diagram includes a motor, a temperature sensor, and a control unit. The temperature sensor is labeled 'TEMPERATUR' and has a scale from 0.0 to 10.0 °C. The control unit is labeled 'Stellgerät' and has a scale from 0.0 to 10.0 V. The output of the control unit is connected to the motor. The interface also shows a status bar at the bottom with the text 'WinFACT 10 (Persönliche Lizenz 10.1.1.1048) (C) Ingenieurbüro Dr. Kahlert 1990, 2021' and a taskbar at the very bottom with the text 'Zur Suche Text hier eingeben'.

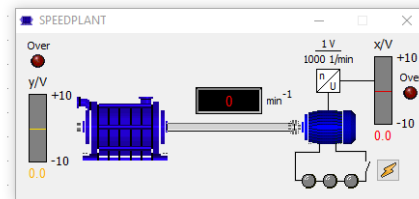
Modell : Speedplant

Stellgerät :

Eingang : -10...+10 V

Messung : Messumformer

Ausgang : -10...+10 V entspricht 0..1000 U/min



Modell : Levelplant

BORIS

Datei Bearbeiten Systemblöcke Simulation Batch-Betrieb Optimierung Code-Generierung Ansicht Optionen Hilfe

0.01 10 Echtzeit AUS Block suchen Text suchen 8 100 LEVELPLANT Ansicht wechseln Standard (angedockt)

Stellgerät : Stellventil
Eingang : $0 \dots 10$ V

Messung : Füllstandstransmitter

Ausgang : $0 \dots 10$ V entspricht $0 \dots 1000$ mm

Ablassventil z : $0 \dots 10$ V



The diagram shows a tank with a float valve (Stellventil) at the top and a drain valve (Ablassventil) at the bottom. The tank has a central display showing '0 mm'. On the left, there is a 'y/V' input with a scale from 0.0 to 10 and an 'Over' indicator. On the right, there is a 'z/V' output with a scale from 0 to 10. A 'LEVELPLANT' block is shown above the tank, with inputs for 'x/V' (0 to 10) and 'y/V' (0.0 to 10), and an output for 'z/V' (0 to 10). The tank is labeled 'LEVELPLANT' and has a '1V 100 mm' scale.

1 (1) S / 0 T 1 selektiert 0 passiv T = 10 (0.01) RK (0, 0) WinFACT 10 (Persönliche Lizenz 10.1.1.1048) (C) Ingenieurbüro Dr. Kahlert 1990, 2021

Lade User-DLL k8055d.dll von C:\Program Files (x86)\Kahlert\WinFACT 10\Driver: Keine User-DLL

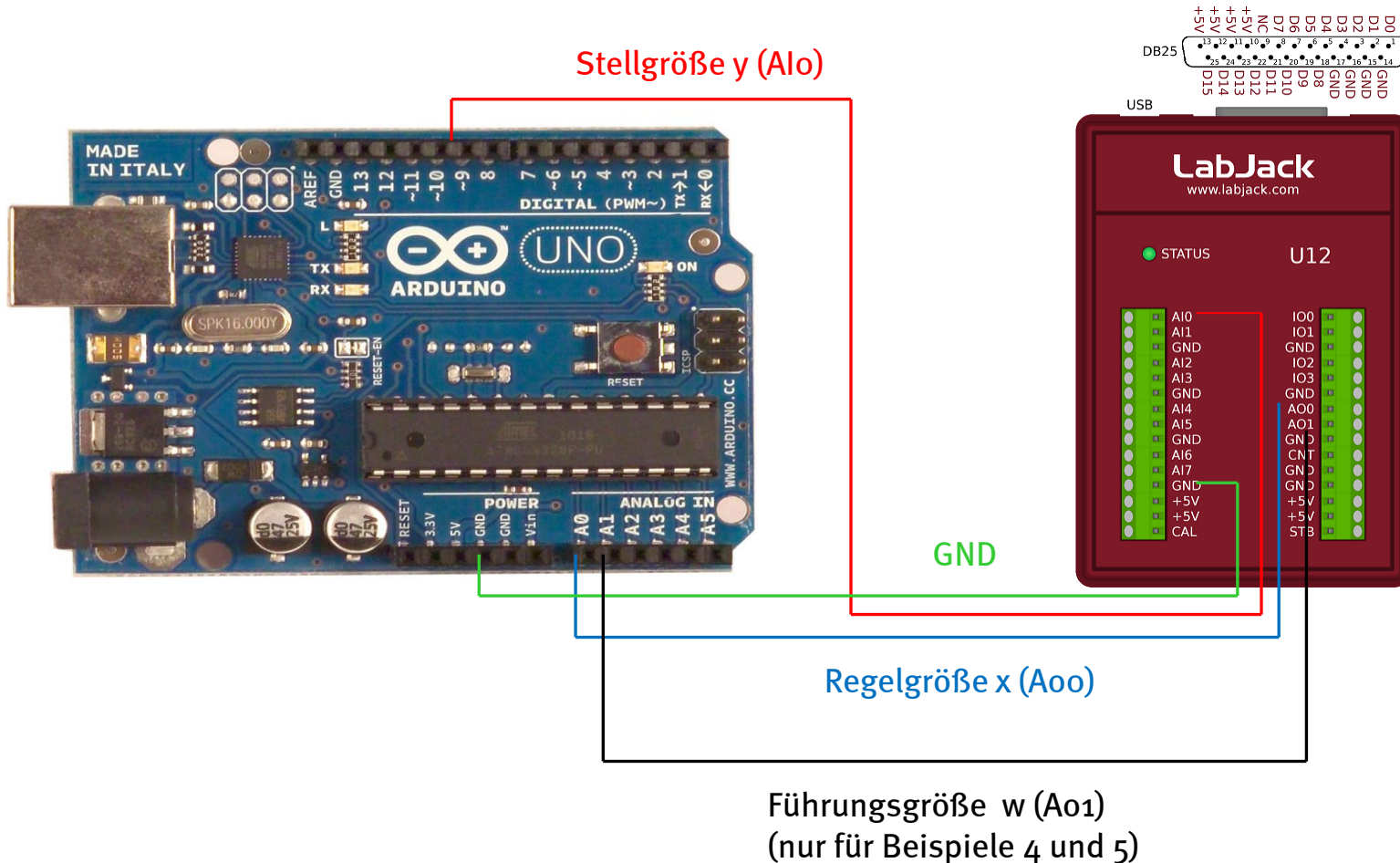
Program bereit (09.03.2022 10:41:46)

Zur Suche Text hier eingeben

11:18 09.03.2022

Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Schaltplan mit allen Komponenten für alle Modelle :



Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Vorbereitungen für die Kopplung mit dem ARDUINO :

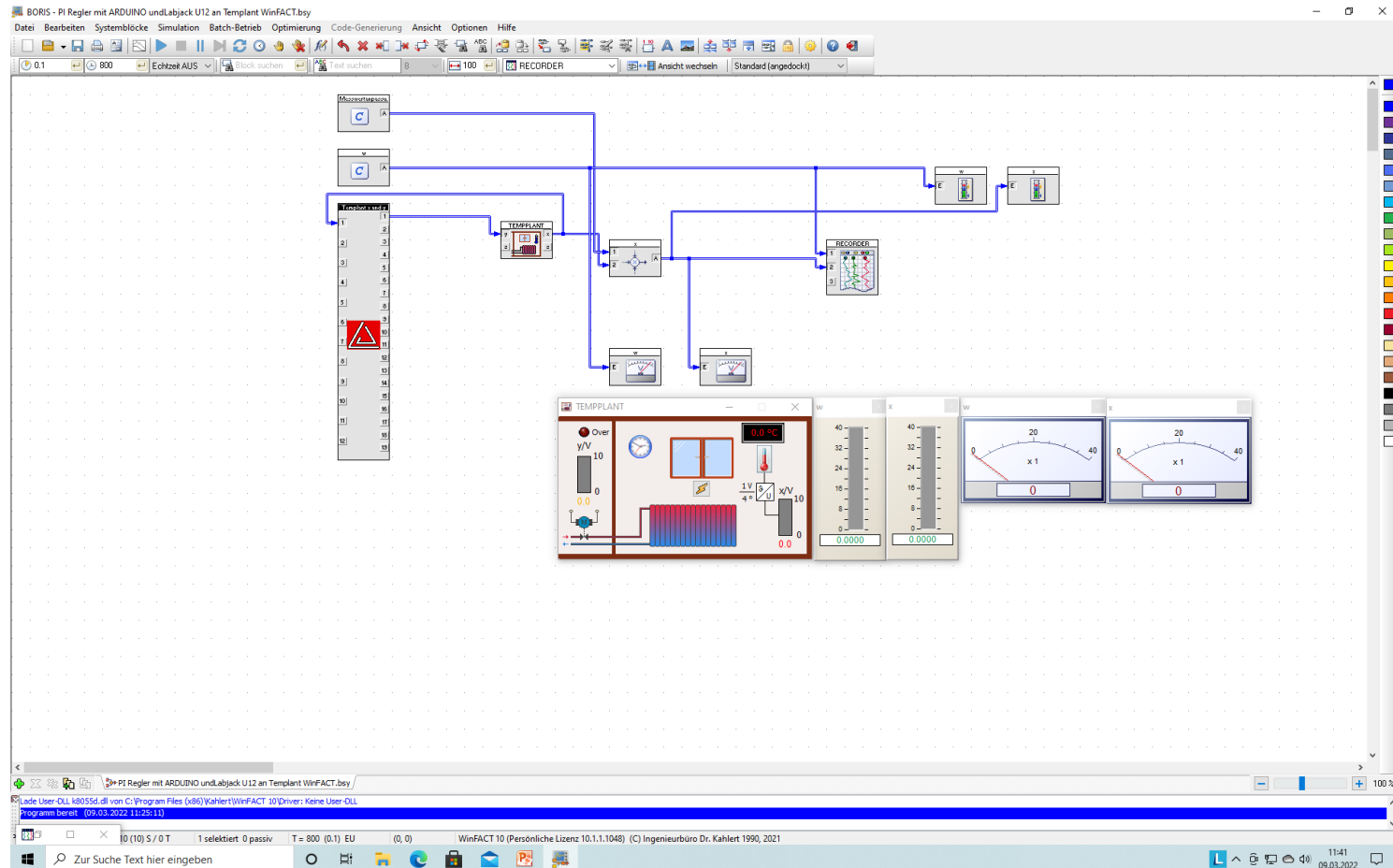
1. Download des Treibers für den Labjack U12 der Firma Kahlert und Installation.
2. Ist der Treiber installiert, findet man im Userblockbereich das Labjacksymbol.
Nun kann die Erstellung der Visualisierung mit der Software WinFACT (BORIS) beginnen.
3. Die fertigen Visualisierungsprogramme befinden sich im Anhang dieses Beispiels.
4. Die ARDUINO Programme sind ebenfalls beigelegt. Es handelt sich hier um **Festwertregler**. Die Führungsgröße wird in der ARDUINO Software eingegeben, und kann **nur** dort verändert werden. Dann muss dieser neue Wert auch in den Block w in WinFACT eingegeben werden.

Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Im folgenden stelle ich die WinFACT Struktur und das ARDUINO Programm vor..

Beispiel 1 : Tempplant mit PID-Regler

Im nachstehenden Blockschaltbild erkennt man die Struktur des WinFACT Programmes :



Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Erläuterungen zum Blockschaltbild :

Am Eingang Alo (1) des Labjack ist die Stellgröße y angeschlossen.

Am Ausgang AOo ist die Regelgröße x angeschlossen (siehe Schaltung).

Diese Verschaltung gilt für alle weiteren Beispiele.

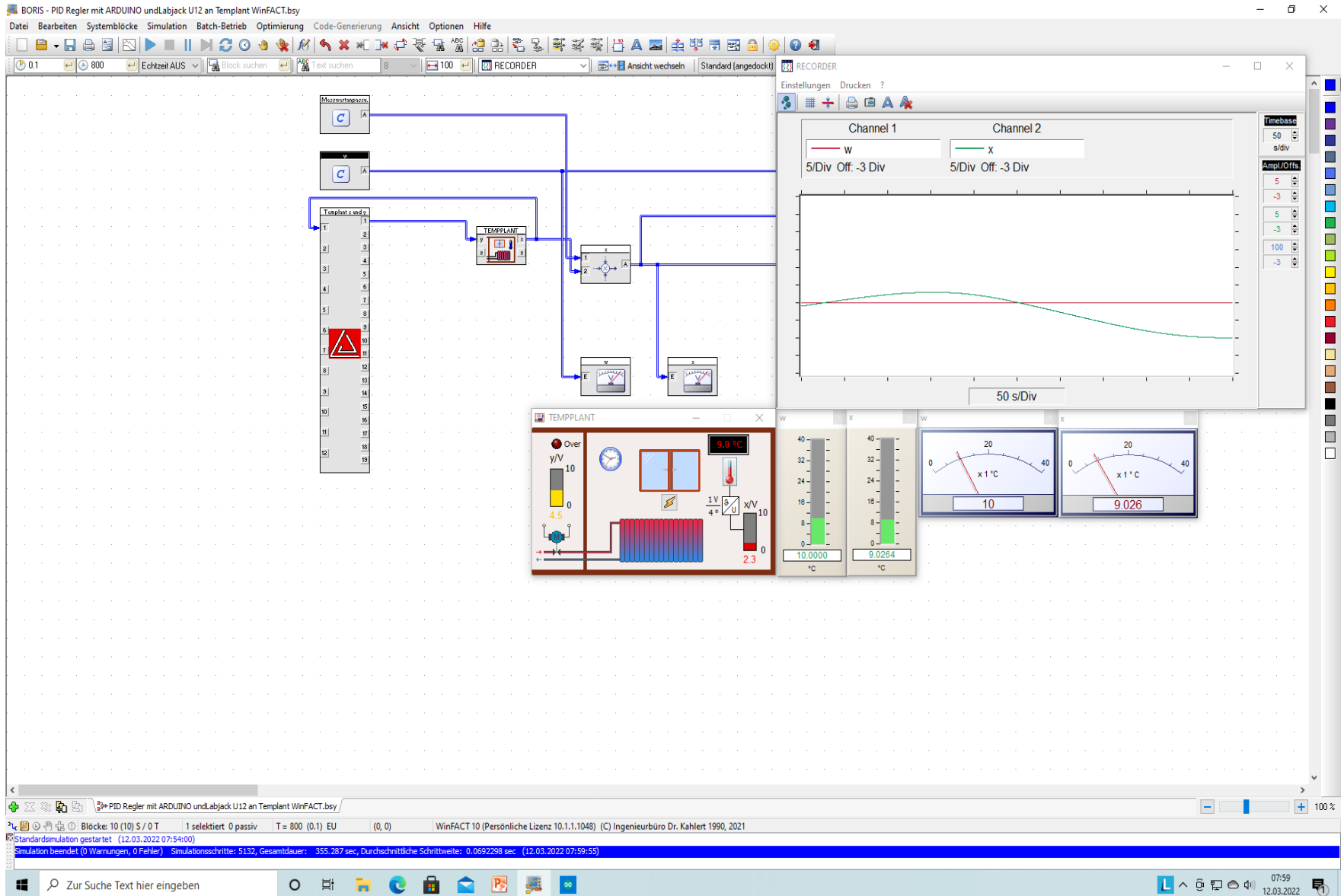
Über die Messwertanpassung wird der reale Temperaturwert an den Messgeräten angezeigt.

Als Visualisierungselemente dienen hier x -t Schreiber, Bargraph und Zeigerinstrument.

Die aktuell im ARDUINO eingestellte Führungsgröße kann über die Konstante w angepasst werden.

Das Beispiel ist nun individuell veränderbar.

Darstellung der Größen in WinFACT



Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Vorbemerkungen :

Der ARDUINO hat sowohl bei den Analog-Ein und Ausgängen einen Signalbereich von **0...5 V** !

Dies bedeutet, das das Tempplant Modell nur bis 20 °C also 5 V genutzt werden kann.

Der Analogeingang wird mit einem 10 Bit A/D Wandler umgesetzt.

Dies bedeutet : **20°C** entsprechen **1024** als gewandelte Größe !

Als Führungsgröße muss also nicht °C sondern die gewandelte Größe eingegeben werden.

Ein Beispiel :

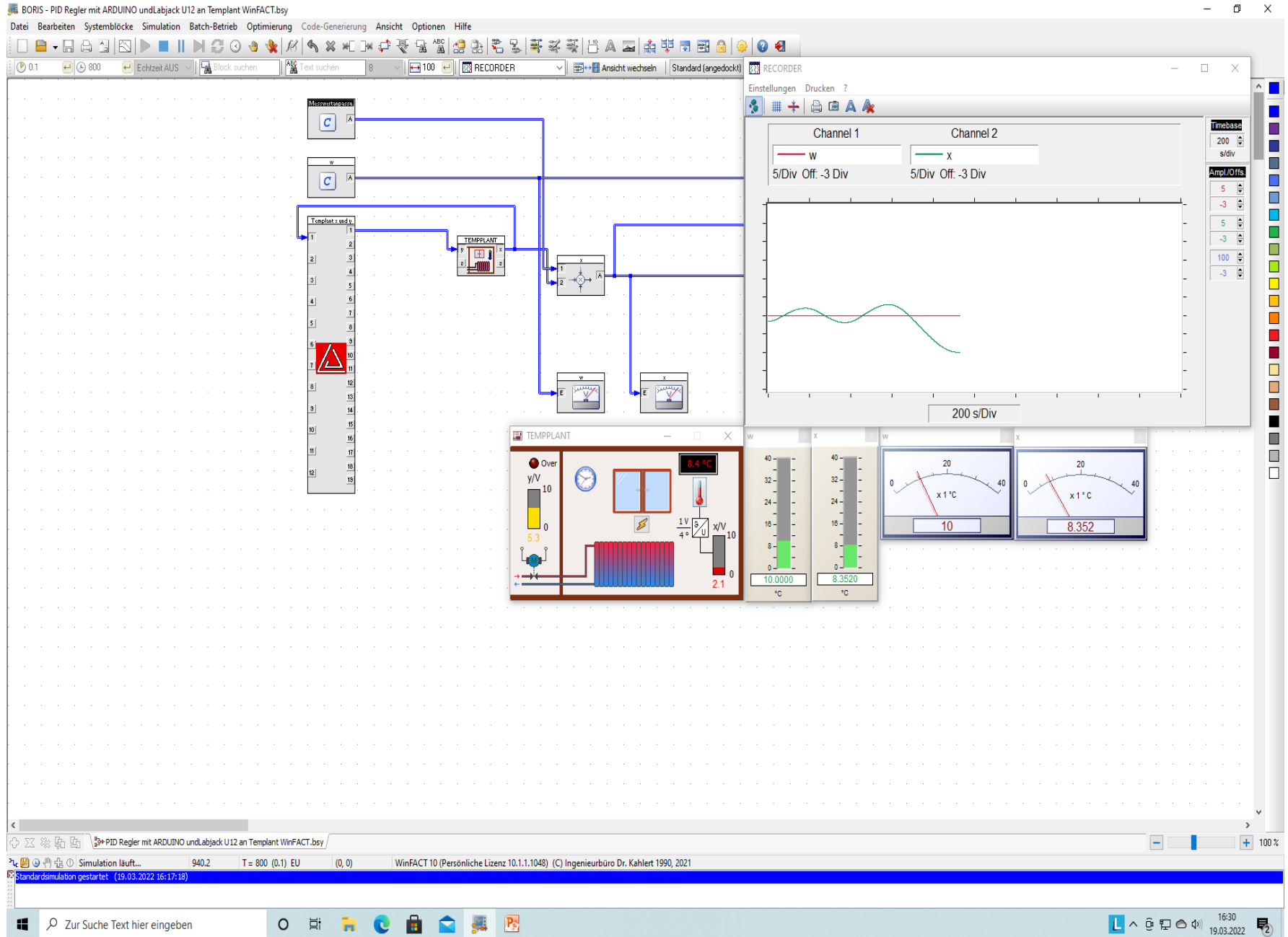
20 ° C entsprechen 1024

15 ° C entsprechen $(1024 * 15) / 20 = \underline{768}$

Dieser Wert muss nun für w eingegeben werden.

Im WinFACT Programm wird alles dann in °C dargestellt.

Templant mit Zweipunktregler



Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Das ARDUINO Programm : PID Regler an Tempplant Betragsoptimum März 22

```
#include <PID_v2.h> // PID Regler aus einer Bibliothek

#define PIN_INPUT 0 // Festlegung des Eingangs für die Regelgröße x
#define PIN_OUTPUT 9 // Festlegung des Ausgangs für die Stellgröße y

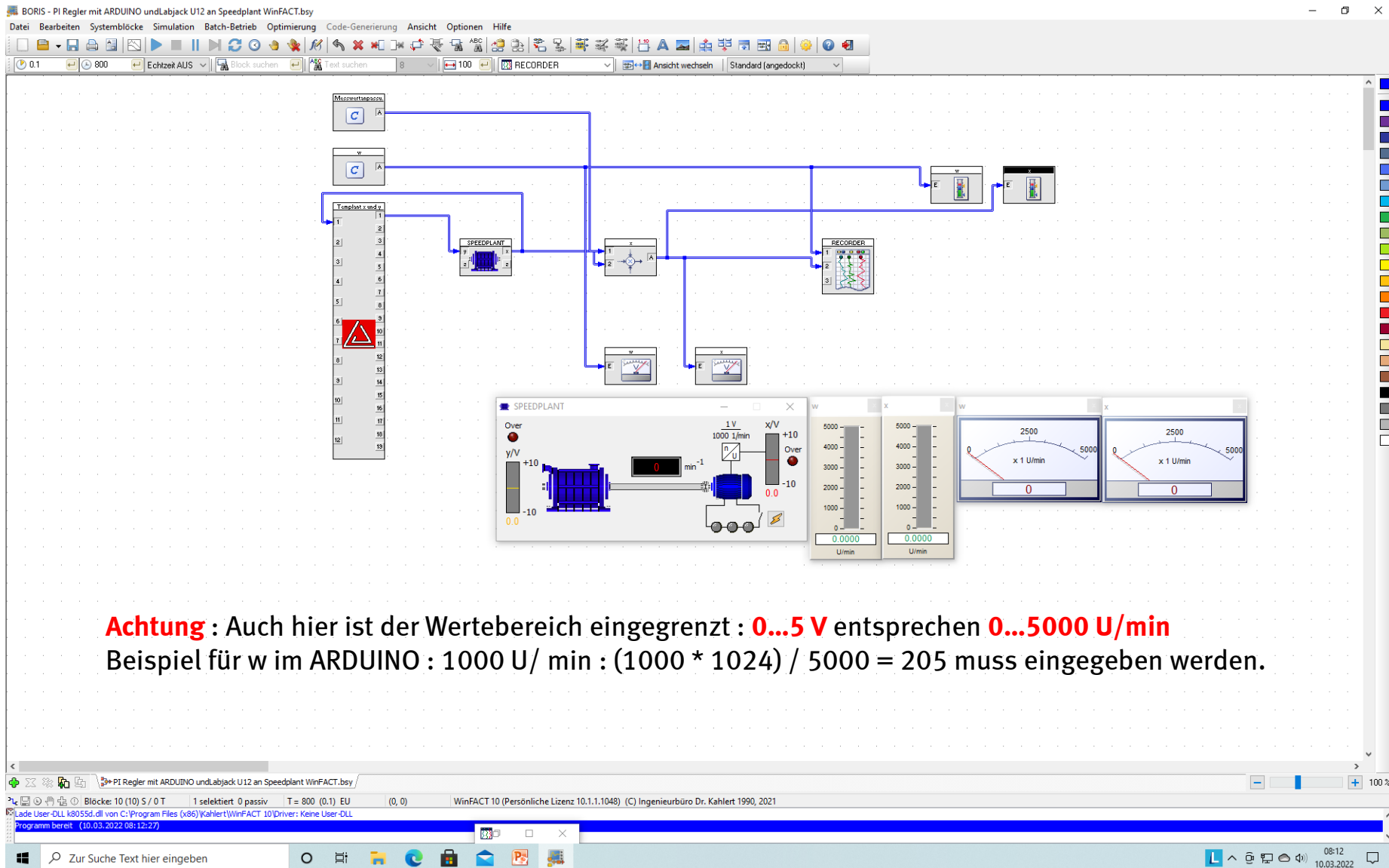
// Festlegung der Reglerparameter
double Kp = 2.75, Ki = 0.0038, Kd = 0.013; // Parameter siehe Betragsoptimum
PID_v2 myPID(Kp, Ki, Kd, PID::Direct);

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Öffnung der seriellen Schnittstelle
  myPID.Start(analogRead(PIN_INPUT), // Start des Reglers : Einlesen der Regelgröße x
    0, // Anfangswert für die Stellgröße y
    512); // Führungsgröße w = 512 entspricht 10°C (siehe Projektbeschreibung)
}

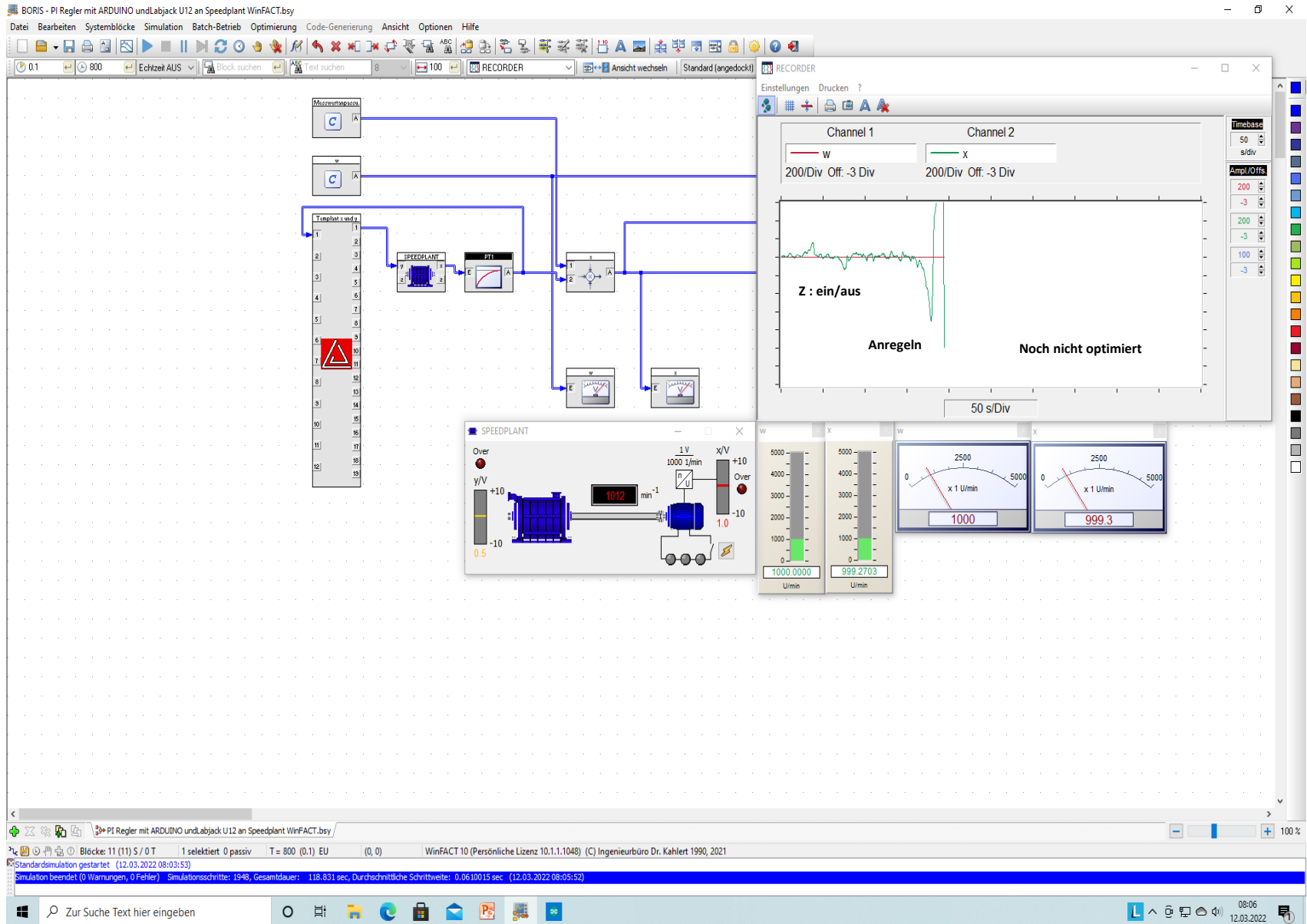
void loop() {
  const double input = analogRead(PIN_INPUT); // Eingabe der Regelgröße x in den Regelalgorithmus
  const double output = myPID.Run(input); // Berechnung der Stellgröße
  analogWrite(PIN_OUTPUT, output); // Ausgabe der Stellgröße y auf Kanal 9 (PWM Ausgang)
  Serial.print("Regelgröße x:"); // Angabe der Regelgröße auf dem Monitor
  Serial.println(input); // Regelgröße x
  Serial.print ("Führungsgröße w:"); // Angabe der Führungsgröße auf dem Monitor
  Serial.println(512); // Führungsgröße w
}
```

Beispiel 2 : Speedplant mit PID-Regler

Im nachstehenden Blockschaltbild erkennt man die Struktur des WinFACT Programmes :



Darstellung der Größen in WinFACT



Übersicht der Streckendaten und Reglereinstellungen (Quelle : PID-Designer) :

Streckenname	t10	t50	t90	kps	μ	T1	n
Tempplant	110 s	267s	532 s	1		100 s	3
Speedplant	0,347s	1 s	2,77 s	1		0,685 s	2

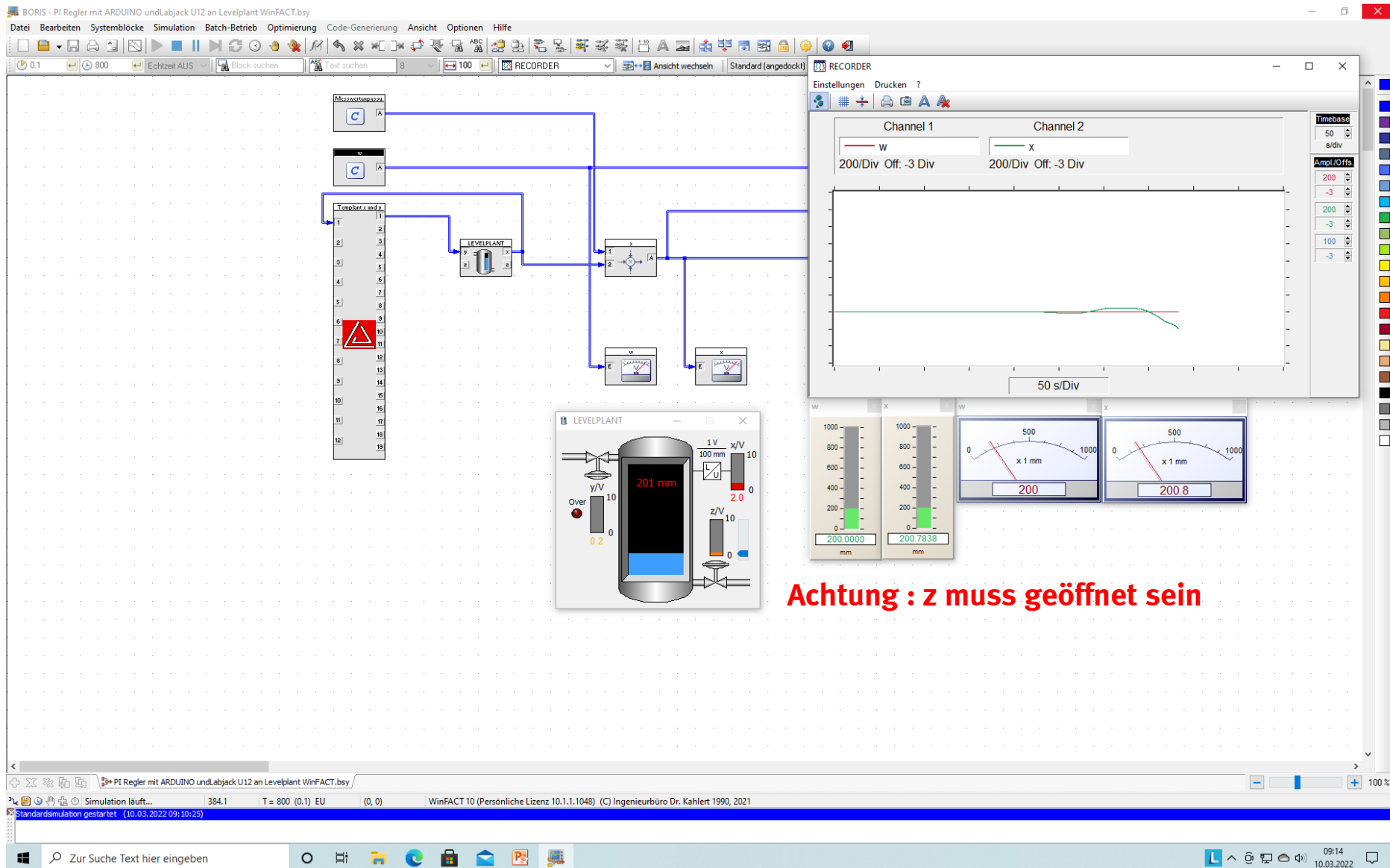
Streckenart	Kpr	Ti	Td	Verfahren
Tempplant	2,75	260 s	75 s	% Kennwert
Tempplant	1	197,5 s	50 s	TΣ normal
Tempplant	2	239 s	58 s	TΣ schnell
Speedplant	1,3	1,03 s		% Kennwert
Speedplant	0,5	0,66 s		TΣ normal
Speedplant	1	0,924 s		TΣ schnell

Im nachstehenden Blockschaltbild erkennt man die Struktur des WinFACT Programmes :



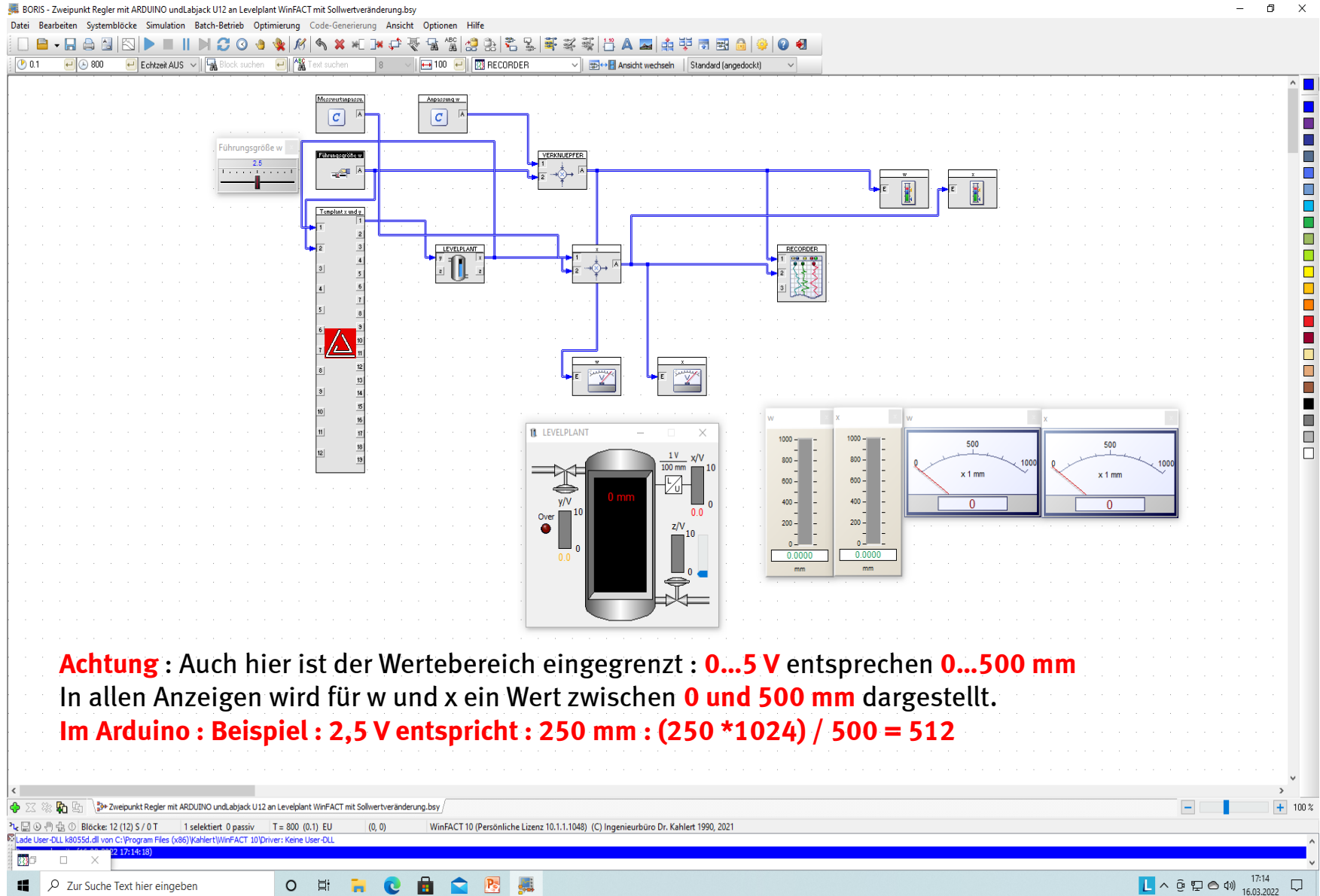
Achtung : Auch hier ist der Wertebereich eingegrenzt : **0...5 V** entsprechen **0...500 mm**
 Beispiel für w im ARDUINO : 200 mm : $(200 * 1024) / 500 = 410$ muss eingegeben werden.

Darstellung der Größen in WinFACT

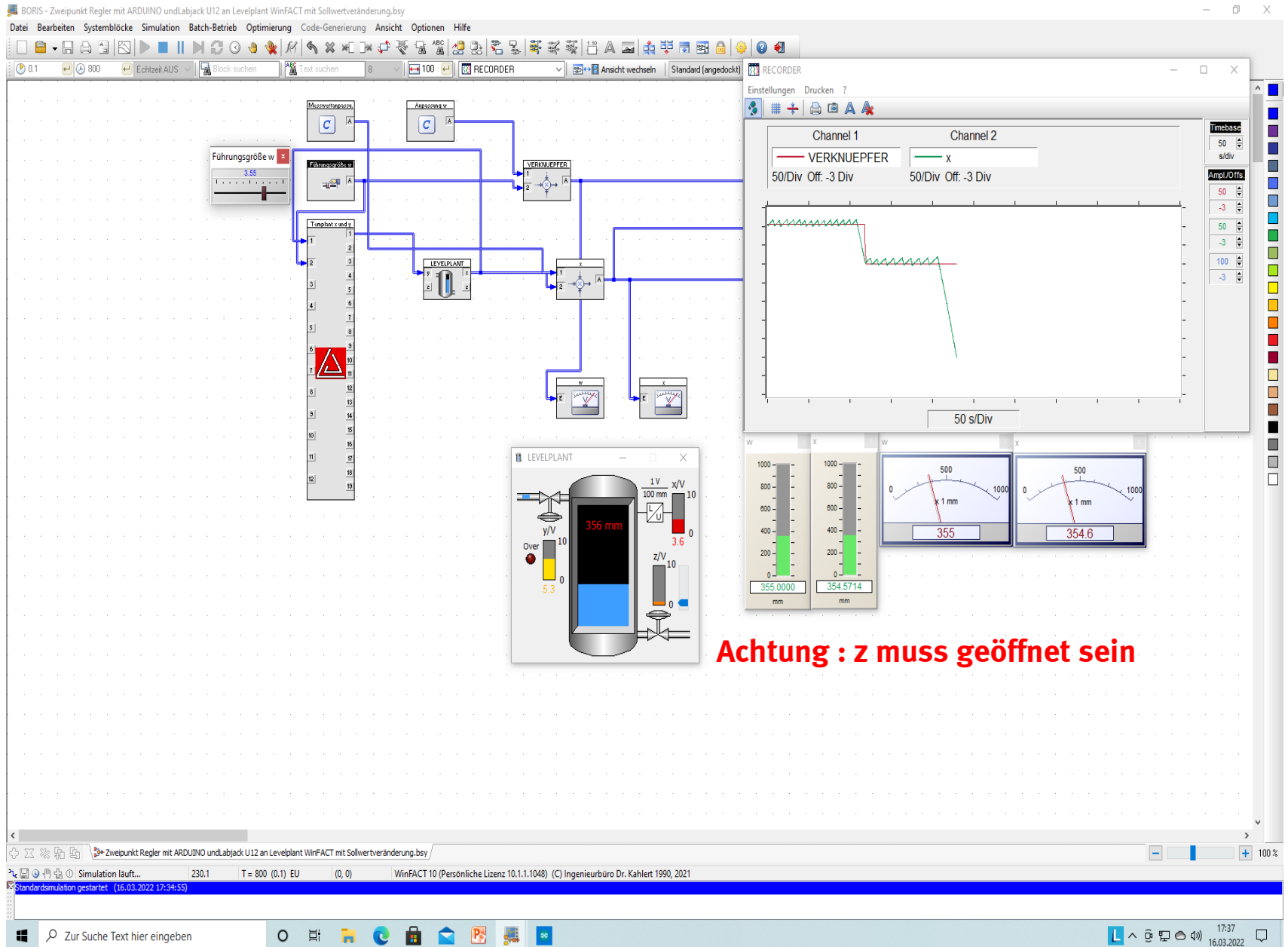


Beispiel 4 : Levelplant mit Zweipunkt-Regler und veränderlichem w zum ARDUINO

Im nachstehenden Blockschaltbild erkennt man die Struktur des WinFACT Programmes :

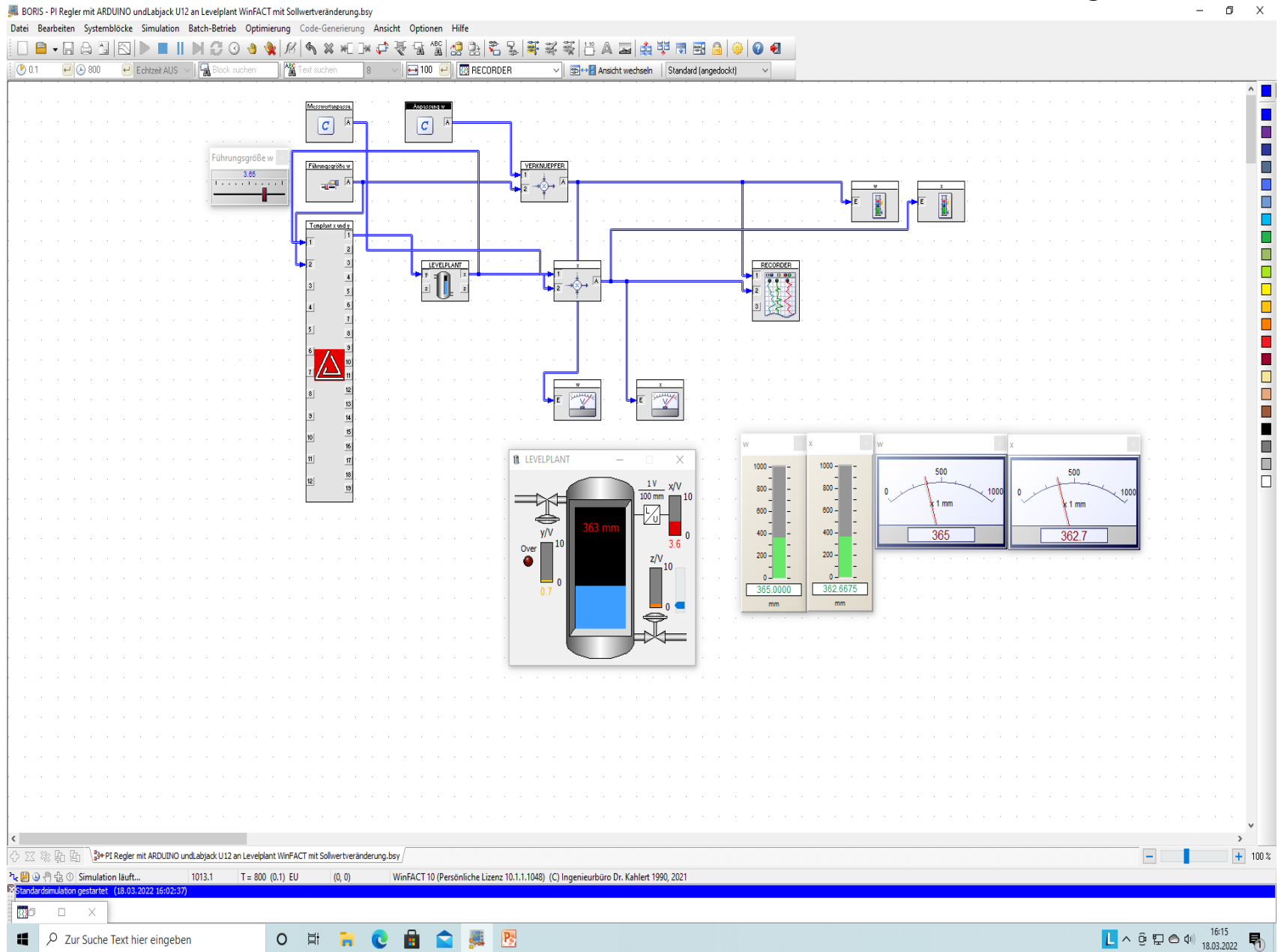


Darstellung der Größen in WinFACT

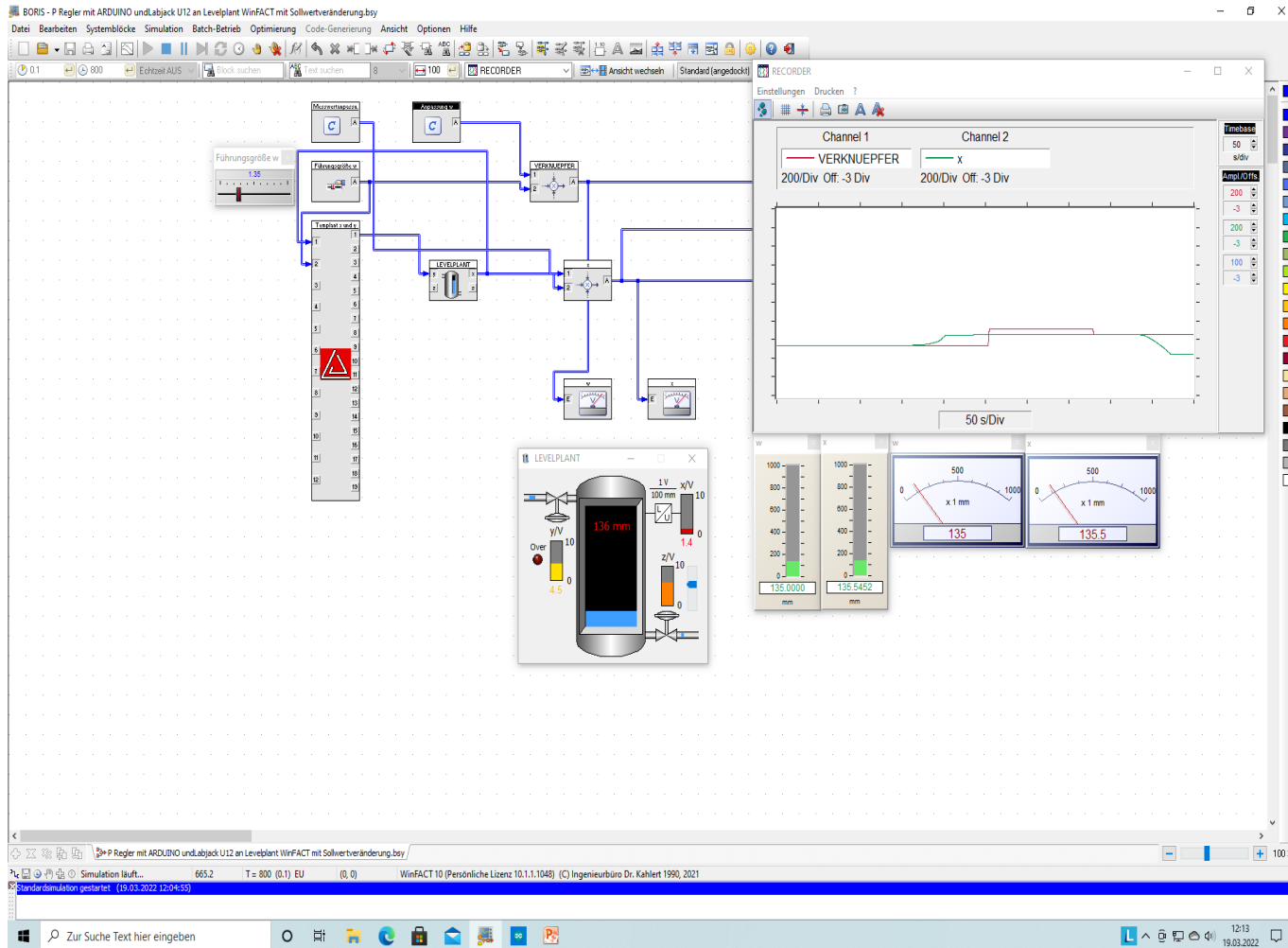


Beispiel 5 : Levelplant mit PI-Regler und veränderlichem w zum ARDUINO

Im nachstehenden Blockschaltbild erkennt man die Struktur des WinFACT Programmes :

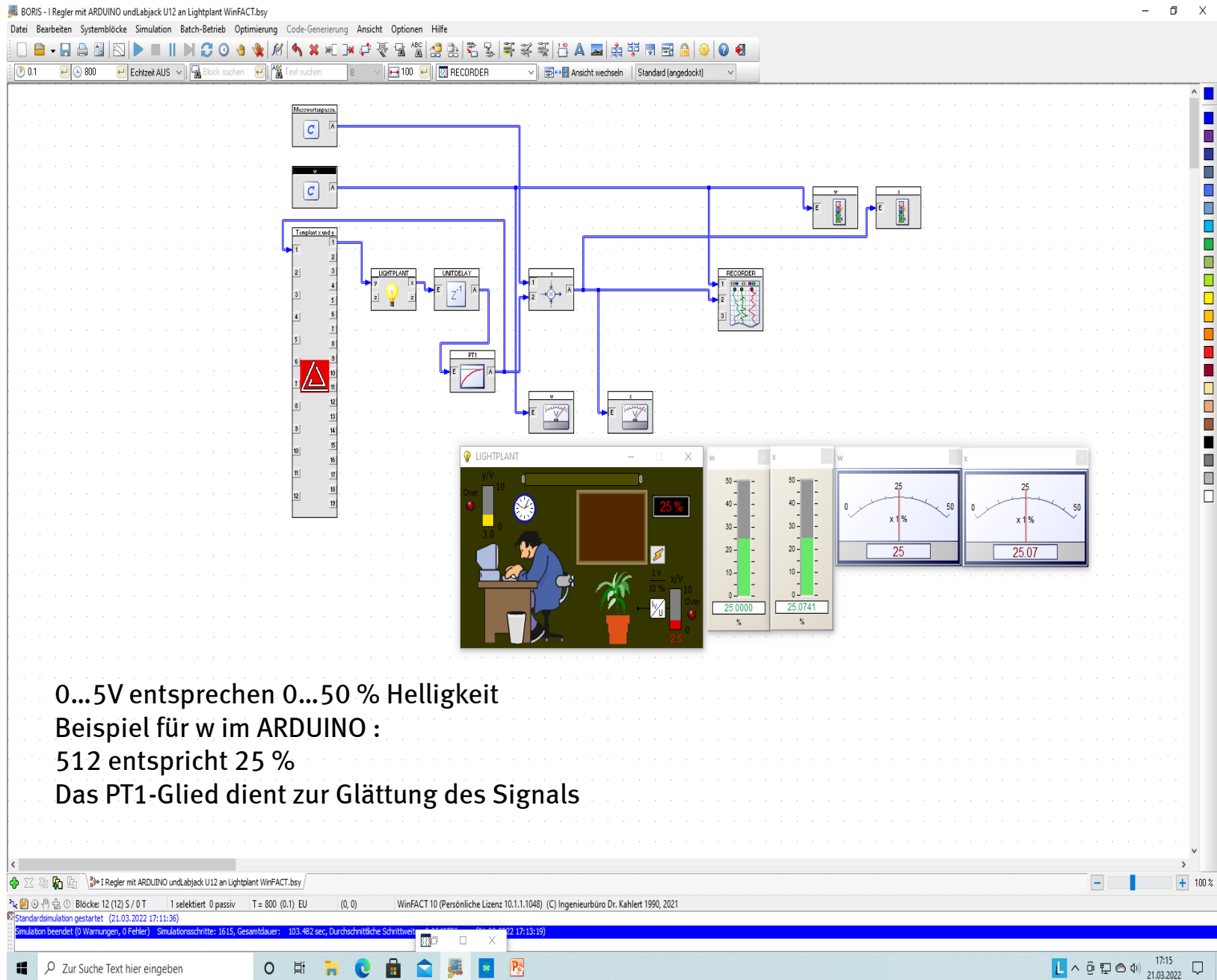


Darstellung der Größen in WinFACT

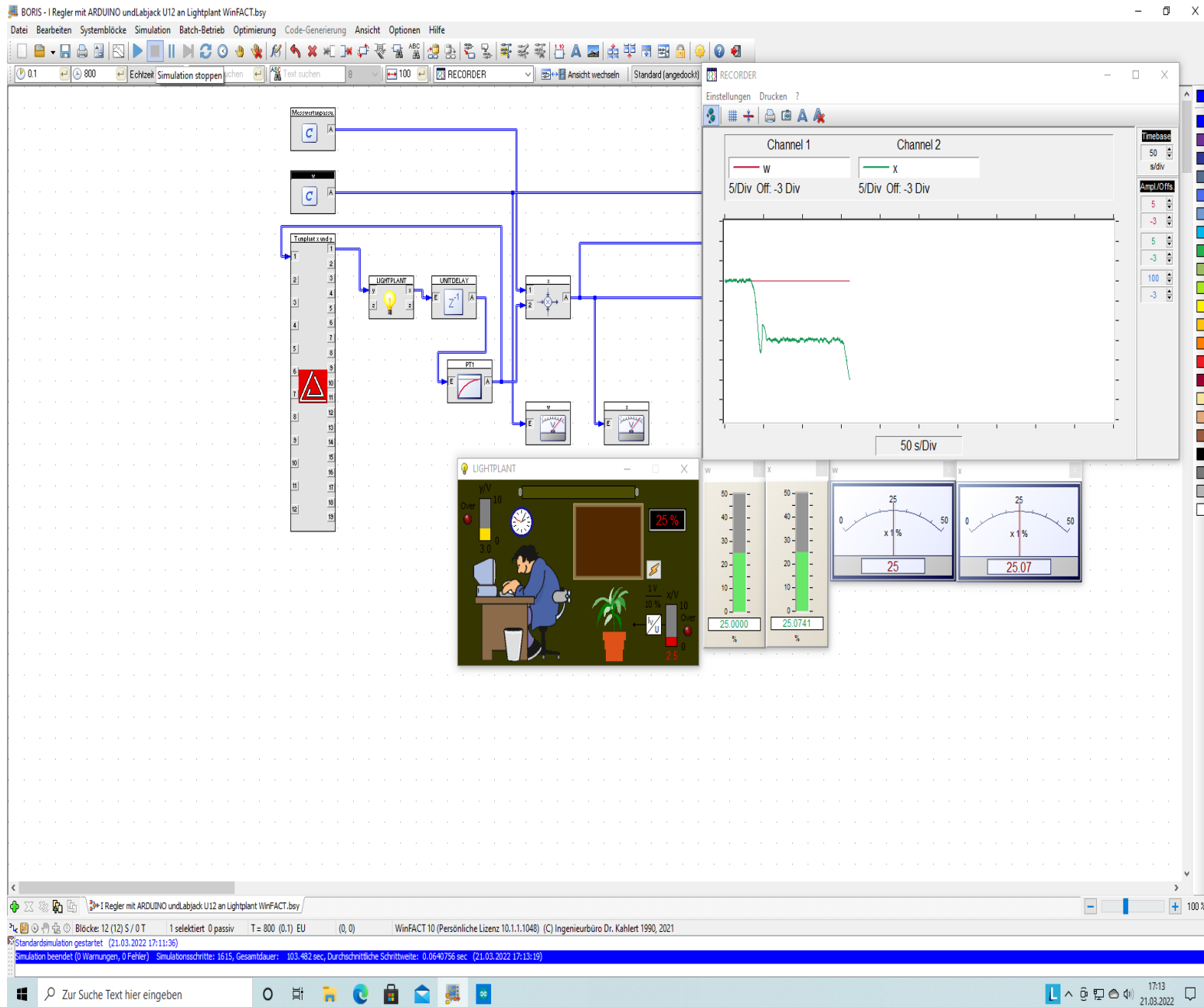


Achtung : z muss geöffnet sein

Beispiel 6 : Lightplant mit I-Regler



Darstellung der Größen in WinFACT



Regelungstechnik mit dem ARDUINO und der Software WinFACT

Fazit :

Die Programme dienen als Einstieg und können natürlich beliebig, dann auch mit Sensoren und Aktoren angepasst werden.

Hier haben wir ja eine Simulation vorliegen, mit der man üben kann.

Die Optimierung bei den einzelnen Modellen kann noch verfeinert werden.

Es ist kein externes Netzteil erforderlich, da die Speisung des ARDUINO und des Labjack U12 über den USB Anschluss des Rechners (Laptop) erfolgen.

Somit hat man kurze Rüstzeiten, wie sie in der Qualifizierung erforderlich sind.

Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung:

Edmund Gondecki

e-Mail : [doellergondecki@online .de](mailto:doellergondecki@online.de)