

## Paradigma PELEO

### Pelletsheizung mit HomeMatic überwachen

Als Besitzer einer Pelletsheizung muß man sich etwas mehr um seine Heizungsanlage kümmern.

Man sollte ab und zu ins Lager schauen, ob Pellets nachbestellt werden müssen und gelegentlich muß die Aschebox geleert werden. Außerdem sind ein paar Statistikdaten über den Verbrauch nützlich zur Optimierung der Heizungsanlage.

In diesem Projekt habe ich mir Gedanken gemacht, wie sich ein Pelletskessel von Paradigma in dieser Hinsicht in mein HomeMatic-System integrieren läßt.



Bild: Paradigma

Im Spätsommer war es soweit: Nach über 30 Jahren war es an der Zeit, der alten Ölheizung ade zu sagen. In einer längeren Planungsphase haben wir uns aufgrund der Rahmenbedingungen - Einfamilienhaus aus den 60ern, Gasanschluß nicht unproblematisch und letzten Endes auch ökologischer Aspekte - für eine Kombination aus Pelletsheizung mit einer relativ leistungsfähigen Solaranlage entschieden.

Beim Hersteller fiel unsere Wahl auf Paradigma (Ritter Solar). Für uns war hier das Gesamtpaket für unsere Situation am passendsten. Außerdem hatte ich aus dem Kollegenkreis Positives über Qualität und Zuverlässigkeit gehört.

Was von vornherein klar war: Eine Integration der Heizungsanlage in die Hausautomation ist bei den meisten Herstellern nicht sonderlich weit vorangeschritten. Paradigma bietet zwar eine Steuerung an, die eine Modbus-Schnittstelle besitzt, die aber für uns aus anderen Gründen ausgeschieden ist. Im übrigen stand das Thema „Integrationsmöglichkeit HM“ natürlich auf der Checkliste, aber mit niedriger Priorität, denn z.B. Zuverlässigkeit und Effizienz sind bei einer Heizungsanlage dann doch einfach wichtiger.

Während es für die Bedienung der zentralen Heizungssteuerung immerhin eine Smartphone-App gibt, hätte ich beim Pelletskessel gern Zugriff auf ein paar nützliche Infos gehabt.

Wie bei einer Ölheizung muß man natürlich ein Auge auf den Brennstoff-Vorrat haben und rechtzeitig Pellets nachbestellen. Eine Anzeige des Lager-Füllstands und des Verbrauchs wäre also sinnvoll. Außerdem muß bei einer Pelletsheizung gelegentlich die Aschebox geleert werden. Das ist zwar nur wirklich selten notwendig (bei mir alle paar Monate) und der Pelletskessel kündigt das auch auf seinem Display an. Aber wie das nach Murphy so ist, passiert das gerade dann, wenn man vielleicht im Urlaub ist. Daher habe ich mir eine Anzeige gewünscht, die einem hilft, den Aschestand in der Box zu schätzen.

Zur Überwachung der monatlichen Verbräuche ist zudem ein bißchen Statistik hilfreich.



Bild: Deutsches Pelletinstitut

Ein spezielles Thema bei Pelletheizungen ist der Transport der Pellets aus dem Lager in den Heizkessel. Dies geschieht durch ein Saugfördersystem. Ich habe einen so genannten Maulwurf, das ist im Prinzip eine Einrichtung, welche die Pellets von oben vom

Pellethaufen absaugt. Weiter unten beschreibe ich das nochmal genauer.

Die Förderung von Schüttgut ist nicht ganz so simpel wie bei Flüssigkeiten oder Gas und es kann auch (selten) mal zu Störungen kommen. Bei mir kam es bisher zweimal vor, daß der Maulwurf sich ungünstig in eine Ecke des Lagers verlaufen hatte und etwas an der Mauer festhing. Dadurch ging die Förderleistung stark runter, einmal gingen dem Kessel dadurch die Pellets aus.

Also fand ich es nützlich, wenn ich quasi ein Frühwarnsystem hätte, das mir eine Verschlechterung der Förderleistung im Vorfeld anzeigt, bevor es zu Problemen kommt. Dann genügt es meist schon, den Maulwurf mal etwas anzuschubsen damit genug Pellets nachrutschen.

Zusammengefaßt sah meine Wunschliste also so aus:

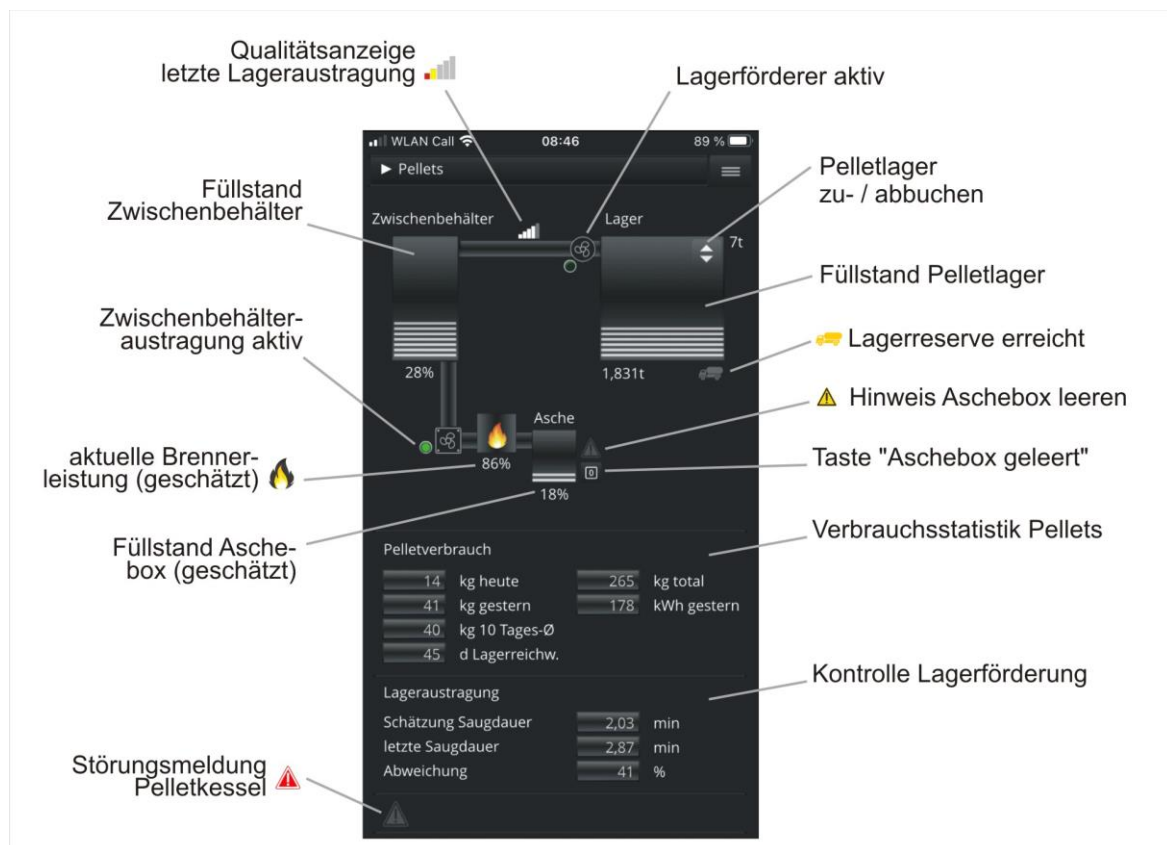
- Messung des Pelletverbrauchs
- Übersicht über den Lagerstand
- Übersicht über den Aschestand, Hinweis wenn Ascheleerung ansteht
- Verbrauchswerte für statistische Auswertungen aufzeichnen
- Überwachung der Lagerförderung, Hinweis bei Abfall der Förderleistung
- Störungsmeldungen des Pelletskessels per Push-Nachricht aufs Handy

## Lösung mit HomeMatic, CCU Historian und AIO Neo


Als Voraussetzung werkelt bei mir bereits eine CCU3 mit CUXD, installiertem Email-Addon und Pushover. Auf meiner NAS läuft der CCU Historian, was schon eine super Grundlage für die Erstellung von Diagrammen und Auswertungen ist.

Für Visualisierung und Fernbedienung des HomeMatic-Systems auf dem Smartphone verwende ich AIO Neo.

Die Oberfläche für die Pelletsheizung auf dem Handy sieht im Ergebnis so aus:



Die meisten Anzeigen und Funktionen sind denke ich selbsterklärend. (Was es mit dem Zwischenbehälter auf sich hat beschreibe ich im Folgenden noch.)


Über die Schaltfläche  läßt sich ein Pop-Up Fenster öffnen, in dem der Lagerstand angepaßt werden kann. Hier kann auch ein Schwellwert eingestellt werden, bei dem eine Erinnerungsmail zur Lagerstandskontrolle verschickt wird.

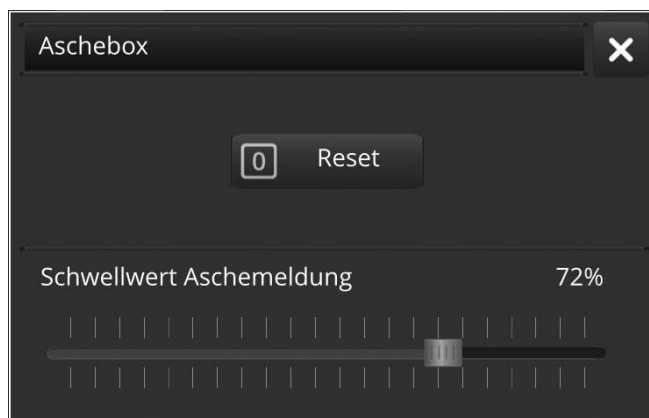
Zusätzlich bleibt als Erinnerung die Kontrollanzeige auf der Oberfläche so lange an, bis der Lagerstand den Schwellwert wieder überschreitet.



*Pop-Up Fenster Lagerverwaltung*

Mit dem oberen Schieberegler läßt sich eine Pelletmenge einstellen (hier: 2000 kg), die dem Lagerstand mit den Schaltflächen *zubuchen* und *abbuchen* entweder hinzugefügt oder abgezogen werden kann.

Neben der Anzeige des Aschefüllstands befindet sich die Schaltfläche , die das folgende Pop-Up Menü öffnet:



Mit der Schaltfläche *Reset* wird die Anzeige wieder auf den Füllstand 0% zurückgesetzt. In diesem Fenster kann auch festgelegt werden, ab welchem Füllgrad eine Hinweis-Email verschickt werden soll.

Das Projekt berechnet eine Reihe interessanter Daten zum Pelletverbrauch und versucht sich außerdem an einer Prognose, wie viele Tage der Pelletvorrat im Lager noch reichen könnte. Da diese (und noch einige andere) Datenpunkte von CCU Historian archiviert werden, lassen sich ein paar schöne Auswertungen machen, z.B. zum täglichen Pelletverbrauch:



Erstaunlich ist, daß für die Menge an Informationen lediglich zwei Signale des Pelletskessels benötigt werden.

Im folgenden Abschnitt möchte ich etwas genauer erklären, wie der Paradigma Peleo Pelletskessel aufgebaut ist und wie ich die Daten für die Darstellungen gewinne.

## Ein genauerer Blick auf (und in) die Pelletsheizung

Wie schon erwähnt ist die Förderung von Holzpellets etwas aufwendiger. Die Hersteller von modernen Pelletskesseln haben sich verschiedene, ausgeklügelte Systeme einfallen lassen, um das Handling des Brennstoffs sicher und zuverlässig zu automatisieren.

Um zu erkennen, wo sich die für das Projekt benötigten Daten gewinnen lassen, habe ich mir meine Anlage genauer angeschaut. Wie schon erwähnt besteht meine Heizungsanlage aus einem Paradigma PELEO Pelletkessel mit 16 kW Leistung und einem Lager mit Maulwurf-Entnahmesystem.

Der Paradigma PELEO – Kessel scheint im übrigen recht baugleich zur ÖkoFEN Pellematic Compact – Baureihe zu sein.

Lager und Maulwurfssystem sind im folgenden Bild schematisch dargestellt: Auf dem Pellethaufen im



*Maulwurf-Lagersystem schematisch*

Bild: Paradigma

Lager liegt der sogenannte Maulwurf obenauf. Er ist wie eine große Staubsaugerdüse über einen Saugschlauch mit dem Kessel verbunden. Im Kessel selbst befindet sich ein kleiner Zwischenbehälter für die Pellets. Er kann bei meinem Modell 32 kg zwischenlagern. Das Befüllen des Zwischenbehälters erfolgt tatsächlich genauso wie beim Staubsauger: Eine Saugturbine



saugt Luft aus dem Behälter ab. Dadurch entsteht ein Unterdruck, wodurch die Pellets über den mit dem Maulwurf verbundenen Schlauch in den Zwischenbehälter gesaugt werden.

Damit die Pellets auch gut vor die Ansaugöffnung rutschen, besitzt der Maulwurf einen kleinen Schaufelarm auf der Unterseite, der von einem Elektromotor angetrieben wird. Dieser wird etwas verzögert nach dem Start der Saugturbine gestartet und etwas früher wieder abgeschaltet, so daß der Schlauch am Ende des Vorgangs weitgehend von Pellets geleert wird.

Der zweite Schlauch im Bild dient übrigens dazu, die abgesaugte Luft aus dem Zwischenbehälter zurück ins Lager zu leiten.

Das Auffüllen des Zwischenbehälters aus dem Lager wird durch zwei Ereignisse veranlaßt: Standardmäßig durch eine Zeitsteuerung zu zwei einstellbaren Uhrzeiten. Das macht Sinn, denn die Saugförderung macht nun mal das Geräusch eines mittleren Industriestaubsaugers. Diesen Fall nenne ich *geplante* Befüllung.

Als zweiter Fall kann es vorkommen, daß der Behälter leer wird, bevor er planmäßig aufgefüllt wird. Das wird durch einen Sensor festgestellt und der Kessel startet eine *außerplanmäßige* Befüllung.

Beide Fälle werden später in der Programmierung eine Rolle spielen.

Der Zwischenbehälter besitzt am oberen Ende einen kapazitiven Füllstandssensor, welcher der Kesselsteuerung signalisiert, daß der Behälter vollständig gefüllt ist. Dadurch wird der Saugvorgang beendet, indem zunächst der Motor des Maulwurfs ausgeschaltet wird und etwas verzögert der Saugmotor.

Paradigma verwendet für die Saugförderung aus dem Lager den Fachbegriff „Raumaustragung“, den ich in den Schaltplänen und Programmen ebenfalls benutze, damit die Bezeichnungen stimmig sind.



*Maulwurf im Pelletlager*



*Blick in den gefüllten Zwischenbehälter mit Einlaufrohr rechts und runder Luftansaugung vorn. (Deckel abgenommen.)*

Neben der Maulwurfaustragung von oben gibt es übrigens noch die Variante der Schneckenaustragung von unten und Saugsysteme mit mehreren Saugdüsen unter dem Lagerboden.

Wir haben uns für den Maulwurf entschieden, da er keine Schrägböden benötigt und unser knapper Lagerraum so optimal genutzt werden kann.

Der weitere Weg der Pellets ist in der folgenden Grafik zu sehen. Am unteren Ende des Zwischen-



behälters befindet sich eine Förderschnecke, welche die Pellets in eine Kugelschleuse transportiert.

Diese fungiert als Rückbrandsicherung und verhindert, daß bei einer gravierenden Störung des Brenners die Flammen rückwärts in den Zwischenbehälter gelangen können.

Unterhalb der Kugelschleuse befindet sich ein sehr kleiner Vorrat Pellets, der dann von der Brennerschnecke auf den Brennteller gefördert wird.

Eine weitere Förderschnecke sorgt für die Ascheaustragung in die Aschebox.

*Schnittzeichnung Paradigma PELEO.*

*Kursiv: Signalbezeichnungen, auf die später Bezug genommen wird.*

Bildquelle: Paradigma, eigene Beschriftung

Wie läßt sich nun der aktuelle Pelletverbrauch am elegantesten

messen? Eine erste Idee ist, die Aktivität der Brennerschnecke zu überwachen, welche die Pellets auf den Brennteller transportiert. Allerdings wird die Leistung des Kessels durch das Puls-/Pause-Verhältnis des Antriebsmotors gesteuert. Man müßte also die Dauer der Motorlaufzeit messen. Das ist relativ aufwändig, da der Schneckenmotor relativ oft angesteuert wird.

Ich habe mir deshalb die Funktion der Kugelschleuse vor der Brennerschnecke genauer angeschaut. Wie oben beschrieben, befindet sich unterhalb der Kugelschleuse ein kleiner Vorrat Pellets. Sobald dieser von der Brennerschnecke abtransportiert wurde, meldet dies der Sensor KAPRA an die Steuerung. Diese löst dann genau einen Umlauf der Kugelschleuse aus. Dazu wird ein Motor angesteuert, der gleichzeitig die Förderschnecke am Boden des Zwischenbehälters mit antreibt. Der Umlauf der Kugelschleuse wird von einem Sicherheitsschalter überwacht. So ist auch sichergestellt, daß der Umlauf, der ca. 30 Sekunden dauert, tatsächlich genau einmal erfolgt.

Dies ist ein vielversprechender Ansatz, den Pelletverbrauch zu messen.

Wenn die Pelletmenge bekannt ist, die bei einem Umlauf der Schleuse gefördert wird, muß nur die Anzahl der Umläufe gezählt werden. Die Ansteuerung der Kugelschleuse erfolgt im Minutenbereich und damit nicht ganz so oft wie die der Brennerschnecke.

Ich habe mich für diese Lösung entschieden, da sie mir leichter zu realisieren schien und weniger CCU-Ressourcen benötigt.

Allerdings muß an der Kesselsteuerung das Motorsignal RES1 elektrisch abgegriffen werden, was Arbeiten an 230V notwendig macht.

## Messung automatisch kalibrieren – geht das?

Für die Berechnung muß die Pelletmenge in kg bestimmt werden, die bei einem Umlauf transportiert wird. Spoiler: Es sind bei meinem Kessel 0,0475 kg.

Ich habe verschiedene Ansätze mit mehr oder weniger Eleganz versucht, die alle die Anzahl der Schleusenumläufe mit der verbrauchten Menge aus dem Zwischenbehälter ins Verhältnis setzen. Darunter ein quasi automatisches Kalibrierungsverfahren, das fast (!) funktioniert hat.

Dazu folgende Überlegung:

Die aus dem Zwischenbehälter pro Umlauf ausgetragene Menge Pellets ist die in einem bestimmten Zeitraum aus dem Behälter entnommene Menge geteilt durch die Anzahl der Umläufe in dieser Zeit. Das Behältervolumen ist aus der Bedienungsanleitung bekannt: 32 kg.

Wenn nun der Behälter vollständig entleert ist, ergibt sich also folgende Rechnung:

$$\text{Pelletmenge pro Umlauf} = \frac{32 \text{ kg}}{\text{Anzahl der Umläufe}}$$

Die 32 kg gelten dann, wenn der Behälter vollständig entleert wurde. Das ist daran zu erkennen, daß der Kessel eine Saugförderung *außerhalb* der einprogrammierten Standard-Saugzeiten startet.

Übrigens scheint der Kessel die vollständige Entleerung des Zwischenbehälters daran zu erkennen, daß nach einem Umlauf der Kugelschleuse der kapazitive Sensor KAPRA immer noch keinen Pelletsfüllstand an der Brennerschnecke meldet.

Die Durchführung einer Raumaustragung (Befüllen des Zwischenbehälters aus dem Lager) läßt sich durch Überwachung des Motorsignals RA erkennen. RA ist die Ansteuerung des Maulwurf-Motors. Das ist das zweite elektrische Signal, das für das Projekt angezapft werden muß.

Wechselt das Signal RA von aktiv auf inaktiv, so ist eine Raumaustragung gerade beendet. Dann ist der Zwischenbehälter komplett gefüllt (32 kg). Von diesem Zeitpunkt zählt die Kalibrieroutine die Anzahl der Umläufe der Kugelschleuse mit.

Geschieht nun eine *vorzeitige* Befüllung des Zwischenbehälters (RA wird außerhalb der Standardsaugzeit aktiv), so muß der Behälter komplett entleert worden sein. Es wurden also 32 kg verbraucht. Jetzt kann die Anzahl der mitgezählten Umläufe in die obige Formel eingesetzt und der Wert berechnet werden.

Leider hat die Idee zwei Schwachpunkte:

1. Der Zwischenbehälter muß sich vollständig geleert haben. Wenn er durch die Zeitsteuerung in der Standard-Saugzeit aufgefüllt wird, ist die verbliebende Pelletmenge im Behälter unbekannt und das Verfahren funktioniert nicht.  
Nun kommt es normalerweise selten vor, daß sich der Behälter vollständig entleert. Außer mit Tricksen passiert das wohl nur im tiefsten Winter.

2. Es wird vorausgesetzt, daß der Behälter wirklich ganz leer ist, wenn die vorzeitige Befüllung gestartet wird. Es hat sich herausgestellt, daß das nicht der Fall ist. Oben habe ich beschrieben, wodurch der Kessel erkennt, daß der Behälter leer ist. Offenbar kommen aber am Sensor unter der Kugelschleuse schon dann nicht mehr genug Pellets an, wenn der Druck durch das Eigengewicht der Pellets nicht mehr hoch genug ist. Das ist bei etwa 10% ... 15% Restfüllmenge der Fall. Dementsprechend liefert das Verfahren eine Ungenauigkeit in dieser Größenordnung.

Ich habe es letztlich doch so gemacht, daß ich die verbrauchte Pelletmenge von Hand bestimmt habe (was eine ziemliche Sauerei und der Tiefpunkt an Projekt-Spassfaktor war – Stichwort Staub).

Dazu habe ich gewartet, bis der Behälter ziemlich leer war und mir die Anzahl der Umläufe seit der letzten Befüllung notiert. Dann habe ich den Kessel ausgeschaltet und nach Ende des Nachlaufs stromlos gemacht (Achtung: Sonst Quetschgefahr durch die Förderschnecke). Dann habe ich den Deckel des Zwischenbehälters abgenommen und die verbliebenen Pellets in einen Eimer geschaufelt (geht ganz gut mit einem Gipsbecher). Diese Pelletmenge habe ich ausgewogen (das geht super mit einer Kofferwaage – nicht vergessen, das Eimergewicht abzuziehen).

Dann habe ich den Behälter von Hand per Eimer aus dem Lager vollständig befüllt und dabei ebenfalls die Pelletmenge abgewogen.

Die Differenzmenge ist die Menge der verbrauchten Pellets, die ich in die obige Formel eingesetzt habe.

Als Beispiel:

*Restmenge* = 7 kg

*Füllmenge* = 32 kg

*Verbrauch* = 32 kg – 7 kg = 25 kg

*notierte Anzahl der Umläufe* = 525

$$\text{Pelletmenge pro Umlauf} = \frac{25 \text{ kg}}{525} = 0,0476 \frac{\text{kg}}{1}$$

Schließlich habe ich die automatische Kalibrierung im Programm gelassen, aber abschaltbar gemacht. Für die erste Inbetriebnahme hat sie sich als ganz nützlich erwiesen, mit dem im nachhinein gewonnenen Wissen könnte man z.B. 10% ... 15% dazurechnen, wenn man den Behälter nicht händisch ausmessen möchte.

## Ausgangspunkt für (fast) alles

Mit Hilfe dieses Faktors und der Zählung der Umläufe lassen sich nun praktisch sämtliche Verbrauchs- und Statistikwerte ermitteln.

Dazu laufen verschiedene Zähler mit, z.B. der Tageszähler, der jeweils Mitternacht zurückgesetzt wird und so den laufenden Verbrauch über den Tag berechnet.



Handarbeit: Ausmessen des Zwischenbehälters mit Eimer und Kofferwaage



Dieser Wert wird wiederum Mitternacht in die Variable für den *Verbrauch gestern* kopiert – und mit Hilfe des CCU Historian entsteht schon eine schöne Grafik für die Entwicklung der Tagesverbräuche.

Ein weiterer Zähler zieht die Verbrauchsmenge von der 32 kg - Füllmenge des Zwischenbehälters ab und bildet so den Füllgrad in Prozent ab (ja, eher ein Showeffekt als Nutzwert). Mit Durchführung einer Raumaustragung (Behälterfüllung, Signal RA) wird dieser Zähler wieder zurückgesetzt und der Füllgrad als 100% angezeigt.

Auch die Anzeige der Brennerleistung geht von diesem Meßwert aus. Annahme ist, daß die abgegebene Leistung halbwegs proportional zur zugeführten Brennstoffmenge ist. Dazu wird ein Durchschnitt der Pelletmenge über 15 min gebildet und entsprechend in Prozent skaliert.

Und natürlich wird auch die Pelletmenge im Lager mit Hilfe dieses einen Werts berechnet. Der Tagesverbrauch wird im mitternächtlichen Statistikprogramm von der Lagermenge abgezogen. Zubuchen bei Lagerbefüllung erfolgt wie schon ganz am Anfang gezeigt von Hand in der App.

Eine Komfort-Funktion aus dem Auto wollte ich gerne noch einbauen: Die Reichweiten-Anzeige. Es ist ja schön zu wissen, wieviel Tonnen Pellets im Lager sind – aber wie lange reichen die noch und wann sollte ich nachbestellen?

Dazu muß man den Lagerstand durch den Tagesverbrauch teilen.

Bei schwankendem Tagesverbrauch ergeben sich aber unschöne Schwankungen der Reichweiten-Anzeige (wie sie bei manchen Autoherstellern auch zu beobachten sind).

Daher bilde ich hier zunächst einen gleitenden Mittelwert über die Verbräuche der letzten 10 Tage (die Programmierung dieses Teils hat echt Spaß gemacht) und benutze diesen Wert als Divisor.

## Holzauge sei wachsam

Wie eingangs beschrieben kann es gelegentlich vorkommen, daß sich der Maulwurf auf seinem Pellethaufen an eine ungünstige Stelle verrennt und dann nur wenig oder gar keine Pellets vor die Saugöffnung geschaufelt bekommt.

Das ist zwar wirklich selten passiert, trotzdem fand ich es ganz nützlich, wenn ich eine Art „Frühwarnsystem“ für diesen Fall hätte. Mir war aufgefallen, daß die Förderleistung so nach und nach abgenommen hatte, also das Saugsystem immer länger brauchte, um den Zwischenbehälter zu befüllen. Das wollte ich nutzen, um eine Meldung zu generieren, bevor es zu einer Störung kommt.

Lageraustragung		
Schätzung Saugdauer	2,03	min
letzte Saugdauer	2,87	min
Abweichung	41	%

Ausgabe der Daten zur Lageraustragung

Zunächst muß man dafür die Dauer der Raumaustragung messen.

Das mache ich mit Hilfe des *State-Monitor Device* des CUX-Daemons. Damit kann man sehr einfach Ein- und Ausschaltzeiten eines Signals messen. In diesem Fall ist das die Einschaltzeit des Maulwurf-Motors, Signal RA.

Um festzustellen, ob die Saugzeit im Normalbereich liegt, braucht es einen Vergleichswert, also einen Anhaltspunkt, wie lange die Raumaustragung so im Durchschnitt dauern sollte.

Dies ist natürlich davon abhängig, wie viele kg Pellets nachgefüllt werden müssen, also vom Füllstand des Zwischenbehälters zu Beginn des Füllvorgangs.

Nach dem Vorgang vergleiche ich Ist- und Sollwert und berechne die Abweichung in Prozent. Übersteigt sie einen Schwellwert, wird eine Pushnachricht generiert und man schaut vielleicht einmal im Lager nach dem Rechten.

Außerdem stelle ich den Abweichungswert in einer Balkenanzeige ähnlich der Handy-Empfangsstärke dar, so daß sich auf einen Blick abschätzen läßt, wie gut oder schlecht die Saugförderung läuft.

Um die erwartete Saugdauer schätzen zu können, habe ich beide Werte – Restfüllstand und Saugzeit – über einige Tage mit Hilfe des CCU Historian aufgezeichnet und mit Excel in ein X/Y-Diagramm gezeichnet. Man sieht, daß die Saugzeiten ziemlich stark streuen, aber recht gut eine linear fallende Funktion erkennbar ist. Das war auch zu erwarten, denn je voller der Zwischenbehälter noch ist, um so schneller geht das Auffüllen (fallende Funktion) und wenn man davon ausgeht, daß der Pelletstransport halbwegs gleichmäßig vonstatten geht, ergibt sich eine lineare Funktion.

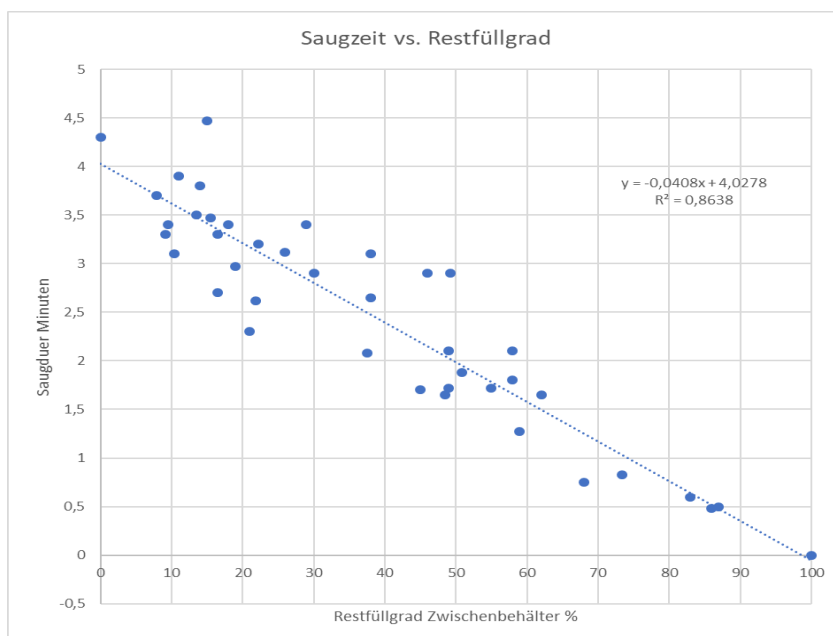


Diagramm zur Abschätzung der Saugzeit

Mit Excel läßt sich aus einem X/Y-Diagramm sehr einfach die zugehörige Funktionsgleichung bestimmen. Für meine Anlage lautet sie:

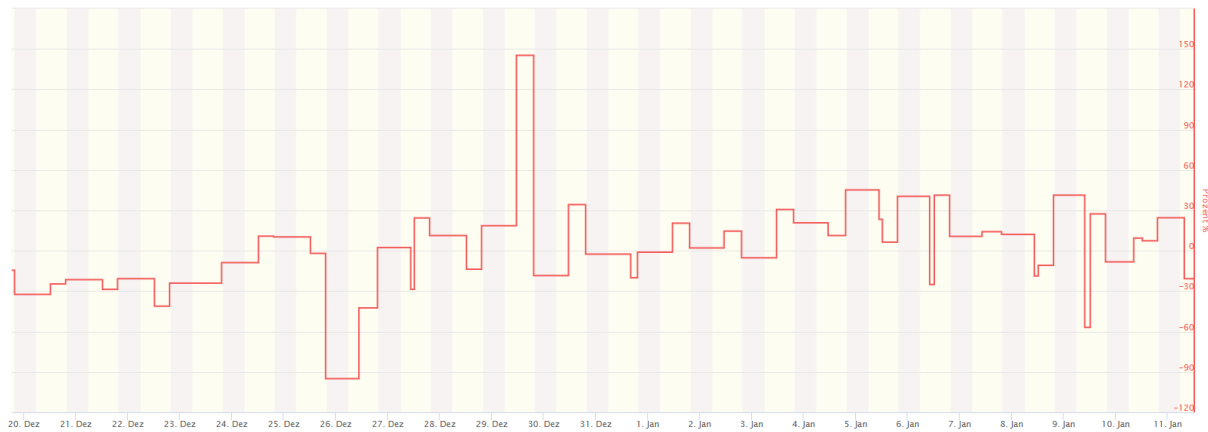
$$t = -0,0408 x + 4,0278$$

t = geschätzte Saugzeit  
x = Restfüllgrad in %

Dieser Zusammenhang wird bei jeder Anlage anders sein und muß wahrscheinlich individuell bestimmt werden.

Da die Saugzeiten doch ziemlich stark streuen, habe ich den Grenzwert für eine Benachrichtigung ziemlich lax gewählt. Ab einer Abweichung von +100%, also einer Verdoppelung der erwarteten Zeit, wird eine Meldung abgesetzt.

Im folgenden Diagramm sieht man dazu die Abweichung der Saugdauer über rund 2 Wochen vom CCU-Historian aufgezeichnet. Es ist zu erkennen, daß die Abweichungen normalerweise nicht größer als 60% sind. Es macht natürlich Sinn, diesen Verlauf über eine längere Zeit auszuwerten und daraus ggf. den Schwellwert entsprechend anzupassen.



*Verlauf der Saugzeitabweichung über 14 Tage*

## Last but least - Störungsmeldung

Ein Thema aus der Wunschliste ist noch offen – und auch schnell abgehandelt: Die Signalisierung einer Kesselstörung auf dem Smartphone.

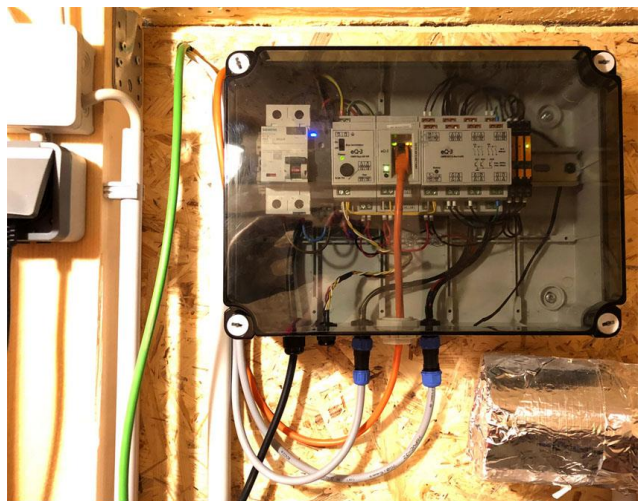
Hier stellt die Kesselsteuerung einen potenzialfreien Schaltkontakt zu Verfügung, der nur über ein HomeMatic I/O-Modul ausgewertet werden muß.

Das zugehörige Programm ist einfach. Man muß sich allerdings die Frage stellen, ob man auch nachts von der Meldung aus dem Schlaf gerissen werden will oder ob es einem genügt, wenn man es am nächsten Morgen erfährt. (Diese Frage habe ich für mich noch nicht abschließend geklärt.)

## Work in progress

Im nächsten Teil geht es um den Aufbau der Elektronik, die benötigt wird, um die drei Signale (RA, RES1, Störmeldung) des Pelletskessels für die HomeMatic zugänglich zu machen.

Ich habe mich für eine Lösung mit HomeMatic Wired – Komponenten entschieden. Es muß also gelötet und verdrahtet werden...



*Schaltkasten für die Ankopplung der HomeMatic Wired*

### Teil 1: Grundlagen

Teil 2: elektrischer Aufbau

Teil 3: Programme