

## 1. Einfügen eigener Daten

Es ist zweckmäßig, die Daten der Zeitwaage in einer reinen Textdatei (ohne jegliche Formatierung) zu speichern. Dazu wird zunächst eine leere Datei DATALOG.TXT auf der Festplatte des PC im gleichen Verzeichnis erzeugt, in dem sich auch die Datei DATALOG.XLSX befindet:

Maus-Rechtsklick auf einen leeren Bereich – „Neu“ – „Textdokument“

Das neue Textdokument mit der Maus markieren und mittels F2 in DATALOG.TXT umbenennen und „Eingabetaste“ drücken. Dann:

Rechtsklick auf DATALOG.TXT – „Öffnen mit“ – „Editor“ (oder „WordPad“)

Jetzt zum Browser wechseln und die Zeitwaagen-Daten im Browserfenster mit der Maus markieren (linke Maustaste dabei gedrückt halten) und dann mittels „strg+c“ kopieren. Wieder zu der geöffneten Datei im Editor zurückkehren, den Cursor ggf. an das Textende setzen und die neuen Daten mittels „strg+v“ einfügen. Im Editor „Datei“ – „speichern“ und den Editor verlassen.

Jetzt die Datei DATALOG.XLSX mit Excel öffnen. Zum Einfügen der Textdatei auf „Datei“ – „Öffnen“ – „Durchsuchen“ gehen und im Auswahldialogfenster ggf. in das richtige Verzeichnis wechseln. Außerdem den Dateityp von „Alle Excel-Dateien“ in „Textdateien“ ändern. (Später geht das über „zuletzt verwendet“ deutlich einfacher.) Jetzt sollte DATALOG.TXT angezeigt werden: auswählen und „Öffnen“, woraufhin der Textkonvertierungsassistent erscheint und hoffentlich „feste Breite“ vorschlägt. Jetzt kann direkt auf „Fertig stellen“ geklickt werden und ein neues Excel-Blatt mit den Daten erscheint. Die Zelle A1 markiert lassen und bei langen Dateien den Scroll-Balken am rechten Rand nach unten ziehen, bis das Datenende sichtbar ist. Jetzt die Shift-Taste gedrückt halten und mit der linken Maustaste auf den letzten Eintrag in der Spalte I klicken um alle Daten zu markieren. Mittels „strg+c“ kopieren und zu DATALOG.XLSX wechseln. Dort die erste Datenzelle (A7) anklicken und alle Daten mit „strg+v“ überschreiben.

Beim ersten Mal sollten die Beispieldaten gelöscht werden. Dazu Zelle A7 anklicken und wieder mittels Scroll-Balken, Shift-Taste und Maus den letzten Dateneintrag (I754) wählen um dann mit „entf“ alle Daten löschen. Nicht die Zeilen löschen, da dann die Berechnungen verloren gehen.

Die Berechnungen sind nur bis Zeile 790 vorbelegt. Für mehr Zeilen werden die Zellen J790 bis V790 markiert und mit der Maus am kleinen Quadrat unten rechts an der Markierung nach unten gezogen.

## 2. Skalieren der Daten zur Darstellung im Diagramm

Alle Daten werden mit nur einer y-Achse dargestellt, die von -30 bis +70 reicht. Das  $y = 0$  etwas nach oben verschoben ist, ermöglicht eine „vernünftige“ Darstellung der wichtigen Abweichung in s/d (Sekunden pro Tag), die ja möglichst bei null liegen soll und zusammen mit den Druck- und Temperaturverläufen Mängel bei der Kompensation aufzeigt.

Alle im Diagramm dargestellten Werte, deren Einheiten in der Tabelle hellgrün unterlegt sind, werden durch Umrechnung aus den ursprünglichen Daten erhalten. So kann beispielsweise die Zeit anfänglich in Minuten und später in Tagen oder Wochen ausgegeben werden.

Für die meisten Werte ist sowohl eine Nullpunktverschiebung als auch ein Multiplikator vorgesehen, um interessante Bereiche sinnvoll visuell beurteilen zu können. Beispielsweise schwingt eine Pendeluhr nach Harrison mit sehr großer Amplitude und kleinste Änderungen der Amplitude sind für die barometrische Kompensation relevant. Wird zur Darstellung der Beispieldaten die Nullpunktverschiebung der Amplitude auf 0 gesetzt und der Multiplikator auf 0,2, dann ergibt sich eine praktisch horizontale Linie und die Reaktion auf den Druck ist nicht mehr erkennbar.

Ein weiterer Vorteil der Nullpunktverschiebung ist die Möglichkeit Daten auszublenden. Wenn die Werte für Temperatur und Luftfeuchte auf 100 gesetzt werden, dann liegen sie außerhalb des Diagramms und der gegenläufige Verlauf von Druck und Amplitude (wieder 214 und 10) sind besser zu erkennen.

### 3. Berechnungen in Excel

Der Multiplikator für die Zeit in Tagen ist eine berechnete Größe. Ein Klick auf die Zelle K2 führt dazu, dass oben in der Eingabezeile die verwendete Formel ( $= C3 / 86400$ ) angezeigt wird. Wird jetzt noch F2 gedrückt, dann wird die Formel auch in der Zelle angezeigt und der Bezug zu der Zelle C3 wird farblich hervorgehoben.

Wenn immer gleiche Berechnungen in einer Spalte durchgeführt werden sollen, dann reicht es aus, die Formel einmal oben einzugeben und die Eingabe nach unten zu kopieren (Doppelklick auf das kleine Quadrat unten rechts an der Zellmarkierung). Allerdings werden die Zellbezüge dabei mit nach unten verschoben. Beispiel Überdruck in Zelle N7: wenn dort „ $= D7 - N1$ “ stünde, dann ergäbe sich beim Kopieren in Zelle N8 automatisch „ $= D8 - N2$ “. D8 ist gewollt und richtig, aber N1 soll immer N1 bleiben. Das wird mit einem \$-Zeichen vor der 1 erreicht:  $= D7 - N\$1$

Etwas komplexer ist die Formel beim Gang M24, wobei M24 für „Mittelwert über 24 Werte“ steht. Es ist sinnvoll, den Gang immer über einen Tag zu mitteln, da die täglichen Temperaturschwankungen eine fehlerhafte Temperaturkompensation suggerieren können, die sich bei langfristigen Temperaturänderungen jedoch nicht bestätigt. Wenn nicht in stündlichen Zeitintervallen gemessen wird, dann ist die Mittelwertbildung entsprechend anzupassen.

### 4. Auswertung von Temperatur- und Druckeinfluss auf den Gang

Die Excel-Tabelle bietet auch eine Fehlerquadratminimierung, um die lineare Abweichung (Gewicht auf dem Pendelteller) sowie den Druck- und Temperatureinfluss zu isolieren, die in der Praxis üblicherweise überlagert auftreten. Die Werte in den Zellen T1 bis T5 (orange unterlegt) können manuell geändert werden ( $T1 = 0$  und  $T5 = 0$  ist i.d.R. gut genug), wodurch sich die beiden berechneten Verläufe für Gang und Stand ändern. Ebenso ändert sich die Fehlerquadratsumme in Zelle W6. Diesen Wert gilt es durch Ausprobieren zu minimieren. Wenn der Excel-Solver installiert ist, dann W6 als Ziel mit „Min“ festlegen und T1 bis T4 mit „GRG-Nichtlinear“ optimieren.

Die Fehlerquadratminimierung minimiert den Fehler im berechneten Stand im Vergleich zum gemessenen Stand. Die Werte in den Zellen P1, P2 und P3 legen nur die visuelle Darstellung fest und beeinflussen die Werte in T1 bis T5 nicht.

Wenn die Uhr mit der Zeit schneller oder langsamer wird, dann liegt ein mechanisches Problem vor, dass die berechneten Werte in T1 bis T4 stark verfälschen kann. Wird T5 in die Anpassung einbezogen, dann kann dieser Effekt abgeschätzt werden. Viel Erfolg!