

## Digitalwaagen zum Wiederladen

**WICHTIGER HINWEIS VORAB!** Im Laufe der Jahre hat sich aus den gängigsten Rückfragen und Beschwerden von Wiederladern die folgende PDF ergeben. Diese Anleitung zeigt Ihnen die technischen Vor- und Nachteile der einzelnen Waagen auf und dient dazu, die häufigsten Probleme, Missverständnisse und teilweise auch Anwendungsfehler bei der Bedienung einer Digitalwaage zu erklären und Hinweise zu geben, wie Sie diese Fehler vermeiden können.

Diese PDF ist kein Ersatz für einen Lehrgang als Wiederlader. Jeder Wiederlader muss seine Sachkunde durch einen Lehrgang nachweisen. Sie handeln eigenverantwortlich, jeder Wiederlader muss sich über die Gefährlichkeit seines Hobbys im Klaren sein.

Das befolgen dieser Anleitung und das kaufen einer hier vorgestellten Waage bedeutet nicht, dass nicht doch irgendwann einmal ein Fehler auftreten wird. Egal ob aufgrund von sich ändernden Umweltbedingungen, eines Bedienfehlers oder eines technischen Defekts der Waage. Für letzteres: Sie kaufen unsere Geräte mit Garantie, auf die technische Funktion. Wenn Ihre Waage nicht funktioniert, garantieren wir, dass wir den Fehler beheben. Doch das bringt Ihnen herzlich wenig, wenn bereits ein Unfall passiert ist. Kein Hersteller der Welt kann oder wird Ihnen garantieren, dass sie die Garantie niemals benötigen werden. Wäre dem so, bräuhete es keine Garantie.

Deshalb: Bleiben Sie achtsam, prüfen Ihre Arbeitsweise, Ihre Arbeitsgeräte und zuletzt auch Ihre Ergebnisse. Durch allgemeine Plausibilität (Macht es Sinn, dass meine Waage noch immer auf 0 steht obwohl ich gerade die 3. Dose Pulver drauf gekippt hab?) sowie speziell dafür gedachten Prüfgewichten, idealerweise in dem Gewichtsbereich, in dem Sie später arbeiten.

### Produktübersicht:

Die am häufigsten benutzen Geräte sind dabei die FC-50, PLC100B-C, JJ100B und die JJ223BC.

### FC50:

Wenn es bei der Waage nur darum geht, Ihr Pulverfüllgerät einzustellen, die in Massen produzierte Munition für Kurzwaffen in Stichproben zu kontrollieren und / oder es Ihnen beim Wiederladen hauptsächlich auf den Preisvorteil gegenüber fertiger Munition ankommt, weniger darum jede Patrone mit den kleinstmöglichen Toleranzen zu fertigen, genügt vielen Wiederladern die FC-50. Dies ist die günstigste (empfehlbare) Variante mit 0,001g-Schritten und Grain-Anzeige (0,02gn).

### Nachteil:

Bei der Markteinführung der FC50 war diese Waage dazu gedacht, dass z.B. Sammler das Gewicht Ihrer Goldmünzen und von anderen kleinen, festen Gegenständen möglichst günstig, möglichst genau ermitteln können. Die FC gehört für uns, zusammen mit Küchenwaagen und günstigen Taschenwaagen, zu den normalen Haushaltsprodukten und ist nicht für eine häufige Nutzung oder mehrere Stunden andauernde Messreihen ausgelegt.

Die Waage ist noch nicht in der Lage beim "Trickeln" die Zugabe von jedem einzelnen Pulverkörnchen anzuzeigen. Grund sind die allgegenwärtigen, unvermeidbaren Schwankungen der Umgebung. Selbst in einem scheinbar Luftruhigen Raum, können durch Atmung oder Fallwinde, die entstehen wenn sich die Luft an einer kalten Fensterscheibe abkühlt und nach unten sinkt, Schwankungen entstehen. Diese machen ein Vielfaches der Ablesbarkeit der Waage aus. Dies sorgt dafür, dass die Anzeige permanent schwankt und das Ergebnis im Display nie stabil angezeigt wird. Denn eine effektive Abschirmung gegen solche Einflüsse, ist in dieser Preisklasse und Bauform nicht möglich. Das gleiche gilt auch für Ruckler am Tisch oder Störungen, die

durch elektrische Einflüsse entstehen (vergleichbar: Handy neben Radio legen und anrufen).

Sie können die Arbeit der Filter am besten beobachten, wenn Sie zunächst aus einiger Entfernung langsam in Richtung der Waage pusten. Die Displayanzeige wird stabil bleiben. Erst wenn Sie etwas fester Pusten oder näher an die Waage herangehen, überschreitet die Kraft der auf die Wiegefläche drückenden Luft diese Grenze, der Filter wird deaktiviert und die Anzeige beginnt unkontrolliert zu tanzen (so sähe die Anzeige ohne Filter permanent aus und die Waage wäre unbenutzbar).

Aber: Die Waage weiß nicht, ob es sich bei einer kleinen Veränderung auf der Wiegefläche um eine Störung oder eine Messung handelt. Das macht die FC50 schlecht nutzbar beim Dosieren.

Wenn sich das aufgelegte Gewicht auf der Waage nur langsam und zugleich sehr wenig verändert, (etwa beim vorsichtigen Zugeben von Pulver in eine 1g-schwere Schale) weiß die Waage nicht, dass es sich um eine Gewichtsveränderung handelt. Sie bereinigt kontinuierlich die Gewichtsanzeige im Display. Ein einzelnes, dazu gegebenes Milligramm wird ausgefiltert, selbst wenn dies 100 mal hintereinander (mit etwas Abstand) hinzugefügt werden würde.

Nehmen Sie die, jetzt mit 100 mg, befüllte Schale ab, führt die Waage eine vollständige Messung durch. Dabei registriert die Waage nicht die Abnahme von dem im Display angezeigten 1 g Gewicht der Schale, sondern von den tatsächlich aufliegenden 1,1 g (Displayanzeige „-1,1 g“).

Nach dem erneuten Aufsetzen der leeren Schale, erkennt die Waage das 1 g aufgelegt wurden. Sie springt aber nicht auf „0 g“, sondern auf „-0,1 g“. Das wirkt dann, als sei die Waage defekt und könnte das Tara nicht stabil halten, kann jedoch als Hinweis genutzt werden, dass bei der letzten Messung der genannte Fehler aufgetreten ist und dass die Ladung nochmals kontrolliert werden sollte.

Das Sie 100 mg als einzelne Körnchen einfüllen ist natürlich unwahrscheinlich (wenn Sie etwas schneller schütten deaktiviert sich der Filter), doch der Fehler schaukelt sich bei mehreren Messungen zunehmend auf. Wird dieser größer als das Mindestgewicht der Waage (bei dem noch „0,000 g“ angezeigt wird), springt die Waage irgendwann auf ein falsches Gewicht. Empfehlenswert ist daher, dass Sie nach jedem Durchgang die Waage tarieren, auch wenn bereits „0“ im Display steht. An ein Zielgewicht von 0,01 g / ca. 0,2 gn genau kommen Sie auf jeden Fall heran.

Auch für die Feinabstimmung gibt es Wege diesen Filter zu umgehen. Wenn Sie z.B. vor dem Einfüllen von Pulver die Wiegefläche mit dem Finger antippen, springt die Waage durch die Belastung Ihres Fingers kurz auf z.B. 10 g. Der Filter ist jetzt für ein paar Sekunden deaktiviert. Wenn Sie ein Körnchen Pulver hinzufügen bevor sich die Waage eingependelt hat und den Filter aktiviert, registriert die Waage dies als neuen Wert. Es funktioniert auch, wenn Sie vor dem Einfüllen einer kleinen Menge Pulver die Wägeschale anheben, befüllen und dann neu aufsetzen. Fehlt noch ein Körnchen, müssen Sie die Schale erneut hochheben, befüllen und dann wieder absetzen. Komfortabel geht anders, aber es geht.

Fazit zur FC50:

Als reine Kontrollwaage oder zum Einstellen eines automatischen Pulverfüllers ist die FC50 sehr gut geeignet und viele Wiederlader sind mit der FC50 zufrieden, besonders wenn es um Kurzwaffen geht, bei denen es nicht auf  $\pm 0,1$  gn ankommt.

Für genaues Dosieren und das Trickeln jeder einzelnen Ladung, würde ich dieses Modell nicht empfehlen.

## Unterschied PLC & FC50



### PLC100B-C:

Etwa doppelt so teuer, liegen Sie dann bei unserer PLC100B-C.

Ab dieser Waage haben Sie bereits sehr viel bessere Einstellungsmöglichkeiten, z.B. eine deaktivierbare automatische Abschaltfunktion (die FC50 schaltet nach einer Minute automatisch ab) und die Möglichkeit, die in der FC50 immer aktiven, Schwingungsfiler zu deaktivieren. Ihnen wird danach jede noch so kleine Veränderung im Display angezeigt. Ein gewollt hinzugefügtes Pulverkörnchen, genauso wie der Druck Ihres Atems auf die Wiegefläche. Falls die komplette Deaktivierung des Filters die Waage für Ihren Einsatz und die Umgebungsbedingungen zu instabil macht, können Sie diese Schrittweisen erhöhen. Die höchste Stufe ist vergleichbar mit der FC-50. Sollte

Die PLC ist eine günstige Waage für den semiprofessionellen Einsatz und ging aus der professionellen EY-Baureihe hervor. Ausgelegt ist diese Baureihe für den anspruchsvollen Privatanwender oder für einen gelegentlichen gewerblichen Einsatz.

Das Grundgerüst, bestehend aus dem Gehäuse, der Software und der Energieversorgung, entspricht dabei weiterhin der EY. Allerdings ist eine etwas schwächere Wägezelle und Auswertelektronik verbaut (den teuersten Bauteilen jeder Waage). Die Wägezelle ist ausgelegt für min. 100.000 Wiegevorgänge. Das entspricht, bei einer Nutzung von 100 Schuss pro Woche, einer theoretischen Lebensdauer von >19 Jahren.

Anschließend ist die Waage nicht von jetzt auf gleich defekt, doch aufgrund der „ausgeleiterten“ Wägezelle werden die Abweichungen zunehmend größer.

Diese Waage besitzt noch keine Abschirmung gegen elektrische Strahlung, doch in einem Werkraum ohne viele technische Geräte ist das meist kein Problem. Ein großer Windschutz ist im Lieferumfang enthalten. Viele Schützen, die mit einem Pulverdosiierer arbeiten, lassen eine der Seitenscheiben weg, sodass das Rohr des Tricklers bis in die Mitte der Wiegefläche ragt. Fallwinde von oben und Atemluft von vorne werden weiterhin abgeschirmt.

Die Waage ist für 100.000 Ablesbarkeitsschritte ausgelegt (alle 0,001g bis 100g). Diese 100.000 Schritte werden in Grain umgerechnet und gerundet als 0,01 gn angezeigt. Aufgrund der Rundung ( $1 \text{ mg} = 0,0154 \text{ gn}$ ) kann jedoch passieren, dass die Waage von 1,01 gn auf 1,03 gn springt und nicht jede 0,01 gn-Stelle anzeigt.

Fazit zur PLC: Eine Waage, die, bei ruhigen Umgebungsbedingungen und gelegentlichem Einsatz, ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis bietet.

### **JJ100B:**

Alle professionellen Waagen (also auch viele Bauteile, die aus der EY stammen und die Sie in der PLC wiederfinden) sind für mindestens 1.000.000 Messungen ausgelegt.

Der direkte Unterschied zwischen PLC und JJ-B:

Neben dem Unterbau aus Aluguss, ist die Wägezelle selbst nochmals in einem Metallgehäuse verbaut. Dies garantiert eine bestmögliche Abschirmung gegen elektrische Strahlung (siehe unten). Dazu kommt die einfache Möglichkeit der Unterflurwägung.

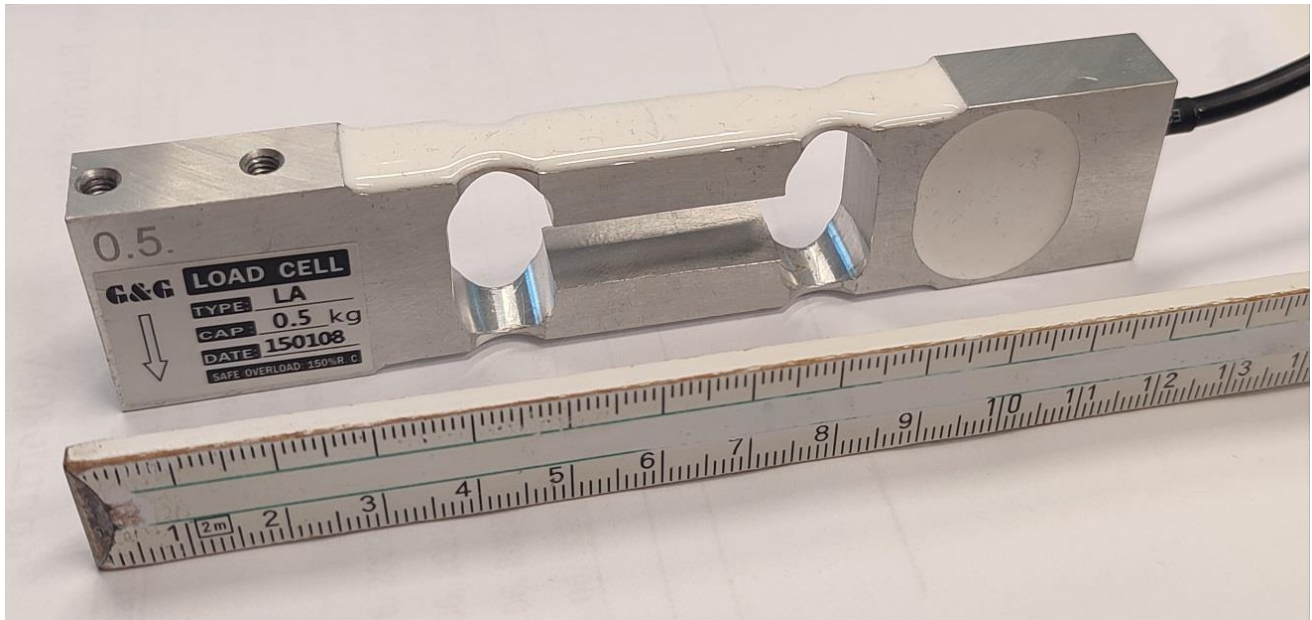
Rein messtechnisch liegt der Unterschied in einer hochwertigeren Wägezelle und einer Auswertelektronik, die genauer arbeitet. Das macht den größten Teil des Preisunterschieds aus. Unter für die PLC guten Umgebungsbedingungen, erhalten Sie auf einer JJ-B im direkten Vergleich ein nochmal etwas besseres Ergebnis mit geringeren Toleranzen. Für viele Schützen, die in einem ruhigen Raum mit guten Umgebungsbedingungen arbeiten, sind diese Toleranzen kaum noch relevant. Die Gewichtsunterschiede im Pulver, die durch eine andere Luftfeuchtigkeit entstehen, können dann schon einen deutlich größeren Unterschied ausmachen als die Differenz zwischen JJ und PLC.

Fazit zur JJ-B:

Merklich besser ist die JJ-B unter schlechten Umgebungsbedingungen. Wirtschaftlich sinnvoll ist die Waage, wenn Sie sehr viel schießen, die Lebensdauer der PLC also in absehbarer Zeit überschritten wird.

## Allgemeine technische Infos zum Wägeprinzip

Der große Vorteil aller drei zuvor genannten Waagen: Alle arbeiten mit einer klassischen Wägezelle mit Dehnungsmessstreifen (DMS) zur Gewichtsbestimmung.



Der "primitive" Aufbau der DMS-Wägezelle aus einem Klotz Aluminium und ein paar Widerständen, ist weniger anfällig gegenüber technischen Defekten und erlaubt es, so gut wie alles zu wiegen.

Aber:

Das Messprinzip der drei Waagen ist weiterhin der Dehnungsmessstreifen. Das heißt, ein dünner (FC-50) bzw. dicker (PLC und JJ-B) Block aus Aluminium, der sich bei Belastung erst verformen muss. Vergleichbar mit einer Feder, die Sie nach unten drücken.

Je nach Stärke der Verformung, ändern sich der Widerstand der 4 Dehnungsmessstreifen, die auf der Wägezelle aufgebracht sind. Bei einem ruckartigen "Schlag" durch das Aufsetzen einer Masse mit einem Stückgewicht von 1 g, geschieht die Verformung schneller als beim vorsichtigen, langsamen Streuen 1000er, einzelner 0,0001 g schweren Pulverkörnchen.

Und: Aufgrund der, bei jedem Aufsetzen, neuen Verformung der Wägezelle, ist irgendwann eine größer werdende Toleranz unvermeidbar. Wie bei jedem Bauteil, das immer wieder mechanisch belastet wird (Lebensdauer siehe oben).

## JJ-BC

Erst mit unserer **JJ223BC** können Sie dieses mechanische Problem überwinden. Die kleinste Waage aus der Baureihe kostet ca. 50 € mehr als die JJ-B und arbeitet mit dem Messprinzip der Kraftkompensation.

Das Messprinzip ist erklärbar mit einem Elektromagneten, der sich unter der Wägezelle befindet und die komplette Wiegefläche "schweben" lässt. Je stärker das Gewicht ist, das sich auf der Wiegefläche befindet, desto mehr Energie benötigt der Elektromagnet, um die Wägezelle in der Luft zu halten. Die Messung erfolgt aus einer Berechnung wie viel Energie benötigt wird.

Eine Wägezelle in dem Sinne gibt es nicht. Es gibt keine mechanische Verformung und alle dadurch bedingten Probleme werden vermieden. Für feinste Dosierungen eignen sich Waagen mit Kraftkompensationssensor erfahrungsgemäß besser als DMS-Waagen, da kleine bis kleinste Gewichtsveränderungen schneller erfasst werden. Auch sind die möglichen Toleranzen erfahrungsgemäß geringer. Im professionellen Laboralltag, etwa bei der Medikamentendosierung bzw. für Waagen mit noch feineren Ablesbarkeitsschritten als 1mg, bildet diese Technologie den heutigen Standard.

Nachteile:

Die Waage ist dafür ausgelegt, einmal eingeschaltet, permanent genutzt zu werden. Wir empfehlen diese Waage für mindestens eine Stunde eingeschaltet einlaufen zu lassen, bevor Sie mit der Arbeit selbst beginnen (Aufwärmdauer).

Wenn Sie magnetisierbares Material wie Gegenstände aus Eisen wiegen, kann es passieren, dass der Magnet in der Waage das Metall anzieht und die Messung verfälscht. Das gilt auch für Arbeitszubehör wie Löffel oder die Schale. Sie benötigen Pulverspatel aus antimagnetischem Edelstahl oder Reagenzgläser (wobei für Pulver antistatische Schalen aus einem nicht magnetisierbaren Metall noch besser wäre, etwa Alu-Wägeschiffchen).

Fazit: Auf dieser Waage können Sie bei der Messung von Pulver das beste Ergebnis erhalten. Sie müssen aber bedenken, dass die Waage für einen professionellen Laboralltag entwickelt wurde. Das volle Potential schöpfen Sie nur bei entsprechendem Umgang und Umgebungsbedingungen aus.

Die JJ-BC wäre auch in Varianten mit noch feineren Schritten verfügbar (0,0001 g), doch das macht im Privatbereich fast keinen Sinn mehr. Sie haben dann bereits größere Abweichungen im Pulver durch die Luftfeuchtigkeit im Raum. Erschütterungen, die Sie auf einem normalen Boden ohne schwingungsgedämpften Tisch erzeugen, weil Sie sich vor der Waage bewegen, sind größer als die Ablesbarkeit der Waage.

### **Abschließendes Fazit:**

Waagen sind Messwerkzeuge und müssen so betrachtet werden wie jedes andere normale Werkzeug. Wenn Sie einer Mietswohnung ein Loch in der Wand benötigen, um ein Bild aufzuhängen und die Bohrmaschine danach für die nächsten Jahre im Keller verschwindet, reicht das Discounter Modell für 19,90€. Ein ambitionierter Heimwerker, der sich sein Haus selbst ausbaut und dessen dritte billige Bohrmaschine gerade den Geist aufgegeben hat, wird vermutlich nicht mehr im untersten Regal im Baumarkt suchen. Und viele Handwerker, die täglich 8 Stunden auf dem Bau in Stahlbeton bohren, werden langfristig doch zu dem bekannten Bohrhämmer im roten Koffer greifen (oder vergleichbaren Geräten anderer Hersteller :)).

Die **FC50** empfehle ich nur, wenn Sie auf der Waage nicht regelmäßig dosieren möchten. Sie ist aber ausreichend genau, wenn es z.B. um das Einstellen eines Pulverfüllers geht.

Der Aufpreis zwischen FC50 und **PLC100B-C** lohnt sich meist für die Kunden besonders, wenn es um das „Trickeln“ geht. Viele sind nach einem Wechsel auf diese Version sehr viel zufriedener. Beste „Einstiegswaage“ unter den professionellen Waagen.

Der Aufpreis zwischen PLC und **JJ100B** kann sich unter bestimmten Bedingungen lohnen. Das heißt, Munitionsverbrauch in Vereinsgröße, keine guten Umgebungsbedingungen sicherzustellen, mit der PLC noch nicht zufrieden, wenn Ihnen die 120 € Aufpreis nicht wehtun oder Sie aber Wert auf eine allgemein möglichst hochwertige und langlebige Technik legen.

Beim Wechsel der JJ-B zur **JJ223BC** erhalten Sie für einen Aufpreis von nur noch 20% einen deutlich größeren Mehrwert, wenn es um das reine technische Potential der Waage geht. Im Hausgebrauch kann ich die Waage aber nur für „Genauigkeitsfanatiker“ empfehlen, die wissen was Sie machen. Als Einstiegswaage nicht zu empfehlen.

**E100YB-C**, also die bessere Version der PLC: Diese Baureihe wurde ursprünglich als Ergänzung zur JJ-B entwickelt, für Einsätze bei denen eine möglichst hochwertige Wägezelle benötigt wird (gleiche wie in der JJ100B), aber für den mobilen Einsatz zwingend ein leichtes Gehäuse aus Kunststoff erforderlich ist, die Möglichkeit zum Batteriebetrieb da keine Stromversorgung vor Ort sichergestellt ist und ein platzsparender Transport mit demontierbarem Windschutz benötigt wird (Paketvolumen nur ca. 25% einer JJ-B). Auf einer Forschungsreise in den Amazonas kann das wichtiger sein als ein möglichst zuverlässiges Ergebnis durch bessere Abschirmung von Umwelteinflüssen. Zuhause, wenn die Waage nur stationär Netzteil betrieben wird: Im Vergleich zur PLC haben Sie hauptsächlich nur den Vorteil der langlebigeren Wägezelle. Wären Sie bereit mehr zu investieren um bessere Ergebnisse zu erhalten, raten wir lieber zu der in gleicher Preisklasse liegenden zur JJ-B.

### **Umtausch / Rückgabe:**

Auch weise ich gern auf die Möglichkeit der normalen Rückgabe als Widerruf hin, wenn Sie mit der Waage nicht zufrieden sind (binnen einem Monat und in gutem Zustand).

Nach Ablauf der Widerrufsfrist: Bei einem Umtausch in ein für Sie besser geeignetes Modell, ist eine Verrechnung Ihrer alten G&G Waage möglich. Dies gilt zeitlich unbefristet, wobei sich die Höhe der Verrechnung nach Zustand und Umfang der Rücksendung richtet. Daher Verpackung bitte aufheben.

**Wichtig:** Die Waage darf keine Rückstände von Pulver aufweisen, andernfalls ist uns Rücknahme & Weiterverkauf als gebrauchtes Gerät nicht möglich. Sprengstoff darf niemals an unbefugte gelangen. Im Fall einer Rücksendung, bitte gut reinigen, ggf. auch aufschrauben und innen trocknen reinigen (Pinsel oder vorsichtig absaugen).

## Weitere allgemeine Fehlerquellen für alle Waagen

**Zunächst: Bitte bedenken Sie, dass es sich um eine Laborwaage handelt.**

Dabei ist nicht gemeint, dass der Raum, in den Sie die Waage stellen, Ihr Labor wird. Sondern diese Waagen benötigen Laborbedingungen um Ergebnisse in Laborqualität zu erzeugen.

Dazu gehört auch, dass die Anwender durch Ausbildung oder Studium mit dem korrekten Umgang von Waagen geschult wurden, um bestmögliche Resultate in Laborqualität zu erhalten. In der normalen Anleitung finden Sie die technischen Hinweise zur Waage und zur allgemeinen Nutzung, keine 3-Jährige Ausbildung als Laborassistent/In.

Deshalb haben wir hier nochmal die wichtigsten Eigenschaften geschildert, die speziell Waagen-Laien hilft, möglichst genaue und frustfreie Ergebnisse beim Wiederladen zu ermitteln.

Denn ja: Es macht tatsächlich einen Unterschied ob die Waage an einem Fenster steht oder in der Nähe eine Stromleitung entlang fühlt. Und auch die weißen Baumwollkittel sind nicht nur wegen der Optik die vorgeschriebene Dienstkleidung.

### Statische Aufladung

Ein sehr „gemeiner“ Fehler, der große Probleme verursacht, aber vollkommen unsichtbar ist.

Den Effekt kennen Sie von einem Luftballon, den Sie erst am Wollpulli reiben und dann an die Haare halten. Die Haare werden von dem Ballon angezogen. Halten Sie den „aufgeladenen“ Ballon über die Wiegefläche, zieht die Ladung die Wiegefläche nach oben und die Waage läuft in den negativen Bereich. Legen Sie den aufgeladenen Ballon auf die Waage, zieht sich der Ballon in Richtung Gehäuse nach unten. Die Waage ermittelt mehr als das eigentliche Gewicht. Von der reinen vorhandenen elektrostatischen Aufladung spürt man nichts, diese ist für Menschen nicht wahrnehmbar. Ohne die mögliche Ursache zu kennen, sieht daher alles nach einem Defekt der Waage aus. Merken können wir nur die plötzliche Entladung einer schon stark angestauten Spannung ab ca. 2.000 V beim Berühren einer Türklinke. Gemeinhin bekannt als „ein gewischt bekommen“.

Um das Problem zu vermeiden ist wichtig, die beim Schütten unvermeidbar entstehende statische Aufladung abzuleiten. Als Widerlader haben Sie den Vorteil, dass das Pulver von fast allen Herstellern bereits ab Werk zum Schutz vor statischer Ladung eine geringe Mengen Metall enthält oder mit Graphit beschichtet ist. Den Pulver Herstellern geht es darum zu vermeiden, dass es bei der plötzlichen Entladung des Pulvers und den dabei entstehenden Funken, etwa bei dem Durchschütteln während des Transports, zu einer Entzündung des Pulvers kommt.

Anschließend ist wichtig, dass die Ladung abgeführt werden kann. Einmal mittels Wägeschälchen aus Metall oder antistatischem Kunststoff weg von dem Pulver und im nächsten Schritt Weg von der Waage.

Insbesondere bei Kunststoffboden (PVC, Laminat oder Kunstharzbeschichtungen) auf dem Sie in Schuhen mit Kunststoffsohle stehen, funktioniert das Umfeld allerdings eine Gummiisolierung um ein Stromkabel und verhindert eine natürliche Erdung durch Sie, wenn Sie die Schale berühren. Nutzen Sie Hilfsmittel die für die Arbeit an sensiblen Elektrobauteilen gedacht sind, etwa leitfähige Arbeitsoberflächen oder Armbänder mit Anschluss an den Erdungspol der Steckdose. Stichwort für Google: ESD-Schutzmaßnahmen (Erst die JJ-BC besitzt ein 3-Poliges Stromkabel mit Erdungsanschluss, mit den Erdungsleiter sind alle Bauteile bis zur Wägefläche verbunden).

Eine weitere Ursache ist ganz leicht vermeidbar: Wenn im oben genannten Beispiel der Pulli nicht aus Wolle, sondern Polyester ist, würde sich dieser ebenfalls statisch aufladen. Ganz ohne Ballon, durch Reibung, die normaler Bewegung entsteht. Das Display fängt an zu laufen, sobald Sie der Ärmel der Waage nähert.



## Elektrische Felder

Sie kennen den Effekt von einem Radio oder Mikrofon, neben das Sie ein Handy legen und anrufen. Die Funkstrahlung wird von der Antenne des Handys ohne Zielrichtung in alle Richtungen ausgestrahlt und im Normalfall vom Sendemast in ein paar km Entfernung empfangen. Dabei entsteht immer, wenn die „Frequenzwelle“ auf die Antenne im Sendemast trifft eine Spannung, die wiederum von der Software im Sendemast verstanden und als Gesprächsdateien weitergeleitet wird.

Liegt das Handy nah an der Antenne des Radios, werden auch darin Spannungen erzeugt, die den Empfang des Radiosignals stören. Es knackt und brummt hörbar im Lautsprecher.

Eine Waage besitzt keine Antenne, doch wirken sich diese Felder auf alle leitenden Bauteile wie Kabel und Sensoren aus. Das gilt für alle Elektrogeräte.

Bei den meisten Geräten unproblematisch, doch muss die Auswertelektronik einer digitalen Waage zwangsläufig empfindlicher arbeiten als ein Empfänger eines Radios.

Neben der weitreichenden Strahlung von Mobiltelefonen und anderen Hochfrequenzfeldern, die uns allgegenwärtig umgeben (Radiosignale, W-Lan, Funkmaus am PC,...) werden auch Felder von unseren normalen 230V/50 Hz Stromleitungen und daran angeschlossenen Geräten verursacht. Die sind auch aktiv, wenn kein Gerät dran angeschlossen ist (Über diese Felder lassen sich mit einem Leitungssuchgerät in der Wand verlegte Kabel aufspüren, bevor Sie ein Loch bohren). Niederfrequenzfelder breiten sich jedoch nur in einem sehr kleinen Umfeld um das Gerät aus und sind bei schwachen Geräten schon nach wenigen cm nicht mehr wahrnehmbar.

Im Normalfall sorgen die Softwarefilter dafür, das ein zwischenzeitliches „Knacken“ im Messsignal ausgefiltert und nicht im Display angezeigt wird. Sind die oben beschriebenen Filter zum Dosieren deaktiviert und befinden sich „strahlende“ Geräte in der Nähe, wird sich das bei der PLC und anderen Waagen mit Kunststoffgehäuse auf das Messsignal auswirken (Kunststoff wird problemlos durchdrungen).

In der JJ-B jedoch befindet sich unter dem eigentlichen Gehäuse eine Kapsel aus Alu Guss, in der sich die Wägezelle befindet. Elektrische Felder in Stärke von normalen Haushaltsgeräten stellen kein Problem dar.



**Magnetische Felder** verursachen ähnliche Störungen wie elektrische Felder, lassen sich jedoch kaum abschirmen und durchdringen Aluminium oder Stahl ohne Probleme. Magnetische Felder gehen besonders von starken Elektromotoren aus (Staubsauger, Bohrmaschinen oder speziell im Laborbereich von Zentrifugen, Rührer, Rüttler...). Diese Felder entstehen nur, wenn das entsprechende Gerät eingeschaltet ist und breiten sich lediglich in einem sehr kurzen Abstand aus. Sofern unvermeidbar, empfehlen wir Waage und weitere Geräte, die zur gleichen Zeit betrieben werden, in einen Abstand von etwa einem Meter aufzubauen.

### **Ruckler am Tisch**

Besonders wenn die Sensibilität auf die höchste Stufe gestellt ist, reagiert die Waage sofort und extrem empfindlich auf alle Erschütterungen am Arbeitsplatz. Gemeint ist kein Erdbeben, sondern wenn Sie beim Arbeiten den Tisch mit dem Arm berühren. In dem Video der PLC ist das recht deutlich erkennbar:

<https://youtu.be/dj4NXSe4SbE?t=313>

Ein professioneller Wägetisch ist entweder massiv aus Granit, wiegt 500 kg und ist unverformbar, egal was Sie damit machen. Oder er besitzt einen zweiteiligen Aufbau, bei dem in der Tischplatte, die Sie beim Arbeiten zwangsläufig berühren, eine zweite kleine Tischplatte eingelassen ist, auf der die Waage steht. Meist ist die aus Granit, Marmor oder einem schweren Kunststein.

Der Granitblock besitzt seinen eigenen Rahmen und ist nicht dem Arbeitstisch verbunden. Und zusätzlich ist der Stein dämpfend gelagert, damit sich auch Erschütterungen aus dem Boden nicht in die Waage übertragen. Brauchen die PLC und JJ-B noch nicht, kann aber je nach Boden und Fundament des Hauses ab 0,0001 g erforderlich sein.

Kosten: 4-stellig. Haben wir auch nicht im Sortiment.

Meist reicht ein kleiner Beistelltisch neben der Werkbank auf der Sie arbeiten oder ein Wandregal, das Sie über dem Tisch an die Wand schrauben.

### **Temperaturdrift**

Ab der PLC sind alle Waagen dafür ausgelegt, einmal eingeschaltet für Monate am Stück zu laufen. Doch wenn die Filter deaktiviert sind, zeigt die Waage dabei auch alle weiteren Veränderungen im Messsignal als vermeintliche Veränderung des Gewichts an. Wie Sie wissen, dehnt sich Metall bei Wärme aus und zieht sich bei Kälte zusammen. Mit dem bloßen Auge nicht sichtbar, aber messbar. Die größer werdende Wägezelle hat einen direkten Einfluss auf das Messsignal (Längere Wägezelle = größere Hebelwirkung, wie bei einer Wippe).

Der gleiche Effekt hat einen Einfluss auf das Metall, aus dem die Leiter in allen elektronischen Bauteilen sind. Je wärmer es wird, desto größer wird der elektrische Widerstand in Kabeln, Sensoren und Chips.

(Dieser Effekt wird beispielsweise von einem elektrischen Thermometer genutzt, dessen Auswerteinheit genauso wie einer Digitalwaage arbeitet).

Hier eine Messkurve bis zum nächsten Mittag auf einer PLC.

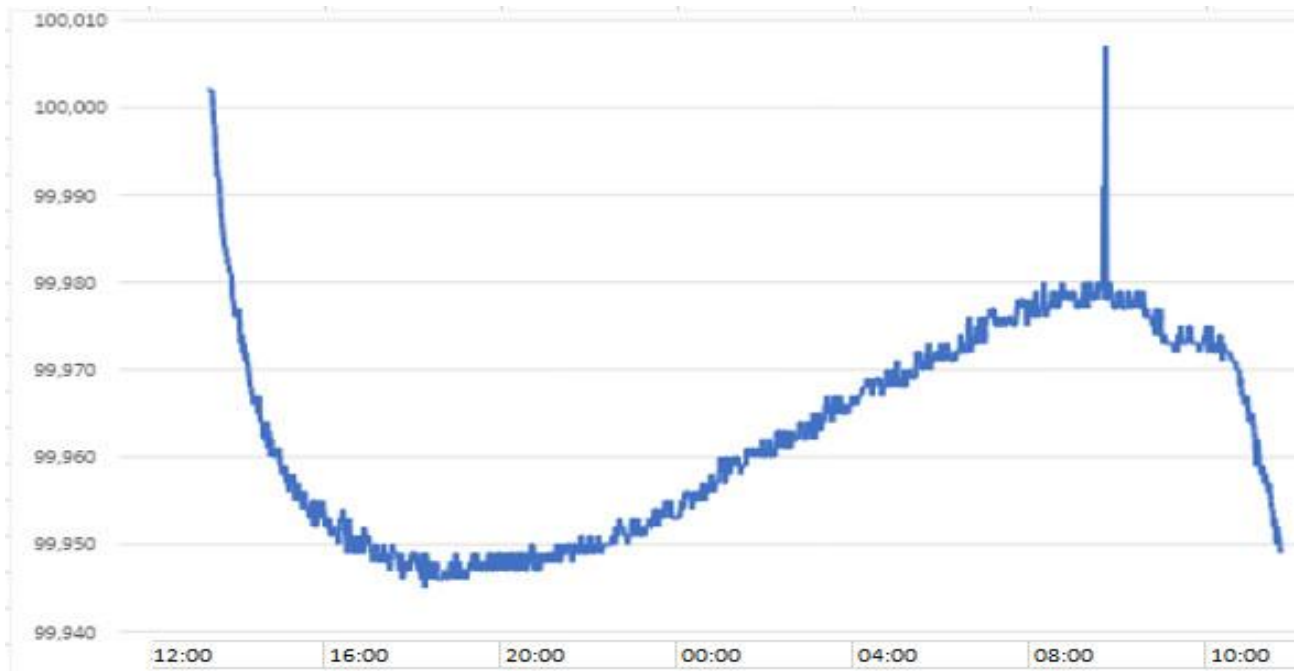
Wetterinfo:

Ein schöner Frühlingstag mit fast 10 Sonnenstunden. Frühling, tagsüber draußen 18 °C, nachts 9°C.

Heizung im Büro: Tagsüber soll 22 °C, Nachtabenkung von 17 Uhr bis 6:30 Uhr auf 18 °C.

Im Lager ein paar Grad kühler. Waage wurde von dort geholt, ausgepackt, in den Dosiermodus gesetzt und die Waage mit dem Gewicht darauf stehen gelassen. Gewicht wurde alle einmal die Minute über die RS232 Schnittstelle abgefragt.

**Hinweis zum Diagramm:** Das sieht schlimmer aus, als es ist. Die Ansicht ist vergrößert und zeigt nur die Ergebnisse zwischen 99,940g und 100,010g. Die tatsächliche Abweichung ist auf einer 10cm hohen Skala die von 0 g bis 100g reicht so klein, dass es nicht erkennbar ist.



**Erklärung:** Direkt nach dem Einschalten kommt es zu einer schnellen Erwärmung der Waage. Zum einen durch die Temperaturveränderung von Lager ins Büro, zum anderen, da die Waage frisch eingeschalten wurde. Die Nachtabsenkung der Heizung ist ab 17:30 Uhr aktiv. Es wird nicht sofort 18 °C kalt, aber der Raum beginnt langsam abzukühlen, die Wägezelle zieht sich zusammen. Ab 6:30 fährt die Heizung wieder hoch, damit zum Arbeitsanfang wieder ein normales Arbeitsumfeld erreicht ist. Hinweis zum großen Sprung um 8:24 Uhr: Da bin ich ins Büro gekommen, Bürotür ging in 5 Metern Entfernung auf (Windschutz war bei dem Test nicht montiert). Ab ca. 11 Uhr geht es wieder so extrem schnell abwärts, da die Sonne durch das Fenster auf den Tisch scheint, auf dem die Waage platziert wurde.

Wie kann man das vermeiden:

Alle Filter auf „Max“ stellen. Problem ist nur, dass sich das nicht mit der Dosierung von Pulver verträgt, siehe die Erklärung bei der FC-50.

Oder einen klimatisierten Messraum bauen. Gemeint ist keine Klimaanlage, sondern ein Raum in dem ganzjährig 20 °C herrschen, mit Toleranz im Bereich  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Einstrahlung von Sonnenlicht ist verboten und der Raum muss so klimatisiert werden, dass keine Zugluft entsteht. Normale Klimaanlagen fallen raus. Einfach keine Klimaanlage verwenden, weil Sie z. B. in einem kalten Keller arbeiten, reicht auch nicht aus. Jeder menschliche Körper produziert 75 – 100 Watt Wärme. Im Sitzen, ohne Sport oder anstrengende Tätigkeit. Der Raum wird sich langsam erwärmen.

Alternativ: Baureihe JJ-BF, eine JJ-BC mit im Gehäuse eingebauten Justiergewicht.

Bei einer Änderung von 1,5°C oder nach spätestens 3 Stunden wird die Justierung automatisch ausgelöst. Mittels eines Elektromotors wird das Gewicht unter die Wiegefläche gehängt und nach der Justierung wieder entfernt (Aufpreis ca. 120 € zur normalen JJ-BC). Das hilft, eine sich „einschleppende“ Abweichungen zu vermeiden.

Bei allen anderen Waagen bleibt nur gelegentlich auf TARE zu drücken, wenn die Anzeige nach dem Entfernen des Pulvers nicht auf 0 steht. Und bei längeren Messreihen die Waage regelmäßig selbst zu justieren.

## Normale Toleranz

Sie kennen es bestimmt: komplett Windstill, Sonne blendet nicht, ausgeschlafen, ruhige Hand, perfekte Munition, perfekte Waffe - trotzdem sieht das Ziel am Ende so aus:



*(cc manfredrichter, pixabay)*

Ich weiß, auf dem Foto ist ein Bogen. Knallt nicht, ist langweilig. Und jagen darf man damit auch nicht. Aber, das Problem haben alle, die versuchen möglichst oft das gleiche Ziel zu treffen.

Selbst wenn Sie die Waffe nicht in der Hand halten, sondern einspannen. Dass die Kugel 10 mal an exakt der gleichen Stelle einschlägt: fast unmöglich.

So einen Streukreis gibt es nicht nur bei Waffen, sondern auch bei allen Arten von Messgeräten und ist unter dem Punkt „Reproduzierbarkeit“ im Datenblatt der Waage ersichtlich. Das ist der Bereich der technisch unvermeidbaren mögliche Toleranz, in der die Anzeige der Waage landet, wenn unter den identischen Bedingungen dasselbe Gewicht mehrfach hintereinander aufgesetzt wird.

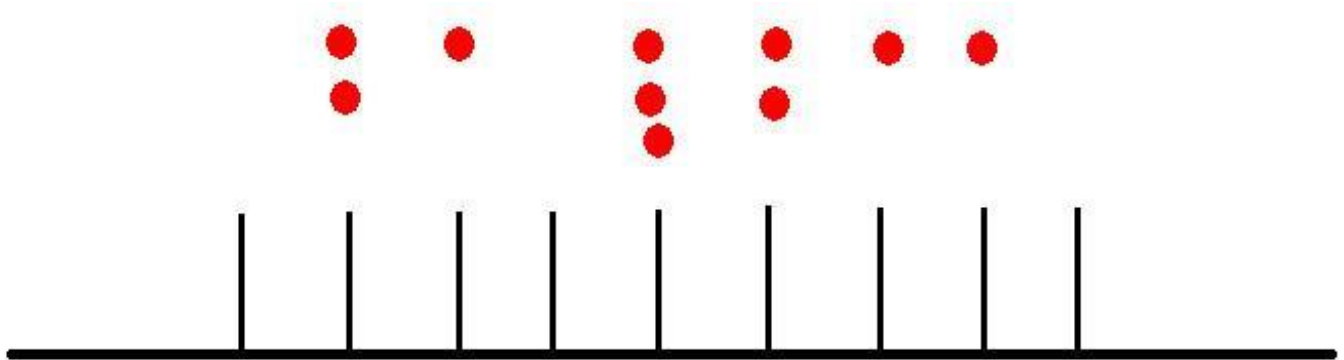
Angegeben ist diese Angabe auf den Datenblättern entweder direkt in „±Gramm“ oder in „± d“, wenn das Datenblatt für mehrere Modelle mit unterschiedlicher Ablesbarkeit erstellt ist.

In dem Fall steht „1 d“ steht für ein Ablesbarkeitsschritt, z.B.  $\pm 0,001\text{g}$  auf den hier genannten Waagen.

### Reproduzierbarkeit:

Um es bildlich wie einen 2-Dimensionalen Streukreis darzustellen:

Nach dem Aufsetzen von dem identischen Gewicht, hat die Waage in diesem Bereich getroffen. Jeder Strich, ist ein Wert der Ablesbarkeit:



Wir haben 3 mal die Mitte getroffen, manchmal etwas weiter rechts, manchmal auch weiter links. Da zeigte die Waage dann etwas zu viel oder zu wenig Gewicht an. Der Mittelpunkt aus den 10 Versuchen liegt gerundet bei dem fünften Strich. Von da aus hat die Waage eine reproduzierbare Streuung von -3 und +3 Ablesbarkeitsschritten nach unten und oben.

### Linearität:

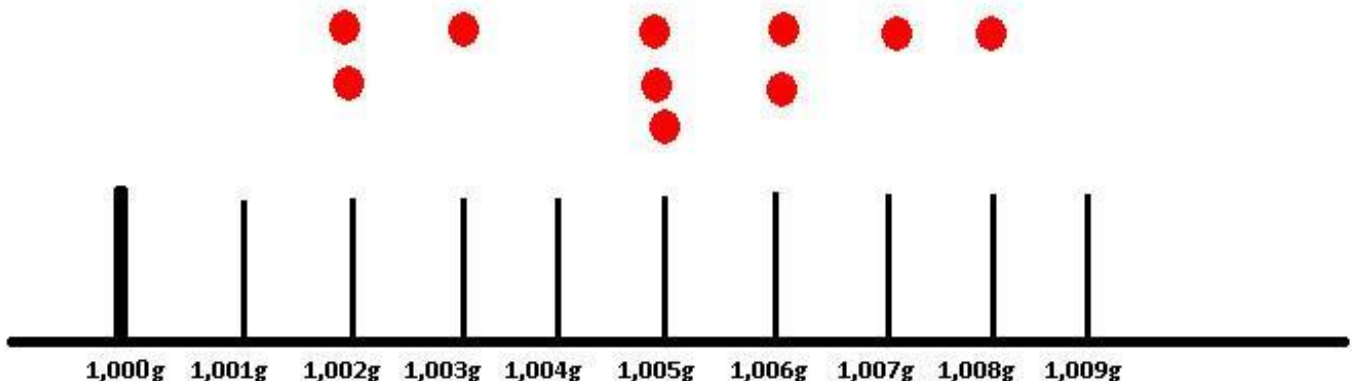
Die zweite wichtige Toleranz die es gibt, ist die Linearität.

Auch die werden Sie als Schütze kennen: Liegt der Trefferkreis bei dem Einschießen der Waffe zwar sehr eng zusammen, aber nicht in der Mitte der Zielscheibe wohin Sie gezielt haben, sondern alle sind oben links reingegangen, ist vermutlich das Zielfernrohr verstellt. Das können Sie neu ausrichten bis umgangssprachlich die Kugeln, da landen wo Sie hinsollen.

Bedenken Sie, dass der Satz ist nicht richtig ist. Wie die Kugel den Lauf verlässt, wurde nicht verändert. Sie schauen jetzt nur dahin, wo die Waffe ohne Optik schon vorher hin geschossen hat.

Bei Waagen gibt es das gleiche Problem:

Hier nochmal das gleiche Bild, dieses Mal wird aber die im Bild 1 ausgeblendete Skala angezeigt.



Der Mittelwert von mehreren Versuchen mit dem Aufliegen des 1,000g Gewichts liegt also bei 1,005g, wir haben also einen linearen Messfehler von + 0,005g.

Genauso wie bei der Optik einer Waffe, ist es am wahrscheinlichsten, dass Waage "verstellt" ist. Das kann mit einer neuen Justierung sehr einfach behoben werden. Die Waage lernt über mindestens zwei Referenzpunkte mit bekannten Referenzgewichten, wie schwer ein Gewicht von z.B. 0g sowie 100g ist. Darüber stellt sich die Waage ein. Die Skala wird dabei „verschoben“, das alte Ergebnis von 1,005g wird jetzt als 1,000g angezeigt wird.

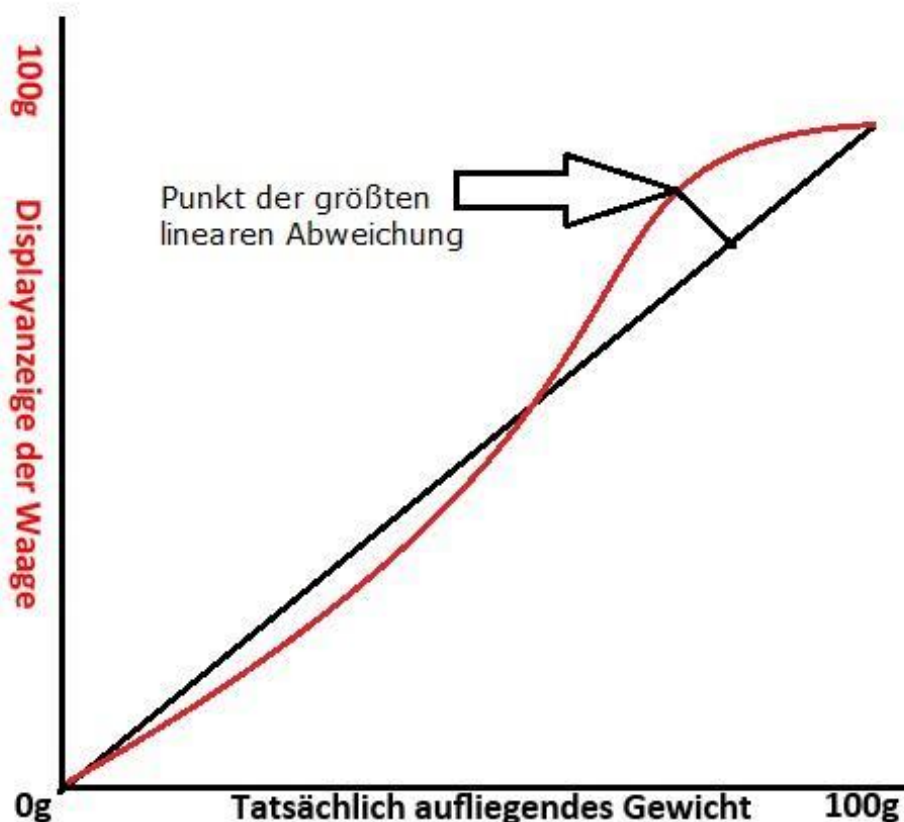
Die Justierung der Waage dauert knappe 10 Sekunden und sollte regelmäßig durchgeführt werden, um möglichst korrekte Ergebnisse zu erreichen. Besonders der Temperaturdrift verursacht, dass sich die Skala verschiebt oder verzerrt.

Aber: Es ist kein Allheilmittel. Es wirkt sich auf das tatsächliche Messsignal der Wägezelle genauso wenig aus, wie das Einstellen der Optik auf die Flugbahn der Kugel. Die Reproduzierbarkeit bleibt unverändert, das neue Ergebnis liegt nun zwischen 0,997g und 1,003g.

Eine kritische lineare Abweichung verbleibt nach der Justierung:

Fertigungsbedingt kann es passieren, dass die Wägezelle in bestimmten Bereichen etwas schwächer oder etwas stärker arbeitet. Das heißt: Sie legen 10g drauf, die Wägezelle gibt aber zu wenig nach. Legen Sie 20g drauf, passt es perfekt, legen Sie 30g darauf, gibt die Wägezelle zu weit nach, bei 40 g passt es wieder. Obwohl die Waage frisch justiert ist, liegt unser „Trefferbild“ nicht ganz auf der schwarzen Linie, sondern teilweise daneben.

Der Punkt, der bei einem Test mit verschiedenen Gewichten über den kompletten Messbereich maximal möglich ist, ist als „lineare Abweichung“ im Datenblatt der Waage angegeben.



**Schwarz = theoretischer Idealwert**

**Rot = Beispiel einer linearen Abweichung des tatsächlichen Messwertes.**

## Was heißt das nun?

Überlegen Sie, wie stark Ihr Ergebnis maximal abweichen darf.

Erster Gedanke: Klar, auf 0,000000001%. Maximal!

Zum Vergleich: Die Metallplättchen, aus denen Euromünzen geprägt werden, sind mit  $\pm 3\%$  gefertigt. Genauer ergibt keinen Sinn und würde die Kosten in die Höhe treiben, ohne dass eine Verbesserung vorliegt. Es reicht, wenn der Fahrkartenautomat eine 1 € Münze von einer 50 Cent Münze unterscheiden kann.

Überlegen Sie deshalb als nächstes, wie genau die Waage sein muss und ab welcher Grenze eine „genauere“ Waage mit 0,00001 g Ablesbarkeit nur zu Frust führen würde, da die Umgebungsbedingungen keine Verbesserung im Ergebnis zu lassen.

Und dabei geht es ja nicht nur um die hier angesprochenen Punkte, die sich auf die Waage selbst auswirken. Beispiel: Luftfeuchtigkeit. Diese macht das Pulver schwerer, sodass Sie je nach Wetter weniger oder mehr Pulver laden, obwohl die Waage genau das richtige Gewicht misst. Und anschließend verändert die enthaltene Feuchtigkeit das Abbrennverhalten des Pulvers.

Lesenswert: <https://chronoplotter.com/2021/08/19/how-does-humidity-affect-powder/>

Können Sie die da gemessenen Unterschiede zwischen 53% und 65% nicht kontrollieren und wird es zu der Abweichung von +0,24% kommen, ergibt es keinen Sinn eine Waage zu bezahlen, die auf 0,01% genau arbeiten kann. Das Schussbild wird nicht besser. Selbst wenn das Pulver im Humidor verwahrt wird oder Sie eine neue Packung Pulver öffnen:

Sobald der Deckel auf und die Luftfeuchtigkeit im Laderaum nicht reguliert ist, werden Sie höchstens noch frustrierter, da Sie jetzt dem Pulver beim Aufsaugen der Feuchtigkeit live zuschauen. Das resultierte dann schon häufiger in Rücksendungen und Beschwerden, dass die Waage weg läuft und bei denen wir im Langzeittest mit statischen Gewichten aus Metall im klimatisierten Prüfraum nichts finden konnten. Und überhaupt, das Schussbild: Das Pulver ist verantwortlich für die Beschleunigung der Kugel im Lauf und damit wie hoch / niedrig die Kugel nach einer bestimmten Distanz landet.

Ist die Füllmenge der einzige Faktor, müssten bei 10 Schuss alle wie eine Linie perfekt senkrecht auf der Zielscheibe eintreffen, ohne Abweichung nach links oder rechts. Ist das nicht der Fall, sondern haben Sie ein eher rundes Trefferbild, wird es weitere Faktoren geben die mindestens so stark sind, wie die Abweichungen im Pulver.

## Die Toleranzen der verschiedenen Modelle:

### FC:

So empfindlich gegen äußere Einflüsse, dass ohne zu wissen wo die Waage steht, keine verbindliche Angabe möglich ist. Das technische Potential der Wägezelle unter Laborbedingungen:  $\pm 0,01\text{g}$

### PLC100B-C

Laut Datenblatt: Reproduzierbar  $\pm 0,005\text{g}$ , Linear:  $\pm 0,005\text{g}$ .

Hinweis: Da geben wir vorsichtige Angaben an, da wir wissen, dass die Waage oft von Laien gekauft werden, die Umgebungsbedingungen eher weniger gut sind und wir nicht wissen was der Kunde damit macht. Dennoch müssen diese Werte über die komplette Garantiezeit erreicht werden.

Bei Beachtung der oben genannten Hinweise erreichen Sie insgesamt (Beide Toleranzen zusammen):  $\pm 0,006\text{g}$  (0,08 Grain), **Entspricht bei 3g (46,30 Grain):  $\pm 0,2\%$**

**JJ-B, JJ-BC und JJ-BF mit 0,001g:**  $\pm 0,003\text{g}$  / 0,04 gn, entspricht bei 3g / 46,30 Gn:  **$\pm 0,1\%$**

**JJ-BC und JJ-BF mit 0,1 mg:**  $\pm 0,0003\text{g}$  / 0,004 gn, entspricht bei 3g / 46,30 Gn:  **$\pm 0,01\%$**