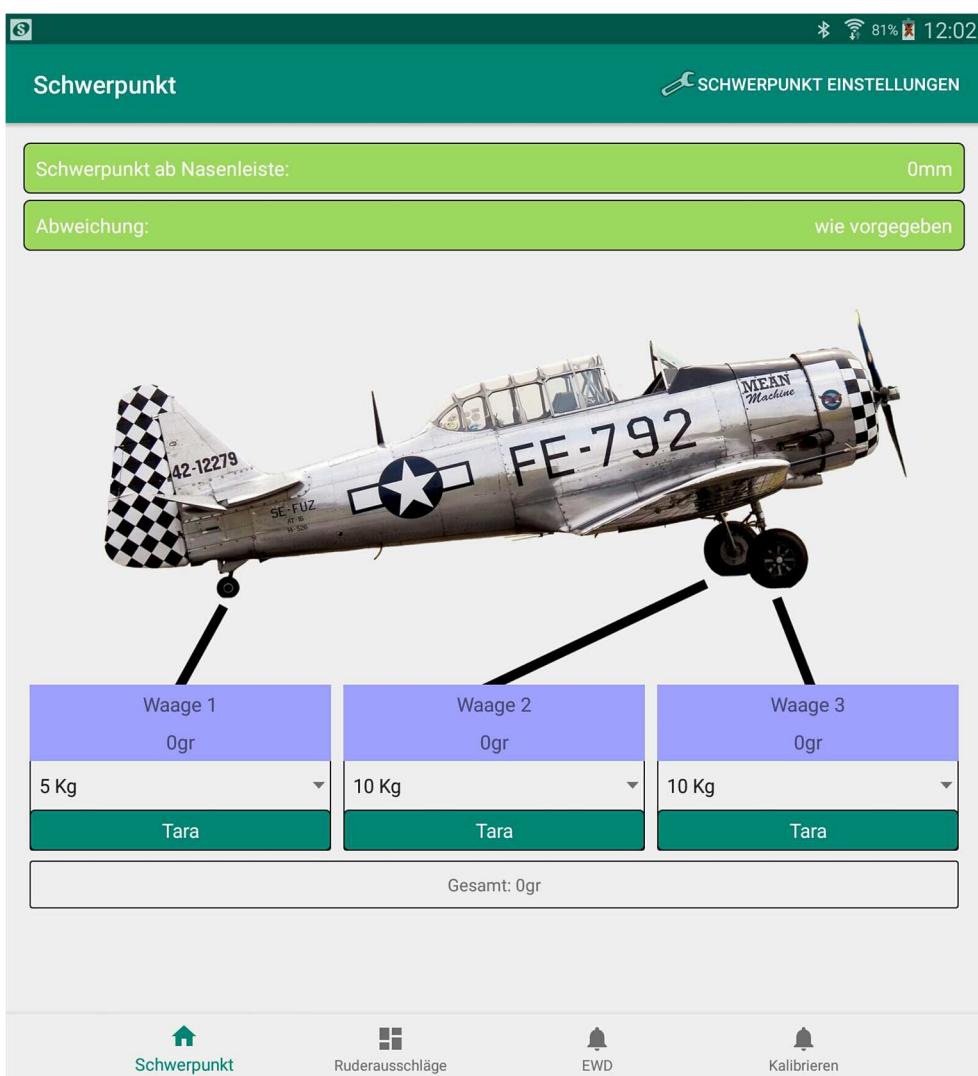


# Benutzerhandbuch

## RC Plane Setup Wizzard



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
Überblick .....	4
Inbetriebnahme des Systems .....	5
Messaufbau und Inbetriebnahme des Mikrocontrollers.....	5
Waagen .....	5
Neigungssensoren .....	7
Verbindungsaufbau zwischen Android-Gerät und Controller .....	8
Installation der mobilen Anwendung .....	8
Verwendung des Systems .....	10
Überblick über die Funktionen .....	10
Schwerpunkttermittlung .....	10
Abstand zwischen vorderen und hinteren Waagen .....	12
Anhebung Waage 1.....	13
Abstand Waage 2 und Nasenleiste.....	13
Schwerpunktvorgabe ab Nasenleiste.....	13
Ruderausschläge .....	15
Record Start .....	15
Ruder Einstellungen .....	16
EWD (Einstellwinkeldifferenz).....	17
Kalibrieren .....	18
Neigungssensor Kalibrieren .....	18
Waage kalibrieren .....	18

## Vorwort

Das vorliegende Benutzerhandbuch soll Ihnen helfen, die Funktionen des „RC Plane Setup Wizard“ zu verstehen und das System bedienen zu können. Das Mess-System ist aus der Projektarbeit „PAMF“ (Pilotierung eines appbasierten Messsystems für Fluggeräte) mit den weiteren Personen Gernot Goetz und Thomas Aulich entstanden und wurde nach Fertigstellung der Entwicklung mit dem Produktnamen „RC Plane Setup Wizard“ betitelt.

Der RC Plane Setup Wizard ist ein Hilfsmittel, Modellflugzeuge mit Tragflächen vor dem Flug am Boden auszumessen und einzustellen zu können. Ein gut eingestelltes Flugmodell nutzt die konstruktionsbedingten Eigenschaften bestmöglich aus. Ein schlecht eingestelltes Flugmodell führt zu schlechten Flugeigenschaften und ggf. zum Absturz. Durch einen Absturz hervorgerufene Schäden können abhängig vom Fluggerät sehr kostspielig sein. Im schlimmsten Fall droht der Totalverlust.

Die folgenden Parameter können mit dem RC Plane Setup Wizard eingestellt werden:

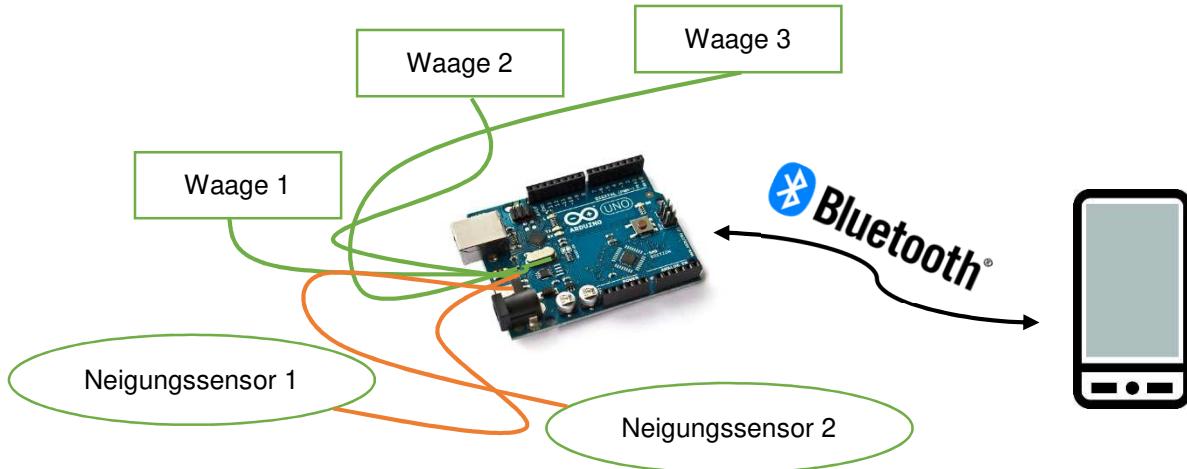
1. Einstellwinkeldifferenz (EWD) zwischen Tragflächen und Höhenruder
2. Einstellung des Schwerpunkts auf die errechnete Position
3. Einstellung der maximalen Ruderausschläge für die Höhen- und Querruder

## Überblick

Das System besteht aus mehreren Komponenten. Generell kann eine Unterscheidung getroffen werden zwischen einer Apparatur zur Durchführung der Messungen und einer mobilen Anwendung („mobile app“) zum Auslesen der Apparatur und Darstellen der Messergebnisse.

Die Apparatur wiederum kann untergliedert werden in verschiedene Sensoren, die Gewichte oder Winkel messen und einem Mikrocontroller, an den die Sensoren angeschlossen werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Komponenten im Überblick:



Mit den 3, über Kabelverbindung angeschlossenen Waagen, wird der Schwerpunkt des Modells ermittelt. Dazu wird das Fluggerät mit den 3 Rädern des Fahrwerks auf jeweils eine Waage gestellt.

Die ebenfalls per Kabel verbundenen Neigungssensoren werden an den Tragflächen bzw. am Leitwerk montiert, um die Ruderausschläge zu messen.

Für die Stromversorgung des Mikrocontrollers ist eine externe Spannungsquelle 7-21V (Netzteil bzw. Lipo-Akku mit 2-5S im Außenbetrieb) zu verwenden.

Das Device (Android Mobiltelefon oder Tablet) mit der mobilen App wird mit dem Mikrocontroller per Bluetooth gekoppelt.

Die folgende Abbildung zeigt das (vorläufige) Gehäuse des Mikrocontrollers mit den eindeutig beschrifteten Ports.



## Inbetriebnahme des Systems

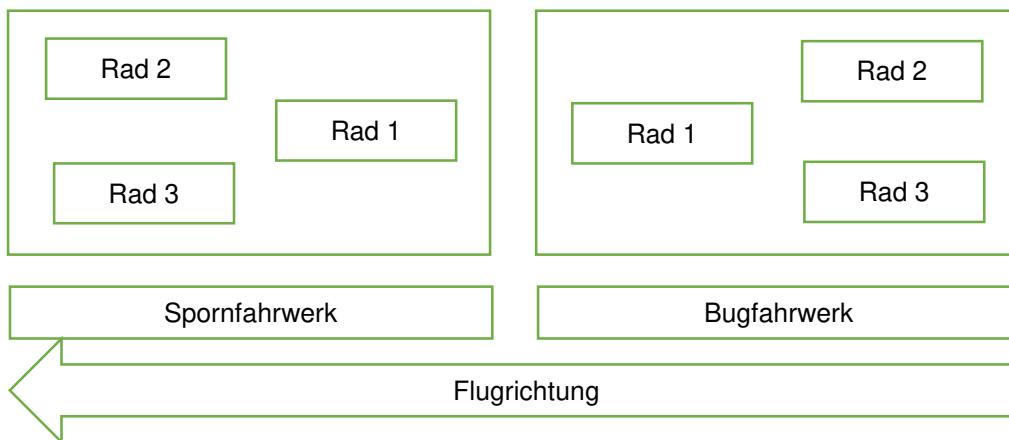
### Messaufbau und Inbetriebnahme des Mikrocontrollers

Der Mikrocontroller wird zunächst mit den Sensoren verbunden. Jeder Sensor ist mit einem eigenen Kabel ausgestattet. Die Waagen verfügen über einen USB-Stecker und die Neigungssensoren sind mit RJ45-Steckern ausgestattet.

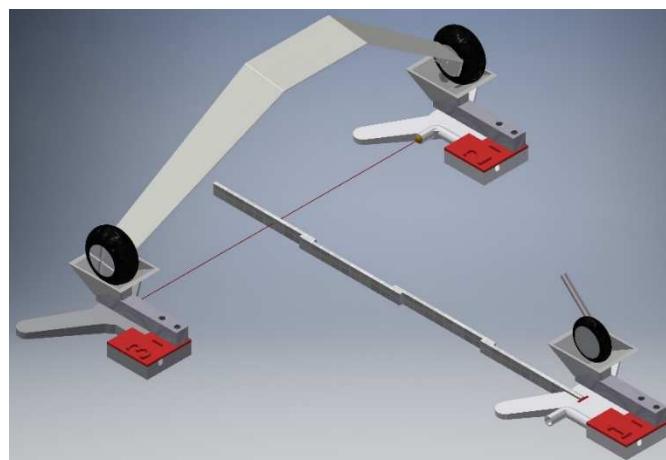
#### Waagen

Bei den Waagen kommt es darauf an, dass sie mit den richtigen Ports verbunden werden. Zu diesem Zweck wurden sowohl Waage als auch Buchsen entsprechend gekennzeichnet (Nummeriert von „1“ bis „3“).

Die Waagen können entsprechend den Modellgewicht gewählt werden. Es können Waagen bis 1Kg, 5Kg und 10Kg Maximalgewicht genutzt werden. Die vom Setup Wizzard unterstützten Fluggeräte verfügen immer über ein dreirädriges Fahrwerk. Zwei Räder befinden sich dabei auf gleicher Höhe, sie stehen also parallel zur Flugrichtung. Das sind die Räder, die beim Start bis zum Schluss Bodenkontakt haben und bei der Landung als erstes aufsetzen. Das dritte Rad muss nur ein geringeres Gewicht verkraften. Es liegt entweder vor (Bugfahrwerk) oder hinter (Spornfahrwerk) den Tragflächen. Dementsprechend können auch die Waagen unterschiedlich ausgelegt werden, weshalb die richtige Portzuordnung eine Rolle spielt.



Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau der Waagen im Fall eines Spornfahrwerks und gleichzeitig die Durchführung der erforderlichen Abstandsmessung:

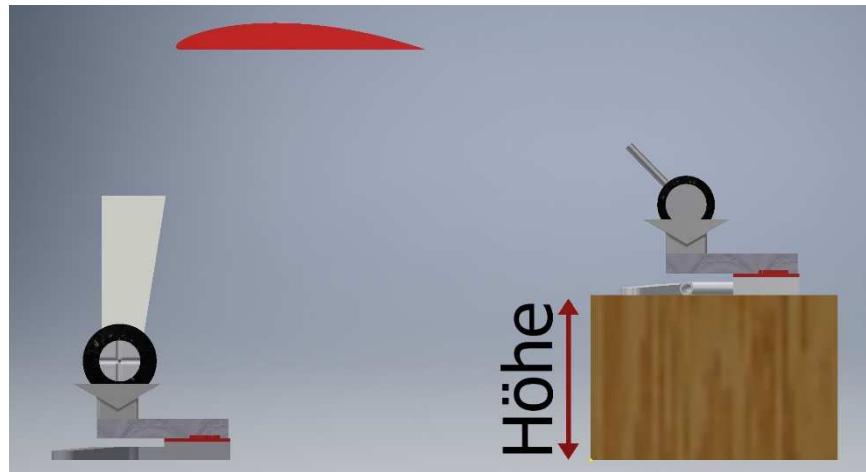


Die Messung des Abstandes zwischen den Waagen wird durch zwei Hilfsmittel unterstützt:

1. An der Halterung der Waage 1 befindet sich eine Aussparung für die Aufnahme der Spitze eines Zollstockes.
2. Zwischen dem parallel aufzubauenden anderen Waagen-Paar (2 und 3) verläuft ein Laserstrahl, an dem der Abstand zwischen den Wiege-Elementen auf dem Zollstock abgelesen werden kann.

Beim Aufbau der Waagen ist auf darauf zu achten, dass der Zollstock lotgerecht den Laserstrahl kreuzt.

Über eine weitere Messung wird der Neigungswinkel des Flugzeugrumpfes ermittelt, damit dieser in der Berechnung des Schwerpunktes berücksichtigt werden kann:



Das Fluggerät ist dabei soweit am Wiegeelement der Einzelwaage 1 anzuheben, bis sich die Tragfläche in einer waagerechten Lage befindet. Anschließend ist der Abstand zwischen der Unterseite der Waage zum Grund zu ermitteln (In der Abbildung oben als „Höhe“ bezeichnet).

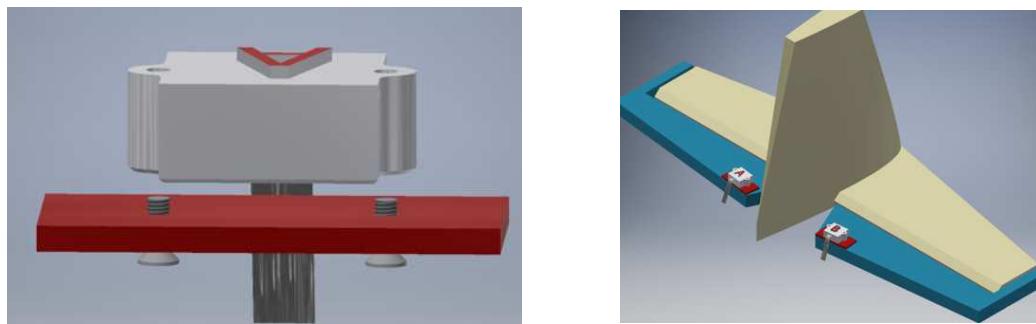
## Neigungssensoren

Die Neigungssensoren werden für 2 verschiedene Messungen verwendet:

1. Messung der Ruderausschläge
2. Messung der Einstellwinkeldifferenz (EWD)

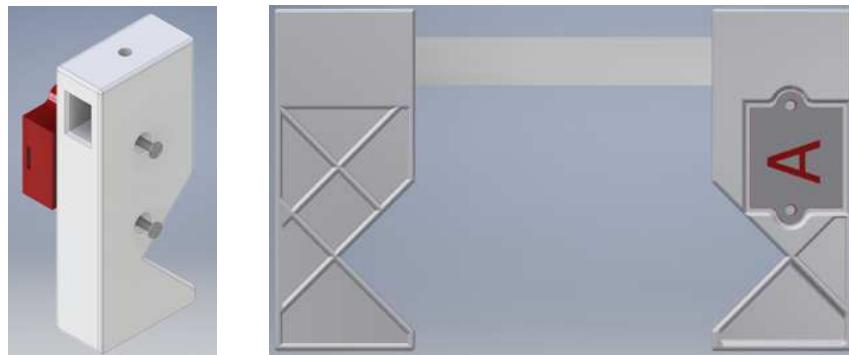
### Ruderausschläge

Zur Messung der Ruderausschläge werden die Neigungssensoren mit den Halteplatten verschraubt. Die Fixierung Halteplatten am Ruder erfolgt beispielsweise mit Wäscheklammern.



### Einstellwinkeldifferenz (EWD)

Zur Messung der Einstellwinkeldifferenz werden die Neigungssensoren mit der Halterung für die EWD verschraubt und auf die zugehörige Führungsschiene geschoben:



Die mit den Sensoren bestückten Führungsschienen werden für die EWD-Messung an Tragfläche und Höhenruder angebracht:

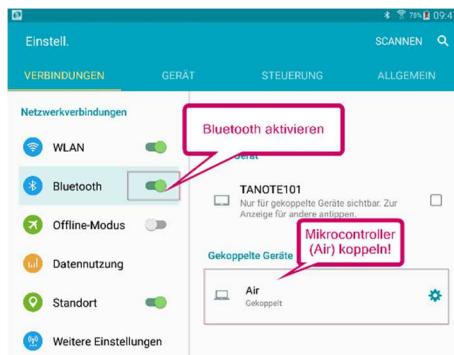


## Verbindsaufbau zwischen Android-Gerät und Controller

Für die Verbindung zwischen der App und dem Mikrocontroller wird eine Bluetooth-Verbindung genutzt. Diese Verbindung muss dazu zuvor über das Android-Gerät hergestellt werden. Der Mikrocontroller ist automatisch nach dem Start für eine Kopplung bereit.

Dazu gehen Sie wie folgt vor:

1. Starten Sie den Mikrocontroller, indem Sie ihn mit einer Spannungsquelle (z.B. Netzteil oder andere Batterie) verbinden.
2. Öffnen Sie auf dem Android-Gerät die Einstellungen-App.
3. Aktivieren Sie Bluetooth
4. Jetzt müsste ein Gerät „Air“ angezeigt werden. Dieses Gerät ist der Mikrocontroller. Bitte koppeln Sie das Gerät mit dem Android-Device
5. Erfolgskontrolle: Jetzt sollte der Status von „Air“ als gekoppelt angezeigt werden.



## Installation der mobilen Anwendung

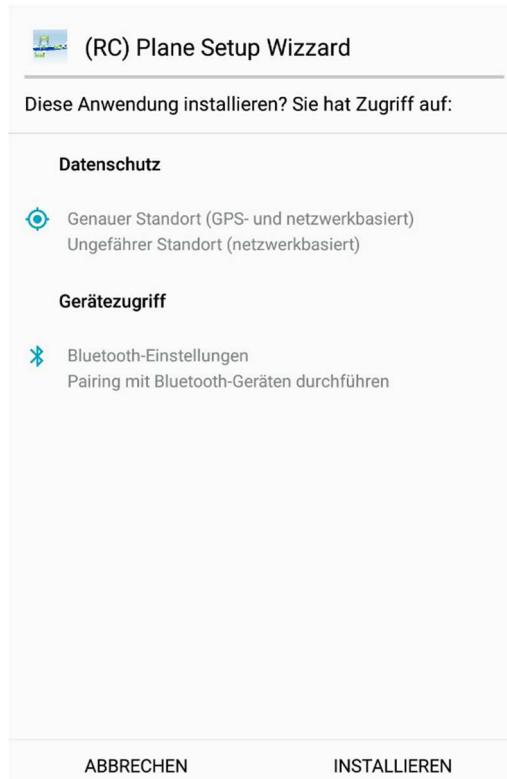
Während der Pilotierungsphase ist die mobile Anwendung noch nicht über einen App-Store verfügbar. In dieser Phase muss die Anwendung manuell installiert werden.

Die App wird dazu als Datei (Datei-Endung „.apk“) ausgeliefert. Die App ist nicht signiert, insofern kann das Android-Gerät den Urheber der Anwendung nicht verifizieren. Deshalb muss die Installation der .apk-Datei vorbereitet werden.

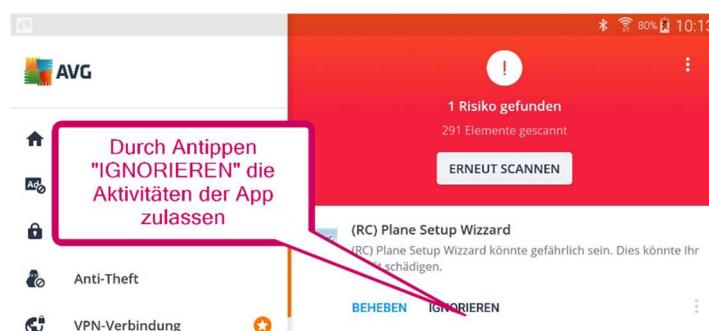
Öffnen Sie zunächst wieder die Einstellungen-App und Navigieren Sie zum Menü „Allgemein → Sicherheit“ und markieren Sie, dass Sie der Installation von Anwendungen aus unbekannten Quellen zustimmen.

Laden Sie nun die .apk-Datei auf das Android-Gerät. Sie können es dazu mit einem PC verkabeln, eine E-Mail auf das Gerät schicken oder einen Share (Drop-Box, Google, Microsoft etc.) verwenden.

Öffnen Sie anschließend die Datei, um die Installation zu starten. Während der Installation müssen Sie die Anwendung berechtigen, auf die Standortdienste und Bluetooth zuzugreifen. Dazu wählen Sie im erscheinenden Popup-Window die Option „INSTALLIEREN“ aus:



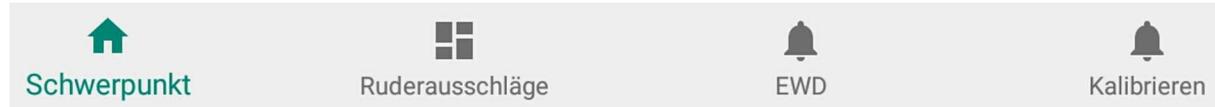
Unter Umständen werden Aktivitäten der App von einem verwendeten Virenschanner als „verdächtig“ eingestuft. Um zu verhindern, dass die App an der Ausführung von Funktionen gehindert wird sollte sie dem Virenschanner gegenüber als vertrauenswürdig eingestuft werden. Normaler Weise „meldet“ sich das Virenschutzprogramm, sobald es verdächtige Aktivitäten erkennt. An dieser Stelle können die verdächtigen Aktivitäten per Benutzereingabe ignoriert werden. Die folgende Abbildung zeigt diese Einstellung am Beispiel des AVG-Virensanners. Das Verhalten kann aber je nach Virenschutzprogramm variieren.



## Verwendung des Systems

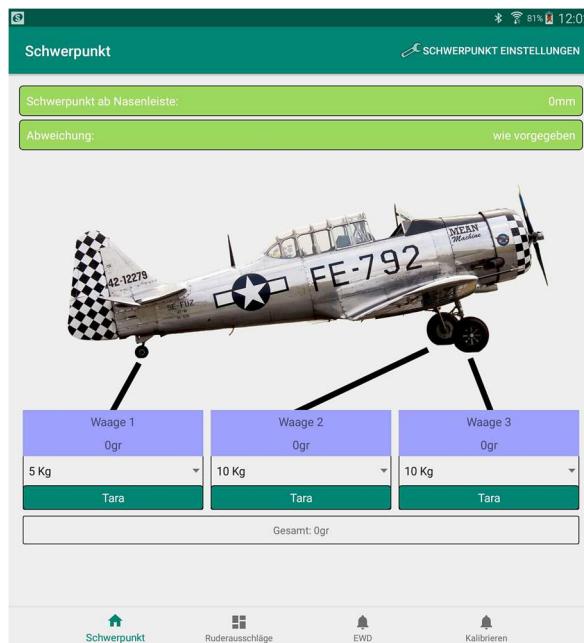
### Überblick über die Funktionen

In der App kann am unteren Bildschirmrand zwischen den 4 Hauptfunktionen umgeschaltet werden:



- Schwerpunktermittlung:** Hier wird über 3 Waagen die aktuelle Position des Schwerpunktes des Fluggeräts ermittelt (CG).
- Ruderausschläge:** Hiermit werden die Ausschläge der an der Tragfläche bzw. dem Leitwerk befindlichen Ruder angezeigt. Im Wesentlichen geht es hierbei die Ausschläge zweier Ruder zu synchronisieren, wobei auch gegenläufige Ausschläge (Querruder) berücksichtigt werden können, und den maximalen Ruderausschlag nach Herstellerangabe einzustellen.
- EWD:** Bei dieser Funktion geht es darum, die Einstellwinkeldifferenz zwischen der Tragfläche und dem Höhenruder zu bestimmen. Diese sollte im, durch den Hersteller vorgegebenen, Bereich liegen.
- Kalibrieren:** Das Kalibrieren dient dem Einmessen der Waagen und Sensoren. Normalerweise sind diese Komponenten bereits eingemessen. Durch Fertigungstoleranzen, bei nicht erklärbaren Messfehlern oder nach dem Austausch von Komponenten (Ersatzlieferung) kann das Kalibrieren notwendig werden.

### Schwerpunktermittlung



Im Hauptschirm der Schwerpunkt-Seite kann in der Titelzeile die Einstellungs-Seite für die Eingabe der Daten für die Waagen-Abstandsmessung gemäß Messaufbau aufgerufen werden („Schwerpunkt einstellen“).

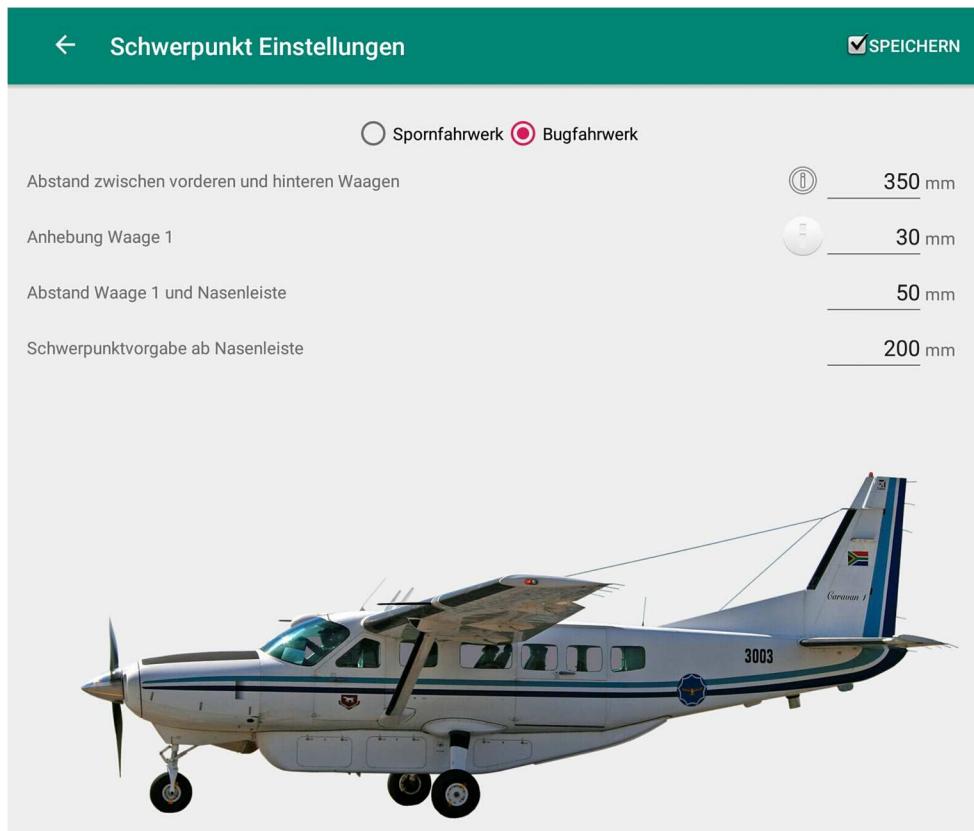
Darunter befindet sich die Anzeige des voreingestellten Abstands ab Nasenleiste und deren Abweichung.

Unterhalb der Flugzeug-Symboldarstellung werden die Steuerelemente für die 3 Waagen abgebildet. Hier wird jeweils angezeigt, welches Gewicht die Waage augenblicklich misst. Außerdem kann zwischen den Waagen-Typen (maximale Last: 1 KG, 5KG oder 10 KG) umgeschaltet werden. Durch Drücken der „Tara“-Buttons wird jeweilige Waage „genullt“.

Für eine ordnungsgemäße Messung sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Einstellung der Waagen-Typen (ggf. Umstellung zwischen 1 KG, 5 KG und 10 KG)
2. „Nullen“ der Waagen durch Drücken der Tara-Buttons
3. Aufsetzen des Fluggerätes auf die Waagen
4. Einstellung der gemessenen Distanzen und der Höhe
5. Ablesen der Abweichung des Schwerpunktes zur vorgegebenen Position

Die folgende Abbildung zeigt die Unter-Seite „Schwerpunkt Einstellungen“ in der App:



Hier wurden bereits der Fahrwerkstyp (Bugfahrwerk) ausgewählt und die Abstandsmessungen eingegeben. Durch Drücken von „SPEICHERN“ gelangt man zurück zur Schwerpunkt Seite.

Es sind 4 Messparameter einzugeben, damit die App den genauen Schwerpunkt sowie die Abweichung errechnen kann. Die Parameter sollten in der Reihenfolge von oben nach unten ermittelt werden. Im Folgenden wird kurz erläutert, wie diese Werte ermittelt werden können.

## Abstand zwischen vorderen und hinteren Waagen

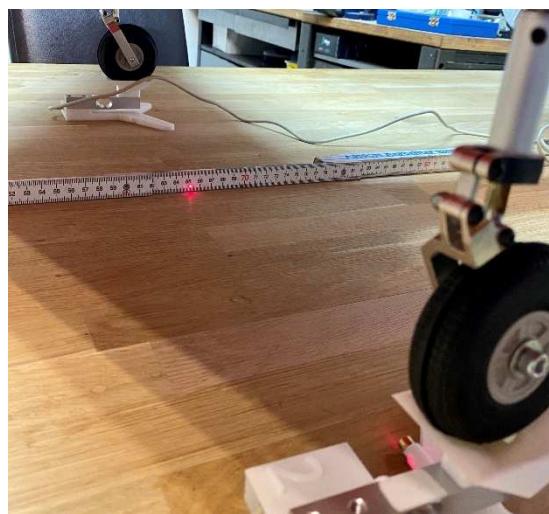
Alle 3 Waagen auf einem ebenen Untergrund stellen und das Flugzeug auf den Waagen positionieren. Den Laser zwischen Waage 2 und Waage 3 so ausrichten, dass dieser das runde „Ziel“ an Waage 3 trifft. Dadurch ist sichergestellt, dass dieser genau parallel zum Fahrwerk verläuft.



Einen Zollstock (am besten mit metallischer Spitze) an den magnetischen Anschlag der Waage 1 (links vom Wiegeelement) schieben.



Der Abstand wird dann durch den Laserstrahl am zwischen den Waagen 2 und 3 auf dem Zollstock markiert. Dieser Wert wird in Millimeter in der App eingetragen.

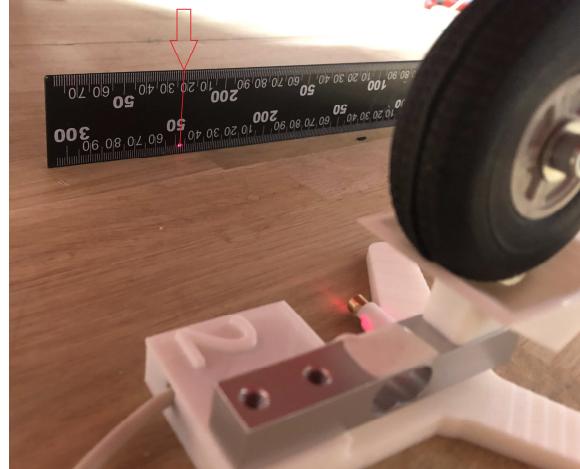


### Anhebung Waage 1

Bei einem Spornfahrwerk steht der Rumpf am Heck tiefer um die Kippneigung dieses Fahrwerktyps zu reduzieren. Für eine genaue Schwerpunktbestimmung muss das Heck angehoben werden, bis sich das Flugzeug in Fluglage befindet. Dazu kann die Waage beispielsweise durch Holzbretter angehoben werden. Die Höhe dieser Anhebung wird dann in der App eingetragen. Es muss der Abstand zwischen dem Grund und der Unterseite der Waage gemessen werden.

### Abstand Waage 2 und Nasenleiste

Für diese Messung kann ebenfalls der Laserstrahl des Modells genutzt werden. Wenn sich das Modell in Fluglage befindet kann mit einem Anschlagwinkel die Entfernung gemessen werden. Dazu wird der Winkel von vorne mit der Skala nach unten bis an die Nasenleiste geschoben. Der Laserpunkt markiert auf der Skala den Abstand.

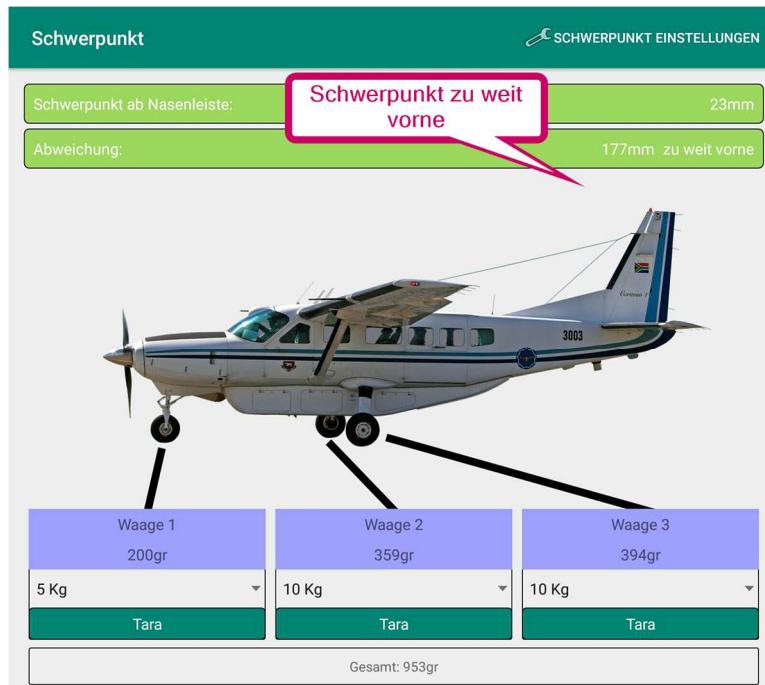


**ACHTUNG: Bei dem Anschlagwinkel auf die richtige Skala achten!** Die meisten Anschlagwinkel haben 2 Skalen um den jeweiligen Abstand des Außen- und des Innenwinkels zu messen. Hierbei die Skala des Außenwinkels nutzen und den Abstand in der App eintragen (im Bild liegt dieser beispielweise bei 222mm).

### Schwerpunktvorgabe ab Nasenleiste

Dieser Parameter wird nicht gemessen sondern wurde vom Entwickler des Modells anhand der Modellparameter berechnet. Die Angabe der Schwerpunktposition befindet sich in der Bauanleitung des Modells.

Nachdem alle Angaben gemacht wurden, kann mit dem Speichern Button zurück zur Übersichtsseite gesprungen werden. Auf der Schwerpunktseite werden nach Aufsetzen des Fluggerätes auf die Waagen die Messergebnisse angezeigt:



Im vorliegenden Beispiel gibt es also eine Erhebliche Abweichung des tatsächlichen Schwerpunktes zum Soll-Schwerpunkt und es müssen Veränderungen am Modell (Gewichtsverlagerung, zusätzliche Gewichte etc.) vorgenommen werden.

### Ruderausschläge

Zur Durchführung der Messung werden zunächst beide Sensoren am selben Ruder befestigt und durch Drücken der „Tara“-Buttons genullt.

Anschließend wird einer der beiden Sensoren umgesetzt und an dem, vom anderen Servo angetriebene Ruder, befestigt.



Die oberen Abbildungen zeigen (links) den Vorgang des „Nullens“ (Tara). Und (rechts) die Anbringung der Sensoren auf beider Höhenruders.

Die Ruderwinkel werden im oberen Teil der Anzeige dargestellt. Dabei sind der jeweilige Winkel des Sensors sowie die Differenz beider Winkel zueinander abzulesen.

### Record Start

Wird der Button „Record Start“ gedrückt, werden die Messungen der Ruderausschläge über einen Zeitraum aufgezeichnet und in einem Diagramm dargestellt. Dadurch können die Abweichungen während der Ruderbewegungen besser analysiert werden:



In der Abbildung oben ist zu erkennen, dass es bei der Messung der Ruderausschläge zwischendurch zu kritischen Abweichungen gekommen ist (Kennzeichnung „rot“). Die Abweichungen werden zur besseren Darstellung mit dem Faktor 10 im Diagramm eingezeichnet um eine bessere Lesbarkeit zu ermöglichen. Eine Differenz von  $2^\circ$  wird somit als  $20^\circ$  ausgegeben. Das Diagramm kann mittels Drag

verschoben werden. Durch aufziehen nach oben und unten wird die Y-Achse gezoomt, aufziehen nach rechts und links zoomt die Zeitachse X.

#### Ruder Einstellungen

In den Einstellungen können die maximal angestrebte Differenz sowie die Rudertiefe eingegeben werden. Bei Überschreitung der eingestellten Differenz färbt sich die Winkelanzeige in der Darstellung rot. Bei einer Aufzeichnung wechselt die Differenz-Linie von grau nach rot.  
Durch Eingabe der Rudertiefe (Abstand vom Drehpunkt zur hinteren Kante des Ruders) kann der Ruderweg errechnet werden. Dabei wird immer der zurückgelegte Höhenunterschied der Ruder zum Grund errechnet.

### EWD (Einstellwinkeldifferenz)

Zur Messung der Einstellwinkeldifferenz müssen die Sensoren zunächst wieder genullt werden. Dazu werden sie mit der Führungsschiene zunächst nebeneinander an der Tragfläche montiert und es wird jeweils der „Tara“-Button in der App gedrückt. Alternativ kann die Nullung auch auf einer ebenen Fläche stattfinden.

Anschließend wird eine der beiden Schienen von der Tragfläche entfernt und am Leitwerk montiert.

Wichtig: In jedem Fall ist darauf zu achten, dass beide Führungsschienen mit dem Sensor in **hinterer** Position angebracht werden. Außerdem muss der Sensor „A“ wie im Bild unten an der Tragfläche und der Sensor „B“ am Leitwerk befestigt werden.



Die EWD-Messung ist eine punktuelle Messung und es bedarf hier im Gegensatz zur Messung der Ruderausschläge keiner Aufzeichnung der Messergebnisse, da sich das Fluggerät hierbei „in Ruhe“ befindet.



Die in der Abbildung oben dargestellte Winkeldifferenz beträgt -0,8 Grad. Damit könnte sie ggf. noch im Bereich der vom Hersteller vorgegebenen Toleranzen liegen.

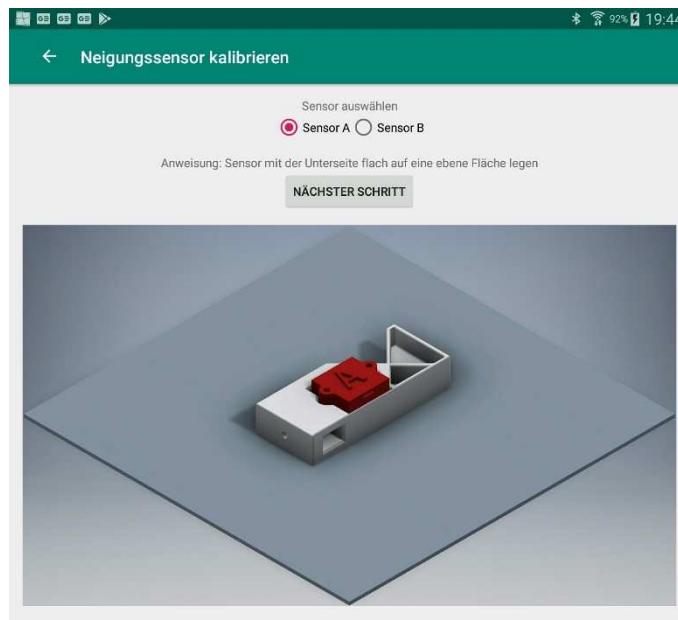
## Kalibrieren

Es können sowohl die Neigungssensoren als auch die Waagen kalibriert werden:

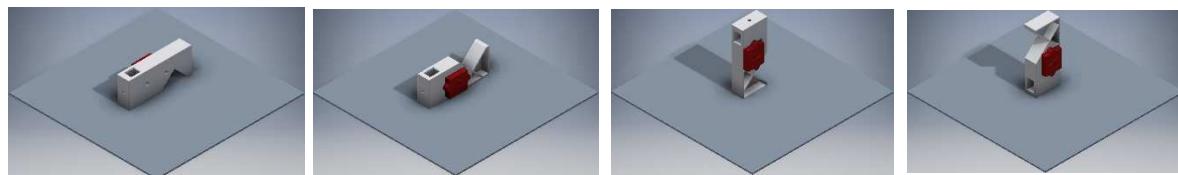


### Neigungssensor Kalibrieren

Nachdem der Button „NEIGUNGSSENSOR KALIBRIEREN“ gedrückt wurde führt die App den Benutzer nach Auswahl des Sensors („A“ oder „B“) mit entsprechenden Anweisungen durch den Kalibrierungsprozess. Dabei ist der mit der Halterung verschraubte Sensor (Ohne Führungsschiene) auf einer planen Oberfläche in verschiedene Positionen zu bringen. Nach der Positionierung gelangt man mit „NÄCHSTER SCHRITT“ jeweils zur nächsten Position, die der Sensor einzunehmen hat. Nach dem letzten Schritt ist die Kalibrierung des Sensors abgeschlossen.



Die folgenden Zeichnungen illustrieren weitere Positionen des Neigungssensors, die dem Benutzer auch jeweils in der App angezeigt werden:



### Waage kalibrieren

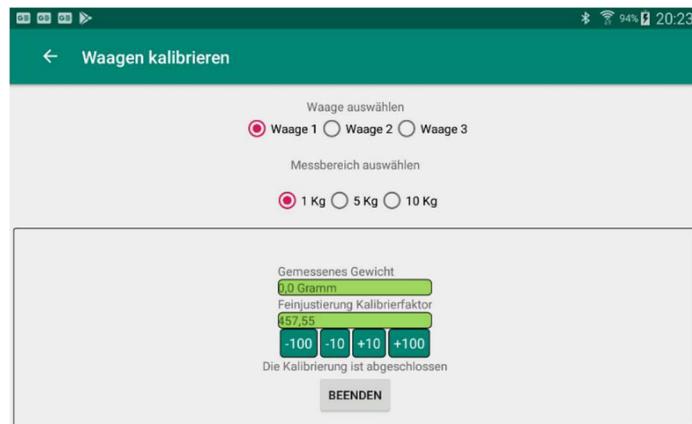
Nachdem der Button „WAAGEN KALIBRIEREN“ gedrückt muss der Benutzer zunächst bestimmen, welche Waage zu kalibrieren ist (Auswahl zwischen „1“, „2“ oder „3“). Anschließend muss der Waagen-Typ (Einstellung entweder „1 KG“, „5KG“ oder „10 KG“) bestimmt werden.



Es müssen alle Gewichte von der Waage entfernt werden. Dazu gehört auch das Abschrauben der Radwanne. Nach Drücken des „WEITER“-Buttons ist das Referenzgewicht zur Kalibrierung aufzulegen und das entsprechende Gewicht in der App einzugeben.



Erneutes Drücken des „WEITER“-Buttons bestätigt die Durchführung der Waagen-Kalibrierung:



Mit den Button unter der Anzeige kann der errechnete Kalibrierfaktor manuell durch den Benutzer verändert werden, falls die automatische Kalibrierung nicht das gewünschte Ergebnis liefert.