ROTORAMA

Carbon-Propeller

Propeller für FPV-Drohnen
Montage-, Prüf- und Wartungsanleitung



Lesen Sie vor der Verwendung die Sicherheitshinweise in Kapitel 1. Dieses Produkt ist für Personen ab 14 Jahren bestimmt.

Inhalt

1. Sicherheitshinweise

1.1 Bevor Sie beginnen

1.2 Drehende Propeller

1.3 Ein beschädigter Propeller ist gefährlich

2. Produktbeschreibung

2.1 Über das Produkt

2.2 So lesen Sie die Propellerbezeichnung

2.3 Material

3. Ausrichtung und Drehrichtung

3.1 Vorder- und Hinterkante

3.2 Welche Seite nach oben zeigt

3.3 Drehrichtung – CW und CCW

4. Montage

4.1 Was Sie benötigen

4.2 Montageablauf

4.3 Anziehen der Schrauben

4.4 Demontage

5. Prüfung der Propeller

6. Wartung und Lagerung

7. Fehlerbehebung

8. Informationen für den EU- und den tschechischen Markt

9. Garantie und Rechte aus mangelhafter Leistung

1. Sicherheitshinweise

1.1 Bevor Sie beginnen

- Lesen Sie diese Anleitung vor der Montage und dem ersten Flug vollständig durch und bewahren Sie sie zum späteren Nachschlagen auf.
- Propeller sind Ersatzteile für FPV-Drohnen und Multikopter. Dieses Produkt ist für **Personen ab 14 Jahren** bestimmt. Jüngere Personen dürfen das Produkt nur unter Aufsicht eines Erwachsenen handhaben.
- Verwenden Sie die Propeller stets gemäß den Anleitungen der Drohne, der Motoren und des Flugcontrollers (FC), für die sie bestimmt sind.

1.2 Drehende Propeller

Propeller drehen sich im Flug mit sehr hoher Drehzahl. Ein drehender Propeller kann **schwere Schnitt- und Risswunden** verursachen, die Augen verletzen und Sachschäden anrichten. Ein abgebrochenes Blatt oder ein gelöster Propeller wird mit hoher Geschwindigkeit in die Umgebung geschleudert.

- **Montieren und demontieren Sie Propeller stets bei ausgeschalteter Drohne.** Motoren können unerwartet anlaufen, z. B. nach einem versehentlichen Arm (Motoren freigegeben) oder einem Konfigurationsfehler.
- Führen Sie Prüfstandstests der Motoren, die Konfiguration im Konfigurator (z. B. Betaflight) und die Kontrolle der Drehrichtung **bei abgenommenen Propellern** durch.
- Halten Sie sich bei eingeschalteter Drohne nicht in der Rotationsebene der Propeller auf, greifen Sie nicht in ihren Bereich und halten Sie Abstand zu Personen und Tieren.
- Große Carbon-Propeller haben eine hohe Blattspitzengeschwindigkeit und dünne, steife, scharfe Kanten – ein Treffer durch einen drehenden Propeller verursacht schwere Verletzungen.
- Wir empfehlen, bei Arbeiten an der Drohne und bei Tests eine Schutzbrille zu tragen.
- Versuchen Sie niemals, einen drehenden Propeller mit der Hand oder einem Gegenstand anzuhalten.

1.3 Ein beschädigter Propeller ist gefährlich

Ein Propeller mit gerissenem, verbogenem, abgebrochenem oder abgenutztem Blatt kann im Flug zerbrechen. Ein unwuchtiger Propeller verursacht zudem Vibrationen, die Motor, Lager und Flugcontroller belasten und das Flugverhalten der Drohne verschlechtern.

Einen beschädigten Propeller niemals richten, kleben oder schleifen – ersetzen Sie ihn stets durch einen neuen.

2. Produktbeschreibung

2.1 Über das Produkt

Großer Zweiblattpropeller aus Kohlefaserverbundstoff (Carbon) für größere Drohnen mit langer Flugzeit. Er wird mit dem **T-Mount**-System mit zwei M3-Schrauben befestigt. Die Propeller werden paarweise für beide Drehrichtungen (CW und CCW) geliefert.

2.2 So lesen Sie die Propellerbezeichnung

Propeller sind meist mit einem Code gekennzeichnet, der Durchmesser, Steigung und Blattanzahl angibt. Es werden zwei Schreibweisen verwendet:

Schreibweise	Beispiel	Bedeutung
Kurzcode	1755-2	Durchmesser 17", Steigung 5,5", 2 Blätter
Kurzcode	2055-2	Durchmesser 20", Steigung 5,5", 2 Blätter

- Der **Durchmesser** wird durch den Drohnenrahmen bestimmt – der Propeller muss mit Abstand zu den Armen, den anderen Propellern und dem Drohnenkörper in den Rahmen passen.
- Die **Steigung** ist die Strecke, die der Propeller bei einer Umdrehung theoretisch zurücklegen würde. Eine höhere Steigung bedeutet mehr Geschwindigkeit und eine höhere Motorbelastung, eine niedrigere Steigung einen ruhigeren Flug und eine geringere Stromaufnahme.
- **Blattanzahl** – Zweiblattpropeller sind am effizientesten (lange Flüge), Dreiblattpropeller sind der gängigste Kompromiss, mehr Blätter erhöhen den Schub bei kleinem Durchmesser.
- **Drehrichtung** – Propeller werden paarweise für beide Drehrichtungen verkauft, siehe Kapitel 3.3.

2.3 Material

Die Propeller bestehen aus Kohlefaserverbundstoff (Carbon).

- Carbon ist sehr steif und leicht – der Propeller biegt sich unter Last kaum durch.
- Bei einem Aufprall verbiegt er sich nicht, sondern reißt, splittert, oder das Blatt delaminiert im Inneren. Solche Schäden sind von außen nicht unbedingt sichtbar.
- Bei Beschädigung entstehen scharfe Splitter und feiner Carbonstaub. Schleifen oder bohren Sie einen beschädigten Propeller nicht und atmen Sie den Staub nicht ein.
- Carbon ist elektrisch leitfähig – entfernen Sie Propellerbruchstücke von der Drohne und aus der Nähe von Elektronik.

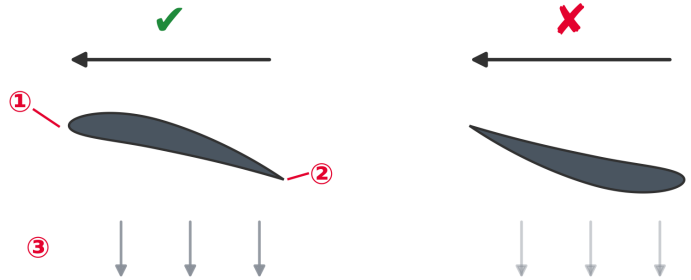
Keines der Materialien ist unzerbrechlich. Auch ein widerstandsfähiger Propeller verliert nach einem Aufprall Form und Wuchtung – prüfen Sie ihn nach einem Absturz stets gemäß Kapitel 5.

3. Ausrichtung und Drehrichtung

Der häufigste Montagefehler ist ein **verkehrt herum montierter Propeller** oder ein **Propeller für die entgegengesetzte Drehrichtung**. Die Drohne überschlägt sich dann nach dem Arm, hebt nicht ab oder verhält sich instabil.

3.1 Vorder- und Hinterkante

Jedes Propellerblatt hat zwei Kanten. Die **Vorderkante** ① ist abgerundet, dicker und **liegt höher** – sie geht bei der Drehung voran und „schaufelt" die Luft. Die **Hinterkante** ② ist dünn, scharf und liegt tiefer. Der Propeller drückt die Luft ③ nach unten, zum Drohnenrahmen hin.



Querschnitt eines Propellerblatts. Der Pfeil oben zeigt die Bewegungsrichtung des Blatts. Links: richtig – die abgerundete Vorderkante ① geht voran, die Hinterkante ② liegt hinten. Rechts: verkehrt herum montierter Propeller – die scharfe Hinterkante geht voran und der Propeller erzeugt nahezu keinen Schub.

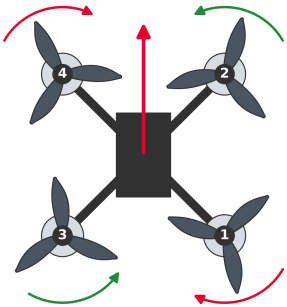
3.2 Welche Seite nach oben zeigt

Der Propeller wird mit der **gewölbten Seite der Blätter nach oben** montiert – vom Motor weg. Die Vorderkanten der Blätter liegen höher als die Hinterkanten, und von oben gesehen geht die abgerundete Kante in Drehrichtung stets voran.

- Meist zeigt auch die Seite mit der eingeprägten oder aufgedruckten Modellbezeichnung und der glänzenderen Oberfläche nach oben. Die Hersteller garantieren dies jedoch nicht – **entscheidend ist stets die Form des Blatts**.
- Ein verkehrt herum montierter Propeller lässt sich nicht durch Einstellungen im Flugcontroller korrigieren. Nehmen Sie ihn stets ab und drehen Sie ihn um.

3.3 Drehrichtung – CW und CCW

Ein Quadrokopter hat, von oben gesehen, zwei Propeller, die sich **im Uhrzeigersinn (CW)**, und zwei, die sich **gegen den Uhrzeigersinn (CCW)** drehen. Die Propeller für beide Richtungen sind spiegelbildlich und werden daher paarweise geliefert. Ein Propeller für einen CW-Motor drückt auf einem CCW-Motor die Luft nach oben, und die Drohne überschlägt sich nach dem Arm.



Draufsicht, der Pfeil zeigt nach vorn. Standardlayout von Betaflight (Quad X, props in): Motoren 1 und 4 drehen im Uhrzeigersinn (CW, rot), Motoren 2 und 3 gegen den Uhrzeigersinn (CCW, grün).

- In der Betaflight-Standardeinstellung drehen sich die Propeller **„nach innen“ (props in)** – die vorderen Blätter bewegen sich über der Nase der Drohne zur Mitte hin.
- Bei aktivierter Option *Motor direction is reversed* (props out) drehen sich alle Motoren in die Gegenrichtung, und die Propeller werden umgekehrt montiert. Diese Option ändert nicht die Drehrichtung der Motoren selbst – diese wird in den Drehzahlreglern (ESC) oder durch Vertauschen der Motorkabel eingestellt.
- Prüfen Sie die Drehrichtung **bei abgenommenen Propellern** im Konfigurator (Reiter *Motors*) und montieren Sie die Propeller erst danach entsprechend der tatsächlichen Drehrichtung.

▶ So erkennen Sie, für welche Drehrichtung ein Propeller bestimmt ist

① **Anhand der Blattform** – eine zuverlässige Methode bei allen Herstellern. Legen Sie den Propeller mit der gewölbten Seite nach oben: Das Blatt dreht sich in die Richtung, in die seine höhere, abgerundete Vorderkante zeigt.

② **Anhand der Kennzeichnung** – die Drehrichtung ist meist auf dem Propeller angegeben (z. B. CW/CCW oder mit dem Buchstaben R). Die Kennzeichnung unterscheidet sich je nach Hersteller – im Zweifel gilt die Blattform.

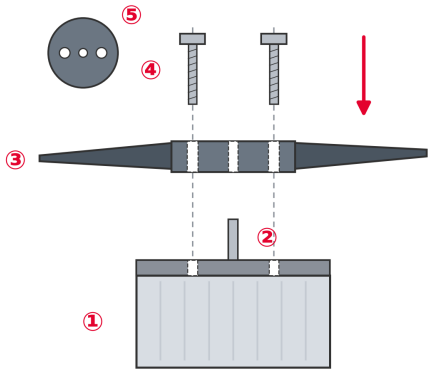
Drehen Sie vor dem ersten Start jeden Propeller von Hand in Drehrichtung des Motors: Er muss die Luft nach unten zum Rahmen drücken.

4. Montage

4.1 Was Sie benötigen

- Propeller für beide Drehrichtungen (Anzahl je nach Drohne),
- zwei M3-Schrauben passender Länge pro Propeller – meist im Lieferumfang des Motors, bei manchen Motoren auch mit Klemmplatte,
- einen zu den Schraubenköpfen passenden Schraubendreher oder Schlüssel.

4.2 Montageablauf



Baugruppe: ① Motor mit Gewindebohrungen in der Glocke, ② Zentrierwelle, ③ Propeller, ④ M3-Schrauben, ⑤ Propellernabe von oben – Mittelbohrung und zwei Schraubenbohrungen.

① **Schalten Sie die Drohne aus.**

② Prüfen Sie, ob die Gewindebohrungen in der Motorglocke sauber und unbeschädigt sind und ob der Lochabstand des Propellers zum Lochabstand des Motors passt.

③ Bestimmen Sie anhand von Kapitel 3, welcher Propeller auf welchen Motor gehört (Drehrichtung), und drehen Sie ihn **mit der richtigen Seite nach oben**.

④ Setzen Sie den Propeller mit der Mittelbohrung so auf die Motorwelle, dass die Bohrungen in der Nabe mit den Gewindebohrungen in der Glocke fluchten. Die Nabe muss mit ihrer ganzen Fläche aufliegen.

⑤ Hat der Motor eine Klemmplatte, legen Sie sie auf die Propellernabe.

⑥ Setzen Sie beide Schrauben ein, drehen Sie sie zunächst nur leicht ein und ziehen Sie sie dann gemäß Abschnitt 4.3 an.

⑦ Wiederholen Sie den Vorgang an den übrigen Motoren und führen Sie abschließend die Prüfung gemäß Kapitel 5.1 durch.

4.3 Anziehen der Schrauben

- Ziehen Sie die Schrauben **abwechselnd und mit Gefühl** an, bis der Propeller fest aufliegt. Der Propeller darf sich gegenüber der Motorglocke nicht bewegen.
- Eine zu fest angezogene Schraube kann die Carbonnabe anreißen oder zerdrücken und das Gewinde in der Motorglocke beschädigen.
- Verwenden Sie die mit dem Motor gelieferten Schrauben oder Schrauben gleicher Länge. Eine zu lange Schraube ragt durch die Glocke und kann die Motorwicklung beschädigen; eine zu kurze Schraube hält nicht im Gewinde.
- Ersetzen Sie eine beschädigte oder überdrehte Schraube.

Bringen Sie keine Schraubensicherung auf die Propellernabe auf.

4.4 Demontage

Drehen Sie bei ausgeschalteter Drohne die Schrauben heraus und ziehen Sie den Propeller in Richtung der Motorachse ab. Hebeln Sie den Propeller nicht mit einem Schraubendreher gegen die Motorglocke ab – Sie könnten die Magnete oder Lager beschädigen. Unbeschädigte Schrauben können wiederverwendet werden.

5. Prüfung der Propeller

5.1 Prüfung nach der Montage

- Drehen Sie jeden Propeller von Hand: Er muss sich frei drehen, ohne am Rahmen, an Kabeln oder an der Kamera zu schleifen, und das Blatt darf nicht auf und ab „schlagen“.
- Prüfen Sie, ob jeder Propeller der Drehrichtung seines Motors entspricht (Kapitel 3.3) und mit der richtigen Seite nach oben montiert ist (Kapitel 3.2).
- Prüfen Sie, ob alle Schrauben fest angezogen sind.
- Prüfen Sie nach der Erstmontage oder nach einem Motorwechsel die Drehrichtung der Motoren im Konfigurator **bei abgenommenen Propellern** und montieren Sie die Propeller erst danach.

5.2 Prüfung vor jedem Flug und nach jedem Absturz

- Untersuchen Sie beide Seiten jedes Blatts auf Risse, abgesplitterte Kanten, delaminiertes Material und verdrehte Spitzen.
- Prüfen Sie die Nabe – sie darf weder gerissen noch verformt sein.
- Prüfen Sie, ob die Schrauben fest sitzen; Vibrationen und harte Landungen können sie lösen. Prüfen Sie sie auch nach den ersten Flügen mit neuen Propellern und nach dem Transport der Drohne.
- Achten Sie beim ersten Start auf das Geräusch – ein veränderter Klang oder Vibrationen im Kamerabild deuten oft auf einen beschädigten Propeller hin.

5.3 Wann ein Propeller zu ersetzen ist

Ersetzen Sie den Propeller stets, wenn:

- er einen noch so kleinen Riss oder delaminiertes Material aufweist,
- ein Teil eines Blatts fehlt oder das Blatt verbogen, verdreht oder ausgefranst ist,
- die Nabe oder die Schraubenbohrungen gerissen oder beschädigt sind,
- die Drohne nach einem Absturz vibriert und die Vibrationen auch nach dem Austausch des verdächtigen Propellers nicht verschwinden.

Propeller sind Verschleißteile und werden im Flugbetrieb regelmäßig beschädigt. Wir empfehlen, stets mehrere Ersatzpropeller für beide Drehrichtungen bereitzuhalten. Eine Beschädigung des Propellers durch einen Aufprall bei einem Absturz oder einer Kollision ist kein Produktmangel.

6. Wartung und Lagerung

6.1 Reinigung

Entfernen Sie Staub, Gras und Schmutz mit einem trockenen oder feuchten Tuch von den Blättern. Verwenden Sie zur Reinigung keine Lösungsmittel, Verdünner oder Benzin – sie können das Harz des Verbundstoffs angreifen.

6.2 Lagerung

- Trocken, vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt und fern von Wärmequellen lagern (z. B. Armaturenbrett eines Autos im Sommer).
- Lagern Sie die Propeller lose oder in der Originalverpackung, sodass keine anderen Gegenstände auf sie drücken. Dauerhafter Druck verbiegt die Blätter.
- Außerhalb der Reichweite von Kindern aufbewahren – scharfe Kanten und kleine Schrauben können gefährlich sein.

6.3 Auswuchten

Bei großen Propellern macht sich eine Unwucht deutlich bemerkbar. Vibriert die Drohne auch mit neuen Propellern, suchen Sie die Ursache zunächst am Motor (verbogene Welle, verschlissene Lager), an der Motorbefestigung oder in den Einstellungen des Flugcontrollers. Wuchten Sie Carbon-Propeller nicht durch Schleifen aus – dies schwächt das Blatt und erzeugt gesundheitsschädlichen Staub.

7. Fehlerbehebung

Problem	Mögliche Ursache und Abhilfe
Die Drohne überschlägt sich sofort nach dem Arm und Gasgeben	Ein Propeller ist auf einem Motor mit entgegengesetzter Drehrichtung oder verkehrt herum montiert. Prüfen Sie dies gemäß Kapitel 3. Prüfen Sie außerdem Drehrichtung und Reihenfolge der Motoren im Konfigurator (ohne Propeller).
Die Drohne hebt nicht ab oder hat merklich weniger Schub	Ein Propeller ist verkehrt herum montiert – die scharfe Hinterkante geht voran. Drehen Sie ihn mit der richtigen Seite nach oben.
Vibrationen, unruhiges Videobild, ungewöhnliche Geräusche	Beschädigter Propeller, lose Schraube, verbogene Motorwelle. Propeller ersetzen, Schrauben anziehen, Welle prüfen.
Ein Propeller hat sich im Flug gelöst oder ist abgeflogen	Die Schrauben waren nicht ausreichend angezogen oder fehlten. Befestigen Sie den Propeller immer mit beiden Schrauben.
Eine Schraube lässt sich nicht anziehen oder dreht durch	Überdrehtes Gewinde der Schraube oder der Bohrung in der Motorglocke. Ersetzen Sie die Schraube; ist das Gewinde in der Glocke beschädigt, muss die Motorglocke repariert oder ersetzt werden.
Der Propeller schleift am Rahmen oder an Kabeln	Der Propeller ist zu groß für den Rahmen, liegt nicht plan auf der Glocke auf, oder Kabel bzw. Antennen befinden sich im Weg der Blätter. Prüfen Sie den Sitz des Propellers, verlegen Sie die Kabel neu oder verwenden Sie Propeller mit kleinerem Durchmesser.

8. Informationen für den EU- und den tschechischen Markt

8.1 Importeur und verantwortliche Person in der EU

Das Produkt wird durch den nachstehend genannten Importeur auf dem Markt der Europäischen Union in Verkehr gebracht; dieser ist zugleich die verantwortliche Person im Sinne von Artikel 16 der Verordnung (EU) 2023/988 des Europäischen Parlaments und des Rates über die allgemeine Produktsicherheit (GPSR).

Importeur / verantwortliche Person in der EU	Rotorama, s.r.o.
Identifikationsnummer (IČO)	051 57 692
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer (DIČ)	CZ05157692
Sitz	Okrajová 1351, 674 01 Třebíč, Tschechische Republik
E-Mail	info@rotorama.cz
Telefon	+420 252 252 098
Website	www.rotorama.cz

8.2 Produktsicherheit und Identifikation

- Der Propeller unterliegt keinen EU-Harmonisierungsrechtsvorschriften, die eine **CE**-Kennzeichnung vorschreiben, und trägt diese daher nicht. Er wird gemäß der Verordnung (EU) 2023/988 über die allgemeine Produktsicherheit (GPSR) in Verkehr gebracht.
- **Produktidentifikation:** Die Modellbezeichnung ist auf dem Propeller eingeprägt oder aufgedruckt und auf der Verpackung angegeben. Hersteller und Modell finden Sie auch auf der Produktseite im E-Shop.
- Dieses Produkt ist **kein Spielzeug** und für Personen ab 14 Jahren bestimmt.

8.3 Entsorgung

- Der Propeller ist kein Elektrogerät – er unterliegt nicht der Rücknahme von Elektrogeräten und trägt nicht das Symbol der durchgestrichenen Mülltonne.
- Entsorgen Sie beschädigte Propeller über den Restmüll – Kohlefaserverbundstoff gehört nicht in die Kunststoffsammlung.
- Entsorgen Sie die Verpackung je nach Material über die getrennte Abfallsammlung.

9. Gewährleistung und Rechte aus mangelhafter Leistung

Die Rechte und Pflichten der Vertragsparteien richten sich nach tschechischem Recht, insbesondere nach dem Gesetz Nr. 89/2012 Slg., Bürgerliches Gesetzbuch (Tschechische Republik), und dem Gesetz Nr. 634/1992 Slg., über den Verbraucherschutz (Tschechische Republik).

- Der Verkäufer haftet gegenüber dem Käufer dafür, dass das Produkt bei der Übernahme frei von Mängeln ist. Ist der Käufer Verbraucher, kann ein Mangel **innerhalb von zwei Jahren nach Übernahme** des Produkts gerügt werden (§ 2165 des Bürgerlichen Gesetzbuchs).
- Tritt ein Mangel innerhalb **eines Jahres** nach der Übernahme auf, so gilt das Produkt als bereits bei der Übernahme mangelhaft (§ 2161 Abs. 5 des Bürgerlichen Gesetzbuchs).
- Beim Kauf über das Internet hat der Verbraucher das Recht, **innerhalb von 14 Tagen** nach Erhalt der Ware ohne Angabe von Gründen **vom Vertrag zurückzutreten** (§ 1829 des Bürgerlichen Gesetzbuchs).
- Reklamationen sind bei dem Händler geltend zu machen, bei dem Sie das Produkt erworben haben. Die Kontaktdaten des Importeurs finden Sie in Kapitel 8.1.
- Die zuständige Stelle für die außergerichtliche Beilegung von Verbraucherstreitigkeiten ist die **Tschechische Handelsinspektion (Česká obchodní inspekce)**, Štěpánská 796/44, 110 00 Praha 1, www.coi.cz.