

VDI⁷

VDI⁷ni

CLUB-MAGAZIN 03.2023



HUBSCHRAUBER

LIEBE VDINI-CLUB-MITGLIEDER UND TECHNIKFREUNDE!



Wie ein Vogel zu fliegen, war wahrscheinlich schon immer der Traum der Menschen. Seit über 100 Jahren können wir das mit Flugzeugen. Die machen das wie Albatrosse. Sie nehmen einen langen Anlauf und starten dann in die Luft. Eine Art von Fluggeräten aber hebt aus dem Stand ab und kann so gut wie überall landen, wie die allermeisten Vögel: der Hubschrauber. Diese faszinierende Technik zeigen wir euch in unserem Hebstmagazin.

Viel Spaß dabei

Eure Rosa



**WIR FLIEGEN TOTAL AUF EURE HELI-HILFE
UND PROPELLERN EIN DICKES DANKESCHÖN AN:**



- ▶ Dr. Holger Mai, Göttinger DLR-Institut für Aeroelastik
- ▶ Vertical Aerospace, Bristol
- ▶ Hakan Cosansu, Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG



Louis_14, der erste solare Chefredakteur der Welt, zuständig für Datenbank und News



Rosa, Chefredakteurin, immer den Finger am Auslöser ihrer Kamera und den Kopf voller Ideen



Rudi, Chef... äh Macher. Keiner zeichnet und baut besser



Die Singende Kartoffel, unser Redaktionsmaskottchen



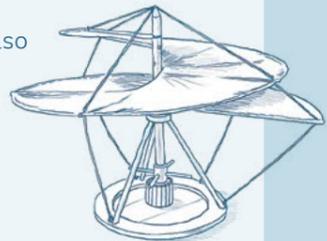
Yuna, Außenkorrespondentin, auf der ganzen Welt zu Hause



Mr. Gylby, „has got eine funny Akzent“ und eine feine Nase. Zuständig für verdeckte Ermittlungen

In China spielten schon **vor über 1.000 Jahren** Kinder mit einem Stock, an dem zwei Federn als Propeller befestigt waren. Sie drehten den Stock in den Händen und er hob ab.

Auch für dich haben wir ein Spielzeug [▶ auf Seite 8](#). Mr. Gylby präsentiert dir die **Bastelanleitung**. Was es mit dem **Auftrieb** auf sich hat, liest du [▶ auf Seite 4 und 5](#).

Im 15. Jahrhundert hat **Leonardo da Vinci** den helix pteron entworfen: also einen Spiralfügel. Gebaut hat er ihn nie. So sah er aus.  Das Wort „Helikopter“ für Hubschrauber ist daraus entstanden.

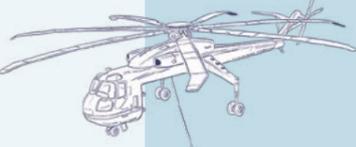
Im 18. und 19. Jahrhundert gab es erste Hubschrauber-Modelle mit **Rotoren**, in Russland, Frankreich, Amerika und anderen Ländern. Der Rotor, das sind sich drehende Tragflächen. Mehr dazu findest du [▶ auf Seite 6](#).

So ein Rotor hat seine Tücken, zum Beispiel das **Drehmoment**. [▶ Siehe Seite 8 und 9](#).

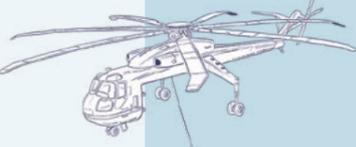
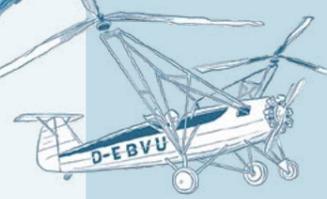
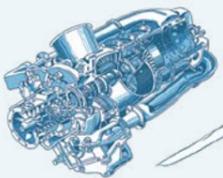
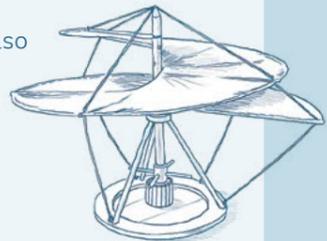
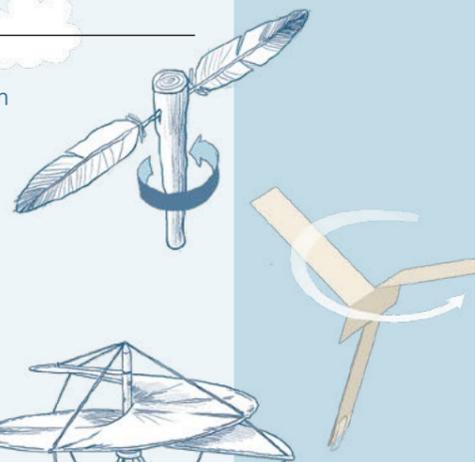
Erst hatte man die Idee, den Rotor mit einer **Dampfmaschine** zum Drehen zu bringen. Das war **im 19. Jahrhundert** die Maschine, mit der man alle möglichen anderen Produktionsmaschinen antrieb. Für einen Hubschrauber war eine Dampfmaschine aber zu schwer. Es gab auch schon die Idee, einen Elektromotor zu verwenden. Der hatte aber nicht genug Kraft. Dann versuchte man es mit Verbrennungsmotoren wie in Autos. Es gab sogar einen Fahrrad-hubschrauber mit Motor und viele andere Modelle. Sie alle flogen, wenn überhaupt, nur wenige Meter und Minuten. Heute benutzt man **Turbinen**. Wie die funktioniert, erfährst du [▶ auf Seite 10 und 11](#).

Den ersten „richtigen“ Hubschrauber gab es erst **vor etwa 85 Jahren** in Berlin. Er hatte zwei gegenläufige Rotoren, um das Drehmoment auszugleichen. Die konnten schon wie heute gesteuert werden. Mehr zur **Steuerung** [▶ auf Seite 12 bis 14](#). Geflogen hat diesen Hubschrauber eine Frau! Die Pilotin **Hanna Reitsch**. 

Als Vater des modernen Hubschraubers mit einem Haupt- und einem Heckrotor gilt übrigens **Igor Sikorsky**. Noch heute werden die meisten Hubschrauber nach diesem Prinzip gebaut. 

Hubschrauber fliegen zahlreiche und ganz unterschiedliche Einsätze. Schau mal [▶ auf Seite 16](#). Sie sind echte Arbeitstiere und schleppen, was sie können. Was dabei zu beachten ist, kannst du in einem **Experiment** [▶ auf Seite 17](#) ausprobieren. 

Zum Schluss machen wir noch einen Ausflug in die (elektrische) **Zukunft** des Hubschraubers [▶ auf Seite 18 und 19](#). 





DIE MAGISCHE KRAFT DES AUFTRIEBS



Hast du schonmal versucht, auf den Schwimmbadboden zu tauchen? Wenn du vorher eingatmet hast, musst du dich anstrengen. Atmest du vorher alle Luft aus, sinkst du von ganz allein nach unten. **Luft hat eine sehr viel geringere Dichte als Wasser**, dein Körper eine etwas höhere. Die Atemluft verringert die Dichte des Körpers. Alles, was weniger dicht ist als Wasser, wird nach oben gedrückt. In der Physik nennt man das die **Auftriebskraft**.

Alle **Flüssigkeiten** und **Gase** besitzen diese Kraft. Auch die **Luft**. Ihre Dichte ist so gering, dass die meisten Dinge einfach zu Boden plumpsen. Schneeflocken sind eine der wenigen Ausnahmen. Sie sinken langsam auf die Erde.



... **PROBIER ES SELBST**



DU BRAUCHST:

EINE KUGEL AUS ZUSAMMENGEGNÜLLTER ALUFOLIE
▶ EINEN APFEL ▶ WAAGE ▶ EINEN BEHÄLTER MIT WASSER (EIMER ODER WASCHECKEN)

SO GEHT'S:

1 Wiege den Apfel und die Alukugel. 2 Lege den Apfel neben die kleine Alukugel auf den Grund des Wasserbehälters. Was siehst du?

Der Apfel taucht auf und schwimmt. Und das, obwohl er wie die Alukugel eine Kugel ist und zudem mehr wiegt. Wasser, Aluminium und der Apfel bestehen aus vielen verschiedenen **Atomen**. In einer Kugel aus Aluminium stecken viel mehr Atome als in einem genauso großen Tropfen Wasser. In einer gleichgroßen Kugel Apfel dagegen wären weniger Atome. (Im Apfel ist auch eine Menge Luft drin.) Die Atome sind also **mal mehr, mal viger dicht** nebeneinander. Die Dichte von Aluminium ist höher als die von Wasser, die wiederum höher ist als die des Apfels.



DAS GEHEIMNIS DER TRAGFLÄCHE



Ein Flugzeug ist alles andere als federleicht. Und trotzdem kann es fliegen. Das klappt nur, weil es so **schnell** ist und weil seine Flügel den **Auftrieb der Luft** nutzen. Warum das funktioniert, versuchen wir dir hier zu erklären.



Die Form der Tragflächen eines Flugzeugs hat man sich bei den Flügeln der **Vögel** abgeschaut. Sie haben ein dickes Ende, die „Nase“, und eine scharfe Kante am anderen Ende. Beim Start des Flugzeugs durchbricht die „Nase“ die Luft. Dabei geraten die Luftteilchen unten erst einmal in einen **Stau** und drücken gegen die Nase. Dann **strömen** sie verlangsamt unter dem Flügel nach hinten und drücken von unten dagegen. Die Luftteilchen weiter oben dagegen huschen über die Nase hinweg, strömen über die Oberseite und kommen sogar schneller am scharfen Ende des Flügels an als die unteren Teilchen. Dadurch entsteht **unter** dem Flügel **Überdruck** und **über** dem Flügel **Unterdruck**.

Außerdem gibt es wegen der Kante am Heck einen **Luftwirbel** um die Tragfläche herum. Verändert man den Winkel der Tragfläche, werden die Druckunterschiede und der Auftrieb größer oder kleiner.



Welche Kraft die Luft hat, kannst du mit einem **Föhn** und einem **Tischtennisball** erleben. Föhne kalte Luft von unten nach oben und „lege“ einen Tischtennisball in den Luftstrom. Beobachte, wie der Ball schwebt. Finde im Web heraus, warum **das so ist**.





DER HAUPTROTOR **TRAGFLÄCHEN IM KREIS**



Flugzeuge brauchen eine **Startbahn**. Nur so können sie schnell genug fahren, damit der Auftrieb ihrer Tragflächen in die Luft heben kann. Ein Hubschrauber dagegen bleibt auf der **Stelle stehen** und dreht nur seine beiden Rotoren, den **Hauptrotor** und den **Heckrotor**, schnell **im Kreis**.

Rotorblätter sind ähnlich wie die Tragflächen eines Flugzeugs geformt: **oben krummer als auf der Unterseite**. So erzeugen sie Auftrieb und beschleunigen die Luft von oben nach unten. Es gibt Rotoren mit 1, 2, 3, 4 bis 8 **Rotorblättern**. Je nach Gewicht eines Hubschraubers und seinem Einsatzzweck sind die Blätter **unterschiedlich lang**. Viele und lange Blätter bieten mehr **Auftriebsfläche** als wenige und kurze. Kleine Hubschrauber drehen daher ihren Rotor besonders schnell.

Die Rotorblätter des Hauptrotors müssen viel aushalten. Durch den Auftrieb verformen sie sich im Flug. Damit die Flügel nicht brechen, sind sie aus **biegsamen Materialien** wie **Glasfaser** und **Carbonfaser** gebaut.



PROPELLER



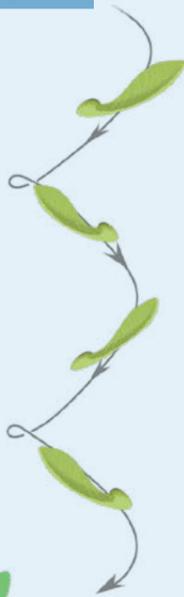
Hubschrauber sind nicht die einzigen Maschinen mit Rotoren. **Windenergieanlagen** zum Beispiel haben riesige Rotoren. Weil sie in der Erde verankert sind, fliegen sie nicht weg, sondern wandeln die Kraft der **Luftteilchen** über einen Generator in **elektrischen Strom** um.

👉 Rudi hat andere Rotoren und Propeller gemalt. Louis Cyphers Schergen haben darin herumrariert. 🎨 Zeichne die fehlenden Teile. Fallen dir weitere Beispiele ein? 📧 Schicke uns ein Foto von deiner Zeichnung bis zum **12. Februar 2024** an rudi@vdini-club.de. Die schönsten Zeichnungen veröffentlichen wir im nächsten Magazin!





BUILDING A PAPER HELICOPTER

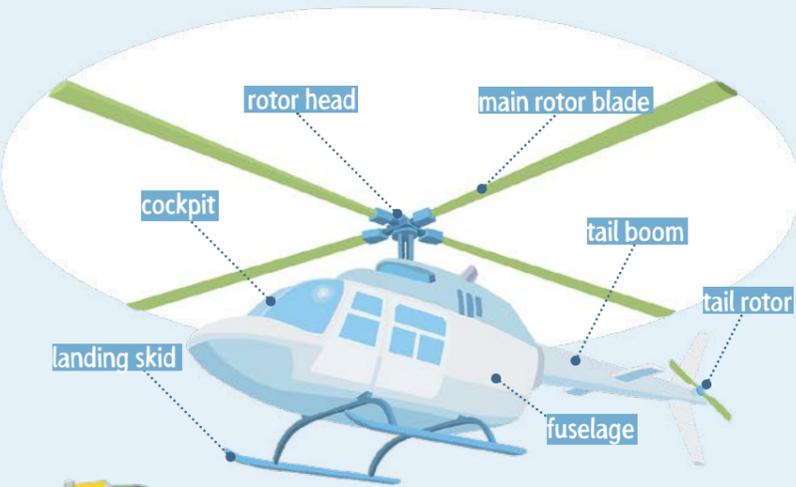


The other day, when Mr. Gylby stuck his head out of the **mole hill**, a **maple seed** landed in the meadow right under his nose. And a few moments later a helicopter flew past in the sky.

Mr. Gylby did not have to think long: Both are kept in the air by the force of **buoyancy**. But the helicopter does not fall to the ground. Its engine turns the two rotors and at the same time the **angle of attack** of the rotor blades is **increased**. So, the helicopter rises into the air. If the main rotor is **tilted**, it changes the direction of flight.

A helicopter is a fascinating piece of technology, thinks Mr. Gylby. Even though he obviously would never fly one.

These are the main components:



The little maple seed has given Mr. Gylby an idea to build something: **a paper helicopter**.

YOU NEED

ONE SHEET OF A4 PAPER ▶ A RULER ▶ A PENCIL
▶ SCISSORS ▶ A PAPER CLIP ▶ ADHESIVE TAPE

THIS IS HOW IT WORKS

- 1 Draw the lines on the paper with a ruler and pencil.
- 2 Cut the lines with scissors, fold the **dotted** lines by hand in the direction of the **arrows**.
- 3 Tape the bottom edge of the fold with some adhesive tape.
- 4 From the edge slide a paper clip into the middle.
- 5 Bend the two wings and let the propeller fall to the ground.

mole hill	Maulwurfhügel
maple seed	Ahornsamensamen
meadow	Wiese
buoyancy	Auftriebskraft
angle of attack	Anstellwinkel
increase, to	erhöhen, steigern
tilt, to	neigen, kippen
rotor head	Rotorkopf
rotor blade	Rotorblatt
tail boom	Leitwerksträger
tail rotor	Heckrotor
landing skid	Landekufe
fuselage	Rumpf
ruler	Lineal
scissors	Schere
paper clip	Büroklammer
adhesive tape	Klebeband
dotted	gepunktet
arrow	Pfeil

DER HECKROTOR



Beim Flugzeug strömt die Luft von vorne nach hinten über die Tragfläche, und das Flugzeug bewegt sich in **Gegenrichtung**. Beim Hubschrauber drehen sich die **Tragflächen im Kreis**, und eigentlich müsste sich der Hubschrauber deshalb in Gegenrichtung drehen. Das liegt am **Drehmoment**.

Das wird mit einem kleinen Rotor verhindert. Der sitzt hinten am Heck. Und zwar so weit weg, dass er dem Hauptrotor nicht in die Quere kommt. Der **Heckrotor** schiebt das Heck in die Richtung, in die sich der Hauptrotor dreht. So wirkt er dem Drehmoment entgegen. Weil der Rotor ganz hinten sitzt, hilft ihm die **Kraft des Hebels**. Deshalb muss er nicht so groß sein.





WUNDERWERK TURBINE



■ Helice | ■ Rosa | ■ Rudi

Den Motor eines Hubschraubers nennt man „Turbine“. Die Turbine versorgt die Rotoren mit der nötigen Kraft, damit sie sich schön schnell drehen.

Die Firma Rolls-Royce baut Turbinen für Flugzeuge und Hubschrauber auf der ganzen Welt. Das sind also echte Experten. Wir haben deshalb die Ingenieurin Helice Cosansu von Rolls-Royce interviewt.

Hallo. Toll, dass Sie uns eine Hubschrauberturbine zeigen.

Gerne. Ich bin immer noch fasziniert von dieser tollen Technik. So eine Turbine funktioniert im Prinzip mit Luft und Kerosin. Erst saugt die Turbine durch kleine Löcher Luft an. In ihrem Inneren wird die Luft mehrere Male komprimiert, also feste zusammengedrückt.

Wie in einem Fahrradreifen?

Im Ergebnis schon. In der Turbine macht das aber keine Luftpumpe, sondern windmühlenartige Räder. Die drücken die Luft in einen immer schmaleren Raum. So werden Druck und Dichte der Luft erhöht.

Und warum macht man das?

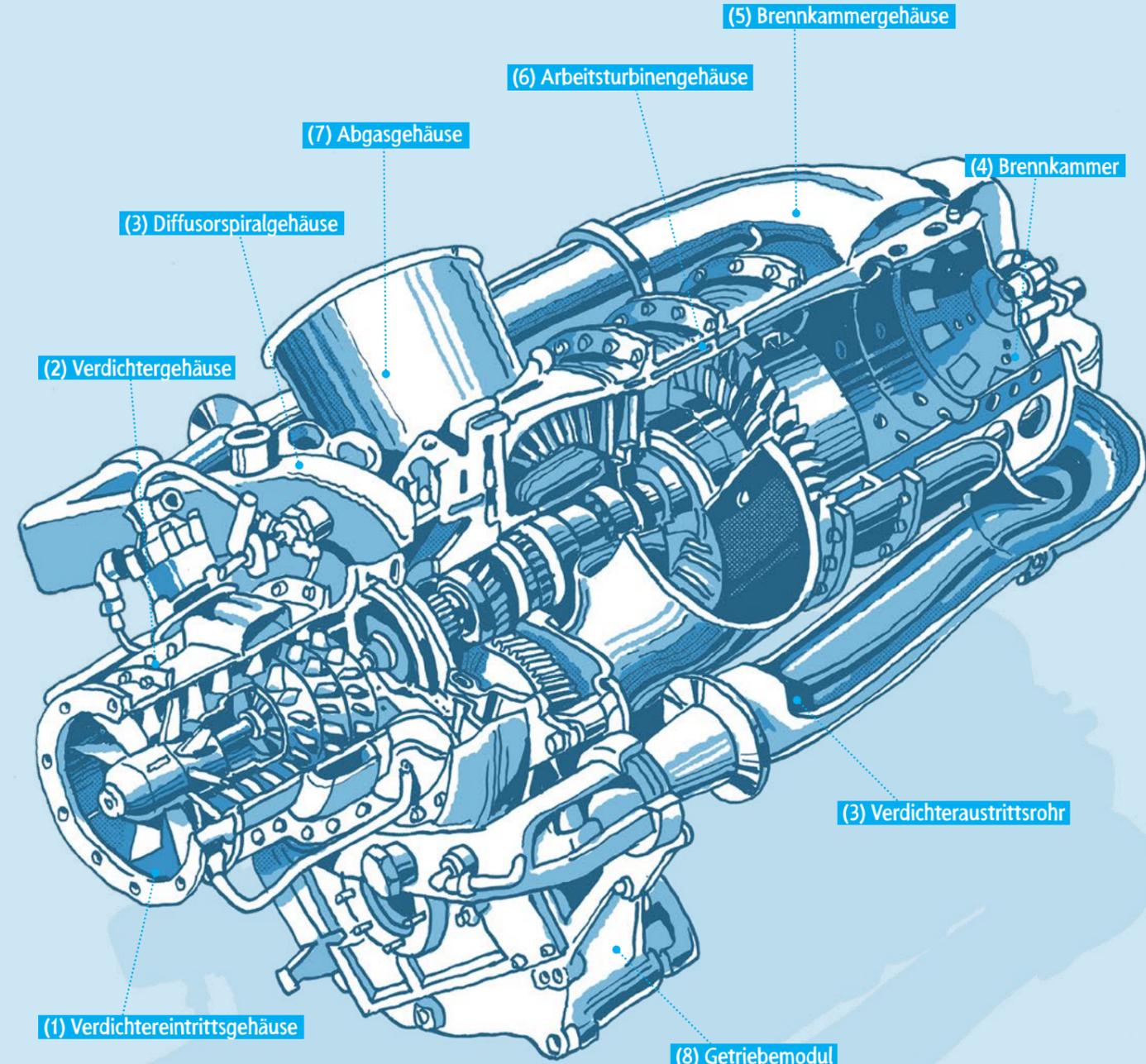
Wegen des Sauerstoffs in der Luft. Ohne den brennt kein Feuer. Wird Luft zusammengedrückt, ist mehr Sauerstoff auf kleinem Raum und die Luft wird zudem wärmer. Das brennt viel besser, wenn man brennbares Material dazugibt. Beim Hubschrauber ist das Kerosin – eine Art Benzin.

Wie im Automotor?

So ähnlich. Auch hier wird angesaugt und verdichtet und dann verbrannt. Und zwar im Brennraum der Turbine. Dort wird das Gemisch entzündet. Dabei entstehen heiße Gase. Sie dehnen sich aus und schießen aus dem Brennraum. Mit hohem Druck treffen sie auf weitere Turbinenschaufeln. Der Gasstrom dreht sie. Übrigens in anderer Richtung als die Luftschaufeln. Sie sind über eine Welle und Zahnräder mit den Rotoren verbunden. Deshalb nennt man die Hubschrauberturbine auch Wellenleistungstriebwerk. So wie ein Getriebe Autoräder dreht, dreht hier das Getriebe Hubschrauberrotoren.

Hat ein Hubschrauber auch einen Auspuff?

Ja, die Abgase müssen ja irgendwo hin.



- 1 Hier wird Luft angesaugt.
- 2 Hier wird die Luft komprimiert.
- 3 Hier wird die verdichtete Luft nach hinten geführt.
- 4 Hier wird die verdichtete Luft umgelenkt und in die Brennkammer geführt.
- 5 Hier wird Brennstoff eingeführt und verbrannt.
- 6 Hier wird die „Arbeit“ geleistet, soll heißen, hier wird durch die Ausdehnung des verbrannten Gemischs die Turbine gedreht.
- 7 Hier kommt das Abgas raus.
- 8 Über das Getriebe werden die Rotoren angetrieben.





DAS COCKPIT DES HUBSCHRAUBERS



1 Höhenmesser

Zeigt an, wie viel **Fuß** hoch der Hubschrauber gerade fliegt. Hat sich der große Zeiger einmal gedreht, fliegt man in 1.000 Fuß Höhe. Dann zeigt der kleine Zeiger auf die 1.

2 Künstlicher Horizont

Er zeigt die Lage des Flugzeugs zur **Erdoberfläche** an. Auch wenn man sehr hoch fliegt. Hilft auch bei Nebel oder in der Nacht.

3 Geschwindigkeitsanzeige

Zeigt an, wie **schnell** man fliegt. In den Einheiten Knoten und Meilen pro Stunde. Der rote Strich zeigt die Höchstgeschwindigkeit an.

► **Übrigens:** In der Luftfahrt rechnet man nicht mit Kilometer pro Stunde, sondern wie in der Schifffahrt mit Knoten. Auch gibt man international die Höhe in Fuß an, es gilt: 1.000 Fuß sind etwa 305 Meter.

4 Drehzahlmesser

Zeigt an, wie schnell sich Rotor und Motor **drehen**. Bei 100 Prozent sind das 400 Umdrehungen des Hauptrotors pro Sekunde. Die Spitzen der Rotorblätter drehen sich bis zu etwa 800 km/h schnell.

5 Variometer

Zeigt an, wie schnell der Hubschrauber **aufsteigt** oder **absinkt**, in 100 Fuß (etwa 30 Meter) pro Minute.

6 Cross Deviation Indicator

Dient als **Navi** und wird heute meist durch ein GPS-Navi-System ersetzt.

7 Kompass

Gibt die **Himmelsrichtung** an, in die man fliegt.

8 Ladedruckmesser

Kontrolliert, ob beim Start nicht zu viel **Luftdruck** in den Kompressor des Motors geblasen wird.

Einen Hubschrauber steuert man mit beiden Händen und beiden Füßen! Denn es gibt drei Steuer im Hubschrauber.

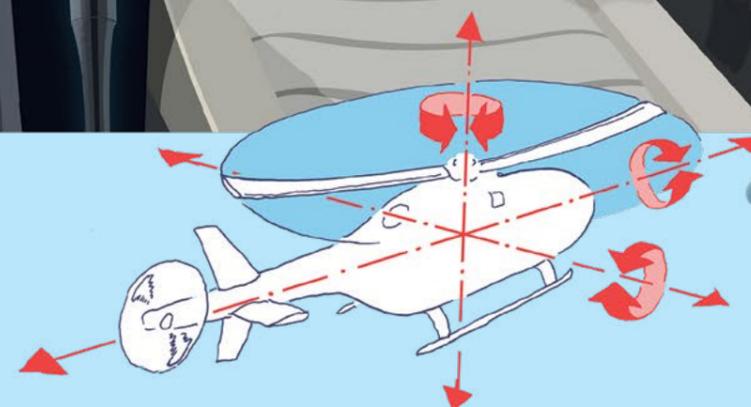
Den **Steuerknüppel (A)** nennt man „Stick“. Er wird, wenn der Pilot rechts sitzt, mit der **rechten Hand** bedient und darf während des Flugs nicht losgelassen werden. Der Hubschrauber fliegt in die Richtung, in die man den Knüppel drückt: nach **vorne, hinten, links** oder **rechts**. Auch für den Schwebeflug ist der Stick wichtig.

Den **Steuerhebel (B)** nennt man „Pitch“. Er wird mit der **linken Hand** bedient. Über diesen Hebel kann der Pilot den Hubschrauber nach **oben** oder **unten** fliegen lassen.

Die **Pedale (C)** bedient man mit den Füßen. Damit dreht man den Hubschrauber **rechts** oder **links herum im Kreis**.

Man benutzt immer alle **drei Steuer gleichzeitig!**

Bedient man eines, muss man auch die beiden anderen verändern. Will man zum Beispiel ein paar Meter auf der Stelle nach oben fliegen, zieht man am „Pitch“ und **vergrößert** so den **Anstellwinkel** der Rotorblätter. Das erhöht den **Luftwiderstand**. (► Den Luftwiderstand kannst du spüren, wenn du den Arm während einer Autofahrt aus dem Fenster hältst und dann die flache Hand gegen den Wind stellst.)



Der **Rumpf** des Hubschraubers reagiert darauf: Er dreht sich in Gegenrichtung. Damit das nicht passiert, beschleunigt man gleichzeitig über die Pedale den **Heckrotor**. Der schiebt dadurch fester in Gegenrichtung. Wodurch der Hubschrauber nun aber zur Seite fliegen will. Damit auch das nicht passiert, kippt man mit dem Stick den **Hauptrotor** etwas in Gegenrichtung.

Wind
Der Pilot muss immer auf **Windstärke** und **Windrichtung** achten. Der Wind wirkt wie die Schwerkraft der Erde auf den Hubschrauber. Besonders, wenn der in der Luft auf der Stelle schweben soll.

Das ist so ähnlich wie Schwimmen im Meer. Strömungen und Wellen schieben und ziehen einen im Wasser. Während man eh stets bemüht ist, nicht unterzugehen, muss man auch dagegen anschwimmen.

Wie Stick und Pitch funktionieren *Seite 14



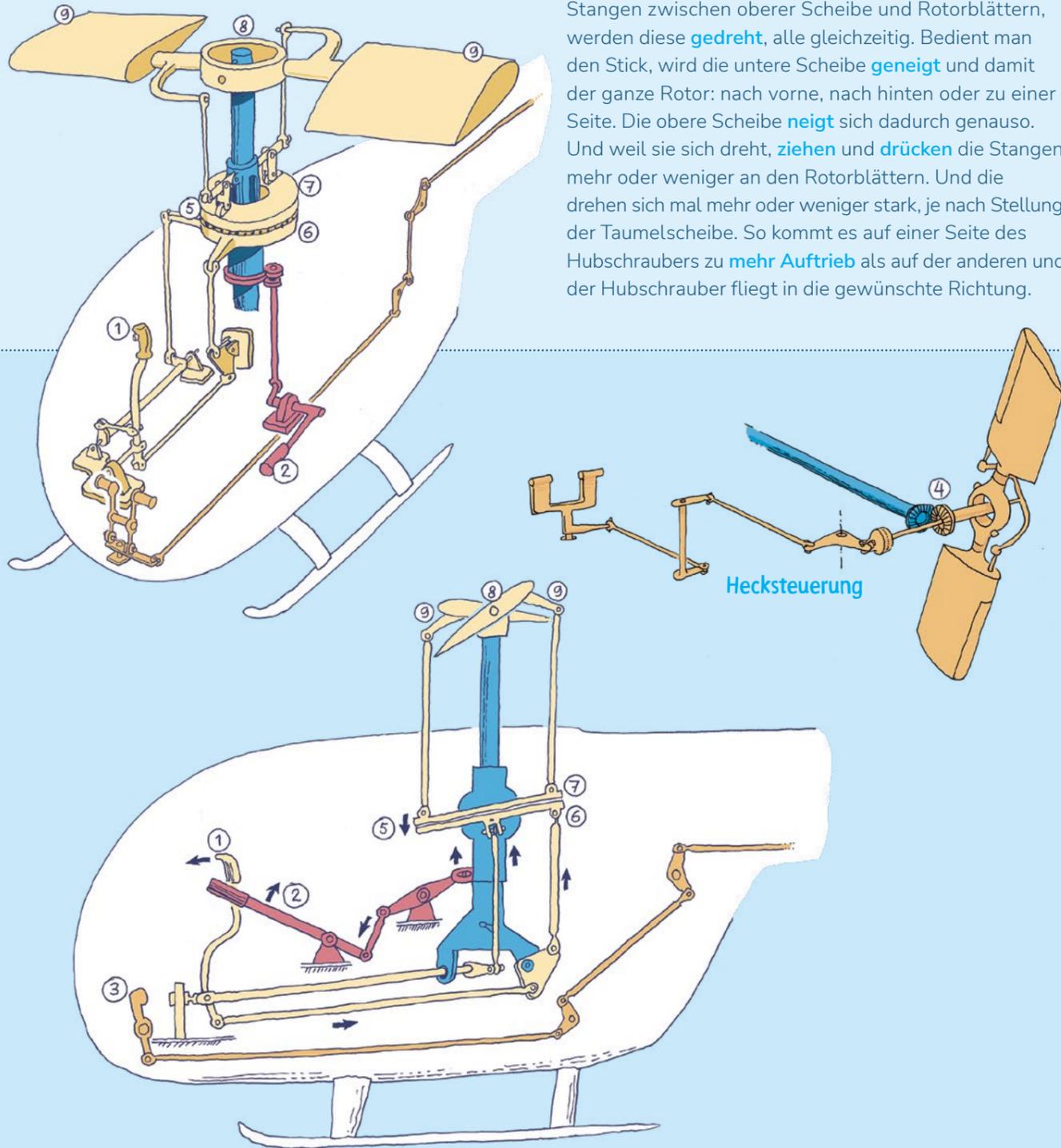


WAS STEuern DIE STEUER?



Stick (1) und Pitch (2) sowie Pedale (3) sind über Steuerstangen, Seile und Hebel mit dem Motor, dem Heckrotor (4) und der Taumelscheibe (5) verbunden. Die Taumelscheibe ist ein Meisterwerk der Mechanik. Sie besteht aus einer unteren und einer oberen Scheibe (6, 7). Die untere steht fest und ist sowohl mit dem Pitch als auch mit dem Stick über Stangen verbunden. Die obere kann sich drehen und ist über Stangen mit dem Rotor (8) und den Rotorblättern (9) verbunden.

Bedient man den Pitch, wird die untere Scheibe und so auch die obere hoch- oder runtergedrückt. Durch die Stangen zwischen oberer Scheibe und Rotorblättern, werden diese **gedreht**, alle gleichzeitig. Bedient man den Stick, wird die untere Scheibe **geneigt** und damit der ganze Rotor: nach vorne, nach hinten oder zu einer Seite. Die obere Scheibe **neigt** sich dadurch genauso. Und weil sie sich dreht, **ziehen** und **drücken** die Stangen mehr oder weniger an den Rotorblättern. Und die drehen sich mal mehr oder weniger stark, je nach Stellung der Taumelscheibe. So kommt es auf einer Seite des Hubschraubers zu **mehr Auftrieb** als auf der anderen und der Hubschrauber fliegt in die gewünschte Richtung.



OHNE MOTOR FLIEGEN AUTOROTATION



Was passiert, wenn der Hubschraubermotor ausfällt? Der Hubschrauber fällt zu Boden. Ziemlich schnell sogar. Etwa 10 Meter pro Sekunde! Aber er stürzt nicht ab. Der Rotor dreht sich weiter. Er wird nicht mehr vom Motor angetrieben, sondern vom **Wind**. Ein bisschen wie beim Ahornsamen. Durch sein Fallen wird der Rotor weitergedreht.

Man stellt die Rotorblätter mit dem Pitch „flach“, also auf einen **kleinen Anstellwinkel**, und so, dass der Hubschrauber nach vorne fliegt. In der Nähe des Bodens wird der Anstellwinkel wieder vergrößert und die **Drehung des Rotors** reicht aus, dass wieder **Auftrieb** erzeugt wird. Dabei wird die Nase des Hubschraubers hochgezogen. Kurz vor dem Aufsetzen schwebt der Heli für einen kurzen Moment und setzt sanft auf.

Normaler Motorflug



Autorotation





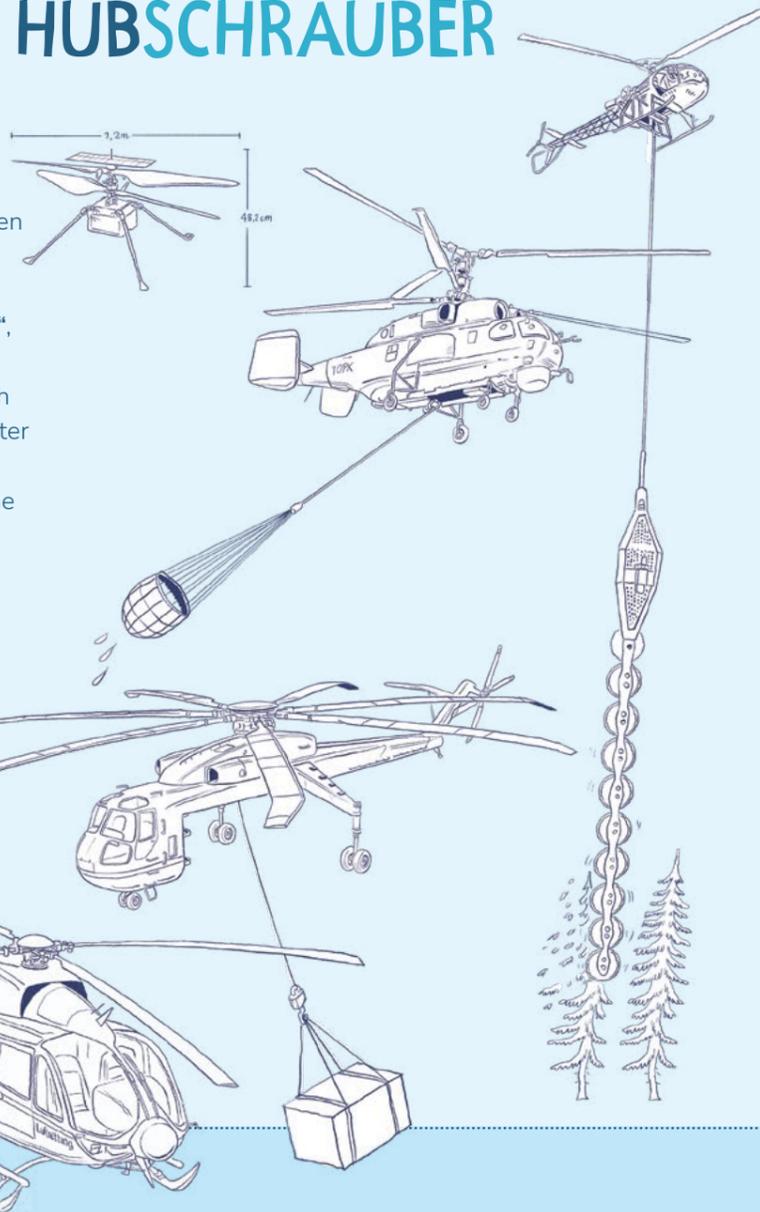
ALLESKÖNNER HUBSCHRAUBER



Weil Hubschrauber so tolle Flieger sind und **schwere Lasten** transportieren können, werden sie für alles Mögliche eingesetzt: Sie **retten Menschen** im Gebirge, arbeiten als „fliegender Kran“, **löschen Brände**, bergen Unfallopfer und bringen sie superschnell ins Krankenhaus, **suchen** nach Vermissten und Verbrechern, fliegen Ärztinnen und Sanitäter an ihren Einsatzort und helfen in der **Forstwirtschaft** mit riesigen Motorsägen. Sogar auf dem **Mars** gibt es autonome Minihubschrauber, die den **Planeten erkunden**.

Je nach ihrem Einsatz sind Hubschrauber mal größer und stärker, mal kleiner und wendiger.

Krankenhäuser, Regierungsgebäude, Bohrinseln, Flugzeugträger und andere haben extra **Landeplätze** für Hubschrauber. Man erkennt sie an dem großen „H“ auf dem Boden. Das steht nicht für „Haltestelle“, sondern für „Hubschrauber“.



SCHWERPUNKT



Jeder Gegenstand hat einen **Schwerpunkt**. Auch du. Dein Schwerpunkt befindet sich im Körper, etwa in Höhe deines Bauchnabels. Eine Eisenkugel oder ein Fußball haben ihn genau in ihrer **Mitte**. Verändert man die Masse eines Gegenstands, dann **verändert** sich ihr Schwerpunkt. So steht eine Blumenvase sicherer, wenn man Steine auf den Boden legt. Legst du ein Gewicht in die Ecke einer Schachtel, kannst du sie mit der Ecke auf die Tischkante legen, und sie **fällt nicht runter**. Liegt der Schwerpunkt nicht über der Auflagefläche, sondern daneben, kippt der Gegenstand um.

➔ Finde durch Ausprobieren mit einem Finger den Schwerpunkt verschiedener Dinge wie Bleistift, Buch, Teddybär und anderen. **Was stellst du fest?**



DIE LAST MIT DER LAST



Da, wo der **rote Punkt** ist, ist der **Schwerpunkt** eines Hubschraubers.

Der Schwerpunkt rutscht nach unten, wenn etwas an den Hubschrauber gehängt wird. **Je länger das Seil mit der Last, desto tiefer**. Und weil die Last nicht immer gerade nach unten hängt, sondern wackelt, wackelt auch der Hubschrauber im Flug.

Man muss beachten, was man mit einem Helicopter transportiert. Nicht nur das **Gewicht** spielt eine Rolle, auch seine **Form**.

➔ Stell dir drei Hubschrauber vor. Am 1. hängt ein **Seil**. Am 2. hängt ein **Seil mit Gewicht**. Am 3. hängt ein **Seil mit Fallschirm**. Bei jedem Flug hängt das Seil im Flug anders unter dem Hubschrauber.

Du kannst auch ohne Hubschrauber herausfinden, wie sich die Last auf das Seil auswirkt. ➔



DU BRAUCHST:

- EINEN FADEN ▶ EINE MUTTER ODER KNETE
- ▶ EINE OP-MASKE ▶ EIN HANDY MIT KAMERA

SO GEHT'S:

1. Halte den Faden zwischen zwei Fingern. Deine Hand ist der Hubschrauber und der Faden ist das Seil. Lass den Faden ruhig hängen und „fliege“ dann mit der Hand ein gutes Stück zur Seite.
2. Wiederhole das Experiment, nachdem du die Mutter an das Fadenende geknotet hast.
3. Wiederhole das Experiment erneut, nachdem die OP-Maske so an das Fadenende gebunden hast, das eine Art Fallschirm entsteht.
4. Filme jeden Flug mit dem Handy von der Seite und schaue dir hinterher die Filme in Slowmotion an. **Wie unterscheiden sich die Kurven des Fadens?**





HUBSCHRAUBERTAXI



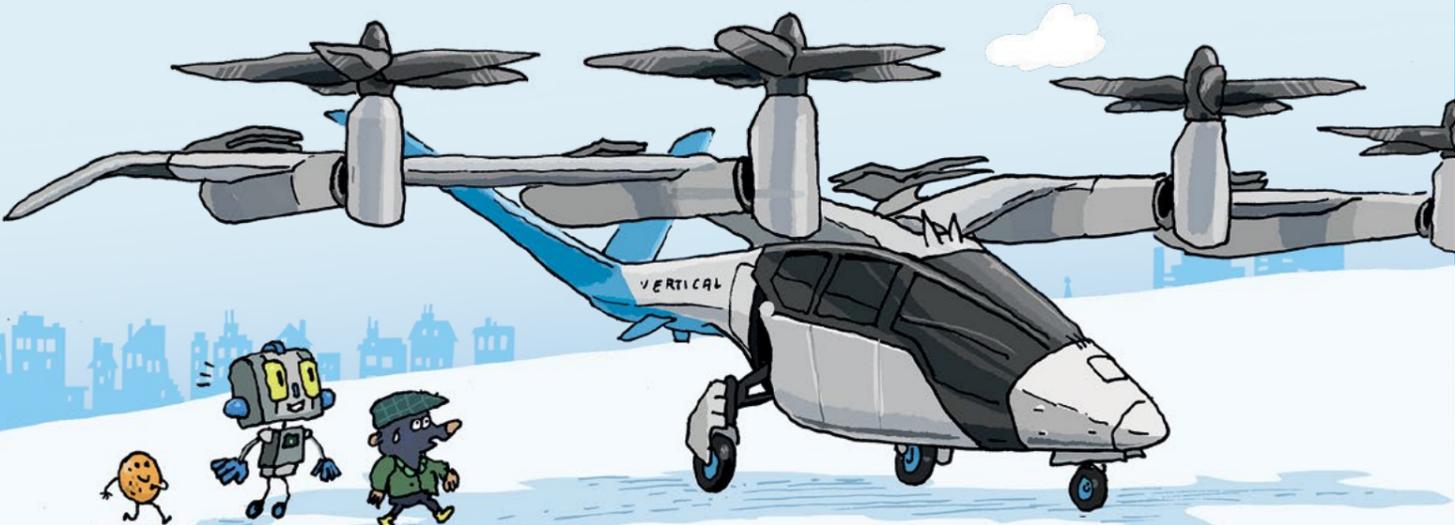
Banken und Unternehmen wählen oft Hochhäuser als ihren Firmensitz. Die Leute, die hier arbeiten, wollen oft schnell zu einem Termin, zum Bahnhof oder Flughafen. Zum Glück haben Wolkenkratzer meist Flachdächer, die Hubschrauber prima als Start- und Landeplatz nutzen können. Immer häufiger bestellen die Geschäftsleute deshalb ein **Helitaxi**. Denn ein Hubschrauber muss keine Ampeln beachten und keine Staus fürchten.

Fliegende Taxis sind besonders leicht und klein. Denn sie müssen nur Personen und wenig Gepäck transportieren. Das spart Sprit und lässt die Hubschrauber fast überall landen.

Wir stellen dir zwei Helitaxis vor.

Der CoAX 2D ist ein **Ultraleicht-Hubschrauber**. Er wiegt nur 283 Kilogramm. Im Vergleich: Ein Hubschrauber der Polizei wiegt fünf Mal so viel! Und selbst das ist weniger, als die meisten Autos wiegen! So ein Fliegengewicht ist windanfällig. Deshalb hat der CoAX 2D keinen Heckrotor, sondern einen **zweiten Hauptrotor**. Er dreht sich in entgegengesetzter Richtung und lässt den Heli besonders ruhig **schweben**. Außerdem hilft er beim **Auftrieb**. Das spart Sprit. Weil ein Heckrotor besonders laut ist, ist der CoAX 2D viel **leiser** als normale Hubschrauber. Gut für Flüge in bewohnten Gebieten.

Der VX4 von Vertical Aerospace ist ein **eVTOL**, ein Flugzeug mit Tragflächen und Rotoren. Und zwar gleich vier davon. Noch ist es in der Entwicklung und hat seine ersten Flugtests erfolgreich hinter sich gebracht. Wenn es kommerziell fliegt, soll es bis zu **240 Stundenkilometer** schnell sein und dabei leiser als ein Hubschrauber. Zudem braucht der VX4 keinen Sprit, weil er **elektrisch** fliegt! Mit seinen Akkus kommt er dann **160 Kilometer** weit, mit bis zu vier Passagieren. Schon jetzt sieht er supercool aus!



BUCKELWALROTOREN



Sani bonani, liebe VDI-Freunde!

Ich habe wirklich das gesamte Tierreich durchforstet, aber es gibt einfach weder Insekten noch Vögel, die wie ein Hubschrauber fliegen.

Libellen und Kolibris können zwar auf der Stelle und sogar rückwärts fliegen. Aber ihre Flügel drehen sich dabei nicht wie Rotoren im Kreis.

Erstaunlicherweise habe ich im Meer ein Tier gefunden, das ein Feature besitzt, das für Hubschrauber nützlich sein könnte: den **Buckelwal**.

Wenn man sich den genau anschaut, erkennt man eigenartige **Beulen** auf seinen Brustflossen. Dr. Holger Mai vom Göttinger DLR-Institut für Aeroelastik hat schon vor einigen Jahren herausgefunden, dass die Beulen den mächtigen Meeresbewohner erstaunlich **schnell** und **akrobatisch tauchen** lassen. Tatsächlich verzögern die Beulen den sogenannten **Strömungsabriss**. Den gibt es auch bei Hubschraubern. Bei schnellen Flugmanövern entstehen Wirbel, und der Auftrieb, der den Hubschrauber in der Luft hält, kann verloren gehen. Die Strömung „reißt ab“. Ähnlich wie das Wasser um die Flossen des Wals strömt auch die Luft um die Rotorblätter des Hubschraubers.

Wegen der Beulen reißt die Strömung sehr spät ab. Wie Untersuchungen gezeigt haben, ist der Auftrieb bei Rotorblättern mit ähnlichen Beulen größer als ohne. Das hilft übrigens auch **Windenergieanlagen**. Durch die Beulen auf den Flügeln haben auch sie mehr Antrieb und können **mehr Energie** liefern. Außerdem werden sie dadurch leiser. Toll, oder?



Eure Yuna

Brustflosse

Rotorblatt



TEXT: CHRISTIAN MATZERATH
BILD: MAX FIEDLER

VDINI-CLUB ONLINE DAS PORTAL FÜR BUNDESWEITE ONLINE-VERANSTALTUNGEN!



Unter www.vdini-club.de findet ihr jetzt diesen Button. Dahinter verbirgt sich das neue Online-Portal des VDIni-Clubs. Dort entdeckst du:

- alle bundesweit stattfindenden Veranstaltungen unserer VDIni-Clubs
- (Jedes Mitglied kann an allen Veranstaltungen entsprechend der dort aufgeführten Bedingungen teilnehmen.)
- zahlreiche Mitmach-Experimente mit entsprechenden YouTube-Erklärvideos
- Online-Angebote unserer Partner

So hast du noch mehr Möglichkeiten, online zu experimentieren. Gerne nehmen wir Anregungen zu kostenfreien Online-Veranstaltungen aus deiner Region mit auf. (Mit einem Vorlauf von mindestens einer Woche!)

VDIni-CLUB UND VDI-ZUKUNFTSPILOTEN: GEMEINSAM NOCH STÄRKER!

- Als Mitglied des VDIni-Clubs kannst du – in Absprache mit deiner Clubleitung – an Veranstaltungen der „Großen“, der VDI-Zukunftspiloten, teilnehmen oder ganz zu ihnen wechseln. Normalerweise raten wir dazu, wenn du 13 wirst. Aber wenn du mit 15 lieber noch bei den VDInis bleiben willst: Warum nicht? Du entscheidest!
- Der Mitgliedsbeitrag ist jetzt für alle gleich: 24 Euro.
- Wir sind jetzt ein gemeinsamer Club. Eine Kündigung im VDIni-Club ist nicht mehr nötig.
- Du willst den Club wechseln, deine Wohn- oder E-Mail-Adresse ändern? Einfach eine E-Mail an: mitgliederservice@vdi.de und schon ist alles erledigt.



VDI-Zukunftspiloten



DAS NÄCHSTE
VDIni-CLUB-MAGAZIN
ERSCHEINT IM
DEZEMBER 2023



IMPRESSUM

Herausgeber:
VDI e.V.
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf
Deutschland
Telefon: +49 211 6214-299
kontakt@vdini-club.de
www.vdini-club.de

Koordinatorin
Netzwerk Nachwuchs-Clubs:
Angela Inden
inden@vdi.de

Lektorat:
Bernd Lenhart
lenhart@vdi.de

Illustration:
Max Fiedler
www.maxfiedler.de

Text:
Christian Matzerath
www.christianmatzerath.de

Gestaltung:
ZORA Identity &
Interaction Design
www.zora.studio

Druck und Versand:
Düssel-Druck & Verlag GmbH
www.duessel-druck-verlag.de

Papier:
CircleOffset 115 g/qm,
100 % Recycling

© VDI e.V.
ISSN 2194-9301
Die VDIni-Club-Jahresmitgliedschaft von 24 Euro beinhaltet das Bezugsentgelt des Club-Magazins.

VDI e.V. / VDini-Club
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf



HIER IST TECHNIK IM SPIEL
www.vdini-club.de
ISSN 2194-9301