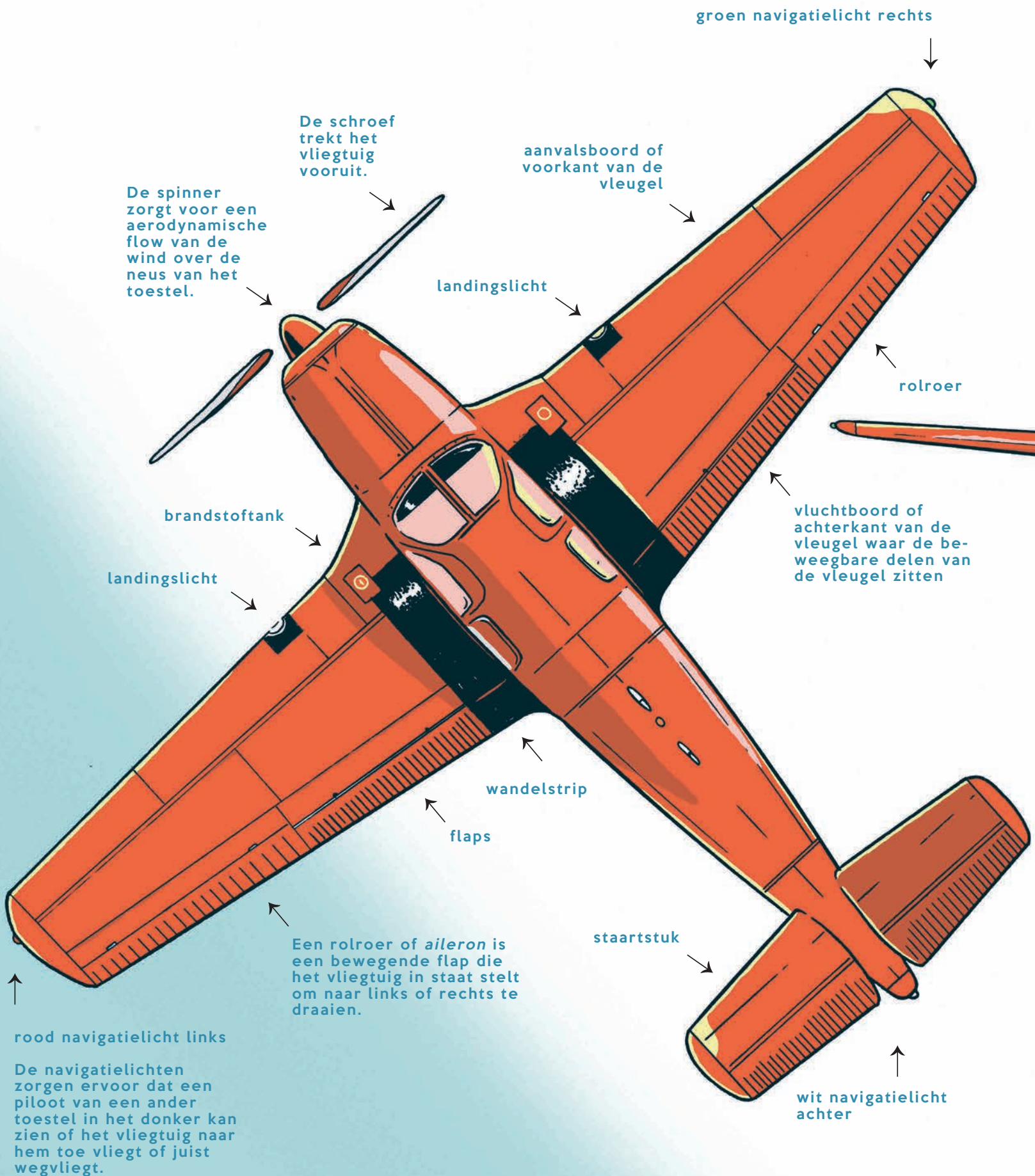


HET VLIEGTUIGENBOEK

VAN ONTWERP TOT VLUCHT

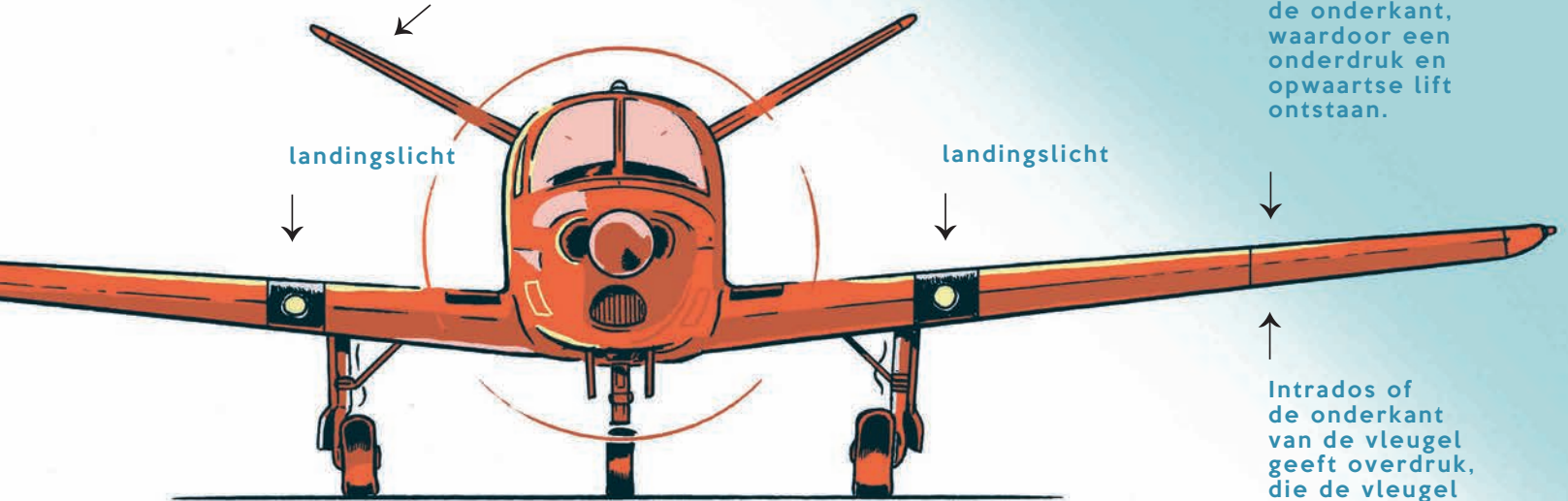
JAN VAN DER VEKEN

ONDERDELEN PROPELLERVLIEGTUIG

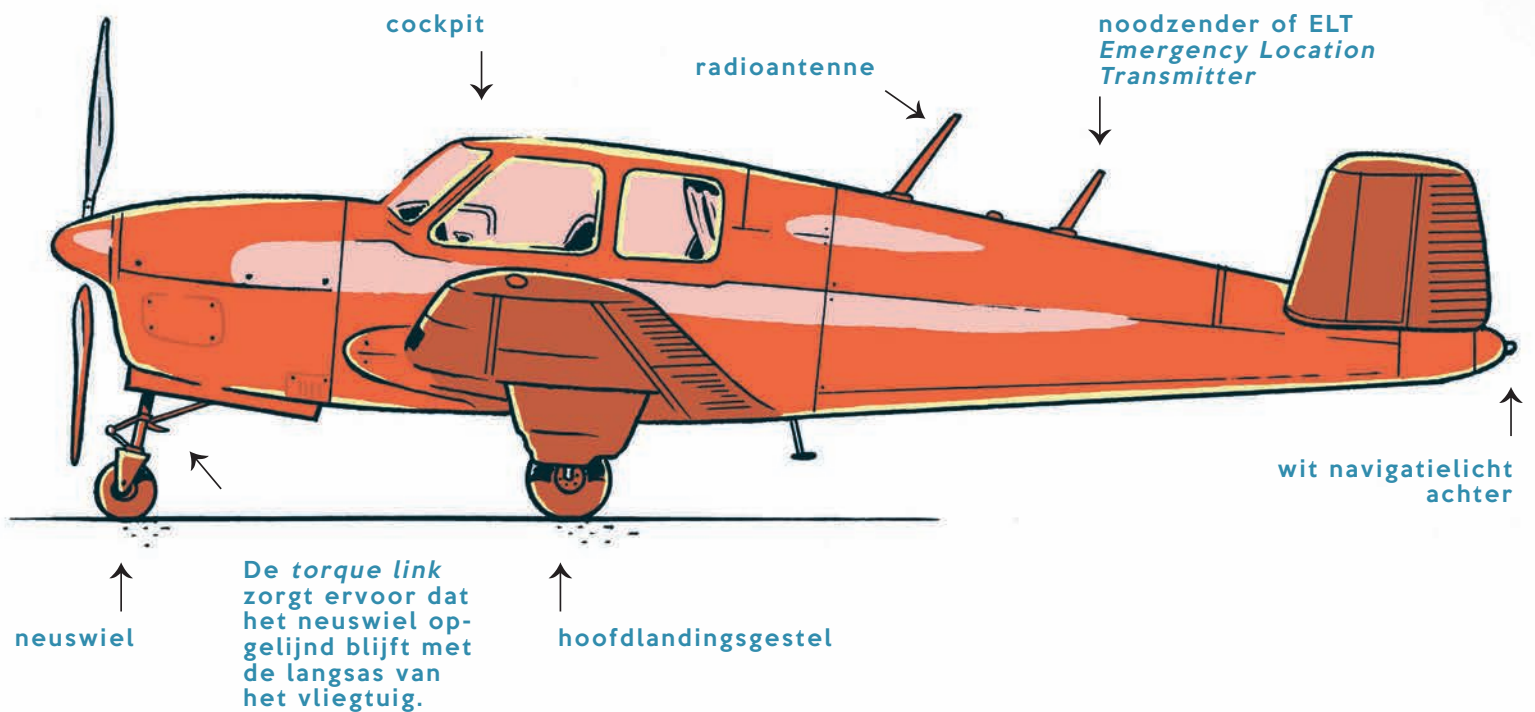


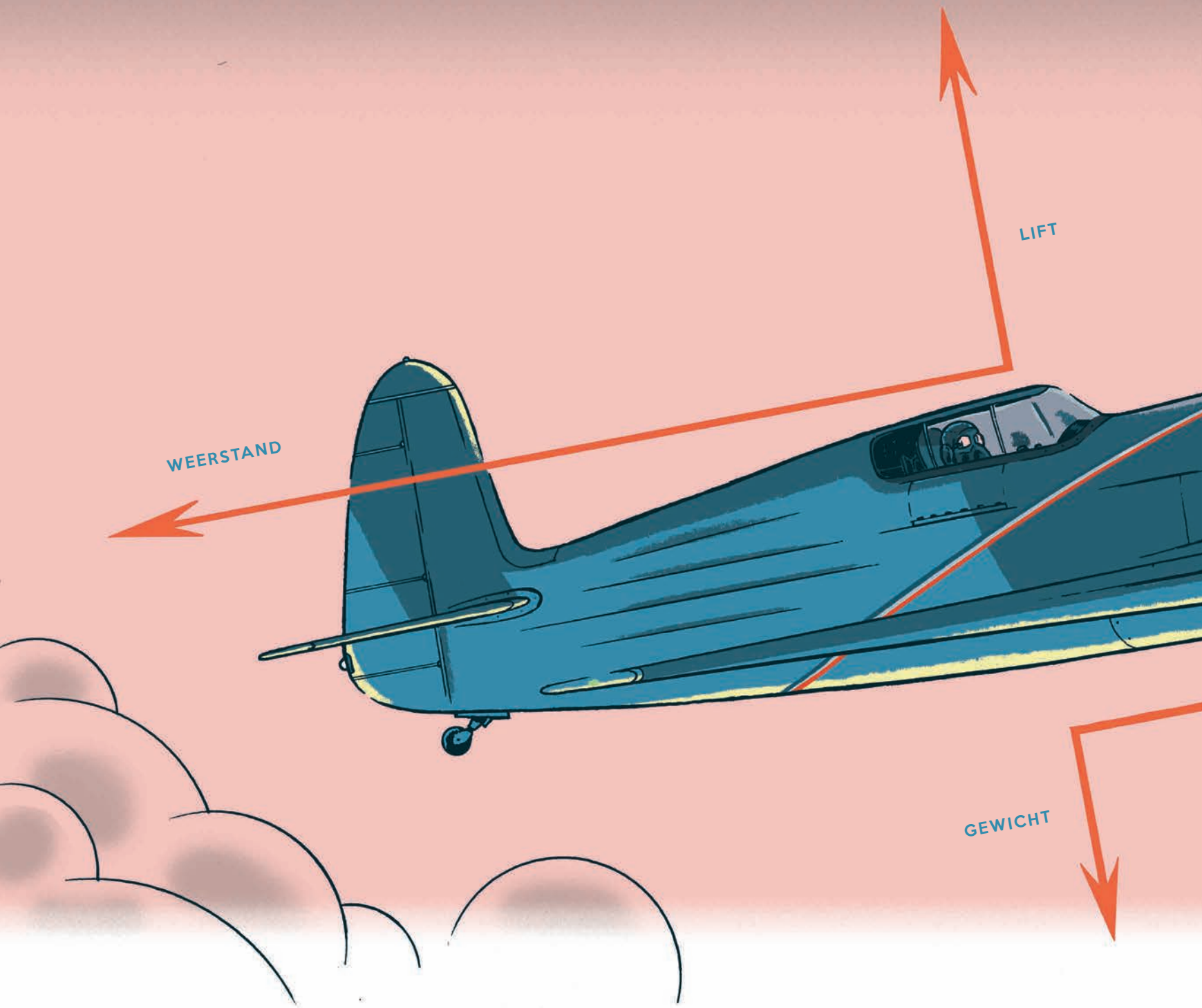
Het richtingsroer en hoogteroer zorgen ervoor dat het vliegtuig omhoog en omlaag kan gaan.

Extrados of de bovenkant van de vleugel is gewelfd zodat de lucht een langere weg moet afleggen dan die aan de onderkant, waardoor een onderdruk en opwaartse lift ontstaan.



Intrados of de onderkant van de vleugel geeft overdruk, die de vleugel omhoog duwt.

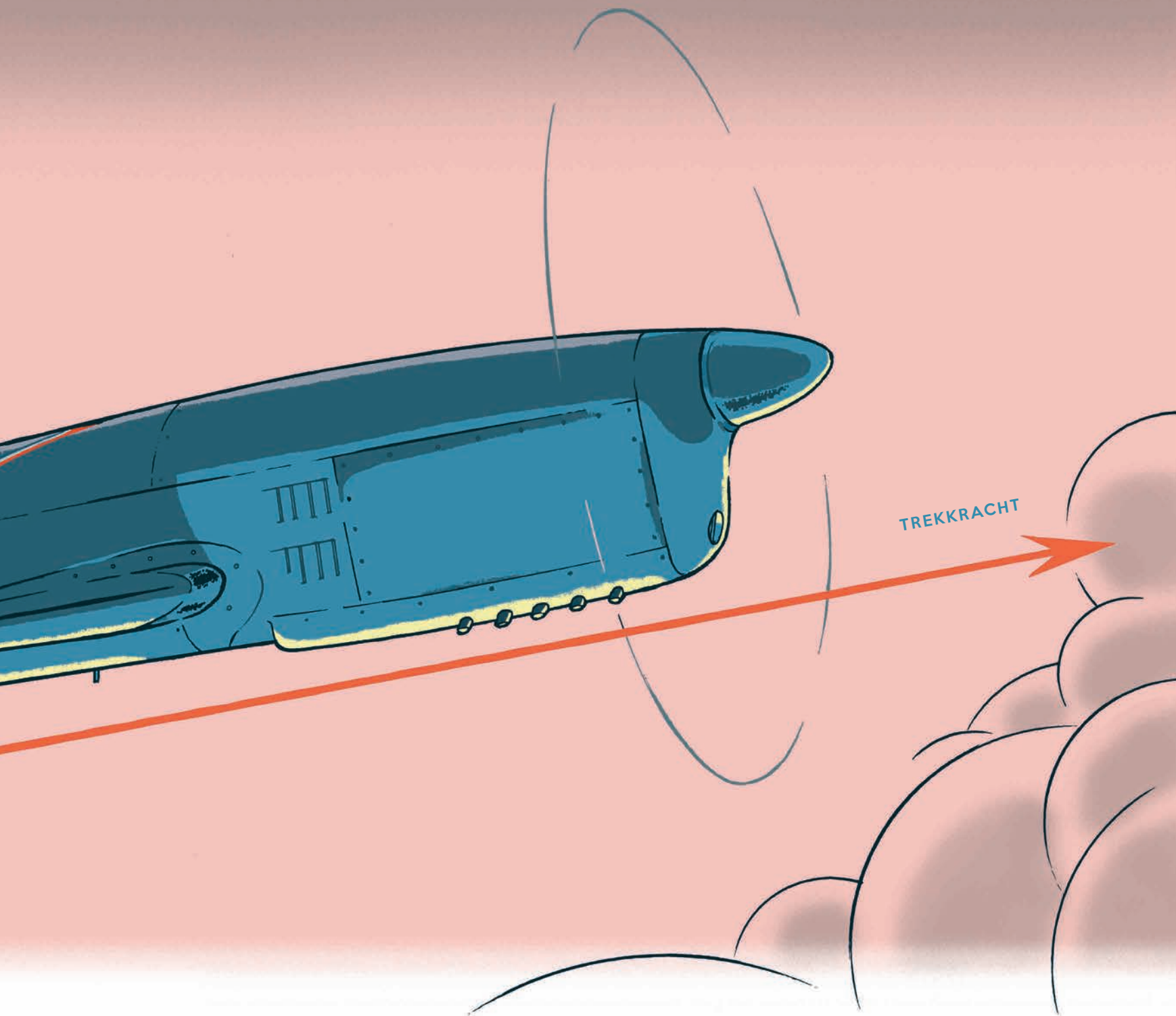




WELKE KRACHTEN WERKEN IN OP EEN VLIEGTUIG?

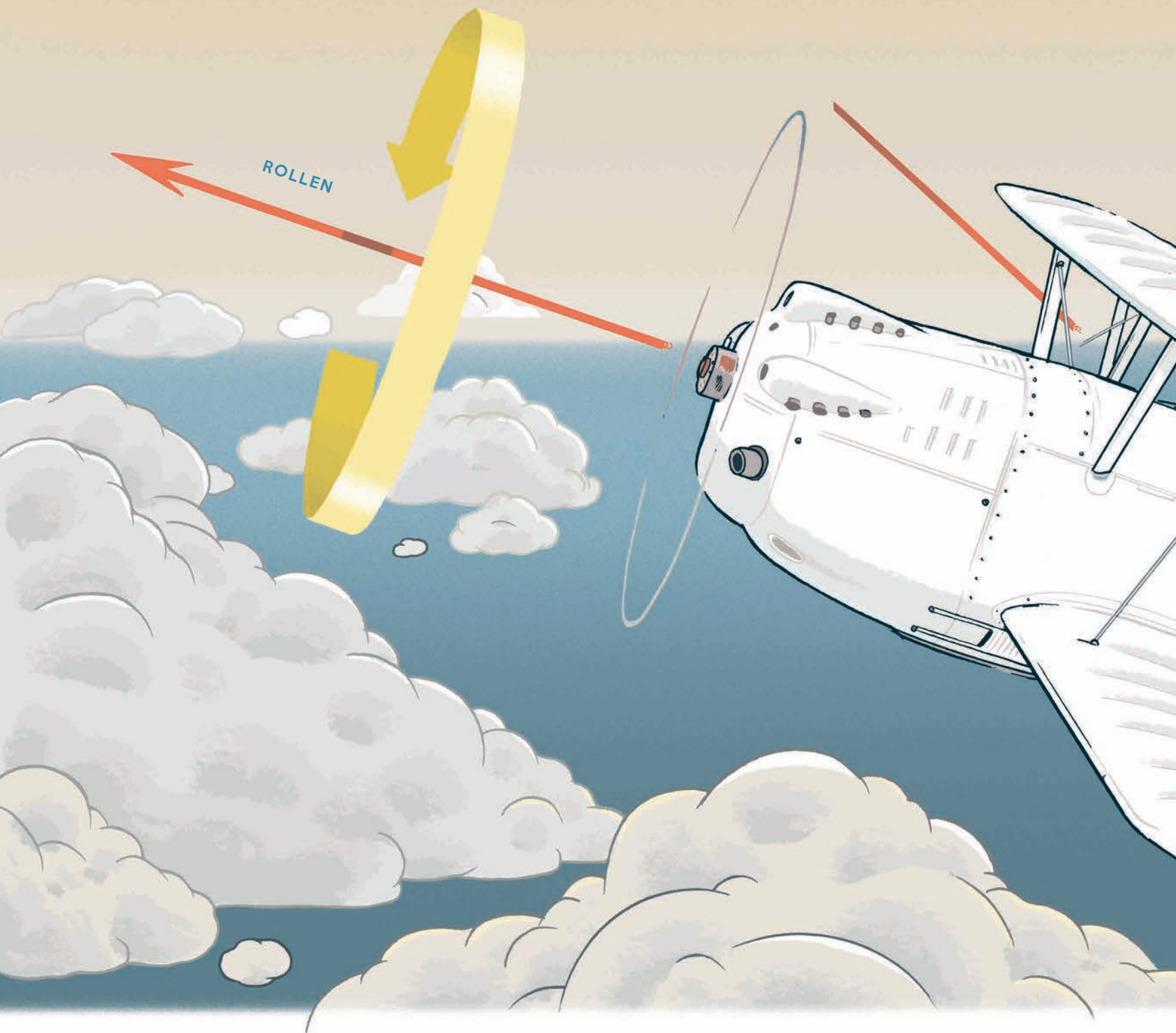
Om beter te begrijpen welke delen belangrijk zijn bij het ontwerpen van vliegtuigen, moeten we weten welke grote krachten inwerken op het vliegtuig. Dat zijn er ruwweg vier. Sommige krachten maken vliegen gemakkelijker, andere juist niet. De zwaartekracht en luchtweerstand maken het vliegen moeilijker. Een vliegtuig is een zware machine met een massa. De zwaartekracht trekt het naar de aarde. Elk

toestel ondervindt luchtweerstand aan de vleugels, staart, neus en romp. De luchtweerstand wordt bepaald door de vorm van het toestel. Ontwerpers proberen vliegtuigen zo gestroomlijnd mogelijk te maken. Als dat goed lukt, 'snijdt' het toestel door de lucht met een hoge snelheid en met zo weinig mogelijk weerstand. De vliegbevorderende krachten komen van de motor en de vleugels. De motor



drijft een schroef aan en zorgt voor trekkracht, die het toestel voorttrekt door de lucht. Zo stroomt er lucht over de vleugels, waardoor het vliegtuig wordt opgetild en in de lucht blijft. Die opwaartse kracht heet 'lift'. De beweging van het vliegtuig wordt bepaald door het evenwicht tussen vliegbevorderende en niet-vliegbevorderende krachten. Als het toestel rechtdoor vliegt, blijven die krachten in

evenwicht. Maar als het vliegtuig klimt of daalt, verandert dat. Bij het dalen is er minder trekkracht nodig en vliegt het toestel dichter naar de aarde toe, onder invloed van de zwaartekracht. Bij het stijgen is juist weer meer trekkracht nodig, om het vliegtuig meer lift te geven. Sommige toestellen kunnen zelfs verticaal klimmen. Dan is er geen lift meer nodig: de schroef trekt het toestel recht omhoog!



HOE BEWEEGT EEN VLIEGTUIG IN DE LUCHT?

Vliegtuigen zijn echte acrobaten van het luchtruim. Als we de bewegingen die een vliegtuig kan maken, willen begrijpen, helpt het om drie denkbeeldige lijnen te trekken door het toestel. Rond die drie 'assen' kan het vliegtuig draaien en zo bepalen piloten waar ze naartoe vliegen.

De eerste denkbeeldige as gaat verticaal door het toestel heen, van boven naar onder. Als het toestel rond die as

draait, stuurt de neus naar links of naar rechts. Die beweging wordt 'gieren' genoemd.

Een tweede as gaat horizontaal door het toestel heen en volgt de vleugels. Als het vliegtuig rond die lijn draait, gaat de neus op en neer. Dat noemt men 'stampen'.

De laatste as gaat ook horizontaal door het toestel, maar dan van de voorkant naar de achterkant. Als het vliegtuig rond



die as draait, bewegen de vleugels aan de ene zijde omhoog en aan de andere omlaag. Dat heet 'rollen'.

De piloot bepaalt de richting door die drie bewegingen te combineren. Aan de staart zit een verticaal richtingsroer dat de piloot kan bewegen met een voetenstuur, waardoor het vliegtuig kan gieren. Stampen gebeurt door het horizontale deel van de staart – ook wel het hoogteroer genoemd – te

bewegen. Aan het uiteinde van de vleugels zitten rolroeren, die zorgen dat het vliegtuig kan rollen.

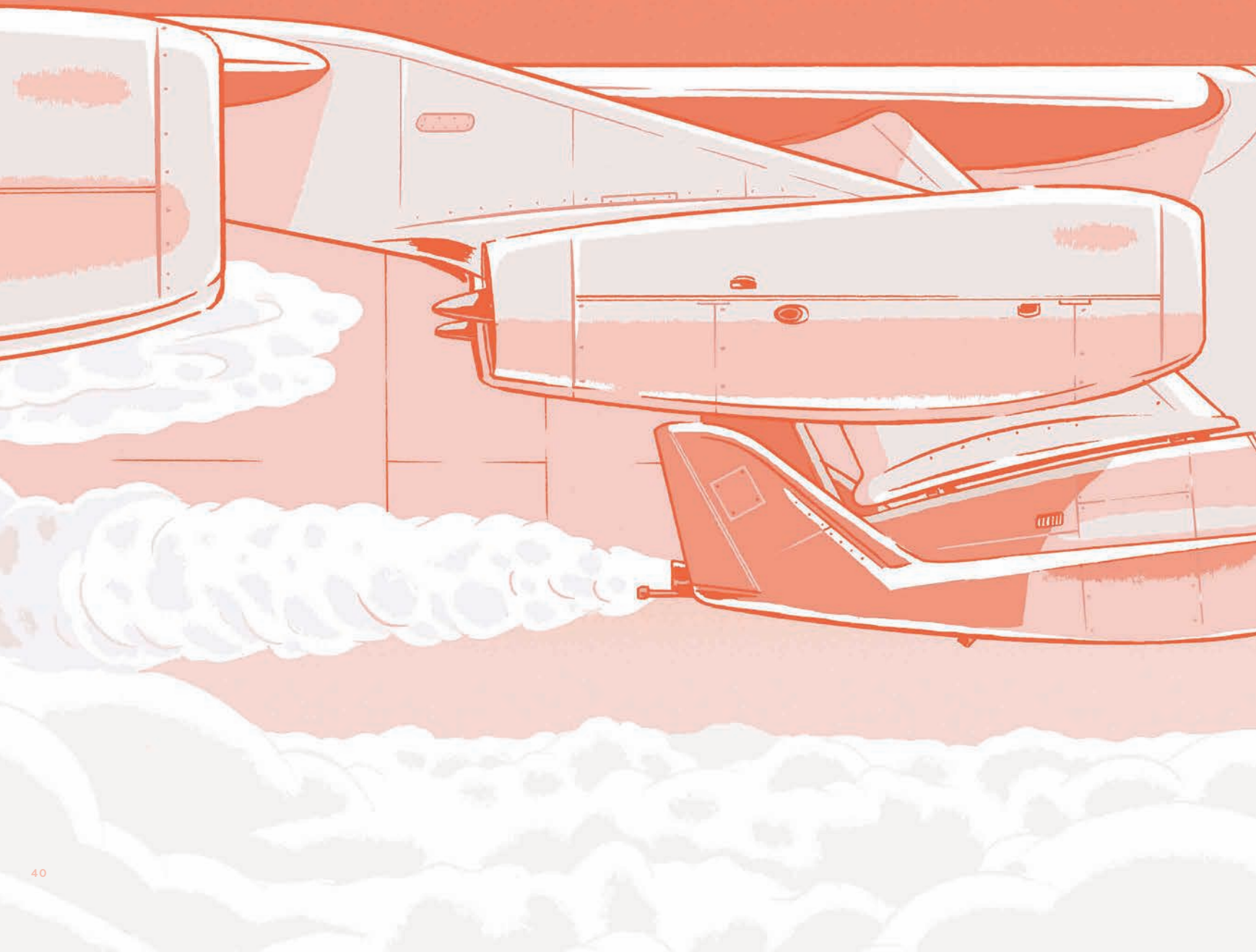
Het besturen van een vliegtuig is precisiewerk en een toestel is gevoelig. De piloot moet de stuurknuppel heel voorzichtig heen en weer bewegen. Hoe verder de roeren bewegen, hoe heftiger het vliegtuig reageert en rond de verschillende assen draait.

UITGELICHT: NORTHROP LIFTING BODY HL-10 / 1960

De Northrop HL-10 kreeg de bijnaam 'Vliegende Badkuip' door zijn gekke vorm. Het was een van de vijf experimentele *lifting bodies* die het Amerikaanse ruimtevaartagentschap NASA testte.

Dat deden ze in Edwards Air Force Base, in Californië, op een spectaculaire manier. De eerste prototypes hadden geen eigen motor en werden voortgetrokken door een

personenwagen, op de uitgestrekte vlakte van een opgedroogd meer. Later werden ze onder de rechtervleugel van een veel groter toestel gehangen. Als dat toestel een hoogte van 15 kilometer bereikte, werd de Northrop HL-10 losgelaten. Daarna zette de piloot in de HL-10 de raketmotor aan en krom het toestel verder tot op een hoogte van 24 kilometer.

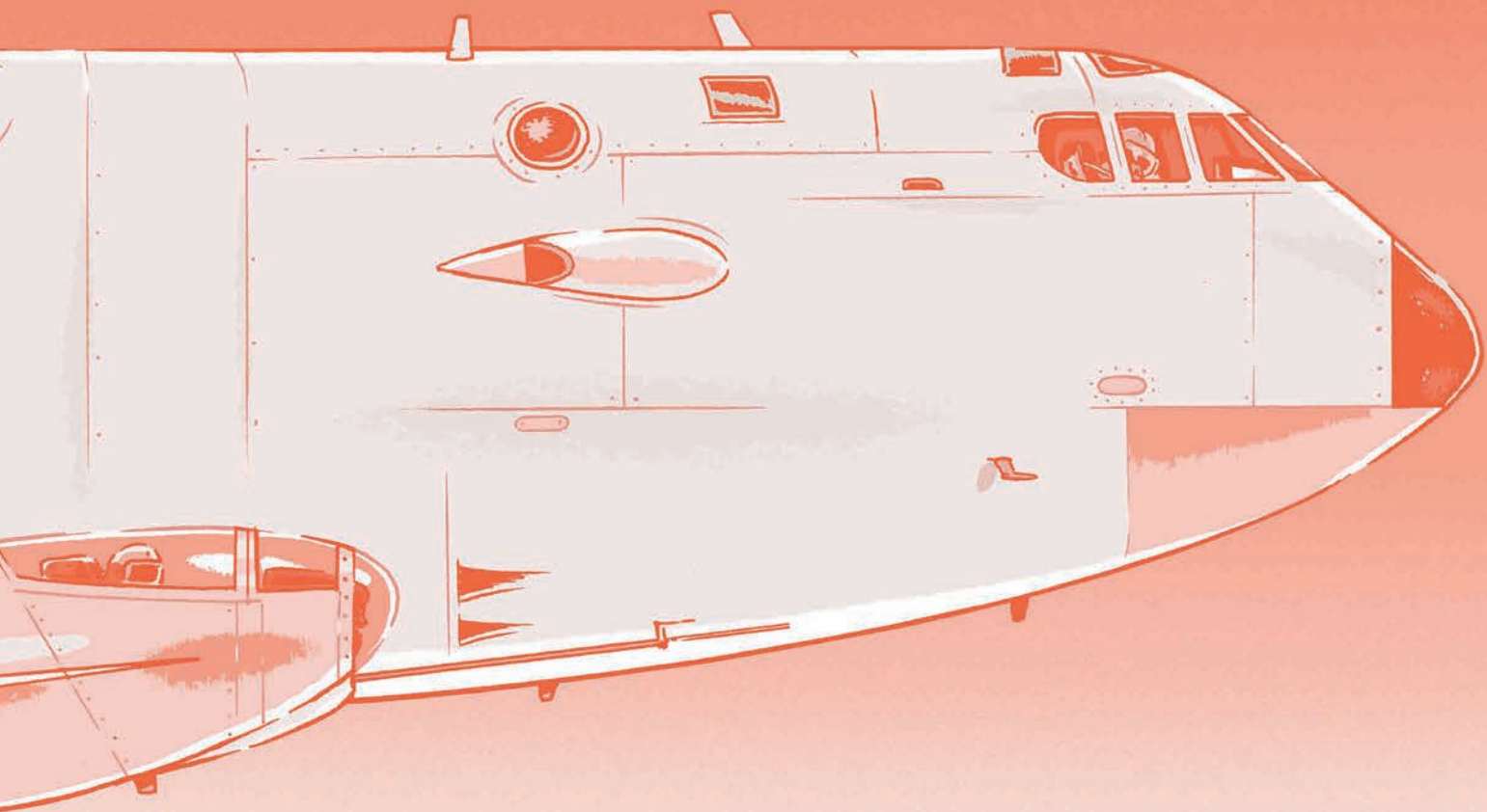


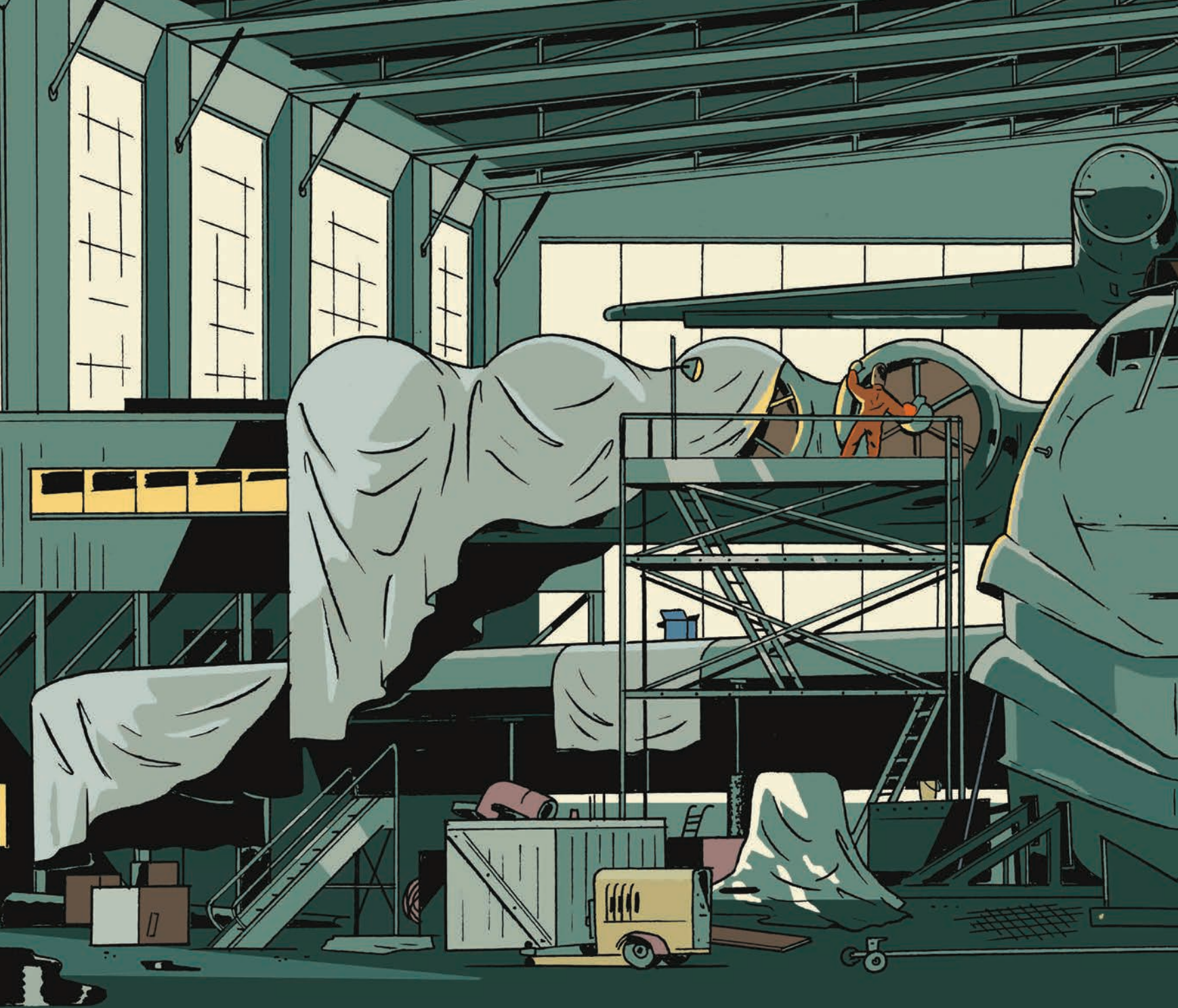
Daar aangekomen was de brandstof op en viel de motor uit. Vervolgens vloog de piloot steil naar beneden. Zo kon het toestel genoeg snelheid houden om bestuurbaar te blijven tot net voor de landing.

Vluchten duurden nooit lang, er was brandstof aan boord voor een klim van 100 seconden. Van de 37 testvluchten met een HL-10 duurde de langste 7 minuten.

Het toestel landde met een snelheid van 300 kilometer per uur op het opgedroogde meer van Edwards Air Force Base.

Deze experimentele zweeftoestellen leidden tot de ontwikkeling van de spaceshuttle, die zelf ook als een zweefvliegtuig terug de dampkring in kwam na een ruimtemissie!





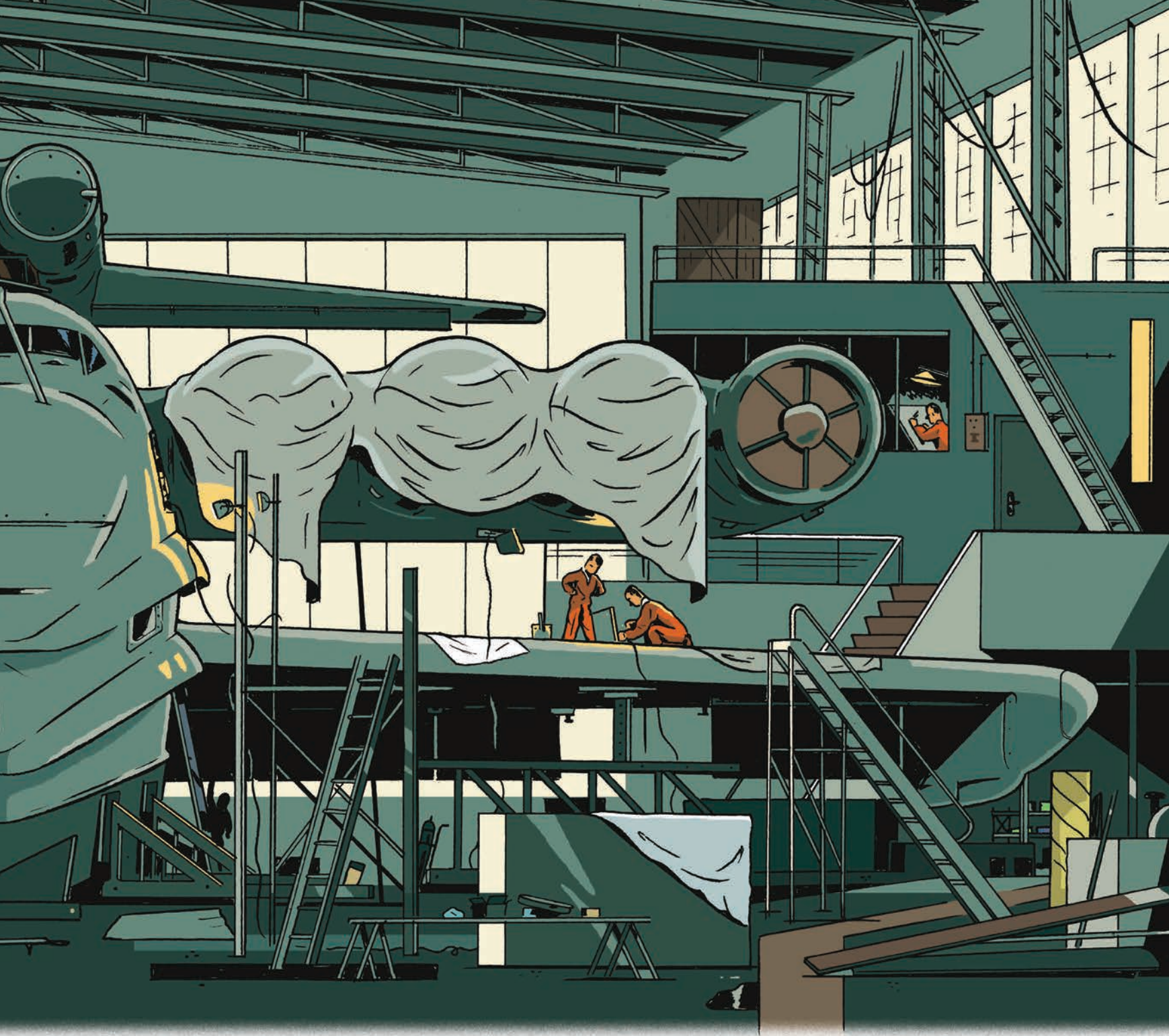
HET GRONDEFFECT

Als een vleugel dicht bij de grond komt, gedraagt die zich anders dan in volle vlucht. Als een vliegtuig lager dan 5 meter boven de grond vliegt, ontstaat het zogenaamde kussen- of grondeffect.

De lucht kan niet meer weg onder de vleugel en vormt een soort luchtkussen, waarop het toestel verder glijdt. Landende vliegtuigen kunnen het kusseneffect gebruiken om

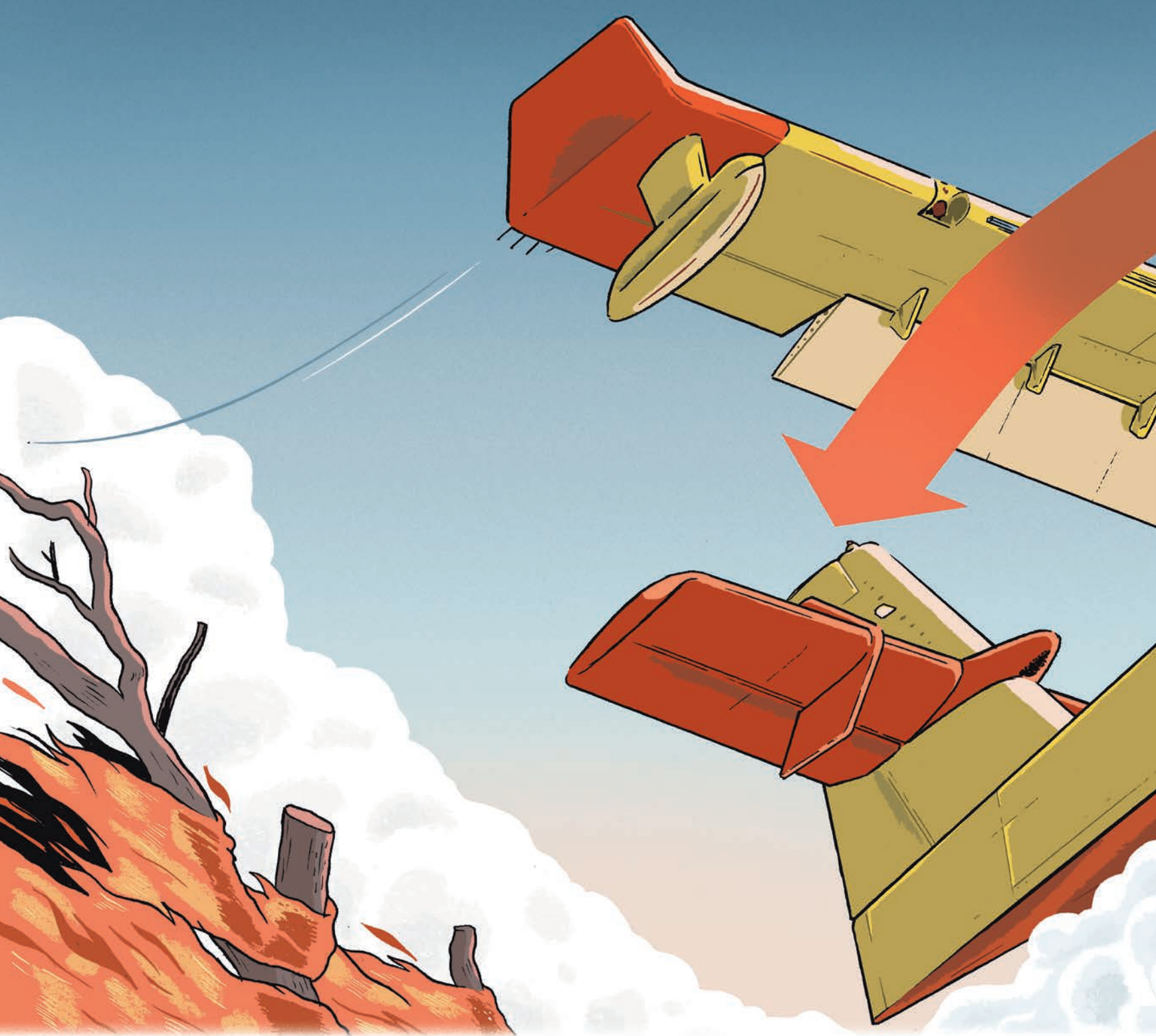
het toestel zachtjes op de grond neer te zetten. Sommige vliegtuigen, zoals de Ekranoplan, maken daar handig gebruik van. De vleugel is op een specifieke manier ontworpen, waardoor die vliegtuigen maar zo hoog als het grondeffect kunnen vliegen.

Toch is dat effect niet voor elk toestel handig. Zweefvliegtuigen met hun lange vleugels zijn ontworpen om zo



ver mogelijk te zweven zonder te dalen en kunnen daardoor soms zelfs niet landen. Ze blijven steeds verder zweven. Om dat tegen te gaan, worden er remkleppen ingebouwd die de luchtstroom over de vleugel verstoren, waardoor die minder lift produceert. Op die manier kan het toestel wel landen. Ook de dierenwereld maakt gebruik van dat grondeffect.

Onderzoekers ontdekten dat watervleermuizen die laag over het wateroppervlak scheren, veel minder energie verbruiken, waardoor hun hartslag laag blijft. Een rimpelloos, rustig wateroppervlak geeft daarbij de beste resultaten. Zeevogels zoals albatrossen en pelikanen kennen ook de voordelen van het grondeffect.



DE WERKING VAN DE FLAPS

We weten ondertussen dat de rolroeren de vleugels afzonderlijk veranderen van positie en het vliegtuig zo in een bepaalde richting kunnen sturen.

Maar er zijn nog meer bewegende delen aan de vleugels, en die noemen we 'flaps'. Ze zitten dicht bij de romp. Als je ooit in een lijnvliegtuig vlak bij de vleugel hebt gezeten, heb je ze misschien in en uit de vleugel zien schuiven. Ze kunnen

het vleugeloppervlak vergroten of verkleinen. Dat geeft vliegtuigen die met een lage snelheid vliegen, voldoende lift en maakt ze stabiel.

Dat is belangrijk bij blusvliegtuigen, zoals de Canadair. Die moeten een grote hoeveelheid water kunnen opscheppen en vervolgens weer vlot kunnen klimmen, ondanks het extra gewicht. Naast een groot vleugeloppervlak en twee



krachtige turbopropellers zorgen enorme flaps ervoor dat het toestel zijn moeilijke taak kan vervullen. De flaps zijn zo groot dat het staartstuk groter moest zijn om het toestel in balans te houden.

Als het vliegtuig boven het vuur vliegt, is de lucht heel turbulent en onstabiel. Ook daarbij zijn de flaps belangrijk. Het toestel kan traag blijven vliegen, zonder lift of stabiliteit

te verliezen. De piloot krijgt genoeg tijd om het water te lozen en de vlammen te doven.

Sommige vliegtuigen hebben ook vooraan op de vleugel delen die het oppervlak kunnen wijzigen. Uitschuifbare latten vooraan over de hele lengte van de vleugel worden 'slats' genoemd en worden samen met de flaps gebruikt om lift te behouden bij lage snelheid.