

TE ZIEN IN:
INNOVATIE NU | JUNI 2020

IN DE LUCHT: WINDENERGIESYSTEMEN

EEN GROENERE TOEKOMST METE
ENERGIE UIT WIND

Auteurs:

Ale Sarmiento Casas

MSc IDE Student
University of Twente

Dr. Ir. G. Maarten Bonnema

Associate Professor
Systems Engineering &
Multidisciplinary Design
Faculty of Engineering Technology
at the University of Twente

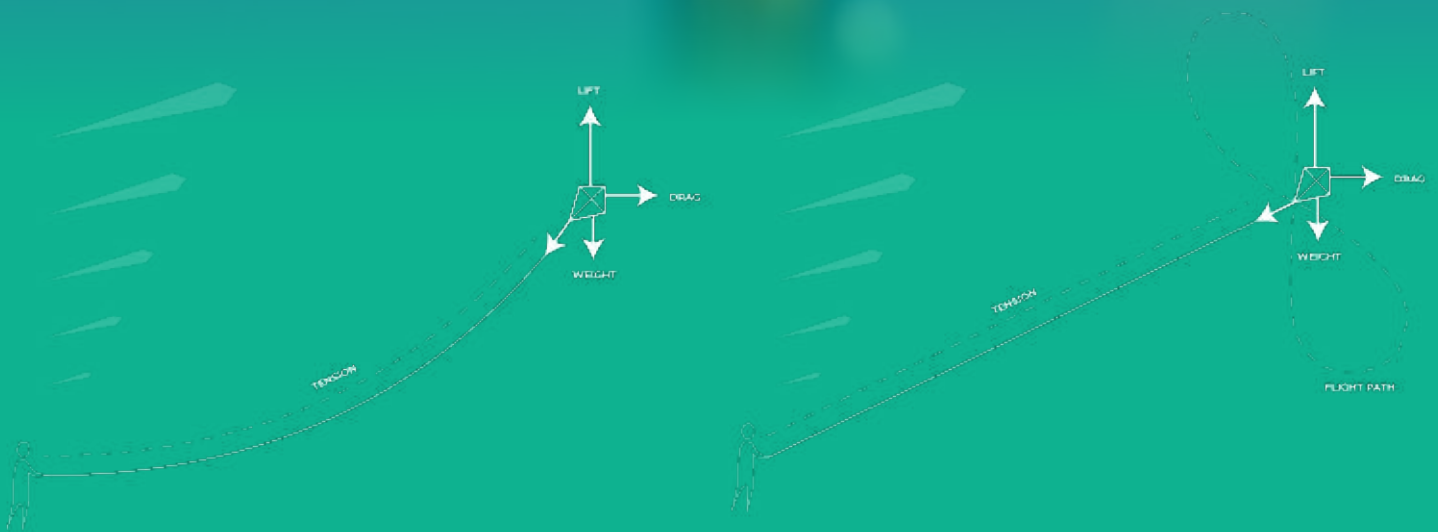


**ADVANCED
MANUFACTURING
CENTER**


ISSN 2772-4255

IN DE LUCHT: WINDENERGIESYSTEMEN

EEN GROENERE TOEKOMST
MET ENERGIE UIT WIND



Een vlieger die loodrecht op de wind beweegt, trekt veel harder dan een stilstaande vlieger.



In de voortdurende zoektocht naar duurzame energieoplossingen zouden windenergiesystemen wel eens de toekomst kunnen zijn. Een voorbeeld hiervan zijn Kite Power Systemen. Deze systemen zijn gebaseerd op vliegers, en kunnen gebruikmaken van de (bijna) continue beschikbaarheid van windstromen op grote hoogte. Deze technologie zou een oplossing kunnen bieden die flexibeler is dan alle andere duurzame energiebronnen die tot dusver zijn geëxploiteerd.

Vliegers bestaan al sinds de oudheid, maar hun potentieel om elektrische energie op te wekken wordt pas sinds kort benut. Hoewel moderne vliegers verschillen in grootte en vorm, hebben ze allemaal één ding gemeen: ze zetten windenergie om in elektriciteit met behulp van autonome, vastgebonden vliegende toestellen. Ze zijn ontworpen om de kracht te benutten van windstromen op grote hoogte - die sterker en constanter zijn dan oppervlaktewinden; een hulpbron die nog nooit eerder is verkend.

De werking

Het idee achter deze technologie is eenvoudig: een vlieger die loodrecht op de wind staat, trekt veel harder dan een stilstaande vlieger. Door in snelle lussen over de wind te vliegen, kan genoeg lift worden geproduceerd om zichzelf te ondersteunen en energie op te wekken - in aanzienlijk grotere mate dan een statische vlieger. Bovengenoemd principe heeft het onderzoek aangewakkerd naar het gebruik van windenergie op de meest efficiënte manier, afwijkend van het traditionele vliegerontwerp. Dit heeft geleid tot verschillende ontwerpen van windenergiesystemen in de lucht, ook wel Airborne Wind Energy Systems (AWES) genoemd.

Er zijn twee soorten AWES: turbines die stroom opwekken, de zogenaamde "on-board generatie", of het omzetten van de trekkracht van vliegende toestellen op de grond, de zogenaamde "grondgeneratie". Momenteel worden verschillende toestellen getest met zachte en harde vleugels, elk met hun eigen technische uitdagingen. Terwijl harde vleugels voor meer aerodynamische efficiëntie zorgen, zijn zachte vleugels lichter. Ook zullen deze bij een ongeluk of ruige weersomstandigheden minder schade oplopen dan het toestel met harde vleugels.



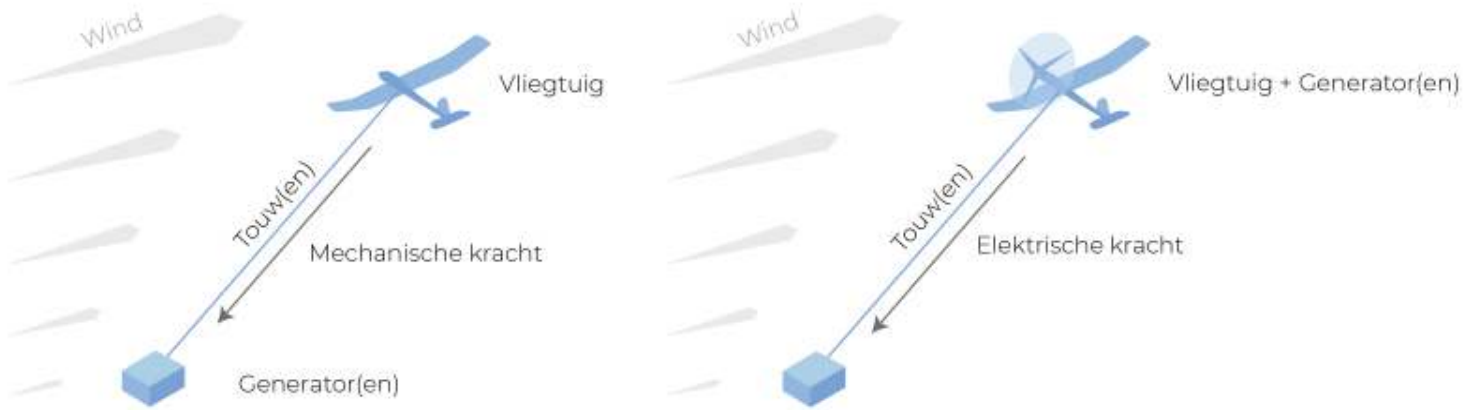
Vliegers bestaan al sinds de oudheid, maar hun potentieel om elektrische energie op te wekken wordt pas sinds kort benut.

Ale Sarmiento Casas
MSc IDE Student
University of Twente

Voordelen van AWES:

- **Minder materiaal:** kleinere milieu-impact, vermindering van de koolstofvoetafdruk, minimalisering van het gebruik van hulpbronnen en visuele vervuiling
- **Beschikbaarheid:** het opvangen van hernieuwbare windenergie kan bijna overal ter wereld.
- **Constante energieproductie:** wind is een van de weinige bronnen die constant, en zelfs sterker, is op grote hoogten
- **Lage LCOE (Levelized Cost Of Energy):** groot potentieel voor energieproductie tegen lagere kosten
- **Flexibiliteit:** eenvoudigere logistiek, sneller vervoer, opstelling en inzetbaarheid
- **Schaalbaarheid:** van een paar kW tot verscheidene MW
- **Nieuwe markten:** onshore, offshore, en groot aanpassingsvermogen

Bron afbeelding: Ampyx Power



Voorbeeld van generatiesystemen op de grond (links) en aan boord (rechts)

Het systeem

De on-board-generatie wekt energie op door kleine windturbines op grote hoogte te plaatsen, terwijl de grondgeneratie werkt door het voortdurend op- en afspelen van het bevestigingskoord. De energie die nodig is voor het opspelen is slechts een fractie van de totale opgewekte energie. Beide alternatieven hebben een veel kleinere massa in vergelijking tot hun tegenhangers, de traditionele windturbines. Traditionele windturbines hebben zeer specifieke voorwaarden en veel onderhoud nodig om optimaal te kunnen functioneren.

Hoewel alle systemen voor- en nadelen hebben, kunnen met AWES windstromen worden bereikt die voorheen als onmogelijk werden ervaren. Het materiaalverbruik kan met wel 90% worden verminderd door het gebruik van een lichtgewicht bevestigingskoord in plaats van een toren, en door het wegnemen van de meeste mechanische beperkingen van het systeem. Dit resulteert in lage kapitaalkosten. In combinatie met een snelle installatie en een hoge vermogensdichtheid per km² kan dit leiden tot een aanzienlijke kostenvermindering per kWh.

Bovengenoemde maakt AWES schaalbaar en inzetbaar op vrijwel elke plek ter wereld, van afgelegen, bergachtige plaatsen tot offshore-locaties. De windsystemen kunnen een van paar kilowatt tot enkele megawatts produceren, wat ze zeer aantrekkelijk maakt voor regeringen, beleidsmakers en industrie. Ze kunnen eventueel worden gekoppeld

aan andere energiesystemen zoals zonne-energieboerderijen, waarbij de vliegers slechts kleine, voorbijgaande schaduwen werpen. Met AWES wordt een hernieuwbare hulpbron geëxploiteerd die minder afhankelijk is van seizoens-, regionale en milieufactoren die de energie-output kunnen beïnvloeden.

AWES zijn ontworpen met het oog op om zichzelf aan te passen aan veranderende weers- en klimaatomstandigheden, locatie en hoogte, om zo de omstandigheden voor het opwekken van energie te optimaliseren. Omdat vliegersystemen over het algemeen complexer zijn dan windturbines, zijn er meer mogelijke faalmechanismen. Deze komen met name voor tijdens de lancering en landing van het systeem. In orkaangebieden of in geval van natuurrampen kunnen de systemen worden beveiligd om schade te voorkomen. Afhankelijk van het type energieopwekking kunnen onderdelen zelfs tegen relatief lage kosten worden vervangen zonder de integriteit van het systeem in gevaar te brengen. Het doel op de lange termijn is volledig geautomatiseerd vliegen, terwijl tegelijkertijd de voorwaarden voor het opwekken van energie worden geoptimaliseerd met betrouwbare sensoren, modellen voor weersvoorspelling en goed onderhoud.

Uitdagingen

De veiligheidszone voor de bediening en vlucht voor AWES is vastgesteld op 300m rondom het systeem, terwijl de gevarenszone in een straal van ongeveer 60m rond het grondstation ligt. Dit betekent dat de gevarenszone alleen ervaren

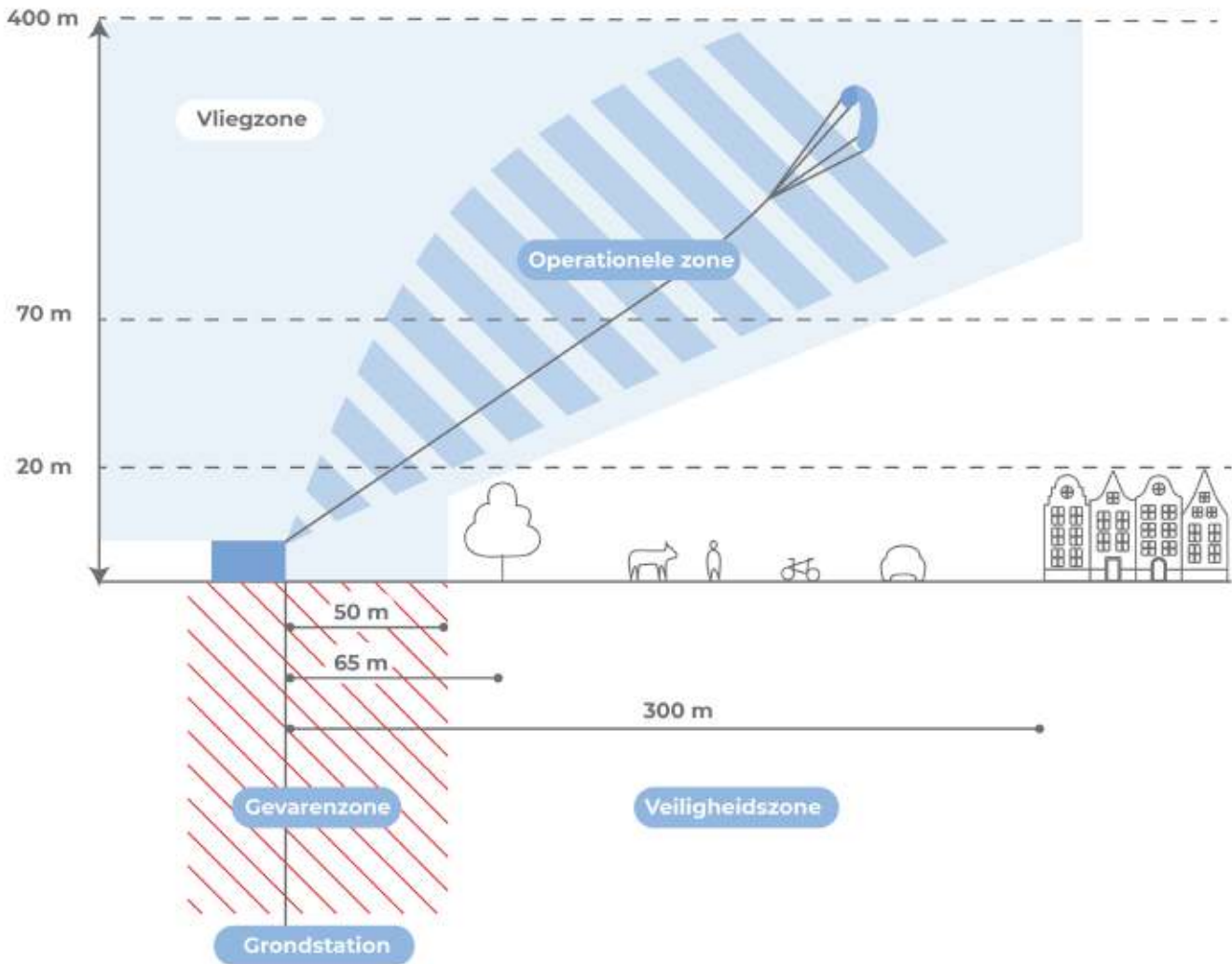
personeel en licht vervoer toelaat, terwijl de veiligheidszone drukke wegen, spoorwegen en open water uitsluit. Het is belangrijk te begrijpen dat alles wat bekend is voor AWES is ontwikkeld op basis van tientallen jaren operationele ervaring, maar certificeringen en voorschriften zullen invloed hebben op deze criteria, naarmate de technologie commercieel beschikbaar wordt. Deze voorschriften zullen van essentieel belang zijn voor het vaststellen van veiligheidsprotocollen om te voorkomen dat een systeem neerstort op kritieke infrastructuur, mensen, of zich begeeft in verboden luchtruim. Hoewel het effect op wilde dieren per locatie verschilt, moet rekening worden gehouden met de versnippering en het verlies van leefgebieden door geluids- en lichtvervuiling. De belangrijkste ecologische gevolgen zijn echter sterfte van en verstoring voor vogels en vleermuizen, wat vergelijkbaar is met het effect van conventionele windmolenparken. Uit de beperkte beschikbare studies blijkt dat

vogels de impact van de bevestigingskoorden kunnen overleven en dat de meeste impacts niet dodelijk zijn.

Een uitstekend voorbeeld van de mogelijkheden om AWES op de markt te brengen is de AP4, ontwikkeld door Ampyx Power in Den Haag. Zij hebben een apparaat ontwikkeld dat energie opwekt door middel van starre vleugels die in de lucht zweven. Momenteel wordt dit apparaat getest op een offshore locatie in Ierland. Een ander voorbeeld is ontwikkeld door KitePower in Delft. KitePower B.V. ontwikkelt een systeem met een zachte vleugel in de vorm van een opblaasbare vlieger. Het Delftse bedrijf doet momenteel ook onderzoek naar systemen met stijve vleugels om de efficiëntie, optimalisatie en uitdagingen van beide systemen te bestuderen. Dit zijn beide opkomende technologieën die nu al commercieel concurrerend worden op de huidige markten voor duurzame energie.

Voorbeeld van een 30 kWh-systeem: windturbine (links), AWES (rechts)





Voorbeeld veiligheidszone voor AWES

Conclusie

Om te voorkomen dat deze windsystemen in botsing komen met dieren of objecten in de lucht of op de grond, dient er voldoende regelgeving opgesteld te worden. De resterende technische uitdagingen bestaan uit de volledige automatisering van de werking en de integratie en ontwikkeling van nieuwe, duurzame, lichte en flexibele materialen die een groot aantal belastingscycli kunnen doorstaan. De milieueffecten moeten nog worden beoordeeld per systeem en per

locatie, om te voldoen aan de plaatselijke voorschriften, en het risico van ongevallen en versterking van de fauna tot een minimum te beperken. Naarmate de technologie meer bestudeerd wordt, zullen de netto capaciteit en de hogere elektriciteitsproductie uiteindelijk de toekomst van windenergiesystemen in de lucht bepalen. Toch maken de drastische vermindering van de massa in combinatie met de ruime beschikbaarheid van wind op grote hoogte deze systemen tot een zeer aantrekkelijke investering en een veelbelovend alternatief voor energieopwekking.



Auteurs:

Ale Sarmiento Casas

MSc IDE Student
University of Twente



Dr. Ir. G. Maarten Bonnema

Associate Professor
Systems Engineering &
Multidisciplinary Design
Faculty of Engineering Technology
at the University of Twente