

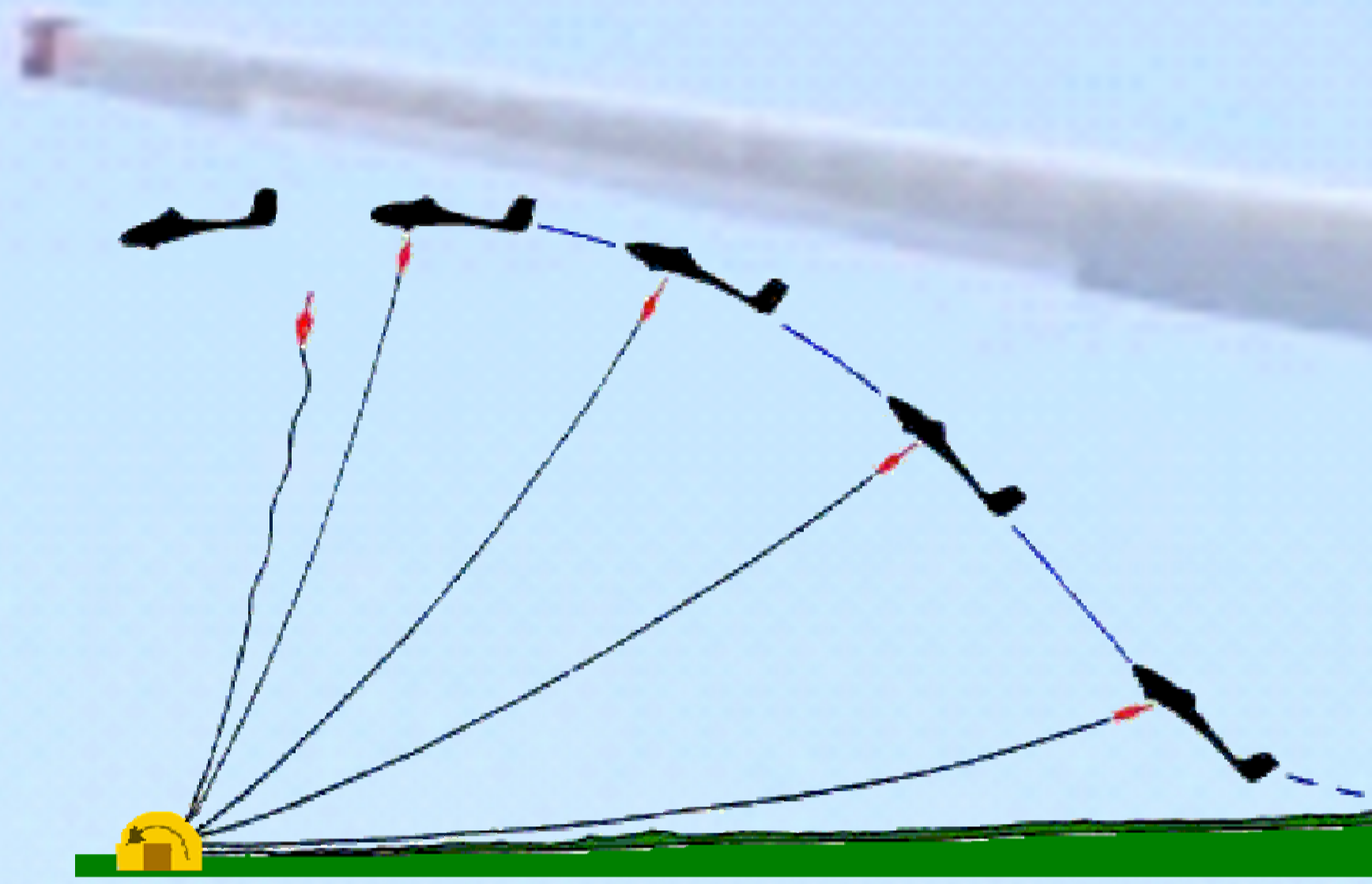
# Optimale lierstart voor zweefvliegtuigen

## Inleiding

Lieren is de meest gebruikte en goedkoopste manier om zweefvliegtuigen de lucht in te brengen. Het zweefvliegtuig wordt aan een kabel door een lier voortgetrokken, zoals weergegeven in figuur 1.



Om betere lieren te ontwerpen is het van belang inzicht te krijgen in de variabelen die de lierstart beïnvloeden. De onafhankelijke variabelen zijn de kabelkracht en de Angle of Attack (de hoek tussen de vleugel en de luchtstroom). Dit onderzoek richt zich op het verloop van de kabelkracht tijdens de start.



Figuur 1, Afgelegde baan tijdens de start

## Hypothese

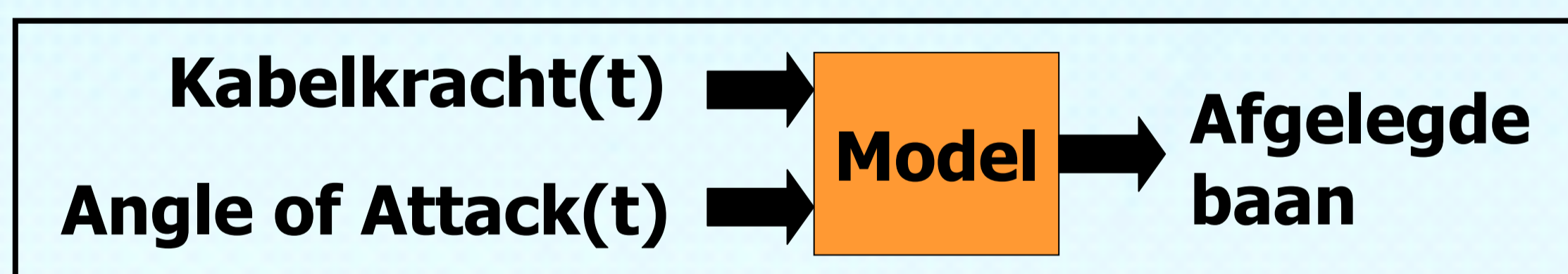
De hypothese van dit onderzoek is de volgende stelling uit de zweefvliegwereld:

"De optimale start wordt bereikt met een constante en maximaal toegestane kabelkracht."

Optimale start: grootste eindhoogte binnen veiligheidsnormen

## Methode

Om dit te onderzoeken is eerst door een aantal vereenvoudigingen een model gemaakt dat de start van een zweefvliegtuig zo goed mogelijk beschrijft. Onderstaande afbeelding geeft een blackbox-benadering van het model.

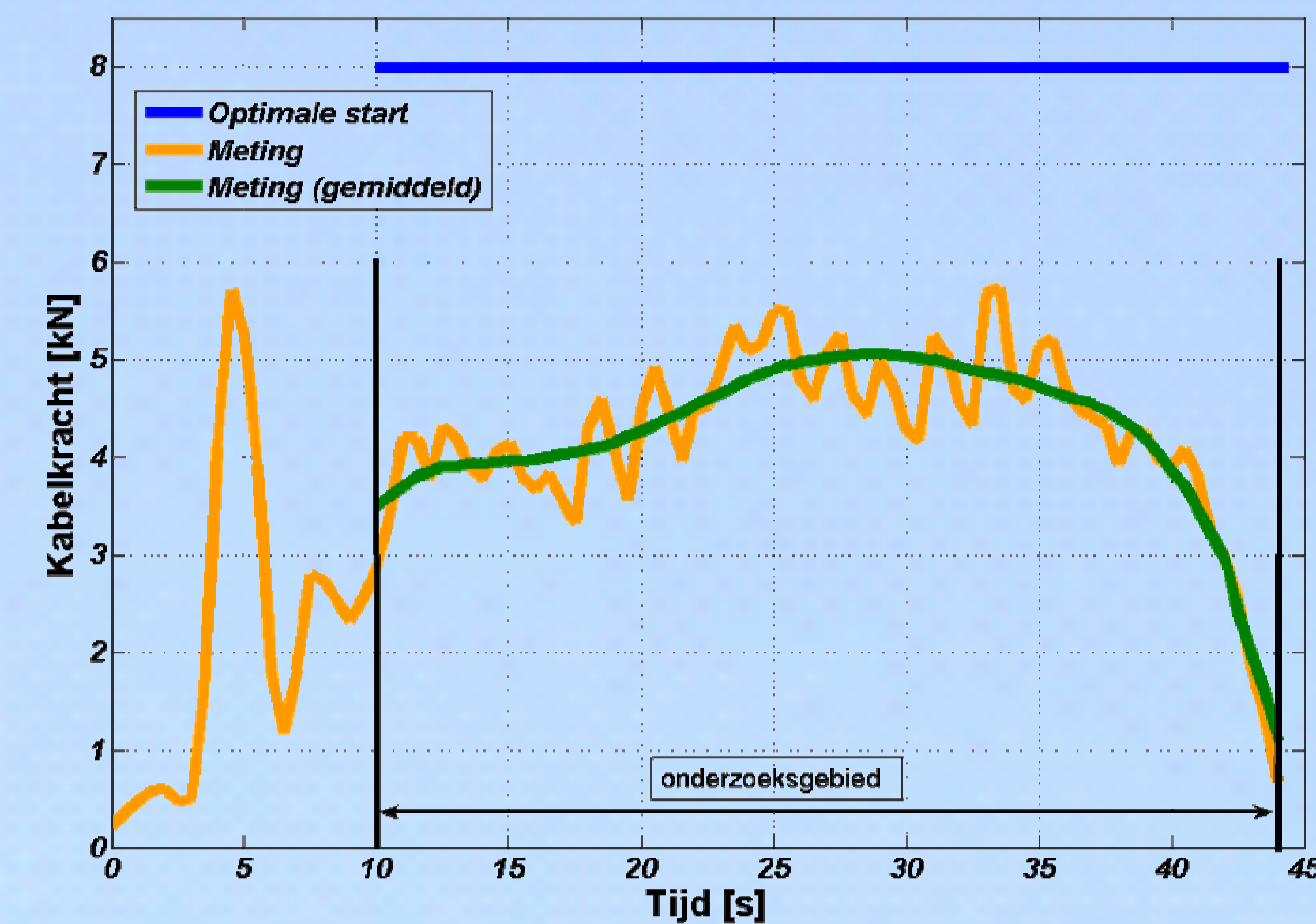


Om het model te controleren en te verbeteren zijn metingen uitgevoerd aan zweefvliegtuigstarts.

Het model dient als basis voor het maximalisatieprogramma AMPL. AMPL berekent het optimale verloop van kabelkracht en Angle of Attack, waarbij de grootste eindhoogte gehaald wordt.

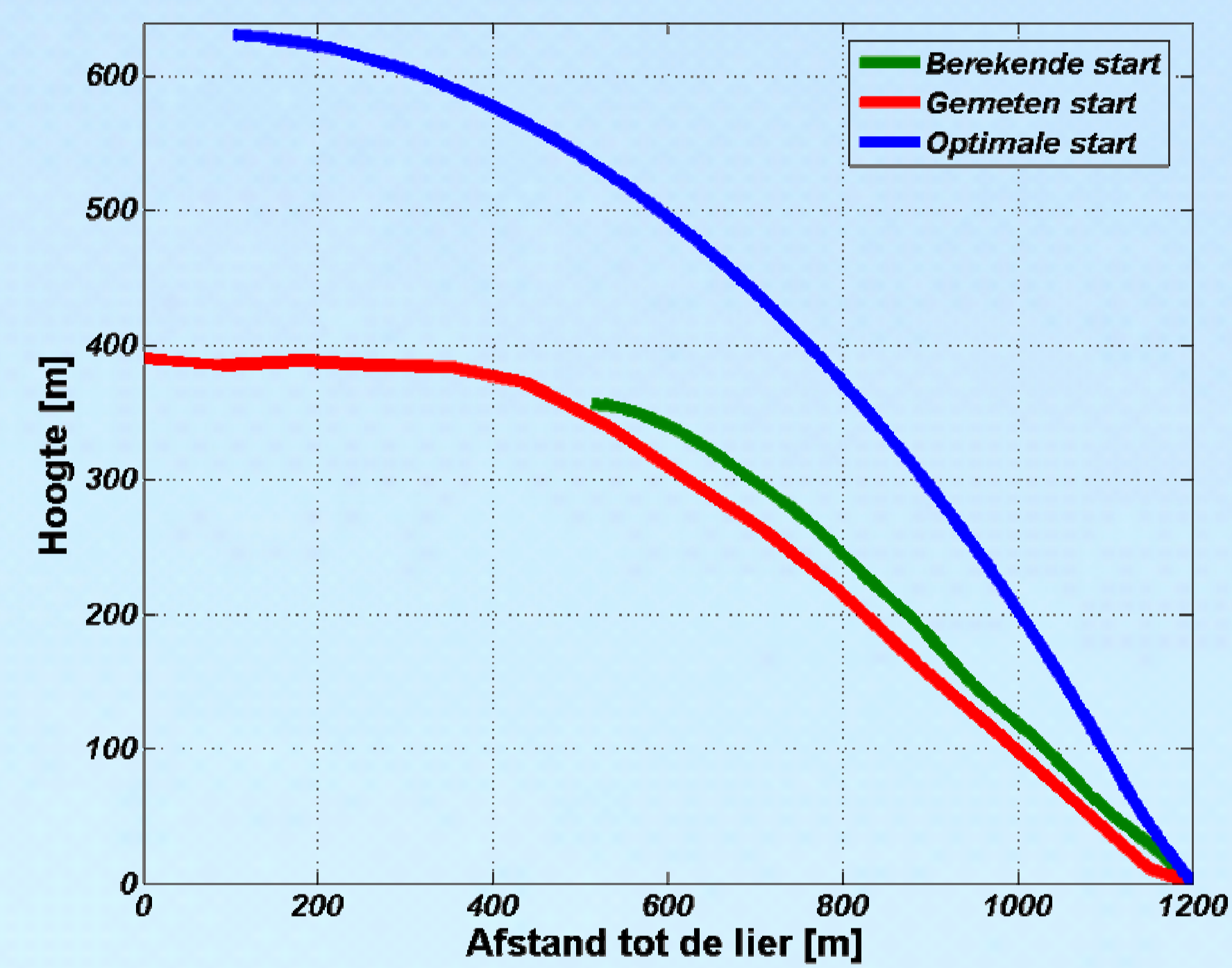
## Resultaten

De grafiek in figuur 2 geeft het krachtverloop tijdens een gemeten start en een optimale start weer.



Figuur 2, Verloop van kabelkracht

Het gemiddelde krachtverloop van de meting is als modelinvoer gebruikt. De modeluitkomst is de grafiek in figuur 3 van de afgelegde baan.



Figuur 3, Afgelegde baan

De resultaten van de maximalisatie in AMPL geven dat de kabelkracht constant is en de maximaal toegestane waarde aanneemt. De baan van de optimale start die hieruit voortvloeit, is weergegeven in figuur 3.

Het verschil tussen de gemeten (rood) en berekende (groen) start is te wijten aan de vereenvoudigingen van het model.

De optimale start (blauw) komt hoger uit dan de gemeten start, voornamelijk omdat de kracht aanzienlijk groter is.

## Conclusie

Uit de resultaten blijkt dat de kabelkracht bij een optimale start constant is en de maximaal toegestane waarde aanneemt. Hiermee is de hypothese bevestigd.

Hoewel dit onderzoek specifiek gericht is op de Janus C is het waarschijnlijk dat deze resultaten ook gelden voor andere zweefvliegtuigen.

Mogelijk vervolgonderzoek kan zich richten op het gedrag van de kabel en de mogelijkheid tot het regelen van de kabelkracht.



De metingen zijn verricht met zweefvliegtuig Janus C van de DSA.

Begeleider: Ir. D. Joosten (DCSC)

Peter van den Bergh (1183095) Moritz Palm (1151479)  
Dhoretj Sewdoelare (1175556) Arnoud Tukker (1175661)

