



ONDERZOEKSRaad
VOOR VEILIGHEID

Neergestort tijdens lierstart



Neergestort tijdens lierstart

Den Haag, augustus 2023

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar beschikbaar via www.onderzoeksraad.nl.

Foto omslag: Onderzoeksraad voor Veiligheid

Samenvatting	5
Afkortingen	7
Algemeen overzicht	8
1 Inleiding	9
2 Feitelijke informatie	11
2.1 Verloop van de vlucht.....	11
2.2 Informatie over de piloot.....	12
2.3 Informatie over het zweefvliegtuig.....	13
2.4 Meteorologische gegevens.....	14
2.5 Overlevingsaspecten.....	14
2.6 Technisch onderzoek.....	14
2.7 Aanvullende informatie	14
3 Analyse.....	18
4 Conclusies	21
Bijlage A Reacties op het conceptrapport.....	22

Op 29 juni 2022 steeg de Rolladen-Schneider LS1-d, een eenpersoonszweefvliegtuig met registratienummer D-2057, op vanaf zweefvliegveld Terlet door middel van de lierstartmethode. Zodra het zweefvliegtuig los van de grond kwam, zette het een steile klim in. Op een hoogte van ongeveer 20 meter maakte het zweefvliegtuig een licht rollende beweging naar rechts, gevolgd door een bocht naar links met een grote hellingshoek. Vervolgens nam het zweefvliegtuig een neerwaartse neusstand aan, begon het tegen de klok in te roteren en stortte het neer. De piloot raakte dodelijk gewond en het zweefvliegtuig werd onherstelbaar beschadigd.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft een onderzoek ingesteld naar de mogelijke oorzaak van dit ongeval. Dit onderzoek beantwoordt de vraag wat de oorzaak was van het neerstorten van het zweefvliegtuig tijdens de lierstart.

Het technisch onderzoek van het wrak heeft – voor zover dit mogelijk was gezien de schade aan het toestel – geen technische mankementen in de besturing aan het licht gebracht die een rol kunnen hebben gespeeld bij het ongeval. De lichte rolbeweging naar rechts van het zweefvliegtuig was de eerste indicatie van een overtrek (ook wel aangeduid met de Engelse term ‘stall’).¹ De reactie van de piloot hierop leidde tot de bocht naar links met een neerwaartse neusstand en een grote hellingshoek. Op dat moment was het zweefvliegtuig in een overtreksituatie terechtgekomen. De overtrek kwam tot stand doordat de kritische invalshoek werd overschreden, hetgeen was geïnitieerd door een hoge rotatiesnelheid aan het begin van de lierstart. De piloot was niet in staat om het toestel op geringe hoogte te herstellen van de overtreksituatie.

Een overtrek op geringe hoogte tijdens een lierstart is uiterst gevaarlijk, aangezien het vrijwel onmogelijk is om hiervan te herstellen. Er moet dan ook alles gedaan worden om dit risico te ondervangen en een overtrek te voorkomen. Daarom is het cruciaal dat procedures strikt worden nageleefd tijdens de lierstart. Het advies om een overtrek te vermijden tijdens het roteren is dan ook om na het opstijgen geleidelijk te klimmen, totdat er sprake is van voldoende snelheid en blijvende acceleratie. Zorg ervoor dat de overgang van de horizontale positie bij het opstijgen tot de volledige klim (meestal 35°) gecontroleerd en geleidelijk plaatsvindt en minstens 5 seconden duurt.²

¹ Het overtrekken is het proces waarbij de luchtstroom het profiel van de vleugel niet meer kan volgen, met als gevolg een afname van de draagkracht van de vleugel. Er is niet meer genoeg draagkracht om het gewicht van het zweefvliegtuig te compenseren en het toestel zal dus gaan zakken. De overtrek ontstaat wanneer de kritische invalshoek wordt overschreden.

² British Gliding Association, *Safety Briefing, Safe Winch Launching*, januari 2021.

Zweefvliegclubs besteden tijdens de training van zweefvliegpiloten regelmatig aandacht aan het veilig uitvoeren van de lierstart. Dit gebeurt ook tijdens de dagelijkse activiteiten van zweefvliegclubs. De Onderzoeksraad voor Veiligheid vindt het dan ook niet nodig om een aanbeveling te doen ten aanzien van dit onderwerp. Desondanks wil de Onderzoeksraad met de publicatie van dit rapport nogmaals de risico's van de lierstartmethode onder de aandacht brengen. Niet alleen leerling-piloten moeten zich bewust zijn van deze risico's, maar ook ervaren piloten.

AFKORTINGEN

BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (Duitse federale dienst voor het onderzoeken van luchtvaartongevallen)
BGA	British Gliding Association (Britse zweefvliegvereniging)
EASA	European Union Aviation Safety Agency (Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart)
EU	Europese Unie
ICAO	International Civil Aviation Organisation (Internationale Burgerluchtvaartorganisatie)
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
LAPL(S)	Light Aircraft Pilot Licence (Sailplane) (Europees brevet voor zweefvliegers)
LOC-I	Loss of control in-flight (verlies van controle tijdens de vlucht)
UTC	Coordinated Universal Time (gecoördineerde wereldtijd)

ALGEMEEN OVERZICHT

Identificatienummer:	2022079
Classificatie:	ongeval
Datum en tijdstip van voorval:	29 juni 2022, 14.57 uur ³
Locatie van voorval:	zweefvliegveld Terlet
Registratie:	D-2057
Type luchtvaartuig:	Rolladen-Schneider LS1-d
Categorie:	zweefvliegtuig
Soort vlucht:	niet-commercieel; pleziervlucht
Fase van de vlucht:	lierstart
Schade aan luchtvaartuig:	vernield
Aantal bemanningsleden:	één
Passagiers:	geen
Letsel:	piloot raakte dodelijk gewond
Overige schade:	geen
Lichtomstandigheden:	daglicht

³ Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijd (UTC + 2 uur).

1 INLEIDING

Op 29 juni 2022 steeg de Rolladen-Schneider LS1-d, een eenpersoonszweefvliegtuig met registratienummer D-2057, op vanaf zweefvliegveld Terlet door middel van de lierstartmethode. Zodra het zweefvliegtuig los van de grond kwam, zette het een steile klim in. Op een hoogte van ongeveer 20 meter maakte het toestel een lichte rolbeweging naar rechts, gevolgd door een bocht naar links met een grote hellingshoek. Het zweefvliegtuig nam een neerwaartse neusstand aan en begon tegen de klok in te roteren. Vervolgens stortte het vliegtuig neer, waarbij het uiteindelijk ondersteboven tot stilstand kwam. De piloot raakte dodelijk gewond en het zweefvliegtuig werd onherstelbaar beschadigd.

In overeenstemming met de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid, ICAO Annex 13⁴ en Europese Verordening Nr. 996/2010⁵, heeft de Onderzoeksraad (namens het land waarin het ongeval heet plaatsgevonden) een onderzoek uitgevoerd naar dit ongeval. De Onderzoeksraad heeft de Duitse zusterorganisatie BFU op de hoogte gebracht van het ongeval, omdat het LS1-zweefvliegtuig ontworpen en gebouwd is in Duitsland. Het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart (EASA) heeft een technisch adviseur aangewezen voor het onderzoek. De Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL) heeft assistentie verleend tijdens het onderzoek.

Met het onderzoek naar dit ongeval wordt een antwoord gezocht op de vraag:

Wat was de oorzaak dat het zweefvliegtuig tijdens de lierstart neerstortte?

Onderzoekers van de Onderzoeksraad voor Veiligheid voerden het eerste onderzoek naar het wrak van het zweefvliegtuig uit op de plaats van het ongeval. Ze spraken met getuigen van het ongeval, waaronder diverse leden van de zweefvliegclub. Verder bekeken de onderzoekers o.a. de vluchtdocumenten van het zweefvliegtuig, alsmede onderhoudsdocumenten en gegevens die door de zweefvliegclub beschikbaar werden gesteld. Twee weken later werd het wrak nader onderzocht, waarbij assistentie werd verleend door een zweefvliegtuigtechnicus. Er waren filmopnames van het ongeval beschikbaar. De Politie, Team Luchtvaarttoezicht, verstreekte aanvullende getuigenverklaringen aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

⁴ ICAO Annex 13 - Onderzoek naar luchtvaartongevallen en -incidenten van het Verdrag (inzake de Internationale Burgerluchtvaart) Vliegtuigongeval en Voorvalonderzoek, juli 2020.

⁵ Europese Unie, VERORDENING (EU) Nr. 996/2010 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD inzake onderzoek en preventie van ongevallen en incidenten in de burgerluchtvaart, en houdende intrekking van Richtlijn 94/56/EG, oktober 2010.

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de verzamelde en als relevant beschouwde feitelijke informatie. In hoofdstuk 3 volgt de analyse van het ongeval. De gecombineerde bevindingen en conclusies uit het voorgaande hoofdstuk staan beschreven in hoofdstuk 4.

2 FEITELIJKE INFORMATIE

2.1 Verloop van de vlucht

Op 29 juni 2022 had de piloot zijn Rolladen-Schneider LS1-d (hierna LS1 genoemd), een eenpersoonszweefvliegtuig met registratienummer D-2057, in elkaar gezet. Vervolgens voerde hij een inspectie van het toestel uit, waarna hij drie korte vluchten maakte vanaf zweefvliegveld Terlet, daarbij telkens gebruikmakend van de lierstartmethode. Om 14.57 uur vertrok hij vanaf baan 22L voor zijn vierde vlucht van die dag met de LS1, wederom gebruikmakend van de lierstartmethode. De watertanks in beide vleugels waren leeg. Er werd een blauw breukstuk gebruikt.⁶ Volgens een getuige die de gehele vlucht had gezien, was het zweefvliegtuig meteen snel geklommen nadat het los van de grond was gekomen, waarna de klimsnelheid op een hoogte van ca. 20 meter afnam. Twee andere getuigen verklaarden eveneens dat ze het toestel steil hadden zien klimmen.

Vervolgens maakte het zweefvliegtuig een licht rollende beweging naar rechts, gevolgd door een bocht naar links met een grote hellingshoek. Daarna ging de neus omlaag en begon het zweefvliegtuig tegen de klok in te roteren. Het zweefvliegtuig stortte neer en kwam uiteindelijk ondersteboven tot stilstand. De piloot raakte dodelijk gewond als gevolg van het neerstorten. De neus en cockpit van het toestel waren vernield, de romp was gebroken en de staart was afgebroken. Het zweefvliegtuig was onherstelbaar beschadigd. Zie figuur 1.

Degene die de lier bediende, verklaarde dat de lier normaal functioneerde tijdens de lierstart.

⁶ Dit breukstuk had een breuksterkte van 6 kN.



Figuur 1: Plaats van het ongeval. (Bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

2.2 Informatie over de piloot

2.2.1 Licentie van de piloot

De 69-jarige piloot begon met zweefvliegen in 2016 en had een geldig LAPL(S)-brevet⁷ (met de bevoegdverklaring lierstart) dat voor het eerst was afgegeven op 3 oktober 2019. Daarnaast was hij in het bezit van een geldig medisch certificaat voor klasse LAPL.⁸

2.2.2 Vliegervaring van de piloot

De totale vliegervaring van de piloot bedroeg 171 uur en 30 minuten; hij had 715 vluchten gemaakt.⁹

De piloot maakte de eerste vlucht met zijn LS1 op 22 september 2021. Hij had in totaal 21 vluchten in de LS1 gemaakt, met een totale duur van bijna 3 uur. Van deze 21 vluchten had hij er 13 gemaakt in 2022, met een totale duur van 1 uur en 28 minuten. Bij elk van deze vluchten werd de lierstartmethode gebruikt.

In 2022 had hij als gezagvoerder 69 vluchten gemaakt met een totale vluchtduur van circa 15 uren. In alle gevallen was er gebruikgemaakt van de lierstartmethode.¹⁰ Hij vloog dat jaar niet alleen met de LS1, maar ook met zweefvliegtuigen van het type Ka-7, Ka-8, ASK-13 en Scheibe Bergfalke. In de drie jaar daarvoor vloog hij ook met deze toesteltypes. Daarnaast maakte hij 28 vluchten met een Astir.¹¹

⁷ LAPL(S) staat voor *Light Aircraft Pilot Licence Sailplane* (Europees brevet voor zweefvliegers).

⁸ Met de beperking VNL, hetgeen staat voor correctie voor bijziendheid.

⁹ De piloot had zijn logboek ingevuld tot 29 oktober 2021. Hij was lid van een plaatselijke zweefvliegclub. De documentatie van de club is geraadpleegd om zijn vliegervaring na deze datum te kunnen vaststellen.

¹⁰ De ongevalsvlucht is opgenomen in deze cijfers.

¹¹ De onderzoekers bestudeerden het laatste logboek van de piloot; daarin stond de eerst vermelde vlucht genoteerd op 22 juni 2019.

2.3 Informatie over het zweefvliegtuig

2.3.1 Algemeen

De Rolladen-Schneider LS1 is een eenpersoonszweefvliegtuig met een spanwijdte van 15 meter, dat gebouwd is in Duitsland. Het toestel maakte zijn eerste vlucht in 1968.

De LS1-d heeft een zogeheten pendelroer.¹²

2.3.2 Controle van registratie en luchtwaardigheid

De D-2057, met serienummer 94, is in 1972 in Duitsland gebouwd door Rolladen-Schneider Flugzeugbau GmbH.¹³ De afgiftedatum van het bewijs van inschrijving, waarop de piloot vermeld staat als eigenaar van het zweefvliegtuig, was 25 augustus 2021.

Op 6 januari 2009 werd het bewijs van luchtwaardigheid, dat zich aan boord van het zweefvliegtuig bevond, afgegeven door het federale kantoor voor de burgerluchtvaart van de Bondsrepubliek Duitsland. Het zweefvliegtuig had een geldig hernieuwd luchtwaardigheidscertificaat dat was afgegeven op 7 oktober 2021 en één jaar geldig was. Het zweefvliegtuig had op die datum ook de jaarlijkse onderhoudsinspectie gehad. In het logboek van het toestel stonden geen mankementen genoteerd die nog niet waren hersteld.

2.3.3 Gewicht en gewichtsverdeling

De minimale belasting van de stoel (piloot en parachute) van de LS1-d is 75 kg en de maximale belasting is 110 kg.¹⁴

Het ledig gewicht van een LS1 is ongeveer 200 kg. Het maximale startgewicht en landingsgewicht met waterballast in de vleugels is 341 kg.

De piloot woog ongeveer 88 kg. Tijdens het ongeval droeg de piloot een parachute die ongeveer 7 kg woog.

¹² Een pendelroer is een volledig beweegbaar horizontaal stabilo. De LS1-versies voorafgaand aan de f-versie hebben een pendelroer; de LS1-f heeft geen pendelroer.

¹³ Rolladen-Schneider Flugzeugbau GmbH (LS) is in 2003 overgenomen door DG Flugzeugbau GmbH.

¹⁴ Tenzij beperkt door het maximaal toegestane gewicht van de zogeheten 'non-lifting parts' (212 kg).

2.4 Meteorologische gegevens

Meteorologische gegevens over de dag van het ongeval werden verstrekt door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI).

Aan de rand van een hogedrukgebied boven Denemarken was er een zwakke zuidelijke stroming die maritiem polaire lucht aanvoerde.

Ten tijde van het ongeval was de temperatuur 27 °C en was er sprake van zichtvliegomstandigheden boven Terlet. De grondwind kwam uit zuidzuidoostelijke richting met een snelheid van ca. 7 knopen. De thermiek was matig tot goed en de aangevoerde lucht was tot 5000 voet onstabiel van opbouw.

2.5 Overlevingsaspecten

De LS1-serie zweefvliegtuigen behoort tot de eerste generatie composiettoestellen; deze hebben geen versterkte cockpitstructuur en zijn daardoor minder veilig dan nieuwere toestellen. Een versterkte cockpit is geen vereiste, maar een versterkte cockpit verhoogt wel de kans op overleven als het zweefvliegtuig neerstort.

2.6 Technisch onderzoek

Het wrak werd onderzocht met assistentie van een zweefvliegtuigtechnicus. De neus en de cockpit van het zweefvliegtuig waren vernield. Hierdoor kon de positie van de trimhendel niet worden vastgesteld. Er werden geen technische mankementen gevonden in de besturingselementen.

2.7 Aanvullende informatie

2.7.1 Vlieghandboek

Het vlieghandboek voor de LS1-d, afgegeven in januari 2003 door Rolladen-Schneider Flugzeugbau GmbH, vermeldt in de paragraaf *Normal procedures* o.a. het onderstaande over de lierstart.

Houd de stuurknuppel tijdens het opstijgen niet volledig naar voren, maar in een normale stand. Oefen voorwaartse druk uit bij het ingaan van de overgangsfase, omdat de neus van het toestel de neiging heeft omhoog te komen – vooral als het zwaartepunt naar achteren ligt.

Het vlieghandboek voor de LS1, afgegeven in mei 2011 door DG Flugzeugbau GmbH, vermeldt het onderstaande over de lierstart in paragraaf 4.4 *Normal procedures and recommended speeds*.

Lierstart

Een lierstart is alleen toegestaan met een zwaartepuntshaak!

Voor een lierstart moet de trimhendel zodanig worden ingesteld dat de neus iets naar beneden (*nose down*) wijst. Houd de stuurknuppel in de neutrale stand tijdens het opstijgen en duw de knuppel niet naar voren.

Oefen voorwaartse druk uit op de knuppel bij het ingaan van de overgangsfase, omdat de neus van het toestel de neiging heeft omhoog te komen – vooral als het zwaartepunt naar achteren ligt.

Trek na het bereiken van veilige hoogte aan de stuurknuppel om te voorkomen dat er te veel snelheid wordt gewonnen.

Trek bij het bereiken van de ontkoppelhoogte aan de ontkoppelknop.

De aanbevolen snelheid bij een lierstart is 100-110 km/uur (54 tot 60 knopen).

Waarschuwing: Vlieg niet met een snelheid lager dan 90 km/uur (49 knopen) of hoger dan 110 km/uur (60 knopen) resp. 120 km/uur (65 knopen), LS1-d.

2.7.2 De lierstart

Een lierstart is een doeltreffende en veilige methode om een zweefvliegtuig in de lucht te brengen. De lierstart is een kritieke vluchtfase. Het is dan ook cruciaal dat procedures stringent worden nageleefd tijdens de lierstart. Een dergelijke start bestaat uit rollen over de grond, roteren en klimmen.

Een overtrek op geringe hoogte tijdens een lierstart is uiterst gevaarlijk, aangezien het vrijwel onmogelijk is om hiervan te herstellen. Er moet dan ook alles gedaan worden om dit risico te ondervangen en een overtrek te voorkomen. Zowel tijdens de theoretische als de praktische training voor het behalen van het zweefvliegbrevet wordt er veel aandacht besteed aan het veilig uitvoeren van de lierstart.

2.7.3 Relevante publicaties

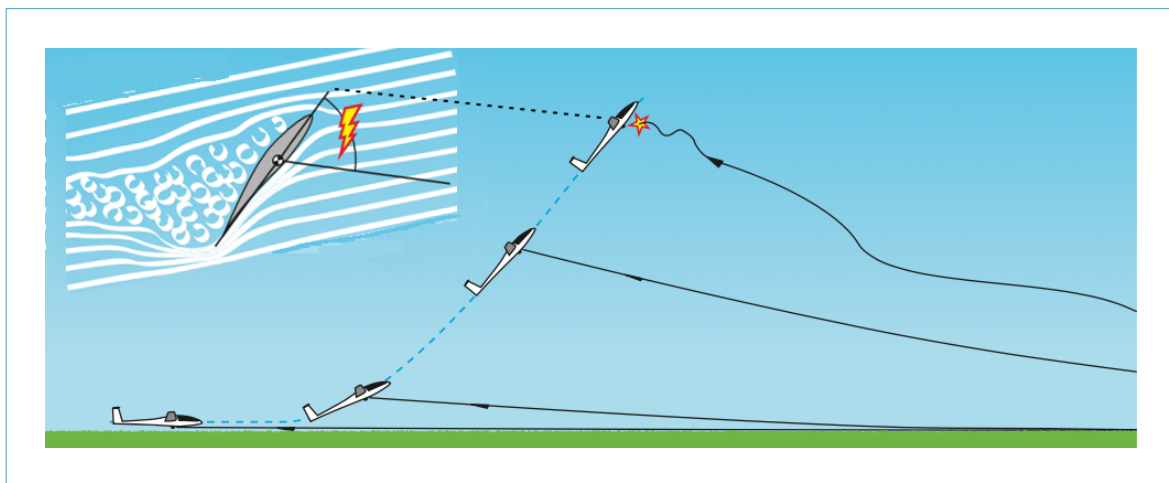
Er zijn diverse publicaties waarin aandacht wordt besteed aan het veilig uitvoeren van de lierstart. Het handboek voor de elementaire vliegopleiding (EVO) van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)¹⁵ vermeldt dat na het loskomen, zodra de snelheid voldoende is, de klimhoek geleidelijk verhoogd kan worden. Probeer niet snel op te trekken, maar ga geleidelijk naar de volledige klimstand. Normaal gesproken duurt het ongeveer 5 seconden om de klimstand te bereiken. Het kan langer duren bij een langzamere lierstart of als de lier minder vermogen heeft.

15 KNVvL, Dirk Corporaal, *Zweefvliegen Elementaire Vliegopleiding* (laatst bijgewerkt december 2022).

De gevaren van een lierstart die te steil verloopt, worden als volgt beschreven in het handboek voor leerling-piloten¹⁶ van de British Gliding Association (BGA).

Te steil klimmen op lage hoogte kan ernstige gevaren opleveren. Als de kritische invalshoek wordt overschreden, laat de luchtstroom rondom de vleugel los, neemt de draagkracht af en de luchtweerstand toe en kan er een overtrek ontstaan. Daarom moet de klimhoek geleidelijk worden vergroot tijdens een lierstart, waarbij er voldoende snelheid en aanhoudende acceleratie moet zijn. Als tijdens de lierstart veilig wordt gevlogen, zou de piloot te allen tijde in staat moeten zijn om, ongeacht de hoogte of de omstandigheden, te herstellen van een onderbroken start.

Het overschrijden van de kritische invalshoek staat weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2: Overschrijden van de kritische invalshoek tijdens lierstart. (Bron: KNVvL)

De KNVvL heeft het boek *Veilig Zweefvliegen* uitgebracht waarin o.a. aandacht wordt besteed aan overtrekken en ongevallen tijdens de lierstart.¹⁷

De Commissie Veiligheid Zweefvliegen (CVZ) van de KNVvL heeft een artikel gepubliceerd met als titel 'Loss Of Control In-flight (LOC-I) situaties met zweefvliegtuigen'.¹⁸ Dit gebeurde in reactie op het fatale ongeval na een onderbroken lierstart met een LS8-zweefvliegtuig op vliegbasis Gilze-Rijen in juli 2020.

De British Gliding Association (BGA) heeft het handboek *Safe Winch Launching* gepubliceerd.¹⁹ In dit handboek worden onder andere de belangrijkste risicogebieden aangestipt en worden eenvoudige maar doeltreffende richtlijnen gegeven voor manieren om deze risico's tot een minimum te beperken. Het boek bevat het volgende advies om een overtrek tijdens de rotatiefase te voorkomen.

¹⁶ British Gliding Association, Dirk & Roelof Corporaal, *Gliding, Student Pilot Manual*, december 2021.

¹⁷ KNVvL, afdeling Zweefvliegen, *Veilig Zweefvliegen*, 1997.

¹⁸ http://www.cvz.zweefportaal.nl/downloads.php?cat_id=3&download_id=14 (geraadpleegd op 6 april 2023).

¹⁹ British Gliding Association, *Safety Briefing, Safe Winch Launching [Veiligheidsbriefing, veilige lierstart]*, januari 2021.

- Vermijd opstijgen als er sprake is van te veel gieren.
- Klim geleidelijk totdat er sprake is van voldoende snelheid²⁰ en het zweefvliegtuig blijft accelereren.
- Zorg ervoor dat de overgang van de horizontale positie bij het opstijgen tot de volledige klim (meestal 35°) gecontroleerd en geleidelijk plaatsvindt en minstens 5 seconden duurt.

Vergelijkbaar ongeval

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft een vergelijkbaar ongeval met een DG-808C, een eenpersoonszweefvliegtuig, onderzocht dat in juni 2013 plaatsvond op zweefvliegveld Malden. Het zweefvliegtuig steeg op met behulp van de lierstartmethode. Nadat het toestel los van de grond was gekomen, zette het meteen een steile klim in. Op lage hoogte zakte de rechtervleugel naar beneden. Vervolgens nam het zweefvliegtuig een neerwaartse neusstand aan, begon het tegen de klok in te roteren en stortte het neer. De piloot raakte dodelijk gewond als gevolg van het neerstorten. Het zweefvliegtuig was onherstelbaar beschadigd.

Het ongeval kon gebeuren doordat de piloot het zweefvliegtuig te veel liet roteren tijdens het begin van de lierstart, waardoor het toestel een hoge neusstand aannam. Als gevolg hiervan werd de kritische invalshoek bereikt, overtrok het zweefvliegtuig en stortte het neer.

Het onderzoeksrapport is gepubliceerd op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid.²¹

²⁰ De vooraf vastgelegde minimale veilige snelheid op de snelheidsmeter (meestal 1,5 keer de overtreksnelheid).

²¹ <https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/2984/neergestort-tijdens-lierstart-dg-808c-5-juni-2013>

Oorzaak van het ongeval

Nadat het zweefvliegtuig tijdens de lierstart los van de grond was gekomen, zette het meteen een steile klim in. De lichte rolbeweging naar rechts die het zweefvliegtuig op lage hoogte maakte, was de eerste indicatie van een overtrek. De reactie van de piloot hierop leidde tot een overtrek waarbij het toestel over links wegviel met een grote hellingshoek. Het zweefvliegtuig was op dit punt in een volledige overtreksituatie terechtgekomen. De neus ging naar beneden en het toestel stortte vervolgens neer. Kort nadat het zweefvliegtuig met een hoge rotatiesnelheid in de lucht was gebracht, kwam het in een overtreksituatie terecht doordat de kritische invalshoek overschreden werd.²²

Een getuige die op de strip stond waarvandaan het toestel opsteeg, verklaarde dat de klimsnelheid op een hoogte van ongeveer 20 meter leek af te nemen. Dit kan een indicatie zijn dat de piloot de stuurknuppel naar voren heeft bewogen. Dit kon echter niet bevestigd worden aan de hand van de filmopnames.

Het zweefvliegtuig kwam op lage hoogte in een overtreksituatie terecht doordat de kritische invalshoek werd overschreden, hetgeen werd geïnitieerd door een hoge rotatiesnelheid aan het begin van de lierstart. De piloot was niet in staat om te herstellen van de overtreksituatie.

Het ongeval met de D-2057 kan gecategoriseerd worden als *loss of control in-flight* (LOC-I). LOC-I-ongevallen zijn vaak het gevolg van het feit dat de piloot het toestel niet uit een overtrek- of *upset*-situatie kan halen. Gegevens tonen aan dat voor zweefvliegers geldt dat een zogeheten *aircraft upset* veruit het grootste veiligheidsrisico met kans op dodelijk letsel is.^{23,24} Inadequate besturing wordt gezien als een factor die sterk bijdraagt aan het risico op het plaatsvinden van een dergelijke *upset*.

Er is niet vastgesteld of de eigenschappen van het pendelroer een rol speelden bij dit ongeval. Als er sprake is van sterke acceleratie tijdens de lierstart, kan het gebeuren dat het zweefvliegtuig een hoge neusstand aanneemt welke moeilijk is te corrigeren met een pendelroer. De reden voor dit laatste is dat het pendelroer een invalshoek krijgt die groter is dan die van de hoofdvleugel wanneer de piloot de stuurknuppel helemaal naar

²² De hoge rotatiesnelheid wordt in diverse studies genoemd als een belangrijke factor waardoor de 1G-overtreksnelheid met wel 40% kan toenemen (*Boundaries of Safe Winch Launching*; Hugh Browning, OSTIV-congres, Eskilstuna, Zweden, 8-15 juni 2006).

²³ De veiligheidsrisico's zijn afgeleid van Europese gegevens over ongevallen en ernstige voorvallen in de periode 2017-2021.

²⁴ Europees Agentschap voor Luchtvaartveiligheid (EASA), *Annual Safety Review 2022*.

voren duwt. Dit betekent dat de stroming over het pendelroer bij een volledig naar voren geduwde knuppel eerder uiteen zal vallen dan over de hoofdvleugel, hetgeen het toestel moeilijk bestuurbaar maakt. De beschikbare filmopnames van het ongeval wijzen niet uit of de piloot de knuppel volledig naar voren heeft geduwd tijdens het begin van de lierstart.

Onderzoek van het wrak

Het technisch onderzoek van het wrak heeft – voor zover dit mogelijk was gezien de schade aan het toestel – geen technische mankementen in de besturing aan het licht gebracht die een rol kunnen hebben gespeeld bij het ongeval. Wat betreft de drie eerdere vluchten met het toestel op de dag van het ongeval: de piloot had geen problemen of aandachtspunten ten aanzien van de besturing gemeld bij de clubleden die op de bewuste dag aanwezig waren op het vliegveld.

De trimstand kon niet worden bepaald, omdat de neus en de cockpit van het zweefvliegtuig waren vernield.

Er zijn geen technische mankementen in de besturing gevonden die mogelijk een rol hebben gespeeld bij het ongeval.

Weersomstandigheden

Er stond een lichte bries. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat de weersomstandigheden een factor van belang waren bij dit ongeval.

Het gebruikte breukstuk

De lier functioneerde normaal en er was geen sprake van een gebroken kabel of breukstuk.

Er werd een blauw breukstuk met een breuksterkte van 6000 N gebruikt voor de lierstart, terwijl in het vlieghandboek een maximale waarde van 5500 N en een aanbevolen waarde van 5000 N (+/- 500 N) vermeld staan voor een lierstart. De kabelkrachten zijn relatief laag aan het begin van de lierstart na de initiële acceleratie, en pieken tijdens de latere fases van de lierstart.²⁵ Daarom speelde het gebruikte blauwe breukstuk geen rol in het ongeval.

Effect van het zwaartepunt

De piloot woog ongeveer 88 kg. Samen met de noodparachute (7 kg) en de kleding van de piloot was de belasting van de stoel ongeveer 100 kg. Dit viel binnen de limieten, zoals vermeld in het vlieghandboek. Met deze belasting lag het zwaartepunt in de voorste helft van het toegestane bereik.

²⁵ S. Zistler - FTAG Esslingen, *Flugphysik des Windenstarts und Auswirkungen auf die Flugsicherheit [Vluchtfysica van de lierstart en gevolgen voor de vliegveiligheid]*, april 2021.

Diverse getuigen verklaarden dat het zweefvliegtuig na het loskomen meteen een steile klim inzette. Dit gedrag van het zweefvliegtuig komt overeen met de neiging tot een hoge neusstand na het loskomen, zoals beschreven staat in het vlieghandboek. Het handboek vermeldt ook dat deze neiging tot een hoge neusstand vooral optreedt als het zwaartepunt naar achteren ligt. Aangezien het zwaartepunt van het toestel in het voorste deel van het toegestane bereik lag, speelde het zwaartepunt geen rol bij het veroorzaken van het ongeval.

Het gewicht en de gewichtsverdeling van het zweefvliegtuig waren binnen de voorgeschreven limieten.

Vliegervaring van de piloot

De piloot was een ervaren zweefvlieger die in totaal 750 starts op zijn naam had staan. Hoewel hij pas 6 jaar actief was als zweefvlieger, had hij uitgebreide recente ervaring met het uitvoeren van de lierstart. In 2022 was zijn ervaring met zweefvliegtuigen die volledig van glasvezel zijn gemaakt beperkt tot de LS1. Hij had in totaal 21 vluchten gemaakt met dit type. De andere types waarmee hij in 2022 had gevlogen, waren oudere modellen die andere vliegeigenschappen hebben, zoals goedig overtrekgedrag in vergelijking met de LS1. Er kon niet worden vastgesteld of de beperkte recente ervaring van de piloot met het besturen van zweefvliegtuigen die volledig van glasvezel zijn gemaakt, heeft bijgedragen aan het ongeval.

4 CONCLUSIES

Het zweefvliegtuig kwam op lage hoogte in een overtreksituatie terecht doordat de kritische invalshoek werd overschreden, hetgeen was geïnitieerd door een hoge rotatiesnelheid aan het begin van de lierstart. De piloot was niet in staat om te herstellen van de overtreksituatie.

Er zijn geen technische mankementen in de besturing gevonden die mogelijk een rol hebben gespeeld bij het ongeval.

Het gewicht en de gewichtsverdeling van het zweefvliegtuig waren binnen de voorgeschreven limieten.

Zweefvliegclubs besteden tijdens de training van zweefvliegpiloten regelmatig aandacht aan het veilig uitvoeren van de lierstart. Dit gebeurt ook tijdens de dagelijkse activiteiten van zweefvliegclubs. De Onderzoeksraad voor Veiligheid vindt het dan ook niet nodig om een aanbeveling te doen ten aanzien van dit onderwerp. Toch wil de Onderzoeksraad met de publicatie van dit rapport nogmaals de risico's van de lierstart, met name de kans op een overtrek tijdens het roteren, onder de aandacht brengen. Dit geldt niet alleen voor leerling-piloten, maar het is ook belangrijk dat ervaren piloten zich bewust zijn van deze risico's.

Reacties op het conceptrapport

Een conceptversie van dit rapport is, zoals bepaald in de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid, aan de betrokken partijen voorgelegd ter beoordeling. De volgende partijen zijn gevraagd het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden en onduidelijkheden:

- Deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
- DG Aviation GmbH
- Europees Agentschap voor Luchtvaartveiligheid
- Familieleden van de piloot
- Gliding Adventures Europe
- Instructeur van dienst
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

De ontvangen reacties kunnen in de volgende twee categorieën worden onderverdeeld:

- Correcties en feitelijke onjuistheden, aanvullende gegevens en redactioneel commentaar die door de Onderzoeksraad voor Veiligheid werden overgenomen (waar correct en van toepassing). De relevante passages werden in het eindrapport gewijzigd.
- In gevallen waarbij de Onderzoeksraad de reacties niet heeft overgenomen, is de reden voor dit besluit verklaard. De ontvangen reacties en de verklaringen staan vermeld in een tabel die te vinden is op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (www.onderzoeksraad.nl).



Bezoekadres
Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00

Postadres
Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl