

# BOOMERANGS, AERODYNAMICS AND MOTION

FELIX HESS



**FELIX HESS**

**BOOMERANGS,  
AERODYNAMICS AND MOTION**

**RIJKSUNIVERSITEIT TE GRONINGEN**

**BOOMERANGS, AERODYNAMICS AND MOTION**

**PROEFSCHRIFT**

**TER VERKRIJGING VAN HET DOCTORAAT  
IN DE WISKUNDE EN NATUURWETENSCHAPPEN  
AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE GRONINGEN  
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS DR. A. WATTEL  
IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN  
OP MAANDAG 7 JULI 1975  
DES NAMIDDAGS TE 2.45 UUR PRECIES**

**DOOR**

**FELIX HESS**

geboren te 's-Gravenhage

**Promotor: Prof.Dr. J.A. Sparenberg**

**Coreferent: Prof.Dr. H. de Waard**

Stellingen behorende bij het proefschrift van Felix Hess:  
Boomerangs, aerodynamics and motion.

1. Wetenschappelijk onderzoek aan de aerodynamica van helicopter rotors vormt een duidelijke bijdrage tot de technologische wapenwedloop.
2. Bij de in de dragende-vlak theorie gebruikelijke collocatie methode mag men niet verwachten dat, bij toenemend aantal termen in de reeksontwikkeling van de lift functie en toenemend aantal collocatie punten in koorde richting, de oplossing convergeert naar een lift verdeling die voldoet aan de Kutta voorwaarde.
3. Als het in dit proefschrift ontwikkelde boemerang model wordt vereenvoudigd door de geïnduceerde snelheid van de lucht te verwaarlozen, kunnen er toch nog redelijke boemerang banen mee worden berekend.
4. Beschouw een lichaam dat bestaat uit een rechte, dunne, homogene staaf die in het midden geknikt is over een hoek  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq \pi$ ). Zij  $m$  de massa en  $I$  het grootste hoofdtraagheidsmoment van dit lichaam, en  $a$  de afstand van de uiteinden van het lichaam tot het massa middelpunt. Dan is  $I = \frac{1}{3} ma^2$ .
5. De waarneming en beschrijving van boemerangs door volkenkundigen is soms op onjuiste wijze beïnvloed door informatie afkomstig van natuurkundigen.
6. Er zijn ethnocentrische trekken aanwezig in een groot deel van de bestaande literatuur over de oorsprong van boemerangs.
7. De kans op een windstille zomernacht in noord-oost Nederland is groter na een dag met westelijke wind dan na een dag met oostelijke wind.
8. Men kan twee stipjes op een treinruit aanbrengen zodanig dat men ze waarneemt als één stip die in het landschap met de trein meebeweegt op een afstand  $S$  van bijv. 100 à 200 meter. Bij het passeren van objecten zoals huizen en bomengroepen op een afstand aanmerkelijk kleiner dan  $S$ , ziet men de stip plotseling naderbij komen, rakelings vóór het passerende object langs gaan en weer terugkeren tot zijn oude positie. (Deze observatie stemt overeen met de opmerking van Ogle: "... it is to be expected that in those surroundings that have been artificially produced to provide a conflict between stereoscopic stimuli and empirical factors, the meaningless stimuli may be suppressed by the meaningful, that is, by the perceptions from the empirical motives for depth." [K.N. Ogle: "Theory of stereoscopic vision." in: S. Koch, ed. "Psychology: a study of science." (McGraw-Hill, New York, 1959) p. 362-394].)

9. De beeldscherpte van een fototoestel met open diafragma, dat is ingesteld volgens de aangegeven afstandsschaal, kan worden verbeterd door de afstandsinstelling te wijzigen.
10. De verslaggeving in kranten van verkeersongevallen waarbij een rijdende auto en een lopend kind betrokken zijn is doorgaans niet alleen eenzijdig, maar draagt bovendien bij tot de bestending van de bestaande verkeersonveiligheid.
11. Bij het totstandkomen van de schilderijen van Han Jansen speelt sinds 1973 de zwaartekracht een essentiële rol.
12. Een half-bolvormige wollen muts kan spiraalsgewijs worden gehaakt als volgt. Stel  $R$  = de straal van de halve bol,  $h$  = de hoogte van de haaksteek,  $t$  = het aantal toeren, gerekend vanaf de kruin. Begin bij de kruin, en meerder telkens één steek op de  $n(t)$  steken, waarbij

$$n(t) \approx \frac{R}{h} \operatorname{tg} \frac{ht}{R}$$

Ga zo door totdat  $t \approx \frac{\pi R}{2h}$  en hecht af.

13. De veel voorkomende mening dat leervakken of wetenschappelijke disciplines "moeilijker" zijn naarmate ze exacter zijn berust vaak op een onderschatting van de complexiteit van de problemen waarmee minder exacte vakken zich bezighouden.
14. Het geschatte aantal door intelligente wezens bewoonde planeten buiten ons zonnestelsel zal vooralsnog blijven toenemen.
15. Dit is een stelling.

Stellingen behorende bij het proefschrift van Felix Hess:  
Boomerangs, aerodynamics and motion.

1. Wetenschappelijk onderzoek aan de aerodynamica van helicopter rotors vormt een duidelijke bijdrage tot de technologische wapenwedloop.
2. Bij de in de dragende-vlak theorie gebruikelijke collocatie methode mag men niet verwachten dat, bij toenemend aantal termen in de reeksontwikkeling van de lift functie en toenemend aantal collocatie punten in koorde richting, de oplossing convergeert naar een lift verdeling die voldoet aan de Kutta voorwaarde.
3. Als het in dit proefschrift ontwikkelde boemerang model wordt vereenvoudigd door de geïnduceerde snelheid van de lucht te verwaarlozen, kunnen er toch nog redelijke boemerang banen mee worden berekend.
4. Beschouw een lichaam dat bestaat uit een rechte, dunne, homogene staaf die in het midden geknikt is over een hoek  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq \pi$ ). Zij  $m$  de massa en  $I$  het grootste hoofdtraagheidsmoment van dit lichaam, en  $a$  de afstand van de uiteinden van het lichaam tot het massa middelpunt. Dan is  $I = \frac{1}{3} ma^2$ .
5. De waarneming en beschrijving van boemerangs door volkenkundigen is soms op onjuiste wijze beïnvloed door informatie afkomstig van natuurkundigen.
6. Er zijn ethnocentrische trekken aanwezig in een groot deel van de bestaande literatuur over de oorsprong van boemerangs.
7. De kans op een windstille zomernacht in noord-oost Nederland is groter na een dag met westelijke wind dan na een dag met oostelijke wind.
8. Men kan twee stipjes op een treinruit aanbrengen zodanig dat men ze waarneemt als één stip die in het landschap met de trein meebeweegt op een afstand  $S$  van bijv. 100 à 200 meter. Bij het passeren van objecten zoals huizen en bomengroepen op een afstand aanmerkelijk kleiner dan  $S$ , ziet men de stip plotseling naderbij komen, rakelings vóór het passerende object langs gaan en weer terugkeren tot zijn oude positie. (Deze observatie stemt overeen met de opmerking van Ogle: "... it is to be expected that in those surroundings that have been artificially produced to provide a conflict between stereoscopic stimuli and empirical factors, the meaningless stimuli may be suppressed by the meaningful, that is, by the perceptions from the empirical motives for depth." [K.N. Ogle: "Theory of stereoscopic vision." in: S. Koch, ed. "Psychology: a study of science." (McGraw-Hill, New York, 1959) p. 362-394].)

9. De beeldscherpte van een fototoestel met open diafragma, dat is ingesteld volgens de aangegeven afstandsschaal, kan worden verbeterd door de afstandsinstelling te wijzigen.
10. De verslaggeving in kranten van verkeersongevallen waarbij een rijdende auto en een lopend kind betrokken zijn is doorgaans niet alleen eenzijdig, maar draagt bovendien bij tot de besteding van de bestaande verkeersonveiligheid.
11. Bij het totstandkomen van de schilderijen van Han Jansen speelt sinds 1973 de zwaartekracht een essentiële rol.
12. Een half-bolvormige wollen muts kan spiraalsgewijs worden gehaakt als volgt. Stel  $R$  = de straal van de halve bol,  $h$  = de hoogte van de haaksteek,  $t$  = het aantal toeren, gerekend vanaf de kruin. Begin bij de kruin, en meerder telkens één steek op de  $n(t)$  steken, waarbij

$$n(t) \approx \frac{R}{h} \operatorname{tg} \frac{ht}{R}$$

Ga zo door totdat  $t \approx \frac{\pi R}{2h}$  en hecht af.

13. De veel voorkomende mening dat leervakken of wetenschappelijke disciplines "moeilijker" zijn naarmate ze exacter zijn berust vaak op een onderschatting van de complexiteit van de problemen waarmee minder exacte vakken zich bezighouden.
14. Het geschatte aantal door intelligente wezens bewoonde planeten buiten ons zonnestelsel zal vooralsnog blijven toenemen.
15. Dit is een stelling.



## Théorèmes de la thèse de Felix Hess: Boomerangs, aerodynamics and motion.

- 1) La recherche concernant l'aerodynamique des rotors d'hélicoptère contribue largement à la course aux armements.
- 2) Dans le cas où on augmente les termes d'une progression de la fonction de montée et les points de collocation dans la direction de corde, la méthode de collocation, utilisée habituellement dans la théorie de la surface portante, n'a pas comme conséquence une distribution de montée qui remplisse la condition de Kutta.
- 3) On peut simplifier le modèle de boomerang développé dans cette thèse en supposant que la vitesse d'introduction de l'air soit négligeable. Les trajectoires de boomerang calculés ainsi sont encore assez correctes.
- 4)  $I = \frac{1}{3} m a^2$  pour un corps qui est constitué d'une barre droite, mince et homogène, fléchie au milieu (angle entre 0 et  $\pi$ ).  $m$  est la masse,  $I$  le moment principal de lenteur du corps et  $a$  la distance entre les extrêmes du corps et le milieu de la masse.
- 5) L'observation et la description de boomerangs par les anthropologues a parfois été influencée d'une façon incorrecte par l'information de la part de physiciens.
- 6) Une grande partie de la littérature traitant l'origine des boomerangs comporte des éléments ethnocentriques.
- 7) Les chances d'une nuit d'été sans vent dans le nord-est des Pays-Bas sont plus grandes après une journée de vent d'ouest qu'après une journée de vent d'est.
- 8) Deux points peuvent être dessinés sur un vitre de train de telle façon que l'oeil les perçoit comme un point qui avance avec le train à une distance  $S$  de 100 - 200 mètres. En passant des objets (maisons, groupements d'arbres etc.) qui se trouvent à une distance nettement inférieure à  $S$ , on voit le point s'approcher soudainement, frôlant l'objet pour retourner ensuite à l'ancienne position. Cette observation concorde avec la remarque de M. Ogle: "... it is to be expected that in those surroundings that have been artificially produced to provide a conflict between stereoscopic stimuli and empirical factors, the meaningless stimuli may be suppressed by the meaningful, that is, by the perceptions from the empirical motives for depth." (K.N. Ogle: Theory of stereoscopic vision. in S. Koch, ed "Psychology: a study of science." (McGraw-Hill, New York, 1959) p. 362-394).
- 9) La netteté de l'image d'un appareil photo à diaphragme ouvert, mise au point selon l'échelle indiquée sur l'appareil, peut être améliorée en changeant la distance.

10) Les reportages dans la presse sur les accidents de la route impliquant une voiture roulante et un enfant à pied sont généralement pas seulement partiels mais contribuent en plus à la confirmation du sentiment d'insécurité routière existant.

11) Depuis 1973, la gravitation joue un rôle essentiel à la réalisation des peintures de Han Jansen.

12) Un bonnet mi-sphère peut être crocheté en spirale comme suit. Prenons  $R$  = le rayon du demi sphère,  $h$  = la hauteur de la maille,  $t$  = le nombre de tours comptés du sommet de la tête. Commencez au sommet de la tête et ajoutez un crochet tous les  $n(t)$  crochets quand:

$$n(t) = \text{approx. } R / h * \text{tg} (ht / R)$$

Continuez jusqu'a  $t = \text{approx. } \pi R / 2h$  et fixez.

13) L'opinion courante qui consiste à penser que les disciplines (scientifiques) sont plus "difficiles" si elles sont plus exactes est souvent fondée sur la sousestimation de la complexité des problèmes dont s'occupent les disciplines moins exactes.

14) Les estimations du nombre de planètes hors de notre système solaire habitées par des êtres intelligents continuera d'augmenter pour le moment.

15) Ceci est un théorème.

to the Aboriginal people of Australia,  
who laid the foundation for this study.

Copyright Felix Hess 1975

## TABLE OF CONTENTS

### PREFACE

§ 1	A study of boomerangs.	10
§ 2	What is new and what is missing?	14
§ 3	Acknowledgements.	16

### PART I GENERAL

§ 1	Introduction	21
CHAPTER I	BOOMERANGS FROM AN ETHNOGRAPHICAL VIEWPOINT.	22
§ 2	Various types of Australian boomerangs.	23
§ 3	Distribution of boomerangs in Australia.	32
§ 4	The cross section and twist of Australian boomerangs.	34
§ 5	The manufacturing of Australian boomerangs.	38
§ 6	The throwing and the flight of Australian boomerangs.	43
§ 7	Various uses of Australian boomerangs.	52
§ 8	The present situation in Australia.	57
§ 9	Boomerangs outside Australia (1).	59
§10	Boomerangs outside Australia (2).	65
§11	Boomerangs outside Australia (3).	74
§12	The origin of boomerangs.	83
CHAPTER II	BOOMERANGS FROM A PHYSICAL VIEWPOINT.	
§13	The behaviour of returning boomerangs.	88
§14	Throwing.	91
§15	Making boomerangs.	95
§16	The principles of the returning boomerang.	98
§17	More boomerang mechanics.	109
§18	Earlier research on boomerangs.	115
§19	Recent research on boomerangs.	119
CHAPTER III	BIBLIOGRAPHY.	
§20	Literature on boomerangs.	123
§21	Bibliography.	126