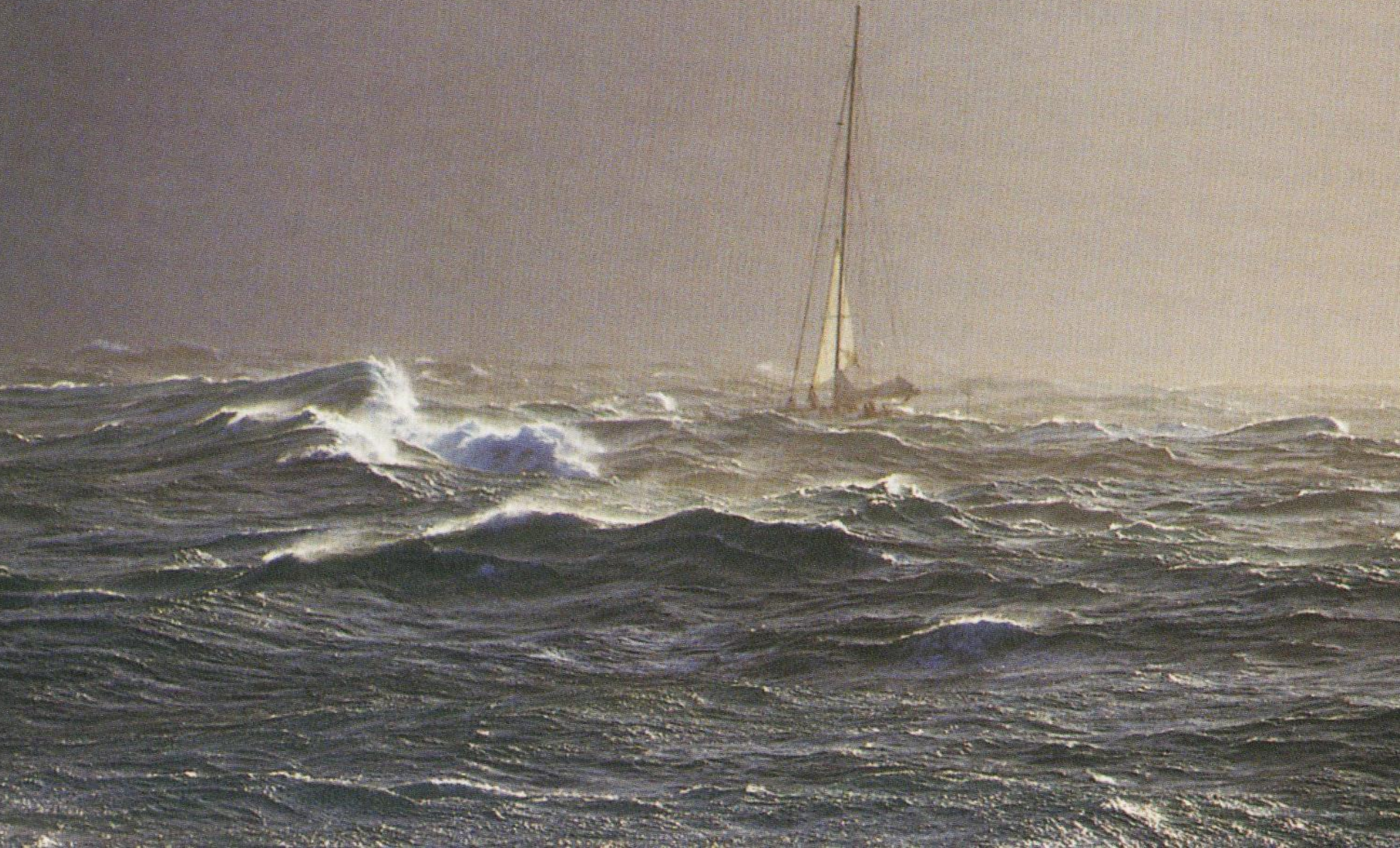


Golven

PZV WinterActiviteitenCommissie

Arend Jan Klinkhamer





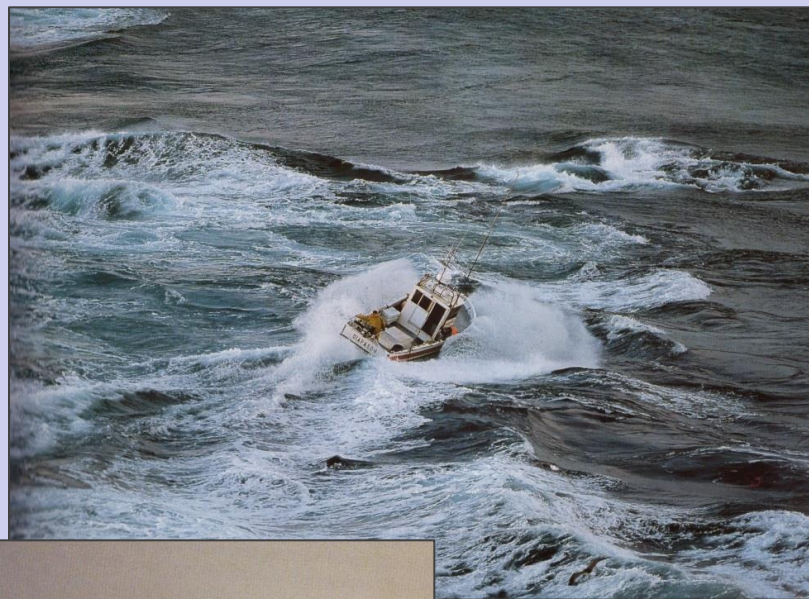
- Deze presentatie is gemaakt als middel voor instructie bij de PZV Zeezeilvereniging
- PZV brengt booteigenaren en opstappers bij elkaar, de ervaring van beide varieert van beginnend opstapper tot ervaren schipper
 - Opstappers
 - willen kunnen zeilen
 - brengen kennis en ervaring in
 - Eigenaren
 - kennis en ervaring opdoen, bijv. van tochten of opstappende ervaren schipper
 - zoeken bemanning voor bijvoorbeeld aanbrengtochten in de vakantie
- **Met plezier leren en uitwisselen van kennis en ervaring is basis van de vereniging**
- Geen zeilopleiding: daarvoor zijn voldoende zeilscholen
- Praktijk o.a. trim- en oefenweekends; winteravonden met lezingen en praktijk
- Elk jaar Hemelvaarttocht 9 dagen naar Engeland met 20-25 boten
- 250 à 300 leden uit heel Nederland; ligplaatsen idem
- Bijeenkomsten rond Eindhoven, activiteiten op de Noordzee, in Zeeland en op IJsselmeer



Golven en zeezeilen

Onderwerpen van deze presentatie:

- Wat is het belang van golven bij zeezeilen?
- Wanneer en waar kan ik er last van krijgen?
- Wanneer en waar kan ik ze vermijden?
- Wanneer en waar zijn ze echt gevaarlijk?
- Hoe ontwikkelen golven zich?



3



Golven: Beangstigend?

- Angst is gezond als er werkelijk gevaar is
- Wat maakt golven gevaarlijk?
 - Winterstormen zijn zwaarder dan zomerstormen
 - Steile onderwaterhellingen (Biskaye, banken Noordzee)
 - Sterke getij- of rivierstromingen
- Bekende gevaren zijn vaak te vermijden.
Kennis geeft zelfvertrouwen.





Programma

Golven op **diep water**

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af; windbaan
- Voorbeelden: Atlantic, Far Oer

PAUZE

Golven op **ondiep water**

- Reflectie en buiging van golven
- Golven op ondiep-water grens
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- Freak waves (monstergolven)



Gevaren van golven voor jachten

Voor de bemanning:

- Verminderd prestatievermogen in zeegang of deining (40% minder bij Bft 5 à 6!)
- Zeeziekte
- Verwonding door plotselinge bewegingen



Voor het schip:

- Hogere belastingen en schade door grote en continue beweging (b.v. door schavielen, metaalmoeheid)
- Schade door overkomende brekers: ruiten, opbouw, zeilen, aan dek of binnen gestuwd materiaal
- Platslaan of kenteren



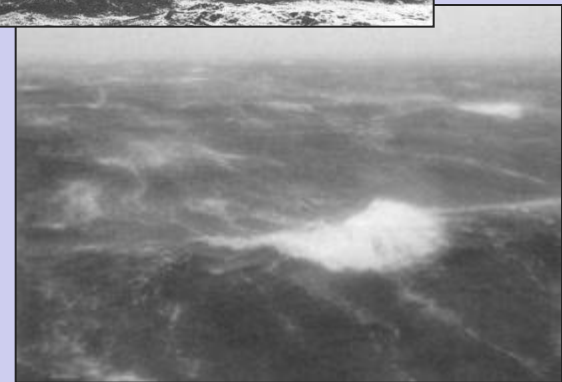
Vervelende golven

- Korte golven
- Onregelmatige golven
- Brekende golven
- Steile golven
- ...

Gevolgen:

- Paaltjes pikken
- Onregelmatige hakkende bewegingen
- Overkomend water
- Moeilijk opkruisen tegen wind en golven
- In echt slecht weer: schade

De golf zelf is niet te voorspellen,
de gemiddelde golf wel





Kent u deze bladzijden?

- Lees de Reed's!

Fig 5(1) Typical sea states associated with various Beaufort wind forces


Wave height for a given wind strength depends upon the distance travelled (fetch), the length of time for which the wind has been blowing and any currents; see table opposite.

Sea states used in some forecasts are described relative to average wave heights, as follows:


Calm	0-1-0.5m
Slight	0.5-1.25m
Moderate	1.25-2.5m
Rough	2.5-4m
Very rough	4-6m

Photography


- Crown – Force 0, 11
- El Simpson – Force 1, 2, 7
- IG MacNeil – Force 3, 4, 5, 6
- WAE Smith – Force 8
- JP Laycock – Force 9
- G Allen – Force 10



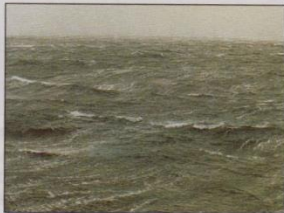
Force 3 7-10 Kts Gentle Breeze
Wave Ht 0.6m




Force 8 34-40 Kts Gale
Wave Ht 5.5m



Force 4 11-16 Kts Moderate Breeze



Force 9 41-47 Kts Very Rough



Force 0 0-1 Kts Calm Wave Ht

Weather

Beaufort scale – Sea states

5.1 SCALES AND TERMS

5.1.1 Beaufort wind scale and descriptions of the sea

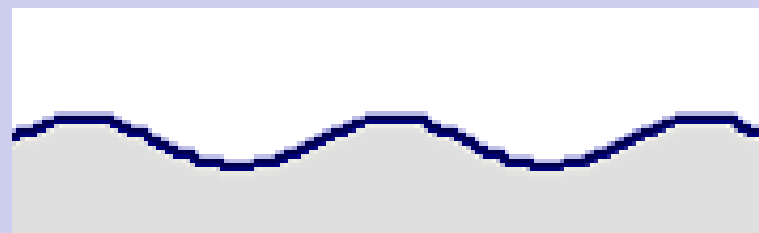
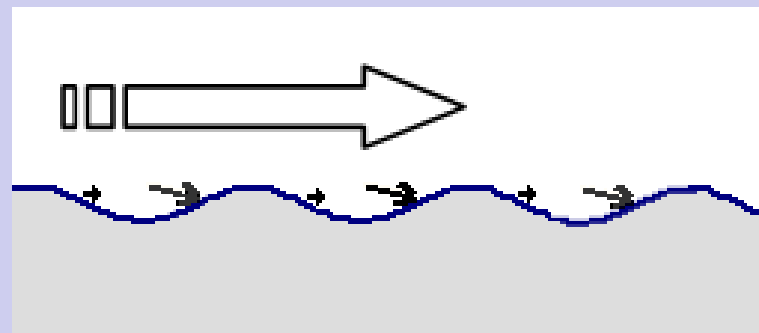
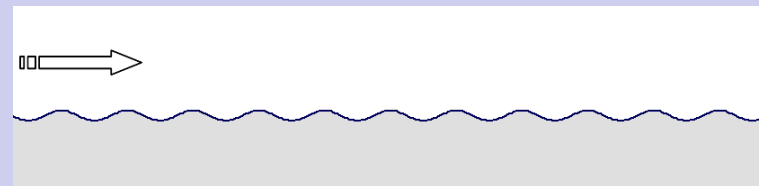
Force	Wind speed (knots)	Wind speed (km/h)	Wind speed (m/sec)	Description	Deep sea criteria	Probable mean (max) wave ht (m)
0	<1	0-2	0-0.5	Calm	Calm, glassy, like a mirror	–
1	1-3	2-6	0.3-1.5	Light air	Calm. Ripples like scales are formed	0.1 (0.1)
2	4-6	7-11	1.6-3.3	Light breeze	Small wavelets, still short but more pronounced, not breaking	0.1 (0.3)
3	7-10	13-19	3.4-5.4	Gentle breeze	Large wavelets, crests begin to break; glassy foam, perhaps a few white horses	0.6 (1)
4	11-16	20-30	5.5-7.9	Moderate breeze	Small waves becoming longer; fairly frequent white horses	1 (1.5)
5	17-21	31-39	8.0-10.7	Fresh breeze	Moderate waves, taking a more pronounced form; many white horses, perhaps some spray	2 (2.5)
6	22-27	41-50	10.8-13.8	Strong breeze	Large waves forming; white foam crests are extensive everywhere; probably some spray	3 (4)
7	28-33	52-61	13.9-17.1	Near gale	Sea heaps up; white foam from breaking waves begins to be blown in streaks	4 (5.5)
8	34-40	63-74	17.2-20.7	Gale	Moderately high waves of greater length;	5.5 (7.5)



Hoe ontstaan golven

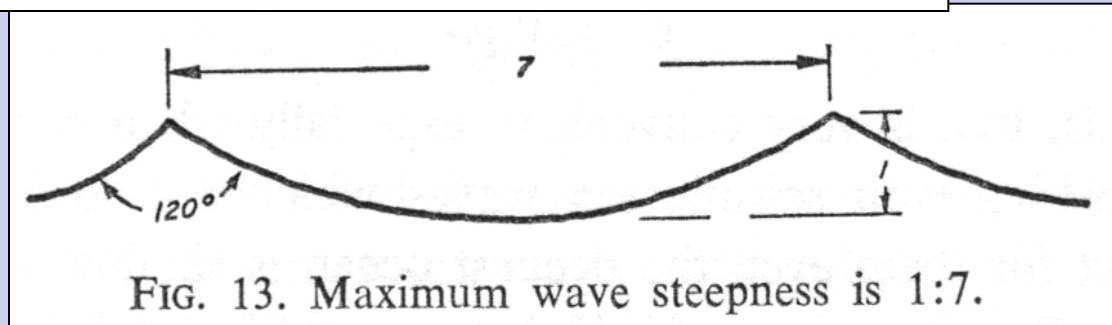
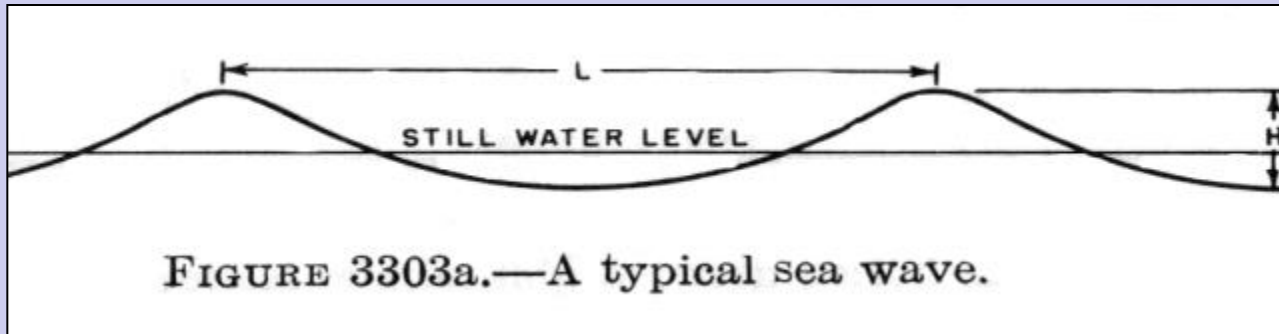
- Wind wekt gemakkelijk kleine golfjes op (wateroppervlak is onstabiel)
- Wind duwt en trekt aan de kleine golven: overdruk voor, onderdruk achter de golftop
- De golven groeien in hoogte
- Na een tijdje is de maximale hoogte bereikt (evenwicht)

De golven worden tijdens het opbouwen steeds langer





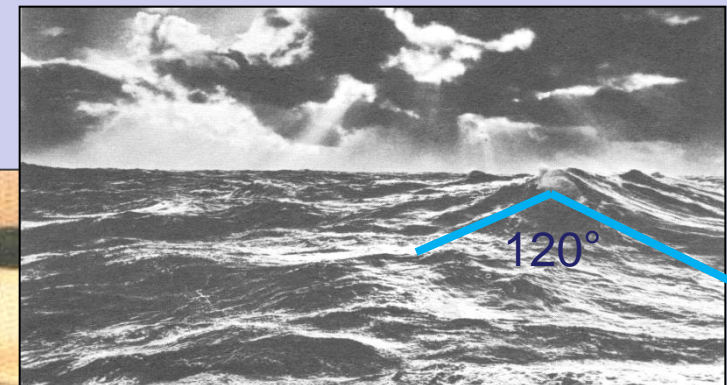
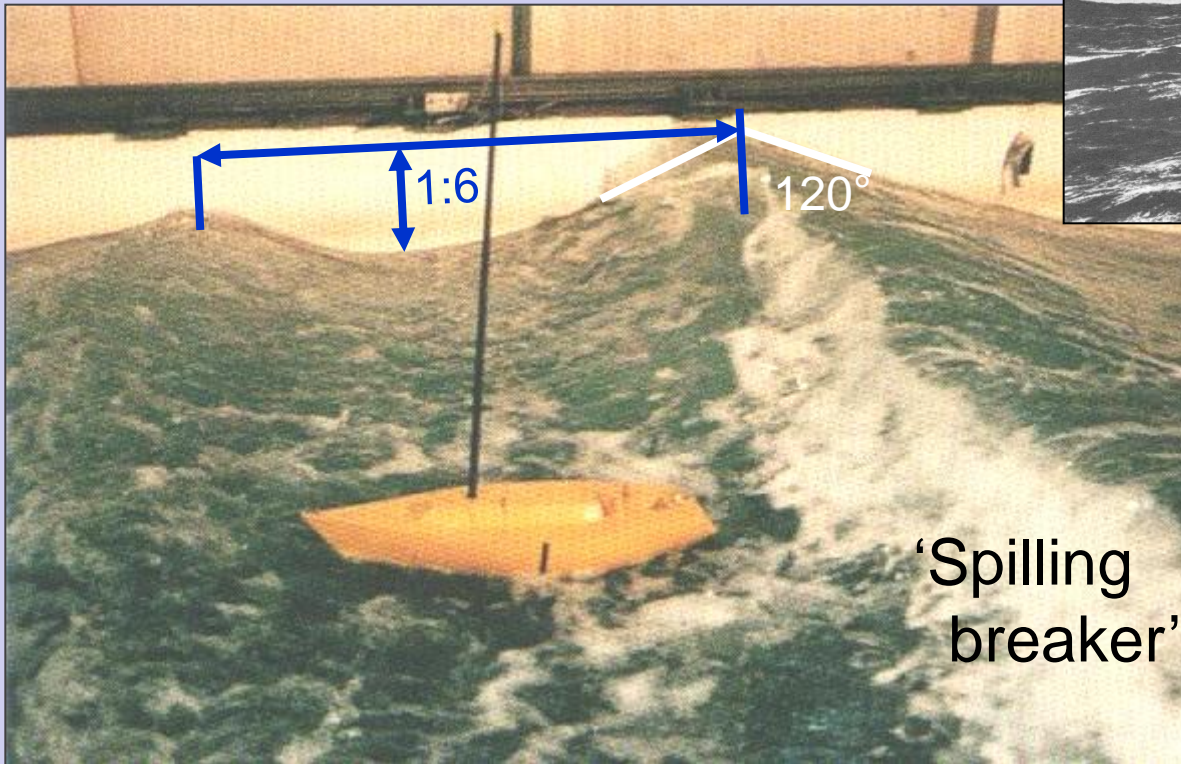
Golflengte en golfhoogte



- De golftoppen zijn scherper en de dalen vlakker dan in een sinus
- Steilheid = hoogte / lengte
- **Bij een steilheid van 1:7 of groter gaat een golf breken**



Golf breekt bij steilheid 1:7 en/of tophoek 120°

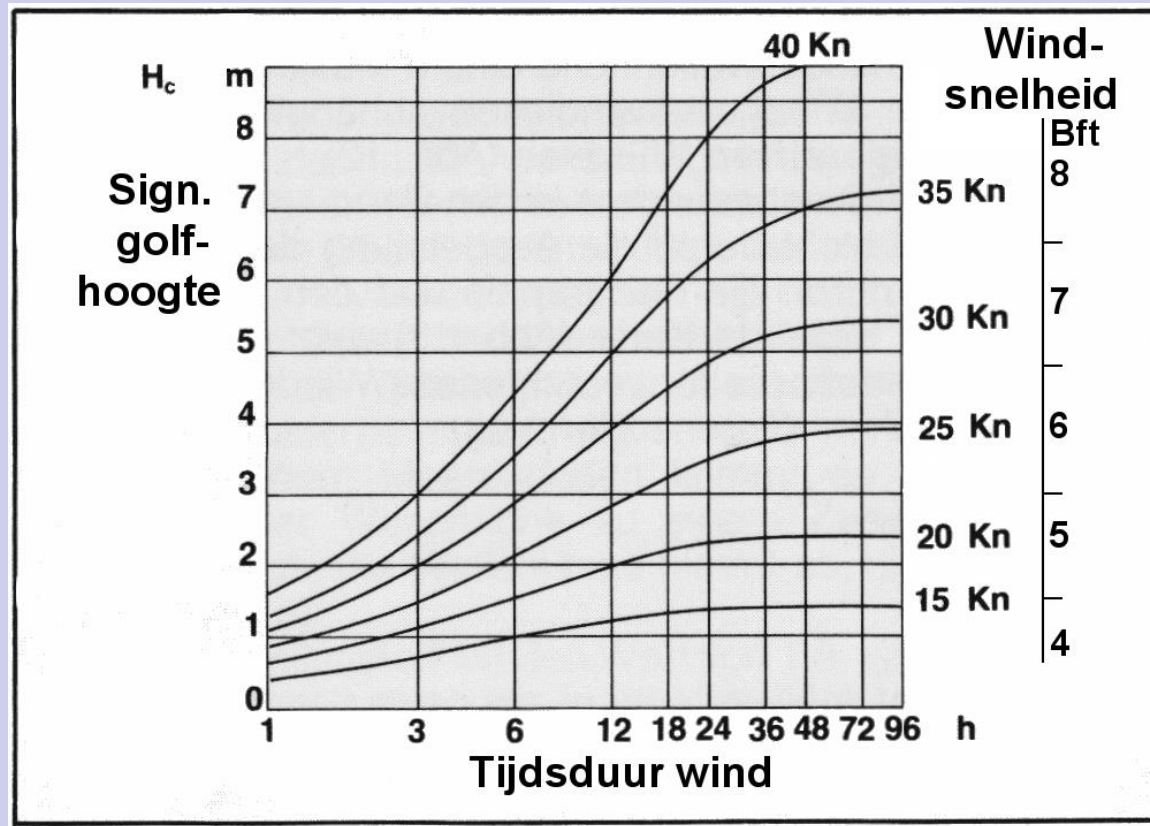


- De golftoppen bepalen het aanzien van de zee
- De 120° top is karakteristiek voor het begin van brekende kammen

Modeljacht in golftank



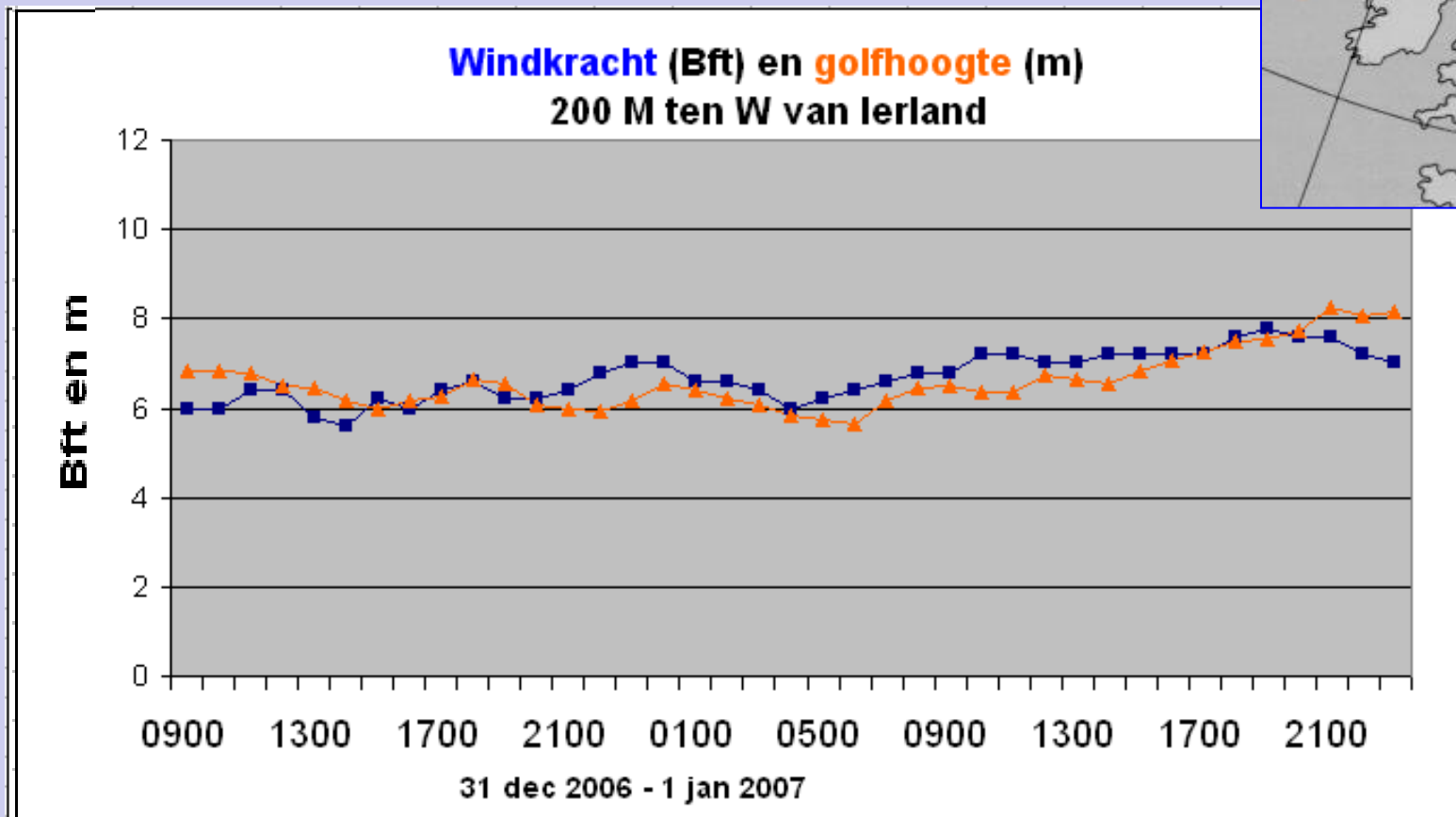
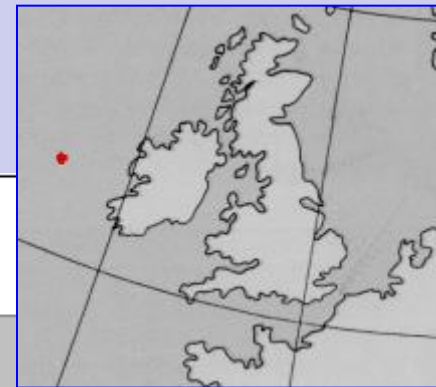
Golfhoogte neem toe met de tijd



- De grafiek geldt voor **diep water**
- Bij constante wind neemt golfhoogte toe; hoe harder de wind, hoe langer de toename duurt en hoe hoger de eindhoogte
- Bij Bft 7 (ca. 30 knopen): na 30 uur 5 meter, max 5,5 m na 48 h



Oudejaarsnacht 2006



Circa 6-7 beaufort = 30 knopen: voorspelling uit grafiek 5 m (diepte 1000 m)
Waarneming 6,5 m. **Klopt 'aardig' met grafiek!**

Bron van alle golfhoogtes: www.ndbc.noaa.gov

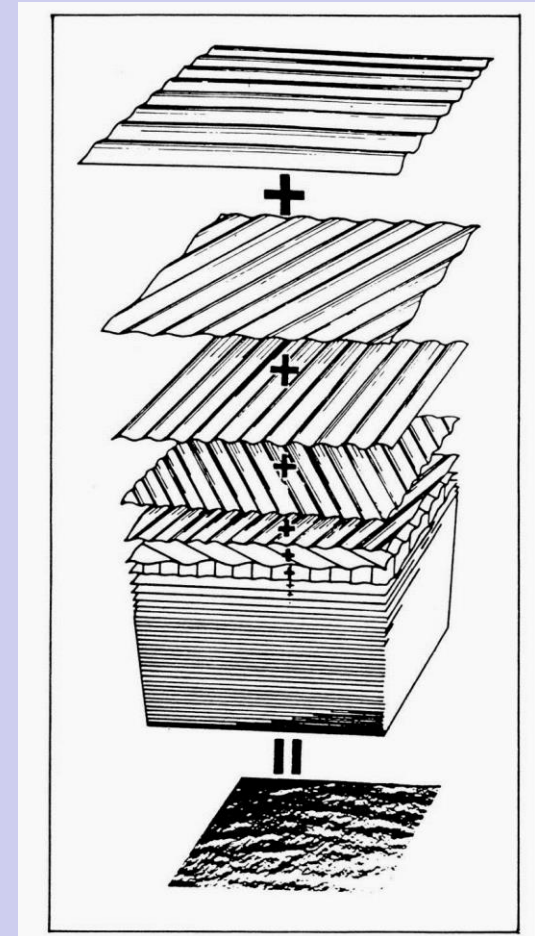


Golven zijn nooit gelijk

- De wind wekt niet één golf op, maar vele
- Al die golven hebben verschillende **hoogte, lengte en richting**
- Het oppervlak wordt bepaald door de combinatie van al die golven
- De golfruggen zijn altijd vrij kort omdat de golven in verschillende richtingen lopen

We bekijken eerst golven op diep water (geen interactie met de bodem)

- Golflengte kan bij Bft 8 liggen tussen 50 en 600 meter
- Langere golven hebben een langere tijdsperiode en bewegen sneller dan korte
 - $\text{Periode (sec)} = 0,80 \times \sqrt{\text{golflengte (m)}}$
 - $\text{Snelheid (kn)} = 1,2 \times \sqrt{\text{golflengte (m)}}$
of: $\text{snelheid (kn)} = 1,5 \times \text{periode (s)}$
 - **Golfveld beweegt met halve golfsnelheid**





Golfperiode, golflengte en golfsnelheid

Wind- kracht Bft	Na 12 h	Volgroeide zee			
	Golf- hoogte	Golf- hoogte	Golf- periode	Golf- lengte	Golf- snelheid
4	0,8 m	1 m	4 s	25 m	12 kn
5	1,7 m	2 m	6 s	55 m	19 kn
6	2,5 m	3,5 m	8 s	100 m	25 kn
7	3,5 m	6 m	10 s	150 m	31 kn
8	5,5 m	8 m	12 s	220 m	37 kn
9	7 m	12 m	14 s	300 m	43 kn
10	10 m	16 m	16 s	400 m	50 kn

Golf loopt bij
elke Bft meer
6 kn sneller

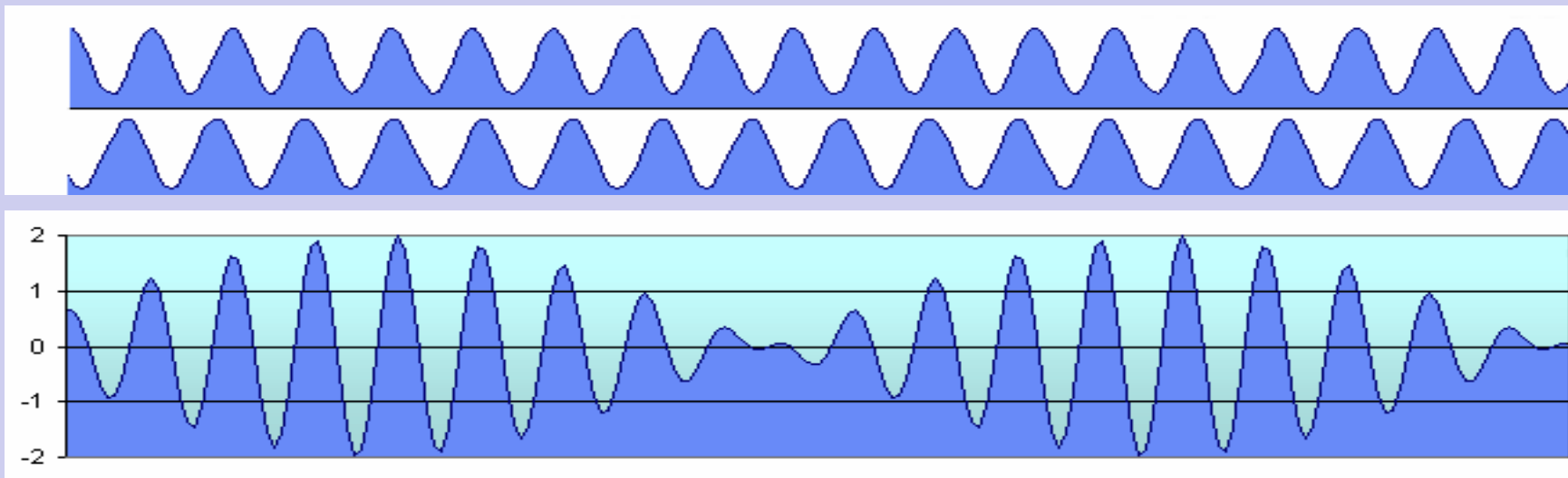
Alle golven lopen veel sneller dan een toerjacht
Lange golven lopen veel sneller dan korte

Voorbeeld 31-12-2006 bij Ierland met Bft 7:
waargenomen periode = 9 sec, klopt met tabel

Wat gebeurt er als
verschillende golven
tegelijk optreden?



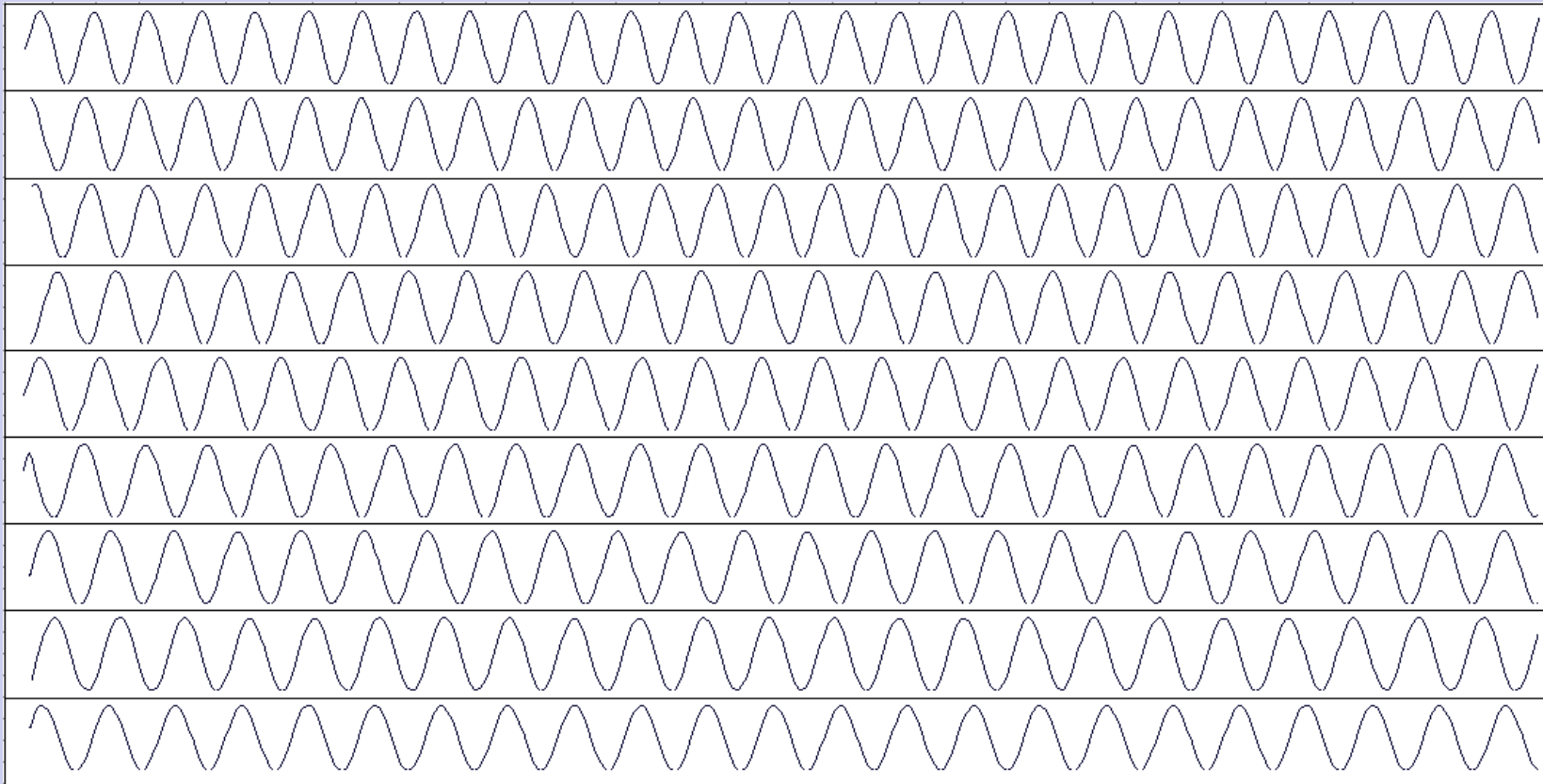
Voorbeeld: twee golven optellen



- Twee golven, golflengtes van 54 m en 60 m, elk 2 m hoog
- Deze golven lopen onafhankelijk van elkaar
- Het wateroppervlak reageert op beide golven, dus optellen
- De onderste grafiek geeft het resultaat
 - een rijtje hoge golven als de twee deelgolven tegelijk hoog zijn
 - een rijtje lage golven als de ene hoog is terwijl de andere laag is
- Het resultaat is maximaal 4 m hoog, de som van de twee



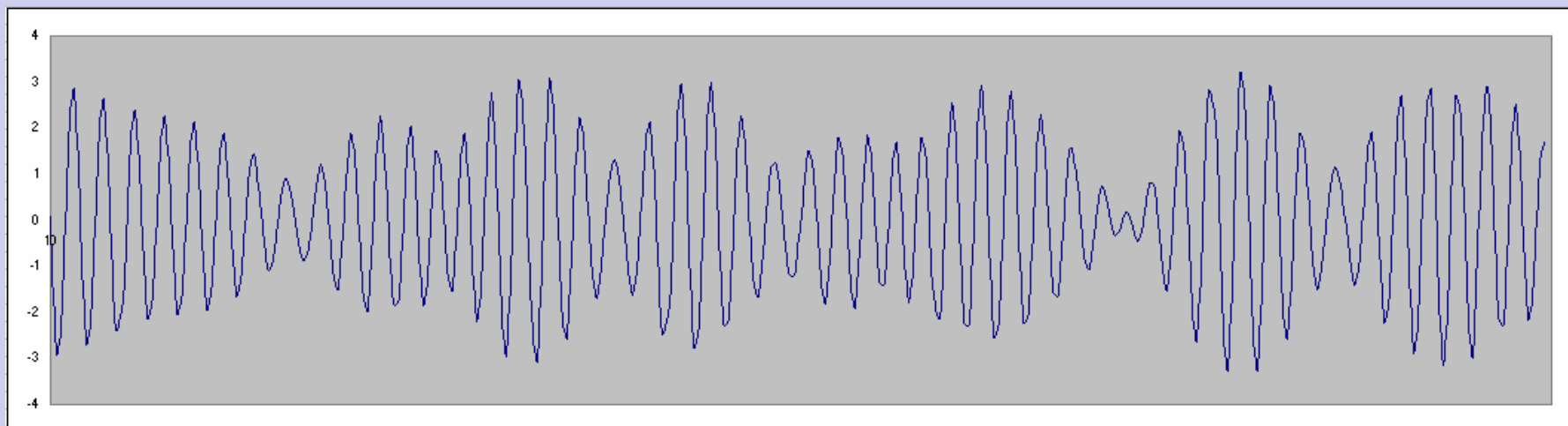
Wat bij negen verschillende golven?



Negen golven met gelijke hoogte, de golflengtes lopen van 64 m op naar 82 m
Wat is het resultaat als deze negen golven tegelijk optreden?



Golfhoogteverschillen bij negen golven

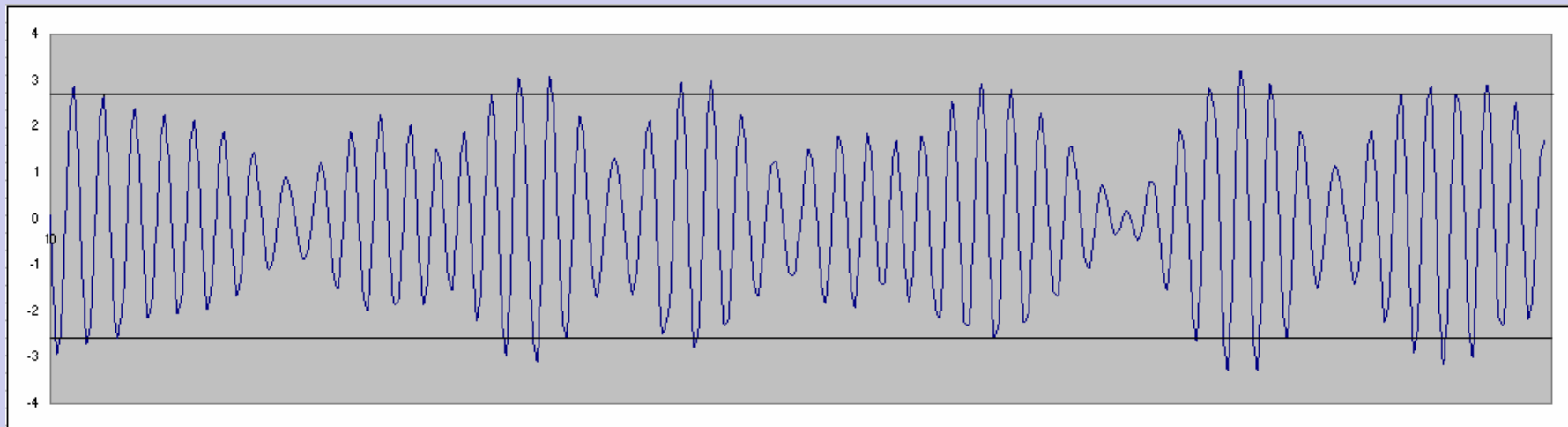


- Een min of meer willekeurig golfpatroon, op ander moment anders
- Er treden groepjes van 2, 3, 4 hogere golven op (wat je op zee ook vaak ziet)
- De hoogste is 6.4 m, de laagste 60 cm
- De hoogste golven zijn rond de 6 meter hoog, niet $9 \times 2 = 18$ m, want ze zijn nooit alle negen tegelijk maximaal

Wat is nu een goede maat voor de golfhoogte?



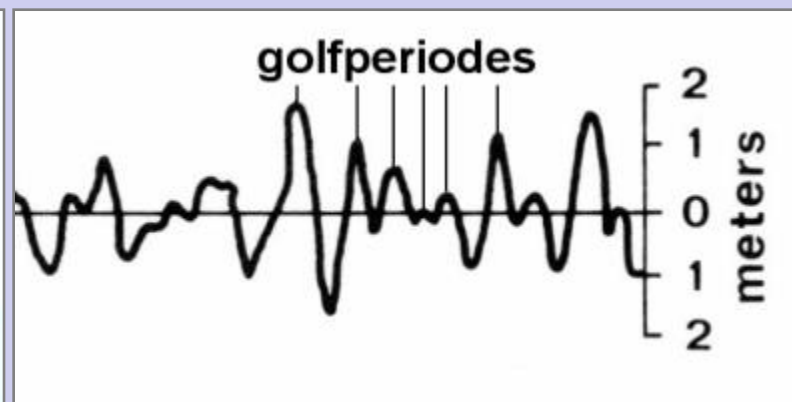
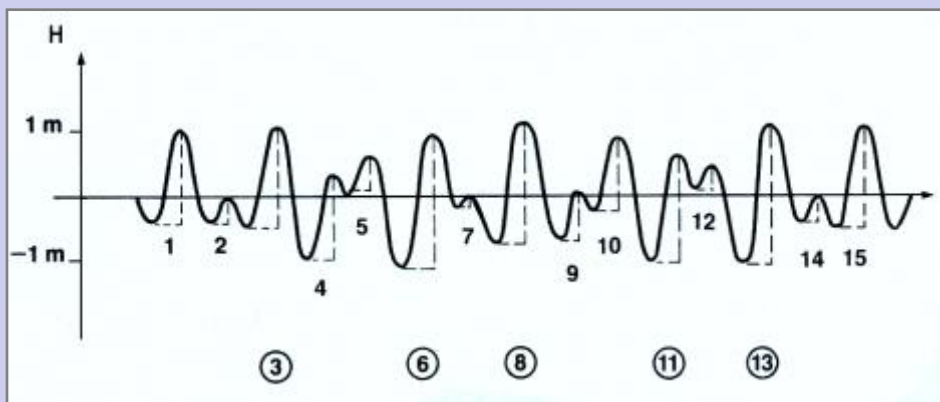
Significante golfhoogte



- Voor golfhoogte wordt altijd de **significante golfhoogte** gebruikt
- Dit is de hoogte van de hoogste 33% van de golven
in dit voorbeeld de 16 golven (van de 49) die buiten de zwarte horizontale strepen gaan
 - 2/3 van de golven is dus lager dan de significante golfhoogte!
- Dit is ook wat een ervaren zeeman schat als golfhoogte
- De **Kustwacht** meldt altijd de significante golfhoogte
- Het blijkt dat slechts 1 op de 1000 golven hoger is dan twee keer de significante golfhoogte (gemiddeld 3 golven per 6 uur)



Metten van golven



- Golven worden gemeten op vaste punten (meetpaal, meetboei, druksensor)
- Gedurende tien of twintig minuten worden alle golfhoogtes gemeten
- Daaruit wordt de significante golfhoogte berekend
- Uit het golfpatroon worden ook alle **golfperiodes** bepaald
- Uit de gemiddelde golfperiode berekenen we
de gemiddelde golflengte: $L = 1,5 \times \text{periode}^2$
(theoretisch niet helemaal juist, als voorbeeld voldoende benadering)



Golfspectrum

Elke lijn is voor een bepaalde windsterkte

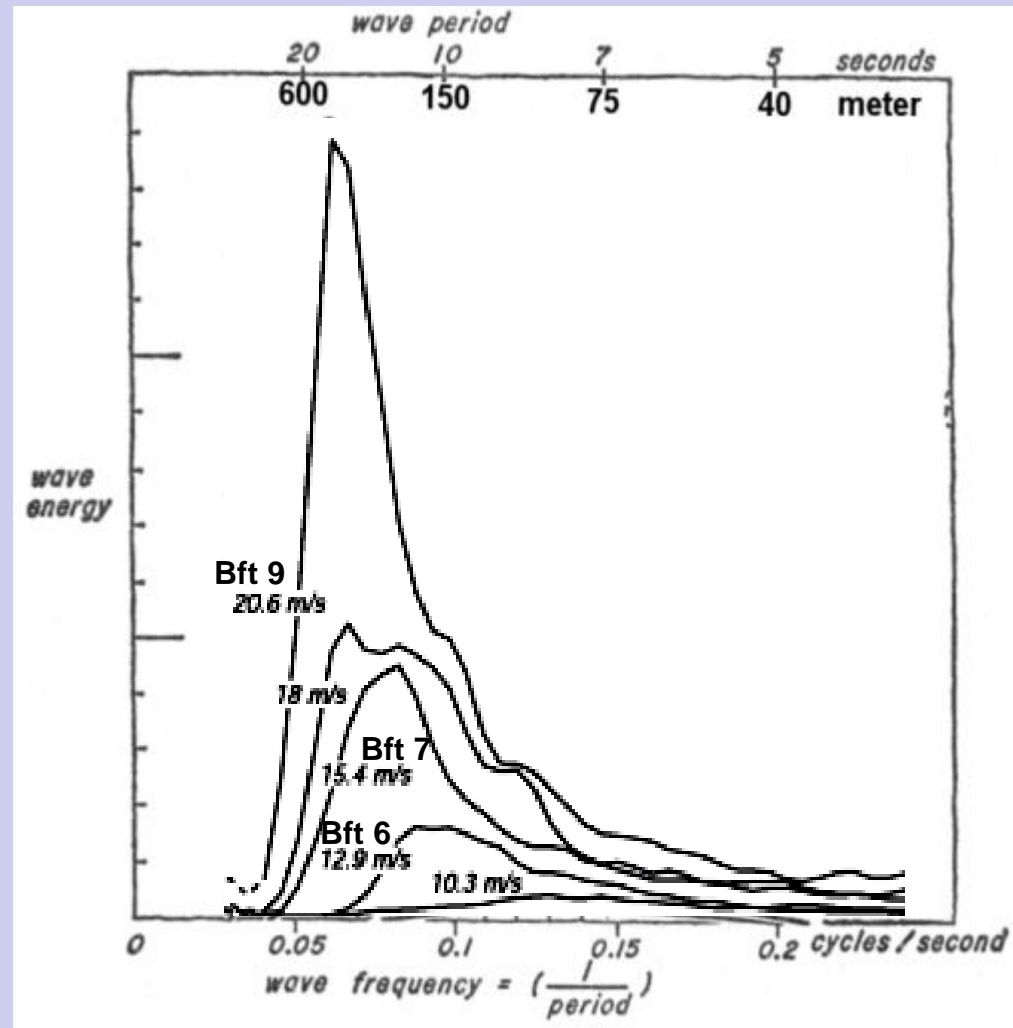
In uitgerijpte windzee van 5 Bft (10 m/s) zie je golven van 40 tot 150 m lang

Bij 7 Beaufort golven van 40 tot 600 m lang

De golfenergie loopt enorm snel op met de windkracht

Bij Bft 7:

$L = 200\text{m}$ dominant in energie, gemiddelde is 150 m



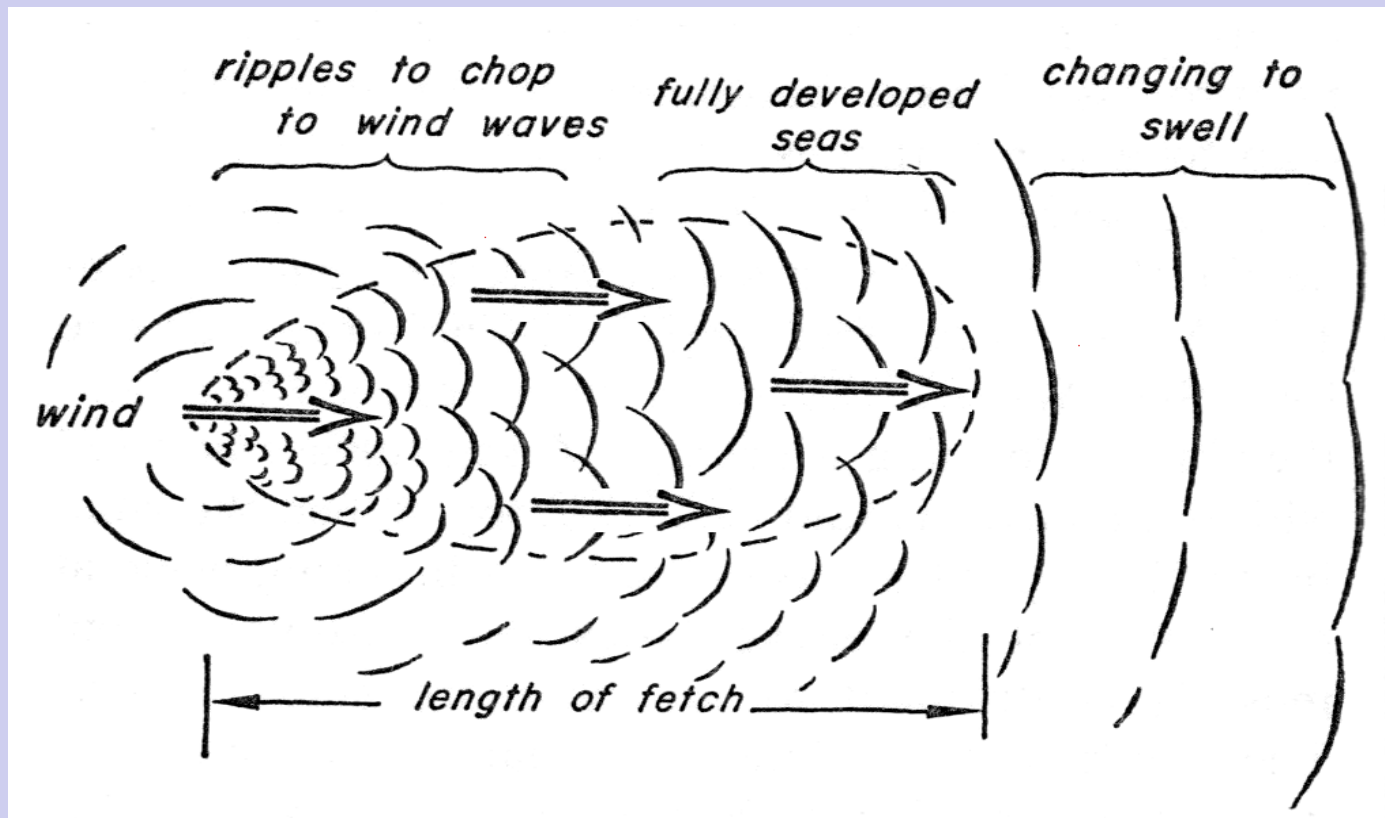
(Moskowitz, British weather ship observations)

Horizontaal aan de bovenkant zie je de golfperiode en de golflengte

Verticaal de energie in elke periode/lengte



Wind, zeegang en deining (sea and swell)



- In het windveld neemt de golfhoogte toe en de golven worden steeds langer
- Vanuit elke windbui lopen de golven cirkelvormig weg
- Voorbij het windveld lopen de langere golven door: de deining (swell)



Kruiszee

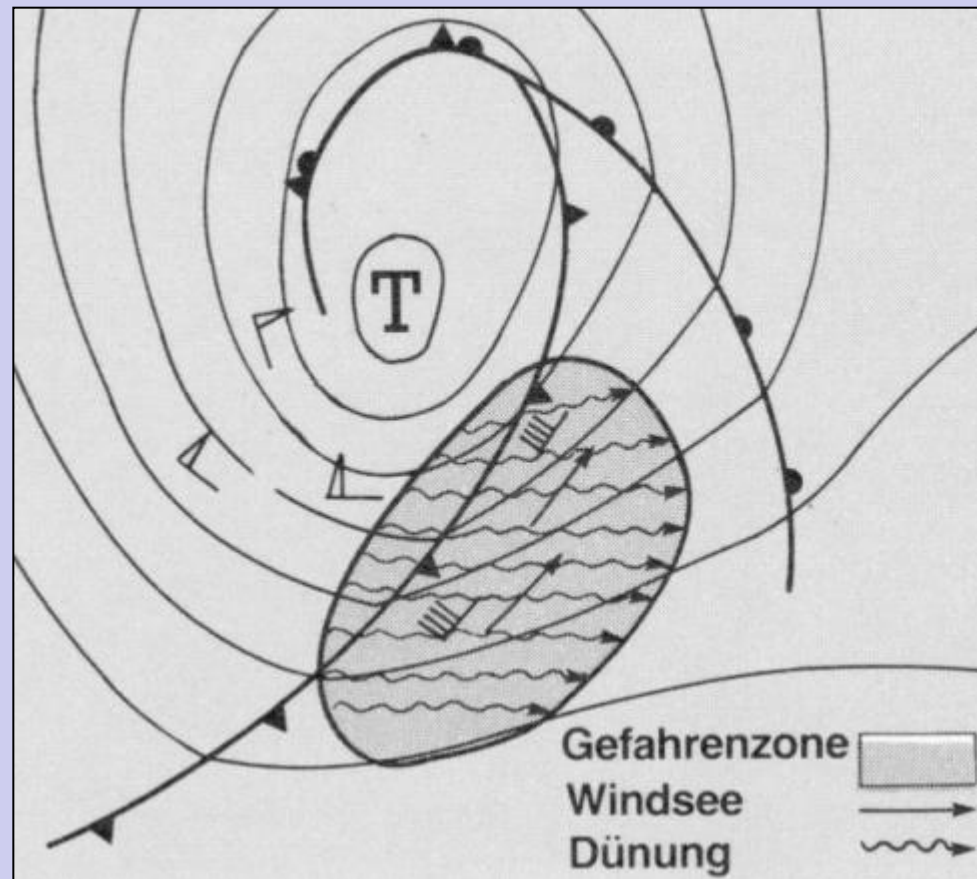
Deining en windzee rond een depressie treden tegelijk op

- Vanachter het koufront loopt deining van de harde NW winden
- Voor het koufront zeegang door de SW wind ter plaatse

Als beide hoog zijn, wordt de kruiszee gevaarlijk

Fastnet 1979:

Sneltrekkende kleine depressie met Bft 10-11 en zeer snelle en grote windschifting veroorzaakte chaos en doden in de wedstrijdvloot





Golven

Golven op diep water

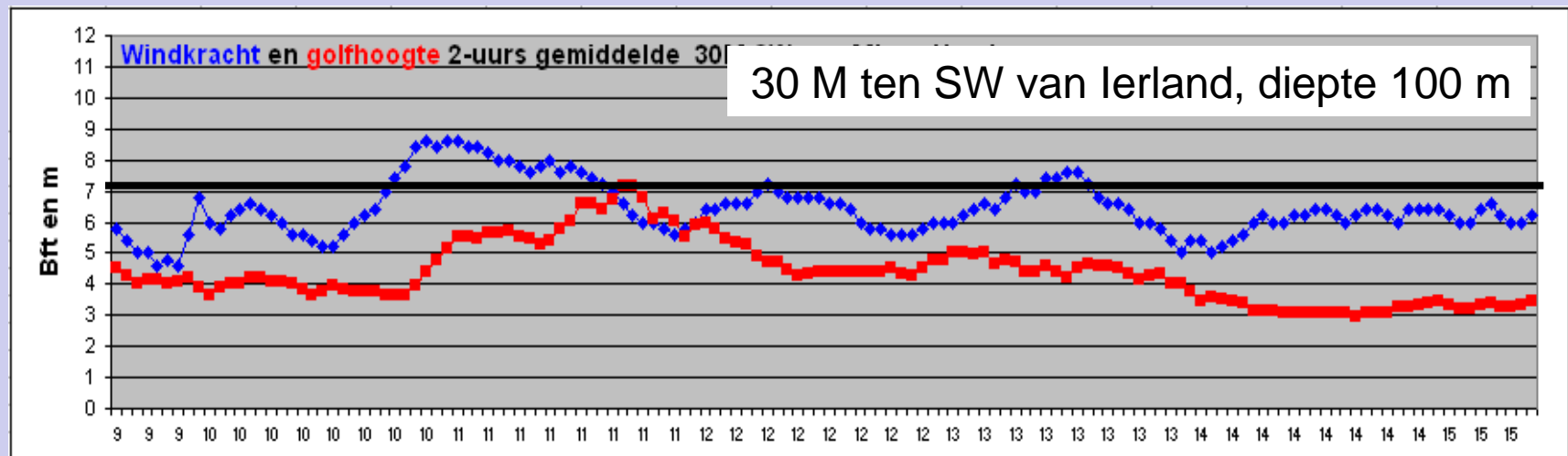
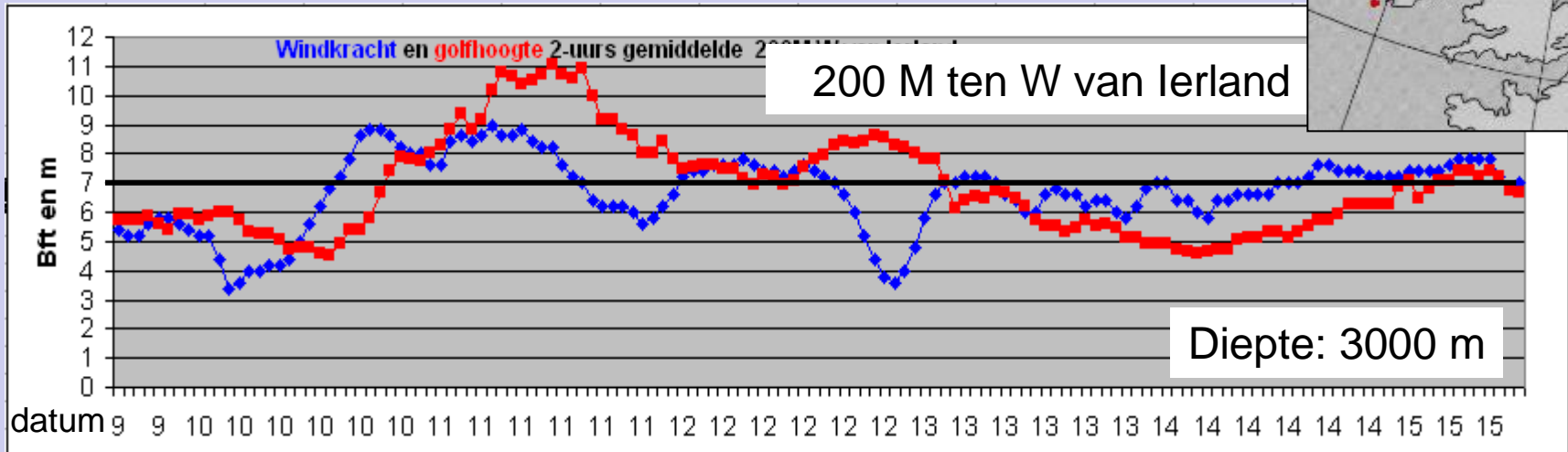
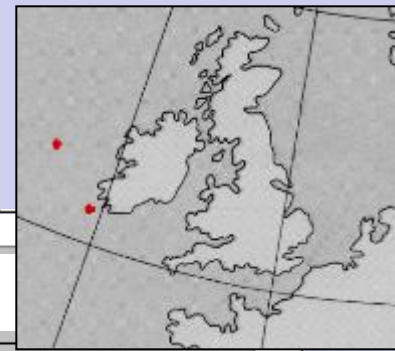
- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- **Hoe neemt golfhoogte toe of af; windbaan**
- Wanneer breekt een golf?

PAUZE

- Golven op ondiep water
- Golven op diep-ondiep water overgang
- Reflectie en buiging van golven
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- Freak waves (monstergolven)



Atlantische Oceaan 10-15 jan 2007

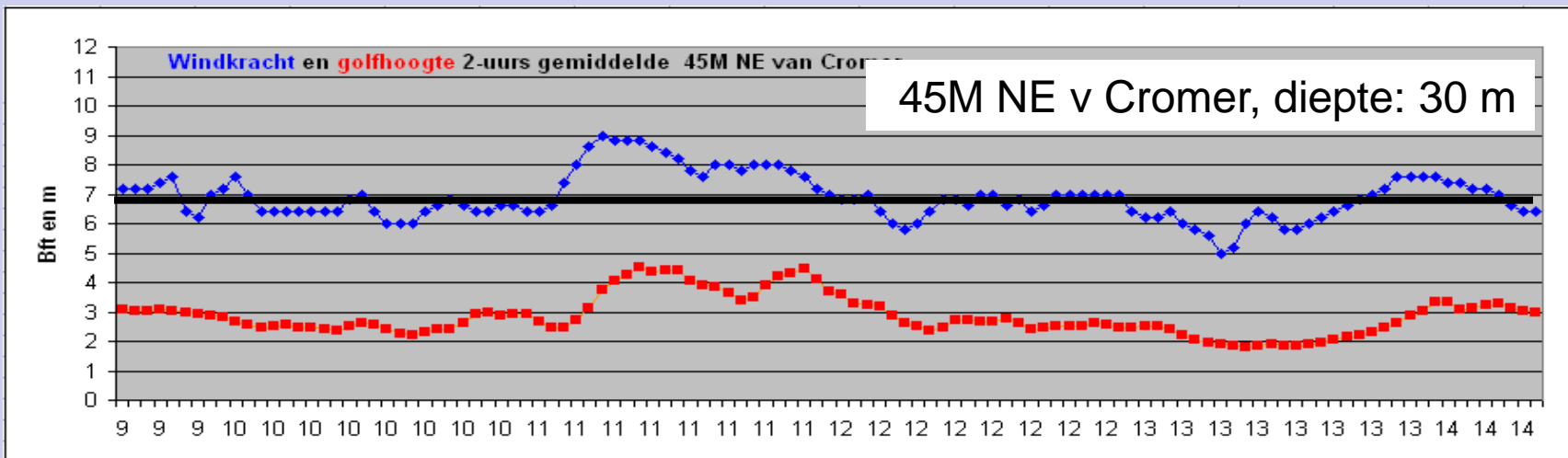
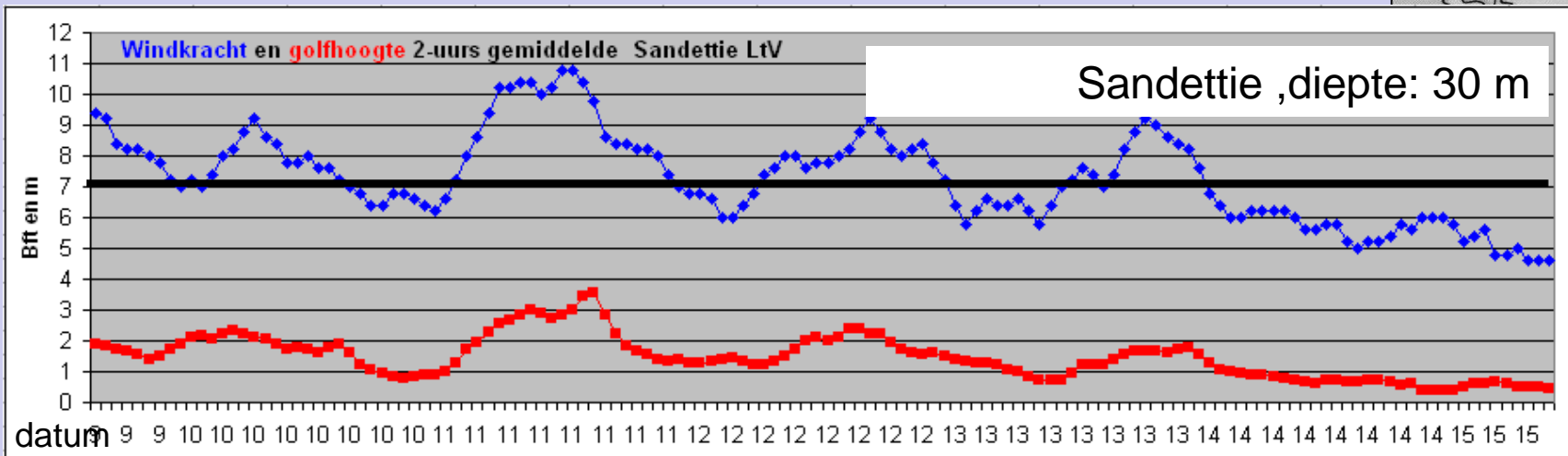


- Dezelfde wind op ondiep water geeft minder golfhoogte

Blauw = windkracht Bft
Rood = golfhoogte m



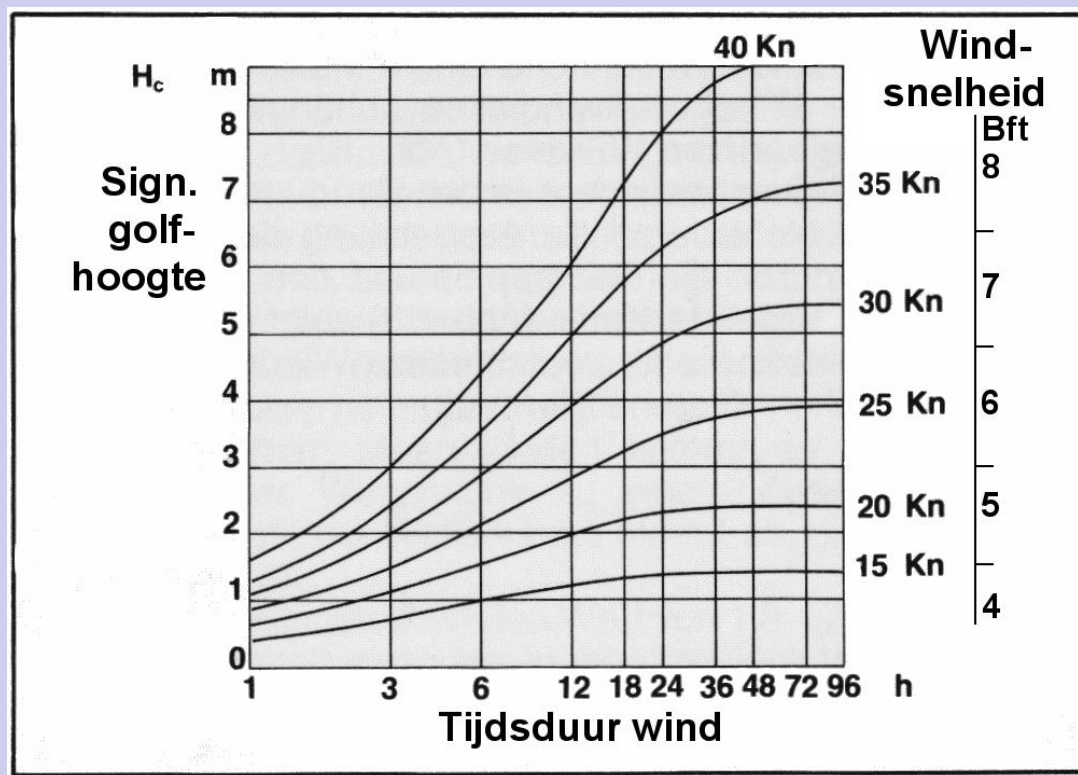
Golven zuidelijke Noordzee



Bij Sandettie 15 mijl windbaan, bij Cromer 30 mijl:
langere windbaan = duidelijk hogere golven



Golfhoogte neemt toe met de tijd

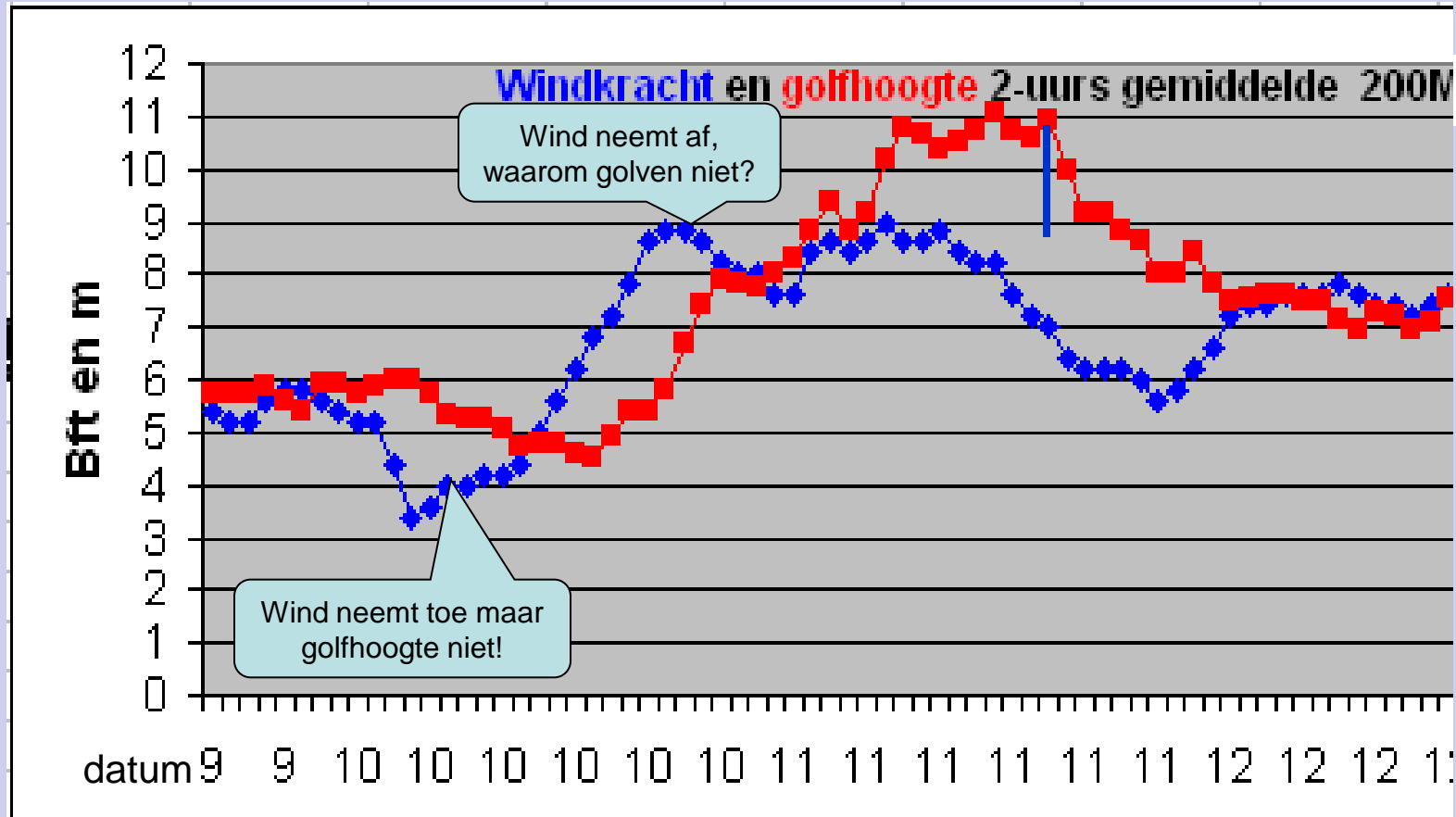


De grafiek geldt voor **diep water**

We gaan deze grafiek gebruiken om de volgende waarnemingen te verklaren



Verandering golfhoogte 200 M W v. Ierland

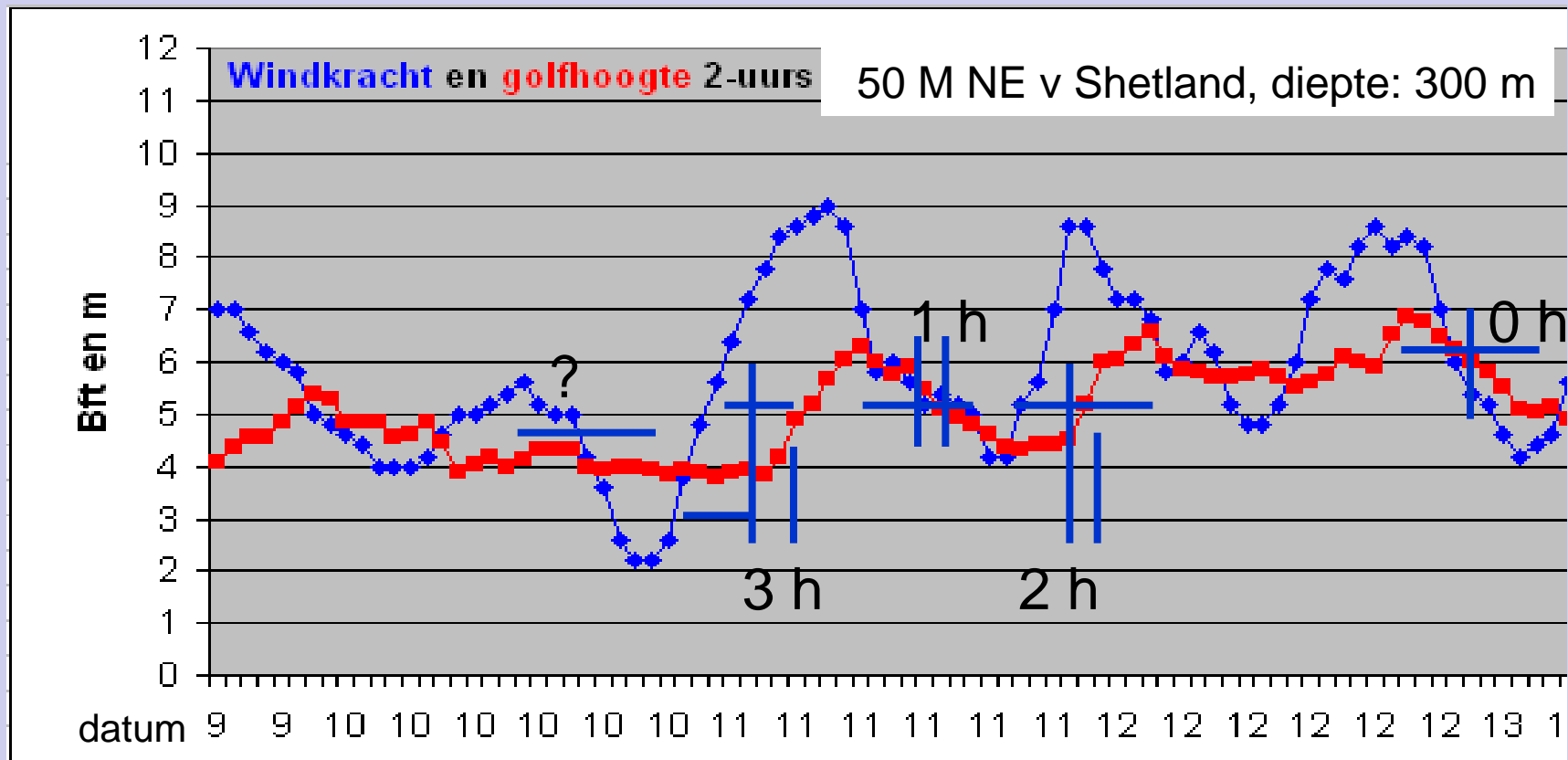


De golfhoogte neemt pas toe nadat de wind harder is gaan waaien dan hoort bij de al bestaande golfhoogte.

Bijv. bij 7 Bft hoort 5,5 m, als er 5 m staat, neemt die pas weer toe nadat de wind 1 à 2 h boven Bft 7 is geweest.



Verandering golfhoogte Shetlands

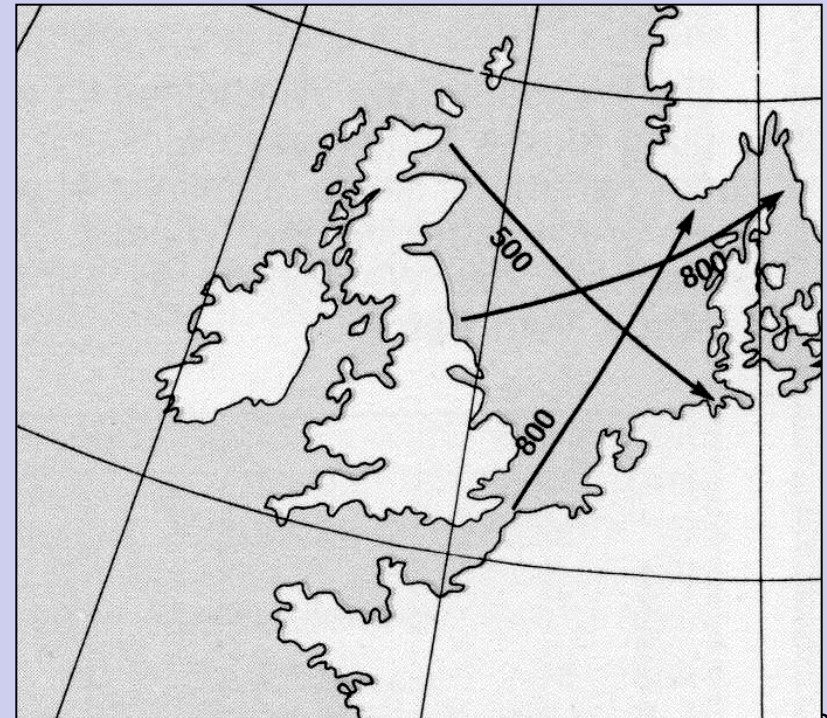
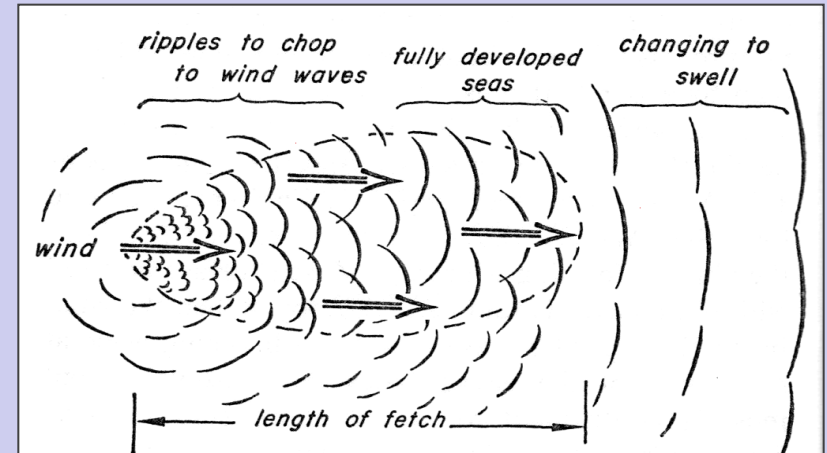


- De golfhoogte reageert binnen 1 à 2 h op windverandering, vanaf het moment dat de heersende wind meer of minder wordt dan de bijbehorende golfhoogte



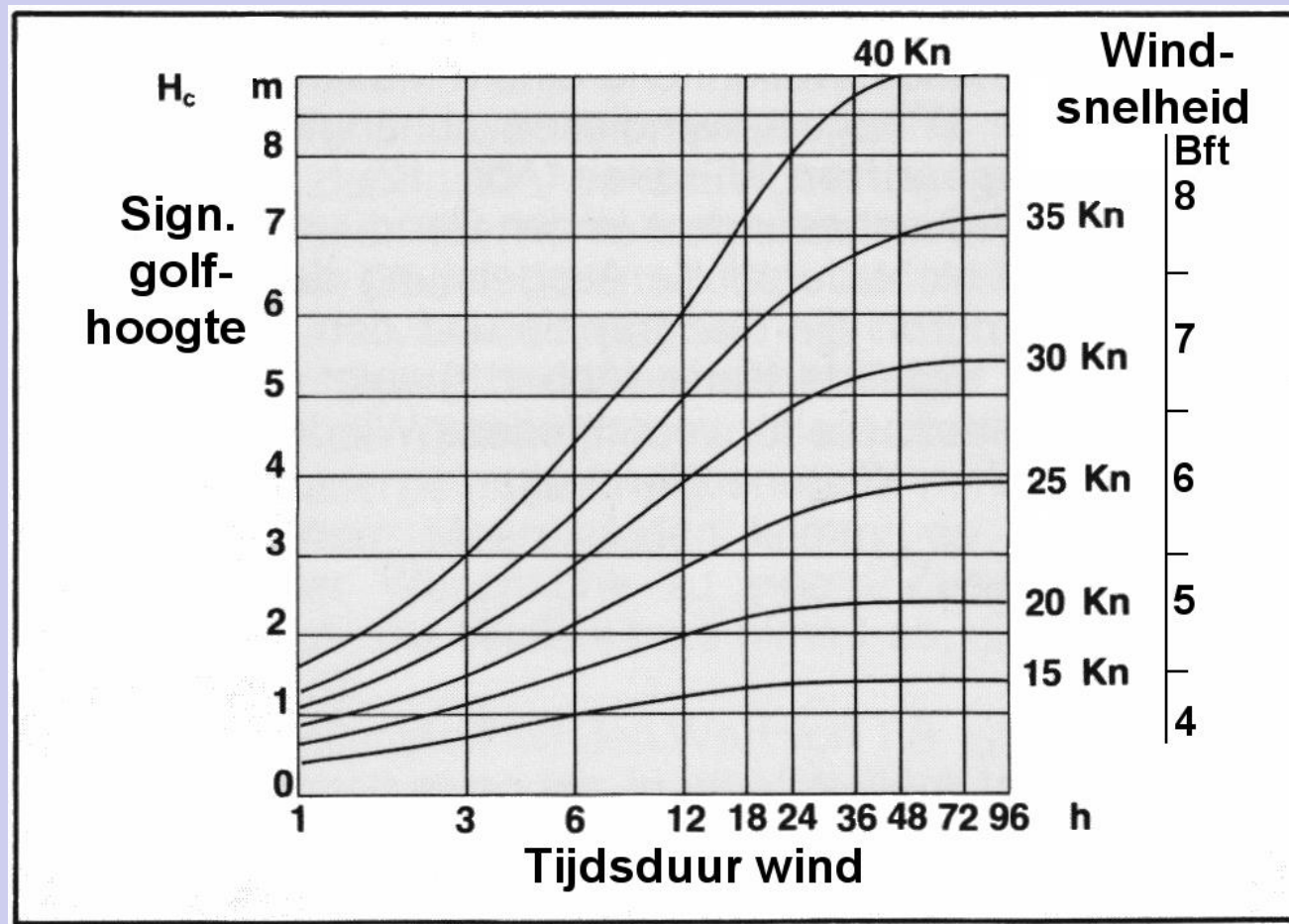
Windbaan (fetch)

- De wind moet over voldoende lengte waaien om golven te kunnen opbouwen
- Als de windbaan te kort is, wordt de eindhoogte uit de grafiek niet bereikt
- Dit geldt altijd in de Zuidelijke (“onze”) Noordzee : de windbaan is bij W-wind altijd minder dan 150 mijl
- In de noordelijke Noordzee is de SW-NW windbaan maximaal circa 600 mijl, alleen NW-N groter
- Windbaan kan aan de grafiek worden toegevoegd





Golfhoogte neemt toe met de tijd



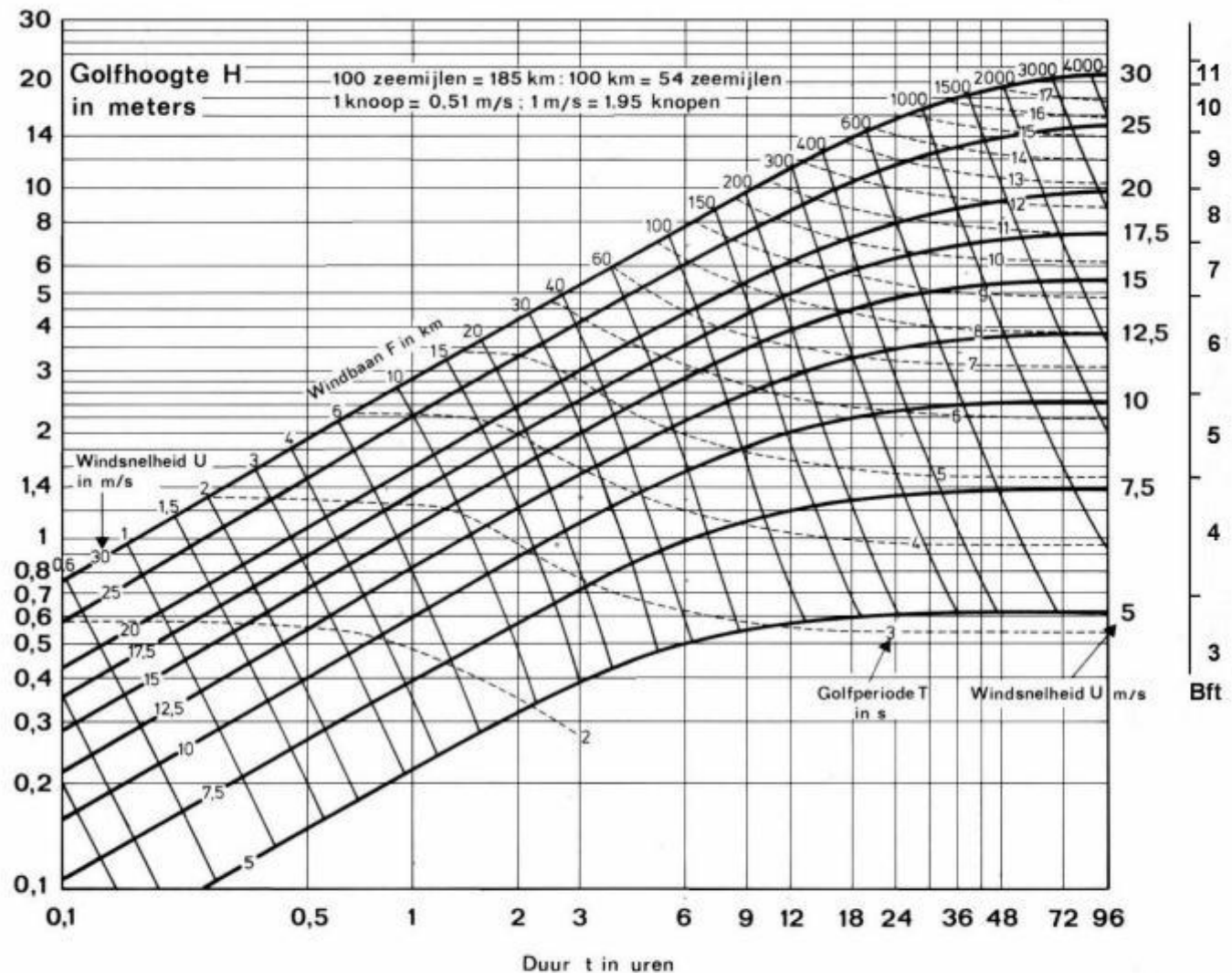
Deze grafiek gaat er van uit dat de windbaan voldoende groot is



Het golfhoogte- diagram

Het bepalen van de
golfhoogte bij een
bepaalde windkracht:

Ga van links af langs
de lijn van de wind-
kracht (de schaal langs
de rechter rand) tot je
de lijn van de tijdsduur
of de lijn van de
windbaan bereikt; dat is
de significante
golfhoogte na die
tijdsduur of met die
windbaan.

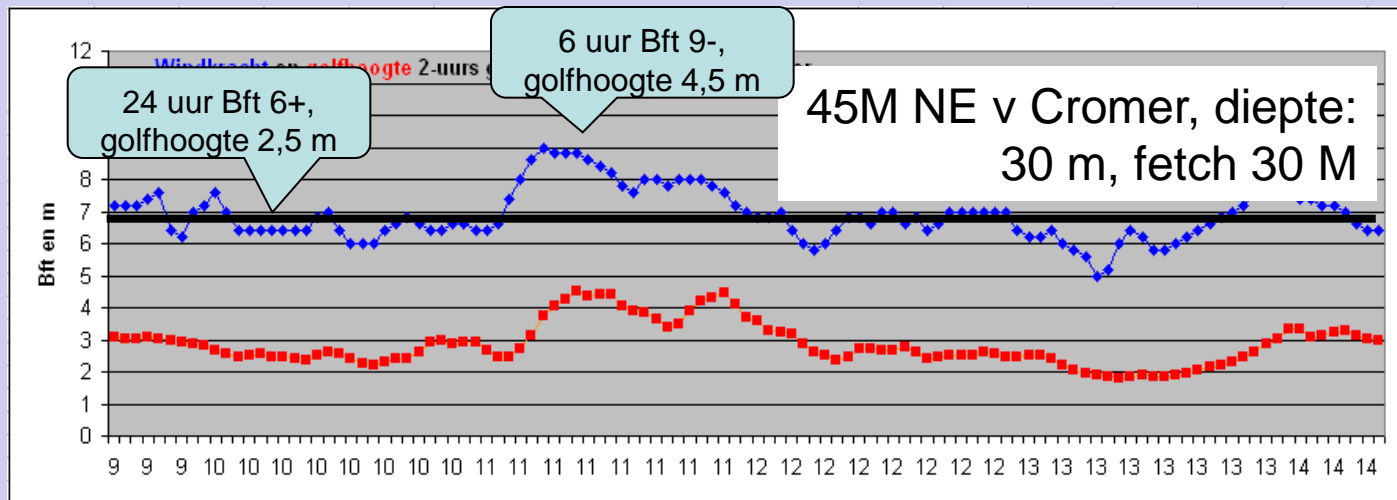
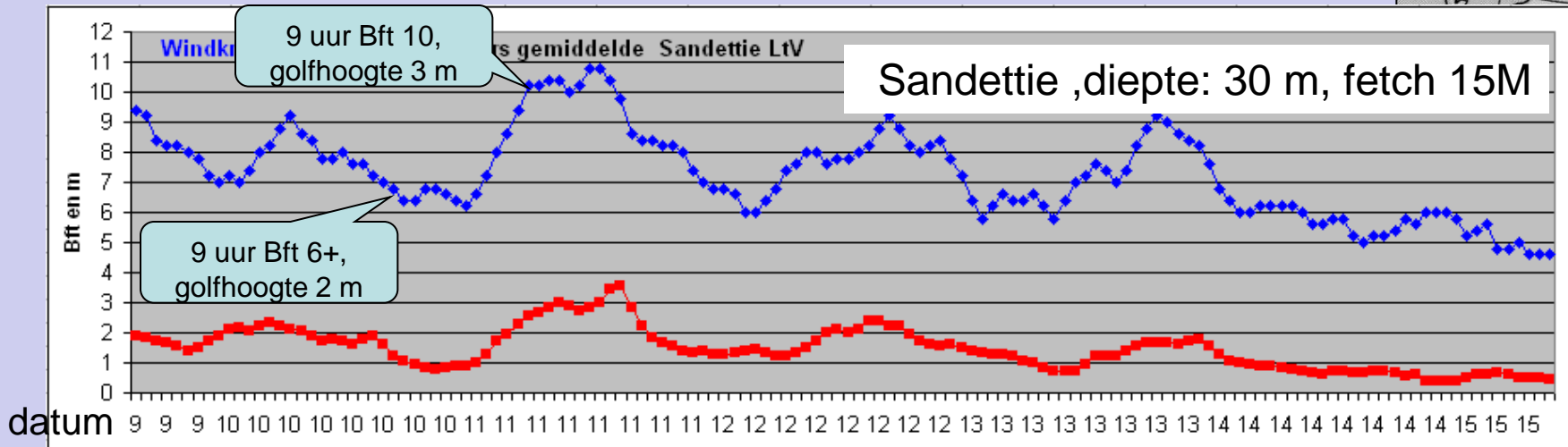


*Figuur 9.28 Grafiek ter bepaling van de significante golfhoogte H en golfperiode T in zee-
gang uit de windsnelheid U en de duur t of de windbaan F*

Dit diagram en de gebruiksaanwijzing is opgenomen in de ‘Handleiding
evaluatie weerberichten’, te vinden op de website pzv-zeezeilen.nl onder het
kopje ‘Weten en Kunnen’



Voorbeelden golven zuidelijke Noordzee





Golven

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- **Wanneer breekt een golf?**

PAUZE

- Golven op ondiep water
- Reflectie en buiging van golven
- Golven op ondiep-water grens
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- Freak waves (monstergolven)



Brekende golven

- Golf breekt als de hoogte $1/7$ van de lengte is
- De golflengte varieert (er zijn heel veel golflengtes tegelijk)
- Het hangt van het toeval af welke golf breekt
- Ervaring: bij 4 à 5 Bft begint de volgroeiende zee hier en daar te breken, bij 6 Bft worden de brekers langer en voller (zie de foto's Beaufort schaal in de Reeds!)



Waar breken golven op diep water?

- Als het voldoende hard en lang waait over voldoende afstand

Na de pauze

- Golven in ondieper water





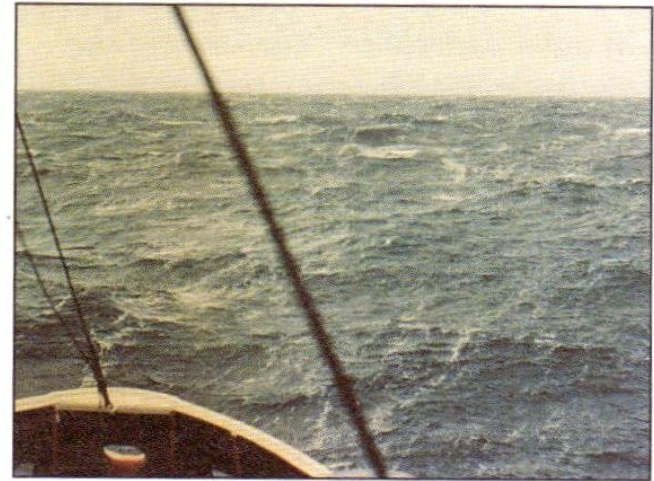
Reed's: foto's Beaufort Scale



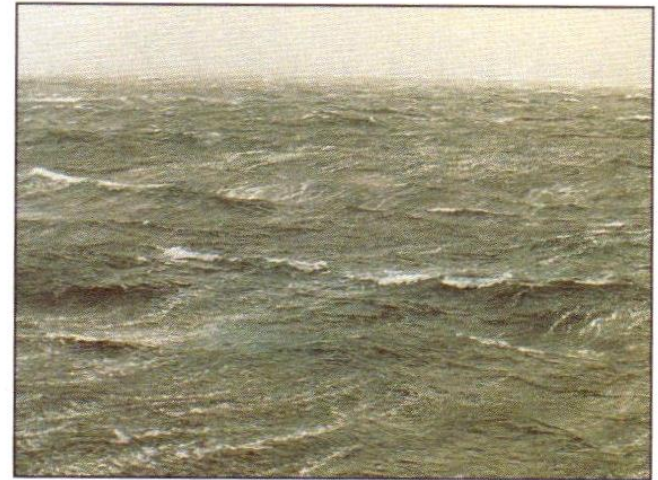
Force 4 11-16 Kts Moderate Breeze
Wave Ht 1m



Force 5 17-21 Kts Fresh Breeze
Wave Ht 2m



Force 8 34-40 Kts Gale
Wave Ht 5.5m

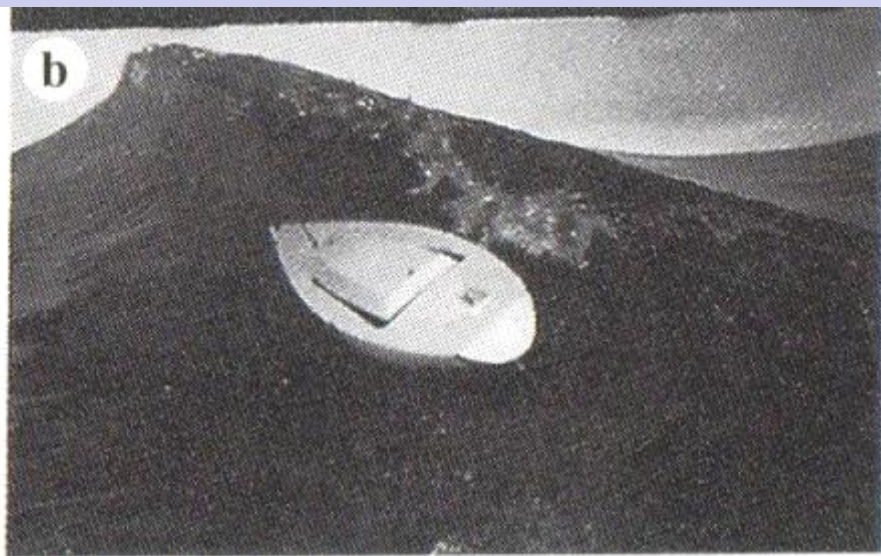


Force 9 41-47 Kts Severe Gale
Wave Ht 7m



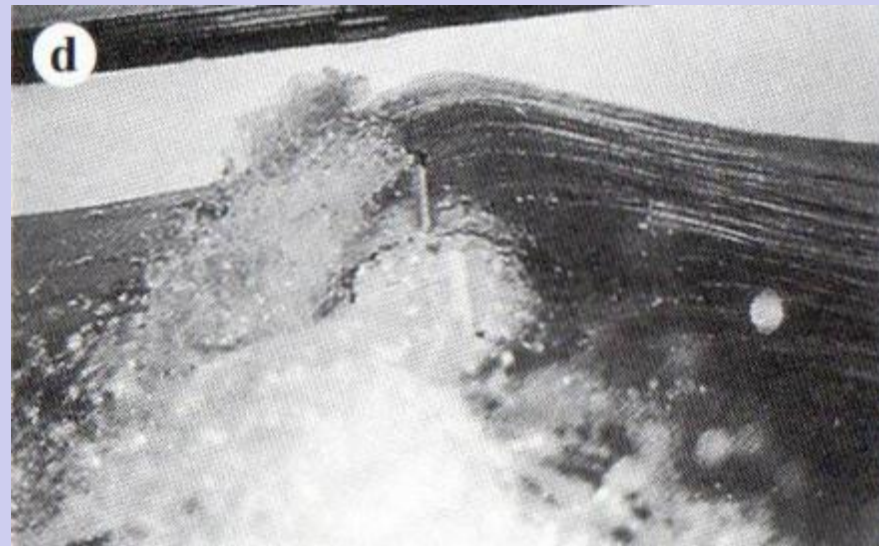
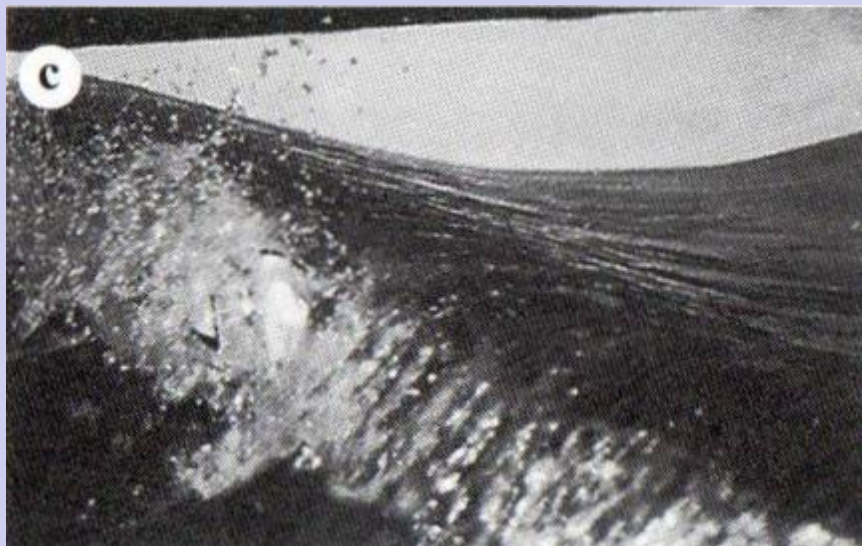
Wat te doen in hoge zeeën

1. Lees “Zwaar weer zeilen”, deze winter nog!
2. Zorg dat je nooit dwars valt voor extreme brekers
3. Getoonde brekers treden op bij Bft 10 en meer





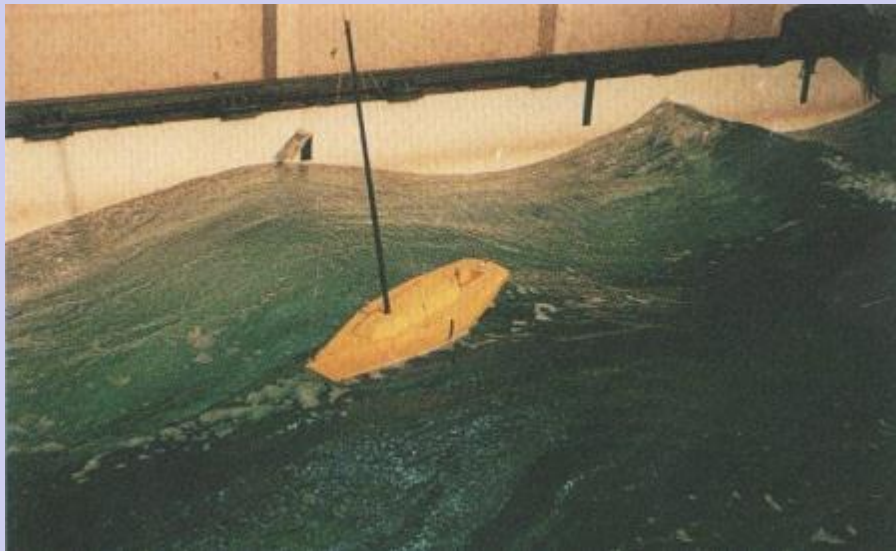
Volledige kentering





Sleepzak of zee-anker

- Een sleepzak achteruit remt af, maar legt het schip niet stil
- Een zee-anker vanaf de boeg legt het schip stil





Ingehaald door de golf





Golven

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- **Wanneer breekt een golf?**

PAUZE

- Golven op ondiep water
- Reflectie en buiging van golven
- Golven op ondiep-water grens
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- Freak waves (monstergolven)



PAUZE



Golven

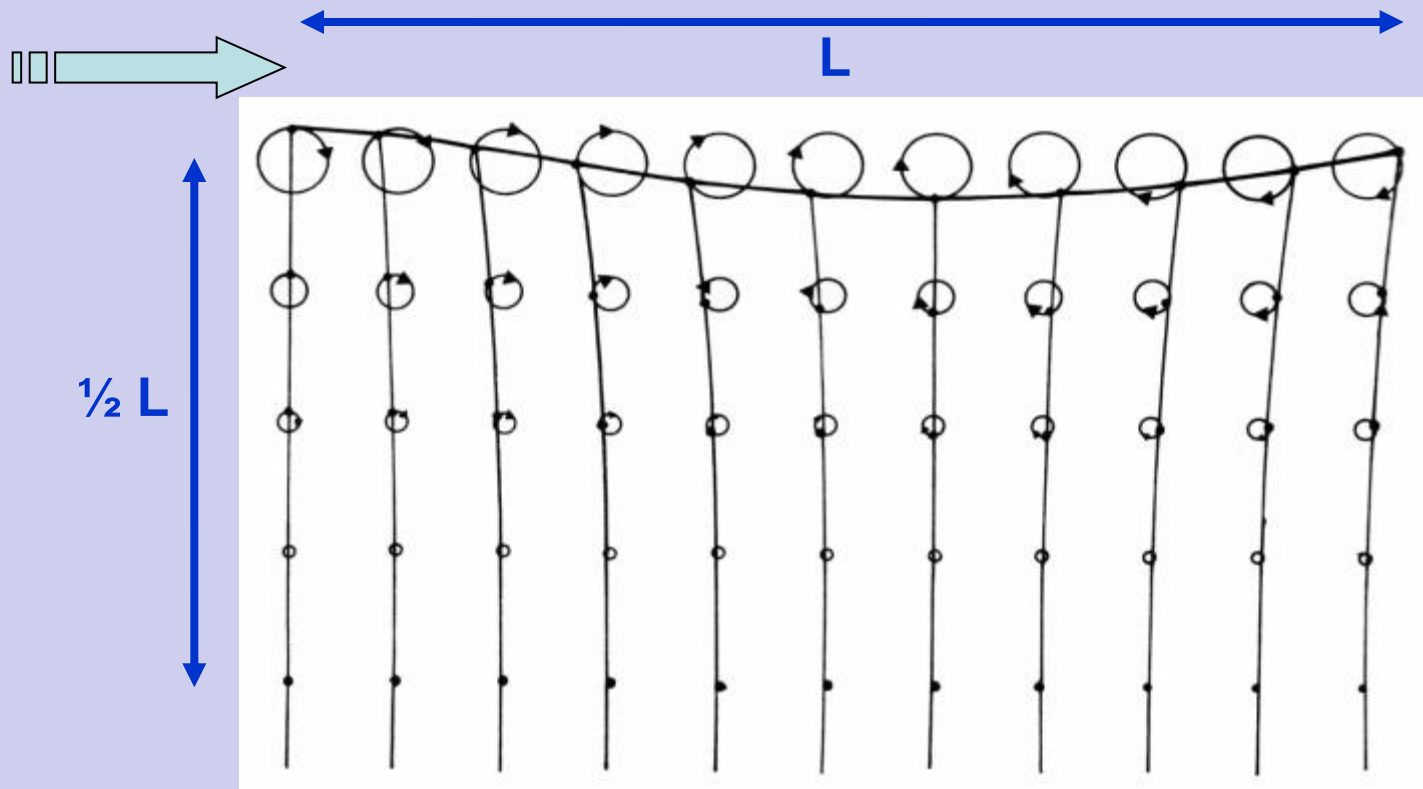
- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- Wanneer breekt een golf?

PAUZE

- **Golven op ondiep water**
- Reflectie en buiging van golven
- Golven op ondiep-water grens
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- Freak waves (monstergolven)



Golven bewegen, het water veel minder

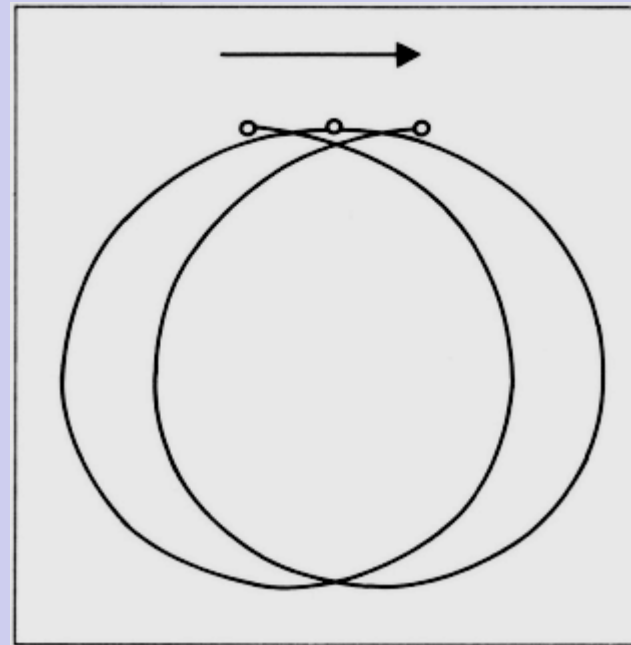


- Hoe dieper, hoe minder het water beweegt
- Op een diepte gelijk aan de halve golflengte is er geen beweging meer
- Omgekeerd: als de bodem dieper ligt dan een halve golflengte, wordt de waterbeweging niet beïnvloed



De wind sleept het water een beetje mee

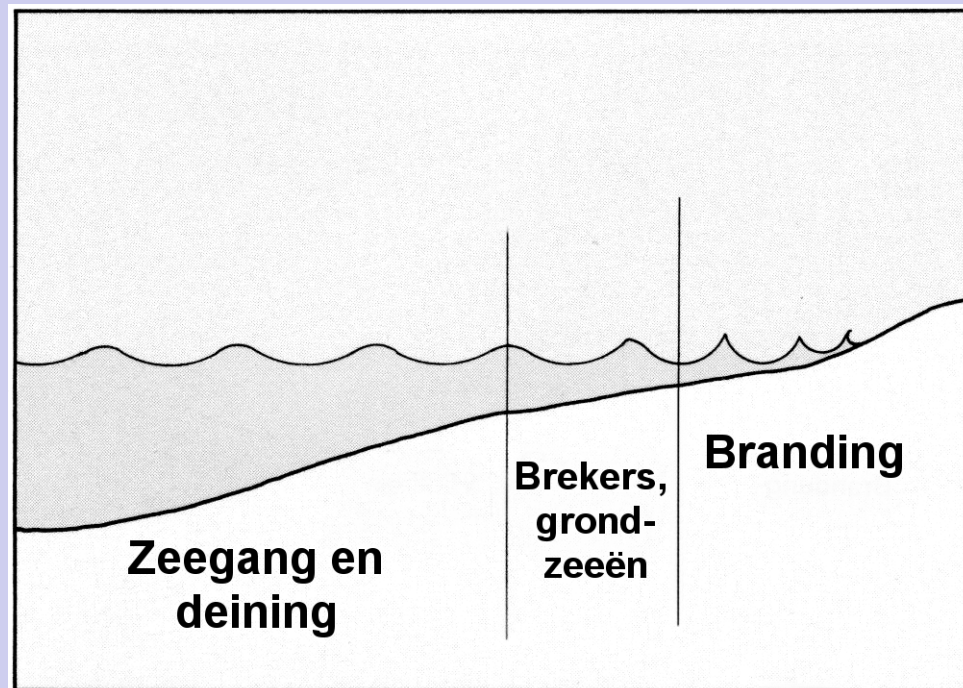
- De wind trekt en duwt meer aan de top van de golf dan aan het golfdal
- De cirkelbeweging wordt al draaiend iets verplaatst met de wind mee:
- Daardoor ontstaat stroming ('winddrift')
 - N-Equatoriale drift in de NE-passaat van de Canarische eilanden naar de Caribic
 - (Het verdwijnende oppervlakte-water wordt aangevuld door opwelling van kouder water uit de diepte, ook bv. bij Peru)





Golf in ondiep water

- De waterbeweging wordt in de diepte belemmerd
- De cirkelbeweging wordt een ellips
- **De golflengte wordt korter**
- **De golfsnelheid wordt kleiner**
- De toppen worden hoger
- De steilheid wordt groter: breker
- Een grondzee is een breker waarin bodem-materiaal meekomt



Wat gebeurt er met golven bij het strand?



Golven

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- Wanneer breekt een golf?

PAUZE

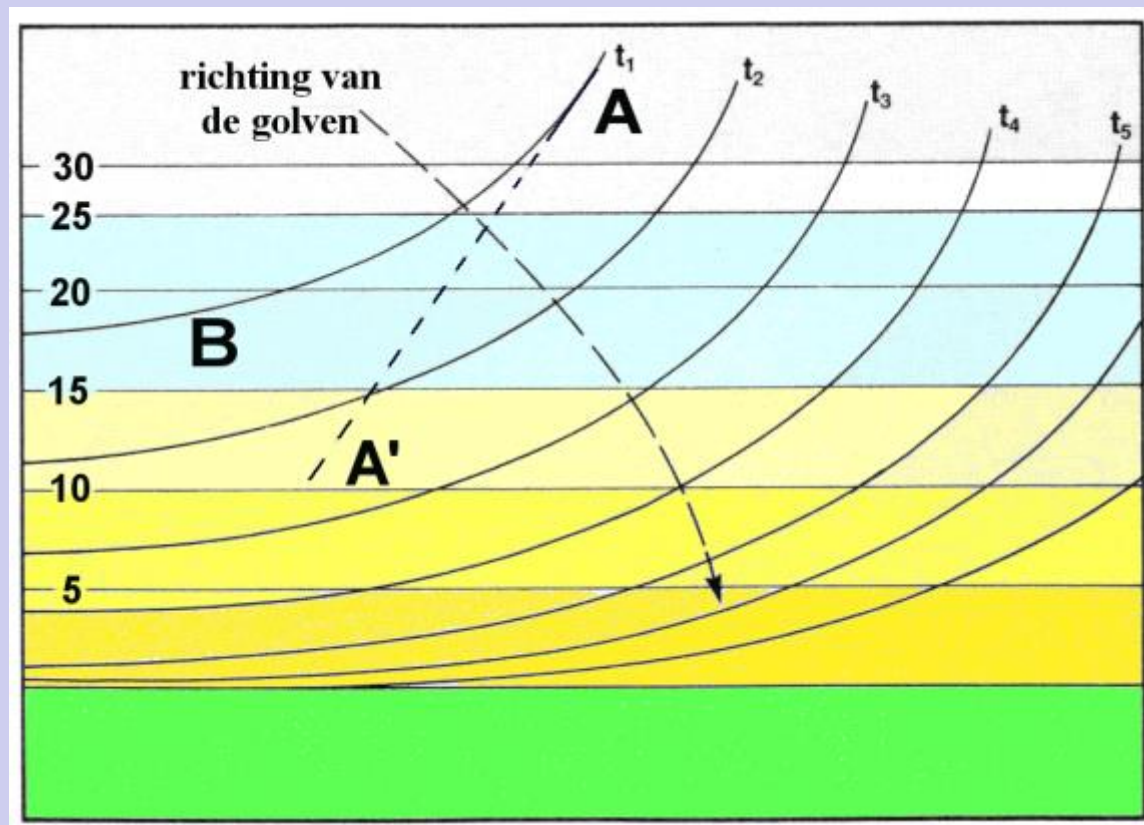
- Golven op ondiep water
- **Reflectie en buiging van golven**
- Golven op ondiep-water grens
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- Freak waves (monstergolven)



Afbuiging op een ondiepe kust

Golven komen scheef op de kust aan

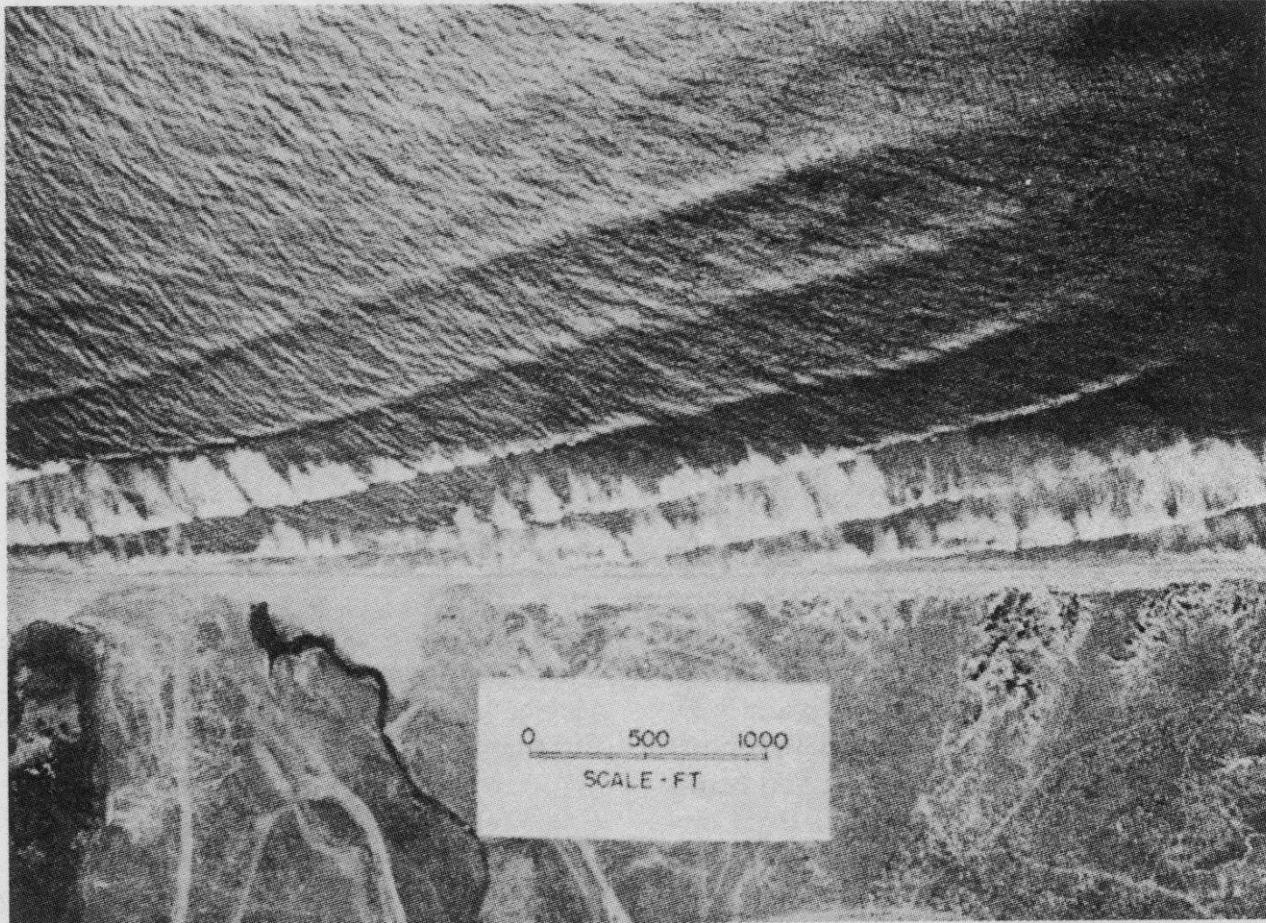
- Golfkam A-B is bij B op ondieper water dan bij A
 - Snelheid bij B is dus kleiner
 - De golfkam is bij B daarom achtergebleven bij A
 - Het hele golfpatroon buigt dus naar het strand
-
- De brandinggolven komen daardoor altijd bijna evenwijdig bij een strand aan



Groen is strand, linkerschaal diepte in meters.



Langzaam naar strand buigend golfpatroon

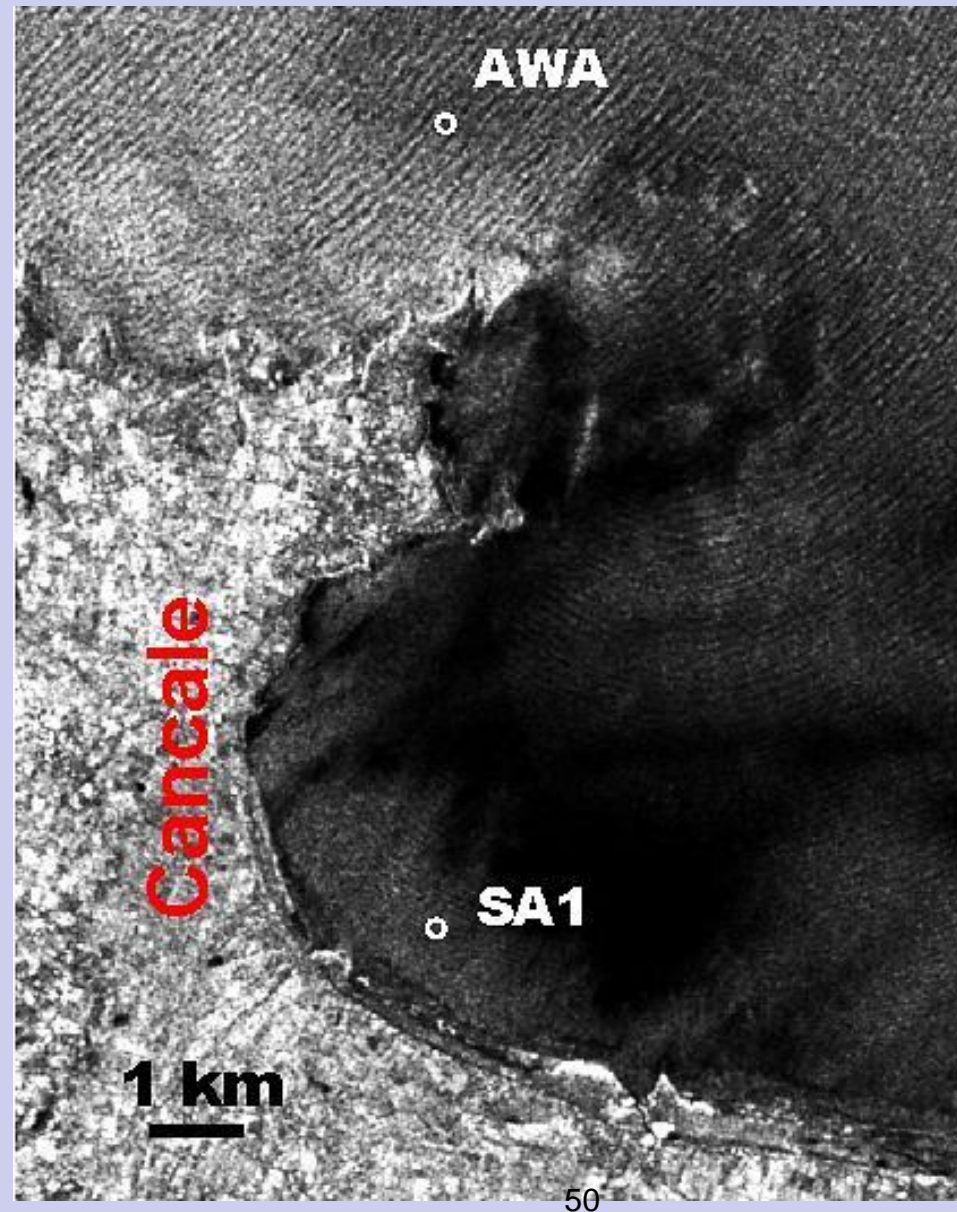


Figuur 9.30 *Kleine windgolven en vrij lange deining met brekers en brandingstrook ten noorden van Oceanside, California. Men ziet hoe de deiningruggen geleidelijk zwenken*
Official U.S. Navy photograph



Buiging van golven

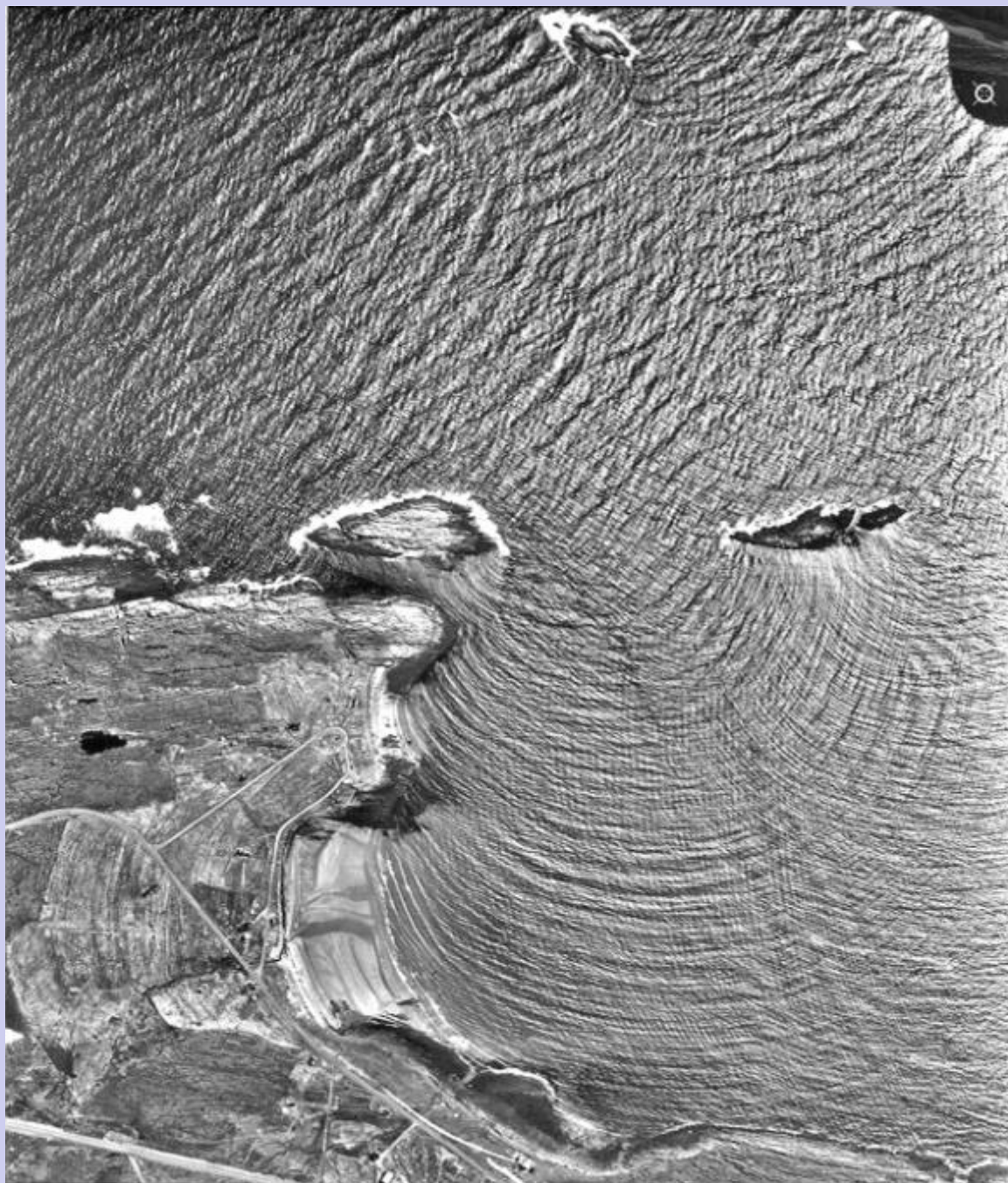
- Achter een kaap komen toch golven
- De golven net voorbij de kaap fungeren als een bron die golven de baai in sturen
- Vanuit de kaap ontstaat daardoor een ongeveer cirkelvormig patroon van nieuwe golven
- De nieuwe golven zijn lager, want de energie wordt over een groter oppervlak verspreid





Buiging

- Als de opening breder is, worden de golfkammen meer ellipsvormig
- Let ook op de afbuiging bij het strand linksonder
- Achter de eilandjes rechtsmidden en boven kruisende golfpatronen door buiging



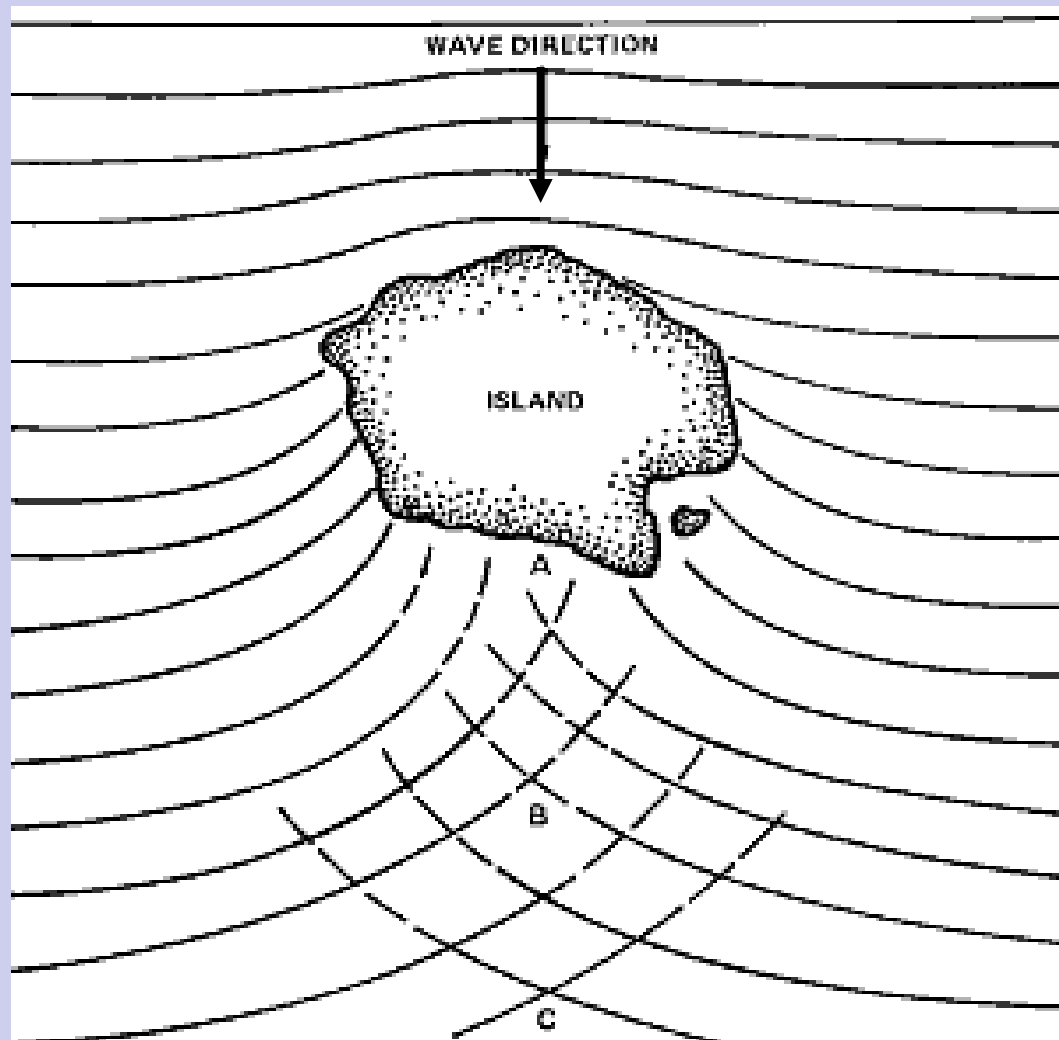


Kruiszee door buiging achter eiland

$A > B > C$ steeds hogere kruiszee

Treedt op achter de Canarische eilanden (de NE-passaat wekt een vast golfveld op)

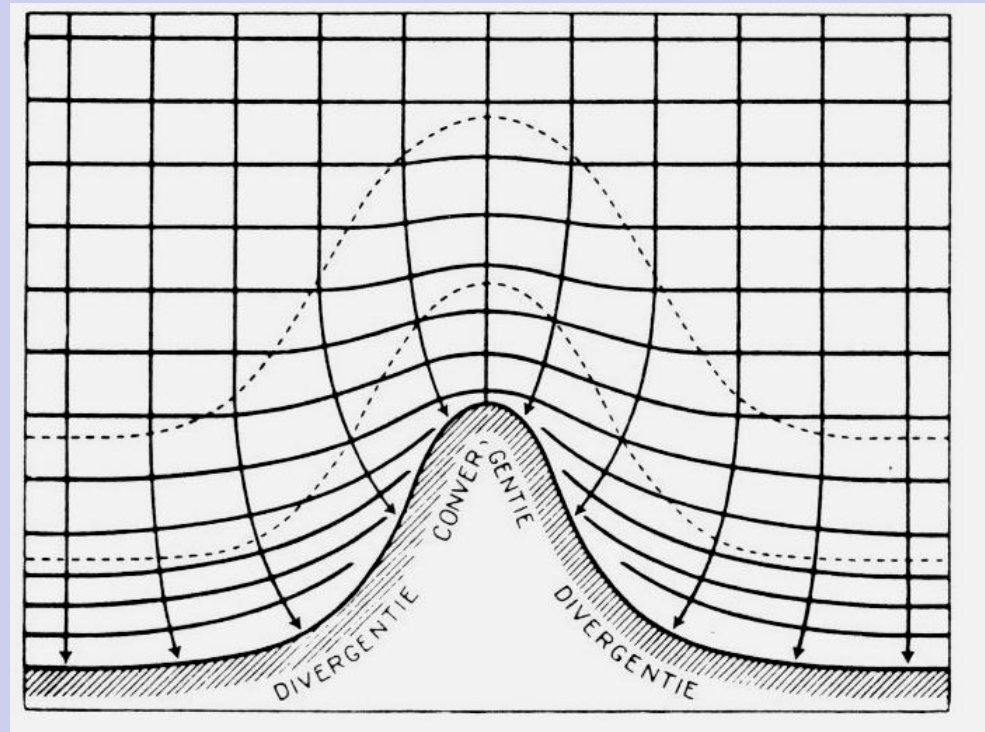
Staat in de pilots; wordt vaak verteld in boeken over oversteken





Concentratie op een kaap

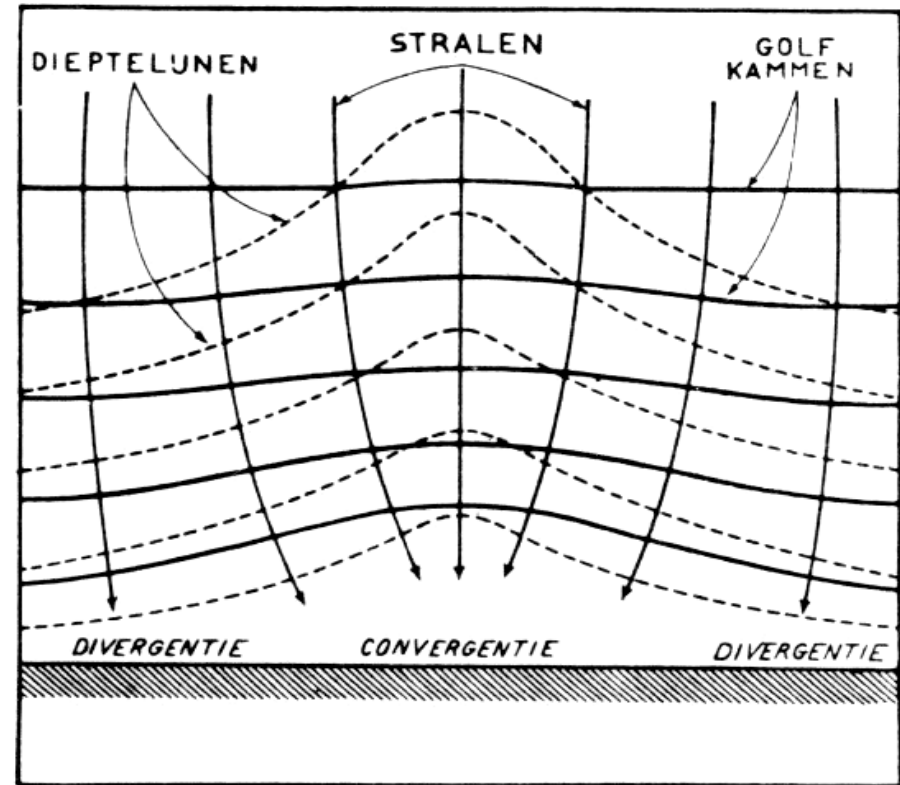
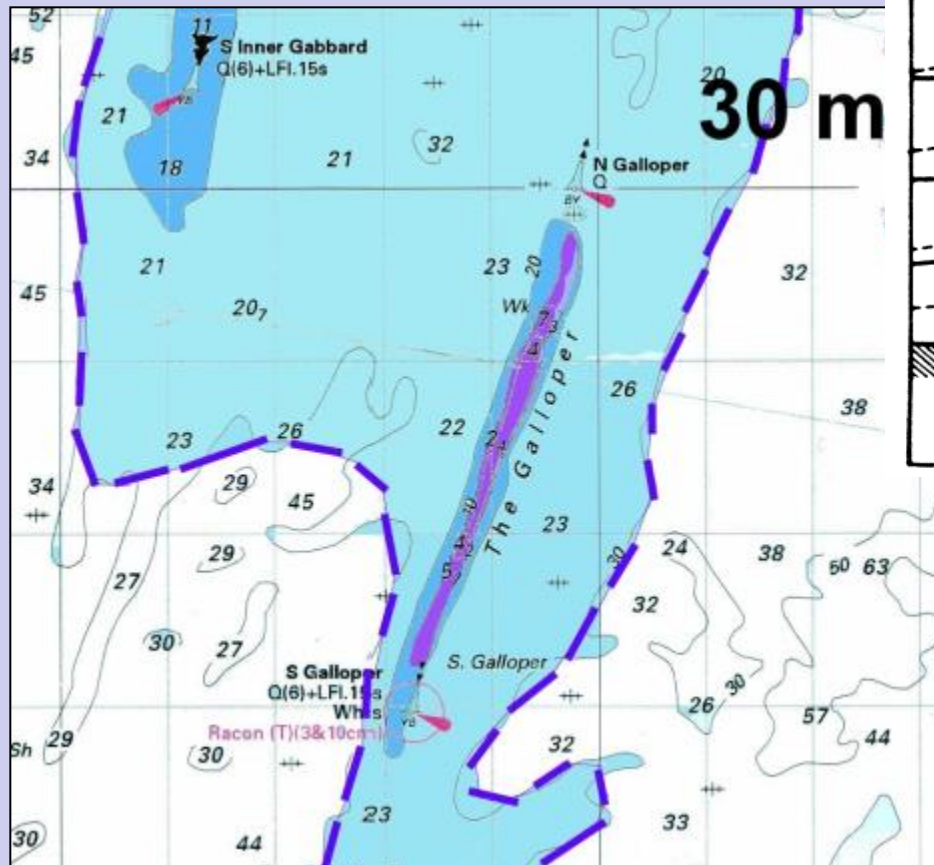
- Recht op de kust aanlopende zeevang bij geleidelijk oplopende zeebodem voor de kaap
- **Golven remmen af op de eerste dieptelijnen voor de kaap**
- Daardoor buigen alle golven naar de kaap toe (convergentie)
- Rond de kaap dus nog hogere golven dan alleen door het ondieper worden
- In de baaien minder hoge golven





Op een bank

Convergentie naar de bank, dus daar hogere, kortere golven:
Golven breken daar eerder dan naast de bank



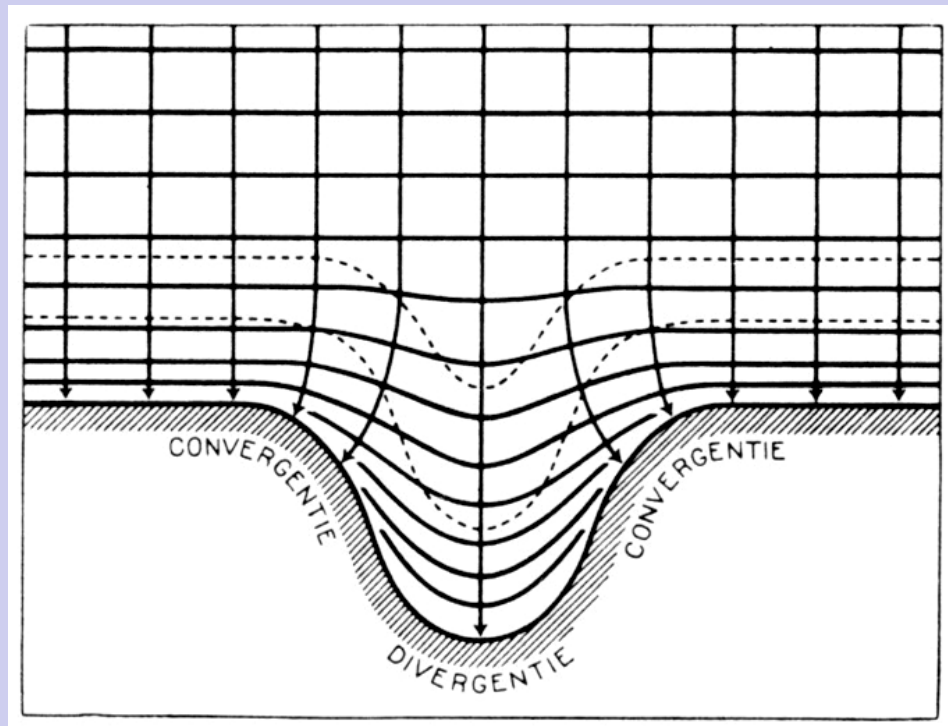
Bij harde NNE wind (over de lengte van de Galloper bank) breken golven op de hele bank.

Bij SW-N wind verdwijnt golfenergie in de brekers op de bank: lagere golven aan lij



Buiging voor een baai

- Concentratie op de kapen aan de ingang, maar alleen als de diepte geleidelijk oploopt!
- Bij een steile diepe kust gebeurt dit niet



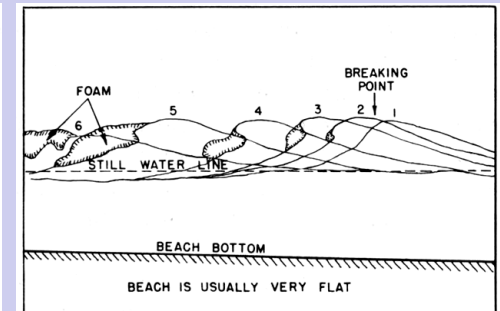


Brekers en bodemhelling

- Spilling breakers:
op heel geleidelijk oplopende bodem
- Plunging breakers:
Bij steile onderwaterhelling
(daarom kun je zo goed surfen bij Hawaïi)
- Surging breaker:
Aan heel steile bodems
- Brekers zijn niet gebonden aan de kust; ze kunnen ook op een bank optreden!



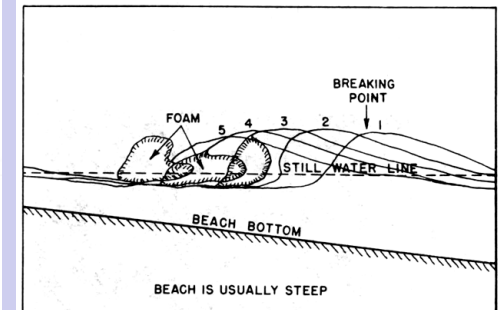
SPILLING BREAKER



SKETCH SHOWING THE GENERAL CHARACTER OF SPILLING BREAKERS



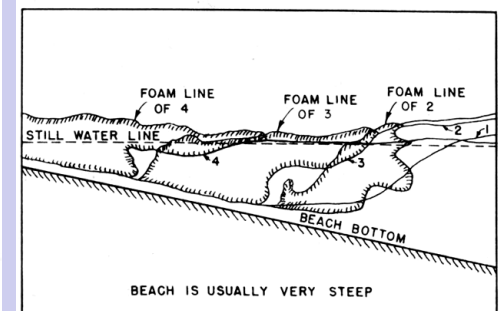
PLUNGING BREAKER



SKETCH SHOWING THE GENERAL CHARACTER OF PLUNGING BREAKERS



SURGING BREAKER

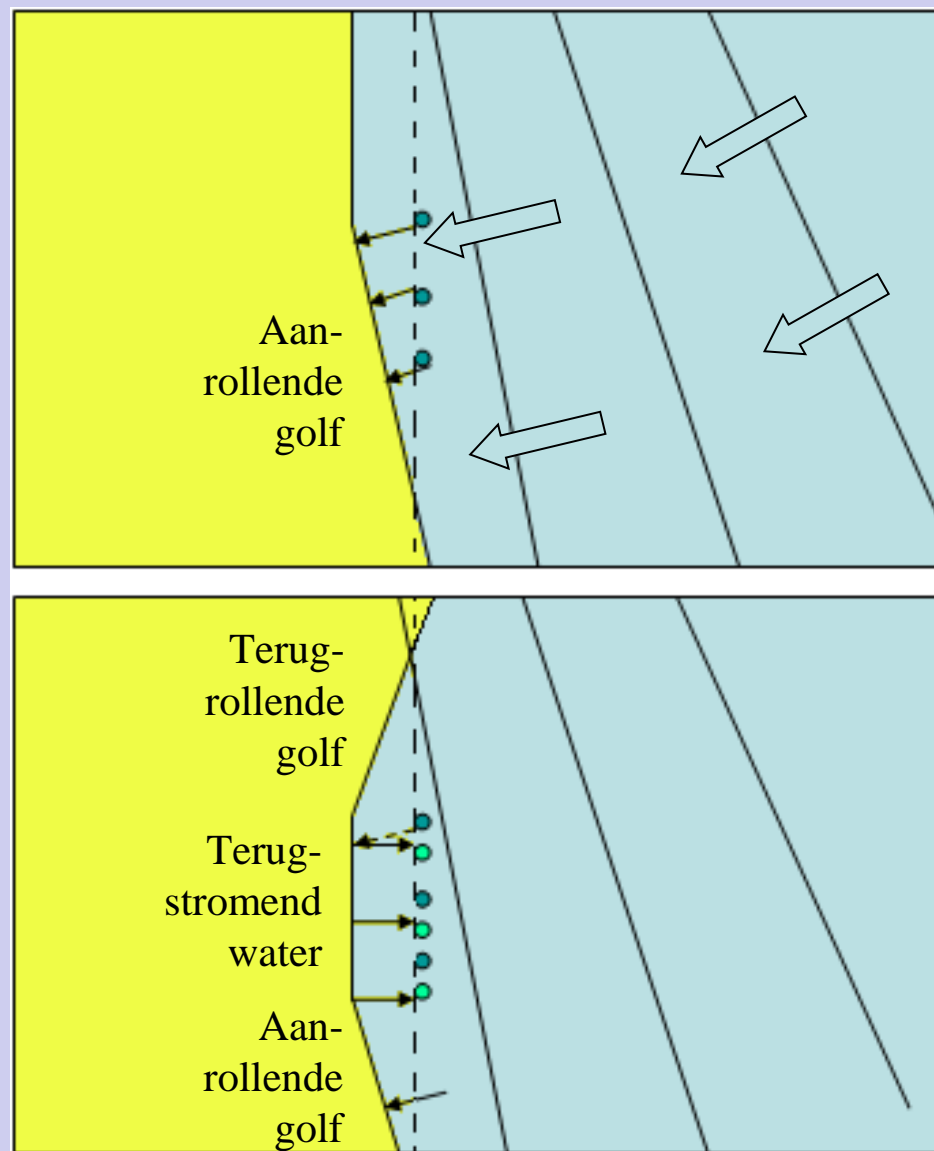


SKETCH SHOWING THE GENERAL CHARACTER OF SURGING BREAKERS



Stranddrift

- De branding komt onder het hoek het strand op rollen en brengt zand of kiezel mee naar boven het strand op
- De stroming terug naar zee gaat loodrecht op het strand; Zand en grind rollen ook loodrecht op het strand terug
- Netto verplaatst de branding het materiaal langs het strand
- Dit effect is het grootst bij stormen
- verplaatst de branding het materiaal langs het strand
- Dit effect is het grootst bij stormen





Stranddrift aan de Engelse Oostkust

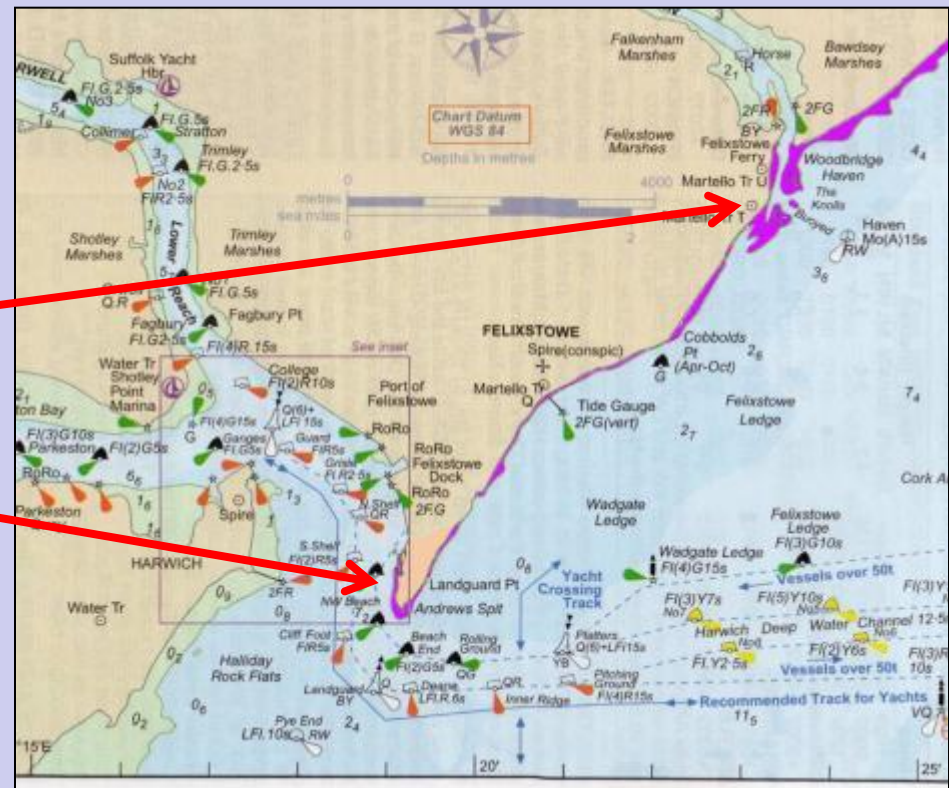
- Effectiefste strandstormen zijn hier E en NE stormen
- De stranddrift is daardoor naar het zuiden
- De Yare bij Great Yarmouth komt nu meer dan 1,5 mijl zuidelijker in zee dan eeuwen geleden
- De Alde and Ore meer dan 5 mijl!
Door de grindbank is de Alde gedwongen samengevloeid met de Ore.





Nog meer stranddrift

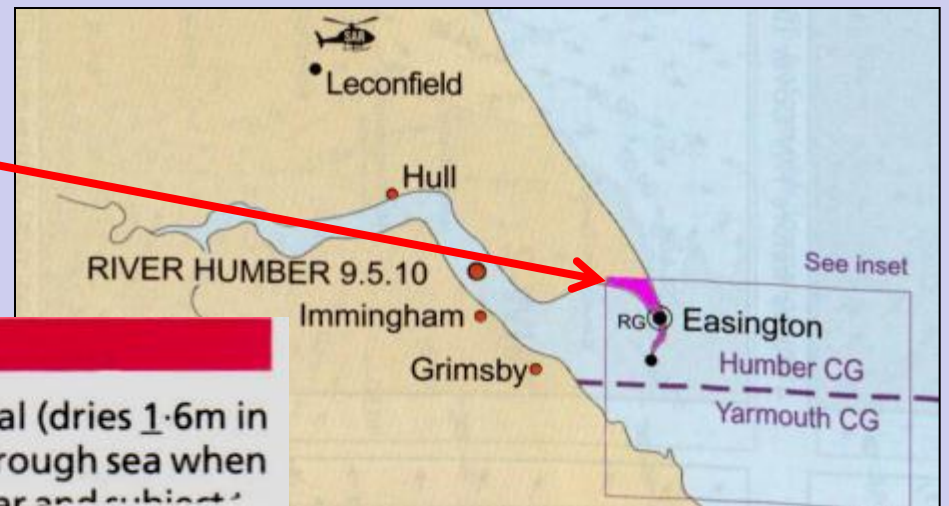
- Deben: Felixstowe Ferry
- Harwich: Landguard Point



- Humber: Spurn Head
(hier is de drift van noord naar zuid)
- Lees de pilot:

RIVER HUMBER

If bound to/from the N, avoid The Binks, a shoal (dries 1.6m in places) extending 3M E from Spurn Hd, with a rough sea when wind is against tide. Depths offshore are irregular and subject to





Golven

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- Wanneer breekt een golf?

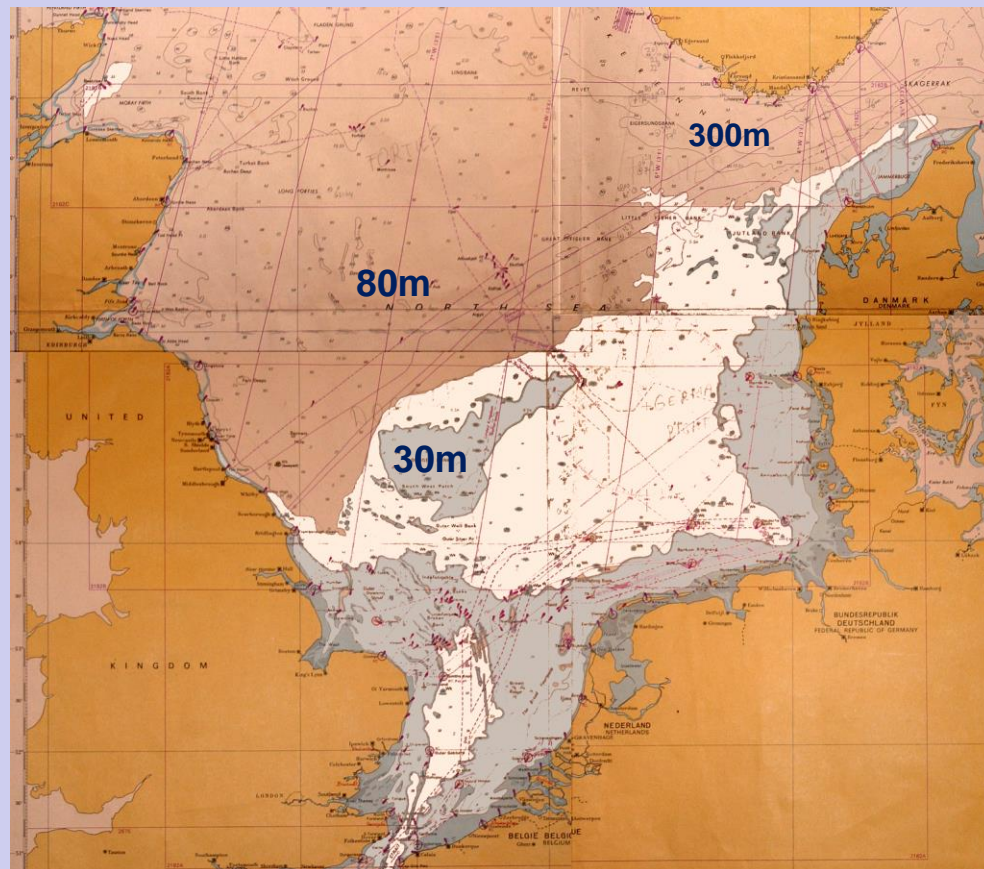
PAUZE

- Golven op ondiep water
- Reflectie en buiging van golven
- **Golven op ondiep-watergrens**
- Golven en stroom: Waterweg, Dover, Race of Alderney
- Freak waves (monstergolven)



Diepte-overgangen in de Noordzee

- Doggersbank is berucht: dwars op de NW stormen ligt een diepteovergang van 80m (bruinig) naar minder dan 50m (wit) en 30m (grijs)
- Jammerbocht boven Jutland van 300 naar 20 m
- Golven langer dan 60 tot 100 m uit W tot N zullen op deze diepte-overgangen brekers vormen





Golf van Biscaye

Biscaye: aan rand continentaal plat
overgang van 3000 naar 200m.

De getijgolf speelt een rol in de opbouw
van zeegang: versterkt de ruwe zee op de
diepte-overgang.

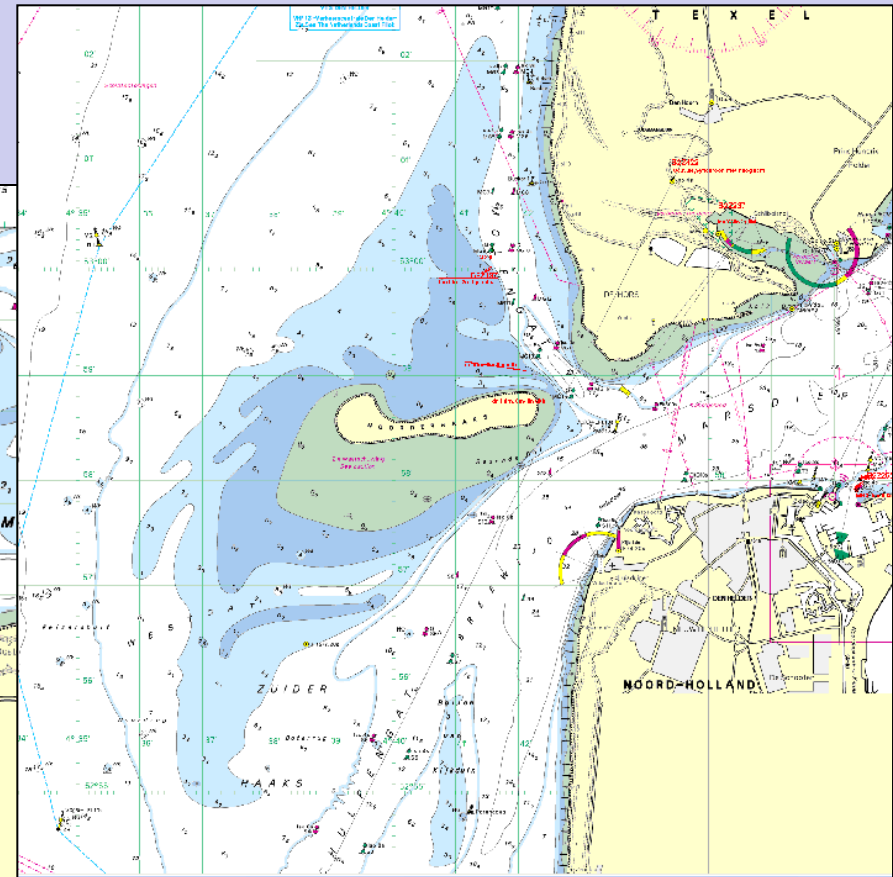
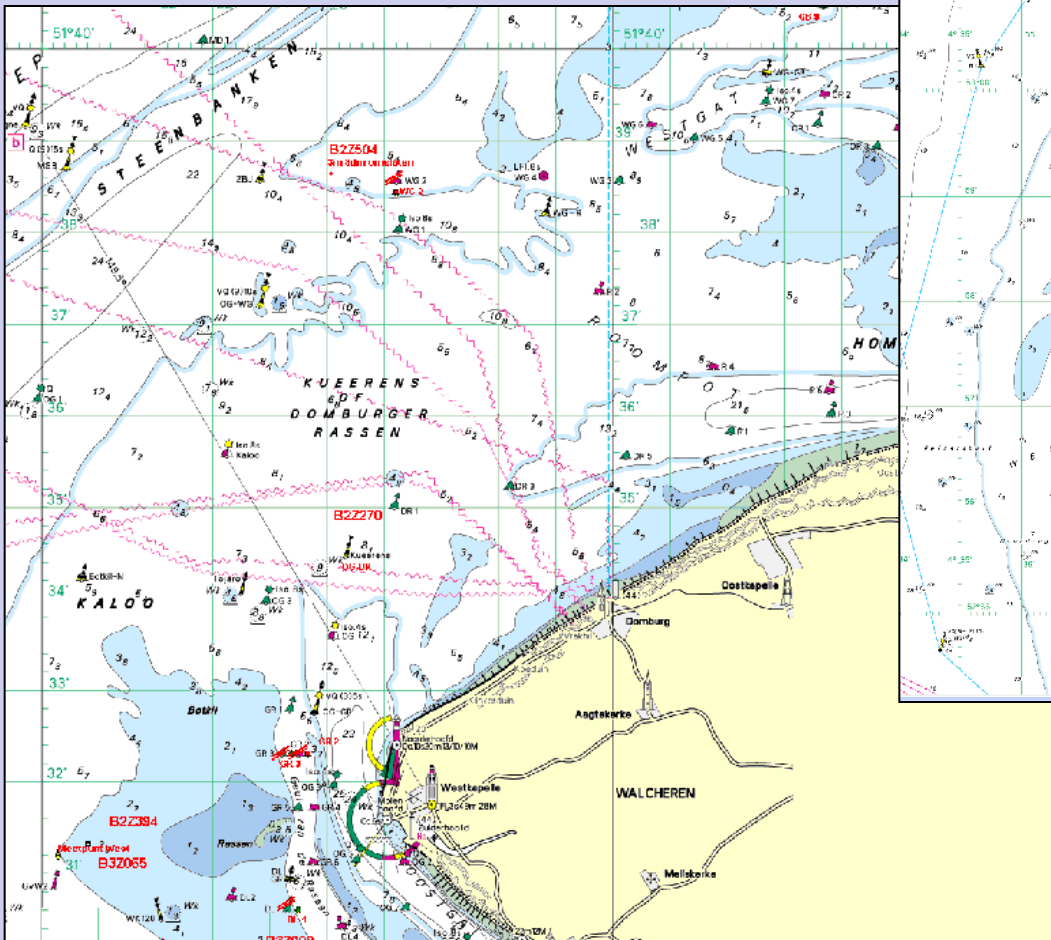


Het getij is een golf die uit de Z
Atlantische Oceaan naar het N loopt.
Rond Kaap Finisterre buigt deze de
Biscaye in (daarom tegelijk HW van
Brest tot La Rochelle) en vertraagt
dan op ondiep water



Nederlandse kust

- Goede beschrijvingen in boek over Nederlandse zeegaten van Zeilen
- Ook: Nederlandse Zeemannsgids





Reflectie van golven

- Door reflectie kunnen staande (=niet lopende) golven ontstaan waarvan de toppen alleen verticaal bewegen
- Steile rotskust reflecteert goed (getrokken lijn = aankomende golf, streeplijn = gereflecteerde golf)
- Geeft vaak kruiszeeën, altijd ongemakkelijk boven Bft 6
- Glooiende stranden absorberen golven door de grotere branding

Voorbeelden:

- Pieren van Zeebrugge en IJmuiden
- Steile kusten Engeland en Frankrijk

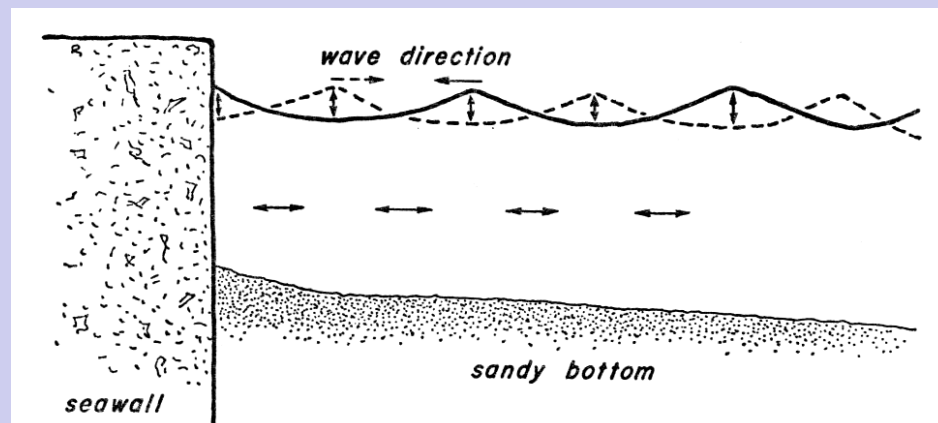
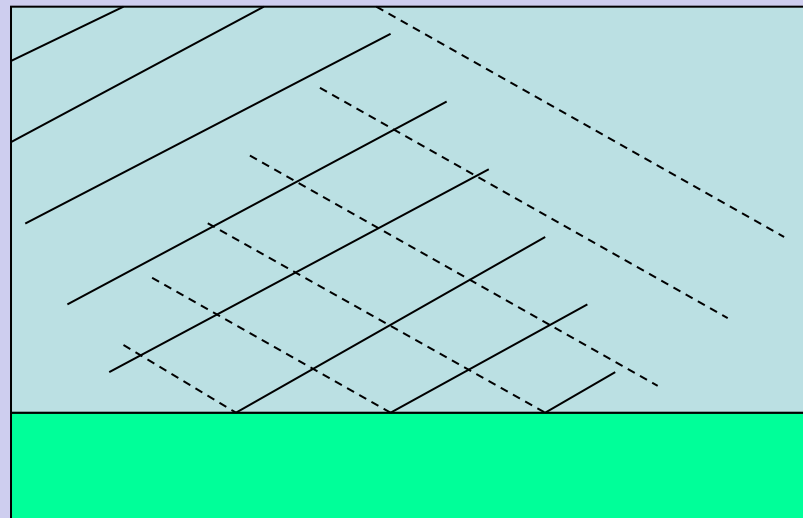


Fig. 25. Wave reflection (*clapotis*) from a nearly vertical wall. Standing wave patterns may be set up in which the water particles move as indicated.





Wind en golven tegen stroom

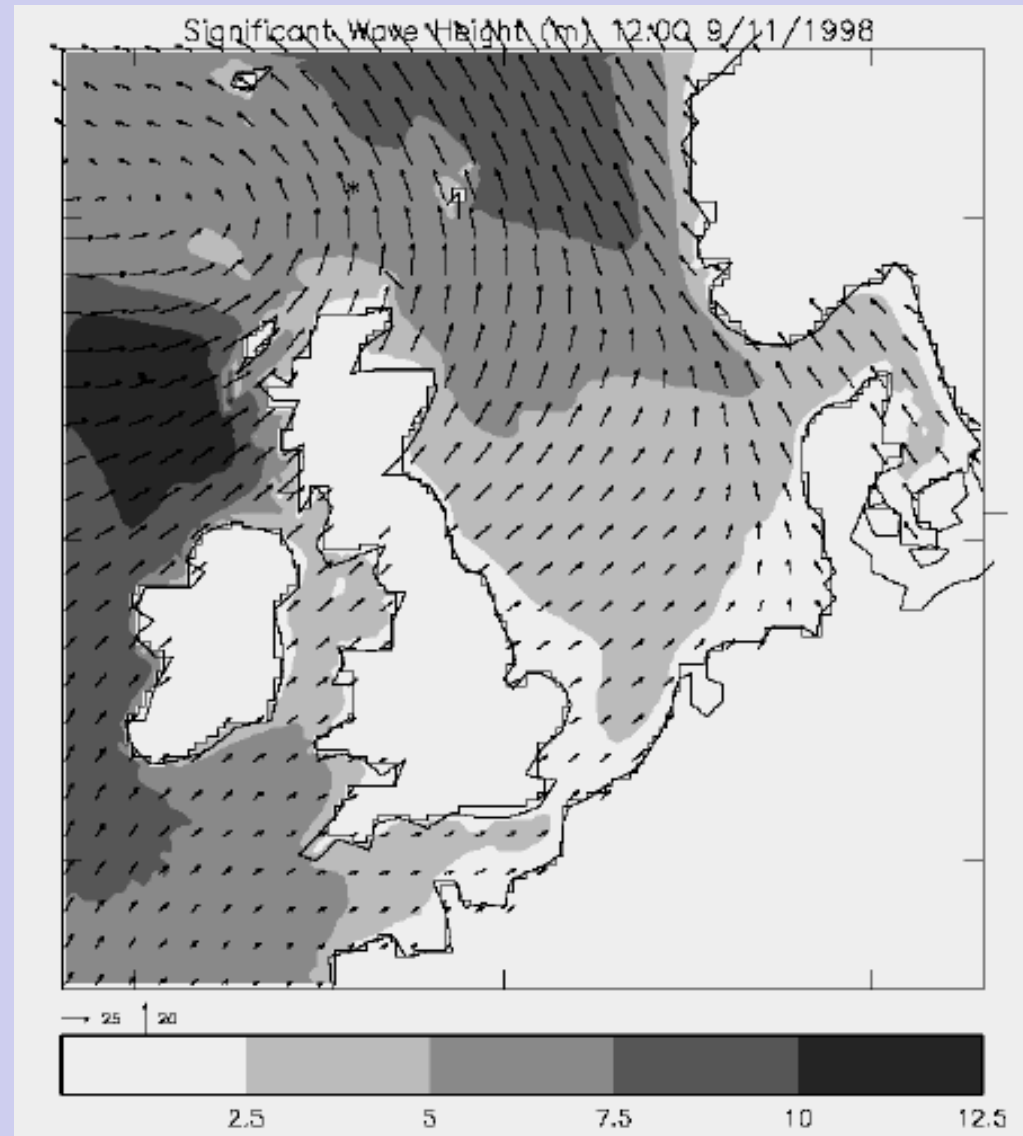
- Tegenstroom remt golven af: korter, daardoor steiler, breken sneller
- Getijstroom in smalle doorgang: Dover Strait, Westkapelle
- De meeste zeegaten zijn over de eb gevaarlijk bij zwaar weer en wind tegen stroom; dan altijd over de vloed naar binnen gaan (minder tegenstroom, dus lagere golven).
Geldt nog sterker bij rivieren.
 - Hoek van Holland
 - Westerschelde
 - Slikgat
 - Zeegaten van de Waddeneilanden



Golfhoogte-analyses

Duidelijk effect van windbaan en
ondiepte te herkennen

- Golfhoogte neemt toe met
windbaan
- Golven in Ierse Zee en in lijn van
Engeland lager
- Golven bouwen ten N van
Doggersbank sneller op (dieper)





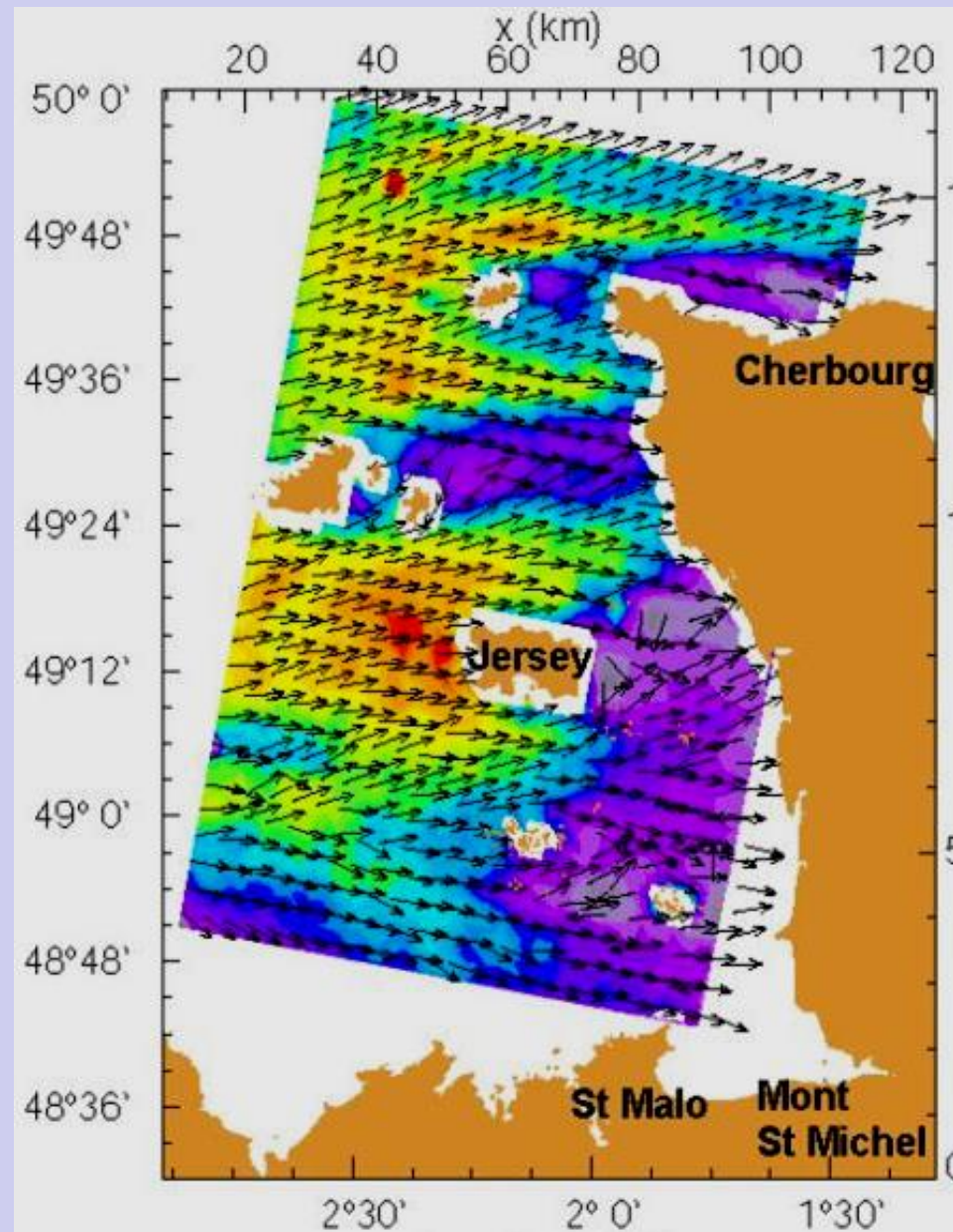
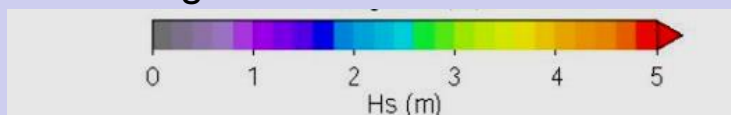
Kanaaleilanden

SHOM analyse van golfhoogtes

- Lij-effect achter elk Kanaaleiland en in baai voor Cherbourg
- Ook achter de rotsengroepen van de Îles Chauseys en de Minquiers ten Z van Jersey
- Buiging achter elk eiland en ook weer voor Cherbourg
- Hoge zee bij Jersey: door reflectie
- Hoge zee ten NW van Alderney door Hurd Deep?

SHOM = Franse Hydrografische Dienst
(beeld van 9 maart 2003, 1000UT)

Golfhoogteschaal:





Golven

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- Wanneer breekt een golf?

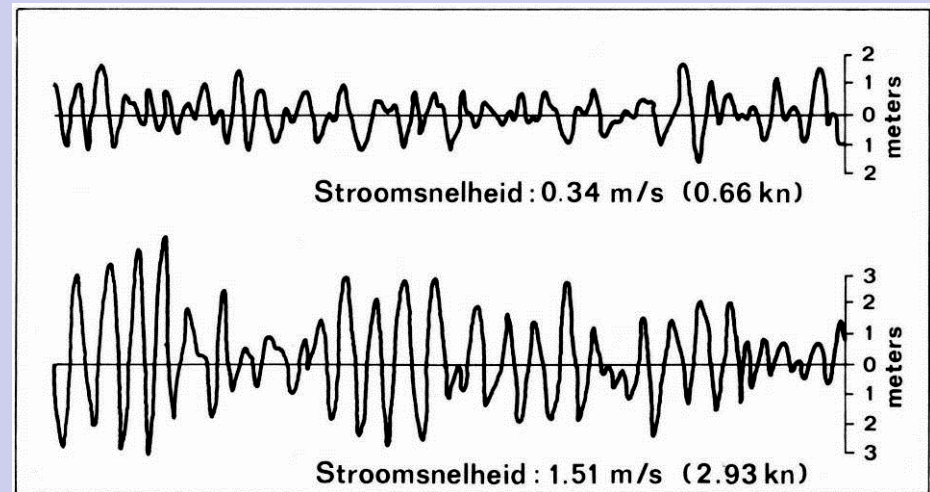
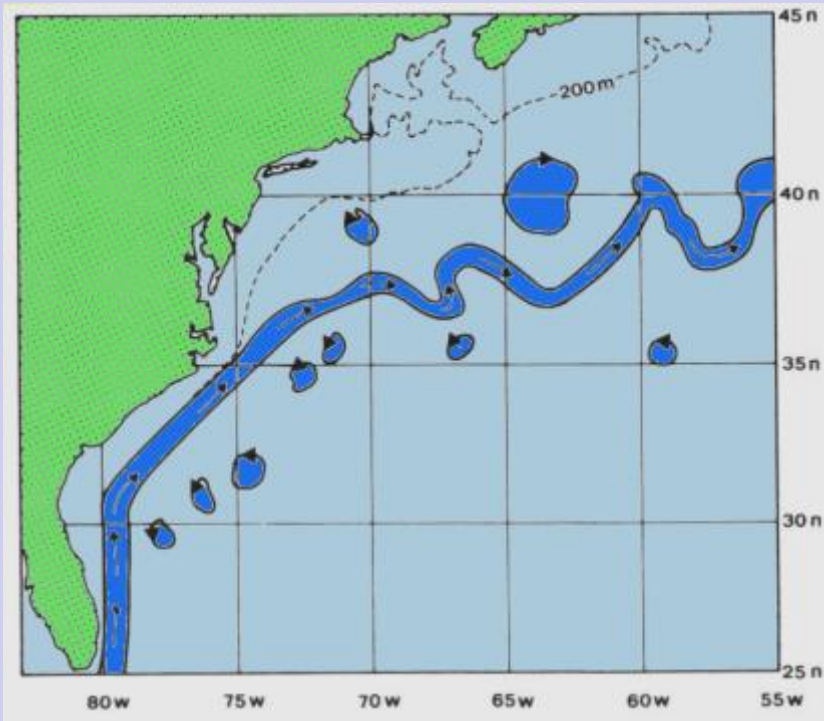
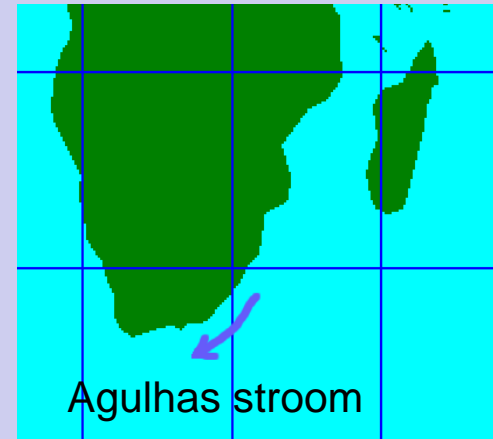
PAUZE

- Golven op ondiep water
- Reflectie en buiging van golven
- Golven op ondiep-water grens
- **Brekers, grondzeeën**
- **Golven en stroom**
- Freak waves (monstergolven)



Wind tegen stroom

Ook gevaarlijk bij smalle intense oceaanstromen



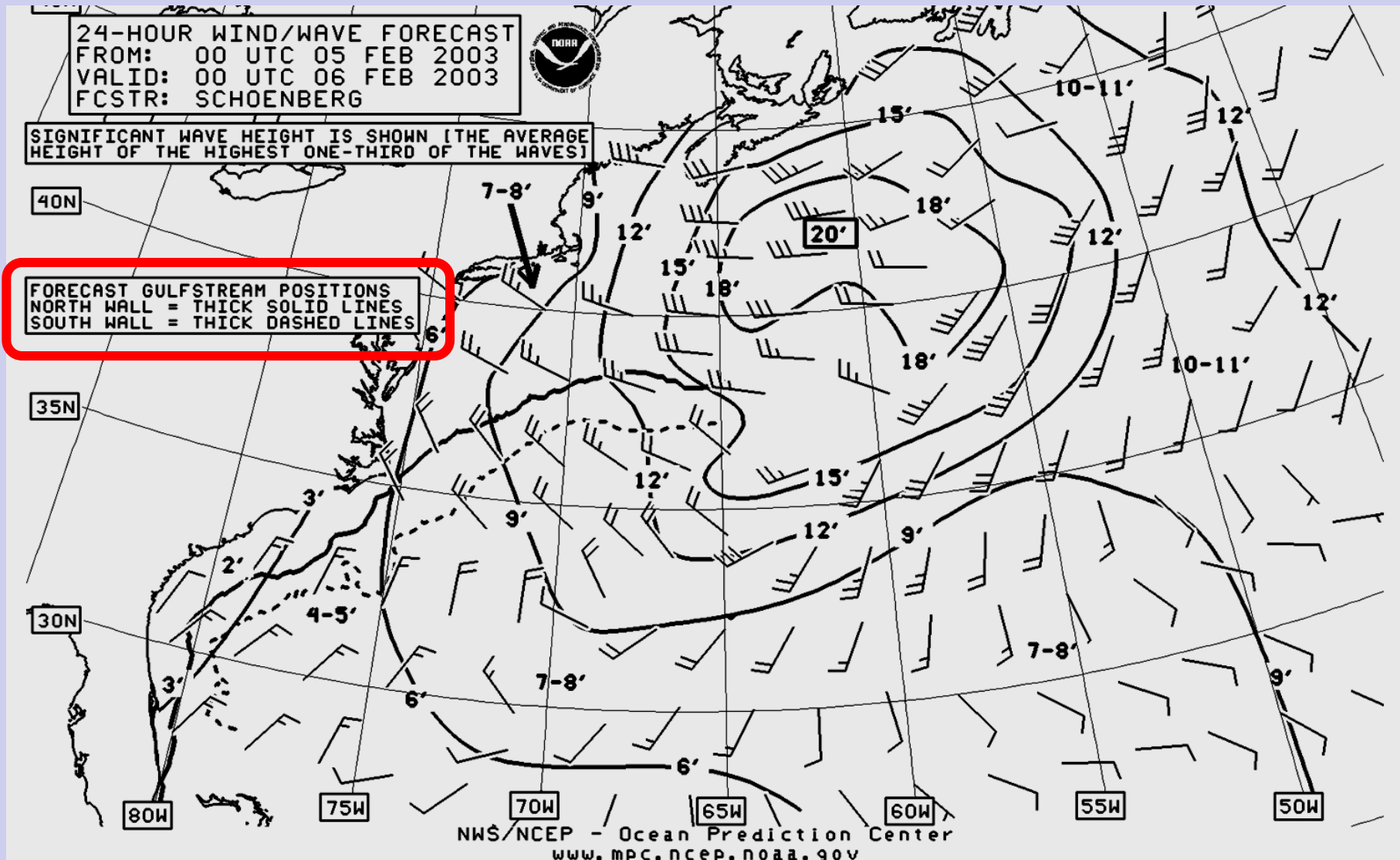
Figuur 9.29 Golven, geregistreerd in en buiten de as van de Agulhas Stroom op 23 juni 1971

Golfhoogte in centrum en aan rand van de Agulhas stroom: golfhoogte boven ca 2 m bij 0,7 knoop, onder 4-6 m bij 3 knopen stroom

Golfstroom voor kust van Florida tot Newfoundland



Golfstroom staat in golfhoogteverwachting





Golven

- Wanneer zijn golven vervelend?
- Hoe ontstaan golven?
- Golfpatronen, golfhoogtes en golflengtes
- Hoe neemt golfhoogte toe of af
- Wanneer breekt een golf?

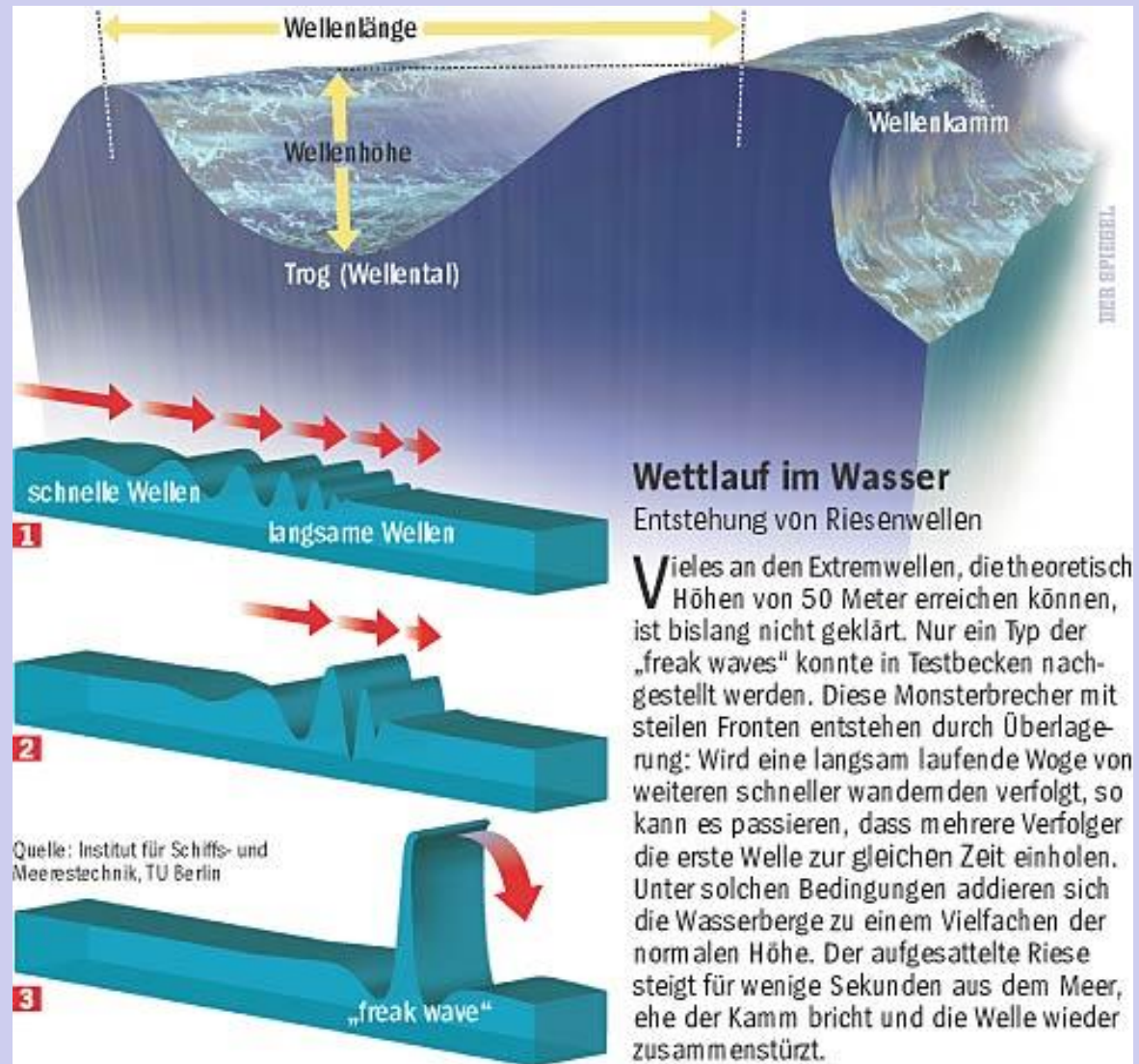
PAUZE

- Golven op ondiep water
- Reflectie en buiging van golven
- Golven op ondiep-water grens
- Brekers, grondzeeën
- Golven en stroom
- **Freak waves (monstergolven)**



Monstergolven ('freak waves')

- Freak waves of monster waves: tot 30 m hoog
- Veel hoger dan theoretisch geaccepteerd
- Meldingen beschouwd als scheepslatijn
- Toch zijn ze echt





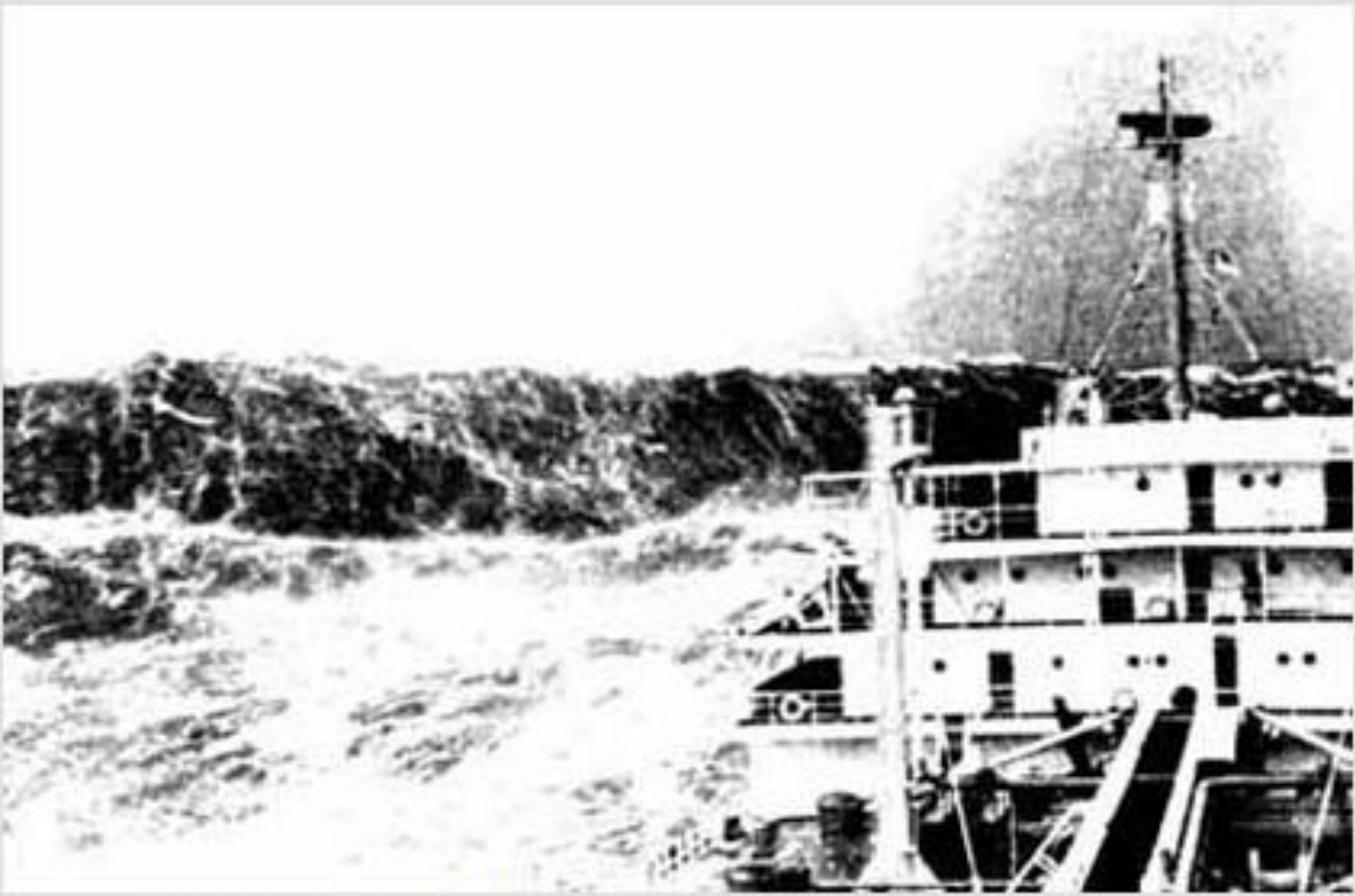
Freak waves

Esso Languedoc outside the coast of Durban (1980).

The second mate who took it, Philippe Lijour, estimated the mean wave height when this occurred to be about 5-10 m.

The mast on the starboard side is 25 m above the mean sea level. The wave height was more than this.





Mariners Weather Log, Fall 1993

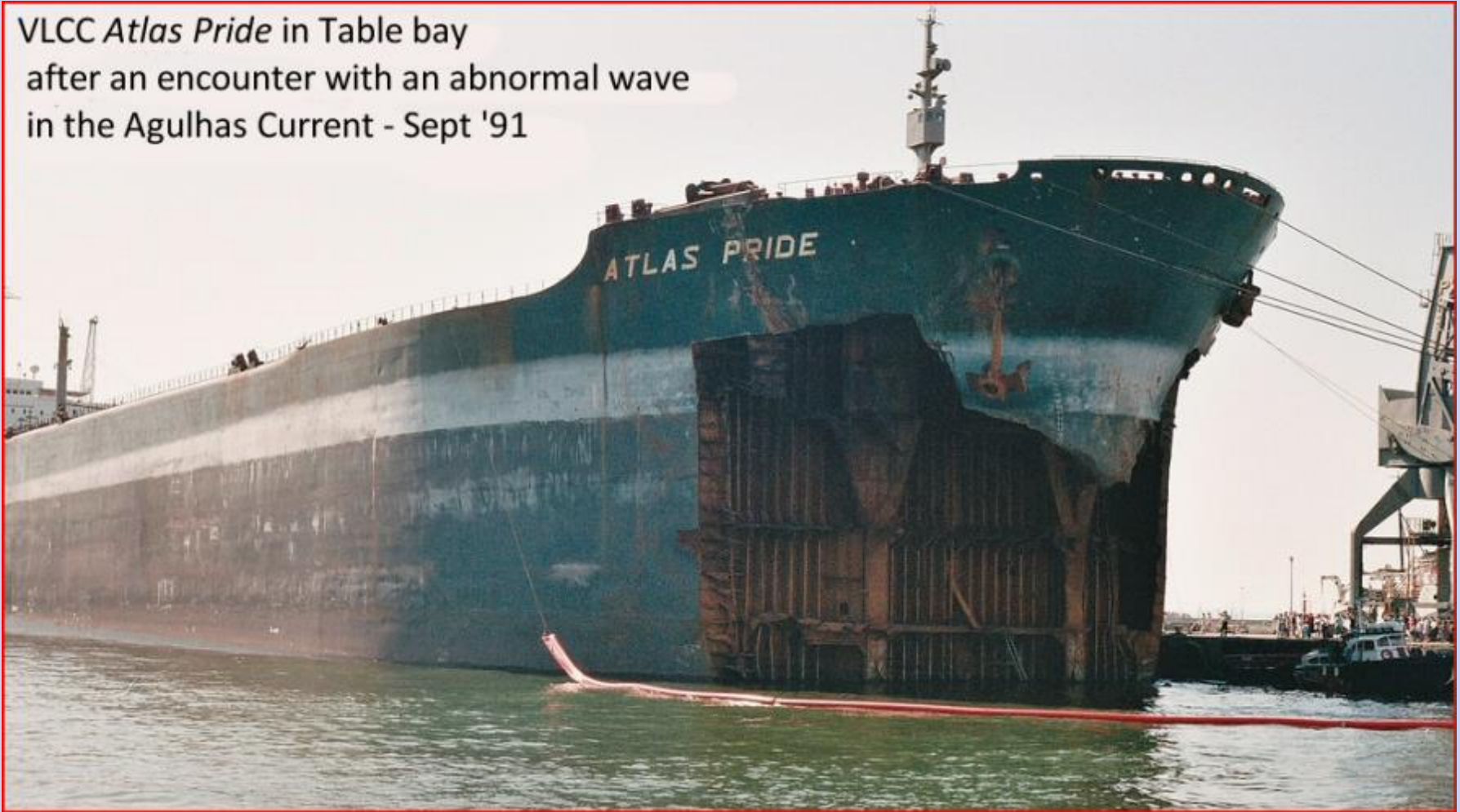
NOAA





Schade door freak waves

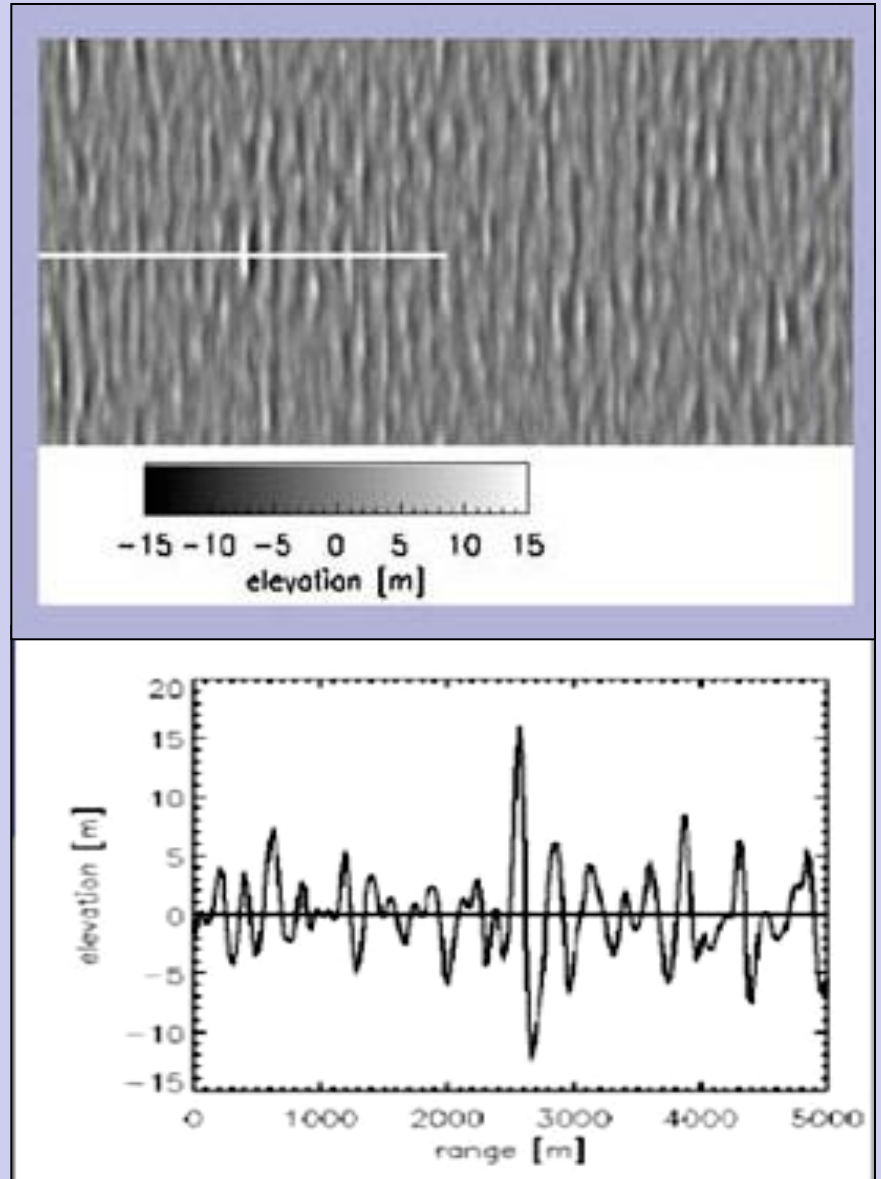
VLCC *Atlas Pride* in Table bay
after an encounter with an abnormal wave
in the Agulhas Current - Sept '91





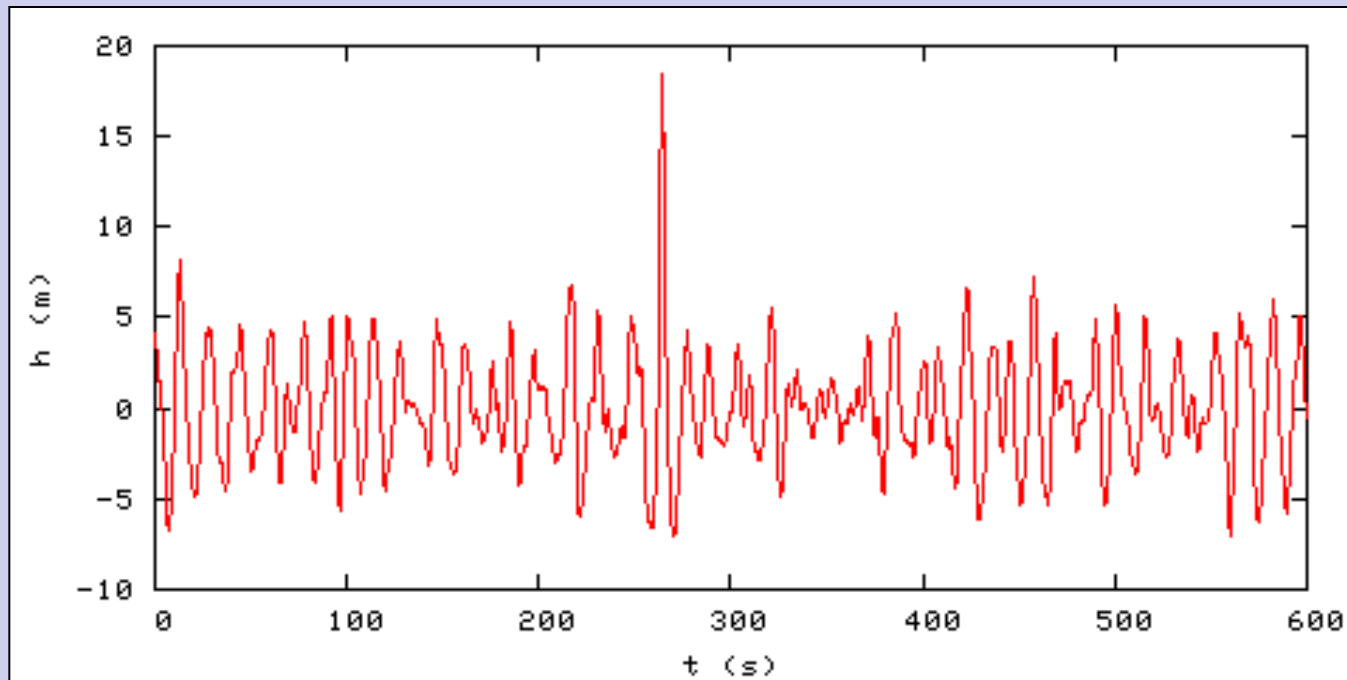
Radarsatelliet

- Satelliet waarnemingen van golfhoogtes: golfkammen zijn wit
- In aug 1996 in Zuidelijke Atlantic (winter) een golf van 29.8 m
- $H_{max} / H_{sign} = 2.9$
- Eén golf van die hoogte gevonden in drie weken waarnemingen over 1000 km²





De 'Draupner wave'



- Nieuwjaarsgolf die het Draupner olieplatform (N. Noordzee) trof op 1 januari 1995 (winterstorm!).
- De maximale golfhoogte van 25.6 m is 2.5 keer de significante golfhoogte van 10.8 m.



Het mechanisme

- Het mechanisme begint nu begrepen te worden
- Een monstergolf ontstaat uit een bijzondere (en ingewikkelde) statistische toevalligheid van energie-overdracht tussen golven (Schroedinger statistiek)
- Treedt zeer sporadisch op, met name in zeer zware stormen (Bft 10 of meer)
- Freak waves kunnen nu in golftanks worden nagebootst



Monstergolf nagmaakt in golftank





Golven

Samenvattend:

- Golven ontstaan vooral door diepteverandering en stroom in combinatie met wind
- Het ontstaan van golven is te begrijpen en te voorspellen door goed in de kaart te kijken en de besproken mechanismes toe te passen

Er is veel toeval bij, echter:

je zult met zekerheid een hoge golf treffen



“Expect the Unexpected”

“When anyone asks me how I can best describe my experience of nearly forty years at sea, I merely say uneventful.

Of course there have been winter gales and storms and fog and the like, but in all my experience, I have never been in an accident of any sort worth speaking about. I have seen but one vessel in distress in all my years at sea...

I never saw a wreck and have never been wrecked, nor was I ever in any predicament that threatened to end in disaster of any sort.”

- from a presentation by E.J. Smith, 1907

Captain of the *Titanic*

