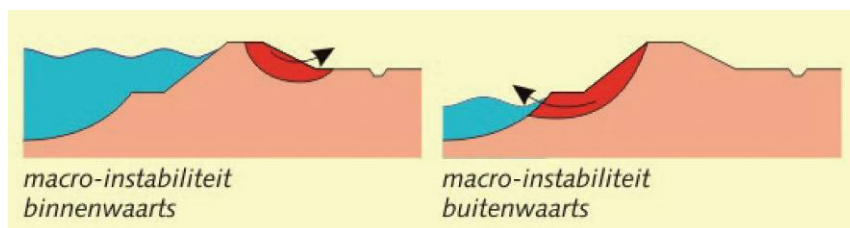


## BIJLAGE 3 Toelichting faalmechanismen

### Onvoldoende macrostabiliteit

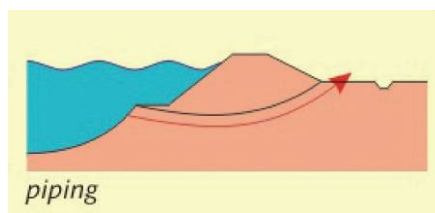
Na toetsing is gebleken dat de macrostabiliteit op grote delen van het dijktraject 'onvoldoende' scoort. Onder macrostabiliteit wordt verstaan: de veiligheid van het dijklichaam tegen binnen- of buitenwaartse afschuiving van het talud (Figuur B3 1). De macrostabiliteit van de waterkering kan in gevaar komen als de geometrie van het dijklichaam niet in staat is om weerstand te bieden aan de maatgevende hoogwaterstand. Dit kan optreden bij te steile taluds of een niet draagkrachtige ondergrond. De macrostabiliteit is eveneens in het geding wanneer de sterkte van de dijk is gereduceerd door een van nature hoge freatische grondwaterlijn in het dijklichaam of wanneer het dijklichaam verzadigd is met water na zware regenval.



**Figuur B3 1 Veiligheidsproblemen macrostabiliteit binnen- en buitenwaarts (bron: VTV 2006)**

### Piping

Voor de huidige situatie scoren grote delen van het dijktraject onvoldoende bij de beoordeling op basis van het faalmechanisme piping. De dijk kan onvoldoende stabiel worden door piping. Bij dit faalmechanisme worden teveel gronddeeltjes uit de onderliggende grondlagen meegevoerd door een kwelstroom onder de dijk door bij (langdurige) hoge waterstanden (Figuur B3 2).



**Figuur B3 2 Veiligheidsprobleem piping (bron: VTV 2006)**

Als gevolg van het waterstandsverschil over de dijk kan water via zandlagen onder de dijk doorstromen. Aan de binnenzijde van de dijk komt het water weer naar boven en ontstaat er een wel (zie Figuur B3 3). Doordat het stromende water zand meevoert, ontstaan holle ruimtes onder de dijk (pipes), die steeds groter worden. Op een gegeven moment kunnen deze holle ruimtes instorten, waardoor de dijk in elkaar zakt en water over de kruin naar het achterland kan stromen.

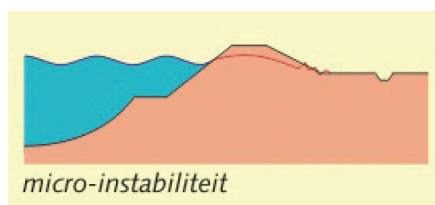


**Figuur B3 3 Wel bij de Waal nabij Heesselt in 1995**

#### **Onvoldoende microstabiliteit**

Bij de beoordeling van de veiligheid van de dijk is gebleken dat micro-instabiliteit over een beperkt gedeelte van het dijktraject speelt.

Onder invloed van door het dijklichaam stromend grondwater, kunnen grondlagen met een zeer beperkte dikte aan het oppervlak van het binnentalud hun stabiliteit verliezen. Dit wordt 'micro-instabiliteit' genoemd. Bij micro-instabiliteit komt de bedreiging als het ware van binnen: eventuele problemen worden veroorzaakt door een hoge grondwaterstand in het grondlichaam. Bij micro-instabiliteit door stromend grondwater kan worden gedacht aan het uitspoelen van materiaal uit de kern van de dijk. Ook kan de hoge grondwaterspiegel (freatische lijn) in de dijk instabiliteit van de toplaag tot gevolg hebben. Als het binnentalud bijvoorbeeld wordt beschermd door een ondoorlatende kleilaag, dan kan deze door de waterdruk van binnenuit van de dijk worden afgedrukt (Figuur B3 4).



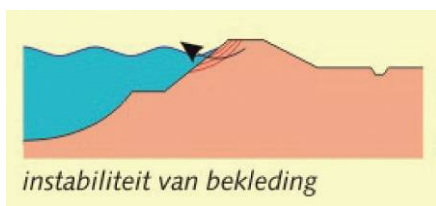
**Figuur B3 4 Veiligheidsprobleem microstabiliteit (bron: VTV 2006)**

#### **Onvoldoende stabiliteit en kwaliteit van de bekleding**

Voor de dijk Hoeksche Waard Zuid blijkt de veiligheidsscore van de grasbekleding nagenoeg overal onvoldoende te zijn. Over ongeveer xxx m zal ook de steenbekleding vervangen moeten worden.

De taluds en de kruin van de dijk zijn voorzien van een bekleding. Op het buitentalud bestaat deze veelal uit een grasbekleding en op een aantal plekken gedeeltelijk uit steenbekleding. Op het binnentalud bestaat de bekleding voornamelijk uit een grasbekleding. Op de kruin ligt een bekleding van gras of asfalt daar waar de weg over de kruin van de dijk loopt.

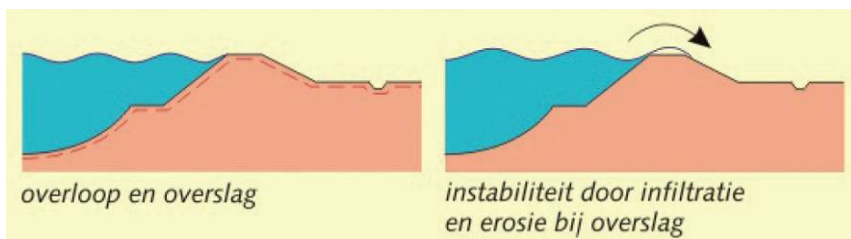
Deze bekleding biedt bescherming tegen erosie van het dijklichaam. De bekleding kan bezwijken door met name golfaanval en stroming. Als de bekleding beschadigd raakt, kunnen de golven direct de kern van de dijk aanvallen (Figuur B3 5).



**Figuur B3 5 Veiligheidsprobleem kwaliteit bekleding (bron: VTV 2006)**

#### Onvoldoende kruinhoogte

Uit de toetsing is gebleken dat vrijwel het gehele dijktraject voldoende hoog is. Alleen zeer lokaal scoort de dijk 'onvoldoende' ten aanzien van de kruinhoogte. Om de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) te kunnen keren moet een dijk een minimum kruinhoogte hebben. Deze hoogte dient voldoende te zijn om te voorkomen dat het water over de dijk loopt (overloop) of dat er te veel water over de dijk slaat (golfoverslag) (Figuur B3 6). Het verschil tussen de maatgevende hoogwaterstand en de kruin van de dijk wordt de 'waakhoogte' genoemd. Om noodwerkzaamheden aan de dijk bij hoogwater mogelijk te maken en vanwege onzekerheden in de berekeningen geldt een minimale waakhoogte van 0,5 m. Om golfoverslag afdoende te beperken, is vaak een grotere marge noodzakelijk.



**Figuur B3 6 Veiligheidsprobleem kruinhoogte (bron: VTV 2006)**

De hoeveelheid water die in het geval van overslag over de kruin slaat, wordt 'overslagdebiet' genoemd. Een te groot overslagdebiet kan leiden tot erosie van de kruin en het binnentalud of tot instabiliteit van het dijklichaam door infiltratie van water in de dijk. Daarnaast kunnen te grote hoeveelheden water die over de dijk slaan leiden tot onbeheersbare situaties bij hoogwater.

Het dijktraject Hoeksche Waard Zuid is volgens het wettelijke toetsingskader getoetst aan een overslagdebiet van 1 l/m/s. Dit overslagdebiet is toelaatbaar wanneer de bekleding van het dijklichaam in goede staat is.

