

# Voorbeeld probleemanalyse meren

Op deze pagina wordt een voorbeeldberekening uitgevoerd van de stappen die in de probleemanalyse zijn opgenomen. Hierbij worden gegevens van het Veluwemeer gebruikt. Het Veluwemeer heeft een gemiddelde verblijftijd van 0.16 jaar, een diepte van 1.5 m en een externe P-belasting van ca. 1.3 g P/m<sup>2</sup> j<sup>-1</sup>. Voor het achtergronddoorzicht in een zandmeer geldt dan:

$$\text{Achtergronddoorzicht} = 1/(1.89 - 0.628 * \log(\text{diepte})) = 1/1.77 = \mathbf{0.56 \text{ m}}$$

*Voor de P-concentratie in het inkomende water  $P_{in}$  geldt nu:*

$$P_{in} = \text{P-belasting} / (\text{diepte}/\text{verblijftijd}) = 1.3/(1.5/0.16) = 0.14 \text{ mg P/l}$$

*De berekende concentratie in het meer is dan:*

$$P_{meer} = P_{in}/(1+2*\sqrt{\text{verblijftijd}}) = 0.14/(1+2\sqrt{0.16}) = \mathbf{0.08 \text{ mg P/l}}$$

*Het maximale chlorofyl-a gehalte bedraagt nu, bij afwezigheid van dominantie van draadvormige blauwalgen:*

$$\text{Max(chlorofyl-a)P} = 759 * P = 759 * 0.08 = \mathbf{61 \mu\text{g/l}}$$

*Bij een totaal-N concentratie van 2 mg M/l bedraagt het maximale chlorofyl-a gehalte op basis van stikstof dan:*

$$\text{Max(chlorofyl-a)N} = 54.3 * (\text{totaal-N} - 0.67) = \mathbf{72 \mu\text{g/l}}$$

*Het maximale chlorofyl-a gehalte op basis van licht bedraagt:*

$$\text{Max(chlorofyl-a)Licht} = 1250 - 100 * (\text{diepte}/\text{achtergronddoorzicht}) = 1250 - 100 * (1.5/0.56) = \mathbf{982 \mu\text{g/l}}$$

*In dit geval legt P dus de sterkste beperking op aan het maximale chlorofyl-a gehalte.*

Stel nu dat het gemeten chlorofyl-a gehalte 50  $\mu\text{g/l}$  bedraagt en het doorzicht 0.45 m, dan bedraagt het reciprook doorzicht  $1/0.45 = \mathbf{2.22 \text{ m}^{-1}}$

$$\text{De bijdrage van chlorofyl-a is dan } 0.167 + 0.011 * 50 = \mathbf{0.72 \text{ m}^{-1}}$$

de bijdrage van achtergrondstroebelings aan het reciprook doorzicht is dan  $2.22 - 0.72 = 1.5 \text{ m}^{-1}$ , en is derhalve groot ten opzichte van de bijdrage door chlorofyl-a.

*De troebelheid  $K_d$  ( $\text{m}^{-1}$ ) wordt berekend m.b.v.  $K_d = 0.016[\text{chl}f\text{-a}] + 1.3/\sqrt{\text{uit SD}}$ . Dus in dit voorbeeld:*

$$K_d = 0.016 * 50 + 1 / \sqrt{\text{uit } 0.45} = \mathbf{2.74 \text{ m}^{-1}}$$

De  $K_d$  dient om in het vervolg van de berekeningen het aandeel draadvormige algen versus overige algen, en de fracties waterplanten, onderverdeeld in kranswieren en fonteinkruiden, te kunnen berekenen. Indien de diepteverdeling niet bekend is, wordt gerekend met de gemiddelde diepte  $Z$ . Indat geval geldt dan dat  $K_d \cdot Z = 2.74 \cdot 1.5 = 4.11$ , ofwel  $K_d \cdot Z < 6$ , en het aandeel draadvormige blauwalgen = 0 %. Voor de waterplanten geldt:  $K_d \cdot Z < 4.2$ , en  $K_d$  ligt boven de lijn  $K_d = 0.7 + 0.7 \cdot Z$ , ofwel fonteinkruiden zijn dominant, en kranswieren niet. Wanneer de diepteverdeling wel bekend is, wordt deze gebruikt om per diepte-klasse het aandeel draadvormige blauwalgen versus overige algen, en fonteinkruiden versus kranswieren versus geen waterplanten te berekenen. Deze worden uiteindelijk gemiddeld voor het gehele meer. De diepteverdeling van het Veluwemeer is bij benadering:

0 - 0.5 m 0 %  
0.5 - 1 m 10 %  
1 - 2 m 60 %  
2 - 4 m 25 %  
> 4 m 5 %

Wanneer deze diepte-verdeling wordt ingevuld levert dit, bij  $K_d = 2.74 \text{ m}^{-1}$ , een verhouding draadvormige blauwalgen : overige algen = **30 : 70**. Voor de waterplanten geldt dat deze alleen in de diepte-klassen < 1 m kunnen voorkomen, ofwel op **10 %** van het oppervlak. Daar hier geldt dat  $K_d > 0.7 + 0.7 \cdot Z$ , domineren fonteinkruiden. Voor een zandige bodem geldt een sedimentsterkte van > 5 N  $\text{m}^{-2}$ . Bij een strijklengte van ca. 2500 m (afhankelijk van de windhoek) geldt voor alle diepte-klassen dat de kritische windsnelheid ruim boven 10 m/s ligt, ofwel de kans op beschadiging door wind is zeer klein.

Als laatste is het mogelijk het effect van een zaadbank op het mogelijk voorkomen van waterplanten mee te nemen in de berekeningen (Meer uitleg). De uitkomsten zijn dan betrouwbaarder dan indien, zoals in voorgaande stap, alleen wordt gerekend met troebelheid en diepte(verdeling). Stel er is een zaadbank van 10 g  $\text{m}^{-2}$ , dan levert dit in de achtereenvolgende diepte-klassen van 0 - 0.5, 0.5 - 1, 1 - 2, 2 - 4 en > 4 m een kans op waterplanten van respectievelijk **100, 100, 38, 27 en 0 %**. De totale bedekking wordt dan **39 %**.

Bovenstaande berekeningen gaan in eerste instantie uit van een situatie waar waterplanten niet domineren. In een situatie met veel waterplanten zal echter zowel de verhouding  $P_{\text{meer}}/P_{\text{in}}$  als de verhouding Chlorofyl/P afnemen, waardoor het water helderder wordt.