Hardy-Weinberg

De wet van Hardy-Weinberg beschrijft de verhouding tussen verschillende allelen in een genenpoel en de verhouding van genotypes in een populatie. Er wordt meestal uitgegaan van twee allelen A en a, waarvan de frequenties respectievelijk gegeven worden door p en q. De formules van Hardy-Weinberg zijn gebaseerd op twee wiskunde principes waarbij er een aantal aannames gemaakt worden. De wiskundige principes zijn:

1. Het eerste principe is dat fracties altijd optellen tot 1. Dit is in dit geval dus ook zo voor de fracties van de allelen en de genotypen:
2. De kans dat een allel doorgegeven wordt aan de volgende generatie is gelijk aan de fractie waarin het allel voorkomt. Dit is alleen mogelijk als de allel frequenties niet veranderen en elke generatie de allelen willekeurig gecombineerd worden in paren. In dit geval kunnen de frequenties van de genotypen in de volgende generatie berekend worden met de frequenties in de huidige generatie met behulp van een kruisingstabel.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | A (fractie=p) | a (fractie=q) |
| A (fractie=p) | AA (p\*p) | Aa (Aa) |
| a (fractie=q) | Aa (p\*q) | Aa (q\*q) |

Vanuit deze kruisingstabel blijkt dus dat stabiele verdeling van genotypen te berekenen is vanuit de allel frequentie met de volgende formules:

De aannames die gemaakt worden, betreffen voornamelijk het constant houden van de populatie en het uitsluiten van invloeden van buiten de populatie. In modellen kunnen veel van deze aannames losgelaten worden door extra onderdelen in het model in te voegen. Op doe manier kan onderzocht worden hoe robuust het model is voor afwijkingen van de aanname. In de wet van Hardy Weinberg worden de volgende aannames gemaakt:

1. De populatie bestaat uit diploïde organismes. Deze aanname gaat op voor de meeste organismen. Bij planten komt het voor dat organismen multiploïd zijn. Wanneer het aantal chromosomen per organisme bekend is, kunnen de formules van Hardy Weinberg aangepast worden. Voor een quatraploïd organisme worden de formules voor een gen met twee allelen als volgt:
2. Er wordt alleen voortgeplant door middel van geslachtelijke voortplanting. In de wet van Hardy Weinberg wordt er aangenomen dat alle genen deel uitmaken van een grote, gemixte genenpoel. Wanneer een individu ongeslachtelijk voorplant, onttrekt hij zich van deze genenpoel doordat zijn genen niet mixen tijdens het voortplanten.
3. Alle individuen paren willekeurig met andere individuen. Wanneer er voorkeur is bij het kiezen van een partner, is het mogelijk dat er selectie optreed op de eigenschap waarop de partner geselecteerd wordt. Selectie zorgt er voor dat niet alle genen de zelfde kans hebben om doorgegeven te worden. In het model van deze les is selectie toegevoegd.
4. Frequentie van allelen is gelijk voor beide geslachten. Wanneer de frequentie van de allelen niet gelijk is voor beide geslachten, bijvoorbeeld doordat een allel X-chromosomaal is, dragen de geslachten niet even veel bij aan de volgende generatie. De formules van de wet van Hardy Weinberg kunnen hier op aangepast worden, door de frequenties eerst per geslacht te berekenen en deze vervolgens op te tellen.
5. Er zijn geen mutaties. Mutaties zorgen voor acute veranderingen in de allelfrequenties hierdoor blijven de frequenties niet constant. Wanneer de mutatiesnelheid in beide richtingen gelijk is, zal dit leiden tot een populatie met gelijke aantallen van beide allelen. Wanneer de mutatie in een richting vaker voorkomt, zal het andere allel uit de populatie verdwijnen.
6. De populatie is oneindig groot. Bij kleine populaties is er een grotere kans dat een allel door toeval niet wordt doorgegeven aan de volgende generatie. Deze kans neemt af wanneer de populatie groter wordt. De fixatiesnelheid door drift kan dan ook berekend worden als 1/populatiegrote. Bij een oneindige populatie is de fixatiesnelheid en de drift gelijk aan 0. In de meeste modellen wordt een oneindige populatie nagebootst door te werken met fracties in plaats van reëel getallen.
7. Er is geen migratie. Migratie zorgt voor een directe en onverwachte in- en uitstroom van fenotypen. Hierdoor is het niet mogelijk de fenotypen van de volgende generatiet e berekenen.