

de kubus of balk driedimensionaal zien. Het kijken door de PGC versterkt echter het effect, doordat het kijkpunt vastligt. Daarbij voegt het kijken door de camera een speciaal belevingseffect toe, mede doordat het zichtveld zich tot de tekening beperkt. De ervaringen zijn overduidelijk.

Een rijke speeltuin – Met de kubus als basis kan de creativiteit van de leerling nu zijn weg gaan. Tekent hij verschillende blokken naast en achter elkaar? Probeert hij een huis te tekenen? Of gaat hij experimenteren met het tekenen van schaduwen? In de creatieve wereld liggen tal van mogelijkheden open. In figuur 8 ziet u een tekening van een leerling, die geëxperimenteerd heeft met een wiskundige vorm in een natuurlijke omgeving.



figuur 8 het werk van een leerling: een blokvormige woning boven een ravijn

Ervaringen uit de les

De leerlingen vinden het heerlijk om met deze stof aan de slag te gaan. Ze worden uitgedaagd over de verschillende elementen (punten, lijnen en vlakken) in de ruimte na te denken, precies te tekenen en veel geduld te hebben. Hoe makkelijk alles er ook uitziet, het vergt een nauwkeurige werkhouding. De frustratie soms een paar keer opnieuw te moeten beginnen, kan dan ook erg groot worden, maar de voldoening als het lukt, maakt veel goed. Een enkele leerling beweert ineens veel liever algebraïsch te werken, maar de meesten genieten van de vrije creatieve ruimte en de uitdaging iets moois te maken. Wie de tijd heeft de camera grondig bij de leerlingen te introduceren, heeft daarna gegarandeerd een serie lessen waarbij stil en geconcentreerd gewerkt wordt.

Literatuur en referenties

- Stolzenburg, A. (2009). *Projektive Geometrie, 1. Druck*. Stuttgart: edition waldorf.
- Kindt, M. (1996). *Lessen in Projectieve Meetkunde*. Utrecht: Epsilon Uitgaven.
- Edwards, L. (2003). *Projective Geometry*. Floris Books. zie ook www.fisme.science.uu.nl/nwd voor de workshop tijdens de NWD 2014

Over de auteur

Roel Zuidema is tijdens zijn studie aan de TU Delft begonnen met lesgeven aan het Stanislascollege Pijnacker (2004-2008). Aansluitend heeft hij tweeënhalf jaar lesgegeven aan de Vrije School Den Haag. Januari 2011 verhuisde hij naar Zwitserland, waar hij tweeënhalf jaar aan de Atelierschule Zürich werkzaam was. Vanaf schooljaar 2014/2014 geeft hij les aan de Kantonschule Alpenquai in Luzern. E-mailadres: ZuidemaCH@gmail.com

KLEINTJE DIDACTIEK

ALGEBRAISCHE VAARDIGHEDEN OEFENEN

$$\begin{aligned}
 (3x-1)(5x-3) &= (3x-1)(6x+5) \\
 15x^2 - 9x - 5x + 3 &= 18x^2 + 15x - 6x - 5 \\
 15x^2 - 14x + 3 &= 18x^2 + 9x - 5 \\
 -3x^2 - 23x &= -8 \\
 x(3x - 23) &= -8 \\
 x=8 \vee x &= -3x - 23 = -8 \\
 -3x &= 15 \\
 x &= -5
 \end{aligned}$$

figuur 1 voorbeeld van een uitwerking van een leerling uit 6 vwo wiskunde A. De uitwerking is zowel fout als omslachtig.

In *Getal en Ruimte* staan veel oefenopgaven om de algebraïsche vaardigheden van leerlingen te trainen en verbeteren. Tot mijn grote frustratie hielp al dat eindeloos oefenen (en fouten verbeteren!) nauwelijks. Op korte termijn leidt het wel tot enig resultaat, maar een maand later op de toets is veel weer vergeten. Dit jaar doe ik het anders. Eenmaal per week laat ik leerlingen in tweetallen één opgave uitwerken en inleveren. De les erna staan deze in een PowerPoint. De vraag aan de leerlingen: is deze uitwerking goed en zo nee, wat is er dan niet goed? Ik zorg dat er altijd minstens één correcte uitwerking tussen zit.

De eerste week kreeg ik acht briefjes terug met zeven foute of onvolledige uitwerkingen, zie figuur 1. De tweede week kreeg ik negen briefjes terug met drie foute of onvolledige uitwerkingen. Op korte termijn lijkt het dus te werken. Tegen het einde van het schooljaar kan ik u vertellen of het ook op lange termijn werkt. Met dank aan mijn collega Inge Verhoev voor het idee.

Lonneke Boels