

Bachelor thesis
The role of visual feedback in a concept mapping task

Lisa Grooten
s1305433

January 2015

University of Twente
Faculty of Behavioral Sciences
Study Psychology

Supervisory Committee
Dr. A.H. Gijlers
Dr. L. Bollen

Abstract (Dutch)

Het doel van deze studie was te onderzoeken in hoeverre visuele ondersteuning een positieve invloed heeft op het leerproces en de leertoenames van kinderen die deelnemen aan een taak waarin ze gezamenlijk een concept map moeten maken. In totaal namen 38 groep acht leerlingen van een school in het oosten van Nederland deel aan de studie. Er was een experimentele conditie ontwikkeld waarin kinderen werden voorzien van een concept map met visuele ondersteuning op de achtergrond. De leerlingen in de controle conditie kregen een concept map met een neutrale achtergrond. Eerst moesten de leerlingen individueel werken en later werden ze geïnstrueerd om in tweetallen te gaan werken die al door de onderzoeker waren bepaald. De leertoenames werden onderzocht door middel van scores op een pre-, mid- en posttest. De kwaliteit van de uiteindelijke concept map, het aantal aanpassingen aan de concept map en de kwaliteit van de dialogen van de tweetallen waren indicatoren voor het leerproces. Resultaten lieten een positieve invloed van visuele ondersteuning op het leerproces en de leertoenames van leerlingen zien. Visuele ondersteuning bevordert het leerproces wat betreft de kwaliteit van de uiteindelijke concept map en dialogen, echter werden er geen effecten gevonden voor het aantal aanpassingen aan de concept map. Tot slot werden er wel positieve effecten gevonden wat betreft het eerste gedeelte van de tests (de zinnen), maar er werden geen positieve effecten gevonden voor het laatste gedeelte van de tests (open vragen). Vervolg onderzoek is nodig om te verklaren op welke manier visuele ondersteuning de samenwerking van leerlingen beïnvloedt. De huidige studie heeft aangetoond dat visuele ondersteuning een positieve invloed heeft. Echter is er nog geen verklaring voor deze invloed gevonden, omdat er geen effecten werden gevonden wat betreft de gesprekscategorieën en het aantal aanpassingen die leerlingen aan hun concept map hebben gemaakt. Docenten moeten op de hoogte zijn van de effectiviteit van visuele ondersteuning om de leertoenames en het leerproces van leerlingen te bevorderen.

Steekwoorden concept map - visuele ondersteuning - samenwerkend leren -
leertoename - leerproces

Abstract (English)

The aim of this study was to investigate to what extent visual feedback positively affects the learning process and learning gains of students in a collaborative concept mapping task. In total thirty eight sixth grade students of a school in the east of the Netherlands participated. One experimental condition was developed in which children were provided with a concept map with a drawing at the background. The students in the control condition received a concept map with a neutral background. First the students had to work individually later they were instructed to work in predetermined dyads. The learning gains were investigated through scores on a pre-, mid- and posttest. The quality of the final concept map, the number of adjustments to the concept map and the quality of the dialogues of the dyads indicated the quality of the learning process. Results revealed a positive influence of visual feedback on the learning process and learning gains (partially) of students. Visual feedback fosters the learning process with regard to the quality of the final concept map and dialogues, however no effects were found for the number of adjustments to the concept map. Finally, positive effects were found with respect to the first part of the test (sentences), but no positive effects were found for the last part of the tests (open questions). Future research need to be conducted to explain in which manner visual feedback affects the collaboration of students. The present study already demonstrated that visual feedback has a positive influence. However it could not be explained, because no effects were found for categories of talk and - as noted above - the number of adjustments the students made to their concept maps. Teachers should be aware of the effectiveness of visual feedback to foster students' learning outcomes and the learning process.

Keywords concept mapping - visual feedback - collaborative learning - learning gains - learning process

Table of contents

Introduction.....	p.5
Collaborative learning.....	p.5
Visualization of knowledge.....	p.7
Present study.....	p.8
Method.....	p.9
Participants.....	p.9
Domain.....	p.9
Learning materials.....	p.9
Tests.....	p.10
Procedure.....	p.11
Data analysis.....	p.13
Results.....	p.16
Learning gains.....	p.16
Learning process.....	p.17
Discussion.....	p.20
Acknowledgements.....	p.23
References.....	p.24
Appendices.....	p.26
Appendix I: Concept maps practice session hurricane both versions (in Dutch)..	p.26
Appendix II: Concept maps research session volcanism both versions (in Dutch)	p.28
Appendix III: Pre-test volcanism three versions (in Dutch).....	p.30
Appendix IV: Mid- and posttest three versions (in Dutch).....	p.32
Appendix V: Cues for collaboration provided at the white board (in Dutch).....	p.39
Appendix VI: Coding scheme pre-test three versions (in Dutch).....	p.40
Appendix VII: Coding scheme mid- and posttest three versions (in Dutch).....	p.42
Appendix VIII: Coding scheme concepts both versions (in Dutch).....	p.48
Appendix IX: Coding scheme dialogues (in Dutch).....	p.50

Introduction

Today teachers are using a variety of methods to teach students new concepts. According to Koshman and Chi-Jung (2009) and Wang and Mu (2009) constructing representations of knowledge domains in the form of a concept or mind map would be a good method to stimulate collaboration and facilitate learning. Over the last forty years representations in the form of a concept map proved to be an effective tool for education (Youssef & Mansour, 2012). A concept map consists of different nodes which contain the names of concepts. Those nodes are connected by lines which represent certain relationships (Novak & Cañas, 2006; Cañas et al., 2006). The lines are generally referred to as cross links and they provide information about the concepts. General concepts are close to the central concept in a concept map and more specific concepts are farther away from the central concept (Jacobs-Lawson & Hershey, 2002). Consequently, a person with little specific knowledge about the central concept draws a wide but not deep concept map. The context is also important for the design of a concept map. Therefore the concept maps created by different people are often diverse, because a concept map represents someone's personal knowledge structure (Cañas et al., 2006).

Concept maps can foster the knowledge of students. Gijlers and de Jong (2013) explain that activities students engage in during a concept-mapping task are able to positively affect students' dialogues and learning outcomes in an inquiry-learning task. Furthermore, O'Donnell, Dansereau and Hall (2002) investigated in a review the usefulness of representations in the form of knowledge maps and concluded that students are able to recall more information when they learn from a map than when they learn from a text. They state that knowledge maps serve as scaffolds and support cognitive processes, such as supporting students who are coping with weak verbal skills and reducing cognitive load. Moreover, they explain in their review that maps are effective because of active processing strategies such as summarization or annotation and the use of gestalt principles of organization (organize visual elements into groups). Concept maps support the "dual coding" process which means that information is processed by more than one modality (Jacobs-Lawson & Hershey, 2002; Novak & Cañas, 2006; Youssef & Mansour, 2012). In this case, it means that information is processed verbally as well as pictorially.

Collaborative learning

Another instructional approach that is associated with positive learning outcomes is collaborative learning. Research indicates that the use of collaborative learning strategies

leads to students' higher achievement (Ho and Boo, 2007; Kyndt et al., 2013). Results of a study of Johnson, Choi and Johnson (2009) reveal similar positive results regarding the cooperative learning experiences. More specifically, children were more frequently engaged in prosocial behavior when they had cooperative experiences. Lou et al. (1996) explored within-class grouping in a meta-analysis. Results revealed that students who collaborate in smaller groups achieved more than students who collaborate in larger groups. They also found that small group instruction fosters the learning outcomes of students. In order to achieve positive learning outcomes there need to be outcome interdependence among the group members. This means that the students receive a reward as a group and that they are all responsible for the group goal. Likewise, Slavin (1996) stresses the importance of group goals and individual accountability for an effective cooperation. In sum, the previous studies demonstrated various benefits of collaboration, the next session will discuss the learning and communication processes related to collaborative learning more closely.

The results of a study by Janssen, Erkens, Kirschner and Kanselaar (2010) indicate that students, in an online collaborative learning environment, devote much attention to the regulation of task performance. Students were actively trying to maintain shared understanding and when needed comforting group members. Janssen et al. (2010) conclude that students perform better on their tasks when they focus on the planning, monitoring and evaluation of their collaboration. Saab, van Joolingen and Hout-Wolters (2007) investigated the collaborative learning process in the context of a simulation environment for discovery learning. Their research emphasizes the key role of instruction in collaboration and communication during the collaboration. Based on the literature cited above we can conclude that students' collaborative learning experience benefits from a shared task focus, shared task regulation and instruction in effective communication and collaboration. However, regulating the collaborative processes can also put extra pressure on the students which may result in an overload of their working memory and finally to a poorer performance (Janssen, Erkens, Kirschner & Kanselaar, 2010). Introducing an external representation like a concept map enables shared understanding according to Freeman and Jessup (2004). Thereby they mean the expression of one's domain knowledge to others, which ensures mutual understanding. The students in the experimental condition of the present study will not only construct a representation in the form of a concept map, but also receive visual support. It is expected that the visual support will enable the shared understanding of the students which probably results in concept maps of a higher quality. The design of the learning task in combination with the instruction can also address issues that are related to equal participation of the collaboration

partners. Kyndt et al. (2013) discuss a phenomenon called 'social loafing' which means that some individuals work less hard when they work in a group than when they are working alone. During the present study this phenomenon is taken into account. The students first have to work individually and later they need to collaborate. In this manner students already constructed their concept map and could not totally rely on the concept map of their collaboration partner.

Visualization of knowledge

The visualization of knowledge supports the collaboration of students on learning tasks. Moreover, - as noted earlier - concept maps support the “dual coding” process (Jacobs-Lawson & Hershey, 2002; Novak & Cañas, 2006; Youssef & Mansour, 2012). In the present study it is expected that the visual feedback at the concept map will foster the students’ collaboration, because it supports the “dual coding” process. Burkhard and Meier (2005) suppose that knowledge visualization means the use of visual representations to transfer knowledge between two persons or more. Likewise, Wang and Mu (2009) conclude knowledge visualization is conducive for collaborative thinking. Self-explanation and the disambiguation of mental models are advantages for students when representing their knowledge graphically (Gijlers, Weinberger, van Dijk, Bollen and Joolingen, 2013). Brooks (2009) demonstrated that drawing stimulates children with the investigation of their questions about the world. She also concludes that drawing is interactive and able to bring something into consciousness more obviously. Students better understand a scientific text when they are instructed to visualize the content they have to learn, compared to students who are asked to focus on the text or students with no instructions (Leopold & Leutner, 2012).

Consequently, several researchers have reported that visualization strategies are important. When an individual reads a difficult text with spatial relationships between objects, the reader has to form mental representations to understand the text. Thereby complex spatial relationships become explicit and help the learner recognize key features of the objects. (Larkin & Simon, 1987). Also Leopold and Lautner (2012) declare that visualization strategies are effective, because in this manner students make representations which reflect the reference objects. Larkin and Simon (1987) as well as Leopold and Lautner (2012) use a water molecule as an example for their assumptions. An individual draws probably more accurate inferences when he draws a water molecule instead of reading only a text about a water molecule.

Present study

Research findings suggest that creating representations like concept maps foster the learning process. During the introduction, it was pointed out that collaboration as well as visualization of knowledge can aid learning. Many researchers already studied the effects of collaborative learning and explained the benefits of concept mapping. Likewise, research demonstrated the importance of visualization for students to learn concepts. However, only a few researchers investigated the connection between visual feedback and concept mapping. The previously discussed literature found that during concept mapping information is processed verbally as well as pictorially. Based on the previous results, the present study focuses on the influence of visualization on the learning process and learning gains of students in sixth grade who are collaboratively concept mapping. The following research question is addressed: *“To what extent does visual feedback at the background of a concept map have a positive influence on the learning process and learning gains of collaborating students?”* As is supposed in the introduction the visual feedback probably will foster the shared understanding and the ‘dual-coding process’ of the students which in turn is expected to favor the learning outcomes and the learning process of the students. To investigate previous assumptions one experimental condition was developed in which children were instructed to work with a concept map with a drawing at the background. The students in the control condition were provided with a concept map with a neutral background. The influence of visualization on concept mapping will be investigated to answer the two sub-questions. Thereby the nodes of both concept maps are placed in a way in which they display the volcano process the best. With respect to the learning gains multiple tests will be conducted. Scores on the pre-, mid- and posttest are used as an indicator of the learning gains.

Two sub-questions were formulated, which serve to explain possible differences between the conditions concerning the learning process. The first sub-question which is addressed, says: *“To what extent will visual feedback at the background of a concept map positively influence the quality of the final concept map?”* The quality of the concept map will be determined by scoring certain concepts and relationships. The second sub-question is: *“To what extent will visual feedback at the background of a concept map positively influence the quality of the dialogue between the collaborating students?”* The quality of the adjustments to their individual concept map indicated the learning process. In addition, the quality of the adjustments can be determined by the number of correct adjustments the students made. To make sure the difference between the adjustments they made individually and collaboratively can be recognized the students write with different color pens.

Method

Participants

Thirty-nine sixth grade (10-12 years) students participated in this study, of which 28 males ($M_{\text{age}} = 11.07$ years, $SD_{\text{age}} = 0.55$ years) and 11 females ($M_{\text{age}} = 11.20$ years, $SD_{\text{age}} = 0.422$ years). The students originated from two classes from the same primary school in the east of the Netherlands. From each class half of the students were randomly assigned to the control or the experimental condition. The experimental condition consisted of 20 students and the control condition consisted of 19 students. Dyads were randomly formed (within their own class) and checked by the classroom teachers to make sure the students were able to work together well during the collaborative part of the session. This resulted in a total of 20 dyads: 10 dyads in the experimental condition and 9 dyads in the control condition. During the practice session one of these dyads in the control condition was a triad because of an odd number of students. During the research session one of the students in the control condition was absent, so there were 9 dyads again. The absent student was excluded from the analyses. This means the data of 38 students were analyzed. Prior to the start of the research at the school, parents were informed by a passive informed consent form.

Domain

During the research session students were working on a concept mapping task on the volcanic process. According to the core objectives by the Ministry of Education (SLO 2006) volcanism is a part of the standard curriculum content. The students had some prior knowledge about volcanism, but this knowledge was not very extended. The researcher provided instruction about the domain based on the learning materials (which are explained in the next section) and also taught students the concept mapping procedure.

Learning materials

All the learning materials used were first tested during a try-out to ensure it represents the knowledge of sixth grade students. There were several adjustments made in order to improve the quality of the tests. Prior to the official research session students were instructed how to make a concept map by the practice topic 'hurricane', which is also part of the standard curriculum content. An instructional video was used to explain the topic and the text (Appendix I) retrieved from the video was used to support the students during the creation of the concept map. The text as well as the video were developed by SchoolTV which is a leading provider of educational material for students in the Netherlands. During the actual

research session about volcanism the video was also retrieved from SchoolTV and the text (Appendix II) partially. The students did not have to construct the concept map from scratch, but were provided with nodes displayed in a representative manner for the practice topic (Appendix I) as well as for the actual topic (Appendix II). Two words were already filled in to support the students during the construction of the concept map.

Tests

The students had to complete three tests in total during the research session: a pre-, mid- and post-test. It was important to test their knowledge to be able to draw any conclusions about the research. The students had to write down their name, age and gender on the test. The researcher told the students their name was only used by the researcher to arrange the tests but the results were analyzed anonymously.

Pre-test

The pre-test (Appendix III) consisted of five sentences on volcanism with one or more missing words. Students had the possibility to choose the correct word out of two words. They were instructed to encircle the correct word. An example of the sentences of the pretest is displayed in figure 1. The pre-test was short because the students probably did not had a lot prior knowledge about volcanism. With those sentences the prior knowledge of the students was tested, but they were not discouraged by the number of questions.

Figure 1. Example sentence (pre-test):

The sea plate / continental plate dives under the oceanic plate / continental plate and in the seabed arises a trough.
--

Mid-test and post-test

Both tests (Appendix IV) consisted of the same sentences as the pre-test, however they were complemented by six other questions. Five of them were open questions and one of them was a multiple-choice question. In figure 2 one of these questions of the mid- and posttest is displayed. Because of the similarity of the questions, each student received a different version of the test. Through this they were not able to answer the questions without even reading them again. The researcher explained the importance of the similarity of the tests for research purposes to the students. The mid-test was to test the knowledge of the students after watching an instructional movie about the volcanic process. The post-test tested the final

knowledge of children after constructing a concept map using an instructional text. The difference between the scores on the post-test and mid-test shows the possible improvement concerning the knowledge of the students by constructing a concept map. Of course, other factors had to be taken into account, which are later discussed.

Figure 2. *Example question (mid-test and post-test)*

<p><u>Explain</u> in 5 steps how a volcano arises.</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p> <p>4. _____</p> <p>5. _____</p>
--

Procedure

The study consisted of two separate sessions over the course of one week. The practice session took place on a Monday and the research session took place on a Thursday in a regular school week. There was only two days between the two sessions to make sure the exercise with concept mapping was still fresh in their memory. Both sessions were conducted in a normal classroom and during the individual part there was space between the desks to ensure the students would work individually. During the collaborative part the students of the dyads were sitting next to each other with space between the other dyads to make sure they did not discuss with other dyads and the audio recorders were not disturbed with other dialogues. During both sessions the researcher used an digital whiteboard to show the instructional videos and the sessions were designed on the basis of a PowerPoint presentation.

Practice session

The practice session of the experimental and control condition both lasted 50 minutes. However the experimental condition practiced with a concept map with a drawing at the background and the control condition practiced with a concept map with a plain background. The session started with an explanation about the coming sessions. It was explained to the students that the sessions were to investigate if the use of an instructional video is an useful educational method (5 min). Thereafter, the students were asked what they knew about concept maps. Different students had the possibility to explain their knowledge about concept maps. Later the students were allowed to choose a well-known topic and the researcher

constructed a concept map by means of the suggestions of the students (10 min). Next, the students watched the instructional video about hurricanes and they were allowed to ask questions about hurricanes to the researcher. Subsequently, the researcher constructed - jointly with the students - the beginning of the concept map about hurricanes (10 min). Now the students had to construct the rest of the concept map individually with a black pencil (10 min). Finally they had to work collaboratively - in the predetermined dyads - on their concept map with a blue pencil (15 min). Different color pencils were used to distinguish between adjustments the students made by themselves and adjustments the students made when they were working collaboratively.

Research session

Just as the practice session the research session lasted 50 minutes and the students were divided into a condition with a drawing at the background of the concept map and a condition with a white background. The students were behind their regular desk and were restricted to work with a black pencil during the individual part. At first students completed the pre-test about volcanism to test their prior knowledge (5 min). Then they watched an instructional movie about the volcano process and they were not allowed to ask questions anymore in order to prevent differences in the provision of information between the conditions (5 min). After the instructional movie the students completed the mid-test (10 min). Subsequently they received an instructional text about the volcano process which they could use to construct the concept map and they also received the concept map. The students of the experimental condition received a concept map with a background and the students of the control condition received a concept map without a background. The students had to work individually for 10 minutes where after they were instructed to work in predetermined dyads (10 min). The students used now a blue pencil instead of a black pencil. Every dyad received an audio recorder and they were instructed to do not touch the audio devices and speak clear and calm. During the collaborative part students were provided with cues (Appendix V) from the researcher at the digital white board to shape the collaborative process. When they finished the collaborative part the students had to hand in all the materials. Afterwards they completed the posttest to measure their final knowledge of volcanism (10 min). The researcher told the students the tests were almost the same because of research purposes. Finally there was a possibility for the students to ask questions and the researcher explained the real topic of the research.

Data analysis

Pre-test

The pre-test consisted of five sentences with in total ten missing words. For every correct answer they received one point with a maximum of ten points. When they have ten points their mark is a ten (a ten means A⁺⁺) and when they have zero points their mark is a zero (a zero means F⁻). In order to score the questions in this manner there was a coding scheme for the sentences developed. There are three different coding schemes because of the three different versions of the test (Appendix VI). An interrater reliability analysis using Pearson's correlation coefficient was performed, to guarantee consistency concerning the scoring of the tests. Four pre-tests (of both conditions) were assessed by a second rater. Results revealed a Pearson's correlation coefficient of 1.00, which is seen as very reliable.

Mid-test and post-test

With regard to the scoring of the mid-test and posttest the sentences were counted as one test and the other six questions were counted as one test. Just as the pre-test the students received for every correct answer one point with a maximum of ten points regarding the sentences. The coding schemes of the pre-test are used to score the sentences of the mid-test and posttest, because they are the same and the different versions are also in line with each other. Four tests (of both conditions) were assessed by a second rater, to calculate the interrater reliability. A Pearson's correlation coefficient of .85 was found for the first part of the tests (sentences), which shows a strong positive cohesion. Concerning the scoring of the other six questions there was also developed a coding scheme (Appendix VII). The points the students could receive for one question depended on the steps they had to take to answer the question or the difficulty of the question. For an example, when they had to call concepts by name and also explain what happened, they could receive one point for every correct concept or step. In total they could receive twenty three points for the six questions. In order to calculate the interrater reliability, four tests (of both conditions) were assessed by a second rater. Results showed a Pearson's correlation coefficient of .94, which is very reliable.

Quality of the concept maps

The quality of the concept map was based on the number of correct concepts and the number of correct descriptions of the relationship between the concepts. A coding scheme (Appendix VIII) was developed to score the quality of the concept map. For every correct concept students could receive one point (with a total of four points) and for every correct description

of the relationship between the concepts the students could also receive one point (with a total of five points). When the concept or description of the relationship was not totally wrong or correct they received a halve point. In total they could receive nine points for the concept map. Four concept maps (of both conditions) were assessed by a second rater. Results revealed a Pearson's correlation coefficient of 1.00, which is seen as very reliable.

Number of adjustments

Besides the number of correct concepts or relationships of the students, the number of correct adjustments during the collaborative part was also an indicator of the learning process. During the collaborative part students worked with a blue pencil. Every adjustment with a blue pencil is assessed, when the concept or relationship in blue is correct and the concept or relationship in black is wrong the student receives one point. The coding of the adjustments is explained in Appendix (VIII). In total they could make nine adjustments. The number of adjustments were also assessed by a second rater. A Pearson's correlation coefficient of 1.00 was found, which is very reliable.

Quality of the dialogues

In the experimental condition as well as the control condition are six dialogues analyzed. The dialogues of three students with the highest score on the concept map and the dialogues of three students with the lowest score on the concept map are analyzed. The coding scheme of the quality of the dialogues (Appendix IX) is based on research of Janssen, Erkens, Kirschner and Kanselaar (2010). They found four different disciplines with regard to the subjects students were talking about when collaborating; discussion of information, regulation of task-related activities, regulation of social activities and social activities. In table 1 the four different disciplines are explained. When two of the three students with the highest or lowest score were forming a dyad then the dialogue of the fourth student with the highest or lowest score was analyzed. Four minutes of the determined dialogues were analyzed.

Table 1. Categories of talk with regard to the dialogues

Categories	Definition
1. Discussion of information	Comments with regard to concepts, relationships between concepts or information concerning volcanism
2. Regulation of task-related activities	Questions which students ask to each other or the researcher to find out more about the course of action

3. Regulation of social activities Comments which students make about the effort of their collaboration partner or the task distribution

4. Sociale activities Jokes or other comments which are not related to the task

Note: Based on research of Janssen, Erkens, Kirschner en Kanselaar (2010)

Results

Learning gains

Before the learning gains were analyzed, there was investigated if there were any differences between prior knowledge concerning the two conditions. By means of an one way ANOVA the results show that there are no significant differences between the two conditions with regard to the initial prior knowledge ($F(1,36) = 1.49, p = .23$). The scores on the pre-, mid- and posttest are used to calculate the learning gain scores. The mean scores (M) and standard deviations (SD) of the pre-test of both conditions are included in table 2.

Sentences

First the learning gain from the pre-test to the mid-test of the experimental condition was addressed. The results indicated that the learning gain from the pre-test to the mid-test is significant ($t(19) = 6.82, p = .00$). With regard to the second learning gain from the mid-test to the posttest the results indicated that it is not significant ($t(19) = 0.30, p = .39$). The two learning gains together form the overall learning gain from the pre-test to the posttest.

Analyzes revealed that the total learning gain of the experimental condition is significant ($t(19) = 7.97, p = .00$). The first learning gain of the control condition was - in contrast to the experimental condition - not significant ($t(17) = 0.88, p = .20$). Although the second learning gain was significant ($t(17) = 2.36, p = .02$), which is also in contrast with the experimental condition. The total learning of the control condition was also significant ($t(17) = 2.58, p = .01$). After the analyzes of the learning gains within the conditions, the differences between the conditions were addressed through the use of an one way ANOVA. The results reveal that there is a significant difference between the two conditions regarding the first learning gain from the pre-test to the mid-test ($F(1,36) = 8.92, p = .01$). However, the difference between the second learning gain (from mid-test to post-test) turned out to be not significant ($F(1,36) = 2.04, p = .16$). Finally, results showed that the total learning gain (from pre-test to post-test) differs significantly between the experimental and control condition ($F(1,36) = 6.01, p = .02$), despite the insignificant difference between the conditions regarding the second learning gain. The mean scores (M) and standard deviations (SD) of the learning gains of both conditions are included in table 3.

Open questions

For the experimental condition the learning gain from the mid-test to the post-test with regard to the open questions turned out to be not significant ($t(19) = 1.46, p = .08$). In contrast to the

experimental condition results indicated that the learning gain of the control condition was significant ($t(17) = 3.00, p = .00$). An one way ANOVA showed that there is no significant difference between the experimental and control condition regarding the total learning gain ($F(1,36) = 0.88, p = .36$). The mean scores and standard deviations of the tests and learning gains of both conditions are included in table 2 and 3.

Table 2. Mean scores (*M*) and standard deviations (*SD*) of the pre-, mid- and posttest regarding the sentences and open questions.

Test	Experimental condition (N=20)		Control condition (N=18)	
	M	SD	M	SD
Pre-test	5.90	1.74	6.61	1.85
Mid-test (sentences)	8.65	1.42	7.17	1.79
Mid-test (open questions)	7.98	2.66	5.58	2.52
Post-test (sentences)	8.75	1.62	7.94	1.80
Post-test (open questions)	8.70	2.88	6.94	3.05

Table 3. Mean scores (*M*) and standard deviations (*SD*) of the learning gains

Learning gain	Experimental condition (N=20)		Control condition (N=18)	
	M	SD	M	SD
Pre-test to mid-test (sentences)	2.75	1.80	.56	2.68
Mid-test to posttest (sentences)	.10	1.52	.78	1.40
Total learning gain (sentences)	2.85	1.60	1.33	2.20
Total learning gain (open questions)	.73	2.23	1.36	1.93

Learning process

The adjustments to the individual concept map and the score on the concept map are used as indicators of the learning process.

Quality concept map

The quality of the concept maps are tested with an one way ANOVA. Results reveal that there is a significant difference between the scores on the concept map of the experimental and

control condition ($F(1,36) = 14.63, p = .00$). The mean scores (M) and the standard deviations (SD) are displayed in table 4.

Number of correct adjustments

The results of an one way ANOVA showed that there is no significant difference between the experimental and control condition regarding the number of correct adjustments ($F(1,36) = 1.61, p = .21$). The mean scores and standard deviations of both conditions are included in table 4.

Table 4. Mean scores (M) and standard deviations (SD) of the score on the concept map and the number of correct adjustments.

Test	Experimental condition (N=20)		Control condition (N=18)	
	M	SD	M	SD
Score concept map	4.20	1.48	2.39	1.43
Number of correct adjustments	1.25	1.45	.67	1.38

Quality of dialogues

First the differences regarding the quality of the dialogues will be examined between students with a high quality concept map and a low quality concept map. Subsequently, the experimental and control condition will be compared. A multivariate analysis of variance was performed to examine differences between respondents with a high quality concept map and respondents with a low quality concept map concerning the different sorts of talk. Results (Wilk's Lambda) indicate that there is a significant difference between the respondents with a high and low quality concept map in the experimental condition ($\Lambda = .03, F(3,2) = 24.95, p = .04$). To investigate the difference, an one way ANOVA was performed. Although there is a significant difference between the respondents with a high and low quality concept map there were no significant differences found investigating the different categories of talk: 'discussion of information' ($F(1,4) = 3.20, p = .15$), 'regulation of task-related activities' ($F(1,4) = 1.01, p = .37$), 'regulation of social activities' ($F(1,4) = 6.13, p = .07$) and 'social activities' ($F(1,4) = 4.91, p = .09$). Performing a multivariate analysis of variance (Wilk's Lambda) no significant differences (concerning the different sorts of talk) were found between respondents

of the control condition concerning high and low quality concept maps ($\Lambda = .15$, $F(3,2) = 3.82$, $p = .21$). Finally, both conditions were compared with each other. A multivariate analysis using Wilk's Lambda shows that there is a significant difference between the conditions regarding the four sorts of talk ($\Lambda = .10$, $F(3,8) = 23.27$, $p = .00$). Further analyses reveal no significant differences between the four sorts of talk: 'discussion of information' ($F(1,4) = .44$, $p = .53$), 'regulation of task-related activities' ($F(1,4) = .72$, $p = .42$), 'regulation of social activities' ($F(1,4) = .20$, $p = .66$) and 'social activities' ($F(1,4) = .00$, $p = .97$). The mean scores and standard deviations of the different sorts of talk during the dialogues are included in table 5.

Tabel 5. Mean scores (*M*) and standard deviations (*SD*) of the score on the concept map and the number of correct adjustments.

		Experimental condition (N=20)		Control condition (N=18)	
Category talk	Quality concept map	M	SD	M	SD
Discussion of information	High	17.67	6.51	14.67	7.51
	Low	9.00	5.29	6.67	3.79
	Total	13.33	7.12	10.67	6.89
Regulation of task-related activities	High	6.67	4.73	3.33	1.16
	Low	3.67	2.08	4.33	1.16
	Total	5.17	3.66	3.83	1.17
Regulation of social activities	High	3.67	.58	2.00	1.00
	Low	1.33	1.53	2.33	.58
	Total	2.50	1.64	2.17	.75
Social activities	High	3.00	3.61	5.33	3.51
	Low	14.00	7.81	11.33	2.89
	Total	8.50	8.12	8.33	4.37

Discussion

The present study investigated if visual feedback at the background of a concept map influenced the learning process and learning gains of children. Sixth grade students were divided into two conditions; the experimental condition received a concept map with visual feedback and the control condition received a concept map without visual feedback. It was expected that visual feedback would have a positive influence on the learning process and learning gains of children. The learning gains of both conditions were addressed by a pre-, mid- and posttest and the quality of the concept map and dialogues indicated the learning process.

In order to explain possible differences between the experimental condition and the control condition we had a closer look. The first sub-question was: *“To what extent will visual feedback at the background of a concept map positively influence the quality of the final concept map?”* Students in the experimental condition produced high quality concept maps, compared to students in the control condition, who more commonly produced low quality concept maps. The finding supports the notion that visual feedback fosters students’ learning outcomes and students’ learning process. This is in line with prior research about visualization (Larkin & Simon, 1987; Leopold & Lautner, 2012). However confounding factors need to be taken into account. It is possible that the performance of the students in the control condition was negatively affected by the time of the day. The practice session and research session of the control condition both took place on the latest hour of the students’ school day. In contrast, both sessions of the experimental session took place just after a break. It would have been more reliable when the practice session of both conditions occurred at the same time. However, the results were compelling enough to conclude that visual feedback positively influenced the quality of the final concept map ($M_{\text{experimental}} = 4.20$, $SD_{\text{experimental}} = 1.48$; $M_{\text{control}} = 2.39$, $SD_{\text{control}} = 1.43$)

Besides the quality of the final concept map the number of adjustments to the concept map was addressed. Surprisingly, visual feedback did not affect the number of adjustments to the concept map. It was expected that visual feedback would benefit the learning process which in turn would induce the number of adjustments. This finding emphasizes the need for further research to explain the importance of visual feedback during collaboration. Because prior research pointed out the benefits of collaboration (Johnson, Choi & Johnson, 2009) and the present research indicated the importance of visual feedback.

The second sub-question was: *“To what extent will visual feedback at the background of a concept map positively influence the quality of the dialogue between the collaborating*

students?”. A significant effect of the visual feedback was found with respect to the dialogues. Students in the experimental condition with a high quality concept map also demonstrated dialogues with a higher quality. Likewise, students in the experimental condition outperformed students in the control condition with respect to the quality of the dialogues. However no significant differences were revealed between the categories of talk. Contrary to the findings of the present study prior research demonstrated the existence of differences between the categories of talk (Janssen, Erkens, Kirschner & Kanselaar, 2010). This contrast may be due to the fact that the students in the present study were not familiar with an audio recorder. During the research session the audio recorders were for the first time introduced to the students. Even though the experimenter explained the purpose of the audio recorder and answered questions of the students, the students were impressed by the recorders. Future research might address the unfamiliarity with the recorders through introducing the recorders already during the practice session. The answer to the second sub-question is that the visual feedback at the background of a concept map has a significant influence on the quality of the dialogue. However examination of categories of talk provides no possible explanation for the findings.

To investigate the influence of visual feedback on the learning gains the scores on the pre-, mid-, and posttest were analyzed. The tests consisted of two parts (sentences and open questions) which were separately examined. With respect to the analyzes of the sentences results revealed that both conditions had a significant total learning gain (from the pre-test to the posttest). However, the learning gain of the experimental condition appeared to be higher. Examination of students’ scores on the open question tests showed no significant differences between the two conditions.

Overall the results of this study indicate that visual feedback at the background of a concept map has a positive influence on the learning process and learning gains (partially). Although this positive effect needs to be put into perspective. The results reveal that visual feedback fosters the learning process with regard to the quality of the final concept map and dialogues. However no effects were found for the categories of talk and number of adjustments to the concept map. Results also reveal that visual feedback benefits the learning gains partially. Positive effects were found with respect to the sentences, but no positive effects were found for the open questions.

In sum, visual feedback fosters the concept mapping of children, however more research is needed. Additional research could explore how visual feedback affects the collaboration of students. There is also need to examine the influence of collaboration on the

quality of the adjustments students make to a concept map with visual feedback. Teachers should be aware of the importance of visual feedback, which ensures better learning outcomes for students.

Acknowledgements

I would like to thank my supervisor Hannie Gijlers for her innovating feedback and excellent support. I'm also thankful for the good feedback provided by Lars Bollen. Furthermore, I would like to thank the teachers and students of the St. Alphonsus school for their collaboration during the research. I'm also thankful for my mother Karin Grooten being a trustworthy second rater. And last but not least I would like to thank the students who participated during the try-out.

References

- van Boxtel, C., van der Linden, J., & Kanselaar, G. (2000). Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction, 10*, 311-330
- Brooks, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of "Big Ideas". *International Journal of Science Education, 31*(3), 319-341, doi: 10.1080/09500690802595771
- Burkhard, R.A., & Meier, M. (2005). Tube Map Visualization: Evaluation of a Novel Knowledge Visualization Application for the Transfer of Knowledge in Long-Term Projects. *Journal of Universal Computer Science, 11*(4), 473-494
- Cañas, A.J., Carff, R., Hill, G., Carvalho, M., Arguedas, M., Eskridge, T.C., Lott, J., & Carvajal, R. (2005). Concept Maps: Integrating Knowledge and Information Visualization. *Lecture Notes in Computer Science, 3426*, 205-219. doi: 10.1007/11510154_11
- Freeman, L.A., & Jessup, L.M. (2004). The power and benefits of concept mapping: measuring use, usefulness, ease of use, and satisfaction. *International Journal of Science Education, 26*(2), 151-169.
- Gijlers, H., & de Jong, T. (2013). Using Concept Maps to Facilitate Collaborative Simulation-Based Inquiry Learning. *The Journal of the Learning Sciences, 22*, 340-374. doi: 10.1080/10508406.2012.748664
- Gijlers, H., Weinberger, A., van Dijk, A.M., Bollen, L., & van Joolingen, W. (2013). Collaborative drawing on a shared digital canvas in elementary science education: The effects of script and task awareness support. *Computer-Supported Collaborative Learning, 8*(4), 427-453. doi: 10.1007/s11412-013-9180-5
- Ho, F.F., & Boo, H.K. (2007). Cooperative learning: Exploring its effectiveness in the Physics classroom. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 8*(2).
- Jacobs-Lawson, J.M., & Hershey, D.A. (2002). Concept Maps as an Assessment Tool in Psychology Courses. *Teaching of Psychology, 29*(1), 25-29.
- Janssen, J., Erkens, G., Kirschner, A., & Kanselaar, G. (2010). Task-related and social regulation during online collaborative learning. *Metacognition Learning, 7*, 25-43. doi: 10.1007/s11409-010-9061-5
- Johnson, D.W., Choi, J., & Johnson, R.T. (2009). Relationship Among Cooperative Learning Experiences, Social Interdependence, Children's Aggression, Victimization, and Prosocial Behaviors. *Annual IACM Conference Paper, 22*. doi: 10.2139/ssrn.1484900
- Koshman, S., & Chi-Jung, L. (2009). Comparing visualization techniques to structure

- collaborative concepts. *IEEE Conference Publications*, 1-8. doi: 10.4108/ICST.COLLABORATECOM2009.8351
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*. doi:10.1016/j.edurev.2013.02.002
- Larkin, J.H., & Simon, H.A. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Then Thousand Words. *Cognitive Science*, 11, 65-99
- Leopold, C., & Leutner, D. (2012). Science text comprehension: Drawing, main idea selection, and summarizing as learning strategies. *Learning and Instruction*, 22, 16-26. doi:10.1016/j.learninstruc.2011.05.005
- Lou, Y., Abrami, P.C., Spence, J.C., Poulsen, C., Chambers, B., & d'Apollonia, S. (1996). Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), 423-458.
- Novak, J.D., & Cañas, A.J. (2006). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006, available at: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- O'Donnell, A., Dansereau, D., & Hall, R. H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 14(1), 71-86.
- Saab, N., van Joolingen, W.R., & Hout-Wolters, B.H.A.M. (2007). Supporting communication in a collaborative discovery learning environment: The effect of instruction. *Instructional Science*, 35, 73-98. doi:10.1007/s11251-006-9003-4
- Slavin, R.E. (1996). Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. *Contemporary Educational Psychology*, 21(4), 43-69.
- Wang, X., & Mu, Y. (2009). The Using of Knowledge Visualization Tools in E-science Environment Take Concept Maps for Example. *IEEE Conference Publications*, 39-42. doi:10.1109/CASE.2009.130
- Youssef, H.A.M., & Mansour, A.M. (2012). The Effect of Concept Mapping on Students' Learning Achievements and Interests in Taif University. *Life Science Journal*, 9(2).

Appendices

Appendix I Concept maps practice session hurricane both versions (in Dutch)

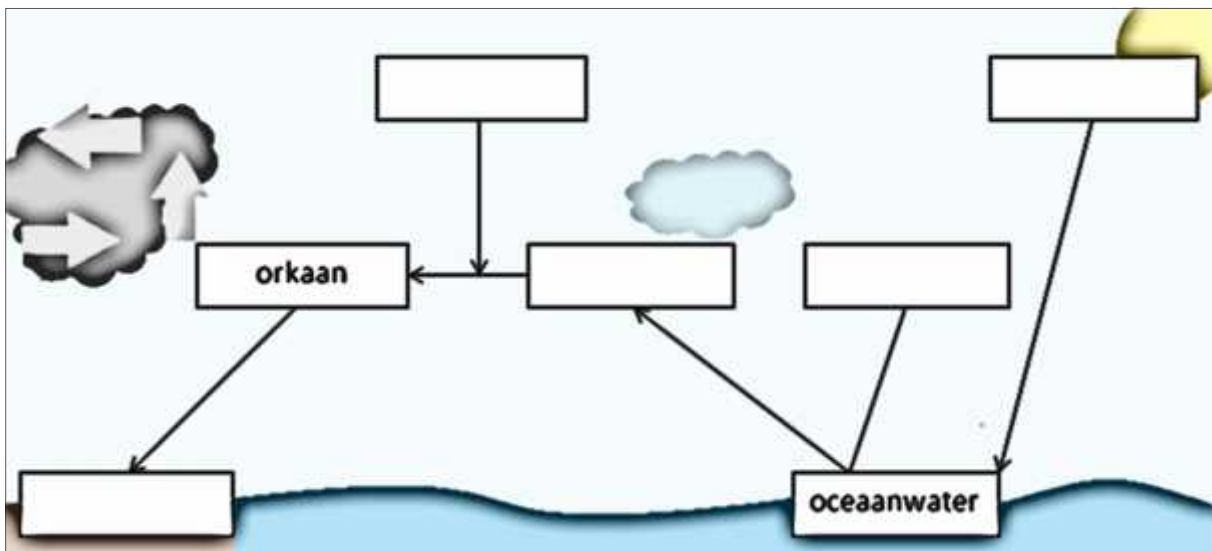
Het ontstaan van een orkaan

Uitleg

Het ontstaan van een orkaan heeft te maken met de zomerzon die de afgelopen maanden het water in de oceaan flink heeft opgewarmd. De lucht wordt in deze tijd steeds kouder, waardoor het oceaانwater verdampt en er een grote wolk ontstaat. Deze wolk gaat ronddraaien en door de harde wind doet hij dat steeds sneller. Boven de oceaan wordt de wolk een orkaan die richting het land stuift.

Begrippenkaart

Maak gebruik van de uitleg over het ontstaan van een orkaan bij het maken van de begrippenkaart. Er staan al twee woorden ingevuld in de vakjes. Het is de bedoeling dat jij in de rest van de vakjes woorden invult die je uit de uitleg haalt. Ook moet je bij de pijltjes neerzetten wat er gebeurt met de woorden. Dit kun je ook uit de uitleg halen.



Opmerking

Als je klaar bent, moet je even wachten totdat de begeleider vertelt wat je nu moet doen. Je mag niet met iemand anders overleggen.

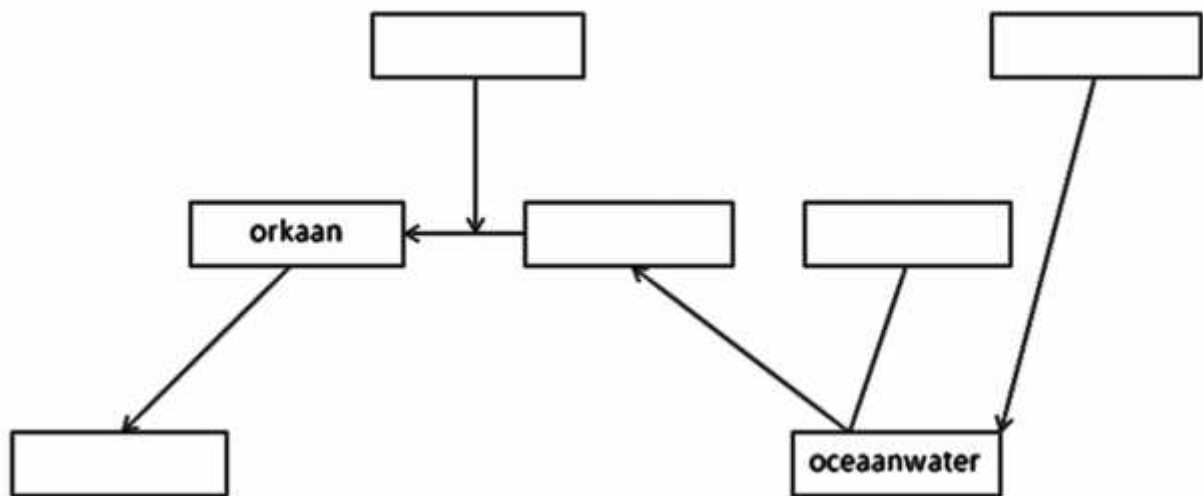
Het ontstaan van een orkaan

Uitleg

Het ontstaan van een orkaan heeft te maken met de zomerzon die de afgelopen maanden het water in de oceaan flink heeft opgewarmd. De lucht wordt in deze tijd steeds kouder, waardoor het oceaانwater verdampt en er een grote wolk ontstaat. Deze wolk gaat ronddraaien en door de harde wind doet hij dat steeds sneller. Boven de oceaan wordt de wolk een orkaan die richting het land stuift.

Begrippenkaart

Maak gebruik van de uitleg over het ontstaan van een orkaan bij het maken van de begrippenkaart. Er staan al twee woorden ingevuld in de vakjes. Het is de bedoeling dat jij in de rest van de vakjes woorden invult die je uit de uitleg haalt. Ook moet je bij de pijltjes neerzetten wat er gebeurt met de woorden. Dit kun je ook uit de uitleg halen.



Opmerking

Als je klaar bent, moet je even wachten totdat de begeleider vertelt wat je nu moet doen. Je mag niet met iemand anders overleggen.

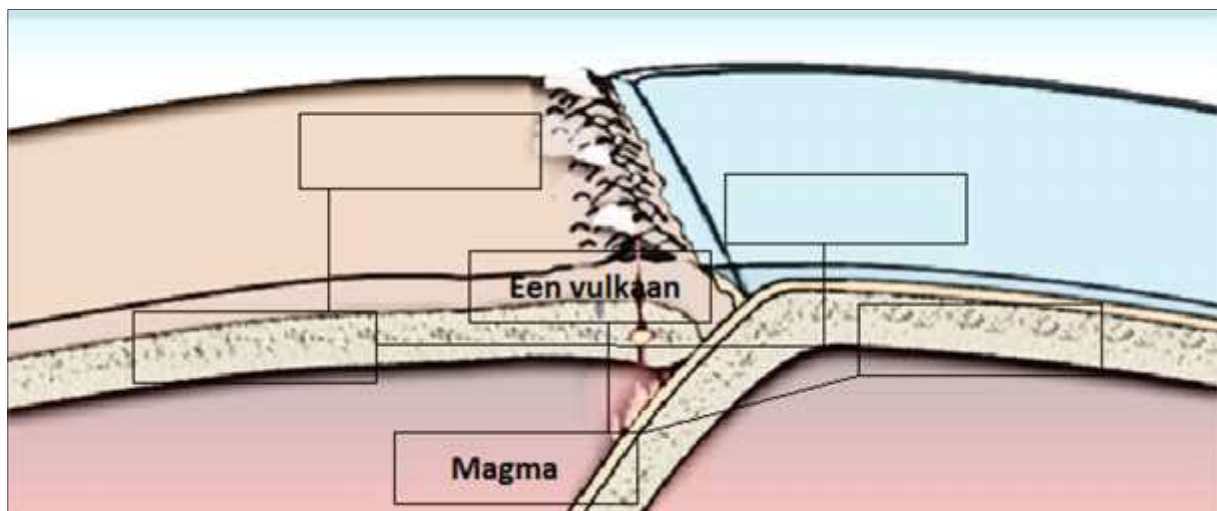
Het ontstaan van een vulkaan

Uitleg

Als een zeeplaat tegen een landplaat botst dan duikt de zeeplaat onder de landplaat. In de zeebodem ontstaat een trog. De landplaat komt omhoog en er ontstaat een gebergte. De zeeplaat smelt in de hete laag onder de aardkorst waardoor het magma wordt. De magma borrelt omhoog en er vormt een vulkaan. Een vulkaan is een plek waar het magma naar buiten kan komen. Als dit gebeurt noem je het een vulkaanuitbarsting

Begrippenkaart

Maak gebruik van de uitleg over het ontstaan van een vulkaan bij het maken van de begrippenkaart. Er staan al twee woorden ingevuld in de vakjes. Het is de bedoeling dat jij in de rest van de vakjes woorden invult die je uit de uitleg haalt. Ook moet je bij de pijltjes neerzetten wat er gebeurt met de woorden. Dit kun je ook uit de uitleg halen.



Opmerking

Als je klaar bent, moet je even wachten totdat de begeleider vertelt wat je nu moet doen. Je mag niet met iemand anders overleggen.

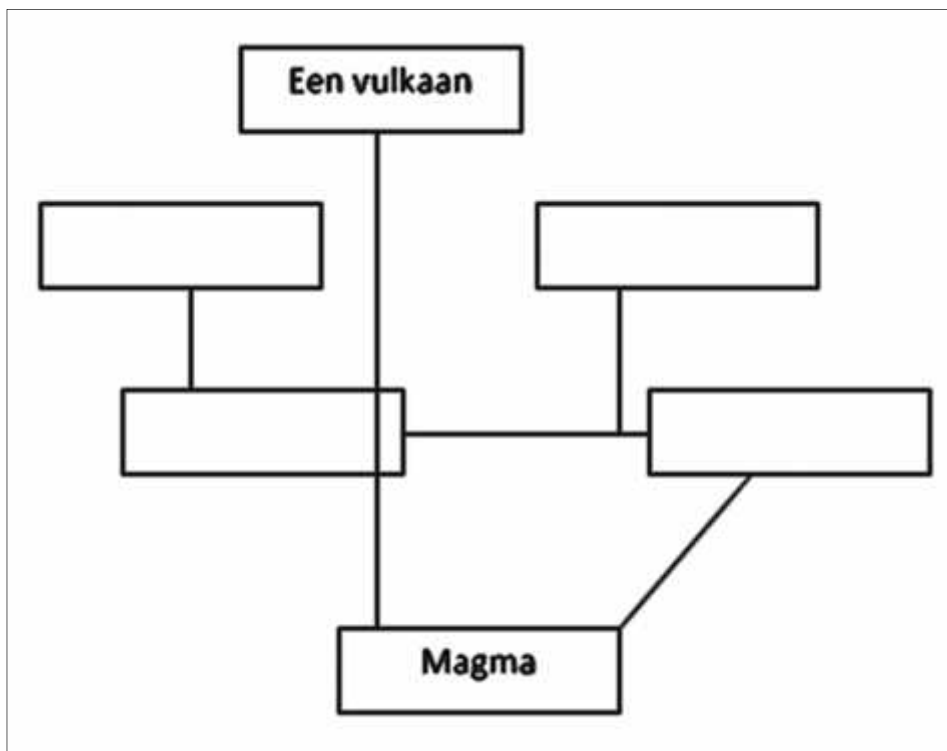
Het ontstaan van een vulkaan

Uitleg

Als een zeeplaat tegen een landplaat botst dan duikt de zeeplaat onder de landplaat. In de zeebodem ontstaat een trog. De landplaat komt omhoog en er ontstaat een gebergte. De zeeplaat smelt in de hete laag onder de aardkorst waardoor het magma wordt. De magma borrelt omhoog en er vormt een vulkaan. Een vulkaan is een plek waar het magma naar buiten kan komen. Als dit gebeurt noem je het een vulkaanuitbarsting

Begrippenkaart

Maak gebruik van de uitleg over het ontstaan van een vulkaan bij het maken van de begrippenkaart. Er staan al twee woorden ingevuld in de vakjes. Het is de bedoeling dat jij in de rest van de vakjes woorden invult die je uit de uitleg haalt. Ook moet je bij de pijltjes neerzetten wat er gebeurt met de woorden. Dit kun je ook uit de uitleg halen.



Opmerking

Als je klaar bent, moet je even wachten totdat de begeleider vertelt wat je nu moet doen. Je mag niet met iemand anders overleggen.

Toets vulkanisme

versie A

Opgave

In onderstaande zinnen ontbreken telkens woorden. Omcirkel het dikgedrukte woord dat volgens jou goed is.

- A. Bij een vulkaan op het land bewegen de platen **naar elkaar toe / van elkaar af**.
- B. De **zeeplaat / landplaat** duikt onder de **zeeplaat / landplaat** en in de zeebodem ontstaat een **gebergte / trog**.
- C. Het binnenste gedeelte van de aarde is zeer heet, waardoor het gesteente **smelt / afbrokkelt** en **magma / lava** vormt dat omhoog borrelt en er ontstaat een **modderstroom / vulkaan**.
- D. Wanneer de landplaat omhoog komt, ontstaat er een **gebergte / trog**.
- E. Als de **magma / lava** naar buitenkomt noem je dit een **vulkaanuitbarsting / modderstroom**.

Toets vulkanisme

versie B

Opgave

In onderstaande zinnen ontbreken telkens woorden. Omcirkel het dikgedrukte woord dat volgens jou goed is.

- A. Als de **magma / lava** naar buiten komt noem je dit een **vulkaanuitbarsting / modderstroom**.
- B. Wanneer de landplaat omhoog komt, ontstaat er een **gebergte / trog**.
- C. Het binnenste gedeelte van de aarde is zeer heet, waardoor het gesteente **smelt / afbrokkelt** en **magma / lava** vormt dat omhoog borrelt en er ontstaat een **modderstroom / vulkaan**.
- D. De **zeeplaat / landplaat** duikt onder de **zeeplaat / landplaat** en in de zeebodem ontstaat een **gebergte / trog**.
- E. Bij een vulkaan op het land bewegen de platen **naar elkaar toe / van elkaar af**.

Opgave

In onderstaande zinnen ontbreken telkens woorden. Omcirkel het dikgedrukte woord dat volgens jou goed is.

- A. Het binnenste gedeelte van de aarde is zeer heet, waardoor het gesteente **smelt / afbrokkelt** en **magma / lava** vormt dat omhoog borrelt en er ontstaat een **modderstroom / vulkaan**.
- B. Als de **magma / lava** naar buiten komt noem je dit een **vulkaanuitbarsting / modderstroom**.
- C. Bij een vulkaan op het land bewegen de platen **naar elkaar toe / van elkaar af**.
- D. Wanneer de landplaat omhoog komt, ontstaat er een **gebergte / trog**.
- E. De **zeeplaat / landplaat** duikt onder de **zeeplaat / landplaat** en in de zeebodem ontstaat een **gebergte / trog**.

Toets vulkanisme

versie A

Opgave 1

In onderstaande zinnen ontbreken telkens woorden. Omcirkel het dikgedrukte woord dat volgens jou goed is.

- A. Bij een vulkaan op het land bewegen de platen **naar elkaar toe / van elkaar af**.
- B. De **zeeplaat / landplaat** duikt onder de **zeeplaat / landplaat** en in de zeebodem ontstaat een **gebergte / trog**.
- C. Het binnenste gedeelte van de aarde is zeer heet, waardoor het gesteente **smelt / afbrokkelt** en **magma / lava** vormt dat omhoog borrelt en er ontstaat een **modderstroom / vulkaan**.
- D. Wanneer de landplaat omhoog komt, ontstaat er een **gebergte / trog**.
- E. Als de **magma / lava** naar buitenkomt noem je dit een **vulkaanuitbarsting / modderstroom**.

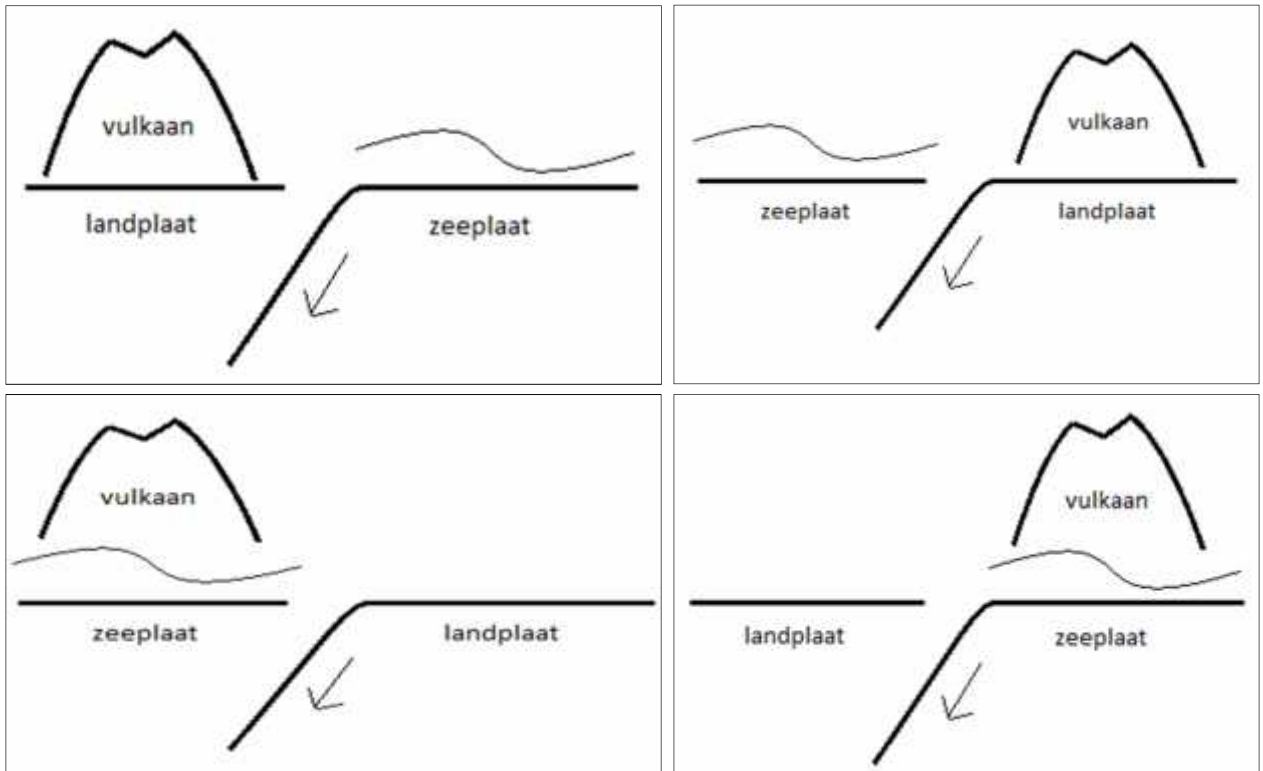
Opgave 2

Bij de volgende vragen is het de bedoeling dat je een uitgebreid en duidelijk antwoord geeft dat binnen het kader past.

- a) Leg uit waardoor het gesteente onder de grond in magma verandert.

- b) Leg uit waarom de ene plaat onder de andere plaat duikt, noem ze bij de naam.

c) Omcirkel de tekening die volgens jou goed is (tip: kijk naar de namen van de platen en naar de plek van de vulkaan).



d) Leg uit waarom de tekening die je bij de vorige vraag hebt gekozen volgens jou goed is.

e) Noem in 5 stappen hoe een vulkaan ontstaat.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

5) _____

f) Leg uit waardoor de magma naar boven komt.

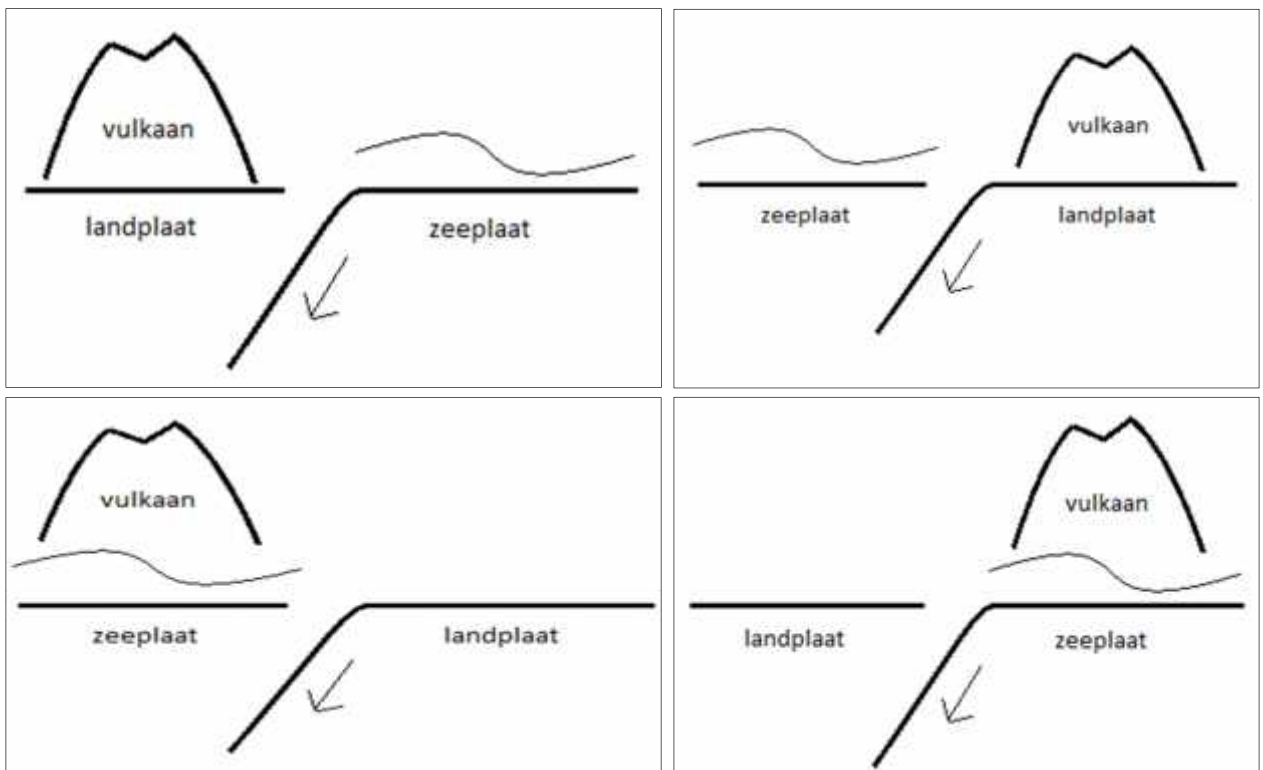
Toets vulkanisme

versie B

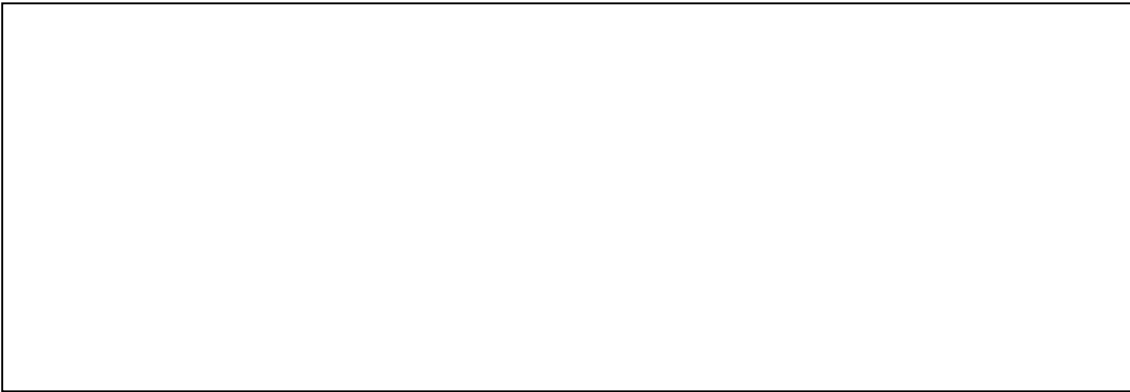
Opgave 1

Bij de volgende vragen is het de bedoeling dat je een uitgebreid en duidelijk antwoord geeft dat binnen het kader past.

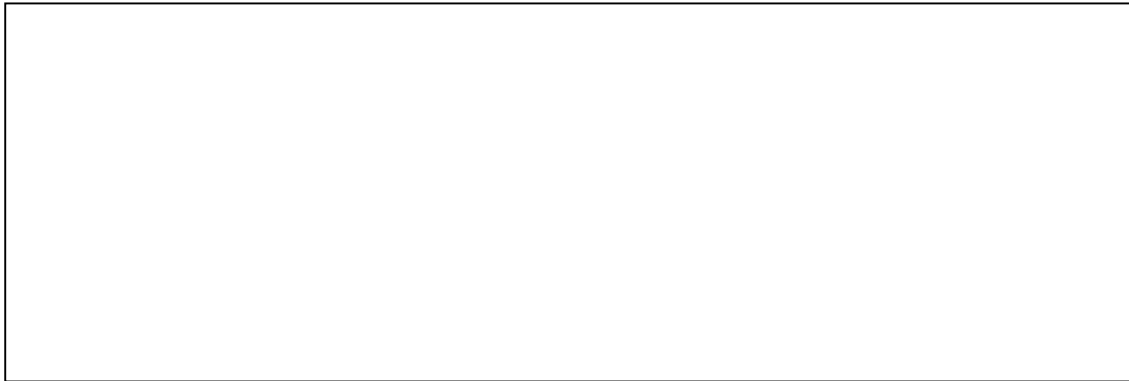
a) Omcirkel de tekening die volgens jou goed is (tip: kijk naar de namen van de platen en naar de plek van de vulkaan).



b) Leg uit waarom de tekening die je bij de vorige vraag hebt gekozen volgens jou goed is.



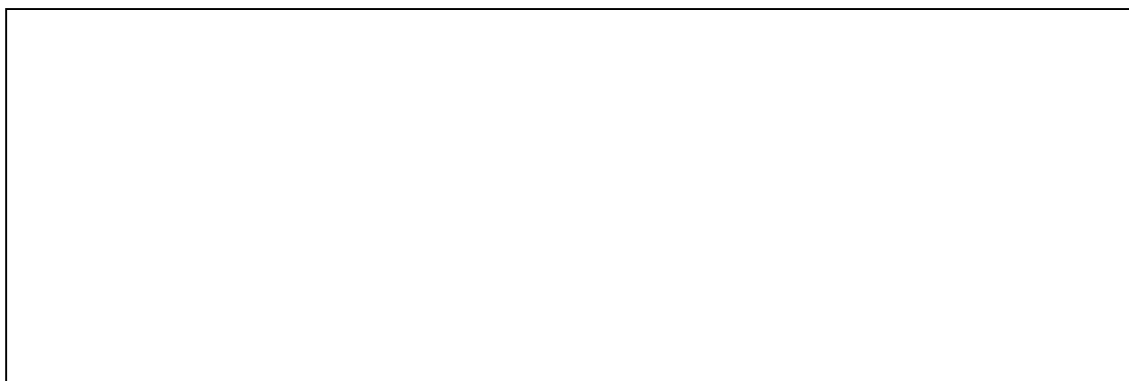
c) Leg uit waardoor het gesteente onder de grond in magma verandert.



d) Leg uit waarom de ene plaat onder de andere plaat duikt, noem ze bij de naam.



e) Leg uit waardoor de magma naar boven komt.



f) Noem in 5 stappen hoe een vulkaan ontstaat.

- 1) _____

- 2) _____

- 3) _____

- 4) _____

- 5) _____

Opgave 2

In onderstaande zinnen ontbreken telkens woorden. Omcirkel het dikgedrukte woord dat volgens jou goed is.

- A. Als de **magma / lava** naar buiten komt noem je dit een **vulkaanuitbarsting / modderstroom**.
- B. Wanneer de landplaat omhoog komt, ontstaat er een **gebergte / trog**
- C. Het binnenste gedeelte van de aarde is zeer heet, waardoor het gesteente **smelt / afbrokkelt** en **magma / lava** vormt dat omhoog borrelt en er ontstaat een **modderstroom / vulkaan**
- D. De **zeeplaat / landplaat** duikt onder de **zeeplaat / landplaat** en in de zeebodem ontstaat een **gebergte / trog**
- E. Bij een vulkaan op het land bewegen de platen **naar elkaar toe / van elkaar af**.

Toets vulkanisme

versie C

Opgave 1

In onderstaande zinnen ontbreken telkens woorden. Omcirkel het dikgedrukte woord dat volgens jou goed is.

- A. Het binnenste gedeelte van de aarde is zeer heet, waardoor het gesteente **smelt / afbrokkelt** en **magma / lava** vormt dat omhoog borrelt en er ontstaat een **modderstroom / vulkaan**.
- B. Als de **magma / lava** naar buiten komt noem je dit een **vulkaanuitbarsting / modderstroom**
- C. Bij een vulkaan op het land bewegen de platen **naar elkaar toe / van elkaar af**.
- D. Wanneer de landplaat omhoog komt, ontstaat er een **gebergte / trog**.
- E. De **zeeplaat / landplaat** duikt onder de **zeeplaat / landplaat** en in de zeebodem ontstaat een **gebergte / trog**.

Opgave 2

Bij de volgende vragen is het de bedoeling dat je een uitgebreid en duidelijk antwoord geeft dat binnen het kader past.

- a) Leg uit waardoor de magma naar boven komt.

- b) Noem in 5 stappen hoe een vulkaan ontstaat.

1) _____

2) _____

3) _____

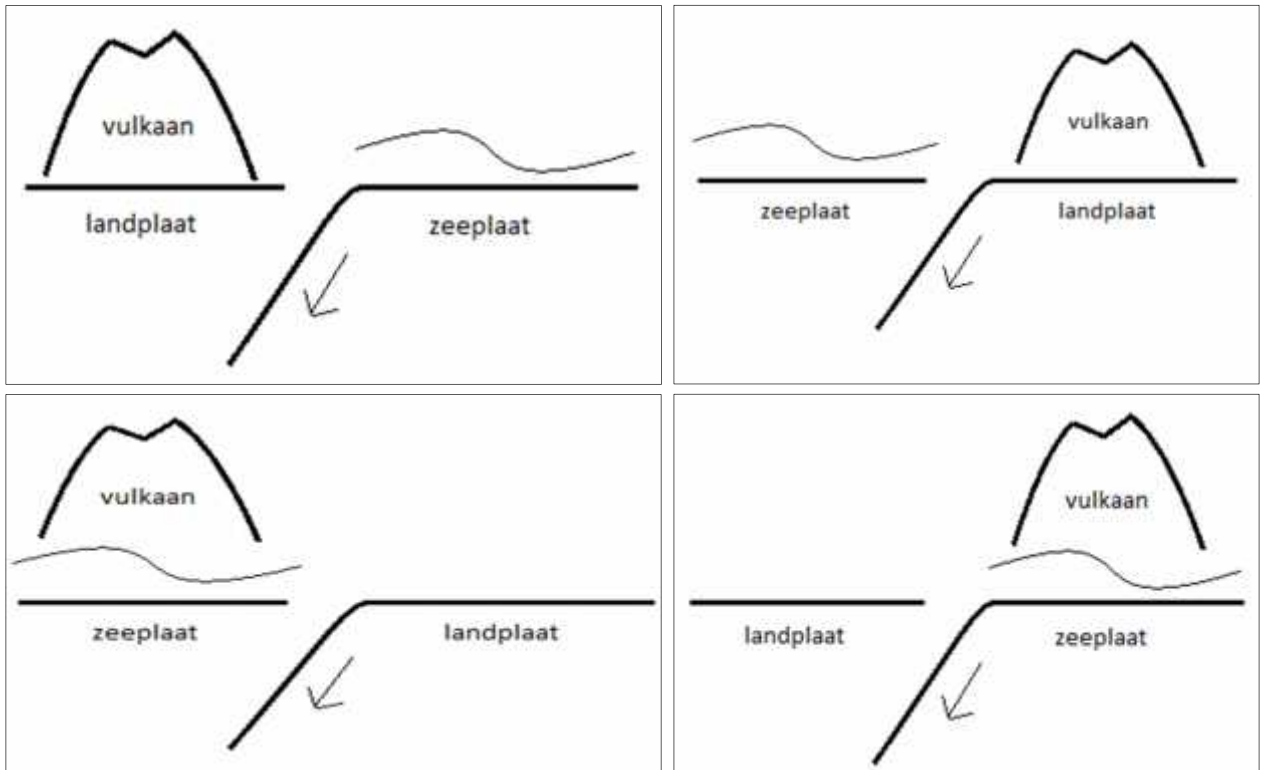
4) _____

5) _____

- c) Leg uit waardoor het gesteente onder de grond in magma verandert.

- d) Leg uit waarom de ene plaat onder de andere plaat duikt, noem ze bij de naam.

- e) Omcirkel de tekening die volgens jou goed is (tip: kijk naar de namen van de platen en naar de plek van de vulkaan).



- f) Leg uit waarom de tekening die je bij de vorige vraag hebt gekozen volgens jou goed is.



SAMENWERKEN



- Kijk naar de **verschillen** tussen jullie begrippenkaart
- Leg duidelijk uit waarom je het woord in het vakje hebt gezet
- Leg duidelijk uit waarom je een woord bij het pijltje hebt gezet



Codeerschema pre-test vulkanisme

Versie A

Er moet één woord omcirkeld zijn, als beide woorden of geen van beide woorden zijn omcirkeld, wordt dit fout gerekend. Wanneer een student zijn antwoord niet heeft omcirkeld, maar één van de twee woorden door heeft gestreept, wordt het woord dat niet door is gestreept als antwoord gerekend. Als beide woorden zijn omcirkeld, maar één van deze twee woorden tussen haakjes staat dan wordt het woord dat niet tussen haakjes staat goed gerekend.

- A. naar elkaar toe
- B. zeeplaat; landplaat; trog
- C. smelt; magma; vulkaan
- D. gebergte
- E. magma; vulkaanuitbarsting

Scoring

- Ieder correct antwoord levert 1 punt op, met een maximum van 10 punten.
- Ieder fout antwoord levert 0 punten op.

Codeerschema pre-test vulkanisme

Versie B

Er moet één woord omcirkeld zijn, als beide woorden of geen van beide woorden zijn omcirkeld, wordt dit fout gerekend. Wanneer een student zijn antwoord niet heeft omcirkeld, maar één van de twee woorden door heeft gestreept, wordt het woord dat niet door is gestreept als antwoord gerekend. Als beide woorden zijn omcirkeld, maar één van deze twee woorden tussen haakjes staat dan wordt het woord dat niet tussen haakjes staat goed gerekend.

- A. magma; vulkaanuitbarsting
- B. gebergte
- C. smelt; magma; vulkaan
- D. zeeplaat; landplaat; trog
- E. naar elkaar toe

Scoring

- Ieder correct antwoord levert 1 punt op, met een maximum van 10 punten.
- Ieder fout antwoord levert 0 punten op.

Codeerschema pre-test vulkanisme

Versie C

Er moet één woord omcirkeld zijn, als beide woorden of geen van beide woorden zijn omcirkeld, wordt dit fout gerekend. Wanneer een student zijn antwoord niet heeft omcirkeld, maar één van de twee woorden door heeft gestreept, wordt het woord dat niet door is

gestreept als antwoord gerekend. Als beide woorden zijn omcirkeld, maar één van deze twee woorden tussen haakjes staat dan wordt het woord dat niet tussen haakjes staat goed gerekend.

- A. smelt; magma; vulkaan
- B. magma; vulkaanuitbarsting
- C. naar elkaar toe
- D. gebergte
- E. zeeplaat; landplaat; trog

Scoring

- Ieder correct antwoord levert 1 punt op, met een maximum van 10 punten.
- Ieder fout antwoord levert 0 punten op.

Codeerschema mid-test and post-test vulkanisme

versie A

De dikgedrukte onderdelen die in de kaders staan moeten zijn genoemd om punten te behalen. Tussen de haakjes staat hoeveel punten worden toegekend voor een bepaald onderdeel. In sommige gevallen moet er een specifiek onderdeel aanwezig zijn, willen de andere onderdelen correct kunnen zijn. Wanneer dit het geval is, wordt dit vermeld.

- a) Leg uit waardoor het gesteente onder de grond in magma verandert.

*Wanneer de platen met elkaar botsen duikt de ene plaat onder de andere plaat. De onderste plaat komt in het binnenste gedeelte van de aarde waar het **zeer heet** (1) is. Door de hitte **smelt** (1) de onderste plaat, waardoor het in **magma** (1) verandert.*

- 3 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

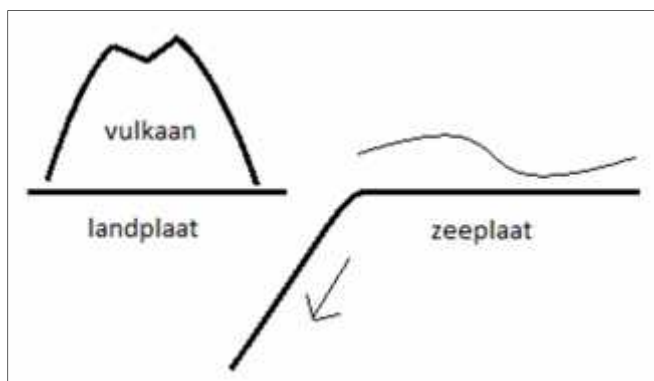
- b) Leg uit waarom de ene plaat onder de andere plaat duikt, noem ze bij de naam.

*Wanneer een **zeeplaat** (1) en **landplaat** (1) tegen elkaar botsen, duikt de **zeeplaat onder de landplaat** (1). Dit komt doordat de zeeplaat **zwaarder** (1) is dan de landplaat.*

- 4 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

- maximaal 2 punten wanneer het gewicht van de zeeplaat niet als oorzaak wordt genoemd

- c) Omcirkel de tekening die volgens jou goed is (tip: kijk naar de namen van de platen en naar de plek van de vulkaan).



- 1 punt toekennen wanneer de student bovenstaande afbeelding heeft omcirkeld.

- d) Leg uit waarom de tekening die je bij de vorige vraag hebt gekozen volgens jou goed is.

Wanneer de student het antwoord op de vorige vraag (c) verkeerd had, kan de student maximaal 1 punt behalen.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- de **zeeplaat onder de landplaat duikt** (2)
- de **vulkaan op het land ontstaat** (1)

- **3 punten** wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

- e) Noem in 5 stappen hoe een vulkaan ontstaat.

- 1) Als een **zeeplaat tegen een landplaat botst** (1) dan **duikt de zeeplaat onder de landplaat** (1)
- 2) In de zeebodem ontstaat een **trog** (1) en op de landplaat ontstaat een **gebergte** (1)
- 3) De **zeeplaat smelt in de hete laag** (1) onder de aardkorst waardoor het **magma** (1) wordt
- 4) De **magma borrelt omhoog** (1) en er vormt een **vulkaan** (1)
- 5) Bij de **vulkaan kan het magma naar buiten komen** (1) en als dit gebeurt noem je het een **vulkaanuitbarsting** (1)

- **10 punten** wanneer alle onderdelen aanwezig zijn
- **maximaal 5 punten** wanneer de student 3 stappen of minder heeft ingevuld
- $\frac{1}{2}$ punt per onderdeel geven wanneer de student een onderdeel wel noemt maar niet op de juiste plek

- f) Leg uit waardoor de magma naar boven komt.

Doordat de magma heel erg **heet** (1) is **stijgt** (1) het op

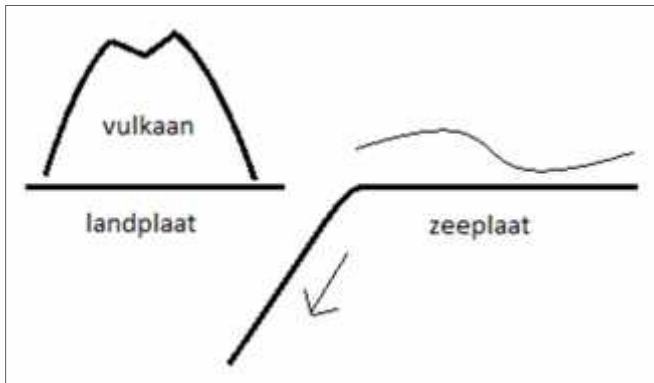
- **2 punten** wanneer alle onderdelen aanwezig zijn
- **Het onderdeel hitte moet zijn genoemd, anders 0 punten**

Codeerschema mid-test and post-test vulkanisme

versie B

De dikgedrukte onderdelen die in de kaders staan moeten zijn genoemd om punten te behalen. Tussen de haakjes staat hoeveel punten worden toegekend voor een bepaald onderdeel. In sommige gevallen moet er een specifiek onderdeel aanwezig zijn, willen de andere onderdelen correct kunnen zijn. Wanneer dit het geval is, wordt dit vermeld.

- a) Omcirkel de tekening die volgens jou goed is (tip: kijk naar de namen van de platen en naar de plek van de vulkaan).



- 1 punt toekennen wanneer de student bovenstaande afbeelding heeft omcirkeld.

- b) Leg uit waarom de tekening die je bij de vorige vraag hebt gekozen volgens jou goed is.

Wanneer de student het antwoord op de vorige vraag (c) verkeerd had, kan de student maximaal 1 punt behalen.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- de **zeeplaat onder de landplaat duikt** (2)
- de **vulkaan op het land ontstaat** (1)

- 3 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

- c) Leg uit waardoor het gesteente onder de grond in magma verandert.

*Wanneer de platen met elkaar botsen duikt de ene plaat onder de andere plaat. De onderste plaat komt in het binnenste gedeelte van de aarde waar het **zeer heet** (1) is. Door de hitte **smelt** (1) de onderste plaat, waardoor het in **magma** (1) verandert.*

- 3 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

- d) Leg uit waarom de ene plaat onder de andere plaat duikt, noem ze bij de naam.

*Wanneer een **zeeplaat** (1) en **landplaat** (1) tegen elkaar botsen, duikt de **zeeplaat onder de landplaat** (1). Dit komt doordat de zeeplaat **zwaarder** (1) is dan de landplaat.*

- 4 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn
- maximaal 2 punten wanneer het gewicht van de zeeplaat niet als oorzaak wordt genoemd

e) Leg uit waardoor de magma naar boven komt.

*Doordat de magma heel erg **heet** (1) is **stijgt** (1) het op*

- 2 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn*
- Het onderdeel hitte moet zijn genoemd, anders 0 punten*

f) Noem in 5 stappen hoe een vulkaan ontstaat.

- 1) Als een **zeeplaat tegen een landplaat botst** (1) dan duikt de zeeplaat onder de landplaat (1)
- 2) In de zeebodem ontstaat een **trog** (1) en op de landplaat ontstaat een **gebergte** (1)
- 3) De **zeeplaat smelt in de hete laag** (1) onder de aardkorst waardoor het **magma** (1) wordt
- 4) De **magma borrelt omhoog** (1) en er vormt een **vulkaan**(1)
- 5) Bij de **vulkaan kan het magma naar buiten komen** (1) en als dit gebeurt noem je het een **vulkaanuitbarsting** (1)

- 10 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn*
- maximaal 5 punten wanneer de student 3 stappen of minder heeft ingevuld*
- ½ punt per onderdeel geven wanneer de student een onderdeel wel noemt maar niet op de juiste plek*

Codeerschema mid-test and post-test vulkanisme

versie C

De dikgedrukte onderdelen die in de kaders staan moeten zijn genoemd om punten te behalen. Tussen de haakjes staat hoeveel punten worden toegekend voor een bepaald onderdeel. In sommige gevallen moet er een specifiek onderdeel aanwezig zijn, willen de andere onderdelen correct kunnen zijn. Wanneer dit het geval is, wordt dit vermeld.

a) Leg uit waardoor de magma naar boven komt.

*Doordat de magma heel erg **heet** (1) is **stijgt** (1) het op*

- 2 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn*
- Het onderdeel hitte moet zijn genoemd, anders 0 punten*

b) Noem in 5 stappen hoe een vulkaan ontstaat.

- 1) Als een **zeeplaat tegen een landplaat botst** (1) dan duikt de zeeplaat onder de landplaat (1)
- 2) In de zeebodem ontstaat een **trog** (1) en op de landplaat ontstaat een **gebergte** (1)

- 3) De zeeplaat smelt in de hete laag (1) onder de aardkorst waardoor het magma (1) wordt
- 4) De magma borrelt omhoog (1) en er vormt een vulkaan (1)
- 5) Bij de vulkaan kan het magma naar buiten komen (1) en als dit gebeurt noem je het een vulkaanuitbarsting(1)

- 10 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn
- maximaal 5 punten wanneer de student 3 stappen of minder heeft ingevuld
- ½ punt per onderdeel geven wanneer de student een onderdeel wel noemt maar niet op de juiste plek

- c) Leg uit waardoor het gesteente onder de grond in magma verandert.

*Wanneer de platen met elkaar botsen duikt de ene plaat onder de andere plaat. De onderste plaat komt in het binnenste gedeelte van de aarde waar het **zeer heet** (1) is. Door de hitte **smelt** (1) de onderste plaat, waardoor het in **magma** (1) verandert.*

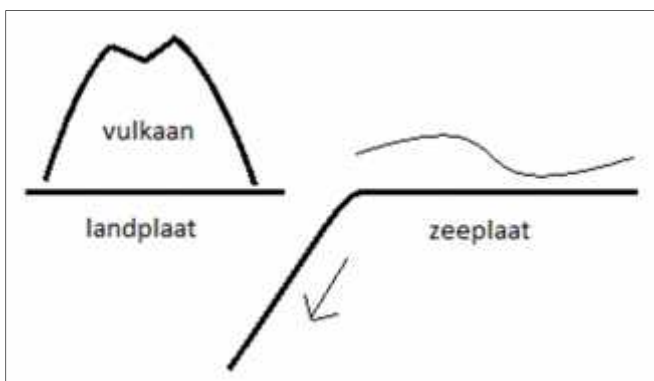
- 3 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

- d) Leg uit waarom de ene plaat onder de andere plaat duikt, noem ze bij de naam.

*Wanneer een **zeeplaat** (1) en **landplaat** (1) tegen elkaar botsen, duikt de **zeeplaat onder de landplaat** (1). Dit komt doordat de zeeplaat **zwaarder** (1) is dan de landplaat.*

- 4 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn
- maximaal 2 punten wanneer het gewicht van de zeeplaat niet als oorzaak wordt genoemd

- e) Omcirkel de tekening die volgens jou goed is (tip: kijk naar de namen van de platen en naar de plek van de vulkaan).



- 1 punt toekennen wanneer de student bovenstaande afbeelding heeft omcirkeld.

- f) Leg uit waarom de tekening die je bij de vorige vraag hebt gekozen volgens jou goed is.

Wanneer de student het antwoord op de vorige vraag (c) verkeerd had, kan de student maximaal 1 punt behalen.

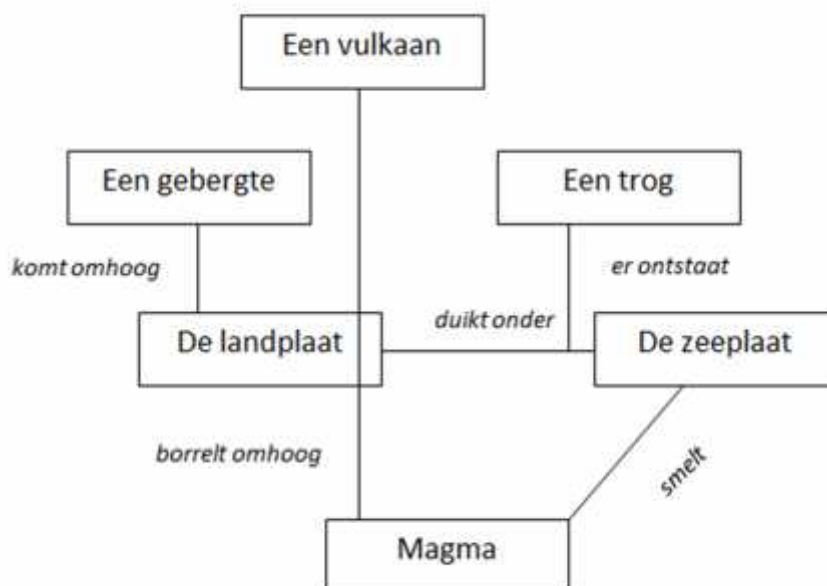
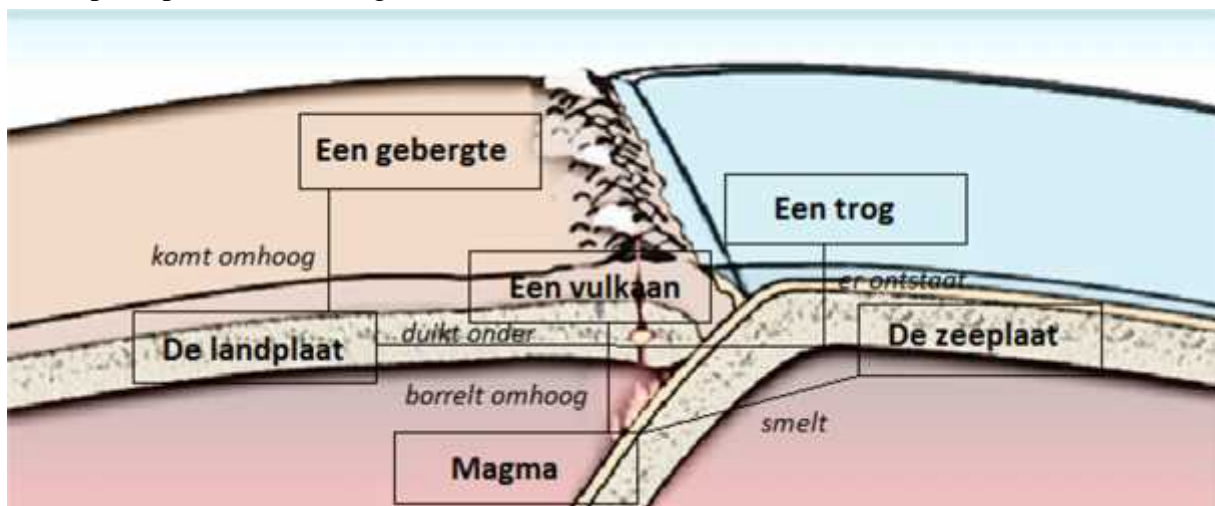
Uit het antwoord moet blijken dat:

- *de zeeplaat onder de landplaat duikt (2)*
- *de vulkaan op het land ontstaat (1)*

- 3 punten wanneer alle onderdelen aanwezig zijn

Codeerschema concept map

De concept map met achtergrond en de concept map zonder achtergrond kunnen op dezelfde wijze worden gescoord. Wanneer een concept juist is wordt er 1 punt gegeven, wanneer een concept onjuist is of er meerdere concepten in één vakje staan 0 punten en wanneer het concept niet volledig juist of onjuist is wordt er een ½ punt gegeven. Hetzelfde geldt voor de pijltjes tussen de concepten die verschillende relaties aanduiden. In totaal kan de student 9 punten halen. De concepten 'vulkaan' en 'magma' waren al ingevuld dus daar kunnen geen punten voor worden behaald. Wanneer een student een concept op de verkeerde plek heeft ingevuld maar wel de juiste relaties met betrekking tot het concept heeft aangegeven, dan krijgt de student gewoon 1 punt per correct aangegeven relatie. Als een student twee concepten met elkaar heeft verwisseld kan er toch nog een ½ punt per concept worden behaald. Aardkorst in plaats van landplaat moet goed worden gerekend.

Concept map met een neutrale achtergrondConcept map met een achtergrond

Aanpassingen aan de concept map

Tijdens het individuele gedeelte hebben de leerlingen met een zwarte pen gewerkt. Wanneer de leerlingen mochten samenwerken hebben ze met een blauwe pen gewerkt. Hierdoor is het verschil te zien tussen de concepten en/of relaties die de leerling individueel heeft ingevuld en de aanpassingen die de leerling tijdens de samenwerking heeft gemaakt. Ieder woord dat de leerling in het blauw heeft geschreven wordt voor dit onderdeel beoordeeld. Als het woord dat in het blauw is geschreven correct is, wordt er '1' punt toegekend. De leerling krijgt een '½' punt, wanneer het concept niet op de juiste plaats is ingevuld maar wel correct is met betrekking tot de lijnen (relaties) tussen de concepten.

Appendix IX Coding scheme dialogues (in Dutch)

De eerste vier minuten van de audio-opname worden afgeluisterd. Iedere keer dat één van de twee leerlingen aan het woord is, wordt dit gecodeerd. Dit gebeurt aan de hand van onderstaande tabel waar in kan worden geturfd .

Categorieën	Omschrijving	Aantal
1. Bespreking van informatie	Opmerkingen die over de concepten, relaties of informatie wat betreft vulkanisme gaan	
2. Regulatie van taak-gerelateerde activiteiten	Vragen die de leerlingen aan elkaar of de onderzoeker stellen om meer over de werkwijze te weten te komen	
3. Regulatie van sociale activiteiten	Opmerkingen die leerlingen onderling over elkaars inzet maken of de taakverdeling	
4. Sociale activiteiten	Grappen of overige opmerkingen die niet aan de taak zijn gerelateerd	

N.B. Gebaseerd op onderzoek van Janssen, Erkens, Kirschner en Kanselaar (2010)