

Supporting Teacher Design Teams in Developing Science Education Material on Core Ideas, Crosscutting Practices and Crosscutting Concepts

Written by: M.G.R. Gilissen (3517160)
Master thesis Science Education and Communication
Supervisor: dr. D.J. Boerwinkel
Coordinator: prof. dr. W. van Joolingen
Second examiner: prof. dr. W. Kuiper
Date: 19-06-2015



Universiteit Utrecht

slo



nationaal expertisecentrum
leerplanontwikkeling



Freudenthal Institute
for Science and Mathematics Education

ABSTRACT	4
1. INTRODUCTION	5
2. THEORETICAL FRAMEWORK	7
2.1 CURRICULUM	7
2.2 TEACHERS AS DEVELOPERS.....	8
2.3 THREE DIMENSIONS: CORE IDEAS, CROSSCUTTING PRACTICES AND CONCEPTS.....	9
3. METHODS.....	11
3.1 STUDY CONTEXT AND PARTICIPANTS	11
3.2 FACTORS	11
3.2.1 EXPECTATIONS.....	11
3.2.2 EXPERIENCE	12
3.2.3 OBSTACLES	12
3.2.4 ADJUSTMENTS.....	12
3.2.5 SUPPORT	12
3.2.6 PROFESSIONAL DEVELOPMENT AND DEVELOPED SCIENCE EDUCATION MATERIAL.....	12
3.3 QUESTIONNAIRE	12
3.4 INTERVIEWS	12
3.5 DATA ANALYSIS	13
4. RESULTS	15
4.1 INTENTIONS	15
4.1.1 INTENTIONS OF THE PROJECT GROUP	15
4.1.2 EXPECTATIONS OF THE TEACHERS.....	15
4.1.3 EXPECTATIONS OF THE SUPERVISORS	16
4.2 EXPERIENCE OF THE SUPERVISORS AND TEACHERS.....	16
4.3 OBSTACLES	16
4.4 ADJUSTMENTS.....	17
4.5 SUPPORT.....	17
4.6 LEARNING OUTCOMES	19
4.6.1 PROFESSIONAL DEVELOPMENT	19
4.6.2 DEVELOPED SCIENCE EDUCATION MATERIAL.....	20
5. CONCLUSION	21
6. DISCUSSION.....	22
6.1 DIFFERENCES BETWEEN TDTs AND STRIKING RESULTS.....	22
6.1.2 TDT-A.....	22
6.1.1 TDT-B.....	22
6.1.3 TDT-C.1	23
6.1.4 TDT-C.2	23
6.1.5 TDT-D.....	24
6.1.6 A HYPOTHETICAL EXPLANATION FOR THE DIFFERENCES BETWEEN THE TDTs	24

6.2 THEORY	24
6.3 IMPLICATIONS AND RECOMMENDATIONS.....	26
6.4 LIMITATIONS	27
6.6 FURTHER RESEARCH	28

APPENDIX 1 – QUESTIONNAIRE TEACHER (FIRST VERSION)

APPENDIX 2 – QUESTIONNAIRE TEACHER (REVISED VERSION)

APPENDIX 3 – GUIDING QUESTIONS INTERVIEW SUPERVISORS (FIRST VERSION)

APPENDIX 4 – GUIDING QUESTIONS INTERVIEW SUPERVISORS (REVISED VERSION)

APPENDIX 5 – AN EXAMPLE OF DATA-ANALYSIS FOLLOWING ‘AN OPEN CODING SYSTEM’

7. LITERATURE

Abstract

The Dutch institute for curriculum development (SLO) has developed a guiding curriculum framework, inspired by PISA and Next Generation Science Standards (NGSS), for lower secondary science and technology education in the Netherlands ('the *kennisbasis*'). The main purpose of the *kennisbasis* is to improve students' achievements in an international perspective (PISA) and in higher secondary education. Moreover, the *kennisbasis* aims to create more coherence between the science subjects and development of domain-specific metacognition. In order to study the implementation process of the *kennisbasis* into science education material SLO asked several science teachers to participate to a teacher design team (TDT). Dutch teachers are not yet familiar with the three dimensions of the *kennisbasis*: core ideas, crosscutting practices and crosscutting concepts. Therefore, it is important to give specific support to the TDTs so they can implement the intentions of SLO properly. The main objective is to find out what teachers need to develop science education material on three dimensions explicitly. The results of this study can be used to provide better and more specific support to TDTs, individual teachers, teacher trainers and educational publishers in the future. This study evaluated the support teachers received during this first project. This study suggests that science teachers, working together in TDTs, need two specific types of support to develop education materials that address the three dimensions of the *kennisbasis*. First of all, teachers need support to achieve their personal expectations during a project. Secondly, teachers need support to develop specific pedagogical content knowledge about the *kennisbasis*, before they are able to develop education materials that explicitly address the three dimensions. During the developing process the teachers should receive feedback to ensure the education materials address the guidelines of the *kennisbasis*.

1. Introduction

A lot of research is performed to monitor and especially improve the current level of science education. For example the Programme for International Student Assessment (PISA), which monitors the outcomes of international education systems in terms of student achievements (PISA, 2012) and is based on a framework that PISA first developed in 1997. A curriculum education framework describes knowledge and skills all students should acquire at a specific moment in secondary education. In the United States researchers have developed a framework to improve student achievements in K-12 science education, which is called the *K-12 Science education framework* (Schweingruber et al., 2012). Commissioned by the Ministry of Education, Culture and Science (OCW, 2011) of the Netherlands, the Dutch institute for curriculum development (SLO) has developed in close cooperation with the Freudenthal Institute at Utrecht University a guiding curriculum framework for lower secondary science and technology education in the Netherlands, '*de kennisbasis*'. The curriculum developers are inspired by PISA and Next Generation Science Standards (NGSS), (Ottevanger et al., 2014).

The main purpose of the *kennisbasis* is to improve students' achievements in an international perspective (PISA) and in higher secondary education (Ottevanger et al., 2014). Moreover, the *kennisbasis* aims to create more coherence between the science subjects and the development of domain-specific metacognition. Interdisciplinary coherence and domain-specific metacognition is considered essential, because it allows students to become aware of the similarities in different contexts and in different subjects (e.g., Boersma et al., 2011; Thijs & Van den Akker, 2009). This interdisciplinarity gives a good view of the role of the current scientist, which is often involved in multidisciplinary problems. Furthermore, the *kennisbasis* aims to contribute to a better orientation on the subjects students have to choose at the end of the lower secondary education. SLO aims to achieve these four purposes with the *kennisbasis* by creating a learning-teaching trajectory, making the core ideas (in Dutch: *kerndoelen*) more concrete and the implementation of an educational renewal (Ottevanger et al., 2014).

The *kennisbasis* describes the science subjects' Physics, Chemistry, Biology, Physical geography and Technology, in terms of three dimensions: core ideas, crosscutting practices and crosscutting concepts. The core ideas describe what knowledge students should have (conceptual knowledge) in every disciplinary area. These core ideas originate from '*Leerplan in Beeld*' (Ottevanger et al., 2014). Crosscutting practices represent the skills needed by engineers and scientists in their daily work (Schweingruber et al., 2012). Crosscutting concepts are scientific concepts that have common applications across all fields of science and are therefore interdisciplinair. Those concepts can lead to more coherence between the science subjects. The abovementioned three dimensions are adapted from the *K-12 Science education framework* (Schweingruber et al., 2012) and *Next Generation Science Standards* (National Research Council, 2012). SLO elaborated the crosscutting practices and concepts in the *kennisbasis* to stimulate the development of education that shows students how engineers and scientist work and think. This way, science education can offer orientation on the technological profiles students can choose at the end of the lower secondary education and stimulate interdisciplinarity and domain-specific metacognition between the subjects. Innovative to the *kennisbasis* is the addition of the last two dimensions. The combination of conceptual knowledge with crosscutting practices and concepts has not been used previously in science education in the Netherlands. Therefore, the *kennisbasis* entails an educational renewal.

The *kennisbasis* is intended to provide support to teachers, teacher trainers, teacher design teams and educational publishers to realize the educational renewal in practice. SLO developed some examples of science education material that is based on the guidelines of the *kennisbasis*. These examples might help teachers to use the *kennisbasis* for developing their own education material. The problem is that it is not yet clear what support teachers need to develop science education materials that meet the guidelines of the *kennisbasis*: the three dimensions.

In order to study the implementation process of the *kennisbasis* into science education material SLO asked several science teachers to participate to a teacher design team (TDT). A TDT is defined as ‘a group of at least two teachers, from the same or related subjects, working together on a regular basis, with the goal to (re)design and enact (a part of) their common curriculum’ (Handelzalts, 2009). The different TDTs have made science education material for a specific science subject. Analysis of the implementation of the *kennisbasis* into the developed education is important, as the intentions of the curriculum developers (the three dimensions) should be retrievable in the developed education materials (DeBarger, Choppin, Beauvineau, & Moorthy, 2013). Huizinga (2014) says: “Curriculum reforms too often are only partially implemented or fall short of realizing their educational goals.” Without studying the implementation process, it will not be clear whether the *kennisbasis* will contribute to the improvement of learning results, interdisciplinarity, domain-specific metacognition and orientation on profile choice.

In recent years, much research is being done to TDTs. Several studies studied the learning progress of teachers and the support teachers need in these teams (Huizinga, 2014; Huizinga, Handelzalts, Nieveen & Voogt, 2014). Because the *kennisbasis* is a new guiding curriculum framework, which is based on three dimensions, the Dutch teachers in the TDTs were not yet familiar with the guidelines. Therefore, it is important to give specific support to the TDTs so they can implement the intentions of SLO properly in science education material. The main objective of this study is to find out what science teachers working in TDTs need to develop science education material on core ideas, crosscutting practices and concepts explicitly. The central research question of this study is:

- *What support do science teachers, working together in teacher design teams, need to develop science education materials for the lower secondary education that explicitly address core ideas, crosscutting practices and crosscutting concepts?*

The results of this study can be used to provide better and more specific support in the future by SLO to TDTs to develop science education material on the three dimensions and thereby realizing the guidelines of the *kennisbasis* in school practice. Only then, the developed science education material will meet the intentions of the *kennisbasis* and contribute to improve learning results, interdisciplinarity, domain-specific metacognition and orientation on profile choice in secondary education. The new insights in support to TDTs can also be used to instruct and support individual teachers, teacher trainers and educational publishers in the future.

2. Theoretical framework

2.1 Curriculum

The term curriculum can be defined as *a plan for learning* (Taba & Spalding, 1962). This is a very general definition for all kinds of curriculums that currently exist. Curriculums can be distinguished on specific curricular levels and representations (Thijs & Van den Akker, 2009). There are five different curricular levels: supra, macro, meso, micro and nano. The *kennisbasis* is made at a macro level and affects the lower levels meso, micro and nano. These levels include the education material, the teacher and the students. This study focuses on the levels macro and micro. In this study the process from the *kennisbasis* (macro) to developed education materials of the teachers (micro) has been studied. This study has not investigated students (nano).

Beside the distinction in curricular levels there are different forms in which curricula can be described. There are three levels of curriculum forms, split up into six forms (see table 1). The OCW had a specific vision with the *kennisbasis* when they gave SLO the instruction to design this framework (ideal level). First, SLO had to formulate the core ideas more concrete. Secondly, they had to implement a curriculum renewal. Thirdly, they had to make examples of education material that meet the guidelines of the *kennisbasis* and can be used by teachers. Thus the *kennisbasis* is an example of a formal/written level. The formal/written level in this study also represents teachers that participated voluntarily to develop education materials that meet the guidelines of the *kennisbasis*. The perceived level represents the interpretations of the *kennisbasis* by the teachers. TDTs have been used to establish a bridge between the formal/written level and the perceived level. Teachers of the TDTs contribute together to develop science education material that meets the intentions of the *kennisbasis*. In the operational level the teachers put the developed science education material in school practice. After this level it is possible to determine the learning experiences and learning outcomes of students (the learners). The operational, experiential and learned levels have not been conducted yet. In order to draw conclusions about the effectiveness of the *kennisbasis* in terms of students' achievements, these three levels need to be studied in the future.

Intended	Ideal	Vision (rationale or basic philosophy underlying a curriculum)
	Formal/written	Intentions as specified in curriculum documents and/or materials
Implemented	Perceived	Curriculum as interpreted by its users (especially teachers)
	Operational	Actual process of teaching and learning (also: curriculum-in-action)
Attained	Experiential	Learning experiences as perceived by learners
	Learned	Resulting learning outcomes of learners

Table 1. Forms of curriculum (Thijs & Van den Akker, 2009).

This study will focus on the intended level to the implemented level, especially on the implementation of the formal/written (the *kennisbasis*) to the perceived level (developed education materials). The process of implementation is represented schematically in figure 1.

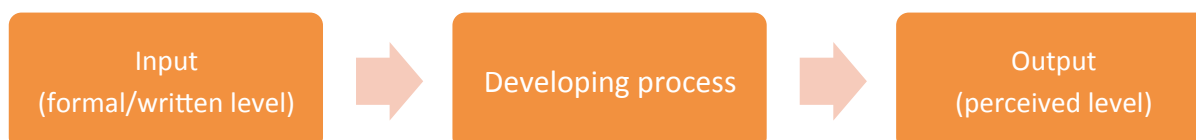


Figure 1. Scheme of implementation from the *kennisbasis* (input) into science education material (output).

2.2 Teachers as developers

When educational curricula (partially) change, teachers should adapt existing education material or make new education material that matches the guidelines of the reformed curriculum. The developed education materials are often not consistent with the intentions of the curriculum developers and do not achieve the educational goals (Huizinga, T., 2014). During the design process teachers need support to make sure that new education materials will meet the curriculum developers' intentions (DeBarger, Choppin, Beauvineau, & Moorthy, 2013, Huizinga, 2014). Teachers want to satisfy the curriculum developers, as well as other stakeholders, like the school board, the students and their own intentions. This can be quite a challenge for teachers to deal with. Penuel and Gallagher (2009) suggest that teachers need curriculum materials of high quality and professional support to develop education materials that address the changes in the curriculum. Therefore, the intentions of the project and the expectations of the supervisors and the teachers should be studied. In addition, it should be investigated whether the expectations did come true of the different participants.

Teachers who take up the role of developer need specific knowledge and skills to develop education material that meet the guidelines of a curriculum renewal (Huizinga, 2014). Huizinga (2009) calls this *specific design expertise*: "the required knowledge and skills to design quality curriculum materials." To design education material that addresses the intentions of the curriculum developers it is essential teachers develop specific design expertise, which comprises of: subject matter knowledge, pedagogical content knowledge and curriculum design expertise. Subject matter knowledge means that teachers' knowledge of the subject they teach must be accurate, relevant and up-to-date. This is important, because teachers' knowledge ends up in the content of the education material and must be correct. Pedagogical content knowledge means that teachers are able to choose a pedagogical strategy with matching learning activities that are relevant and effective to achieve specific learning goals. This pedagogical content knowledge seems important for developing education material, because teachers' knowledge is reflected in the outcomes: the developed education material. During the implementation process teachers' pedagogical knowledge usually needs to be further developed before they start with developing (Huizinga, 2014). Curriculum design expertise consists of additional knowledge and skills teachers need in order to conduct curriculum design processes. Huizinga (2009) identified six aspects of curriculum design expertise that teachers need during the implementation process: systematic curriculum design skills, curriculum decision-making skills, the ability to formulate a problem statement, idea generation skills, implementation management skills and formative and summative evaluation skills. Huizinga (2014) claims that it is essential to assist teachers in developing specific design expertise. There is only little known about what design and implementation activities and what support an external facilitator must provide to TDTs to develop teachers' design expertise (Huizinga, 2014; Handelzalts, 2009). In order to say something about the extent of development of specific design expertise the experience of the teachers at the start and at the end of the project need to be studied and what support the teachers did receive.

According to literature collaboration between teachers in teams, such as TDTs or professional learning communities, is effective to achieve a good implementation of a curriculum renewal (Handelzalts, 2009). The main goal of a TDT is to design education material based on a curriculum renewal. Other positive factors that arise when working in a TDT are professional development (the cycle of design, evaluation and reflection give teachers new insights and increase of understanding of educational renewal), teambuilding, increasing sense of ownership, better fit between curriculum and school practice, and many more. All these factors together contribute to a better end product (Handelzalts, 2009). It should be investigated whether the teachers working in a TDT found an added value and what the extent is of professional development of teachers and supervisors.

Literature on TDTs helped to specify the three steps of the entire process in more detail (see figure 2). The input phase represents the intentions of the curriculum developers, the *kennisbasis*, the

examples of education material, the expectations of the supervisors and teachers and the experience and knowledge of the supervisors and teachers. The implementation process represents the process of developing science education material by TDTs (the approach steps) and the support of the supervisors. The approach steps consist of the different steps the teachers and supervisors took to develop the material and also include the obstacles the participants have to deal with and the adjustments they had to make in the education material. Especially the support is a black box and needs to be investigated. The conditions for support according to Huizinga (2014) will be used to determine to what extent the support to the TDTs during the implementation process meet the conditions of Huizinga. In addition, it will be investigated what support teachers appreciated and what support they missed. The output represents the outcomes: on the one hand professional development of teachers and supervisors and on the other hand the developed education material.

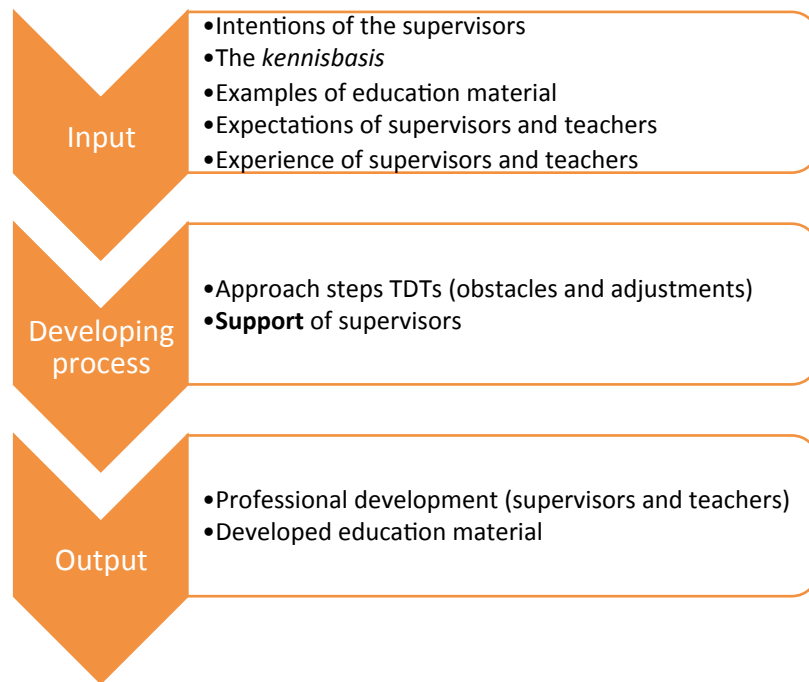


Figure 2. Detailed figure of the three phases of implementation from the *kennisbasis* into science education material by the TDTs. This study especially focuses on the support during the developing process.

2.3 Three dimensions: core ideas, crosscutting practices and concepts

Basic questions in science education are what the main goals are of teaching science and technology to students and how educators should achieve this goal. The National Research Council's describes its vision in their *K-12 Science education framework*. This framework focuses on three dimensions that should be combined in science lessons (National Research Council, 2012). SLO was inspired by the curriculum framework of National Research Council's and implemented the three dimensions in the *kennisbasis* (see figure 3). Innovative to this curriculum framework for science education in the Netherlands is the addition of the crosscutting concepts and practices that can be used as a strategy to develop domain-specific metacognition. Besides, it is the first time Dutch TDTs have made education materials that are based on these dimensions.

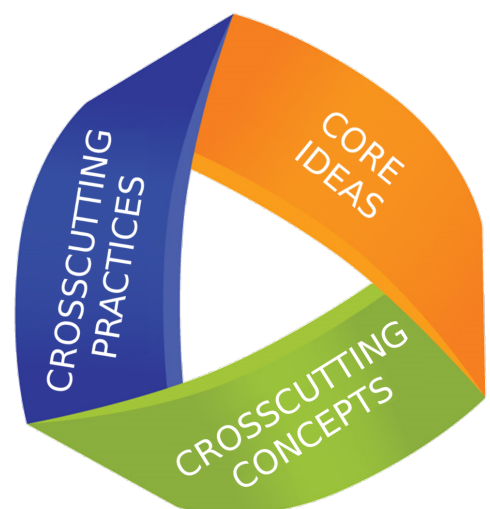


Figure 3. The three dimensions of the *kennisbasis*.

The disciplinary core ideas include the most important aspects of science. Next Generation Science considers “an idea as a core idea” if it meets two of the following criteria:

- Have broad importance across multiple sciences or engineering disciplines or be a key organizing concept of a single discipline;
- Provide a key tool for understanding or investigating more complex ideas and solving problems;
- Relate to the interests and life experiences of students or be connected to societal or personal concerns that require scientific or technological knowledge;
- Be teachable and learnable over multiple grades at increasing levels of depth and sophistication. (National Research Council, 2012).

Crosscutting practices describe the way scientists and engineers work and think. These practices include cognitive, social and physical practices. Examples of crosscutting practices are: model development and model use, investigation, design, information literacy, reasoning skills, arithmetic and math skills, appreciating and judging. These practices should engage students in scientific inquiry and enable students to reason in a scientific context (National Research Council, 2012). Crosscutting concepts include all domains of science. Examples of these concepts are: patterns, similarity and diversity, cause and effect, scale, proportion and quantity, systems and system models, energy and matter, structure and function, stability and change, sustainability, risk and safety (National Research Council, 2012). The crosscutting concepts and crosscutting practices are the connecting parts between the different science domains and thereby between the different science subjects. Teachers should make these concepts and practices explicit for students, because they provide a way for students to make connections between the different science domains and thereby create a coherent and science based view of the world. This can be seen as a strategy to develop domain-specific metacognition in education (Boerwinkel, D.J., 2003). The knowledge acquired in one specific science subject may help students in the construction of knowledge in other science subjects or contexts (Boersma, K., 1997). The crosscutting concepts and practices can be used in education to teach students to ask questions about phenomena and especially teach them where they can start to find explanations for these phenomena (Boerwinkel, D.J., 2003). To achieve domain-specific metacognition the teacher should explicitly address the different crosscutting concepts and practices in school practice and also relate these perspectives to other subjects and contexts. When students develop this domain-specific metacognition they are able to oversee the different science subjects and are also able to relate and use their knowledge and skills in other contexts, for example during experiences in their daily lives. Boerwinkel, Waarlo and Boersma (2009) formulated criteria for an effective learning and teaching strategy.

The strategy should:

- Invite students and teachers to verbalize their thoughts
- Invite students to reflect on the way they generate knowledge
- Include different realistic contexts and stimulate transfer amongst them
- Include a small and recognizable nucleus of content that can be used as a growing representation of the perspective

Science education material on crosscutting practices and concepts should fit these criteria to achieve learning progressions (in Dutch: *doorlopende leerlijnen*). These learning progressions should ensure a good transition from primary to secondary education, but also from one class to another class by minimizing overlap, breaks or gaps in the learning experience of the students. Learning progressions involves both vertical learning (from one class to another) and horizontal learning (relation between subjects and areas of learning). Examples of proven teaching strategies that fit the criteria of Boerwinkel, Waarlo and Boersma and lead to learning progression are: 'ontwerpend leren' (learning by designing) (Janssen, 1999) and 'systeemdenken' (thinking in systems) (Boersma, 1997). This study investigates the implementation of the *kennisbasis* into education material, but does not investigate the developed education material in detail.

3. Methods

In order to answer the central research question the three phases of implementation have been investigated: input, developing process and output (see figure 2). These phases are influenced by multiple factors that have been studied (see table 2).

Phase of implementation	Factors
Input	Intentions of the project, supervisors and teachers
	Experience and knowledge of the supervisors and teachers
Developing process	Obstacles experienced by supervisors and teachers
	Adjustments to the education material
	Support of supervisors and other material
Output	Professional development of supervisors and teachers

Table 2. To investigate the three phases of implementation several factors have been studied. The focus of this study was the support of the supervisors to the teachers of the TDTs during the developing process.

Questionnaires and interviews have been conducted to describe the three phases of implementation and to evaluate the different factors and especially the support of the supervisors to the TDTs. These outcomes lead to recommendations for SLO to improve their support during the implementation process in the future.

3.1 Study context and participants

Commissioned by the ministry of OCW in 2011, eight members of SLO and Freudenthal Institute designed and validated the *kennisbasis*. In order to study the implementation of the guidelines of this curriculum, the experts searched in September 2014 for science teachers who wanted to contribute ‘voluntarily’ (they get a fee of 500 euro) to a project to develop education materials. After a few cancellations a total of 12 science teachers remained and participated in this study (see table 3). The teachers in the TDTs represented the subjects’ Chemistry, Physics, Biology and Physical Geography. With the help of the *kennisbasis*, assistance of a supervisor and examples of education materials, the TDTs have now developed a first version of education material for a specific science subject in the third class of lower secondary education.

TDT	Science subject	Supervisor	Number of teachers
TDT-A	Chemistry	A	3
TDT-B	Physics	B	3
TDT-C.1	Biology	C	3
TDT-C.2	Biology	C	1
TDT-D	Physical Geography	D	2

Table 3. Overview of the participants in this study.

3.2 Factors

To determine what support teachers need to develop science education material on the three dimensions of the *kennisbasis* it is important to study different factors. Based on the literature (Huizinga, 2014; Huizinga, 2009; Handelzalts, 2009), that is already mentioned in the theoretical framework, six factors can be distinguished (a detailed overview of the different factors can be found in table 4).

3.2.1 Expectations

The intentions of the project group with the *kennisbasis* and the expectations of the individual supervisors and the teachers have been studied. In addition, it has been investigated if the expectations of the different participants came true.

3.2.2 Experience

The level of experience of the supervisors (supporting groups of teachers) and the teachers (in teaching and in developing education material for others) have been studied.

3.2.3 Obstacles

The TDTs developed science education material on the guidelines of the *kennisbasis*. During this developing process supervisors and teachers encountered some obstacles. It has been investigated what supervisors and teachers encounter as main obstacles during the project.

3.2.4 Adjustments

The supervisor of each TDT and all members of the project group gave feedback on the developed education material during the developing process. Based on the feedback the teachers had to adjust their education material. It has been investigated what adjustments needed to be done to improve the developed science education material.

3.2.5 Support

This study focused especially on the support teachers need to develop science education material. First, it has been investigated what support the supervisor gave to the TDT. Secondly, it has been investigated to what extent the teachers felt supported by their supervisor, the other members of the TDT, the *kennisbasis* and the examples of education material. Thirdly, it has been investigated how the support can be improved according to the teachers and the supervisors.

3.2.6 Professional development and developed science education material

The project has been evaluated by investigating what the supervisors and teachers learned and to what extent they are satisfied with the developed education material.

3.3 Questionnaire

In order not to overcharge the teachers a questionnaire is designed for the teachers of the TDTs instead of conducting an interview. Filling in a questionnaire takes less time and can take place at a time that suits the teacher. The questionnaire consists of a written list of 14 open questions and 20 multiple-choice questions. The questions of the questionnaire belong to the aforementioned six factors (see table 2). Some questions lead to factual information, but most of the questions lead to personal opinions or attitudes. Table 4 gives a classification of the data on the various factors. Question 8 of the questionnaire for teachers: “To which group did you participate (Physics, Chemistry, Biology, or Physical Geography)?” is not represented in table 4. This question is added to determine to which TDT the teacher participated. Before conducting the questionnaire the questionnaire has been piloted with one teacher. This pilot was essential to check whether the design of the questionnaire for the teachers worked in practice and to identify problems with questions that should be refined to obtain consistency and precision in the formulation of the questions (Densecombe, 2010). The researchers have been distributed the questionnaire by e-mail to the teachers. The instruction and the questionnaire (in Dutch) for teachers can be found in [appendix 1](#). The revised version of the questionnaire (after the pilot) can be found in [appendix 2](#).

3.4 Interviews

Structured interviews have been conducted to ask the four supervisors of the TDTs more in depth about their opinions and experiences during the implementation process. Because there are only four supervisors an interview has been conducted. The main advantage of an interview is the possibility to ask the participants for a clarification of their answers. The interviews have been audio recorded by two different devices to ensure that there was always a backup. The interview has been piloted with one supervisor. The interview questions can be found in [appendix 3](#) (pilot) and [appendix 4](#) (revised version). Table 4 gives an overview of the questions that have led to answers on the various factors. The voice recordings of the interviews have been transcribed verbatim. The transcript of each interview has been sent to the associated participant to ask for permission. It was

possible for the supervisors to make adjustments in the transcript with a different color to refine their quotes.

3.5 Data analysis

The qualitative data of the questionnaires and interviews have been divided into three phases and subdivided into six factors (see table 4). With data of the questionnaires and interviews an overview of the results per factor have been made. For the overviews both data of the questionnaires and interviews have been used, as can be seen in table 4. The various factors have been investigated from different angles, namely the individually supervisors and the individually teachers. Data of the questionnaires and interviews have been arranged according to the various factors in the way table 4 indicates. The data of the five different TDTs have been merged to maintain the anonymity of the participants. The answers of the participants on each question have been categorized to different types of responses by ‘*an open coding system*’. After categorizing the answers the different types of responses have been counted. An example of data-analysis can be found in [appendix 5](#). In the [results section](#) a short overview of the different factors per phase (input, process and output) can be found. By constructing overviews of each factor and by merging qualitative data from interviews and questionnaires, it has been investigated to what extent the support met the factors that have been defined from literature (Huizinga, 2014; Huizinga, 2009; Handelzalts, 2009). In addition, it is known how the support might be improved in the future according to the teachers and supervisors. In this way it is possible to formulate an answer on the central research question.

Phase	Factors	Question number(s) (questionnaire teachers)	Question number(s) (interview supervisors)
Input	1. Expectations		
	1.1 What are the intentions of the project?	22	1, 2
	1.2 What are the expectations of the supervisors and the teachers?	20, 21, 23	4
	1.3 Did the expectations of the supervisors and teachers come true?	17	4
	2. Experience		
	2.1 Do the supervisors have experience with supporting TDTs?	X	3
	2.2 Do the teachers have experience with developing education material for others?	6, 7	X
	2.3 How many years of experience in teaching do the teachers have?	1 – 5	X
Process	3. Obstacles		
	What obstacles did supervisors and teachers encounter?	28	11
	4. Adjustments		
	What adjustments needed to be done in the developed science education material?	29	13
	5. Support		
	5.1 What support did the supervisor give to the TDT?	26, 27	9, 12, 14
	5.2 To what extent feel the teachers supported by the <i>kennisbasis</i> , their supervisor, their TDT and the documents*?	11 – 14, 18, 19	10
	5.3 How can the support be improved?	32	15
Output	6. Professional development and developed science education material		
	6.1 What have the supervisors and teachers learned?	30, 31	15 -17, 18, 19, 20
	6.2 Did the teachers develop specific design expertise?	9, 10, 24, 25	5 - 7
	6.3 How will the teachers develop the education material a next time?	34	X
	6.4 How will the supervisors support a TDT a next time?	X	15
	6.5 Are the supervisors and teachers satisfied with the developed science education material?	15	19, 21, 22

Table 4. Classification of data of the questionnaire for teachers and the interview for supervisors.

* ‘The documents’ refer to the *kennisbasis* and examples of education material.

4. Results

The results of this study are represented in the order as can be seen in table 5.

Phase of implementation	Factors
Input	4.1 Intentions of the project, supervisors and teacher
	4.2 Experience and knowledge of the supervisors and teacher
Developing process	4.3 Obstacles experienced by supervisors and teacher
	4.4 Adjustments to the education material
	4.5 Support of supervisors and other material
Output	4.6 Professional development of supervisors and teacher

Table 5. To investigate the three phases of implementation several factors have been studied

4.1 Intentions

4.1.1 Intentions of the project group

All supervisors mention the *kennisbasis* is intended to implement an education renewal the implementation of the three dimensions (core ideas, crosscutting concepts and practical science education curriculum. Teachers' views correspond with the supervisors' view teachers mention this intention.

"We willen een andere manier van denken bereiken, in dit geval bij de bètavakken. Waarbij die nieuwe component, de denkwijzen, een wat voornamere plaats krijgen binnen het curriculum van de onderbouw. Dat zit er vaak impliciet in, maar niet goed expliciet."

Another intention that all supervisors mention is to create learning progression in science education. This means more coherence between the science subjects, from class between lower secondary education and higher secondary education. Three teachers mention this intention.

"Op die manier komt er meer ruimte in het denken van docenten en komen er meer mogelijkheden om over de vakken heen te kijken."

Other intentions mentioned are to improve learning results (in international perspective) and to inspire teachers.

4.1.2 Expectations of the teachers

Ten teachers expected to learn about new developments in science education in this project.

"Om kennis en ervaring op te doen met de kennisbasis."

Six teachers had expectations concerning the developing process of this project.

"Samenwerking met andere docenten."

"Plezier in het ontwikkelen van lesmateriaal."

"Mooi uit te voeren lessenserie."

The expectations of eight teachers did not come true (see table 6).

Statement	TDT A	TDT B	TDT C.1	TDT C.2	TDT D
17	4	3.3	2.7	2	3.5

Table 6. The scores on statement 17: "The expectations that I had in the beginning came true." Teachers could give an answer from 1 (totally disagree) to 5 (totally agree).

4.1.3 Expectations of the supervisors

The supervisors expected the teachers could develop education material more easily. During the project they realized the teachers needed more support to get acquainted with the *kennisbasis*.

“Achteraf gezien had ik verwacht dat de docenten makkelijker lesmateriaal konden maken aan de hand van de denk- en werkwijzen, maar als ik er nu naar terug kijk zie ik ook in dat dit veel tijd kost. De docenten moeten ook aan de kennisbasis wennen en daarom heb ik in eerste instantie eerst veel vragen beantwoord van de docenten met betrekking tot de kennisbasis. Achteraf gezien denk ik dat we dat niet heel goed hebben aangepakt. Het is niet reëel om te denken dat docenten direct aan de slag kunnen met de kennisbasis en hier hadden we veel meer op moeten anticiperen.”

During the project the supervisors realized that this project is a learning experience for teachers, but also for themselves.

“Ik denk ook wel dat we gaandeweg gerealiseerd hebben dat we er zelf ook iets van zouden leren. Dan leer ik over implementatie, dit lukt wel en dit lukt niet. Ik denk dat we in het begin nog niet zozeer voor ogen hadden dat het ook voor de schrijvers zelf ook een leerproces zou kunnen zijn en eigenlijk zou moeten zijn.”

Three supervisors expected the teachers would develop education material that meet the guidelines of the *kennisbasis* and that can be used as an example for other teachers in the Netherlands.

“De verwachting was, dat als je het een beetje treft met docenten die echt enthousiast zijn en zich willen richten op de kennisbasis, dat er mooie materialen worden ontwikkeld.”

“De verwachting was dus om een brug te slaan tussen de kennisbasis en de praktijk.”

4.2 Experience of the supervisors and teachers

All supervisors have experience with guiding groups of teachers. All teachers have five or more years teaching experience. Nine teachers have experience with developing education material for others. Five teachers work as an author of a method and five teachers develop education material for pilots of new examination programs. Three teachers have other developing experiences. Each TDT consists of at least one teacher who has experience in the development of education material for others.

4.3 Obstacles

The teachers and supervisors of the TDTs report that they encounter various obstacles during this project. Three major obstacles can be distinguished: excessive workload, unclear expectations from the project group and the complexity of the implementation of the *kennisbasis*. The obstacle that is most often mentioned is the excessive workload (four teachers and two supervisors).

“Een hindernis was dat een nieuw onderwerp al snel te groot wordt. [...] Dus daar vertil je je al gauw aan. Dat neemt veel aandacht, terwijl je aan de andere kant weet ze krijgen 500 euro voor 40 lesuren aan werk. Dus dan komen ze vanuit Helmond hier naar Utrecht, ja dan wordt je ook wat beschroomd om ze dan nog een keer hier naartoe te halen voor alleen een scholingsbijeenkomst ofzo. Dat vond ik wel een punt dat je al snel het idee hebt dat wil ik eigenlijk niet van ze vragen.”

“De werkdruk in het onderwijs ligt door verantwoordingsplicht, bureaucratie en machtspelletjes zo hoog, dat het bijna onmogelijk is om echt rust en tijd te vinden voor dit soort activiteiten.”

Besides the excessive workload the expectations of the project were unclear in the beginning of the project according to six participants (four teachers and three supervisors).

“Daarnaast hebben we, als begeleiders, niet goed nagedacht over het totale proces en dus over de evaluatie van de lesmaterialen. Mede doordat dit nog zo ver weg leek, maar daar lopen we nu tegenaan, aangezien we hier nog niet goed (nog onvoldoende) over na hebben gedacht.”

“Voor mezelf vind ik een hindernis dat wij voor ons zelf nog niet duidelijk hadden wat de opdracht was.”

The third obstacle is the implementation of the *kennisbasis* into education material (three teachers, one supervisor).

“Vorm geven aan inhoud en opzet van de kennisbasis.”

“Het goed verwoorden van de 3D methode.”

“Het nadeel van het maken van pareltjes is dat ze vaak een inhoudelijke discussie hadden over een natuurkundig onderwerp en dat had wat mij betreft niet gehoeven. Ik had liever gehad dat ze aan het discussiëren zouden zijn over de drie dimensies van de kennisbasis in het materiaal.”

4.4 Adjustments

During the developing process the TDTs receive personal feedback of their supervisor on their developed education material, but also feedback of the other supervisors of the project group. In each TDT adjustments are made to implement the guidelines of the *kennisbasis* more explicitly, for example the three dimensions and/or the formulation of the integrated goals.

“Ik heb aangegeven dat onze ideeën te weinig in de materialen terug te vinden waren en dat ze dat moesten omschrijven. Ik heb soms ook zelf een klein stukje omgeschreven om als voorbeeld te laten zien hoe het ook kan. Het gaat dan nog steeds om dezelfde inhoud, maar het is dan net even wat anders.”

Other adjustments that needed to be done: change the order and/or amount of assignments and/or implementation of more models and schemas.

4.5 Support

All supervisors mention that their main task as supervisor is to ensure that the education material is in line with the guidelines of the *kennisbasis*.

“Ik hield ook steeds het kader van de kennisbasis in gedachten en vroeg mezelf tijdens het lezen af ben ik het hier mee eens en snap ik dit of moet daar niet iets op aangepast worden.”

To determine to what extent the teachers felt supported by the different types of support during the project the teachers were asked to answer several statements (see table 7).

Statement	TDT A	TDT B	TDT C.1	TDT C.2	TDT D	Average
11	<i>“The kennisbasis has helped me to develop the education material.”</i>					
	3	2	3.7	3	4	3.14
12	<i>“The examples of education material that meet the guidelines of the kennisbasis has helped me to develop the education material.”</i>					
	4	3.3	3.3	2	4	3.32
13	<i>“My supervisor helped me to develop education material.”</i>					
	5	3	4	4	4	4.00

14	<i>"I found working in a team an added value."</i>					
	4.7	2.7	3.3	5	3.5	3.84
18	<i>"I am satisfied with the developing process within the group."</i>					
	4.3	3	2.7	4	4	3.60
19	<i>"I am satisfied with the support that I received during the developing process."</i>					
	4.3	3.3	3.3	3	4	3.58

Table 7. The average scores on the statements of the questionnaire for teachers. The teachers could give an answer from 1 (totally disagree) to 5 (totally agree).

The teachers felt most supported by their supervisors (average score 4.0, see table 7) and think that working in a team is an added value (average score 3.8). The teachers are positive about the developing process within the group (average score 3.6) and the support they received during the developing process (average score 3.6). The teachers did not feel supported by the examples of education material (average score 3.3) and the *kennisbasis* (average score 3.1). Two supervisors indicate they think teachers did not use the *kennisbasis* and examples of education material to develop education material:

"Ze [the teachers] zaten zo in de context van mobieltjes dat was al een hele kluit om materiaal voor te verzamelen en opdrachten. Ik heb vooral de denk- en werkwijzen bij het materiaal gezocht en dat ingebracht. We hebben geen discussies gehad over de inhoud van de kennisbasis, het onderwerp trok gelijk alle aandacht. Ze waren denk ik ook meer geïnteresseerd in leuk lesmateriaal ontwikkelen en minder in de kennisbasis. Docenten willen graag iets maken waar ze ook iets aan hebben. Dat is gewoon heel leuk. In zo'n situatie is iedereen heel erg gericht op het product."

"Ik weet dat niet zo. Ik ben er wel vaker op terug gekomen en inderdaad gevraagd van kijk nog eens naar die voorbeeldmaterialen, maar ik heb niet echt expliciet gevraagd van heb je dat echt gedaan. Dus ik heb er niet zo heel veel kijk op. Mijn indruk is dat ze hier meer gebruik van moeten maken."

Two supervisors indicate their teachers did use the *kennisbasis* and examples of education material during the developing process;

"Beide docenten zijn dus uitgegaan van de kennisbasis en hebben op basis daarvan het lesmateriaal ontwikkeld. Ik heb ook gezegd ga daar maar vanuit, want het moet wel lesmateriaal zijn wat aansluit op de kennisbasis."

"Die voorbeelden van lesmateriaal waren heel handig. We hebben de voorbeelden tijdens de eerste introductie bijeenkomst al bekeken. Dat ging in dit geval over klimaat en CO₂ en daar zie je grafieken en allerlei patronen in grafieken en op die manier heb ik aangeven dat je patronen kunt zien en dat je daar allerlei vragen bij kunt bedenken. Het voorbeeld materiaal heb ik dus als kapstok gebruikt om de gedachte of benadering van de kennisbasis uit te leggen."

Five teachers give some recommendations to improve the support in the future:

"Aan het begin van het geheel open en eerlijk alle eisen op tafel leggen zodat duidelijk is wat er van je verwacht wordt."

"Meer deskundigheid over het ontwikkelen van lesmateriaal."

"Laat de groep kiezen, zodat je ook zeker weet dat het materiaal op het juiste niveau getest kan worden."

"Meerdere bijeenkomsten waarbij er samengewerkt en gebrainstormd kan worden met voldoende mogelijkheden zoals werkplek, pc ed. in een kortere tijdspanne."

Three supervisors mention that they would spend more time on the theory of the *kennisbasis* in the future.

“Een vereiste voor de toekomst is om de docenten eerst eigen te laten maken met de kennisbasis, speciaal op de denk- en werkwijzen. Daarnaast zou ik de docenten niet heel nieuw lesmateriaal laten maken, maar ik zou ze een bestaande les uit het boek geven. Deze les zouden ze dan zo moeten herontwikkelen dat vakinhouden, werkwijzen en denkwijzen in een drie dimensionale benadering naar voren komen. Heel klein beginnen. In tweede instantie zou je de docenten dan een vrije opdracht kunnen geven. Ik denk dat dat wel heel goed zou werken.”

One supervisor suggest that it would be better to call this project a professionalization, because the focus is on a new didactic.

“Ik denk dat je zeker bij zo iets waarvan je ook echt een nieuwe didactiek wil ontwikkelen dan moet je eigenlijk docenten vragen voor een professionaliseringstraject waarbinnen je door lesmateriaal te ontwikkelen je ook professionaliseert, maar je moet het accent veel meer leggen op we gaan met z’n alle kijken en ook duidelijk maken dat je zelf ook daar nog aan het puzzelen bent we willen graag met jullie samen discussiëren over hoe we dit kunnen behalen. En dan zou je daar denk ik ook echt meer tijd voor moeten nemen.”

4.6 Learning outcomes

4.6.1 Professional development

All teachers indicate they had enough or developed enough subject matter knowledge and general pedagogical content knowledge during the project. The supervisors confirm this:

“Ja, het waren allemaal ervaren docenten dus die wisten wel wat ze in de klas wel en niet konden doen. De pedagogische kennis was dus wel op orde.”

“Ik denk wel dat de docenten genoeg kijk hebben op de pedagogische kant.”

Three supervisors think the teachers did not develop enough specific pedagogical content knowledge (in Dutch: *didactische kennis over de kennisbasis*) to develop science education material that addresses the three dimensions specifically.

“De uitdaging was vooral de vakdidactische kennis, dus om lesmateriaal te maken aan de hand van de kennisbasis. Het was vooral een uitdaging om de denk- en werkwijzen voldoende expliciet te krijgen in het materiaal. Daar moesten echt een aantal slagen overheen gaan, omdat ik heel mooi lesmateriaal zag met mooie ideeën en vakdidactisch zat het ook goed in elkaar, maar ik zag geen denkwijzen.”

One supervisor did not experience problems with the amount of specific pedagogical content knowledge of the teachers he supervised.

“Beide docenten zijn vanaf begin af aan betrokken bij de kennisbasis. Zo waren ze aanwezig bij de twee valideringsrondes van de kennisbasis. Dus dat was een groot voordeel en dat scheelt echt denk ik. Dus zij konden goed met de kennisbasis werken. Doordat zij toch een soort voortraject hebben gehad hebben zij deze kennis nu goed onder de knie.”

Nine teachers mention that they learned something about the new didactics of the *kennisbasis* and the supervisors confirm this.

“Dat het best lastig is om iets dat impliciet aanwezig is, expliciet te maken voor leerlingen.”

“Heel veel over de kennisbasis en hoe deze gedidactiseerd zou kunnen worden.”

“Ze [the teachers] hebben in ieder geval geleerd dat er zoiets aan de gang is als een kennisbasis waar denk- en werkwijzen ook een rol in spelen.”

Other learning experiences that teachers mention are:

“Dat dit soort dingen er altijd een beetje bij blijft hangen. Het moet teveel in de plooiën van de tijd.”

“Dat ik niet meer mee wil doen aan het schrijven van dergelijke kookboek lessen.”

The supervisors say they learned that it is important to pay more attention on the theory of a curriculum renewal before they can start with developing education material.

“Ik heb geleerd dat ik in het vervolg meer aandacht zou besteden aan de theorie. Ik had de groep, maar dat hadden alle begeleiders moeten doen volgens mij, gewoon met zijn alle nog een keer goed bij elkaar gaan zitten: waar hebben we het nu precies over en wat willen we, wat verwachten we precies. Eerst dus even een train de trainer stukje, dus een stukje cursus.”

4.6.2 Developed science education material

The teachers of four TDTs were satisfied with their developed education material (average score 3.5, see table 8).

Statement	TDT A	TDT B	TDT C.1	TDT C.2	TDT D	Average
15	4	2.3	3.7	4	3.5	3.50

Table 8. The scores on statement 15: “I am satisfied with the education material that I/we developed.” The teachers could give an answer from 1 (totally disagree) to 5 (totally agree).

Three supervisors also indicate that they are satisfied with the developed education material of their TDT.

“We hebben er nu twee keer naar gekeken met de andere begeleiders. Toen hebben we al te horen gekregen dat het één van de pareltjes is. Het ziet er goed uit dus daar kan ik tevreden over zijn.”

“Langzamerhand word ik tevreden, maar dat heeft wel een lange weg nodig gehad om dat gevoel te krijgen. Dit kwam doordat sommige docenten hun eigen ding gingen doen en zich niet focusten op de kennisbasis, in de zin dat zij eigen materiaal ontwikkelden dat ze toch al wilden ontwikkelen voor hun eigen klassen. Daarnaast vond ik dat de werk- en denkwijzen niet expliciet naar voren kwamen, maar daar hebben we dus aan gewerkt. Het worden mooie materialen.”

One supervisor is a little bit disappointed about the developed education material of his TDT:

“Ik had er wel iets meer van verwacht. Ik had gehoopt dat de drie dimensies op een natuurlijke manier in het materiaal aanwezig zouden zijn.”

5. Conclusion

The research question of this study is:

- *What support do science teachers, working together in teacher design teams, need to develop science education materials for the lower secondary education that explicitly address core ideas, crosscutting practices and crosscutting concepts?*

The results of this study suggest that science teachers, working together in TDTs, need two specific types of support to develop education materials that address the three dimensions of the *kennisbasis*:

- 1. Support to achieve teachers' personal expectations**

For the input phase it seems important to communicate the expectations properly to each other. During the developing process the supervisors should support the teachers to achieve their personal goals and the goals of the project.

- 2. Support to develop specific pedagogical content knowledge about the *kennisbasis***

The results of this study suggest that the teachers of this study already have (or developed) enough subject matter knowledge and general pedagogical content knowledge to develop general science education material. To develop education material that specifically address the three dimensions of the *kennisbasis* the teachers should first develop specific pedagogical content knowledge about the *kennisbasis*. Therefore, the support should be focused on the development of knowledge of the theory of the *kennisbasis*. When the teachers have acquired enough knowledge about the *kennisbasis*, they are able to develop education materials that explicitly address the three dimensions. During the developing process the supervisors should give feedback to the teachers to ensure the education materials address the guidelines of the *kennisbasis*.

6. Discussion

6.1 Differences between TDTs and striking results

6.1.2 TDT-A

TDT-A has the highest average score on the statements. The teachers were especially satisfied with the support they received of their supervisor.

“Begeleiding was verder prima. We kregen veel ruimte om in eerste instantie ook gevoel te krijgen voor de kennisbasis. In plaats van in een vast stramien geduwd te worden kregen we veel vrijheid en ondersteuning/uitleg om zelf alles te ontdekken.”

Supervisor A illustrates his role as supervisor:

“In het begin had ik een hands-off instelling, maar daar is een verandering in gekomen tijdens het proces. In het begin had ik zoiets van iedereen moet doen wat hij/zij van te voren graag voor ogen had. Deze verwachtingen hebben we niet echt uitgesproken naar elkaar, maar we zijn direct begonnen. Op een gegeven moment heb ik afgezien van de hands-off instelling en ben ik me er meer mee gaan bemoeien, omdat ik vond dat er onvoldoende voortgang was en dat de ideeën die wij als projectgroep hadden onvoldoende in de materialen terug kwamen. Bijvoorbeeld het expliciet maken van de denk- en werkwijzen. Het waren op zich wel leuke materialen, maar niet zodanig voor de kennisbasis.”

It seems that the success of the support of supervisor A is achieved by his approach. On the one hand the supervisor gave the teachers space to discover the *kennisbasis* on their own way and on the other hand the supervisor navigated the teachers by giving explicitly feedback to ensure the education material addresses the guidelines of the *kennisbasis*.

6.1.1 TDT-B

TDT-B has the lowest average score on the statements of all TDTs. Supervisor B says the following about his role as supervisor:

“Half hands off en half hands on. Ik gaf ze bijvoorbeeld de vrijheid om zelf een onderwerp te kiezen en de vrijheid waarop zij de werkwijzen en denkwijzen zouden integreren. Op het moment dat zij dat allemaal hadden gedaan dan gaf ik daar wel een soort van oordeel of evaluatie over om dan een beetje de regie te voeren om ervoor te zorgen dat de drie dimensies wel goed aan de orde kwamen. Dus ik zat er een beetje tussenin. Soms denk ik wel dat ik meer regie had moeten nemen, bijvoorbeeld dat ze vanuit een methode hadden moeten werken, maar dat weet ik niet zeker. Dat zijn twijfels die je hebt als je betere resultaten wilt krijgen.”

It seems like the support and advices of supervisor B were too noncommittal for the teachers.

“Ik heb wel hints gegeven, naar websites enzovoorts. Maar ook weer niet te vaak, ook om te voorkomen dat zij zich teveel gestuurd zouden voelen.”

“Ik weet dat niet zo. Ik ben er wel vaker op terug gekomen en inderdaad gevraagd van kijk nog eens naar die voorbeeldmaterialen, maar ik heb niet echt expliciet gevraagd van heb je dat echt gedaan. Dus ik heb er niet zo heel veel kijk op. Mijn indruk is dat ze hier meer gebruik van moeten maken.”

It is remarkable that especially one of the teachers of TDT-B is very negative. He explains why he has a negative attitude towards the project:

“Gedurende het project kwamen er steeds meer eisen van de SLO die niet in eerste instantie bekend waren. Hierdoor is de betaling die er tegen overstaat niet in verhouding tot het geleverde werk. Verder ben ik van mening dat het teveel voorgekauwd wordt voor de docente die er eventueel mee aan de slag gaat. Het begint zo op een kookboek te lijken dat is niet wat ik persoonlijk aan hang. Om les te geven heeft een docent didactische vrijheid nodig en dat blijft er hier niet over.”

6.1.3 TDT-C.1

Remarkable for this TDT is the role of the supervisor. The supervisor developed a part of the education material. The teachers are mainly responsible for the subject content and the supervisor for the implementation of the crosscutting concepts and practices in the developed education material.

“Een hindernis was dat een nieuw onderwerp al snel te groot wordt. Het wordt al snel veel meer dan één les. Als je serieus aandacht wilt besteden aan die denk- en werkwijzen kost één denkwijze al gauw één les, plus dat je het onderwerp nog wilt introduceren en dan moet je het nog naar elkaar toe passen. Dus al heel gauw zit je aan drie lessen. Dat betekent weer veel voorbereiden, veel lesmateriaal, veel docenthandleiding, veel antwoorden. Dus daar vertil je je al gauw aan. Dat neemt veel aandacht, terwijl je aan de andere kant weet ze krijgen 500 euro voor 40 lesuren aan werk. Dus dan komen ze vanuit Helmond hier naar Utrecht, ja dan wordt je ook wat beschroomd om ze dan nog een keer hier naartoe te halen voor alleen een scholingsbijeenkomst. Dat vond ik wel een punt dat je al snel het idee hebt dat wil ik eigenlijk niet van ze vragen. De randvoorwaarden hebben mee veroorzaakt dat ik teveel initiatief nam. Het is niet het enige, het ligt ook aan mezelf natuurlijk. En dan wil je toch dat er op tijd lesmateriaal komt en dan ga je in plaats van dat de groep dat doet, ga je dat zelf doen.”

“Ze zaten zo in de context van mobieltjes dat was al een hele kluif om materiaal voor te verzamelen en opdrachten. Ik heb vooral de denk- en werkwijzen bij het materiaal gezocht en dat ingebracht. We hebben geen discussies gehad over de inhoud van de kennisbasis, het onderwerp trok gelijk alle aandacht. Ze waren denk ik ook meer geïnteresseerd in leuk lesmateriaal ontwikkelen en minder in de kennisbasis. Docenten willen graag iets maken waar ze ook iets aan hebben. Dat is gewoon heel leuk. In zo’n situatie is iedereen heel erg gericht op het product.”

The results suggest the teachers did not develop enough specific pedagogical knowledge about the *kennisbasis*, but mainly develop knowledge about the subject content and knowledge on developing education material in general.

6.1.4 TDT-C.2

The teacher of this TDT especially missed the collaboration with other teachers. Therefore, it seems that working in a team is an added value for teachers.

“Twee van de drie docenten uit mijn subgroep moesten in het beginstadium afhaken. Hierdoor bleef ik als enige docent over. Hoewel de samenwerking met de begeleider prima verliep en hij ook veel materiaal heeft ontwikkeld, miste ik soms het klankbord van andere docenten, vooral ook omdat ik op een gymnasium werk en daardoor geen recente ervaring heb met havo en vmbo. Het andere subgroepje was zo druk met hun

onderwerp dat van hen niet verwacht kon worden om ook uitgebreid naar ons materiaal te kijken.”

6.1.5 TDT-D

The teachers and supervisor of TDT-D were positive about the developing process, the support and the final product.

“Beide docenten zijn vanaf begin af aan betrokken bij de kennisbasis. Zo waren ze aanwezig bij de twee valideringsrondes van de kennisbasis. Dus dat was een groot voordeel en dat scheelt echt denk ik. Dus zij konden goed met de kennisbasis werken. Doordat zij toch een soort voortraject hebben gehad hebben zij deze kennis nu goed onder de knie.”

These results suggest that this TDT had a lead over the rest of the TDTs regarding the specific pedagogical knowledge. That might explain why the teachers are so positive about the total developing process. In addition, this positive attitude might be explained by the good relationship the teachers have with their supervisor.

6.1.6 A hypothetical explanation for the differences between the TDTs

In general, the teachers of the different TDTs did not differ in their level of knowledge (subject matter knowledge and general pedagogical content knowledge) or experience in teaching. The results suggest the quality of the developed material is influenced by the extent of the development of specific pedagogical content knowledge and the support of the supervisor. One of the TDTs might have had a lead over the rest because they already worked with the *kennisbasis* in a previous project. It seems the teachers of TDT-D developed enough specific pedagogical content knowledge about the *kennisbasis* and this might explain the positive attitude of the supervisor and teachers of this TDT towards the developing process and the developed education. The supervisors of the TDTs supported the teachers in a different way. The results suggest that the main task of a supervisor is to ensure the developed education materials address the three dimensions of the *kennisbasis*. A supervisor should give feedback to the teachers on this point to achieve education material that meet the guidelines of the *kennisbasis*. Furthermore, it might be important to give the teachers some freedom of choice, so they can achieve their personal goals. For example, let the teachers determine the topic of the education material and the level of the target group.

6.2 Theory

According to literature on supporting teachers in TDTs various factors should be taken into account. A model has been made that is based on the most important factors (see figure 4).

Different studies (DeBarger, Choppin, Beauvineau, & Moorthy, 2013, Huizinga, 2014) suggest that teachers need support to make sure that new education materials will meet the curriculum developers' intentions. The results of this study confirm this suggestion. When the project group had communicated that it was a professionalization project in the beginning of the project, it might be clearer for the teachers what they could expect. This study suggests that teachers need support to ensure the developed education materials will meet the curriculum developers' intentions and support to achieve the personal goals of the teachers. Teachers can become demotivated when their expectations do not come true, so it is important to give them support to achieve their personal goals.

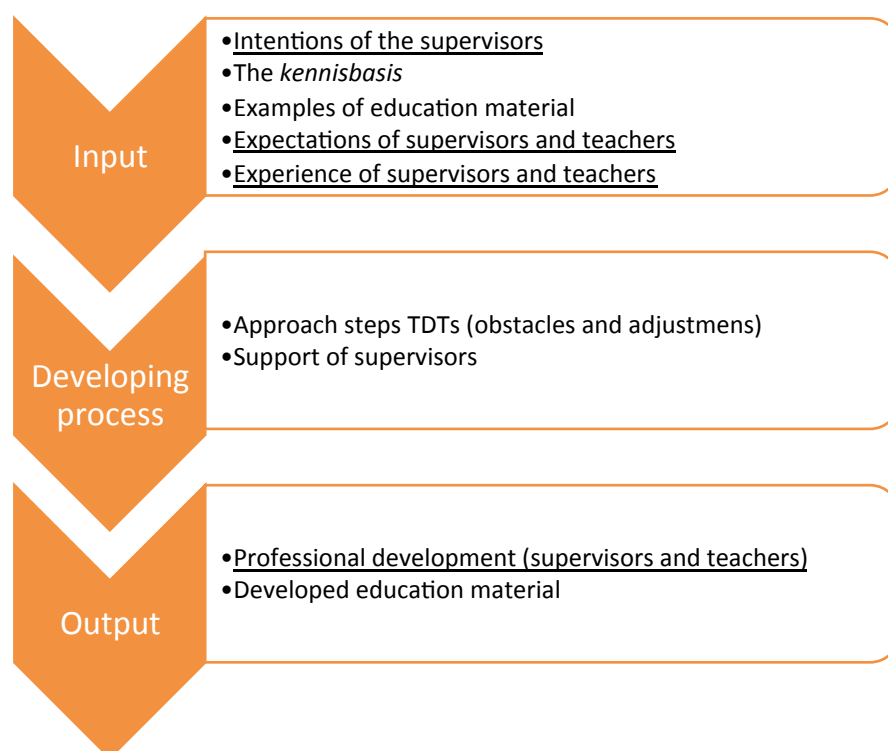


Figure 4. Detailed diagram of the three phases of implementation from the kennisbasis into science education material by the TDTs. The blue striped boxes represent the factors that seems important according to literature on supporting TDTs.

Huizinga (2014) suggests teachers need subject matter knowledge, pedagogical content knowledge and curriculum design expertise to develop education materials that meet the guidelines of a curriculum renewal. According to the supervisors and the teachers themselves the teachers had enough or developed enough subject matter knowledge and general pedagogical content knowledge to develop education material. From the results, it seems the teachers that participated are very experienced and that might explain why the teachers did not encounter any problems with their subject matter and general pedagogical content knowledge. In contrast to the specific pedagogical content knowledge. The results suggest that teachers need to develop specific pedagogical content knowledge about the *kennisbasis* before they are able to develop education material on the guidelines of the *kennisbasis*. None of the supervisors indicated they gave specifically support on curriculum design expertise and none of the teachers mention that they missed this support. In each TDT at least one of the teachers have experience with developing education material for others. Perhaps the teachers already developed curriculum design expertise (in a previous project). One of the supervisors mentions another explanation:

“Ik denk dat niet iedere goede docent direct ook een goede ontwikkelaar is van lesmateriaal. Sommige docenten hebben veel goede ideeën, maar kunnen het moeilijk op papier zetten bijvoorbeeld. Die docenten hebben dus meer ondersteuning nodig. Sommige docenten gaat het ontwikkelen van lesmateriaal makkelijker af.”

After the TDTs developed the education material the supervisors organized a final meeting with the teachers of the TDTs together. During this session the teachers indicate they think they had not enough curriculum design expertise to develop education material. They thought they would learn something more about developing education material in general during this project. These results suggest that the teachers had or developed not enough specific design expertise. Overall, this study suggests teachers need especially specific pedagogical content knowledge and curriculum design expertise to develop education material that meet the guidelines of the *kennisbasis*.

6.3 Implications and recommendations

The data of this study give insights in the support teachers need to develop science education material on the three dimensions of the *kennisbasis*. The results of this study lead to recommendations for the SLO project group, but might also be applicable for institutes that would like to train teachers to develop education material on the three dimensions. In addition, the *kennisbasis* is a curriculum renewal and therefore the results might be applicable for other education organizations that would like to implement a curriculum renewal in school practice.

The teachers, working together in TDTs, should be supported during the three phases (input, developing process and output) of implementation. For the input phase the supervisors should have clear what their intentions are with the *kennisbasis* and communicate these with the participants properly in the beginning of the project.

“Aan het begin van het geheel open en eerlijk alle eisen op tafel leggen zodat duidelijk is wat er van je verwacht wordt.”

“Ik denk dat je zeker bij zo iets waarvan je ook echt een nieuwe didactiek wil ontwikkelen dan moet je eigenlijk docenten vragen voor een professionaliseringstraject waarbinnen je door lesmateriaal te ontwikkelen je ook professionaliseert, maar je moet het accent veel meer leggen op we gaan met z’n alle kijken en ook duidelijk maken dat je zelf ook daar nog aan het puzzelen bent we willen graag met jullie samen discussiëren over hoe we dit kunnen behalen.”

In addition, the supervisors should take into account the expectations of the teachers and give support during the developing process to achieve the personal goals/expectations of the teachers. Teachers become demotivated if their expectations do not come true.

“Ik deed mee zodat ik leuk en nieuw materiaal voor in de klas zou krijgen, maar ik heb geen klassen op het niveau waar het materiaal voor bedoeld is.”

The teachers that are not acquainted with the *kennisbasis* should have more support about the theory of the curriculum renewal (in this case the *kennisbasis*) before they start with developing education material. In this way it is possible for teachers to develop education material what addresses the intentions of the *kennisbasis*. All supervisors confirm this recommendation.

“Als we dit project nog een keer zouden starten, zou ik eerst een paar bijeenkomsten willen met de docenten waar we het nadrukkelijk hebben over de denk- en werkwijzen, voordat we daadwerkelijk aan de gang gaan met het ontwikkelen van materiaal. Het moet echt uitgebreider dan dat we nu hebben gedaan.”

Besides, some teachers might need support in developing education material in general and should first develop curriculum design expertise. Moreover, the supervisors should take into account one of the main obstacles: the workload.

“Voor mij is de grootste hindernis de werkdruk die ik zelf in mijn onderwijswerk ervaar, waardoor de tijd beperkt is.”

A possible solution to prevent excessive workload might be to organize several small projects where teachers have to develop education material in a short period of time. In a first project teachers could get acquainted with the *kennisbasis* and adapt existing material to the guidelines of the *kennisbasis*. In a second project teachers could develop new education material that meet the guidelines of the *kennisbasis*.

“Meerdere bijeenkomsten waarbij er samengewerkt en gebrainstormd kan worden met voldoende mogelijkheden zoals werkplek, pc ed. in een kortere tijdspanne.”

“Daarnaast zou ik de docenten niet heel nieuw lesmateriaal laten maken, maar ik zou ze een bestaande les uit het boek geven. Deze les zouden ze dan zo moeten herontwikkelen dat vakinhouden, werkwijzen en denkwijzen in een drie dimensionale benadering naar voren komen. Heel klein beginnen. In tweede instantie zou je de docenten dan een vrije opdracht kunnen geven. Ik denk dat dat wel heel goed zou werken.”

At the end of the project, the output phase, the supervisor should evaluate the project with the teachers. The goals that should be achieved are:

- learn teachers how they can develop education material that address core ideas, crosscutting practices and crosscutting concepts;
- develop education material that can serve as an example for other teachers;
- let the personal expectations of the teachers come true.

During the final meeting the teachers suggest that they would like to have several half-day meetings. They would like to know the dates of this meeting in the beginning of the scholastic year, so they are able to ask the school board for permission. The project should be a professionalization, so it can count for the Dutch ‘*lerarenregister*’. First, the teachers would like to learn more about the theory and the guidelines of the *kennisbasis*. Secondly, the teachers would like to learn about developing education material (in general), curriculum design expertise. Thirdly, after the theory meetings they would like to develop education material together with other teachers in TDTs during the meetings. The teachers explain this will give them more motivation and will be more effective. During the project the teachers found it difficult to develop education material on their own and struggle with the workload of their work as a teacher. With this design teachers develop education material during the specific meetings and get supported by the other participants.

6.4 Limitations

The data of this study cannot be used to say something about the effectivity of the developed education material in school practice in terms of students’ achievements. A supervisor confirms this limitation:

“Dat is dan weer het voordeel dat je met docenten werkt. Als de docenten zeggen ik durf dit zo uit te testen in de klas dan is dat al een hele grote stap. Wat natuurlijk de vraag is waarschijnlijk als die les uitgevoerd wordt in een klas krijg je feedback terug van nou ze vonden het heel leuk en dat is dan, maar je wil natuurlijk ook graag weten van hebben ze nu het begrip duurzaamheid in de vingers gekregen en als ik vraag naar een nieuw product hebben ze dan het idee dat je zowel moet kijken naar waar de grondstoffen vandaan komen en waar de afvalstoffen terecht komen. Dus dan moet je denk ik wil je de effectiviteit beoordelen moet je echt op heel specifieke dingen letten. Dus we hebben nog geen flauw idee van de effectiviteit op dit moment.”

At the end of the project the supervisors organized a final meeting to evaluate the project. During this meeting the teachers of the different TDTs did have a look at the different developed education materials. The teachers and supervisors discussed about the degree of implementation of the three dimensions of the *kennisbasis* in the developed education materials. During this meeting the teachers might developed more insights about how they can adapt their developed education material or how they can develop education material a next time. This study did not investigate what the teachers learned during this final (evaluation) meeting, while this is still part of the teachers’ professional development. It would have been interesting if SLO had organized a meeting after this evaluation meeting so teachers can adapt their developed education material and the supervisors can investigate what teachers learned of the evaluation meeting.

Another limitation is the extent of generalizability of the results of this study. This study focused on only twelve teachers and four supervisors. Besides, this project focused on the developing process of a specific curriculum renewal (the *kennisbasis*). Because this is the first time Dutch teachers developed education material on the three dimensions, the results might be useful for similar projects where teachers learn to develop education material that address the guidelines of the *kennisbasis*. Perhaps, the results of this study can also give other curriculum developers some insights to improve the implementation process of their developed curriculum into school practice.

6.6 Further research

This study focused on the intended level to the implemented level (see table 9), especially on the implementation of the formal/written (the *kennisbasis*) to the perceived level (developed education materials). The operational, experiential and learned levels have not been conducted and can be studied in the future.

Intended	Ideal	Vision (rationale or basic philosophy underlying a curriculum)
	Formal/written	Intentions as specified in curriculum documents and/or materials
Implemented	Perceived	Curriculum as interpreted by its users (especially teachers)
	Operational	Actual process of teaching and learning (also: curriculum-in-action)
Attained	Experiential	Learning experiences as perceived by learners
	Learned	Resulting learning outcomes of learners

Table 9. Forms of curriculum (Thijs & Van den Akker, 2009).

A possible idea for further research might be to investigate what the effectivity is of the developed education material in school practice in terms of students' achievements. It is for example possible to investigate what students think the main message of a specific lesson is. Perhaps students only mention the topic of the lesson, but maybe they also mention the specific crosscutting concept that is educated in the lesson.

Another idea for further research might be to investigate how it is possible to develop education material that lead to learning progressions (in Dutch: *doorlopende leerlijnen*) with the help of the *kennisbasis*. These learning progressions should ensure a good transition from primary to secondary education, but also from one class to another class by minimizing overlap, breaks or gaps in the learning experience of the students. Learning progressions involves both vertical learning (from one class to another) and horizontal learning (relation between subjects and areas of learning). One of the intentions of the project group of the *kennisbasis* is to create more coherence between the science subjects, but this is not yet succeeded with the developed education material according to all supervisors:

"... dat is echt nog een slag die we nog moeten maken. Ook een bijeenkomst in juni denk ik. Als je dan twee of drie lessen over oorzaak en gevolg hebt dat je dan ook gaat praten over en hoe zorg je er nou voor dat leerlingen die ene les met die andere verbinden, want bij doorlopende lijnen moet je verbindingen leggen en daar moet je een methode voor verzinnen. Ik denk trouwens ook dat het nog nergens in de wereld nog heel duidelijk is. Als je in de Verenigde Staten kijkt naar lessen die ontwikkeld zijn. Het zijn prachtige lessen en het is ook heel duidelijk hoe dan die denk- en werkwijzen er in verwerkt zijn, maar ik heb nog niet iets gelezen waarvan je zegt we gaan nou een leerlijn in de onderbouw of de middle school opzetten."

Appendix 1 – Questionnaire teacher (first version)

U ontvangt hierbij een vragenlijst die betrekking heeft op het ontwikkelproces dat u heeft doorlopen samen met uw projectgroep. Ik zou u willen vragen om het lesmateriaal, dat u ontwikkeld heeft, erbij te pakken en dit nogmaals te bestuderen. We willen onderzoeken hoe (de begeleiding) van dit project verbeterd kan worden en daarom wil ik u vragen om de vragen naar waarheid en zo specifiek mogelijk te beantwoorden. Uw antwoorden zullen anoniem gebruikt worden in het onderzoek. Alvast hartelijk bedankt.

Ervaring

1. Wat voor opleiding heeft u genoten?
2. Wat voor bevoegdheid heeft u (vak en graad)?
3. Hoeveel jaar geeft u les en in welke jaarlagen geeft u les of heeft u lesgegeven (bovenbouw/onderbouw/beiden)?
4. Op wat voor schooltype geeft u les?
5. Wat is uw ervaring met het ontwikkelen van lesmateriaal (ontwikkeld voor eigen gebruik/voor pilots van nieuwe examenprogramma's/auteur van methoden/anders, namelijk...)?
6. Als u ervaring heeft met het ontwikkelen van lesmateriaal, wat heeft u dan uit deze ervaringen geleerd over het ontwikkelen van lesmateriaal?
7. Aan welke ontwikkelgroep neemt u deel (Nat/Sk/Bio/Fys Geo/Technologie)?

Motivatie

8. Waarom heeft u zich opgegeven voor dit project?
9. Wat hoopte u dat dit project zou opleveren voor uzelf?
10. Wat hoopte u dat dit project zou opleveren voor het onderwijs?

Ontwikkelproces lesmateriaal

11. Had u het gevoel dat u in staat was om bij het (gekozen) onderwerp lesmateriaal te maken:
 - a. Op basis van uw bestaande vakkennis?
 - b. Op basis van uw bestaande vakdidactische kennis?
12. Heeft u zich nog verder ingelezen in het onderwerp:
 - a. Op de vakinhoudelijke kant?
 - b. Op de vakdidactische invulling?
13. Welke stappen heeft u met uw groep genomen om het lesmateriaal te ontwikkelen?
14. In hoeverre heeft de kennisbasis u geholpen bij het ontwikkelen van het lesmateriaal?
15. In hoeverre heeft het voorbeeld lesmateriaal bij de kennisbasis u geholpen bij het ontwikkelen van het lesmateriaal?
16. In hoeverre heeft de medewerker van het SLO u geholpen bij het ontwikkelen van het lesmateriaal?
17. Wat was de rol van de begeleider in uw groep?
18. Wat waren voor u (of de hele groep) hindernissen bij het ontwikkelen van lesmateriaal in de ontwikkelgroep?
19. In hoeverre was het voor u duidelijk hoe werk- en denkwijzen, in samenhang met vakinhouden, vorm gegeven moesten worden in het lesmateriaal?
20. Waar waren bijstellingen (in opdracht van uw begeleider) nodig om het materiaal aan te passen?

Het product

21. Bent u tevreden met het lesmateriaal dat u ontwikkelt (heeft ontwikkeld)? Waarom wel/niet?
22. Is het door u ontwikkelde materiaal ook bruikbaar door collega's op andere scholen? Waarom wel/niet?
23. In hoeverre wijkt het gemaakte lesmateriaal af van het materiaal dat u in de klas gebruikt?

Leeropbrengsten

24. Hou zou u een mede collega instrueren over de kennisbasis en het lesmateriaal dat u met uw groep heeft ontwikkeld? Graag in een paar zinnen uw uitleg beschrijven.
25. Wat heeft u zelf geleerd tijdens het ontwikkelproces?

Evaluatie

26. Zijn uw verwachtingen (voor uzelf en voor het onderwijs) uitgekomen? Waarom wel/niet?
27. Hoe vond u het ontwikkelproces in de groep gaan?
28. Hoe vond u de begeleiding tijdens het hele ontwikkelproces?
29. Hoe zou deze begeleiding verbeterd kunnen worden (graag specifiek)?
30. Zou u in het vervolg nog eens lesmateriaal willen ontwikkelen in een docent ontwikkel team? Waarom wel/niet?
31. Stel dat u nog eens lesmateriaal zou maken aan de hand van de kennisbasis. Hoe zou u dit dan aanpakken en in hoeverre verschilt dat van de aanpak die u nu met uw groep heeft gevolgd (graag specifiek)?

Bedankt voor het invullen van de vragenlijst! Wilt u zo vriendelijk zijn om uw antwoorden te mailen naar: m.g.r.gilissen@students.uu.nl

- Einde -

Appendix 2 – Questionnaire teacher (revised version)

Vragenlijst voor de docenten van de DOT's

U ontvangt hierbij een vragenlijst die betrekking heeft op het ontwikkelproces dat u heeft doorlopen samen met uw projectgroep. Het invullen van de vragenlijst duurt ongeveer 30 minuten. Ik zou u willen vragen om het lesmateriaal, dat u ontwikkeld heeft, erbij te pakken en dit nogmaals te bestuderen. We willen onderzoeken hoe (de begeleiding van) dit project verbeterd kan worden en daarom wil ik u vragen om de vragen naar waarheid en zo specifiek mogelijk te beantwoorden. Uw antwoorden zullen anoniem gebruikt worden in het onderzoek. Alvast hartelijk bedankt.

Ervaring

1. Wat voor opleiding heeft u genoten?
Klik hier als u tekst wilt invoeren.
2. Wat voor bevoegdheid heeft u (vak en graad)?
Klik hier als u tekst wilt invoeren.
3. Hoeveel jaar heeft u les gegeven?
 - ☐ 0 – 5 jaar
 - ☐ 5 - 10 jaar
 - ☐ > 10 jaar
4. Aan welke jaarlagen geeft u les of heeft u lesgegeven?
 - ☐ 1^e klas
 - ☐ 2^e klas
 - ☐ 3^e klas
 - ☐ 4^e klas
 - ☐ 5^e klas
 - ☐ 6^e klas
5. Aan welk(e) schooltypen geeft u les of heeft u lesgegeven?
 - ☐ vmbo
 - ☐ havo
 - ☐ vwo
 - ☐ anders, namelijk Klik hier als u tekst wilt invoeren.
6. Wat is uw ervaring met het ontwikkelen van lesmateriaal voor anderen?
 - ☐ geen (ga verder naar vraag 8)
 - ☐ voor pilots van nieuwe examenprogramma's
 - ☐ auteur van methoden
 - ☐ anders, namelijk Klik hier als u tekst wilt invoeren.
7. Wat was een belangrijke leerervaring voor u na het ontwikkelen van lesmateriaal in eerdere projecten?
Klik hier als u tekst wilt invoeren.
8. Aan welke ontwikkelgroep neemt u deel?
 - ☐ Nat
 - ☐ Sk
 - ☐ Bio
 - ☐ Fys Geo
 - ☐ Technologie
 - ☐ Vakoverstijgend

Hieronder staan een aantal stellingen. Geef per stelling aan in welke mate het u met deze stelling eens, neutraal of oneens bent door het desbetreffende vakje aan te klikken.

Stelling	Ze er mee oneens	Mee oneens	Neutraal	Mee eens	Ze er mee eens
9. Ik was in staat om bij het (gekozen) onderwerp lesmateriaal te maken op basis van mijn bestaande vakinhoudelijke kennis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ik was in staat om bij het (gekozen) onderwerp lesmateriaal te maken op basis van mijn bestaande vakdidactische kennis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. De kennisbasis heeft mij geholpen bij het ontwikkelen van het lesmateriaal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Het voorbeeld lesmateriaal bij de kennisbasis heeft mij geholpen bij het ontwikkelen van het lesmateriaal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Mijn begeleider heeft mij geholpen bij het ontwikkelen van het lesmateriaal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ik vond het werken in een team een toegevoegde waarde hebben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ik ben tevreden met het lesmateriaal wat ik/wij heb(ben) ontwikkeld.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Het lesmateriaal wat ik/wij heb(ben) ontwikkeld is ook bruikbaar door collega's op andere scholen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. De verwachtingen die ik in het begin had zijn uitgekomen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Ik ben tevreden over het ontwikkelproces binnen de groep.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Ik ben tevreden over de begeleiding die ik tijdens het ontwikkelproces heb gekregen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Motivatatie

20. Waarom heeft u zich opgegeven voor dit project?

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

21. Wat hoopte u dat dit project zou opleveren voor uzelf?

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

22. Wat wordt er met de kennisbasis beoogd volgens u?

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

23. Wat denkt u dat het gebruik van het ontwikkelde lesmateriaal (gebaseerd op de 3 dimensies van de kennisbasis) oplevert voor het onderwijs?

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Ontwikkelp proces lesmateriaal

24. Heeft u zich nog verder verdiept in het onderwerp op de vakinhoudelijke kant?

☐ Ja

☐ Nee

25. Heeft u zich nog verder verdiept in het onderwerp op de vakdidactische invulling?

☐ Ja

☐ Nee

26. Hoe vaak is uw groep bij elkaar gekomen (exclusief de plenaire begin bijeenkomst)?

☐ 1 keer

☐ 2 keer

☐ 3 keer

☐ 4 keer

☐ 5 keer

☐ 6 keer

☐ > 6 keer

27. Wat deed uw groep tijdens deze bijeenkomsten? Graag een beschrijving.

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

28. Wat waren voor u (of de hele groep) hindernissen bij het ontwikkelen van lesmateriaal in de ontwikkelgroep?

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

29. Waar waren bijstellingen (in opdracht van uw begeleider) nodig om het materiaal aan te passen?

Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Leeropbrengsten

30. Hoe zou u een mede collega instrueren over de kennisbasis en het lesmateriaal dat u met uw groep heeft ontwikkeld? Graag in een paar zinnen uw uitleg beschrijven.
Klik hier als u tekst wilt invoeren.

31. Wat heeft u zelf geleerd tijdens het ontwikkelproces?
Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Evaluatie

32. Hoe zou deze begeleiding verbeterd kunnen worden (graag specifiek)?
Klik hier als u tekst wilt invoeren.

33. U heeft tijdens dit project lesmateriaal ontwikkeld aan de hand van de kennisbasis en u heeft daarnaast ook (leer)ervaringen opgedaan. Stel dat het project een vervolg krijgt en er nieuw lesmateriaal ontwikkeld kan worden in samenwerking met de andere ervaren docenten, zou u hier dan aan willen deelnemen? Waarom wel/niet?

☐ Ja, want Klik hier als u tekst wilt invoeren.

☐ Nee, want Klik hier als u tekst wilt invoeren.

34. Stel dat u nog eens lesmateriaal zou maken aan de hand van de kennisbasis. Hoe zou u dit dan aanpakken en in hoeverre verschilt dat van de aanpak die u nu met uw groep heeft gevolgd (graag specifiek)?
Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Overige opmerkingen:

Bedankt voor het invullen van de vragenlijst! Wilt u zo vriendelijk zijn om uw antwoorden te mailen naar: m.g.r.gilissen@students.uu.nl

- Einde -

Appendix 3 – Guiding questions interview supervisors (first version)

Introductie interview:

- Goedkeuring vragen voor opname interview.
- Vragen of desbetreffende persoon om een specifieke tijd weg moet.
- Aangeven dat het transcript per mail wordt verstuurd voor goedkeuring.

Richtvragen tijdens het interview voor begeleiders van de Docent Ontwikkel Teams (DOT's)

Motivatie (intentions of the supervisors)

1. Wat wil het SLO bereiken met de kennisbasis?
2. Waarom hebben jullie ervoor gekozen om DOT's als middel in te zetten om lesmateriaal te ontwikkelen aan de hand van de kennisbasis?
3. Wat waren uw verwachtingen voor dit project (denk aan: leeropbrengsten van u zelf en docenten, educatie materiaal, etc.)?

Ervaring (experience and knowledge of teachers)

4. Had u het gevoel dat de docenten in uw DOT genoeg vakinhoudelijke kennis hadden over het onderwerp om lesmateriaal te ontwikkelen dat relevant, consistent, praktische en effectief is?
5. Had u het gevoel dat de docenten in uw DOT genoeg pedagogische kennis hadden over het onderwerp waar de groep lesmateriaal voor is gaan maken?
6. Had u het gevoel dat de docenten in uw DOT genoeg didactische kennis hadden over het onderwerp om doorlopende leerlijnen te creëren?

Ontwikkelproces lesmateriaal (approach steps TDTs)

7. Kunt u een beschrijving geven van de bijeenkomsten met uw groep?
8. Wat waren voor u (of de hele groep) hindernissen bij het ontwikkelen van lesmateriaal in de ontwikkelgroep?

(support of supervisors)

9. Wat was uw rol als begeleider?
10. Waar waren bijstellingen (door u of naar aanleiding van commentaar van de andere begeleiders) nodig om het materiaal te verbeteren?
11. Heeft u specifieke begeleiding gegeven aan de groep wat betreft: inhoudelijke kennis, pedagogische kennis en didactische kennis? Zo ja, omschrijf de begeleiding. Zo nee, waarom niet?
12. In hoeverre hebben de docenten gebruik gemaakt van de kennisbasis, de voorbeelden van lesmateriaal en uw begeleiding?

Leeropbrengsten en evaluatie (professional development)

13. Wat heeft u geleerd van dit project? Wat zou u in het vervolg anders doen?
14. Wat denkt u dat de docenten in uw groep hebben geleerd tijdens het ontwikkelproces?
15. In hoeverre was het voor de groep duidelijk hoe werk- en denkwijzen, in samenhang met vakinhouden, vorm gegeven moesten worden in het lesmateriaal?

Product (developed science education material)

16. Waar moet het lesmateriaal volgens u aan voldoen (graag specifiek)?
17. Wat vindt u van het ontwikkelde lesmateriaal?
 - a) Bent u tevreden met het lesmateriaal wat uw groep ontwikkeld (heeft)? Waarom wel/niet?
 - b) Is het ontwikkelde materiaal onmiddellijk bruikbaar in het onderwijs? Waarom wel/niet?
 - c) In hoeverre draagt het lesmateriaal bij aan het creëren van doorlopende leerlijnen?

Appendix 4 – Guiding questions interview supervisors (revised version)

Introductie interview:

- Goedkeuring vragen voor opname interview.
- Vragen of desbetreffende persoon om een specifieke tijd weg moet.
- Aangeven dat het transcript per mail wordt verstuurd voor goedkeuring.

Richtvragen tijdens het interview voor begeleiders van de Docent Ontwikkel Teams (DOT's)

Verwachtingen

1. Wat wil het SLO bereiken met de kennisbasis volgens u?
2. Waarom hebben jullie ervoor gekozen om DOT's als middel in te zetten om lesmateriaal te ontwikkelen aan de hand van de kennisbasis?

Ervaring

3. Heeft u ervaring met het begeleiden van DOT's of andere groepen?
4. Wat waren uw verwachtingen voor dit project (denk aan: leeropbrengsten van u zelf en docenten, educatie materiaal wat gemaakt wordt)?
5. Had u het gevoel dat de docenten in uw DOT genoeg vakinhoudelijke, pedagogische en didactische kennis hadden over het onderwerp om lesmateriaal te ontwikkelen?
6. Had u het gevoel dat de docenten in uw DOT genoeg vakinhoudelijke en vakdidactische kennis hadden over het onderwerp waar de groep lesmateriaal voor is gaan maken?

Begeleiding

7. Hoe vaak bent u bijeen gekomen met uw groep?
8. Kunt u een beschrijving geven van de bijeenkomsten met uw groep?
9. In hoeverre hebben de docenten gebruik gemaakt van de kennisbasis, de voorbeelden van lesmateriaal en uw begeleiding?
10. Wat waren voor u (of de hele groep) hindernissen bij het ontwikkelen van lesmateriaal in de ontwikkelgroep (praktisch of inhoudelijk)?
11. Wat was uw rol als begeleider?
12. Waar waren bijstellingen (door u of naar aanleiding van commentaar van de andere begeleiders) nodig om het materiaal te verbeteren?
13. Heeft u specifieke begeleiding gegeven aan de groep wat betreft: inhoudelijke kennis, pedagogische kennis en didactische kennis? Zo ja, omschrijf de begeleiding. Zo nee, waarom niet?

Leeropbrengsten en het ontwikkelde lesmateriaal

14. Wat heeft u geleerd van dit project? Wat zou u in het vervolg anders doen?
15. Zouden de docenten nu zelf lesmateriaal kunnen ontwikkelen wat voldoet aan de 3d benadering, zonder uw begeleiding?
16. Wat denkt u dat de docenten in uw groep hebben geleerd tijdens het ontwikkelproces?
17. In hoeverre was het voor de groep duidelijk hoe werk- en denkwijzen, in samenhang met vakinhouden, vorm gegeven moesten worden in het lesmateriaal?
18. Waar moet het lesmateriaal volgens u aan voldoen (graag specifiek)?
19. Hoe ziet u dat terug in het voorbeeld lesmateriaal en uw eigen gemaakte lesmateriaal?
20. Bent u tevreden met het lesmateriaal wat uw groep ontwikkeld (heeft)? Waarom wel/niet?
21. Is het ontwikkelde materiaal onmiddellijk bruikbaar in het onderwijs? Waarom wel/niet?
22. In hoeverre draagt het lesmateriaal bij aan het creëren van doorlopende leerlijnen? Hoe zou je aan de hand van de kennisbasis lesmateriaal kunnen ontwikkelen wat voor doorlopende leerlijnen zorgt?

Appendix 5 – An example of data-analysis following ‘an open coding system’

Additional information:

Coding participants

T = teacher

S = supervisor

TDT	Participant	Code
A	Teacher	TQA
	Teacher	TQB
	Teacher	TQC
	Supervisor	SIA
B	Teacher	TQD
	Teacher	TQE
	Teacher	TQF
	Supervisor	SIB
C.1	Teacher	TQG
	Teacher	TQH
	Teacher	TQI
C.1/C.2	Supervisor	SIC
C.2	Teacher	TQJ
D	Teacher	TQK
	Teacher	TQL
	Supervisor	SID

1.1 What are the intentions of the project?

Q1: Wat wil het SLO bereiken met de kennisbasis volgens u?	
Participant	Answer
SIA	<p>We willen in eerste instantie vooral dat er op een andere manier wordt gekeken naar het science onderwijs. Het onderwijs is eigenlijk altijd heel erg gebaseerd op vakinhouden, maar met de kennisbasis denk ik dat we proberen om het onderwijs een wat bredere insteek te geven, vandaar die denk- en werkwijzen gekoppeld aan die vakinhouden. Op die manier komt er meer ruimte in het denken van docenten en komen er meer mogelijkheden om over de vakken heen te kijken. We zijn al jarenlang bezig met het creëren van samenhang tussen de vakken, maar conceptueel is dat best ingewikkeld. Het kan wel, maar het blijkt wel heel ingewikkeld. Ik denk dat het met die denkwijzen ietwat makkelijker wordt. Het formele doel was om de kerndoelen wat meer concreet te formuleren, want die zijn heel globaal (lust nog last). Ze zijn zo breed geformuleerd, daar kan van alles mee. Het grote doel was dan ook om deze kerndoelen meer concreet te maken. Daarnaast was werken aan een betere opbrengst van het onderwijs, met name in internationaal perspectief. De directe aanleiding van de kennisbasis was de PISA-resultaten, die enigszins achterbleven bij de verwachtingen. Niet genoemd in het interview maar wel een belangrijk aspect.</p>
SIB	<p>Het probleem is altijd een beetje geweest dat de kerndoelen van de onderbouw moeten worden bereikt. Die docenten die die kerndoelen lezen vinden die veel te globaal geformuleerd. Dus toen hebben we in het verleden (2007 ongeveer) een concretiseringsslag gemaakt. Dat leverde wel iets op, maar dat kon nog wel beter. Daarna hebben we leerplan in beeld ontwikkeld met tussendoelen. Toen dat gereed was werden we geïnspireerd door K-12 Science Education Framework. Meerdere mensen werden hier enthousiast over en toen kwam opeens de term kennisbasis science naar voren en de vraag hoe we die kunnen vormgeven ook in relatie met de samenhang van vakken dat die nog niet zo helder was. Een paar van die</p>

	dingen kwamen samen en toen werd SLO enthousiast over het formuleren van een kennisbasis voor de onderbouw. Dus de kennisbasis had meer doelen, namelijk de kerndoelen meer concreet maken, voor meer samenhang zorgen tussen de vakken, maar ook om een onderwijsvernieuwing in te voeren. Deze onderwijsvernieuwing is ook geïnspireerd op het K-12 Science Education Framework, namelijk de crosscutting concepts and practices, in het Nederlands de karakteristieke denkwijzen en werkwijzen.														
SIC	Er zijn vanuit OCW doelen gesteld waar de kennisbasis aan moet bijdragen. Betere doorlopende leerlijnen en toch ook een boost denk ik voor het hele bèta onderwijs. Dat is denk ik ook wel wat SLO wil ik denk wel dat we zien dat een bijkomend doel is, wat misschien niet in de OCW formulering zat, dat is wel om de samenwerking binnen de bèta te bevorderen. Ik denk dat met name de input van die denk- en werkwijzen, dat was geen verzoek van OCW, dat is echt iets van dat denken erover erbij is gekomen omdat dat een goed instrument leek om zonder dat je er per se één groot vak van maakt om tussen de bèta vakken meer samenhang te krijgen. Daardoor ook die doorlopende leerlijnen beter kan laten lopen, niet alleen binnen één vak, maar ook binnen heel bèta. Ik denk dat dat wel een hoofddoel geweest is. Daarnaast bedenk je als schrijversgroep nog wel meer doelen, maar die komen nooit zo officieel op papier. Als ik naar mijzelf kijk dan denk ik het kan ook werken om het onderwijs in de onderbouw weer een boost te geven. Er is eigenlijk nooit zoveel aandacht voor geweest en door zo'n document kun je denk ik ook stimuleren dat er discussie komt en dat mensen weer gaan praten over hun onderwijs. Dat mensen met collega's er over gaan praten. Dat het überhaupt de zaak een beetje oprakelt en misschien ook denk ik dat onderbouw en bovenbouw docenten wat meer contact met elkaar krijgen. Vaak zijn het heel verschillende groepen. De tweede graders zitten aan een andere tafel in de koffiekamer als de eerstegraders. Dat zijn meer bijkomende dingen die nergens op papier staan, maar die denk ik wel neveneffecten zijn van zoiets als de kennisbasis. Zeker als er lesmateriaal bij komt.														
SID	We willen een andere manier van denken bereiken, in dit geval bij de bètavakken. Waarbij die nieuwe component, de denkwijzen, een wat voornamere plaats gaat krijgen binnen het curriculum van de onderbouw. Dat zit er vaak impliciet in, maar nog niet goed expliciet. Dat is wel kennis die, denk ik, tot inzichten gaat leiden. Dus dat leerlingen daardoor de stof beter gaan begrijpen. Met vaardigheden en inhouden dat was iedereen wel bekend. Tevens denk ik dat een doel is dat we willen dat docenten meer bezig zijn met zelf nadenken over wat ze willen bereiken met hun vak en lessen. Dat dat nu nog teveel wordt geleid door allerlei factoren van buitenaf. Dat kan zijn de methode, maar dat is te makkelijk gezegd. Dat is ook een schoolleiding die zegt dat alle proefwerken op hetzelfde moment moeten worden afgenomen en dat dat allemaal dezelfde hoofdstukken moeten zijn. Dus daar zit ook een soort beheersing vanuit school bij, waar een docent ook mee te maken heeft, maar daardoor minder creatief kan zijn of haar aanbieden van de lesstof. Dus dat hoeft niet altijd per se de beste manier te zijn. We beogen dat de kennisbasis docenten helpt meer initiatief te laten nemen om het curriculum tot uitvoer te laten brengen waarvan de docent denkt dat het het beste is om naar de bovenbouw te kijken, maar ook met het aanleren van de dingen die een leerling moet weten in de onderbouw. Het is dus tweeledig. Het is niet alleen de doorstroom naar de bovenbouw, want een hoop leerlingen kiezen geen bètavakken. Ik denk dat dat wel het voornaamste is wat we beogen. De kennisbasis kan dus als een soort van inspiratiebron fungeren voor docenten om invulling te geven aan hun lessen.														
<table><tr><th>Code</th><th>Number of supervisors</th></tr><tr><td>Curriculum renewal: Implementation of 3D</td><td>4</td></tr><tr><td>Beta education boost</td><td>1</td></tr><tr><td>Create learning progressions</td><td>4</td></tr><tr><td>Concretize core ideas</td><td>2</td></tr><tr><td>Improve learning results (international)</td><td>1</td></tr><tr><td>Source of inspiration for teachers</td><td>1</td></tr></table>		Code	Number of supervisors	Curriculum renewal: Implementation of 3D	4	Beta education boost	1	Create learning progressions	4	Concretize core ideas	2	Improve learning results (international)	1	Source of inspiration for teachers	1
Code	Number of supervisors														
Curriculum renewal: Implementation of 3D	4														
Beta education boost	1														
Create learning progressions	4														
Concretize core ideas	2														
Improve learning results (international)	1														
Source of inspiration for teachers	1														

7. Literature

- Boersma, K. T. (1997). *Systeemdenken en zelfsturing in het biologieonderwijs*. Inaugural lecture. Utrecht: Utrecht University. Downloaded on January 3, 2015, <http://www.ecent.nl/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=13&supportId=1600>
- Boersma, K., Bulte, A., Krüger, J. Pieters, M., & Seller, F. (2011). *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo*. Utrecht: IOBT. Downloaded on January 3, 2015, <http://www.betanova.nl/downloads/samenhang/Notitie-Samenhang-Natuurwetenschappelijke-Vakken.pdf/>
- Boerwinkel, D.J. (2003). *Het vormfunctieperspectief als leerdoel van natuuronderwijs: Leren kijken door de ontwerpersbril* [The formfunction perspective as a learning goal in Biology: Learning to look as a designer]. Utrecht: CD-β Press. Downloaded on January 3, 2015, <http://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/234/full.pdf>
- Boerwinkel, D. J., Waarlo, A. J., & Boersma, K. (2009). A designer's view: The perspective of form and function: Educational research. *Journal of biological education*, 44(1), 12-18. doi:10.1080/00219266.2009.9656186
- Denscombe, M. (2010). *The good research guide for small-scale social research projects (4th edition)*. Open University Press: Maidenhead.
- DeBarger, A. H., Choppin, J., Beauvineau, Y. V. E. S., & Moorthy, S. A. V. I. T. H. A. (2013). Designing for productive adaptations of curriculum interventions. *National society for the study of education yearbook*, 112(2), 298-319. Downloaded on January 5, 2015, http://learndbir.org/resources/08_DeBarger_Choppin_Beauvineau_Moorthy_Ready.pdf
- Handelzalts, A. (2009). *Collaborative curriculum development in teacher design teams*. Doctoral Dissertation, University of Twente, the Netherlands.
- Huizinga, T. (2014). *Developing curriculum design expertise through teacher design teams*. Doctoral dissertation, University of Twente, the Netherlands.
- Huizinga, T., Handelzalts, A., Nieveen, N., & Voogt, J. M. (2014). Teacher involvement in curriculum design: Need for support to enhance teachers' design expertise. *Journal of curriculum studies*, 46(1), 33-57. doi: 10.1080/00220272.2013.834077
- Janssen, F. J. J. M. (1999). *Ontwerpend leren in het biologie-onderwijs-Uitgewerkt en beproefd voor immunologie in het voortgezet onderwijs* [Learning-by-Designing in Biology-Developed and tested for the topic of immunology in secondary education]. Utrecht: CD-β Press.
- Kerndoelen VO onderbouw. Downloaded on January 3, 2015, <http://ko.slo.nl/kerndoelen/>
- National Research Council (2012). *The next generation science standards*. Downloaded on January 3, 2015, <http://www.nextgenscience.org/>.
- OCW (2011). *Actieplan 'Beter presteren: Opbrengstgericht en ambitieus'*. Den Haag: Ministry of OCW. Downloaded on January 3, 2015, http://www.schoolaanzet.nl/fileadmin/contentelementen/school_aan_zet/actieplan-vo-beter-presteren.pdf

Ottevanger, W., Oorschot, F., Spek, F. W., Boerwinkel, D. J., Eijkelhof, H., Vries, M. D., ... & Kuiper, W. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo: Een richtinggevend leerplankader*. Enschede: SLO. Downloaded on January 3, 2015, <http://www.slo.nl/downloads/2014/kennisbasis-natuurwetenschappen-en-technologie-voor-de-onderbouw-vo.pdf/>

Penuel, W. R., & Gallagher, L. P. (2009). Preparing teachers to design instruction for deep understanding in middle school Earth science. *The journal of the Learning Sciences*, 18(4), 461-508. doi: 10.1080/10508400903191904

Schweingruber, H., Keller, T., & Quinn, H. (Eds.). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington D.C.: The National Academies Press.

Taba, H., & Spalding, W. B. (1962). *Curriculum development: Theory and practice* (pp. 1962-1962). New York: Harcourt, Brace & World.

Thijs, A. M. & Van den Akker J. (2009) *Curriculum in development*, SLO - Dutch Institute for curriculum development. Enschede: SLO. Downloaded on January 3, 2015, <http://www.slo.nl/downloads/2009/curriculum-in-development.pdf/>.