

# **The Use of Qualitative Modelling and Simulation Tools in High School Education: an Engineering Study**

Rintse van der Werf

Master thesis at the University of Amsterdam  
Department of Social Science Informatics  
Roetersstraat 15, 1018 WB Amsterdam, The Netherlands

Amsterdam, november 2003

## **Abstract**

Recent studies show that learners develop a richer understanding of phenomena when learning involves the construction of a graphical representation of their knowledge. Building such representations helps learners in externalizing thought and thus provides opportunities for expressing, testing, reflecting, and adjusting conceptions about the real world. A shared representation also provided opportunities for discussion of ideas with peers and therefore cooperation. In this thesis the use of such a representation method is evaluated in a high school setting. First, the theory underlying the model-building method is described. Next, a curriculum is designed for high school learners cooperatively building models about the process of osmosis. In this curriculum learners are given different types of guidance to help them build their models. The model-building task is evaluated in terms of learning opportunities that occurred and practical implications for context of use of the method. In this context analysis the focus is on the role of the teachers and the usefulness of specific forms of guidance.

Supervised by Dr. Bert Bredeweg

**Rintse van der Werf**

**The Use of Qualitative Modelling and Simulation Tools in  
High School Education: an Engineering Study**

## **Acknowledgements**

Many people have, direct or indirect, contributed to this master thesis. I owe them a really big thank you.

First of all, dr. Bert Bredeweg, supervisor of this thesis, for all his good advice, time, flexibility and patience with my irregular pace of working. Your enthusiasm about the topic of qualitative reasoning in education has been an inspiration throughout my study and has made the choice for the subject of my thesis an easy one. Working together on this thesis has been a pleasure and has inspired me to continue working in science for at least four more years. Many thanks.

I also owe many thanks to the people at the Barlaues Gymnasium in Amsterdam. Especially Ben Pekelharing, thank you for your cooperation and flexibility in planning the lessons and thanks to all the students that participated in the research, without you there would have been nothing to write about.

Next, I would like to thank all my four parents for teaching me the value of knowledge and the pleasure of learning. Without this I would have never even started this thesis. Also, thanks to my sisters for always being there when I needed you the most.

I would also like to thank Hajee for the initial testing of my curriculum and subsequently providing valuable comments on improving the materials. The fact that you enjoyed working on the assignments gave me the confidence to start visiting schools and showing them the materials. Zero, many thanks for your comments on my writing style and being the “back-up” buddy that you were. Also, without you, the periods of solitude during all those late night sessions would have started at least two hours earlier.

Last but not least, Glory, thanks for enduring those last few months under a lot of deadline stress with me. The visiting arrangements have now gone forever.

## Table of Contents

<b>1. Introduction.....</b>	<b>5</b>
1.1. Computers and Education .....	5
1.2. Constructivism and Education .....	6
<b>2. Knowledge construction using simulations.....</b>	<b>7</b>
2.1. Models and simulation .....	7
2.2. Qualitative Simulation .....	8
2.2.1. Reasoning From Structure .....	8
2.2.2. The Behavioral Scope .....	9
2.2.3. Modeling Assumptions .....	9
2.2.4. Causality .....	9
2.3. Model Construction .....	10
2.3.1. Expressive Modeling .....	10
2.3.2. Explorative modeling .....	11
2.3.3. Qualitative Expressive Modeling.....	12
2.4. Knowledge Articulation and Model Building Tools.....	13
2.4.1. Graphical Representation in Learning Environments .....	13
2.4.2. Graphical Qualitative Model Building Tools.....	14
2.4.2.1. Betty's Brain .....	14
2.4.2.2. VMODEL .....	14
2.4.2.3. HOMER .....	15
<b>3. Instruction and Guidance.....</b>	<b>17</b>
3.1. Instructional approaches .....	17
3.1.1. Collaborative Learning .....	17
3.1.2. Cognitive apprenticeship .....	17
3.1.3. Mental model progression .....	18
3.1.4. Knowledge engineering .....	18
3.1.5. Instructional Design theories .....	19
3.2. Instructional measures and model building.....	20
3.2.1. Presenting realistic problems and activation of pre-requisite knowledge .....	20
3.2.2. Learner initiated questions and explanations .....	20
3.2.3. Assignments.....	20
3.2.4. Domain inspection and domain hints .....	21
3.2.5. Scratchpads .....	21
<b>4. The simulation and modeling software .....</b>	<b>23</b>
4.1. GARP .....	23
4.2. VisiGARP .....	23
4.3. HOMER .....	24
4.4. Previous research .....	24
<b>5. HOMER in high school.....</b>	<b>27</b>
5.1. The research goals.....	27
5.2. The Domain .....	27
5.2.1. Osmosis.....	28
5.2.2. The osmosis norm model .....	28
5.3. The Model Building Method .....	32
5.3.1. Experimental setup .....	32
5.3.1.1. Introduction to simulation and HOMER .....	32
5.3.1.2. The HOMER reference manual.....	32
5.3.1.3. Domain description .....	33
5.3.1.4. The assignment.....	33
5.3.2. Subjects.....	34
5.3.3. Tests.....	35
5.3.4. Registration of behavior.....	35
5.3.5. Procedure .....	36

<b>6.</b>	<b>Results and Analysis .....</b>	<b>37</b>
6.1.	Measurement outcomes .....	37
6.1.1.	Domain knowledge test .....	37
6.1.2.	Attitude questionnaire.....	37
6.1.3.	The transcripts of conversations .....	39
6.1.4.	The models built .....	39
6.1.4.1.	Group A.....	39
6.1.4.2.	Group B .....	40
6.1.4.3.	Group C.....	41
6.1.4.4.	Group D.....	43
6.1.4.5.	Group E .....	45
6.2.	Analysis .....	46
6.2.1.	Domain knowledge .....	46
6.2.2.	Learning opportunities during model building .....	46
6.2.2.1.	Description phase .....	46
6.2.2.2.	Formulation.....	50
6.2.2.3.	The structure-behaviour distinction.....	53
6.2.3.	Short summary usability issues.....	54
6.2.3.	The teacher role – guidance .....	54
6.2.3.1.	The meaning of HOMER concepts .....	55
6.2.3.2.	HOMER use .....	55
6.2.3.3.	Representation of domain.....	56
<b>7.</b>	<b>Conclusions and discussion .....</b>	<b>59</b>
	<b>References .....</b>	<b>61</b>
	<b>Appendices .....</b>	<b>65</b>

## **1. Introduction**

This thesis is about the use of tools for qualitative simulation and modeling in high school education. The goal is to provide insight in the different factors that influence the successful integration of model building in high school curricula, such as the mapping between the learning opportunities that tools provide and the learning goals formulated in the end-terms for high school education. This is important for both the schools involved and the builders of modeling tools. The use of model building in their curriculum provides schools with an opportunity for using a more interactive and personified method of teaching, that equips learners with knowledge and skills different from those acquired with traditional classical instructional methods. Research has shown that using these techniques provides students with a deeper understanding of scientific knowledge (Wells et al., 1995; Swaak & De Jong, 2001). This is acknowledged in the Netherlands by the addition of modeling as a new topic in high school final examination programs. For developers of the model building tools, this thesis serves as an evaluation of their design efforts in an important area of application and may provide opportunities for further improvements of the software.

### **1.1. Computers and Education**

Over the past few decades, there has been a growing interest in the application of computers for educational purposes. This growing interest is twofold. First, there is a growing demand for people with specific scientific and technological knowledge and skills in society, such as knowledge of (computer) systems. If the goal of education is to equip student with knowledge that is useful to them in society, than changes in the society should be reflected in educational practice. In the course of 20 years, a dramatic rift has opened between the process of teaching and learning in the schools and ways of obtaining knowledge in society at large (Strommen and Lincoln, 1992). Second factor contributing to the growing interest in technology are new opportunities for improving educational practice resulting from the computer technologies specific strengths and weaknesses. Examples are opportunities for a more interactive and tailor made instruction.

Where and how computers are integrated in the curriculum depends on the instructional perspective teachers have about their educational practice (Niederhauser & Stoddart, 2001). Traditionally, behaviouralist principles play an important role in educational practice. Education is based on the objectivist view that learning should involve students in mastering and replicating the knowledge and skills transmitted to them in school (Niederhauser & Stoddart, 2001). This view on education manifests itself in the traditional teacher student relation where the teacher transmits and the student receives knowledge. The role of computer technology in this perspective is that of the traditional teacher. Niederhausen & Stoddart call software in this category skill based transmission software. An example of software in this category is drill and practice, where the computer displays a problem for the student who, in turn, responds with an answer. The computer then provides feedback whether the answer is correct or wrong and if necessary explains the correct answer. Teachers can easily integrate such drill and practice computer activities into their established didactic routines (Cole & Griffen, 1987).

The constructivist perspective, in contrast, views learning not as transmission of knowledge but as the construction of knowledge in an active learning process. Knowledge is not viewed as something being completely objective, but as the subjective outcome of the learning process (De Jong and Van Joolingen, 1998). Niederhauser & Stoddart call educational software based on the constructivist perspective open-ended constructivist software. Examples are concept mapping environments (Canas et al., 2001) and simulation tools (Bredeweg, 1992). Integration of those constructivist tools in the curriculum can lead to very different learning experiences for the students and requires the teacher to reflect on it's changing role in the classroom. Intensive work is often necessary with teachers to accept those changes, particularly if they challenge their typical assumptions about approaches to teaching, learning or subject knowledge itself (Kennewell, 1997). Research on the effectiveness of using constructivist instructional measures has shown that this intensive work is justified (Wells et al., 1995; De Jong & Van Joolingen, 1998; Swaak and De Jong, 2001).

## 1.2. Constructivism and Education

The origins of constructivism date as far back as the beginning of the 18th century when Giambattista Vico, a Neapolitan philosopher, formulated some of the key ideas of constructivism<sup>1</sup> (von Glaserfeld, 1989). One of Vico's basic ideas was that an agent knows nothing but the cognitive structures they themselves have put together. This view emphasizes the subjective character of knowledge in that it refers to the conceptual structures that agents consider viable, given the range of present experience within their tradition of thought and language. Vico considers constructivism as a form of pragmatism in that it drops the notion of truth as correspondence with an objective reality altogether. In the 20<sup>th</sup> century influential constructivists like Piaget and Vygotsky have built on these ideas and stressed the important role of social interaction in an agent's experience, and thus in the process of constructing knowledge. Piaget views learning as the "construction of a scheme" which consists of three parts:

1. Recognition of a certain situation
2. Association of the situation with specific activities
3. Expectations of a certain result from the activities

This scheme theory is an attempt to answer the question of how a rational mind organizes experience and designs a model of this process. Vygotsky conceptualises learning as a process, that involves a subject (the learner), an object (the task or activity), and mediating artefacts (Vygotsky, 1986). Activity Theory (AT) is based on work of Vygotsky and its central unit of analysis is enlarged from human actions to include a minimal meaningful context, which is called an activity (Issroff & Scanlon, 2002). Analogue with Piaget's scheme theory in AT learning is a process of "doing" directed at an object which results in a certain outcome, but in AT emphasis is more on the mediating role of tools and the importance of context, like for example the history of the developing relationship between subject, object and mediating tool.

Central to the constructivist perspective is that learning is the active process of "self-organization". As Dijkstra puts it: the ultimate goal of education may very well be the independent formulation and solution of both theoretical and practical problems by learners as part of their self-actualization (Dijkstra, 1997). Constructivism is closely linked with the notion of situated knowledge. Brown et al argue that learning and acting are indistinct. They view learning as a continuous, life long process resulting from acting in situations (Brown et al., 1989). He stresses that these "learning" actions are situated in cultures within which meaning is negotiated and understanding is constructed. Meaning and understanding thus depend on context and therefore learning methods embedded in authentic situations are essential if teaching aims at the development of practically useful knowledge (Brown et al., 1989). The learning methods used by constructivist are inquiry based and are characterized by general terms like discovery learning (Hulshof, 2001) or scientific reasoning (Lajoie, 2001).

Qualitative model building allows learners to "self organize" by engaging them in a task of actively constructing knowledge following specific qualitative guidelines imposed on them by the simulation engine. For learners to accomplish this task successfully, guidance is needed (Bredeweg, 1992). The analysis of the model building process in terms of learning opportunities and the effectiveness of different types of guidance is central in the research conducted at an Amsterdam high school and described in later chapters. First, chapter 2 provides an analysis of the knowledge construction process when using qualitative simulation and modeling software. Chapter 3 is about the type of guidance and scaffolding necessary to make successful use of modeling and simulation in an educational setting (Ardac and Sezen, 2002; Bredeweg, 1992). This includes the changing role teachers have in comparison with the more traditional forms of education. In chapter 4 the specific characteristics of the tools used in the experiment are described. These sections all contribute to the theoretical basis required for the successful introduction of open-ended constructivist modeling software in education. In chapter 5 the research design is described, including research goals, domain description and research method. In chapter 6 the results of the research are given and interpreted. In chapter 7 conclusions are drawn from the material and research questions are answered.

---

<sup>1</sup> For a list of essays on constructivism and education see: <http://www.towson.edu/csme/mctp/Essays.html> (visited on 26/11/2003)

## 2. Knowledge construction using simulations

The shift in education from an objectivist to a more constructivist perspective as well as the increase in computer power has given rise to the use of a specific type of open ended constructivist software: simulations. Studies have shown that simulations can be applied successfully in educational settings (Liao, 1999). Using simulations in education foster an individual, interactive, learning experience that enables students to discover laws governing systems behaviour (White and Frederiksen, 1990). Knowledge resulting from working with simulations has a different form than knowledge resulting from a more traditional, behaviourist, teaching method. Simulations serve more as ‘experiencing programs’ and students gain a more intuitive understanding of the learning goal (De Jong et al., 2001). Important is that research on the effects of using simulations is to be accompanied by an analysis of the specific process taking place during the learning experience. The following chapter does exactly this for qualitative simulation using the GARP reasoning engine (Bredeweg, 1992). First a general introduction to models and simulation is given. Next, a specific form of simulations, qualitative simulation is described by explaining some of its special features. Section 2.3 is about the process of building models for qualitative simulation and the chapter finishes with an account of the role of graphical representation in model-building tools.

### 2.1. Models and simulation

Computer simulations are based on models that resemble the, given a specific goal, relevant characteristics of real world systems. Knowledge of these models thus provides knowledge of the relevant characteristics of the real world systems. Simulation provides an interactive environment by means of which people can develop knowledge about the structure and behaviour of such a real world system (Bredeweg and Winkels, 1998).

Conceptually, the architecture of a simulation consists of the four distinct parts depicted in figure 1. To start a simulation, a description of a situation is needed, an input system. This input system is a structural description of the system at a specific time instance ( $t_1$ ). Together, the domain model and the reasoning engine account for the knowledge used in determining system behaviour after  $t_1$ . The domain model consists of declarative knowledge about the systems components and processes and the reasoning engine consists of the procedural knowledge used for inferring the possible behaviours in the simulation. Examples are rules used for resolving conflicting influences on a variable by different processes or constraining the transition from one qualitative value to the other. The last part of a simulation is the range of possible solutions inferred from the input system and the domain model by the reasoning engine. Usually, more than one solution is possible due to branching in the solution path resulting from a situation not fully determined. A solution, in this respect, is the possible range of sequences of behaviours leading to different end states of behaviour at  $t_2$ . These sequences of behaviours can be used to predict and explain system behaviour.

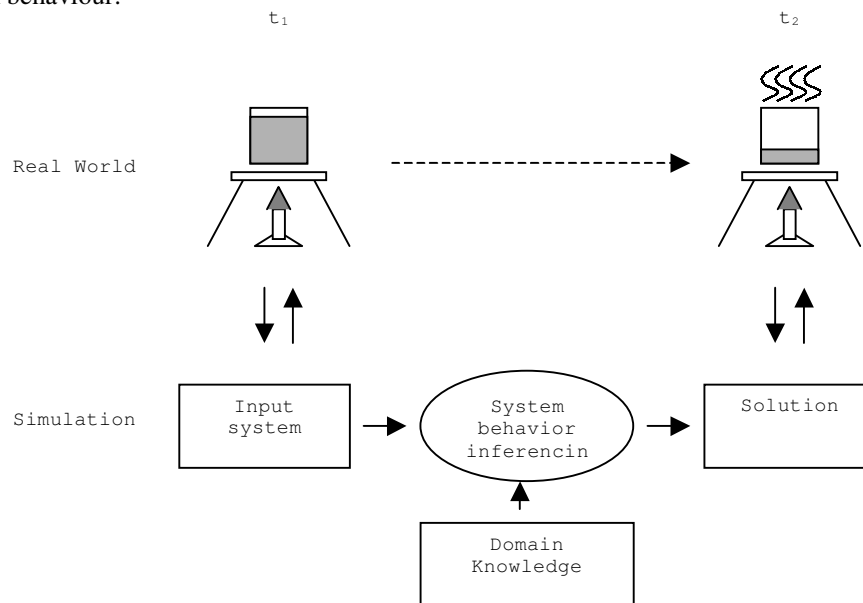


Figure 1: The relationship between a simulation environment and the real world



Figure 1 gives a schematic overview of the relationship between the different parts of a simulation and their conceptual counterparts in the real world. Important is to note that in the real world system behaviour is continuous and the term solution does not refer to reaching some sort of goal state that ends system behaviour. Solution here refers to a label for specific instances of system behaviour (at  $t_2$ ) that map onto the simulation end states.

Models need to be articulate in that, given a specific goal, they represent the right kinds and right level of real world knowledge. Related to this is the requirement that models should manifest all the behavioural features of the real world system relevant to the educational goals (Forbus, 1997). Furthermore they should contain the appropriate *handles* to enable a knowledgeable communication (de Koning et al, 1999), for example for providing guidance during a learning experience.

## 2.2. Qualitative Simulation

Qualitative simulation is a specific type of simulation, it predicts and explains behaviour of systems in qualitative terms (De Kleer and Brown, 1984; Forbus, 1984). Qualitative reasoning provides the foundations for models that are a representation of the knowledge used for commonsense reasoning used frequently in knowledge systems these days. This modelling is done following a method of abstraction of the real world. In qualitative modelling two principle ways of abstraction have been proposed:

- Representing the real world as physical objects that interact via processes, and
- Representing the real world as components connected by conduits, and.

Following the first approach, to understand behaviour is to understand when processes will occur, their effects and when they will stop (Forbus, 1984). The second approach models the real world by building descriptions of how materials, such as water or air, are transformed by, and transported between, components (De Kleer and Brown, 1984).

Both approaches have in common that they are not concerned with exact continuous changing of values for variables. Instead, the focus is on critical values that have a meaning in the sense that they represent a change in the nature of the relation of a variable with other variables in the simulation. The distinctions made between those critical values must be relevant for the reasoning being performed. An example is a liquid's boiling point. When reached, the relation between the liquid's amount and other variables in the simulation, like the amount of gas above the liquid, is changing. In terms of processes this means that the process of heating that results in the liquid's temperature rising stops and a new process, evaporation, is started. In terms of materials this means that a substance is transformed in a boiler component from liquid to gas form. Therefore, in this example the relevant qualitative values for the variable temperature are below boiling point, boiling point, and above boiling point.

Representing system behaviour solely in quantitative terms, by using formula and continuous variables leads to a vocabulary for reasoning about systems that lacks some expressions frequently used by experts. For example statements about monotonic relationships of the type "when A increases, B decreases" are not available in quantitative representations, while they play an essential role in the communication of experts about system behaviour (Bredeweg, 1992). The remainder over this section is about the specific features of using qualitative techniques when reasoning about system behaviour and the opportunities they provide for use in an educational setting. More specifically, the features of GARP, a qualitative simulator built using an abstraction that is a combination of the approaches to qualitative reasoning mentioned above.

### 2.2.1. Reasoning From Structure

Important feature of qualitative simulation is "reasoning from structure" (De Kleer and Brown, 1984). This means that the behaviour of a system is derived from the analysis of its structural appearance. Related to this is the notion of "no-function-in-structure" (De Kleer and Brown, 1984). Entities from the real world are represented in the model following specific guidelines to ensure that an entity is modelled independent from its behavioural function in the complete system. This means that an entity is represented in a generic domain model complete with all its internal laws of interaction between variables. External laws of interaction, thus relations between variables of different entities are also modelled apart from their function and when these laws are applicable depends fully on structural features of the system. The specific behavioural state of an entity in a complete system thus depends on the input system, which is a structural description of all entities with their relations in the complete system (De Kleer and Brown, 1984).

This feature of simulation using qualitative reasoning guidelines ensures the reusability of components and processes, independent from their context. Models developed using those guidelines can be stored in a general-purpose library and used again in new situations (Bredeweg, 1992). This library of fragments can be organized as an ontology of model fragments, for example by using the technique of a concept map, which will be elaborated on in section 2.4. This is important in an educational context, because it stimulates students to recognize general cross-curricular principles governing system behaviour as well as the relations amongst them. An example is the process of flow, used as a water flow in the transport of water in cell-biology and as a heat flow for the exchange of heat in physics.

### **2.2.2. The Behavioral Scope**

By using qualitative models a complete overview of all significant behavior of a system can be generated at once. A single component of the system is modeled with all laws governing all possible behavior and added to the domain model. The specific behavior displayed by the component in a specific situation in a system depends on the structural relation the component has with all other components in the complete system. Other components are also modeled with all their possible behavior, so only the specific structural combination of all components accounts for a specific instance of system behavior, called a state or situation. Therefore a state or situation contains all significant structural and behavioral characteristics of the complete system. During simulation all possible sequences of states are generated and therefore a complete overview of all possible behavior of the system is shown. This notion of successive states that captures the behavior of the system as a whole is useful in education because the interaction between different components and the applicability of multiple laws at once is essential for understanding the complete functionality of a system. Therefore, the integrated overview of all relevant characteristics of the system at a specific time-instance, and over time is available. Some problems in the traditional educational practice, for example rote learning (Brown et al, 1989) can thus be prevented using qualitative reasoning.

### **2.2.3. Modeling Assumptions**

Another important characteristic of using qualitative models for reasoning is that of assumptions. Specific types of assumptions related to the no-function-in-structure principle are class-wide assumptions. This means that assumptions made about a device (component) should be generic to the entire class of devices. This is important for two reasons. First, formalizing the qualitative representation (the model) demands that we are explicit about assumptions made, and secondly they provide insight in the appropriateness of the models when used for specific purposes (De Kleer and Brown, 1984). In their article about compositional modeling Falkenhainer and Forbus divide assumptions in two categories: simplifying assumptions and operating assumptions (Falkenhainer and Forbus, 1991). Simplifying assumptions explicate a model fragment's underlying approximations, perspective and granularity. Operating assumptions are used to manage complexity by constraining the operational domain of a system. An example is the assumption that a substance in liquid form cannot be compressed. Together these assumptions facilitate the decomposition of the domain model in fragments that can be organized as ontology, for example on the basis of a subtype relation. This means that if object A ISA object B, the assumption is that the structural characteristics and behavioral laws considered for object B should also be considered for object A. The awareness of the role of assumptions when building or using models is important in education, because it forces students to consider the relevance of specific system characteristics given a specific goal.

### **2.2.4. Causality**

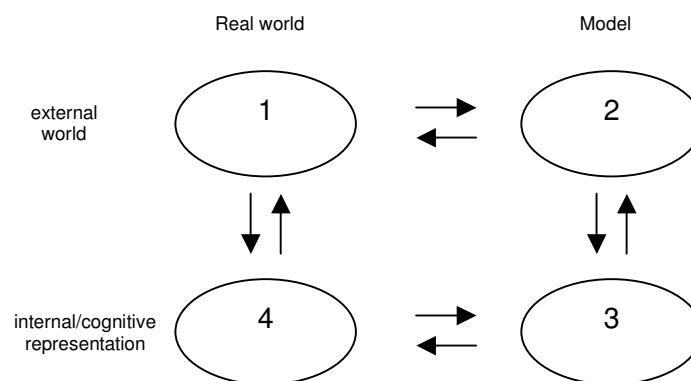
Causality is about finding the *cause* of a changing variable. Causality is the expression of our interpretation of some real world relations as being unidirectional, the relation between variables being cause-effect. An example is our interpretation of the relation between overweight and excessive eating. We interpret overweight as being caused by excessive eating, but we don't consider excessive eating being caused by overweight. Uni-directional relations are expressed in qualitative reasoning by labeling the variables in a system as either dependent or independent (Forbus, 1984). In a system, dependent variables are changing due to their relation with other variables inside the system, whereas independent variables are caused to change by factors outside the system being modeled, hence the name exogenous variables (Iwasaki and Simon, 1986). In qualitative reasoning all relations between variables inside a system are modeled as being unidirectional, therefore the description of behavioral change in the system generated by the reasoning engine is a causal map. If in a system being at equilibrium a variable is changed, then this disturbance from equilibrium is propagated throughout the system by means of the influence this changing variable has on

other variables in the system. The notion of causal maps is important in education, because it mimics the way humans naturally reason about behavior. Because of this, qualitative models provide the appropriate handles for natural communication about system behaviour. Developing a formal representation of the causality in system behavior has in fact been one of the driving factors behind the development of qualitative reasoning as a whole.

### 2.3. Model Construction

As said before modeling is the process of building a formal representation of real world phenomena. This is useful for a number of reasons. First, modeling provides a way to externalize thought. This reduces working load and helps presenting ideas to others for discussion and collaboration. Secondly, the process of modeling itself is valuable. It forces students to articulate relations between entities and dependencies between their beliefs. It provides them with a broader understanding of complex, interrelated systems. Third, modeling is a good practice in using formal representations, a skill needed in a large number of areas, for example programming or mathematics (Forbus et al., 2001).

Following Piaget and his scheme theory of rational organization, models can be seen as both internal and external. They are internal in terms of a cognitive representation and external in terms of a computer or paper and pencil model. The relation between internal and external models is depicted in figure 2.



**Figure 2: Relationship between internal and external models (adapted from Tompsett, 2002)**

Oval (1) represents the real world. Oval (2) represents an external model, for example a qualitative computer model of a device. Oval (3) and (4) are both internal representations, and they do not necessarily coincide with an ‘objective’ description of them in the real world. A student may, for example, fail to notice some aspect of the real world or misunderstand the way in which the model processes information. From a purely constructivist point of view (3) and (4) may very well be the same type of thing, in the sense that if a student constructs knowledge about system behavior using qualitative modeling techniques the internal scheme (4) overlaps with the internal representation of the qualitative model (3). This is not the case though, if a student already has some internal representation of the real world (4) prior to the modeling effort. This distinction becomes clearer when considering the two general classes of modeling activities: expressive and explorative modeling (Kennewell, 1997) or respectively the development and deployment of models (Hestenes, 1987).

#### 2.3.1. Expressive Modeling

Expressive modeling involves learners in creating their own models in order to test the viability of the mental model of a situation that is developed through analytical work (Kennewell, 1997). Or to put it in a more constructivist way, it involves learners in creating an internal representation of a situation, which is a mental model, through the task of constructing a model. In terms of figure 2 this means that the learner is presented with a real world situation (1), then builds his own internal understanding of the situation (4) by using a modeling technique (3), which results in the creation of a computer model (2). From a constructivist point of view, the internal representation of the real world (4) and the model (3) are developed iterative. If

the learner does not yet have an internal representation of the real world system, the analysis (4) and model building (3) go hand in hand.

The learner needs different types of knowledge to successfully proceed through the stages mentioned above. To get from the external world (1) to an internal representation (4), the learner needs to decide on the relevance of real world characteristics of the system given a specific goal, e.g. make assumptions about *what* must be captured by the model (Machado and Bredeweg, 2002). To make the step from an internal representation (4) to an internal model (3) knowledge about the reasoning techniques used in the model is needed, e.g. the constraints with respect to how things can be represented in the model (Machado and Bredeweg, 2002). This step will be elaborated in respect to qualitative techniques in the next section. The step from internal model (3) to external model (2) requires knowledge about how to represent the model effectively on the computer given the vocabulary of a modeling method. This requires knowledge of the modeling primitives and techniques and is also an interface design issue. More about this representation step in section 2.4 on concept maps, a technique used to organize and externalize knowledge used in building the internal representation. The distinction between models described here is a conceptual one, and when actually building models, or creating an internal representation, the distinction between different model types is not always as clear as pictured here. During an actual model building task for example, the internal and external representation of the model are hard to distinguish since they are both about how real world phenomena can be represented given a certain vocabulary.

Building a model requires the builder to proceed through a sequence of two conceptual stages in what Hestenes calls the modeling cycle, the development and deployment of models (Hestenes, 1987; Wells et al., 1995). In this section focus will be on the development of models. First, one has to go through a descriptive phase. It consists of an analysis of the real world situation and describes concepts in terms of their structural relations and their variables that might be expected to exhibit some cause-effect relationship. The variables found under direct control by the experimenters are being identified as independent, while the variable affected is identified as the dependent variable. The descriptive phase results in a structural system schema and suitable set of descriptive variables.

In the formulation phase, functional relations between the variables are developed. This is done by forming hypotheses and conducting experiments to test them. This results in the construction of graphical and/or mathematical representations of the objects and their functional relationships. This is the model that represents the behavior (or structure) of the real world system.

### 2.3.2. Explorative modeling

In explorative modeling pre-prepared models are provided that learners may explore and use for testing hypotheses about structural and behavioral relations. In the situation where the learners have built their own models during expressive modeling, this phase is about the deployment of those models. It is about the validation and evaluation of the models in a variety of new physical situations in a variety of different ways. The model may be deployed to describe, to explain, to predict or to design a new experiment. In summary, deployed in the more traditional problem solving activities. Using modeling for these activities is what in research is often called discovery learning or simulation learning (De Jong and Van Joolingen, 1998; Swaak and De Jong, 2001; Tselios et al., 2001)

If the learners have not constructed the models that are provided during explorative modeling themselves, the goal of explorative modeling is to develop the mental model of a system together with the cognitive representation of the model. In terms of the ovals in figure 2, the real world system (1) and the model of the system (2) are given and the learner is supposed to develop their own understanding of the model (3) in order to improve their understanding of the real world (4), where from a constructivist viewpoint (3) and (4) overlap significantly.

Building this understanding is done by an analysis of the model provided. This analysis requires the learner to iteratively proceed through the following phases:

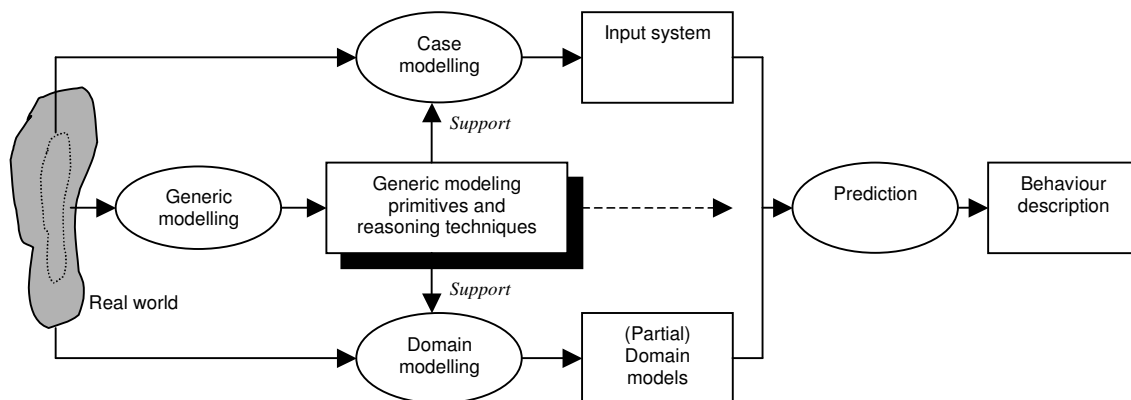
1. The identification of concepts and their structural relations.
2. The identification of parameters (variables) and recognizing whether these variables are dependent or independent.
3. One by one exploring the consequences of changing the independent parameters.
4. The identification of relationships between variables, by finding patterns in the relation between changes in independent and dependent parameters; the forming of hypothesis.
5. Testing the relationships found, testing the hypotheses.
6. Explaining the relationships in terms of its meaning in the situation studied.

7. Using the model for prediction of the result of changing an independent variable or other problem solving activities.

In the next section focus shifts to building a special type of models: qualitative models that can be used for running in the GARP simulator (Bredeweg 1992).

### 2.3.3. Qualitative Expressive Modeling

The steps from the real world, oval (1) in figure2, to a qualitative description of behavior, oval (2) are depicted in figure 3. This is the internal representation, oval (3), the learner needs to master in order to build qualitative models. Three different modelling activities are specified. First, generic modelling leads to generic primitives and reasoning techniques that can be used throughout a range of different domains, for example rules for resolving conflicting behaviour or a library of structural relations between entities. Second, domain modelling is about building a library of models that represent all general knowledge relevant to the domain in question, like static views of components or possible processes that can occur. Third, during case modelling the specific real world system that is input for the prediction task is represented. There is a tradeoff between domain and case modeling in the sense that the complexity of the case model depends on how much general knowledge has been represented in the domain model (Bredeweg, 1992). In qualitative reasoning the reasoning from structure principle states that all possible relations between variables should be represented in the model fragments of the domain model. By doing so, the behavioural description of a system is derived during prediction from the structural description in the input system and the given this description relevant knowledge of behaviour represented in the partial models of the domain model.



**Figure 3: Modelling activities related to qualitative reasoning (adapted from Bredeweg, 1992)**

Structuring knowledge using qualitative reasoning requires a learner to take the following steps in building a domain model (Machado and Bredeweg, 2002; Hestenes, 1989; Kennewell, 1997):

1. The identification, selection and abstraction of entities and their structural relations.
  - ISA hierarchy of entities (components, agents, connectors).
  - Static entity variables (attribute definitions)
  - Other structural relations between entities (PART OF, CONTAINS).
2. Identification, selection and abstraction of variables/quantities associated with the entities.
  - HAVE ATTRIBUTE relations (state variables, interaction variables/agent influence).
3. Definition of quantity spaces (identification of critical values for the quantities).
4. Building of causal maps.
  - Identification dependent and independent variables.
  - Laws of interaction (outside system), laws of change (inside system)
5. Decomposition of model into separate model fragments.
  - Structuring the model (static, process and agent models) -> necessary for model reuse and reasoning from structure.

## 2.4. Knowledge Articulation and Model Building Tools

The most important task of the model-building environment is assisting learners in the mapping between the relevant system features and the representational format (the models) required by the simulation engine. Graphical representations can aid learners with this mapping by helping them in articulating knowledge in a format that can be used for simulation. Representing knowledge graphically also offers better opportunities for collaboration, justification and the negotiation of meaning (Canas, 2001; Suthers and Hundhausen, 2002).

### 2.4.1. Graphical Representation in Learning Environments

Three families of graphical representation families can be identified (Forbus et al., 2002): Concept Map notations, Dynamic Systems notations and Argument environments.

Concept Maps<sup>2</sup> describe structural and functional properties between relationships and ideas (Novak, 1991). A concept map consists of hierarchically arranged nodes (the concepts) and labeled links that connect them. Relations between concepts are indicated by a linking word and an arrow symbol to describe the direction of the relationship. According to Novak, new concepts are acquired either by discovery or reception learning. He states that the problem with much of reception learning in schools is that students learn to memorize definitions of concepts but fail to acquire the meaning of the concepts. In order to learn with meaning, it is necessary to intertwine the new concepts with those that exist in the cognitive structure, while maintaining their hierarchical order. The creation of a concept map makes learning and active rather than a passive experience in that it requires learners to construct the connection of new information to existing concepts (Novak, 1991). In a meta-analysis, Vazques and Caraballo have shown that students who learn to use concept mapping as a learning strategy tend to better profit from their courses (Vazques and Caraballo, 1993).

Another application for using concept maps that has received much attention in research is the identification of misconceptions by using a student concept map for comparison with an expert concept map on the same topic (Adamczyk and Wilson, 1996). This approach treats a concept map as a model of the student's current knowledge and the expert model as a desired end state. Using concept maps like this is somewhat in conflict with a constructivist approach to learning if the expert model is used as the only objectively true. If the expert model, on the other hand, is used as a negotiating agent among equals, opportunities for (automated) questions, justification and negotiation arise from the comparison of the models. This shows that a concept map is a useful tool in explicating knowledge<sup>3</sup>. An example of a concept map with some relation types used in qualitative modeling is shown the figure below.

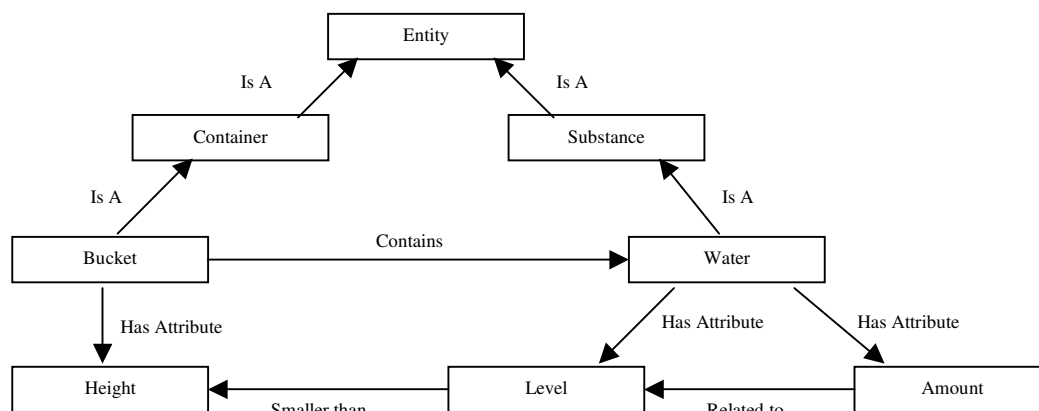


Figure 4: An example of a simple concept map of a bucket containing water.

<sup>2</sup> Concept Mapping Bibliography. Universiteit Twente: [http://users.edte.utwente.nl/lanzing/cm\\_bibli.htm](http://users.edte.utwente.nl/lanzing/cm_bibli.htm) (visited on 01/07/2003)

<sup>3</sup> For an example of the representational power of using concept maps, visit: <http://cmex.coginst.uwf.edu/CMEX/Map of Maps.html> (visited on 01/07/2003)

Dynamic system notations provide graphical languages for expressing differential equations for continuous, and thus quantitative, systems. An example is STELLA<sup>4</sup>. This notation does not express the conditions under which a given model is applicable and the use of numerical characters can easily distract students from understanding the causal phenomena of the situation.

Argumentation environments help students gather, create and reason about evidence and arguments for and against hypothesis. An example is BioWorld, where students, starting with a case description, collect evidence (data) from a variety of sources and build arguments for or against the diagnosis of a patient with a specific disease (Lajoie et al., 2001). Using such argumentation environments can help students sharing and discussing the rationale behind selected relations in a model, the hypotheses.

### 2.4.2. Graphical Qualitative Model Building Tools

Recently, a number of prototype model building tools using the power of graphical representation in building qualitative models are being developed (Leelawong et al., 2001; Forbus et al., 2001; Machado & Bredeweg., 2002). Important similarity of all those graphical systems is that they use an ontology of concept and relationship types so that the knowledge represented in the models can be used for reasoning by automated systems. The level of restricting the representation is a trade off between providing freedom of expression versus scaffolding for users. This scaffolding is needed for adding to the model the appropriate handles for knowledgeable communication. During model building, this communication is essential for guiding users, for example in the collaboration with other users or making automated comparisons between models. For a completed model to be used in a simulator, the appropriate communication handles are a condition.

#### 2.4.2.1. Betty's Brain

The first tool described here is Betty's Brain, developed in the Teachable Agents Project at Vanderbilt University (Leelawong et al, 2001). In this tool, students supply the agent Betty with knowledge of a system so that she can answer questions about this system. The ontology used to supply this knowledge is made up of entities and a restricted set of relations. The possible relation types between concepts are *needs*, *hierarchical* and *cause-effect*. The first two are structural and the latter is used to build causal maps of behavior using functional dependencies between entities. Once selected by the user, the entities and nodes are displayed graphically on the screen and together form a concept map of Betty's knowledge. Based on this knowledge one can ask Betty questions about the behavior of the system which are answered by building behavioral routes through the concept map, thus doing prediction and post-diction.

#### 2.4.2.2. VMODEL

A second qualitative model building tool using graphical representation is developed at Northwestern University and is called VMODEL (Forbus et al., 2001). VMODEL uses different types of concept maps and the vocabulary for concepts and relations is richer than the one used in Betty's Brain. The notational system used in VMODEL is divided in three interconnected parts: the situation, causal and evidence maps. A situation map expresses the structural properties of a situation and is built using an ontology of pre-defined entity and relationship types. Examples of entity types are *things*, *processes* and *attributes*. Examples of relationships are *has attributes*, *is a kind of* and *contains*. In the causal map cause-effect relations between variables are defined using the vocabulary of Forbus' Qualitative Process Theory (Forbus, 1984). Examples are direct influences, i.e., heat flow decreases the heat of its source and increases the heat of its destination, and functional dependencies (proportionalities), i.e., the heat of something determines its temperature. Evidence maps are used for recording the reasons for the choices made in constructing the model and serve more as argument environments by integrating the data or theory supporting the modeling choice into the map.

In VMODEL, assistance during model building is provided by integration of coaching based on the comparison of the model being constructed with either normative or other students models. A model library in which both all modeling projects and the entities, properties and relationships used are stored is also included. This should facilitate model reuse and thus the ability to transfer ideas from one situation to the other, or even one domain to the other (Forbus, 2001).

---

<sup>4</sup> High Performance Systems, STELLA software. <http://www.hps-inc.com/> (visited 25-11-2003)

### 2.4.2.3. HOMER

HOMER is a modeling environments developed at the University of Amsterdam (Machado & Bredeweg, 2002). It is used for building models suitable for running in the GARP simulator (Bredeweg, 1992). Out of the three tools described here, HOMER has the richest vocabulary and the largest collection of different concept maps. All concepts used in the models are hierarchically ordered in a general-purpose concept map of entities and subtype relations. This facilitates inheritance of concept properties across model fragments. Figure 5 shows an example of the entity hierarchy concept map in HOMER. All other structural relationship types between concepts are user defined and called configurations. Similar graphical subtype maps are available for agents and assumptions. Both agents and assumptions are a special type of conditions in model fragments. Agent models represent the influence of an outside factor on the behavior inside the modeled system. An example of an agent is a human action in a model of a natural developing rainforest ecosystem that changes the value for fire-frequency. Assumptions are conditions about the scope of a model. Examples are the simplifying and operating assumptions described in section 2.2.3. In HOMER the next step is the creation of quantities (variables) with their associated quantity space. Now, all elements for building the structural view of the system are created.

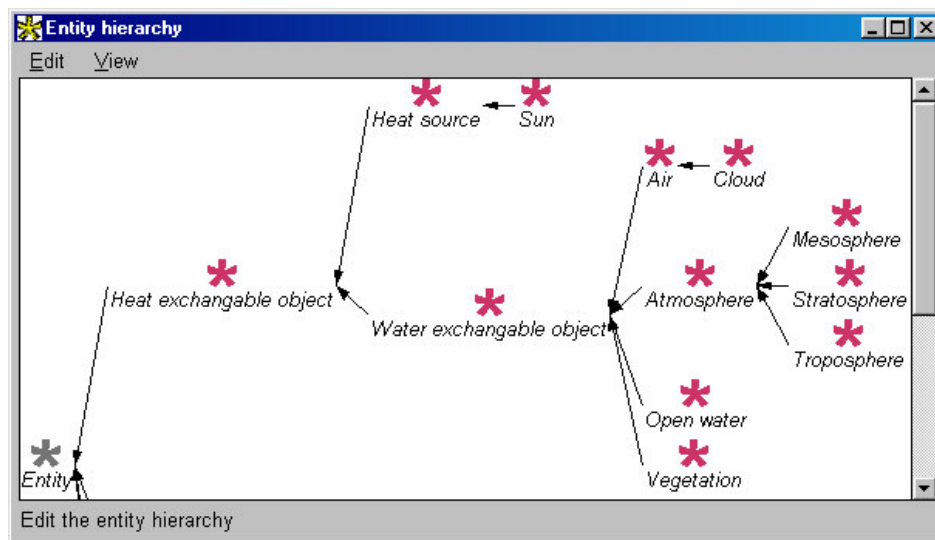
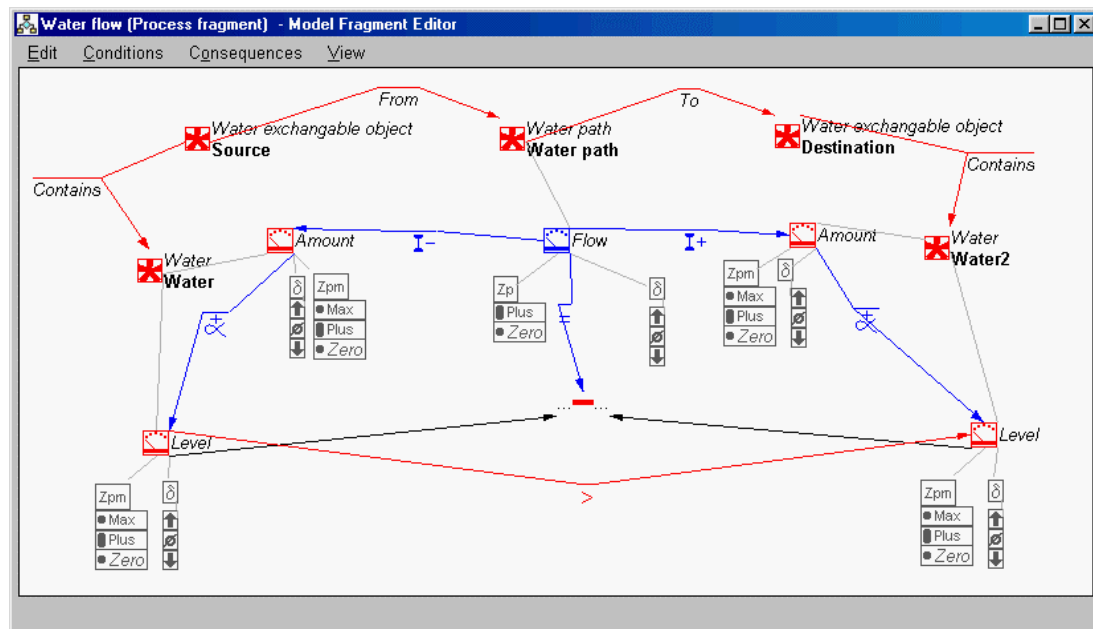


Figure 5: Entity hierarchy in HOMER

The relationship types between quantities, quantity values and derivatives, which are used for building the qualitative description of the systems behavior, are also restricted. Behavior is modeled using (in)equalities, correspondences, proportionalities and influences. Inequalities can be used to trigger processes, for example a water flow that is triggered by the difference in water level between two containers. Included in HOMER is a calculus for building expressions of (in) equality between more than two variables. Proportionalities and influences both represent the temporal cause-effect relationships. An influence is the relationship between a, for the system, independent and dependent variable, while a proportionality is the cause effect relationship between two dependent variables. An influence is a relation between a quantity value and another quantities derivative. If for example a water flow exists (has a value greater than zero), the amount of water increases or decreases, depending on the direction of the flow. The existence of a flow, a structural feature, triggers a temporal change, a behavioral feature. A proportionality represents a relation between two quantity derivatives. If the amount of water increases or decreases, the level of the water increases or decreases respectively. Proportionalities are used to propagate temporal change through the system. Finally, relations between values in the quantity spaces are specified using correspondences. Example is the correspondence between the maximum level and maximum amount of liquid in a container. Both values are reached in the same qualitative state of behavior.



Figure 6 depicts a screen dump of HOMER with a graphical representation of the partial model of the water flow used in the examples above. Two connected water exchangeable objects that contain water with quantities amount and level are the structural conditions. Furthermore, the level of the water at the source has to be greater than the level of the water at the destination. Calculus is used to determine the value of the flow, which in case the conditions are met, is positive. From the flow variable two influences change the derivatives of the amount of water of the source and destination to respectively decreasing and increasing. These changes in amount are propagated to the level using two proportionalities. The model in figure 6 is used in building a qualitative representation of system behavior using qualitative values and derivatives. More about aspects of using HOMER as a model-building tool in chapter 4 and about the specific model depicted in chapter 5.



**Figure 6: A concept map constructed with HOMER representing the water flow model fragment**

### 3. Instruction and Guidance

Several studies have shown that for simulations and modeling to be successful in education, guidance is essential (Bredeweg, 1993; Forbus et al., 2001; Ardac and Sezen, 2002; Wells et al., 1995). A modeling environment provides learners with a rich environment for knowledge representation and without guidance learners easily lose track of the modeling goals. In contrast, following the constructivist approach this guidance should be minimized so that the learner can design its own learning experience and construct its own subjective knowledge. Good instructional designs for model building should find the balance between stimulation and restricting and directing and not directing the learner (SMISLE deliverable, 1992). Based on the task analysis of the modeling process given in chapter 2 and the characteristics of fundamental instructional approaches in section 3.1, in section 3.2 a selection is made for instructional measures useful when using model building in high school education.

#### 3.1. Instructional approaches

Instructional approaches represent some basic theoretical notion on problem solving and knowledge acquisition. It is important that they provide the necessary scaffolding during model building, but at the same time don't violate the constructivist principle of active, human initiated discovery learning. In the next sections approaches that satisfy this requirement and fit in with the modeling process are described together with their rationale for selection.

##### 3.1.1. Collaborative Learning

Both the model building process and the use of graphical external representations provide good opportunities for collaboration. External representation play a role that is unique to situations in which a group is constructing and manipulating shared representations as part of a construction activity (Suthers and Hundhausen, 2002). Negotiation of meaning is an important aspect of collaborative inquiry. When making a model building decision, one needs to articulate the reasoning behind such a decision in order to make others agree with the choices made, thus creating a shared awareness. This shared awareness extends the model created in that it also includes the negotiation process itself. Arguments used in the justification of a certain decision will be remembered by the group members and will play a role in other, future negotiations. In a group effort, one has to engage in a prolonged scientific discourse featuring formulation, elaboration, evaluation and application of decisions in order to create a shared perspective on the knowledge constructed in the model. The influence of collaboration depends on the expressiveness (constraints) and salience of the representational notation (Suthers, 2001). Suthers calls this a notations *representational guidance*. In a rich representational environment, like HOMER, the advantages of using collaboration as an instructional approach are significant (Suthers, 2001).

Collaboration fits well into the basic constructivist approach to learning and knowledge. Learning is seen as the active construction of knowledge resulting from acting in a situation. The analysis of these 'learning actions' includes the human action as well as a meaningful context, like a tool or the cultural history of the learner (Vygotsky, 1986). In the constructivist view, shared meaning therefore always has to be negotiated and this negotiation process benefits from collaborative inquiry, for reasons mentioned above.

A more general advantage of working collectively is that awareness of different roles needed for carrying out any cognitive task is increased. Group members can display different roles and this engenders reflection and discussion about the aptness of those roles (Brown, 1989). Another advantage is the development of skills needed for collaborative work. If people are going to learn and work in conjunction with other, they must be given the situated opportunity to develop these skills (Brown, 1989).

##### 3.1.2. Cognitive apprenticeship

Cognitive apprenticeship is an approach that takes the 'master-learner' situation of traditional craftsmen as its starting point (SMISLE, 1992). It is closely related to the notion of situated cognition, which states that learning should take place by acting in authentic situations to avoid that the knowledge learned has only a weak link to the situation it has to be applied in (Brown et al., 1989). Knowledge of a concept is something that can never be separated from its use in a meaningful context. Activity, concept and culture are interdependent and learning is seen as a process of enculturation, within which meaning is negotiated. Cognitive apprenticeship is the general approach to learning that supports this process of enculturation through activities and social interaction in a way similar to that evident in craft apprenticeship.

Learners progress through a sequence of steps during cognitive apprenticeship. For learners to get started in an authentic activity, apprenticeship and coaching begins by providing an explicit representation of a real world process or of expert behavior. Presenting tasks that are embedded in familiar activities also provides scaffolding. As they gain more control learners move into a more autonomous phase of collaborative learning. By creating their own solution paths they become creative members of the culture. Then, generalization grounded in the learners situated understanding takes place. From here, learners use their conceptual knowledge in activities in different situations and by doing this further develop their conceptual knowledge. Teachers and coaches assist in learning using the paradigm of situated modeling of expert knowledge, coaching and fading (Collins, et al., 1989). During cognitive apprenticeship work is done collaboratively, to foster the articulation of reasoning, knowledge or problem solving processes.

### **3.1.3. Mental model progression**

Mental model progression is about building progressive learner routes through large, complex models. This is done by dividing the subject matter into smaller ‘standalone units’ and ordering these smaller units along a model dimension (Salles and Bredeweg, 2001). Three fundamental approaches to model progression and the dimensions used are described in this section.

The first approach described here is the notion of the ‘Genetic Graph’ (Goldstein, 1979). Subject matter is organized in a ‘Genetic Graph’ (GG) of knowledge units using four dimensions to classify elementary sub-skills: refinement, specialization, generalization and analogy. To gain understanding of how a new concept relates to existing knowledge a learner has to progress along those four dimensions. Winkels and Breuker (1993) modify and extend those ideas when describing their Didactic Goal Generator (DGG). They organize concepts subject matter using the following dimensions: subtype hierarchy (generalization/specialization), inversions (opposites), analogies, similarity and abstraction versus concreteness (Winkels and Breuker, 1993). Third approach to progressive learner routes is Causal Model Progression (CMP) by White and Frederiksen (1990). CMP is aimed at causal models and uses three dimensions for them to vary: perspective, order and degree of elaboration. Important distinction made in their article is that between mental and system models. A system model is a computer model that simulates a system existing in the physical world, whereas a mental model represents how learners ‘understand’ the system that exists in the physical world. GG and DGG are more about building hierarchies of system components whereas CMP is about the progression of models that correspond to the desired evolution of the learner’s mental model. The order dimension, for example, classifies models on their behavioral features. Zero-order models are static in the sense of not capturing continuously changing behavior. In first-order models behavior can change gradually and second-order models include knowledge about relative change. The distinction between mental and system models is not always clear-cut. Recall from the discussion about figure 2, that one of the advantages of using qualitative techniques is building and using system models that resemble the users commonsense mental models of such a system.

### **3.1.4. Knowledge engineering**

Knowledge engineering is a term frequently used in relation to computer science. In its broadest sense, knowledge engineering covers the whole range of activities of building knowledge intensive systems. A good example of knowledge engineering in this respect is commonKADS (Schreiber et al., 2000). In knowledge engineering a distinction is made between the conceptual knowledge and the procedures that work upon it to generate solutions to problems. In this section emphasis is on the first part, the modeling of conceptual knowledge. The knowledge engineering approach takes expert knowledge as its focus and states that learners actively have to construct this knowledge themselves. Learning occurs through the detection of failures (impasses) made in the process of solving problems caused by insufficient conceptual knowledge (SMISLE, 1992). Using this approach leads to the following instructional principles (Glasser and Bassok, 1989):

- Expert knowledge is available to the user and he/she may pose questions and ask for explanations.
- The reasoning process is represented in domain independent terminology and the learner may observe the reasoning process in action. It is expected that learners in this way accumulate reasoning strategies (e.g. heuristic classification) that they can apply in other domains as well.
- The learner is presented realistic problems so that learning takes place in a realistic problem-solving environment.
- The learner directs the learning process. Learners need to detect failures themselves and also have to find ways of repairing these themselves.

### 3.1.5. Instructional Design theories

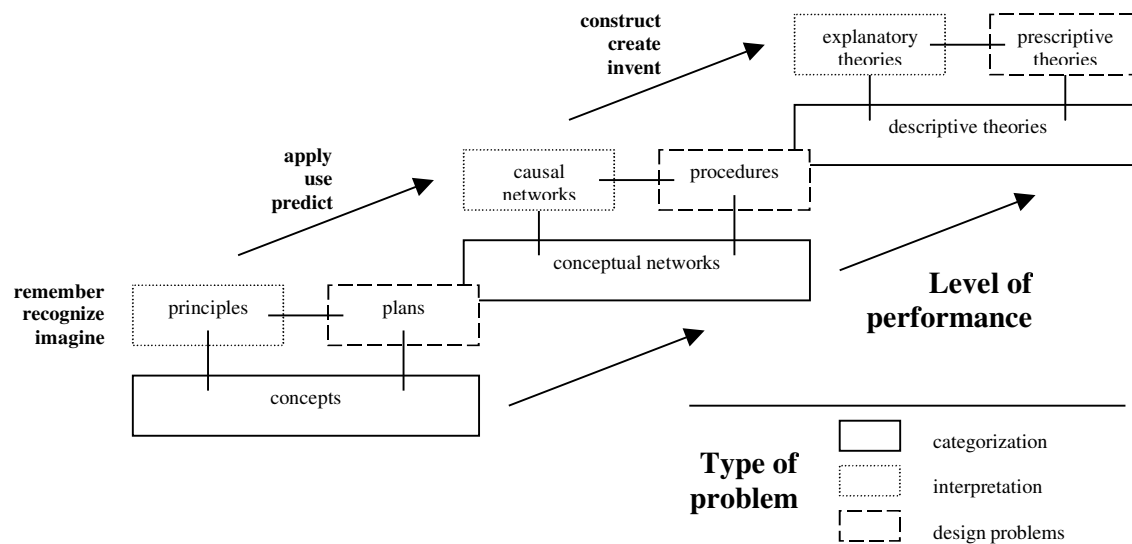
Instructional design (ID) is a general term for a wide variety of theories concerned with the design of an optimal learning environment by sequencing concepts and theories given an analysis of the knowledge and skills being taught (Dijkstra, 1997). This definition gives theories in this category an eclectic character since focus on the analysis of knowledge and skills tend to lead to isolated instruction for limited pieces of knowledge. Another problem associated with ID is the focus on teacher activities instead of learner activities. These problems can be overcome by focusing on general types of problems with their associated student learning activities. Then, attention of ID is shifted towards questions about how these activities are made possible and when (in what situation) knowledge and skills will be acquired optimally. These situations are what Dijkstra (1997) calls problem-solving situations.

Three general types of problems, usually appearing in combination are:

- Categorization problems,
- Interpretation problems and
- Design problems

Associated with these problems are three levels of performance, thus creating a framework of learning activities, problem types and performance levels depicted in figure 7.

- Remember, recognize and imagine  
At this level, both examples of the solution and the procedure to reach a solution are available to the user. Analogies and examples of a good solution are available. The resulting constructs are concepts, principles and plans.
- Apply, use and predict.  
At the middle level, only the procedure to reach a solution is given. The cognitive constructs resulting from activity at this level are conceptual networks, causal networks and procedures.
- Construct, create and invent.  
At the highest level of performance, neither examples of an analogous solution nor the procedure to reach a solution are available. The result of activity is a descriptive, explanatory or prescriptive theory.



**Figure 7: Three levels of performance for the three types of problems (adapted from Dijkstra, 1997).**

The central instructional strategy at the lowest level of performance is learning by example. Learners solve problems using exemplary solutions and provoke mindful abstractions from those examples. Examples are partial solutions to problems or the solution to an analogous problem. At the middle level of performance, learning by doing is the central aspect of problem solving activities. Strategies focus on the construction of categories, explanations and artifacts. Examples of tasks at this level are conducting a well-

described experiment (the procedure is given) in order to reach a description of relations between a number of variables. At the highest level of performance, learning by exploration and experiment is the core aspect of problem solving. Strategies should concentrate on original problem solving activities and theory building based on exploration and experimentation (Dijkstra, 1997).

Another string of research in ID focuses primarily on the effects of changing instructional practice on teacher roles. The use of open-ended constructivist software and thus a more design-oriented instruction requires teachers to place greater emphasis on their diagnosis and evaluation roles (Hoogveld et al., 2002; Hestenes, 1997).

### **3.2. Instructional measures and model building**

In an ideal model building world, learners reach a state of learning by doing where the learner is engaged in self-directed activities, detect and repair failures themselves and by doing so autonomously develop their conceptual knowledge of real world systems. In this ideal world, the only instructional measure needed could be the assignment to model a system, or a prediction question that needs answering. Such a world does not exist. For learners to master the skill of modeling, they need help. Some of the instructional measures described in this section may become less crucial for learners as their modeling experience increases, but some guidance, for example a general goal, will always be necessary.

In the remainder of section 3.2 the instructional measures useful when teaching model building are described. These measures are taken from one or more of the approaches to problem solving and knowledge acquisition of section 3.1. The different measures are described and a rationale for selection is given together with examples of their use in model building.

#### **3.2.1. Presenting realistic problems and activation of pre-requisite knowledge**

The measure of presenting students with realistic problems is taken from the cognitive apprenticeship and knowledge engineering approach. This is done so that problem-solving situations are realistic and the knowledge constructed can be related to the real world. This also has the advantage that pre-requisite knowledge is activated. Presenting tasks that are embedded in familiar activities facilitates the integration of new knowledge with existing ideas. This is also apparent from research on concept maps. Learners construct meaning by relating information to knowledge they already have. An example would be using a realistic and for learners familiar domain when first exposing them to model building. Learning how to model using a qualitative modeling method requires learners to learn a whole new method of knowledge representation. This new method can be related to a method already familiar to the students by using a similar domain. Research has shown that the effectiveness of constructivist learning depends on the learner's prior knowledge (Ardac en Sezen, 2002; Hulshof, 2001; De Jong and Van Joolingen, 1998). The activation of this knowledge is therefore important for increasing the effectiveness of constructivist learning.

#### **3.2.2. Learner initiated questions and explanations**

Cognitive apprenticeship states that for learners to get started in an authentic activity, an explicit representation of a real world process or of expert behavior should be provided. The knowledge engineering approach states that questions and explanations should be possible at all times. The reasoning process should be shown to the learners. In instructional design, at the lowest performance level both examples and procedures are provided for categorization of concepts, interpretation of principles and the design of plans. Thus, for learners to get started with learning the model building method and building models of a system, providing explanations and the opportunities for asking questions are essential. Once learners have moved on to a higher level of performance, the need for both explanations and questions should decrease. At this level, explanations should be given only when asked for by learners, so they can engage in truly constructivist learning. An example of explanation is presenting learners with partially constructed models so that the task of expressive modeling is preceded by an explorative modeling task. Another possibility is providing learners with the procedure of building models by giving them an analogues problem and it's solution (SMISLE).

#### **3.2.3. Assignments**

Assignments are a powerful way to organize the learning environment for learners, since they provide the learner an explicit goal. Supplying these assignments however, may also be dangerous because they may prevent learners from real user initiated, exploratory behavior. However, since at least in the initial stage of

exploratory learning guidance is essential, assignments provide a good opportunity to point learners in a direction and prevent them from getting stuck. Assignments are most salient in the instructional design approach. ID is about designing the learner experience by presenting learners with problems. Examples of interpretation problems are assignments to identify the variables that cause another variable to change or asking the learner to predict what happens when a certain event takes place (White and Frederiksen, 1990; De Jong and van Joolingen, 1998; Hulshof, 2001). Categorization and interpretation problems lead to conceptual and causal networks respectively. Thus, these types of assignments are very useful in model building. Design problems are the third type of assignments from ID and they lead to plans and procedures. In model building this type of assignments can be used for focusing learners on the different stages of the task analysis described in section 2.3.3.

#### **3.2.4. Domain inspection and domain hints**

Domain inspection and domain hints aim to give learners a more detailed view of the domain so that learners recognize the, given the modeling goal, relevant characteristics of the system. Difference between hints and inspection is that the former points the learner to a relevant aspect of the situation whereas the latter assists students in finding those aspects themselves. In explorative modeling, hints may point learners towards specific relations between concepts or variables (“note how A increases as B increases”). In expressive modeling, hints may provide learners with information for generating hypotheses (“could there be a relation between A and B analogue to the relation found between C and D?”), identifying structural relations between concepts (“Is A a kind of B?”) or variables and their critical values (“could the boiling temperature of water be critical for the behavior of the system?”). Four different types of hints can be identified: related to actions, outcomes, conclusions and options (Lesgold et al., 1992).

Domain inspection provides learners with the opportunity to get a more detailed look at the domain. Examples are tools for zooming and alternative representations, such as graphical and textual. Zooming in on details of a single object in the domain is essential for dealing with the complexity of a large domain and zooming out can provide learners with the overall structure of the domain. Graphical overviews indicate how a certain object or relation fits in its context, whereas a textual description can be more appropriate describing the behavioral features of the system. In summary, domain inspection tools can provide learners with alternative views on the domain depending on the learner’s specific informational needs.

#### **3.2.5. Scratchpads**

Scratchpads are learner instruments on which notes can be made. They may range from unstructured, such as a blank piece of paper to more structured, such as hypothesis scratchpads. The use of scratchpads is closely related to collaboration, since scratchpads also serve as a means to externalize thought and thus assist in the negotiation of meaning and justification of decisions made (Wells, 1995). Examples of a more structured scratchpad are the argumentation environment in VMODEL (Forbus et al., 2001) and the evidence palette in BioWorld (Lajoie, et al., 2001). Here, the rationale behind a decision or hypothesis is noted, for example by structuring arguments fore and against a hypothesis. In model building, a hypothesis scratchpad can be used for building an experiment for deciding on a specific relation between variables (“does A increase when B increases?”). If such a relation is said to exist, then the rationale behind that decision is important to remember. For example in case the decision, in light of new evidence, must be reconsidered at a later stage in the model building process or in case an analogous decision has to be made.

This concludes the overview of measures implemented in the experiment described in chapter 5, but first, in chapter four, a short description of the software used during these experiments is given.



## **4. The simulation and modeling software**

Primary tool used in the experiment is HOMER, but to understand the principles on which HOMER is based a short introduction to GARP is needed. Also, in section 4.4 previous researches into the use of GARP and HOMER is summarized. This research has implications for the experimental design and analysis described in chapter 5 and 6.

### **4.1. GARP**

GARP, which is an acronym for General Architecture for Reasoning about Physics, is a simulation engine developed for the purpose of predicting behaviour on the basis of a conceptual model of a system (Bredeweg, 1992). This conceptual model is created by users and based on qualitative principles described in section 2.2. Two types of models are needed for GARP to make inferences about possible future behaviour. First, an input system that contains a situational description of real world entities in terms of system elements, element relations, parameters, parameter values and parameter relations is needed. This represents the initial state the system is in. Second, a set of partial models describing the behavioural features of the different elements is needed. Behavioural prediction is based on augmenting the initial input system with instances of applicable partial models. Using a set of algorithms GARP resolves possible conflicts in the new model set (input system and all applicable partial models). Once this is done, inferences are made by GARP about possible changes in parameter values. For example the possibility of a parameter that has the value zero and derivative plus for changing towards the value above zero. With the values changing, the system reaches a new temporal description of real world entities and the process of augmenting this description with instances of the partial models starts a new cycle of inferences. In GARP these subsequent descriptions of real world entities are called states. The input system, for example, can be referred to as state zero.

GARP is implemented in SWI-prolog, a declarative programming environment based on logic statements. Therefore, both input (the models) and output (simulation results) are large quantities of textual prolog code. In order to facilitate the use of GARP without needing extensive knowledge of prolog code two applications have been build: VisiGARP and HOMER.

### **4.2. VisiGARP**

VisiGarp (Bouwer & Bredeweg, 2001) is a visualization shell that aims at communicating the content of the qualitative simulation models and simulation results in a more user friendly way. This is done by using graphical representations, such as block diagrams, trees and graphs that can facilitate the search, recognition and inference process of the user when using the GARP simulator. VisiGARP offers views for all type of components used in the simulation. The behaviour graph shows a graphical overview of the progress of a simulation in terms of states and state transitions. Within a state, the causal model view is a graphical overview of all structural elements with their associated parameters, parameter values, parameter derivatives and relations that occur in that state. Examples of the behaviour graph and causal model view are shown in figure 8. Examples of other views provided by VisiGARP are graphical and textual overviews of model fragments, ISA hierarchy of elements and within state entity-relation diagrams. In summary, VisiGarp provides GARP users with multiple representations that assist the user with interpreting the input and output of a simulation.



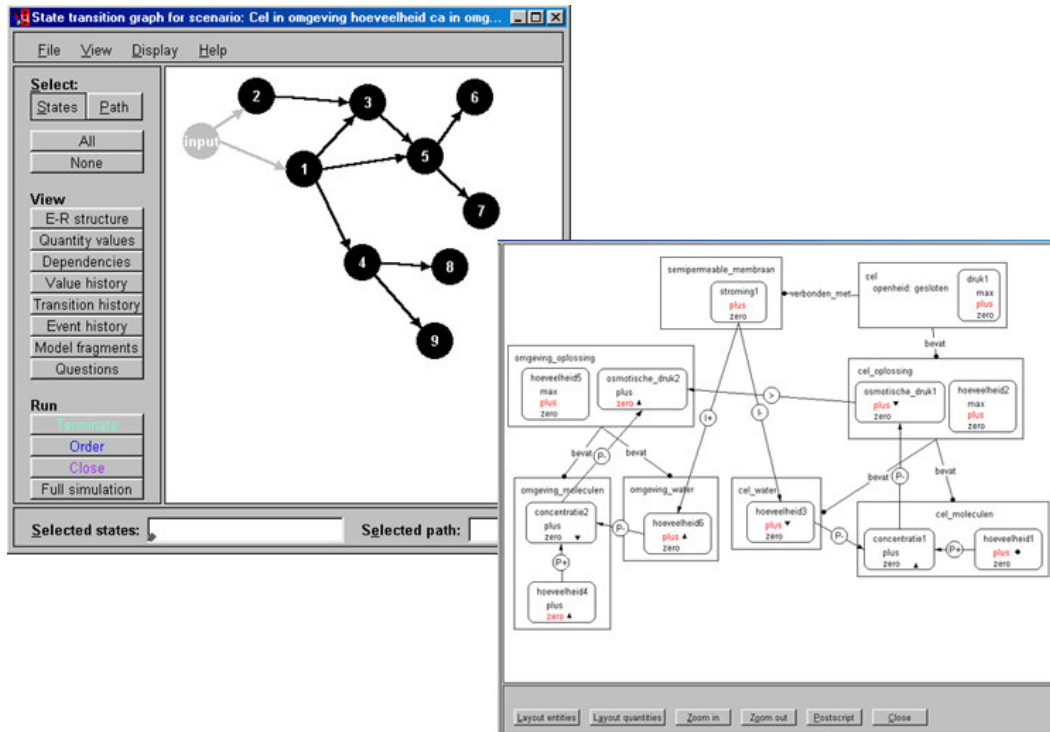


Figure 8: Examples of views in VisiGARP

### 4.3. HOMER

HOMER is the modeling tool that is used to build the qualitative models, which can be simulated using GARP. Homer has a graphical user interface and allows users to create model elements and subsequently use those elements in partial models without needing extensive knowledge of the underlying textual prolog code. The models created with HOMER can be exported to prolog-code and subsequently used by GARP. A more in-depth description of HOMER is given in section 2.4.2.3.

### 4.4. Previous research

The first experiment was a collaborative effort involving AI students of the University of Amsterdam and ecology students from the University of Brasilia (Salles and Bredeweg, 2002). During this experiment the students were asked to build models of the carbon cycle and greenhouse effect. This goal was divided into four steps related to the general steps for expressive modelling described in section 2.3.3. First, the students were asked to build a structural model and identify the relevant global behaviours. Second task was to build a detailed behaviour model. This resulted in the construction of an influence diagram (a ‘causal model’) where all parameters of the domain are connected using proportionalities and influences. Next, the required model fragments had to be identified and detailed descriptions of those fragments had to be constructed. The final step was implementing those fragments in GARP, e.g. programming prolog code, because at the time of this experiment Homer had not yet been developed. The student effort was evaluated using a set of questionnaires. Most important findings related to the process of building models were:

- The ability for identifying relevant processes, identifying typical situations and explicating causal relations is related to domain expertise.
- The difficulty of identification of objects and representing them in ISA hierarchies is evaluated as medium.
- Identification of relevant quantities and quantity spaces is evaluated as a difficult task.
- Creating model fragments was evaluated as the most difficult task. In a model fragment knowledge about objects, quantities, relations, conditions for things to start and stop and causal relations is represented. This representation is limited due to the GARP vocabulary and therefore understanding GARP is important in this task.

The second experiment with GARP and HOMER was conducted at the Hong Kong Polytechnic University (York-Nam, 2003). It aimed at answering the question what kind of support learners need to effectively build qualitative models using HOMER. In the experiment 21 university students constructed a running model of an U-tube using the HOMER software. First, the students got a short lecture about qualitative reasoning, VisiGARP and HOMER and after that were given a general assignment to build the U-tube model. This general assignment consisted of a short verbal and graphical overview of the U-tube system. Additional guidance was provided by handing out a list of icons used in HOMER and an example model of an analogues heat flow process. Also, a more specified assignment was available in which the model building steps together with all necessary model elements were given, including a textual version of the different partial models that had to be constructed. This specified assignment was handed out by the experiment supervisor after 15 minutes of model building time and only if the student got completely stuck during those 15 minutes. Furthermore, the experiment supervisor gave both reactive and proactive support. All questions asked were answered and mistakes made during model building were corrected.

The analysis conducted is based on a number of questionnaires and supervisor observation. Problems with the set up of the experiment make it difficult to draw solid conclusions with regard to the effectiveness of support. Examples are the different assignments used, participants being of different levels and unstructured supervisor help (e.g. what errors have been prevented, how many errors were corrected by students themselves without asking, how many answers provided had overlap with other support information, etc.) Nevertheless, the research is useful with regard to our experiment because of the inventory of problems and misconceptions that occurred during the model building process. It is important to note here that problems related to the general usability of HOMER are not the focus of the research in this thesis (more on the usability of HOMER in: Groen, 2003; Machado and Bredeweg, 2002). Instead, focus is on problems and misconceptions that relate to the model building process itself. In table 1 a summary is given of problems/misconceptions related to the model building process that occurred most frequent.

---

<b>Identification of elements:</b>	Relevant quantities Quantity spaces and relevant quantity values
<b>Meaning of concepts:</b>	Quantity spaces (specifically build for each quantity) ISA relations Quantity spaces (conceptual meaning) Model fragments (purpose of conditions and consequences) Scenarios (structural nature of the scenario – students trying to add influences and proportionalities)
<b>Confusing elements:</b>	Quantities and attributes Scenarios and model fragments Static and process fragments Objects and instances of objects (entities, configurations, etc.)

---

**Table 1: Common misconceptions during the Hong Kong experiment**

This concludes first part of this thesis. In these first four chapters, the theoretical framework for the design and experiments conducted with HOMER is constructed. Chapter five and six describe the design and results of an experimental study into the use of HOMER at an Amsterdam based high school.



## **5. HOMER in high school**

This chapter reports on the empirical study that was carried out at the Barlaeus Gymnasium in Amsterdam, The Netherlands. Overall, the goal of this study is to get insight in the cognitive processes that occur when building qualitative models and evaluate the methods that facilitate the use of QR technology in the classroom.

### **5.1. The research goals**

Central goal of this study is an evaluation of the opportunities for successful use of model building, specifically model building with HOMER, in a high school environment. Central proposition in this study is that students acquire two types of knowledge when building a model with HOMER. First, they acquire generic knowledge about the nature of models, how they are used in a simulation, and the specific vocabulary HOMER uses to explicate knowledge. This knowledge of the HOMER vocabulary can be further divided in the meaning of the concepts used and the qualitative relations between those concepts. Second, they acquire domain specific knowledge about the domain that is being modeled. These two types of knowledge are tightly interrelated, due to the fact that the nature of the models affects the nature of the domain knowledge learned and vice versa (Salles and Bredeweg, 2002). In section 2.2 a description is given of the qualitative nature of this domain knowledge when using qualitative reasoning techniques, for example the causality between variables in the domain or the explication of domain specific assumptions. The general question in this research is further divided into three more specific research issues. All three contribute to the assessment of the possibility of future use of HOMER in a high school environment. The first question is about why it should be used, the second question is about how it should be used, and the third question is about the context in which HOMER should be used.

1. Does model building with HOMER result in students gaining qualitative domain-specific knowledge?
2. Which instructional measures for teaching students the necessary generic knowledge about qualitative model building with HOMER are most effective?

In addition, a third and more general question, related to both generic and domain-specific knowledge is tangled in the research:

3. What problems occur when learners build models with HOMER for the first time and what is the teacher's role in assisting the learners?

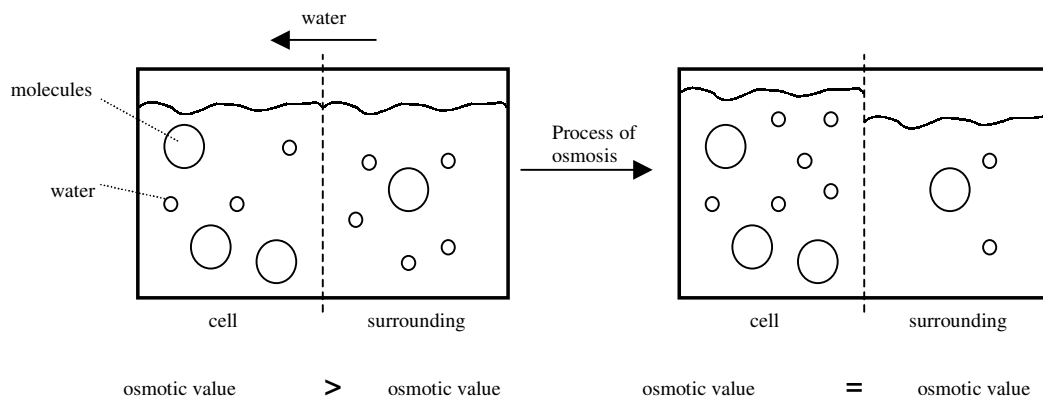
The remainder of this chapter is about the domain for the model-building task and the research method used to provide answers to the questions above.

### **5.2. The Domain**

Originally, two different subjects were considered for the experiment: osmosis and body temperature regulation. Both were selected for a number of reasons. Firstly, because the knowledge taught about these domains in high school has a very systematic nature and focuses on properties that have a large role in qualitative reasoning. Processes like the flow of water and the flow of heat play a central role in these domains and the nature of knowledge taught about these processes is qualitative because students are supposed to understand under what conditions these processes start, how they affect different quantities of the system qualitatively and when these processes stop. Knowledge about exact values, for example osmotic pressure, is not considered very important compared to values in domains like mechanics or thermodynamics. Another reason for selecting these subjects was that in previous research about modeling and simulation in education focus has been mostly on topics from physics and mathematics. The use of qualitative reasoning techniques is not restricted to domains that are as formally specified (quantitatively) as those mentioned above. Third reason for selecting those subjects was their evaluation by (biology) domain experts as being both difficult and important subjects in the field of biology. In the final research designs only osmosis is included, because the body temperature regulation topic was considered too large and complex for the limited amount of time available for the model-building task.

### 5.2.1. Osmosis

Osmosis is the passage of water from a region of high water concentration through a semi-permeable membrane to a region of low water concentration. The water moves through the membrane because of diffusion but the larger molecules are stopped from normal diffusion by the membrane. Because of this the volume of the solution in the high water concentration region is larger. In figure 9 a schematic overview of osmosis is shown as it was handed out to the students during the model-building task.

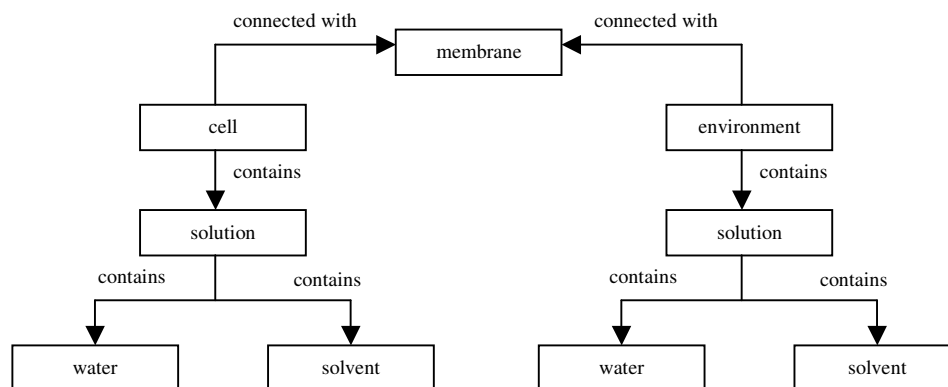


**Figure 9: Schematic overview of osmosis**

In the end-terms for Dutch high school biology education osmosis is described in the sub domain of protection of internal milieu. Students are taught that the function of the cell-membrane is keeping the internal conditions constant by protecting the cell from its surroundings, regulating concentrations due to its ability to bind certain molecules to its receptors and thus maintaining a concentration difference between cell and its surrounding environment. This concentration difference is crucial for the exchange processes between cell and surrounding. Active transport and diffusion (osmosis) are stated explicitly as the most important exchange processes. All this is considered in the osmosis norm models that were built in conjunction with a biology domain expert and are used in the analysis of the models build by the students.

### 5.2.2. The osmosis norm model

In figure 10 the structural description of the osmosis domain is given. Entities are in the square boxes and the arrows represent the structural relations, configurations in HOMER.



**Figure 10: Entities and their structural relations**

Next step is the creation of a causal model for the behavior in the osmosis system. It is depicted in figure 11 together with an example of a possible scenario and the related behavioral graph.

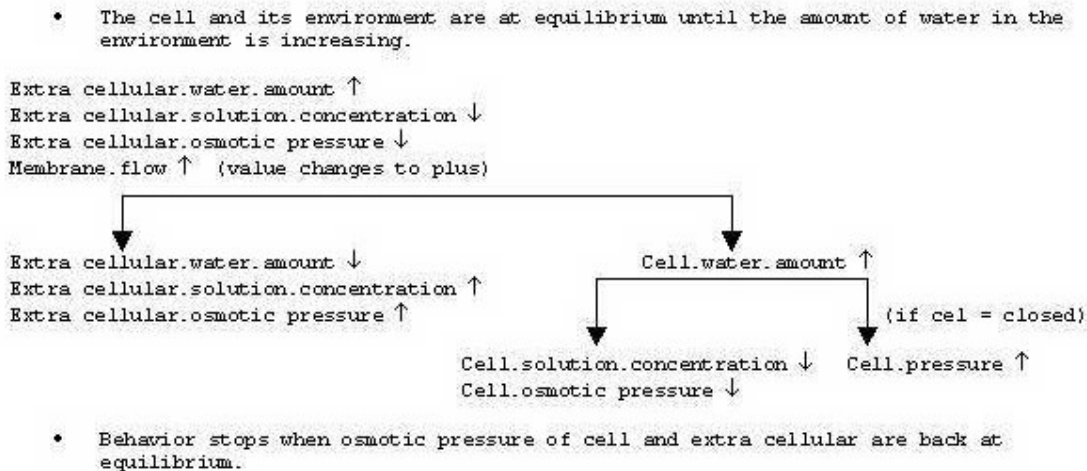
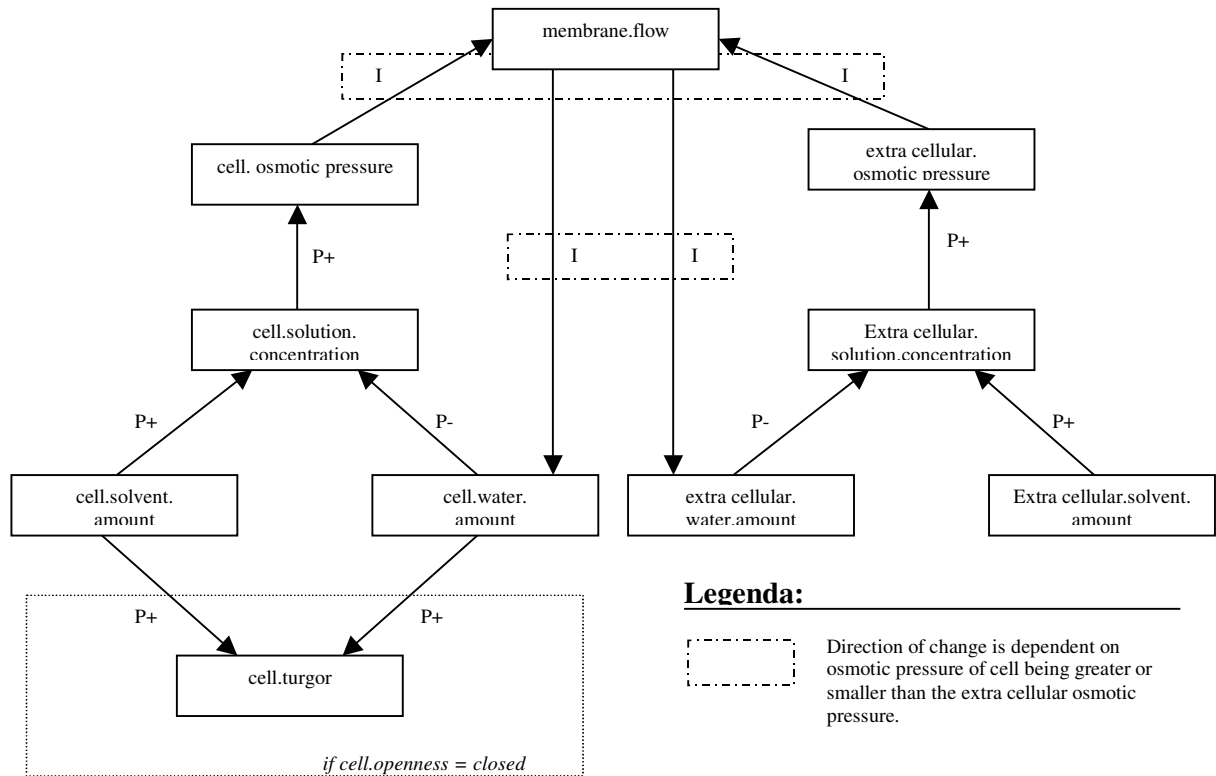
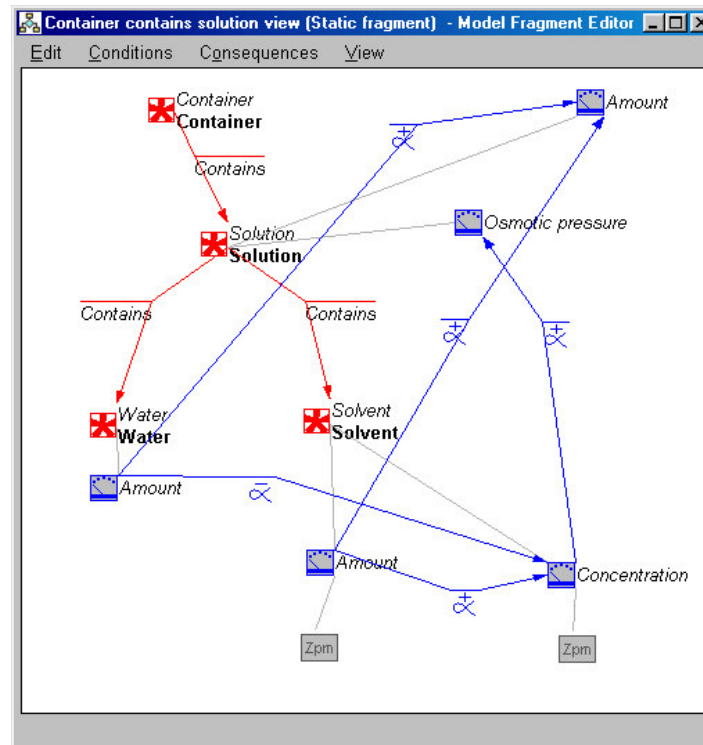


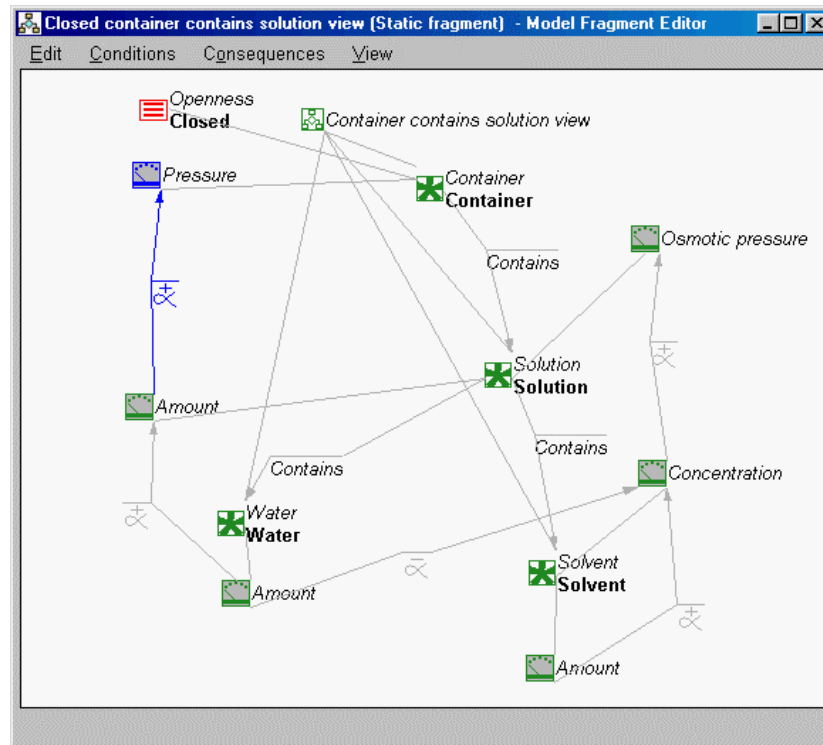
Figure 11: Causal model and scenario osmosis

In the models implemented in HOMER both the cell and its surroundings are generalized in the entity container, they both contain other elements, like for example a solution. If such a container super-type is created, the static views of both cell and surrounding environment can be instantiated using just one model fragment. This model fragment is given in figure 12.



**Figure 12: Static fragment of a container with a solution of water and solvent**

Note that a change in the amount of solution is caused by both a change in the amount of water and a change in the amount of solvent. Technically speaking this is true but since the amount of solvent is only a fraction of the amount of water in a cell, this relation could very well be disposed of. This is an assumption made about the domain. Most important properties in terms of learner goals are the causal relations between the amount of water, amount of solvent and the concentration of the solvent. Since only the concentration of solvent is proportionally related to osmotic pressure both osmotic pressure and concentration relate to the same aspect of the system modeled. Thus, when building models of a cell in its surrounding solely for osmosis, one of those quantities could be dropped from the model, another assumption about the scope of the model. The amount of solution is also important if the pressure of the cell on its outer wall is considered. This would result in a second model fragment where pressure is included. This fragment is depicted in figure 12 and note that there is an extra condition included in the form of an attribute that states the container is closed, like for example a cell. In this fragment the amount of solvent is assumed to be of no importance to the amount of solution.



**Figure 13: Static fragment of a closed container with a solution of water and solvent**

The process model of water flowing from one container to the other is shown in figure 14. Again, the conditions of the fragment have a red color and the consequences (givens) are shown in blue. Besides the structural configuration of two containers filled with a solution connected to a membrane there is an extra condition, an inequality between the osmotic pressures. In there is a difference in osmotic pressure, e.g. the concentration solvent in the solution with water, the process of osmosis starts. A flow of water through the membrane occurs which causes the amount of water in the solution with high osmotic pressure to drop and the amount of water in the solution with low osmotic pressure to rise. If this change in amounts of water is propagated through the system as shown in the scenario in figure 11 the high osmotic pressure will decrease and the low osmotic pressure will increase until they are equal. The inequality condition is no longer satisfied and the water flow through the membrane will stop.



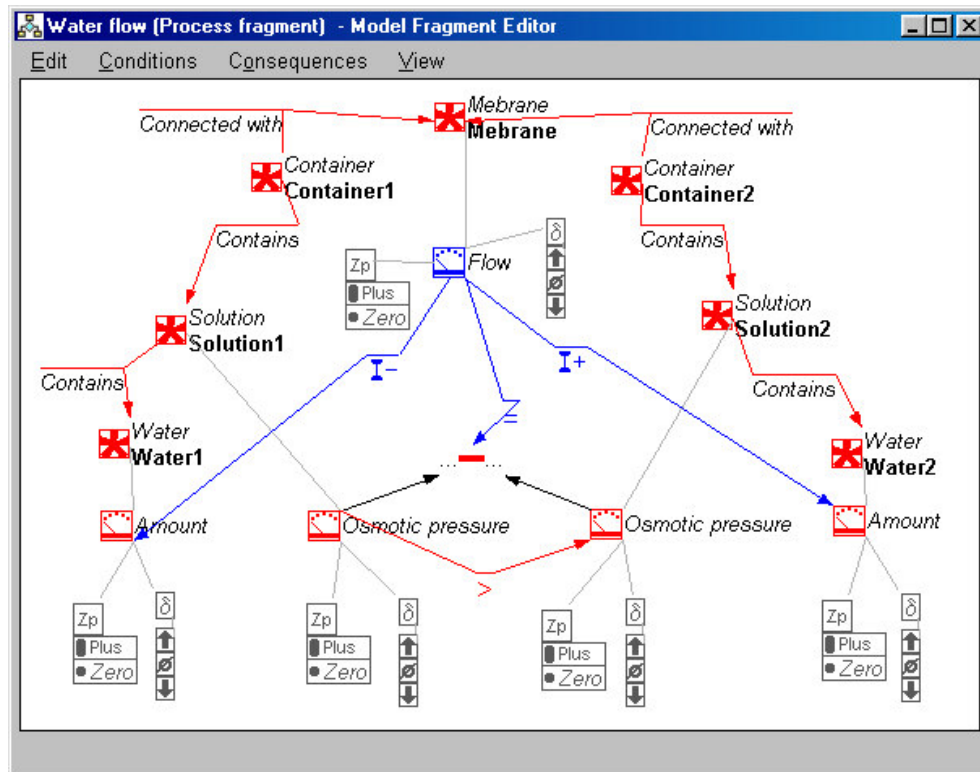


Figure 14: Process fragment of a water flow due to a difference in osmotic pressure

### 5.3. The Model Building Method

#### 5.3.1. Experimental setup

In the experiment, secondary school students used HOMER to build qualitative models of the biological process of osmosis. In order to successfully build those models generic knowledge about HOMER and domain specific knowledge about the osmosis process was provided to them. This knowledge was provided to them in the form of a classical introduction to simulations, a HOMER reference manual, a domain description and the model building assignment. In the next section each is shortly discussed in turn. The materials (in Dutch) are included as appendix A.

##### 5.3.1.1. Introduction to simulation and HOMER

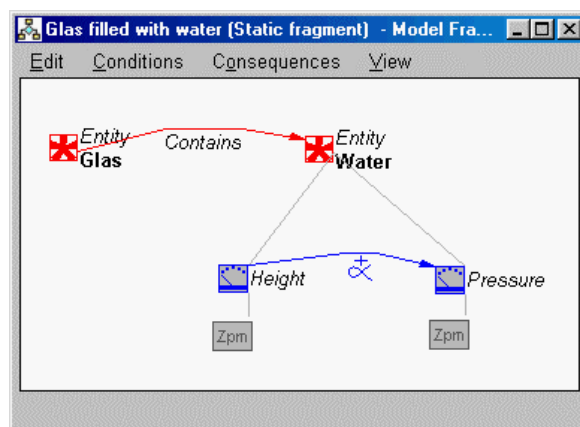
The lessons started with a ten minute lecture on simulation and model building. The general aim of simulations was introduced as being able to perform pre- and post diction based on a description of a situation and knowledge about possible behavior of the elements in that situation. In this explanation the example of a flight simulator was used for the activation of pre-requisite knowledge. The situation being that a pilot is flying and increasing the planes speed. Using this example a meaningful context was created for the use of models, for example about the planes speed and altitude, when inferencing about system behavior. Thus, the goal of building models was clearly stated. Next, this example of the flight simulator was linked to the GARP vocabulary, by showing the students a model with an example of causality. In this model the amount of gas was positively related to the planes speed. The lecture ended with a short introduction about the qualitative nature of quantities used in the models and the other possible relations in GARP models. After this introduction the HOMER reference manual was handed out.

##### 5.3.1.2. The HOMER reference manual

The manual consists of four sections. In the first section the concepts used in HOMER are explained. For each button in the HOMER main window a textual explanation of it's meaning is given. First, the different building blocks: entities, configurations, quantities and quantity spaces and after that the different models used: static and process models and the scenario. With each explanation simple examples found in everyday life are provided, like entity chair, configuration seated on, quantity height and quantity space

temperature. The difference between static and process models was described in terms of the different relations used in them and their meaning in terms of the different properties of the real world they describe. Finally the importance of conditions and consequences in the models and the use of the scenario was explained in terms of the iterative process of augmenting model fragments with the temporal description of the current simulation state described in full detail in chapter 2.

Second section of the manual gives students a stepwise account of the different procedures used in HOMER to add building blocks and subsequently use them in the model fragments. This is done to minimize the influence of general usability issues related to the use of HOMER. The issue of HOMER usability has been researched before (York-Nam, 2003; Groen, 2003; Machado and Bredeweg, 2002) and recall from section 5.1. the goal of this experiment is to provide insight into the usefulness of HOMER in high school in terms of learners gaining generic knowledge about building models and domain specific knowledge of osmosis. Figure 15 shows an example of the procedure for adding consequences in a simple fragment of a glass filled with water.



> next, the consequences: those elements that occur when the condition of a glass that contains water is met:

- 1 select water1
- 2 open the consequences menu
- 3 select quantity
- 4 select the quantity height from list
- 5 select de fitting quantity space from the list (zp)
- 6 give OK and the quantity is added to the model
- 7 repeat step 1-6 for the quantity pressure
- 8 select both height and pressure (press SHIFT!)
- 9 open the consequences menu
- 10 select proportionality
- 11 give OK and the proportionality is added to the model

**Figure 15: Procedure for adding consequences in a simple model fragment**

Third and fourth section of the manual are respectively an icon list and a glossary. Next, the learners were introduced to the osmosis domain.

#### 5.3.1.3. Domain description

The domain knowledge needed for building models was handed to the learners in both a textual and graphical form. The graphical description is shown in figure 9. The complete domain description is included as appendix AA3.

#### 5.3.1.4. The assignment

The assignment handed out to the learners consists of three different sections. First, the learner was given an explicit goal. This was done by using a prediction question that the simulator should be able to answer using the knowledge in the created models. This question was: "What will happen to the concentration sugar in a cell, that is divided by a semi-permeable membrane from its surroundings, when due to an

external cause the amount of sugar in the surrounding is increasing?” Besides providing learners with an explicit goal, using a question also gave them hints about properties of the system that had to be taken into consideration in the models, for example the quantities concentration and amount. Following the constructivists this question alone should have provided the learners with the necessary stimulus to engage in discovery learning. Since this assignment was the first encounter of learners with qualitative model building and previous research has shown that learners easily get stuck in such a situation, more guidance was provided to them. Therefore, the second section of the assignment contained a description of another process that resembles some of the aspects of osmosis. This is the process of the two tank system and it was used throughout the assignment as a source for analogous learning. This was done so that the reasoning process and outcomes of each step in the model building process was available to the learners. This brings us to the last section of the assignment: the model building steps. The procedure for building model with HOMER was handed out by dividing the assignment into smaller sub-assignments. For each step in the model building process, as described in section 2.3.3, a question was formulated and the outcome of that step for the process of the two tank system was given. The example handed to the student in step 5, the creation of model fragments, is shown in figure 16.

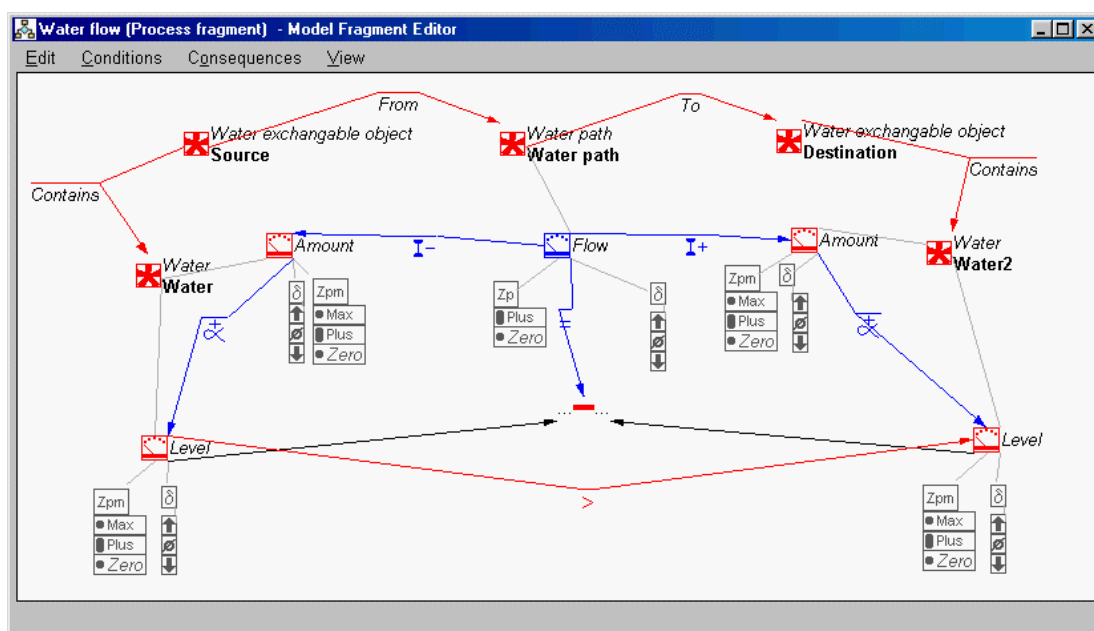


Figure 16: Example of the water flow process fragment for communication tubes

This figure was accompanied by an explanation of the figures content and the question to create a similar model for the osmosis process. Thus, for learners focus is on the domain specific properties of the model, for example the inequality that triggers the process, instead of the generic knowledge about model building with HOMER, for example the meaning and use of a calculus relation that changes the flow from zero to plus. Recall from the instructional design framework described in section 3.1.5 that each level of performance is associated with a specific instructional strategy. At the lowest level, categorization and interpretation problems are associated with learning by example. They lead to knowledge about concepts and principles. Therefore, knowledge about the meaning of concepts and how they are used in HOMER is best taught by providing learners with examples. The second level of performance is about applying and using those concepts for interpreting causality and categorization in conceptual networks. Central strategy here is learning by doing. This is exactly what we expected from learners when at the end of each step they were asked to complete the analogues step for osmosis.

### 5.3.2. Subjects

Subjects in the present study were ten secondary school students (age 15-16) at the level of pre-scientific education. Six of them were in their fifth year and four in their fourth year. The fourth year students had just finished the topic of osmosis during their regular lessons whereas the fifth years had covered the topic a year before this study. The study took place during normal lesson hours and therefore a selection of

students was made based on grades they received for biology the previous year. Rationale was that students that received high grades would not struggle to catch up with normal lessons as much as students with lower grades. Consequence of this selection procedure was that the students that participated in the study were best of their class (grade 7 or higher). The students selected all used computers at least one hour a week (mean of 10), so all subject were familiar with the computer interface used (e.g. using the mouse, selecting icons, etc.). All subjects had chosen the nature and science profile, that includes physics, biology, chemistry and math. For all students, the mean score on these subjects was between 7 and 8.

### 5.3.3. Tests

Two paper-and-pencil tests were used in the study. A domain knowledge test that was administered before and after the model building task and an attitude test that was administered at the end of the last session. The domain knowledge test consisted of 12 items that were selected to tap into the specific features of qualitative reasoning described in section 2.2: reasoning from structure, behavioral scope, modeling assumptions and causality. On top of those features, two questions were added that test the student knowledge about critical values and inheritance in the osmosis domain. Since the test was measuring (qualitative) domain knowledge and not model building knowledge no concepts from the GARP vocabulary were used in the test. The items were multiple choice and developed for this study. Some questions were based on central exam questions used at the end of pre-scientific education, while others were specific for qualitative reasoning (e.g. inheritance and assumptions). Examples of two items are shown in figure 17. The first taps into causality, whereas the second is about understanding modeling assumptions.

- **What's the direct cause of an increase in osmotic pressure?**
  - a. the concentration large molecules
  - b. the amount of water
  - c. the amount of large molecules
- **Which amount has the largest direct influence on an increase or decrease of the pressure of a cell on its outer perimeter (also known as turgor)?**
  - a. the amount of water in the cell
  - b. the amount of large molecules in the cell
  - c. the amount of large molecules in the solution surrounding the cell

**Figure 17: Two items from the domain knowledge test**

The attitude questionnaire measured the student's attitude towards model building and the use of HOMER, the difficulty of different stages of model building and the usefulness of the different sorts of guidance provided. For both the difficulty of model building stages and usefulness of guidance student were first asked to rate them individually on a likert scale ranging from 1 to 5 and after that order them from least to most difficult and useful. Both complete tests are included as appendix AB.

### 5.3.4. Registration of behavior

During the entire experiment, the screens of the computers were captured with video cameras to record every action the students performed on screen. These cameras were also used to record all the conversations the different groups had while working on their task. During analysis a transcript of these conversations was combined with a detailed account of every action performed on screen. These transcripts, together with the models created and the questionnaires, were the basis for further analysis. They are included as appendix AC.

### 5.3.5. Procedure

Table 2 outlines the sequence of events that was followed during the experiment together with the time taken for each step.

Nr	Event	Time (app.)
1	Introduction to simulation	15 minutes
2	Reading the HOMER reference manual	15 minutes
3	Reading the osmosis domain description	5 minutes
4	Taking the domain knowledge pre-test	10 minutes
5	Reading the assignment	5 minutes
6	Building the models	125 minutes
7	Central evaluation	15 minutes
8	Taking the domain knowledge post-test	10 minutes
9	Filling out the attitude questionnaire	10 minutes

**Table 2: Experimental procedure**

For each group, the experiment was spread out over four 50 minutes sessions. The subjects from the different classes (4VWO and 5VWO) performed the experiment in the same sequence, but not at the same time because of a limited number of available computers. The first session for both groups consisted of listening to the introduction and reading the material. During the second and third session the student were building models and the final session was used for evaluation and post-test. The sessions took place during a two-week period and both the second and third session (actual model building task) were in the same week for both groups. Next, the outcomes of the study are described in chapter 6.

## 6. Results and Analysis

In this chapter the results of the experiment are described and analyzed. In section 6.1. The outcomes of the study in terms of tests administered, models created and conversations recorded are given. First, the results of the domain knowledge pre and posttest are given and compared to each other. Next, the results of the attitude test are given and discussed. The section finishes with a summary of the HOMER models each group created and a short description of the lesson transcripts. In section 6.2 these results are integrated and interpreted to provide answers to the research questions formulated in section 5.1.

### 6.1. Measurement outcomes

#### 6.1.1. Domain knowledge test

Unfortunately, one student missed the last session because of illness and therefore results for this student are discarded from the total number. This leaves 9 students who completed both the pre and posttest. The results are shown in table 3.

	Average	Standard Deviation	Range
Pretest score	8,7	1,7	6-11
Posttest score	9	2,2	4-11

**Table 3: Mean results of domain knowledge tests (12 items)**

As can be seen in the table the mean scores were rather high for both pre and posttest. Because of this and the rather small N no evidence for an increase of domain knowledge is found. Noticeable, however, is that the five items constructed for measuring causality seem to indicate an increase in causal knowledge about the domain. Average scores on the items about the causal relations used in the model-building task were higher in the post-test.

#### 6.1.2. Attitude questionnaire

In table 4 the results of the general questions about the experiment and the use of HOMER are summarized. Again, 9 subjects filled in the questionnaire. The overall opinion about cooperating with the experiment was positive. The general opinion about the usability of the HOMER software was rated as neutral. The meaning of concepts was rated between neutral and hard to understand. The last general question was about domain knowledge. Three subjects answered that the experiment did increase their knowledge about osmosis and four subjects said it didn't.

question	answering categories	scores (n=9)	average
What is your general opinion about cooperating with the experiments?	1: very positive	2	1,9
	2: positive	6	
	3: neutral	1	
	4: negative		
	5: very negative		
What did you think of the HOMER software?	1: very easy to use	1	3,1
	2: easy to use	1	
	3: neutral	5	
	4: hard to use		
	5: very hard to use	1	
What's your opinion on the meaning of the various terms/concepts used in HOMER?	1: very easy to understand		3,3
	2: easy to understand	2	
	3: neutral	2	
	4: hard to understand	5	
	5: very hard to understand		
Do you think building the models has increased your knowledge about osmosis?	1: yes	3	2,1
	2: neutral	2	
	3: no	4	

**Table 4: Results for the general questions about the experiment**

Next, questions were asked about the difficulty of the different steps that had to be taken during the model-building task. Each step was rated on a five points scale ranging from very easy (1) to very hard (5). If the students had not gotten to the step mentioned, they were asked to leave the question open. This explains the lower N for some of the questions summarized in table 5. In the last two columns the number of students that rated that step as most difficult (MD) and second most difficult (SMD) are shown. This answer is given as a percentage of the total number of students that participated in the experiments and filled out the attitude test (9).

Step	Average (N)	MD (%)	SMD (%)
Identification and selection of entities and configurations	2,4 (9)		11
Identification and selection of quantities	2,6 (9)		
Selection and creation of quantity spaces	2,7 (9)		22
Selection and creation of causal relations in the model fragments	3,5 (8)	33	33
Selection of the appropriate model fragments and choosing which knowledge to put in them (e.g. smf vs. pmf)	3,4 (9)	56	11
Creation of a scenario	2,5 (6)	11	

**Table 5: Results for difficulty of model building steps**

The results show that almost 60% of the students rated the selection of the appropriate model fragment and choosing which knowledge to put in them as first or second difficult task. Furthermore, the selection and creation of causal relations was indicated as being difficult. These results are clearly in line with previous research described in chapter 4.4. When rated as single items the difficulty of the different model building steps were all pretty close to each other, with the exception of the creation of the model fragments and causal relations.

Table 6 shows the results for the rating of usefulness of the guidance materials provided to the students. The materials are described in full detail in section 5.3.1 about the experimental setup. The materials were scored on a five point likert scale ranging from very useful (1) to not useful at all (5). Also, students were asked to order the seven types of guidance from most to least used. The average place students gave the specific type of guidance (PLC) is shown in the third column in table 6. Every material is thus rated from 1 to 7 where 1 stand for most used and 7 for least used. Table 6 itself is also ordered in terms of the PLC score.

Material	Average	PLC
HOMER manual B (how to use HOMER)	1,6	2,0
HOMER manual A (meaning of concepts)	1,8	2,3
Communicating tubes example in the assignment	2,1	3,5
HOMER manual C+D (glossary and icon list)	1,9	4,3
Classical introduction to simulation	1,7	5,0
Domain description (graphical)	3,0	5,3
Domain description (textual)	3,1	5,8

**Table 6: results for usefulness of provided material (N=9)**

The meaning of concepts and the ‘how to use HOMER’ sections of the manual are indicated to be the most useful type of guidance. Both the graphical and textual versions of the domain description are rated least useful. This is in line with the results from the domain knowledge tests. Student had a high level of knowledge about osmosis before they started the model-building task and therefore rated the domain description as least useful. The results for the classical introduction to simulations seem to contradict each other. It was rated between useful and very useful, but was given a low ranking in the order of usefulness. This could be explained by the fact that in the single item rating students were asked what their opinion about the material was and in the ordering question they were asked about the actual use of the material during model building. The introduction to simulation provided them with an introduction, obviously, and the content of this introduction was explained in more depth in the Homer manual so there was no need to actually use the introduction during model building.

### 6.1.3. The transcripts of conversations

All student conversation during model building was recorded and transcripts of these recordings were produced. Actions the students performed on screen and some interpreting remarks were added to create a document that is the basis for further interpretation. For example, remarks about certain warning screens that occurred and the pointing out of things on the screen were added to make the transcripts more readable. The complete transcripts are included as appendix \$ and a short summary for each group is included in the next section.

### 6.1.4. The models built

In this section the final models of the 5 groups after the their model building time had finished are described. For each group the content of the models is shown in the next 5 sub-sections together with a short description of the process that led to the models taken from the transcripts.

#### 6.1.4.1. Group A

- *entities:*  
container, path -> semi, substance -> sugar and water
- *configurations:*  
contains, communicates with, can pass through, cannot pass through, connected with
- *quantities and quantity spaces:*  
concentration      concentration(zero-plus)  
pressure              pressure(zero-plus) and temperature(min-zero-plus)  
amount              amount(zero-plus)
- *process model:*  
big (see figure 18)
- *scenario:*  
osmosis (see figure 19)

Group A spent about 30 minutes on the initial creation of the different building blocks before they started working on their first model. The initiative for action was with the subject who controlled the computer and since this subject refused to read much of the material provided their model building was a case of trial and error. First, they rebuilt the example model of the two-tank system. After that, they started working on a scenario of which they didn't realize it wasn't a model fragment until they tried adding causal relations (something not possible in scenario construction). The creation of the scenario took about 40 minutes. The last 15 minutes was used for creating the process model depicted in figure 18. Group A effectively spent a total of 1 hour and 25 minutes working on the models.



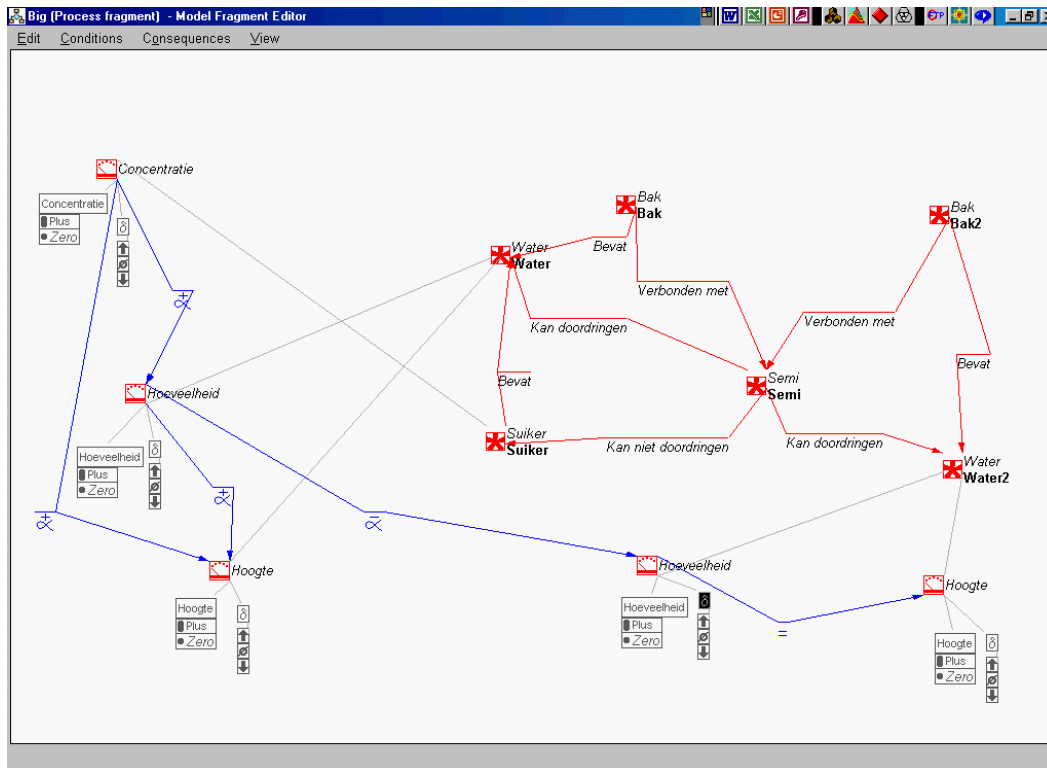


Figure 18: group A - process model "big"

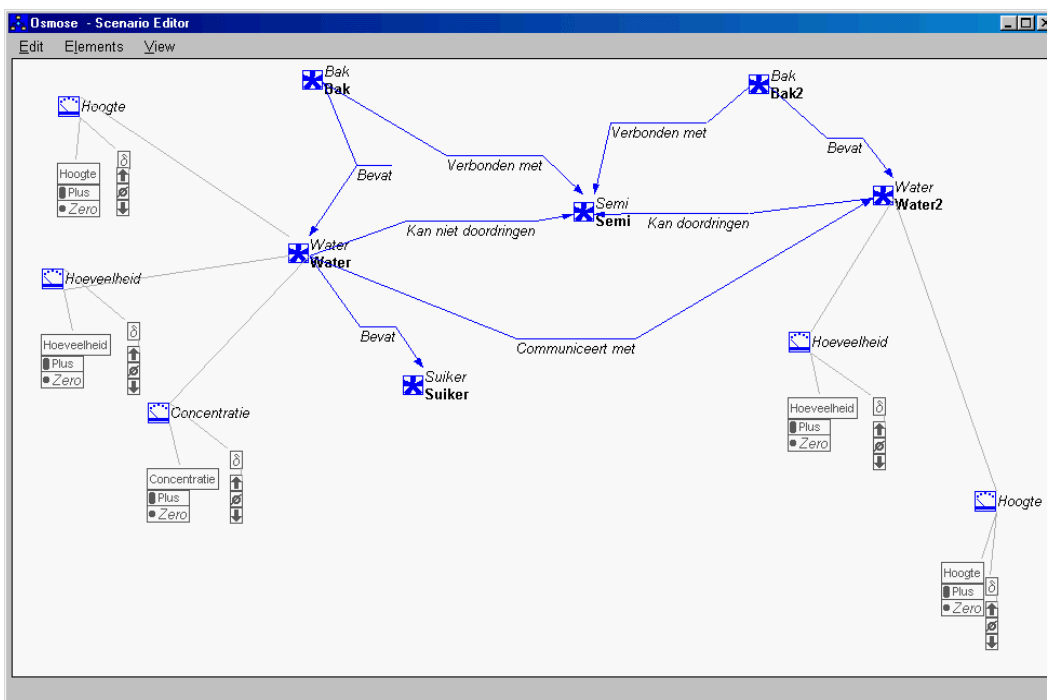


Figure 19: group A - scenario "osmosis"

#### 6.1.4.2. Group B

Unfortunately, the models built by group B were lost due to computer problems. For the analysis in section 6.2 the transcripts alone have provided the basis for interpretation.

### 6.1.4.3. Group C

- *entities:*  
environment -> cell, outside the cell, membrane
- *configurations:*  
contains, connected with
- *quantities and quantity spaces:*  
amount           zp(zero-plus)  
pressure        mzp(min-zero-plus)  
osmotic value   zp(zero-plus)  
flow            mzp(min-zero-plus)
- *static model fragments:*  
cell (figure 20), outside the cell (figure 21)
- *process model fragment:*  
osmosis process (figure 22)
- *scenario:*  
osmotic pressure outside greater than inside (figure 23)

Group C spend about 25 minutes on the initial creation of the building blocks before they started working on their first model. They read all the material before they started working on a new step in HOMER Whenever something wasn't clear to them they read the manual and used the two-tank example until they clearly understood the meaning of concepts used and actions to be taken. They spent 30 minutes on the creation of the first static fragment depicted in figure 20. Next, they built a similar static model for outside the cell, which took them about 5 minutes. The process model depicted in figure 22 took another 15 minutes, because one of the subjects realized that both static fragments could be imported as a condition into the process model. The last 15 minutes was spent on building the scenario of figure 23. Group C spent a total of 1 hour and 45 minutes building models.

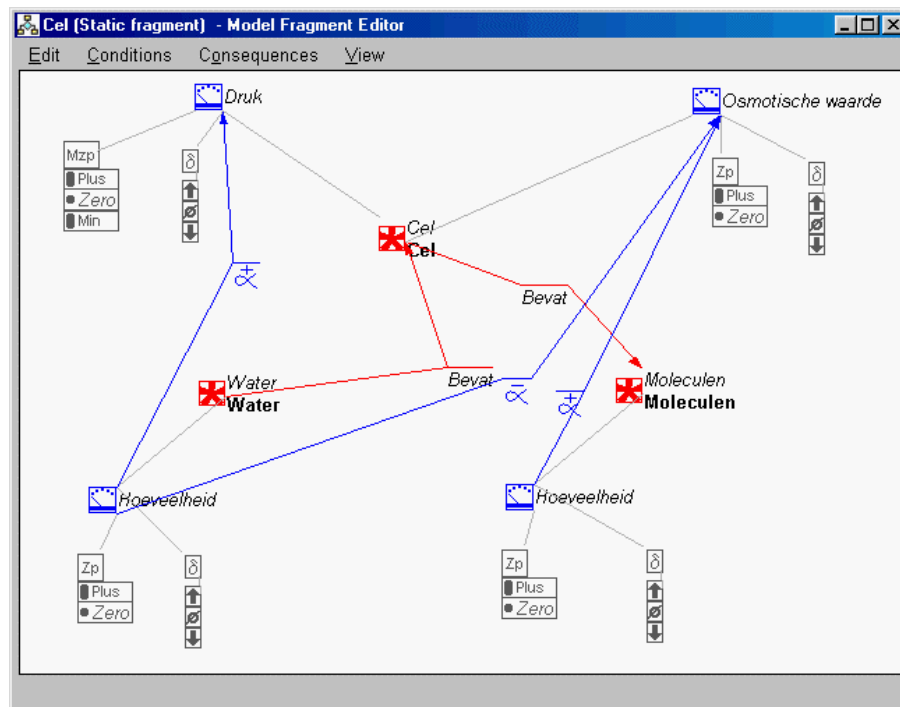


Figure 20: group C - static model "cell"

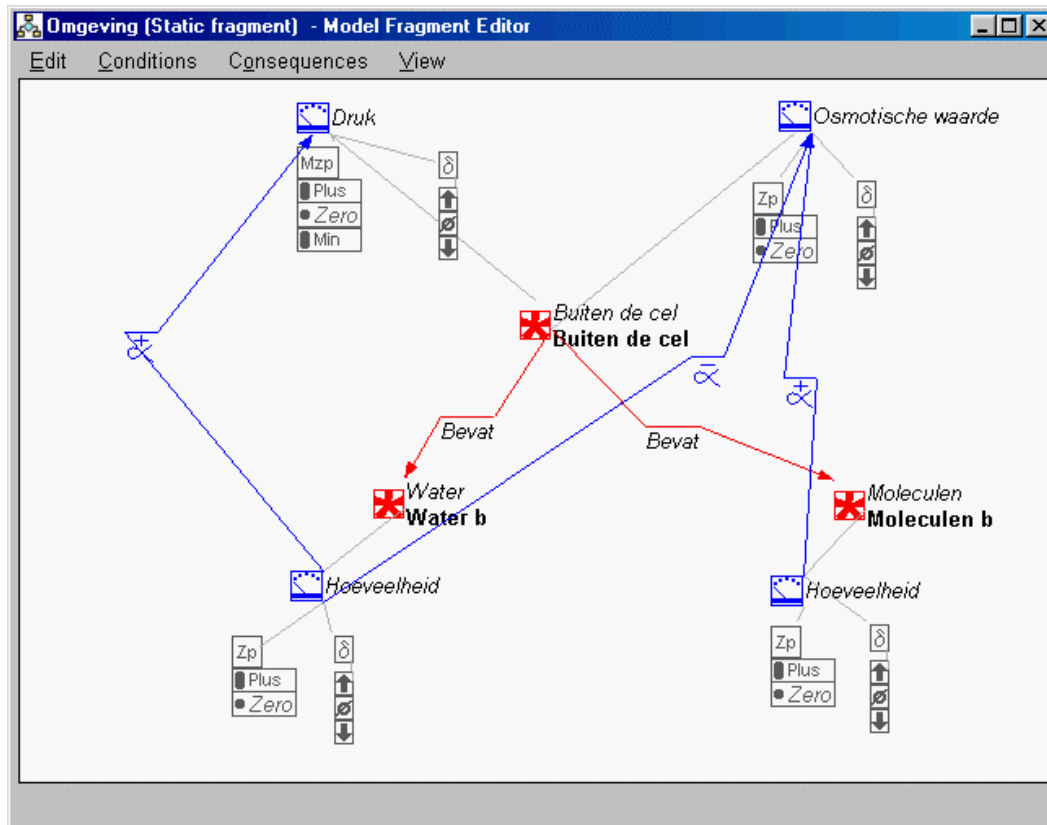


Figure 21: group C - static model "outside the cell"

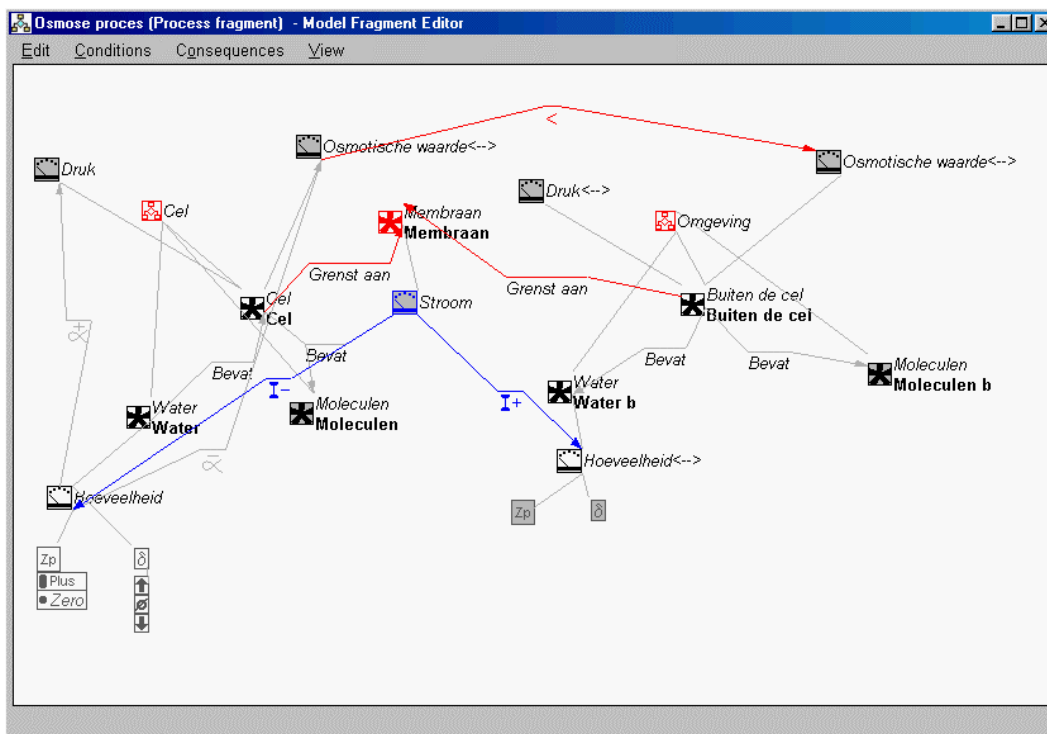


Figure 22: group C - process model "osmosis process"

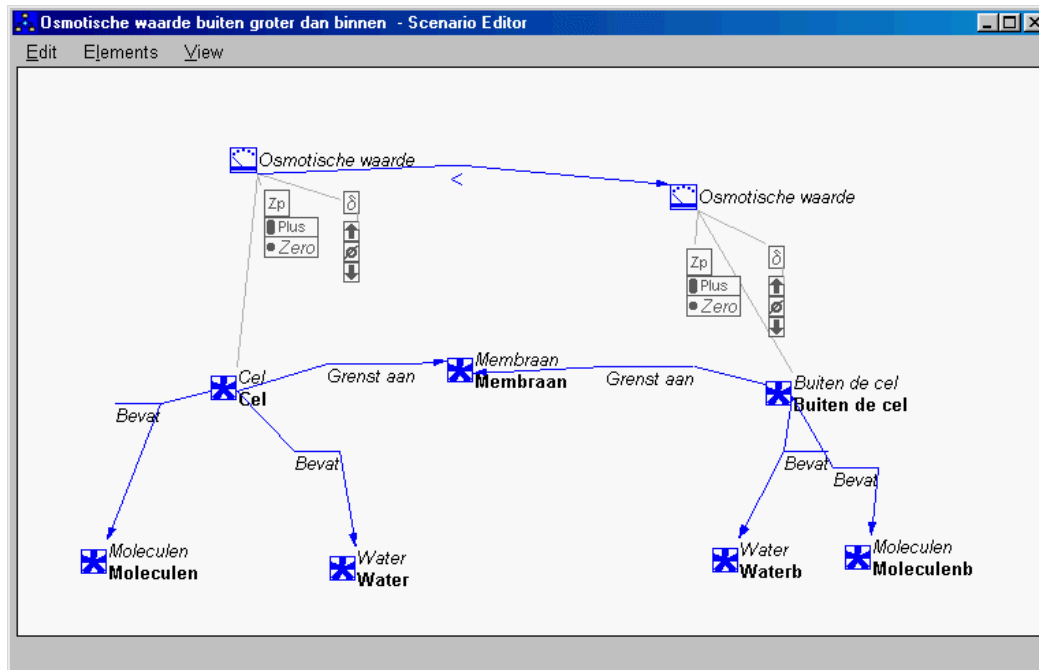


Figure 23: group C - scenario "osmotic pressure outside greater than inside"

#### 6.1.4.4. Group D

- *entities:*  
column, column2, semi-permeable membrane, substance -> water, water2, sugar, sugar2
- *configurations:*  
contains, connected with
- *quantities and quantity spaces:*  
amount                      amount(zero-plus-highest)  
pressure                    pressure(zero-plus-highest)  
level                        level(zero-plus)  
flow                        flow(zero-plus-highest)
- *process model fragment:*  
osmosis (figure 24)
- *scenario*  
osmosis effect (figure 25)

Group D spend about 30 minutes on the initial creation of the building blocks before they started working on their first model. They too read all the material before they started working on a new step in HOMER. After the initial 30 minutes they started working on the process model depicted in figure 24. They did not follow the example of the two tanks system by building static models first. They worked on the process model for about 55 minutes. At the end of building the process model, they realized they had made a mistake not building static models first since they could not add the pressure difference as a condition, but only as a consequence in the model. They were told not to rebuild their model but continue with the scenario. Building the scenario of figure 25 took another 10 minutes. Group C spent a total of 1 hour and 45 minutes constructing models.

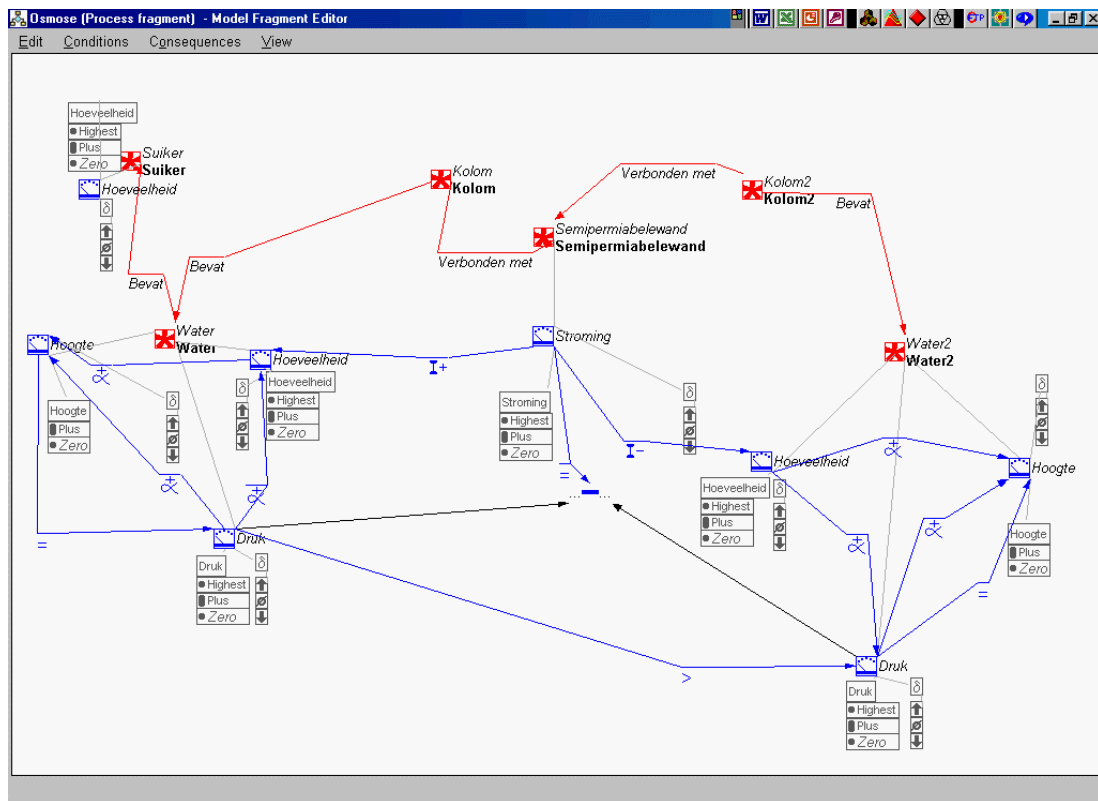


Figure 24: group D - process model "osmosis"

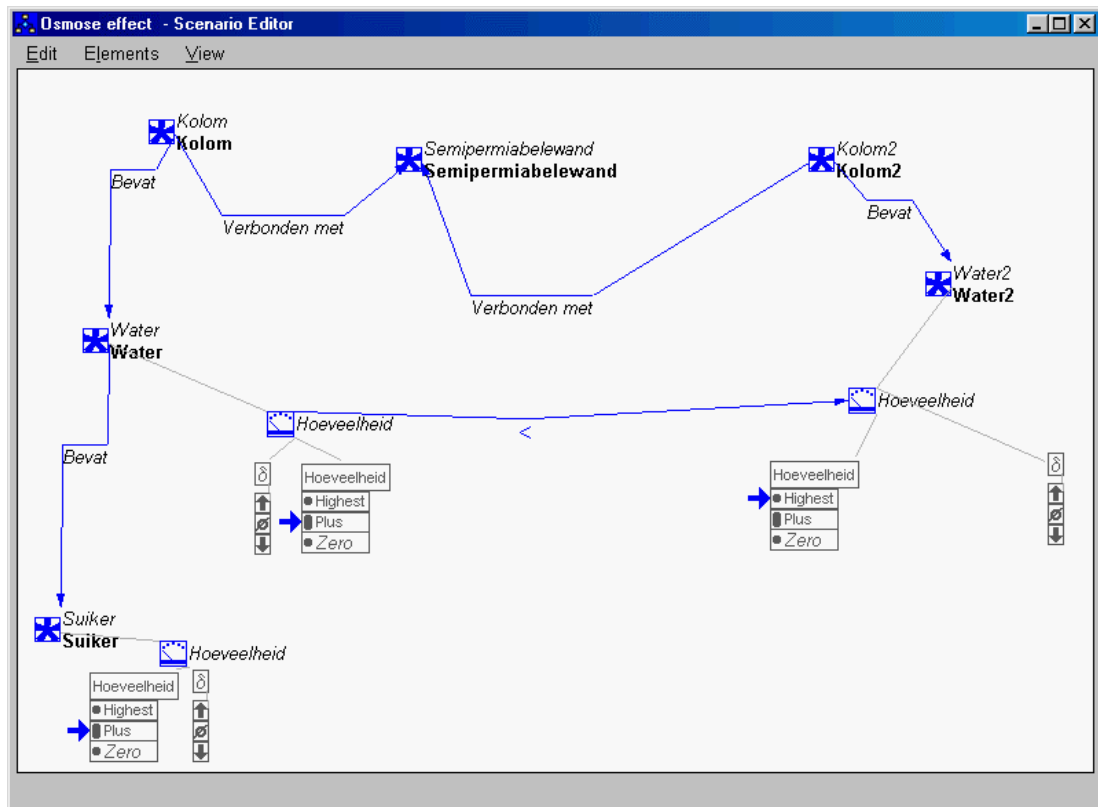


Figure 25: group D - scenario osmosis effect

#### 6.1.4.5. Group E

- *entities:*  
cell -> substance in cell, column, substance outside cell -> water and x
- *configurations:*  
contains, connected with
- *quantities and quantity spaces:*  
 substance1      osmotic value<sub>xx1</sub>(point)  
 substance2      osmotic value<sub>xx2</sub>(point)  
 substance3      osmotic value<sub>xx3</sub>(point)  
 osmosis 1      osmotic value 1(lowest-interval-highest)  
 osmosis 2      osmotic value 2(lowest-interval-highest)  
 osmosis 3      osmotic value 3(lowest-interval-highest)
- *process model fragment:*  
 osmosis 1 (figure 26)-> child (empty)  
 osmosis 2  
 osmosis 3

Group E used 50 minutes building the initial building blocks before they started working on the model depicted in figure 26. They used most of this time creating quantities and quantity spaces for osmotic value. They also created several osmosis process model fragments with the aim of adding the different quantities for osmotic value to those fragments and connecting them, so they could be compared to each other and the behavior resulting from that comparison would be different in each fragment (for example osmotic value inside the cell higher than outside the cell). The last 50 minutes went into the creation of the model fragment depicted in figure 26. Still, a lot of effort went into the quantities used in the fragment. They changed  $q_s$  values, added new quantities, all with the purpose of creating multiple situations where a difference in osmotic value would result in some behavioral consequence. Group C spent a total of 1 hour and 45 minutes building models.

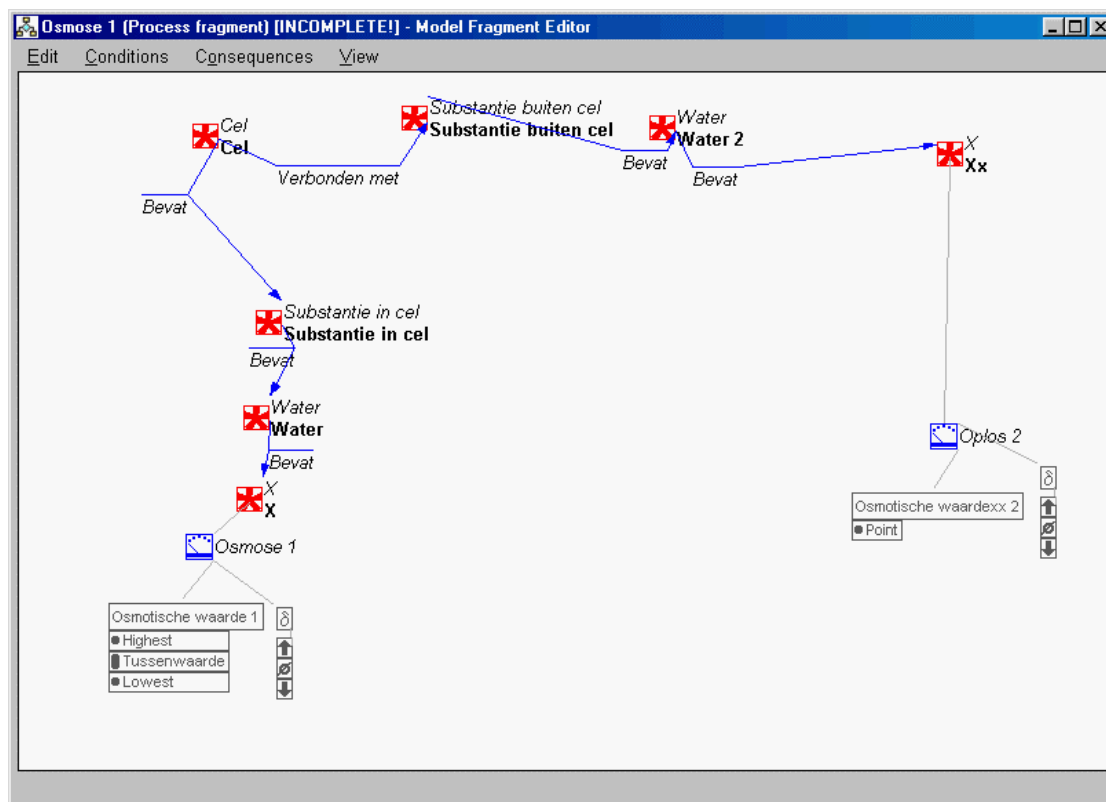


Figure 26: group E - process model "osmosis 1"

## 6.2. Analysis

In this section the outcomes of the study in terms of models, questionnaires and lesson transcripts are interpreted to find answers for the research questions formulated in section 5.1. The first and most important question was if learners gain qualitative domain knowledge when using HOMER. An answer to this question is given by interpreting the domain knowledge test results and analyzing the transcripts and models to see what learning moments occurred during the lessons.

### 6.2.1. Domain knowledge

The results of the domain knowledge tests showed that subjects scored high on both pre and posttest. These results have far reaching consequences for the further analysis of study outcomes. Because the subjects in the study were best of their class, as reflected in high pretest scores and high average grades the previous year and since osmosis was already dealt with during regular lessons prior to the study the conclusion can be that students had already formed an internal/cognitive representation of the osmosis process. The rating of both the textual and graphical domain description as least useful of all materials provided supports this conclusion. Therefore, the main task the students were facing during this study was transforming this representation internally into a qualitative model and next implementing this model in HOMER. Following constructivist ideas that learning is actively using knowledge in a specific context this transformation process is valuable in itself. Also, the specific features of qualitative reasoning described in section 2.2 support opportunities for enhancing knowledge about osmosis by providing alternative representations for structural and behavioral features of osmosis. During the lessons much effort has been directed at mastering the GARP vocabulary, but students still learned about osmosis, even though this knowledge is tightly interrelated with GARP concepts. Evidence for this is found in the analysis of lesson transcripts and models built by the subjects described in the next section.

### 6.2.2. Learning opportunities during model building

Throughout this thesis model building is described as a task where learners progress iteratively through a sequence of steps. In the analysis in this section two main categories are used: the descriptive and the formulation phase (Hestenes, 1997). The former is about representing the world in terms of entities, structural relations between entities and their associated quantities. The latter is about representing functional relations between quantities and results in a behavioral description (the actual model). The theory behind these phases is described in more detail in section 2.3.1. It is important to note that all categories proposed here for learning opportunities are a result of reading through the lesson transcripts and interpreting all events that occurred during the lessons. The use of the terms description and formulation is a result of combining these events with the learning goals found in the end terms for Dutch pre-scientific education and described in section 5.2.1. Students need to learn about the structure of a cell and which elements play a roll in protecting the internal milieu. Also, they have to learn how these objects function in terms of some key processes, like osmosis.

In the remainder of this section, the opportunities for learning that occurred during the model-building task are categorized using the two phases. First, the learning opportunities that occurred when students were building a representation of the real world in terms of its elements and structural relations (descriptive phase) are categorized. Second, events related to functional relations and the conditions under which they apply are categorized. Third, an overview of events related to the distinction between description and formulation is given. For each category a short description is provided, together with a summary of occurrences in the different groups and some key examples taken from the lesson transcripts.

#### 6.2.2.1. Description phase

In the descriptive phase five different categories for learning opportunities are suggested.

##### *1 Learning about classes and instances of classes*

In the HOMER manual emphasis is put on the difference between a class and an instance of that class because this is used throughout the model-building task. All the building blocks constructed, like entities, configurations, quantities, quantity spaces and even model fragments are classes of objects and can be instantiated more than once. Out of the five groups, three groups learned they did not need different entities if they used more than one instance of an entity in the model fragments or scenario. The two other groups constructed multiple entities for both water and molecules inside and outside the cell. (b: 125-129/447-457;

c: 403-407/434-439). The transcript section below shows this for the two entities group b created for molecules:

- *Group b, lines 443-459:*

```
1 hold on, we need the amount of molecules...
1 I think this is a better idea, look if we remove this one...
* removes contains between tube right and large molecules
1 end we add a new one
* adds large molecules (name already in use)
1 and we call it large molecules 2
1 so we have an amount for each side.
2 yes, that's better if we do that
2 ok
(switch to entities screen)
1 semi, large molecules...
2 just one and two, just name it 2, don't make 1.
* adds large molecules2
2 yes, that's ok
(switch back to model fragment)
* adds large molecules2
```

All groups except for group E learned that each quantity constructed is a class also and that it can be instantiated more than once in the different model (e: 467-527)

## II Entity inheritance

In HOMER, entities have to be organized using an ISA-hierarchy, which means the child nodes inherits all properties of its parent, e.g. is a special type of its parent. Out of the five, initially three groups made mistakes in creating the entities in the ISA hierarchy (a: 110-120, d: 60-75, e: 95-106/141-152). Those groups interpreted the relation as being “contain” instead of “is a”. Two groups corrected this mistake later on, unintentionally or by asking the teacher (d: 337-387, a: 110-116). Group e still used the contain relation in their final ISA hierarchy.

- *group b, lines 95-106:*

```
2 ok, here at the cell we extract an entity that...
1 yes, water with solution
2 yes, eh, maybe that isn't the assignment yet. maybe we will do that later on, now
it isn't filled in yet. we will do it later with the other substance and then in the,
ehm...
1 so that's...
2 substance in cell, right?
1 but that's... we should probably make multiple.
2 yeah, probably, so we have substance in cell and from that you can extract more.
1 cell first...
* adds substance in cell as a child of cell
1 yes, exactly yes
2 and there we could do solution of salt of this and this en we could make that here
(child of substance outside cell) too and than we could...
1 yes, that's right.
```

Group C had the deepest understanding of inheritance. They explicitly discussed that an entity is defined by its shared properties (c: 72-74). They actively sought for a super class for cell and cell surrounding since they realized that for osmosis they share properties, like the ability to contain water and large molecules.

- *group c, lines 72-79:*

```
1 but they both share the same properties, for example osmotic pressure.
2 yes, the cell and its surrounding
1 yes, so they should be in the same branch, we should add a new one here
1 let's see...
2 don't we need a second, a...
1 yes, but what is something that contains, a...
1 eh, let's do head branch environment and then we have inside the cell and outside
the cell.
2 yes
```



### III *The relevance of quantities and the entities they are associated with*

Central to this category are learning opportunities that involve the identification and selection of relevant quantities. This is very much a domain specific process, but also some general observations can be made. First, learning opportunities about the domain specific relevance of quantities are discussed.

The concentration of solvent in water is the most central quantity in osmosis. It is a concentration difference that triggers the flow of water in osmosis. Also, the primary goal of osmosis is the regulation of the concentration of various substances in the cell. This is a necessary condition for controlling other processes inside the cell, such as protein production. Because of this the importance of concentration was stressed in the assignments general question. As argued in the description of the osmosis norm model, concentration can also be replaced by the osmotic value of a solution. Out of the five groups, three groups identified osmotic value/concentration as relevant for the model at hand. Only group c associated concentration with the entity that contained both the water and the solvent, the rest associated it with either water or large molecules (see section 6.1.4). There is discussion possible about whether this constitutes a real error, but it could lead to problems if the model is extended, for example by adding another type of large molecules.

Four groups recognized amount as a relevant quantity. Only group d did not include amount in their final model. Reason for this could be that they did not reach the formulation phase of model building and therefore never reasoned about representing the actual effect of osmosis. Also, as demonstrated by their multiple osmosis quantities, they did not grasp the importance of using cause-effect relations between different quantities. Height was added to the model by both group a and d. Both groups took the quantity from the two-tank example and added it to osmosis. They both represented osmosis as two columns filled with water and molecules separated by a membrane and therefore added height (d: 354-366). Because of this, group d also added the pressure the water column exerts at the bottom of the column (d: 331-338). Other groups were aware of the assumption they made about not including height in their model (b: 197-202). Group a added the quantity temperature to the model, for which they gave the following rationale:

- *Group a, lines 244-256:*

```
2 is temperature important?
3 those are decisions you have to make on your own, I won't answer them.
2 I think we do, yeah, I think so
2 because the density is decreasing
1 yes, but then we could also add gravity, because it varies if you are on the moon or
on earth.
2 yes, but we will make it for earth
1 and temperature, why... if it drops?
2 yes, then the water will turn into ice and it cannot flow anymore
* adds quantity space temperature with values minus, zero and plus.
```

The quantity pressure in terms of the solution in the cell on its outer wall was added to the model only by group c. This brings us to a more general observation about quantity association.

- *group c, lines 159 - 159:*

```
2 and pressure, they use it here too (two-tank)
* add quantity pressure in cell
2 yes, but it can also be outside the cell
1 eh, but if its negative it will be pressed inwards?
2 no
1 yes, but if all the water flows from the cell then there will be pressure inwards,
that's negative pressure.
2 yes
* adds quantity pressure with quantity space mzp (minus, zero, plus)
```

In the section above, group c is creating an aggregate quantity. The pressure inside the cell and the pressure outside the cell are combined in one quantity. In the static model they build for the cell though, they associate pressure with the cell alone and not with some aggregate entity that contains both cell and surrounding. Something similar happens with the quantity flow for both group a and group b (a: 660, b: 485-527). In their model fragment, they associate it only with the water inside the cell. Both groups correct this misconception later by realizing it is not the flow inside the water that is of importance in osmosis (a: 828, b: 552-557). Another interesting assumption about quantities was made by group b. They did not add

an amount for large molecules since it would not change during the process of osmosis (b: 688). Removing this quantity from the model would result in its removal from the reasoning process during simulation of the models, so this is perhaps an indication that the students did not understand clearly how the knowledge represented in the model could be used in simulation.

#### *IV quantity values*

In this category observations have been divided into two subcategories: value range, and qualitative values. With regard to range four groups realized that a quantity space should be limited to include only values that are possible in the real world. Only group e did not show this understanding, but they did not include values that are impossible either. Group d added the point highest to most of their quantity spaces (d: 202-205). This was caused by the same reason they added height: they represented osmosis as two standing tubes connected by a membrane. Group a allowed a negative value for flow (a: 229-239). The rationale behind this decision was that a flow is possible in two directions.

All groups except for group e realized the values had to be represented qualitatively and that only points relevant for qualitative reasoning had to be included. Group e created multiple quantity spaces (qs) for osmosis, each with different points and intervals. The first quantity spaces they constructed contained quantitative values, like for example point 5, interval in-between and point 20. Their intention was to use different quantity spaces as a means to compare values for osmotic pressure. At a very early stage during model building, they pictured a model where one solution would have quantity osmosis1 with qs A and another solution would have osmosis2 with qs B. Because the qs A would have a value between 5 and 20 and qs B a value between 20 and 50, water would start to flow (b: 420-426). Group a made a similar misconception about quantity values. They constructed a quantity space for concentration with relative values (lower, equal and higher) (a: 225-229).

#### *V Structural configuration*

Learning about representing the structural configuration again is a very domain specific task, but some general observations can be made also. First is about the amount of time used. Two groups (b and e) spent almost all their time working on the structural configurations. For more than an hour, group b kept going back and forward between their model fragment and entity hierarchy to add, remove or change features related to the structural configuration (b: 20-105). Group e was confused about the structure-behavior distinction in HOMER and subsequently spend almost all their time expressing ideas about behavior using structural elements, like for example 6 different quantities for osmotic pressure. As a result, both groups had almost no time left to work expressing the functional relations between quantities in the model fragments. Second general observation is about the direction of structural relations. All five groups made mistakes inserting these relations at some point during model building (b: 429-438, d: 458). Those mistakes did not necessarily mean they represented the domain incorrect (when using connected with for example direction is a matter of choice) but they used the relations inconsistent. This would lead to problems when simulating the models, since the direction of a relation has to correspond in both the scenario and the model fragments consequence or else the model fragment will not be used in the simulation. Next, some domain specific events related to structural configuration are described and analyzed.

The structural configuration for osmosis is divided into two different sub-categories. First is learning how to represent both the cell and its environment as containers that contain water and molecules. Second sub-category is about events related to the configuration in terms of two containers connected by a membrane. Three out of the five groups (a, b, d) did not use the entities cell and outside the cell in their models. Instead, they used entities like container or tube. This was caused by the use of these entities in the two-tank system example (d: 119-130, a: 56, c: 113-116). In the general question that needed answering by the simulator the entities cell and outside cell were mentioned, but these groups did not pick up on that. Furthermore, only one group represented the domain in terms of a container entity that contained both water and molecules (c:194-208). The other four groups used the water contains molecules configuration instead (a:510-559, b: 558-579, d: 530, e: 733). The latter configuration could lead to problems is for some reason the water is removed from the models, because that would automatically cause the molecules to be removed too. Both group b and d (b: 563-581, d: 413-469) initially used only one instance of the entities water and large molecules in their models. They connected both containers with the same instance of water. When the groups started adding quantities to their models they realized they had made a mistake and corrected this themselves by adding a second instance of water. Below this is shown for group b.

- *group b, lines 563-581:*

```

1 shouldn't we use water left, no.. huh?... here is the water also.....
2 yes, I think we should have water left and water right... ok?
1 yes
A: entity screen
* adds water left and water right as child of substance
1 and then we can do, here...
D: quantity definition screen
1 this one, flow... amount...
2 just go back to the model fragment
E: model fragment screen
1 look, tube 1 is connected with this one (water)... tube left contains water left
* removes contain between tube left and water left
2 should we add water right?
* adds water right
1 yes
* adds contains between tube r and water r
* adds contains between tube r and molecules r
2 yes, that's it.

```

For all groups, there was a lot of confusion about the representation of the semi-permeable membrane. This was partly caused by confusion over the function of the membrane in terms of water transportation. Group b for example spent a lot of time discussing if they should use a water path (as in the two tank example) or the membrane. A portion of this discussion is printed below:

- *group b, lines 62-73:*

```

1 we also have to make it clear... but in fact that's the water path.
2 what do they mean with path?
2 do they mean that the water can move?
* adds path
1 yes ok, but then we should...
* adds water path as a child of path
1 yes, but then we don't have to...
1 look here, if it's a water path, than only water can move through it. Not the large
molecules, so we don't really need the membrane, now do we?
2 ehm, well, we could always add it.
1 I don't know
1 let's just continue, we can always change it later on.

```

Which is something they do a number of times during the model building. Similar things occur for the other groups, but in the end four groups represent the domain as two containers (cell, tubes or containers) connected with the membrane (c: 492-501, d: 352-390, a: 453-470). Only group a connects the cell directly with the substance outside the cell in their final model, but this again could be caused by them not reaching the phase where they represent the behavior related to the flow of water. One concluding remark is made here about group a. They use two configurations connecting the membrane with both large molecules and water: can pass through and cannot pass through. By using those relations they represent a functional property of the membrane using structural relations. This is analyzed in detail in section 6.2.2.3. Next, learning opportunities related to the formulation phase.

#### 6.2.2.2. Formulation

##### *VI the use of functional relations*

Again, the use of functional relations is a very domain specific task. The cause and effect of quantities changing has to be interpreted and this is different for each domain. Still, some general observations can be made also. The first one is about time used on functional relations. Group b and group e did not have any functional relations in their final models. Even though they discussed functional relations in the domain throughout the model-building task, they did not reach the phase of actual implementation. As said before, those groups did discuss functional relations throughout the model-building task and therefore those groups are included in the analysis. Second observation is about the direction of functional relations. Some groups made mistakes they did not intend to make. They formulated the relation correctly, but made mistakes in the actual implementation in the models. Next, events related to domain specific functional relations are discussed.

In terms of functional relations, two important sub-categories can be derived from the osmosis domain description in section 5.2.1 and the norm model in section 5.2.2. First category contains events related to the functional relations between amount of water, amount of molecules and concentration/osmotic pressure. The second category contains events related to the flow of water. What causes this flow and what are the effects? Below, the learning opportunities are divided using those categories.

Only group c implemented correct relations between the amounts of substances and osmotic pressure (c: 234-239 and 327-333). Group d did not implement concentration or osmotic pressure in their models at all. They used a number of functional relations between amount, height and pressure. Group a did implement concentration, but used similar functional relations between amount concentration and height (a: 871, 876-899). Most likely cause for these errors is the two-tank example. In those models focus was on height of the water in the tank and it's relation with bottom pressure and group a and d did not realize this was of no importance in osmosis. Interesting though is that group a did realize that concentration was important for the amount and height of the water. They knew throughout the task that for the process of osmosis the concentration is of importance for the amount of water, but they just did not know how to represent this correctly in the models. Some of their confusion is printed below:

- *group a line 908-916*

```
1 ok, this is what we have got
2 hold on, we still have to remove your errors
1 I make no errors
2 if the amount of water2 decreases... what is says here... if the amount (of water)
decreases... now it says... if the amount (water) increases, than the concentration of
water increases, but if water is increasing, concentration is decreasing.
1 look, but if the concentration increases...
2 than the amount is increasing
1 yes, if the concentration increases, than the amount of water increases too, right?
```

Group b also discussed a lot about the nature of the relation between amount, concentration and osmotic pressure. This is shown in the two portions of transcript below:

- *group b lines 532-537:*

```
2 well ehm, let's think about flow later, we have to add concentration to the model.
1 ok, let's move on.... quantity (selects concentration), let's add this one...
2 hold on... what are you doing?
(selects add quantity, edit quantities, add qs, etc...)
2 we can also change concentration into osmotic value
```

This portion shows group b did realize that in terms of function, osmotic value and concentration have the same properties. Next, they discussed the implementation of functional relations:

- *group b lines 658-678:*

```
2 the other one (sugar) needs an amount too
1 yes, but the amount is not changing, only the concentration is
2 yes, maybe we should do that differently
1 because is not really the amount
2 yes but hold on... we cannot say that there is something with the large molecules...
I don't know...
2 yes, we should say: if the concentration increases, the osmotic value increases...
2 nono, you know what the problem is: we can say the amount of large molecules is
increasing
1 yes
2 so there is an increase in osmotic value. But that is not correct, because if there
is less water and the same amount of large molecules, the concentration is still
higher.
1 yes, so the amount of water is of importance as well.
2 yes, that's important too, but I think that's a bit hard to combine.
1 yes, that's true... ehm...
2 maybe we should say: water ehm... what we should say is... ehm...
2 concentration is such a tough concept, that is our problem.
1 yes, I know
2 because it depends on both the water and the large molecules
2 right?
1 yes, I know.
```

A possible interpretation of this portion of transcript is that group b did not realize there was no need to specify the exact behavior that could result from the models they had to build. Their job was to implement functional relations between quantities. Inferences about possible behavior are left to the simulation engine. Recall that something similar happened to group e when they created multiple quantities for osmotic value so they could control possible behavior during simulation. Our interpretation is that not grasping this general feature of model building caused them to stall and not implement functional relations in their models. Next, events related to the flow of water are discussed.

In terms of function the most important characteristics of the osmosis process is the flow of water between two containers that is caused by a difference in osmotic value/concentration. In the norm model described in section 5.2.2 the quantity flow is represented as an attribute of the membrane. The difference in osmotic value causes the flow to occur and as a result the amount of water is decreasing in the region with higher osmotic value and increasing in the region with lower osmotic value. Out of the five groups, only group c implemented the process correctly. They used the osmotic difference as the condition and an increase or decrease of the amount of water as a consequence (c: 366-397/444-448/492-532). Group a created a direct relation between both amounts of water (a: 927-933). They did realize that if one amount increases, the other would decrease, but they did not add the condition for this to occur. Initially, group c did something similar, they used an influence relation for connecting the amounts of water:

- *group c lines 418-427*

```
1 ok, so what is happening next? The amount inside the cell is decreasing and there
(outside) it is increasing. So this one has a negative influence on this one.
* opens influence screen
1 so water outside has a negative influence on water inside
2 no, that this is the water inside (change direction relation)
1 so this will decrease (inside the cell) and this will increase
1 and water outside has a negative influence on water inside
2 water inside will flow outside, so water outside will increase
1 yes, in water outside changes, this one (cell) will decrease
* adds I- between amount of water outside and amount of water inside the cell
```

After giving it some more thought, they ask the teacher (3) for help and subsequently corrected their model:

- *group c - lines 483-495*

```
1 (asking question) look here, we have a model fragment that says if this one is
larger than this one (osmotic values), then the water will flow.
3 ok, hold on. This relation here (influence) means that if the value of the amount of
water here is plus, the amount of water here will decrease. That influence is a
relation between a value and a derivative.
1 ok, so how should we do it?
3 at this point you can learn a lot from looking at the model fragment for the two-
tank example. You can see how this is done for the two-tank system.
3 but it's a difficult point, where you two are now.
1 oh, hold on... (looks at model) aha, the flow will occur and then it is decreasing
here and increasing there. Look at this... so we need an element to put in between.
Ehm...
2 yes, we should add something here
1 we need another element
2 yes, but isn't that just the element osmosis?
1 well, ehm.. we should create the element membrane, another entity in between and
that's where the flow is passing through, so we need the quantity flow and then we put
it in between.
```

Group d represented the quantity flow and influence relations with both amounts of water correctly, but they used an incorrect pressure difference as a condition (b: 803-869). This is probably caused by the two-tank example, since at least one of the learners did have a correct mental model of this condition. This is shown in the transcript episode below where group d is working on their scenario:

- *group d - lines 1009-1023*

```
2 we can also use just one of those things with water and sugar, instead of... we
could just remove those two, it's easier that way...
1 which one?
2 the water and sugar, we could just make one of them, water with sugar.
```

```

1 no, because than we don't have this one increasing (amount of water). That's the
water sugar level. you should look at this way: one side has for example 10 ml water
and the other 12 ml water and 2 ml sugar so it will result in 11-11. But if we have a
12 ml water-sugar combination than how do you know that there is osmosis?
2 yes, ok
1 so no sugar here (one side)... than we should change it here (model fragment) too
E (switch to model fragment)
1 look, here we have sugar on both sides. here, contains... oh no, we don't have sugar
here. this one is correct.
2 yes
1 ok

```

Most groups did realize that the water flow would stop once the osmotic values (or pressure for group d) were equal again and the inequality condition was not met anymore (c: 445-446, d: 801-810/824).

In summary, representing the functional relations in the models proved to be problematic for the learners. This is not surprising since this is generally acknowledged to be the most difficult phase of building models (see also previous research in section 4.4). The domain knowledge test has shown that the learners had already developed a mental model of osmosis prior to the experiment, so most problems can be contributed to the translation process of this mental model into a GARP model. Evidence for this can be found throughout the transcripts where learners show they understand the functional characteristics of osmosis (for example c: 440-456, b: 602/678-698 and d: 1055) but simply have trouble representing this knowledge correctly in their models.

### 6.2.2.3. The structure-behaviour distinction

The structure-function distinction is a feature of GARP models that is based on the ‘reasoning from structure’ and no-function-in-structure principles described in section 2.2.1. If certain structural conditions are met in the description of a situation, for example the scenario, the simulation engine infers all possible behavior. No functional characteristics of the system should be used in the structural description of the system. Group a made quite a few errors using this distinction. First, they used a configuration (structural relation) called communicates with to express the relation between two tubes when they were still building their two-tank models (a: 626-637). Next, they used the configurations ‘can pass through’ and ‘cannot pass through’ to represent the functional relation between water and membrane. (a: 484-495).

Group c and d both reached the phase where they had to build the scenario. This fostered understanding of the structural conditions in the model fragments as shown in the two episodes below:

- *group c - lines 582-588:*

```

1 and the initial situation is that the osmotic value outside the cell here is larger
than inside the cell.
2 yes
1 so that is what we have to make here.
2 so we don't need molecules here?
1 yes, but that's is the... look, everything that is red in the old model here
(conditions)... look here (points at model fragment), the membrane and all this, we
have to put that in the other one too. In here (points at scenario), because otherwise
the initial situation does not correspond with the model and than it won't work.

```

- *group d - lines 1032-1042:*

```

1 in the initial situation this one (water2) is highest and this one (water) is plus
with some sugar which makes it highest too.
2 oh, ok, and than this will move there, yes. That is what this (inequality) means?
1 this means that water2 is larger than water in the initial situation
2 oh, ok, but how do we say this will move there?
1 that's something we said in the scenario here... (points at model fragment)
2 so we don't have to put that here?
1 no, this is just the initial situation, so here we say we have a membrane, we have a
column, another column, we have water, another water, this water contains sugar, this
water is highest, this water is less high and contains sugar that has a little bit
too, unknown. And because this is higher than this (amounts of water), it will flow in
that direction.

```

This concludes the overview of learning opportunities found in the transcripts. The categories used here are collections of related events, but it is important to note that not all events fit neatly into just one category. The group d episode of transcripts above, for example, could easily be said to fit into the formulation

category as well. Therefore, the categories used do not provide a quantitative analysis of model building events, but serve more as a means for structuring the learning that occurs during the model building process following qualitative guidelines. The use of the categories is discussed in greater depth in chapter 7. In the next section, a short description about events related to the general usability of the HOMER software is given.

### 6.2.3. Short summary usability issues

In this section a short summary of usability issues that occurred during the study is provided. Those issues will not be fully analysed in compliance with established theories like Nielsen's Usability Heuristics (Nielsen, 1998). For this we refer to previous research into the use of HOMER described in section 4.4, but since the usability issues do provide opportunities for making HOMER more suitable for use in high school in this section some recurring issues are described. Table 7 gives an overview of the proposed categories for usability issues together with an indication of the number of times these issues occurred.

Category	Number of occurrences
Finding the right concept in HOMER	4
Providing names	5
Display on screen	4
The new/edit distinction	6
Qs related	10
Other	4

**Table 7: usability issues**

Finding the right concept here means that the learners know the type of relation they are looking for, like for example a proportionality, but cannot find the appropriate HOMER equivalent and instead use a different relation type, like an inequality. Most mistakes were made when students used an influence or inequality relation where they intended to use a proportionality (a: 658-669, 848-865, c: 237-264, d: 731-736). Providing names includes all actions by students that resulted in an error message in HOMER. Examples are the use of numbers as labels in a quantity space (e: 269-305) or using a name for an entity that is already taken in the model fragment (a: 419, 773, e: 696-703). For two groups, the latter resulted in the creation of a second entity with a slightly altered name, instead of changing the name of the entity instance in the models. Usability issues related to screen display include (unintentional) collapse of the entity screen (b: 118-124) and changing views in the entity screen from horizontal to vertical (e: 111-116). Usability issues related to the edit/new functionality in HOMER proved to be problematic five times. Three groups had reoccurring trouble with using the new button before adding a new entity, quantity, quantity space or configuration (a: 177-192, 385, e: 192-193, 646-649, 914-917, d: 246-250). Most usability issues occurred during the creation of quantity spaces. For three groups there was confusion over the warning screen that their quantity space contained no zero (a: 234-255, b: 253, e: 393-396, 516-518). One group tried to save an empty quantity space (a: 144). The selection of a quantity space each time a quantity is used, for example in a model fragment, also proved problematic (d: 331-338, e: 779-781, 910-919, 1029). Issues in the other category are trying to import a model fragment in the scenario (c: 477-482) and vice versa (a: 779) and removing an entity that is in use in a model fragment (d: 373-387).

The general conclusion about usability of HOMER is that during the experiments no large issues not recognized in earlier research occurred (Groen, 2003; Machado and Bredeweg, 2002; York-Nam, 2003). Most issues did not cause large problems for the students, but on some occasions teacher help was necessary. The role of the teacher during the experiments is described in the next section.

### 6.2.3. The teacher role – guidance

In this section an answer is provided for the third research question: what problems occur when learners build models with HOMER and what is the teachers role in assisting the learners overcome these problems. In the setup of this study the initial goal was to limit the role of the teacher to providing an introduction before, and diagnosis and evaluation of learner models after the model-building task. The aim was to provide learners with enough materials in terms of manuals and assignments so they could independently build the models. This is necessary condition for successful use of HOMER in a high school context, since schools don't have the time and resources to provide students with continuous individual support and a low threshold for teacher knowledge about HOMER would enhance the possibilities for integration of model building in future curricula.

Next, the questions asked and explanations given during the lessons are summarized. The support content is divided into three broad categories: the meaning of concepts, issues related to domain representation and practical HOMER use. During the experiment both reactive and proactive support was given. Thus, teacher support can be divided into six broad categories. Table 8 gives an overview of the number of times support in each category was given during the experiments.

Support category	Proactive	Reactive	Total
Meaning of HOMER concepts	10	24	34
HOMER use	9	19	28
Representation of domain	6	16	22
Total:	25	59	84

**Table 8: support type given during the experiment**

In addition to the above categories one extra type of proactive support has to be mentioned: on six occasions during the experiments the student were encouraged to carefully read the assignments and manuals. By adding this category all conversation between students and teacher during the model-building task is accounted for. In the next three sections, each category of support is further elaborated and some key examples are given.

### 6.2.3.1. The meaning of HOMER concepts

Most support concerned the meaning of concepts used in HOMER. In this category we find question like: ‘What does this minus-zero-plus quantity space mean?’ (a: 241, e: 529), ‘Why are some elements blue and others red?’ (d: 639-654) and ‘Where is this alpha plus for?’ (a: 710). Most of these questions were answered by pointing to a specific section in the manual. In this category we also find questions like: ‘Is this correct?’ when referring to a specific relation the students used in their model. This type of question was always answered in terms of explaining to the students what the relation they added actually meant. Some examples of transcript episodes in this category of events are given below:

- group a - lines 858-864:*

```

* adds I+ connecting amount and height
1 look here, this means that if this one (amount) increases, than this one (height)
increases too
2 (asking teacher) is this correct? Because I don't believe him
3 almost. You used the wrong relation. You need this one
1 alpha
2 what's the difference?
3 you can find that in the glossary of concepts...

```
- group b - lines 623-632:*

```

2 but here, in this step we only have to add...
1 what values things can have?
3 yes, which quantities are associated with the elements and which relations exist
between those quantities? That is something you have to look into.
2 but the relations between quantities, what exactly do you mean by that? That is
something different from connected with isn't it?
3 yes, connected with is a relation in terms of structure, so how thing can be seen to
relate in terms of structure, but there are also other relations, like for example
proportionalities, like here in the two-tank example: if the amount of water
increases, then the pressure is increasing too.
2 oh, alright.

```

### 6.2.3.2. HOMER use

Most events in this category are general usability issues as described in section 6.2.3. Some other events related to actual use of HOMER are included in this category as well, like for example: ‘How can I connect three different entities at once?’ (b: 399) or ‘How can I add a configuration in my model?’ (a: 316). Difference between events in this category compared to those in the meaning of concepts category is that here the support is focused on procedures for adding elements. The students know which ideas they want to represent in the models, but adding those ideas into HOMER causes problems. Two examples of events in this category are given below, the first is a general usability event, the second about the use of HOMER in general.



- *group e - lines 912-922:*

```
2 ok, solution. solution1
(selects osmotic value 1)
2 no, the other one. We want to give him a point.
2 and then first save changes
1 ah yes, we should press new first anyway. (clicks new, everything is gone again)
2 we already did that.
1 solution1, ok
(alert screen: no qs defined)
3 what does it say? ah yes, you have to click add quantity space here. Now the
quantity space is added to the quantity. Now click save changes.
1 ah yes
```

- *group a - line 734-752:*

```
1 can I ask you something? Here (points at two tank example) they use something to
relate those quantities, but when I select them here (q amount and q height), then
there is nothing I can add.
3 yes, well.. I can tell you that you don't need that type of relation
(correspondence), so don't worry about it too much. The reason for this is that both
quantity spaces have to be equal if you want to use that type of relation and that is
something you do not have, so that's the reason. But again, you don't need that
relation for the assignment.
1 ok, look here. If the amount increases, the concentration increases too.
3 hold on, here you have selected an inequality, that's something different. What you
say here is: The water concentration is larger than amount of water. You need a
different relation.
2 so, they don't exist?
3 yes, they do, select them both and open your menu.
3 oh, hold on, you are building a scenario! You are working on step six of the
assignment. You have built a scenario instead of a model fragment.
1 oh
E (opens model fragment screen)
3 yes, this is where you should have added things. You can add different relations
here too.
1 oh, ok
3 yes, you should go back to the beginning of step five.
```

The second episode is also a good example of how different sort of teacher support is intertwined in one episode. Because the students could not add the relation they were looking for (a proportionality), they instead used a relation they could add (an inequality). The teacher supports them in clarifying both the meaning of concepts and practical HOMER use by pointing out they constructed the wrong type of model. Therefore, this particular episode is counted in both categories.

### 6.2.3.3. Representation of domain

In this category we find events that directly relate to the domain knowledge the students had to represent in their models. These are the type of questions where for which no straight answer was given during the experiments, since they are about the domain knowledge the students were supposed to construct themselves by engaging in the model building task. Examples are question like: ‘Is temperature important?’, ‘what does water -path mean?’ and ‘Should we use a fixed point for osmotic pressure?’. As an indirect answer to these questions the teacher sometimes pointed at the analogues model of the two-tank example, as shown in the episode below:

- *group b - lines 89-103:*

```
1 let's do to the configurations
2 oh yes
1 when making those connections, then we have a connection between let's say, the
water contains sugar, but the membrane... does the water contain the membrane as well,
or should we just put in?
3 that's a question about the domain which I will not answer, but I can give you a
hint: look carefully how this is done in the two tank example. Take a look at how this
is represented in a model fragment. If you take the fragment from the example model,
let's see... Here you see how things are represented. Of course, this is different for
osmosis, but you can see here how those connections are used.
2 yes, so we should, cell contains...
1 yes, water
```

2 right?  
1 yes

At other occasions, the students simply got no answer at all to their questions. It was pointed out to them the primary goal of the experiment was to see if they learned anything about the domain by using the model-building tool and that this question could not be answered correctly if they received domain knowledge from the teacher. Some questions that received no answer concerned the scope of the model, for example whether pressure or temperature should be included in the models (a: 224, 644). Other questions in this category are related to the meaning of the flow quantity (d: 269-277).

Even though not anticipated, some proactive support was given in this category as well. This support was very general and was only used for pointing students in the right direction. Examples of teacher domain hints are: “take a good look at the general question the simulator has to answer for clues about which quantities too include in the model” or “make sure you make a model of osmosis, don’t copy the two tank example”.

This concludes the analysis of teacher-student discourse during the model-building task. Three different categories of discourse have been found during the analysis. Meaning of HOMER concepts, practical HOMER use and events related to the representation of the domain. The guidance necessary to assist learners during model building can thus be categorized similarly. Some guidance was provided in the materials and reactive and proactive support only consisted of pointing out to the users where this guidance could be found. On other occasions, the materials provided did not suffice. The general conclusion from this analysis of teacher role is that in order to foster independent model building, more guidance is needed for both the meaning of HOMER concepts and practical HOMER use. This is a necessary condition for learners to engage in meaningful conversation and reasoning about the nature of the domain they are modeling and thus actively construct domain related knowledge.



## 7. Conclusions and discussion

This thesis investigates the use of graphical model building tools in high school education. A theoretical framework is constructed and background information is presented on the use of educational software following a constructivist perspective on knowledge and learning. A detailed task analysis of using graphical model building tools in education and the description of different types of guidance necessary for integrating model building in a high school curriculum provide the foundation of the design of an empirical study. This study was carried out at an Amsterdam based high school. The results of this study provide us with a rationale for using model building in terms of learning opportunities and they shed light on the context of use in terms of usefulness of types of guidance and aspects related to teacher role.

The study shows that when learners engage in modeling, using model-building software, they actively express, test, reflect and adjust their conceptions about the real world and that in this process many opportunities for learning arise. Three broad categories of learning opportunities have been identified. First, learning related to building a formal structural description. Second, learning related to building a formal functional description. Third, learning about the distinctions between structure and function. Whether learners actually learn and acquire correct insights depends on features of the model-building software used as well as on many contextual factors. The role of the teacher and other forms of guidance that direct a learner towards specific learning goals is crucial in this respect. For effective use of model building (and model-building software) in a high school setting guidance and support should strongly focus on directing tasks towards specific learning goals. The appropriate handling of misconceptions expressed by learners is also important. If they are correctly diagnosed and feedback is given they provide many learning opportunities. Below these issues are further discussed.

In our study we used HOMER as a model-building tool. In its present form, learners often need too much time to handle model-building features that are largely irrelevant for the learning goal at hand. HOMER should be more flexible in terms of level of detail and have possibilities for hiding certain features if required. For example by providing the student with a standard collection of entities and quantities so that no time is used creating those elements, but instead only on selecting the appropriate elements. From an educational point of view this is much more valuable task.

Guiding learners towards learning goals can also be achieved by better clarifying the structure-behavior distinction that is used within HOMER. During the experiments, much time was used on reasoning about functional characteristics while still working on the structural configuration. Some groups did not reach the phase of actual implementation of functional relations, since they used all their time discussing the structural configuration of the system. This is something that could be prevented by using a more strict separation between the structural and functional characteristics of the system, for instance by using two different assignments. The first assignment could guide learners towards a finished structural configuration. The second assignment could direct the use of functional relations between quantities. This would also provide opportunities for hiding certain, in terms of learning goals less important, characteristics of the system being modeled, for example by way of providing the learners with a ready-made structural description.

From the analysis of the teacher role and usefulness of guidance conclusions can be drawn about the context of use. More reactive and proactive support was needed during the experiments than anticipated beforehand. A lot of teacher time was spent on pointing out where specific information could be found in the provided materials, most notably the meaning of HOMER concepts and the procedures for adding elements. To minimize the teacher role and foster independent model building by students, adding context-sensitive help to HOMER for those topics could be a solution to address this information need.

The teacher role is also quite large in the diagnosis of domain related events. For instance when reflecting with the learners on possible answers to questions concerning the set of quantities that should be represented or which functional relations should be used in the model. During the experiment, the teacher never gave direct answers to these questions, but instead engaged in a discussion where the final decision was left to the students. This sometimes resulted in errors made by the students, but most of the times the students, after considering the consequences of possible actions, came up with a good solution to their problem. If model building is to be successfully used in high school this type of guidance is essential, since it helps to clarify what the actions taken by the students actually mean in terms of knowledge represented. An automated feedback dialogue that summarizes what a student has actually done (e.g. by adding a causal relation) would enhance the reflection on such actions and possibly prevent errors being made. Ultimately, this could result in the application performing actual simulation of partly build models and then using the

simulation results to show learners the consequences of actions they perform. Since qualitative simulation provides handles for natural communication building such models is particularly useful in this respect.

The study presented in this thesis provides guidelines for future research on the development and use of model building tools in educational settings. It builds a case for directing the diagnosis and evaluation of learner modeling towards specific learning goals, for example the correct association of quantities with entities in a specific domain. In order to objectively show an increase in domain knowledge, presenting learners with an unknown domain could also be useful, but it should be noted that in general, providing objective evidence of a learning effect is hard, since this depends very much on a-priori assumptions about the nature of knowledge. Following constructivist thought: how could you objectively test someone's subjective knowledge?

Conclusions can also be drawn with respect to the experimental setup of the study described in this thesis. The subjects that participated in the research were best of their class. Because of this, the study outcomes cannot easily be generalized to a larger population of learners. However, recent studies into the use of concept maps have indicated that lower level learners would benefit more from providing them with such a technique. The rationale behind this is that learners with a high IQ already use methods where they actively relate new knowledge into existing knowledge, whereas student with a lower IQ do not. Following this line of thought, learning how to build models could prove to be more valuable for low IQ learners. On the other hand, such learners may require more guidance, since they are less familiar with using a graphical representation of knowledge. More research is necessary to find evidence for or against these hypotheses.

The small number of subjects ( $n=10$ ), and the subsequently small number of models that have been built, prevent us to draw strong conclusions from the present study. In fact, the big differences found between groups in terms of their final models already show that more data is needed before general conclusions can be drawn. Also, more specific research on the linking of specific model building phases and specific instances of guidance is necessary to build a stronger case for possible use in high school. The engineering study presented in this thesis provides insights relevant for establishing such future research.

## References

- Abrams, R. Meaningful Learning: A collaborative Literature Review of Concept Mapping. (<http://www2.ucsc.edu/mlrg/clr-conceptmapping.html>) (visited 23-12-2003)
- Adamczyk, P., Willson, M. (1996). Using concept maps with trainee physics teachers. *Physics Education*, 31, 374-381.
- Ardac, D., Sezen, A. (2002). Effectiveness of Computer-Based Chemistry Instruction in Enhancing the Learning of Content and Variable Control Under Guided versus Unguided Conditions. *Journal of Science Education and Technology*, 11, 39-48.
- Bouwer, A., Bredeweg, B. (2001) VisiGarp: Graphical Representation of Qualitative Simulation Models. (in book) *Artificial Intelligence in Education: AI-ED in the Wired and Wireless Future*. (eds) J.D. Moore, G. Luckhardt Redfield, and J.L. Johnson, pages 294-305, 2001, IOS-Press/Ohmsha, Japan, Osaka.
- Bouwer, A., Machado, V. B., Bredeweg, B. (2002). Interactive Model Building Environments. (In book) *The Role of Communication in Learning to Model*, (eds.) P. Brna, M. Baker, K. Stenning and A Tiberghien, pages 155-182, Lawrence Erlbaum Associates, London, UK.
- Bredeweg, B. (1992) Expertise in qualitative prediction of behaviour. PhD thesis, University of Amsterdam.
- Bredeweg, B., Winkels, R. (1998). Qualitative Models in Interactive Learning Enviroments: an Introduction. *Interactive Learning Enviroments*, 5, 1-18.
- Brown, J. S., Collins, A., Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Canas, A. J., Ford, K. M., Novak, J. D., Hayes, P., Reichherzer, T. R., Suri, N. (2001). Using Concept Maps with Technology to Enhance Collaborative Learning in Latin America. *The Science Teacher*, 68, 49-51.
- Cole, M., & Griffen, P. (Eds.). (1987). Contextual factors in Education, WI: University of Winconsin, Winconsin Center for Educational Research.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. (In book) *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser*, (eds) Resnick, pages 453-494, L. Hillsdale, HJ: Erlbaum.
- Crawford, R. (1999). Teaching and Learning IT in secondary schools: towards a new pedagogy. *Education and Information Technologies*, 4, 49-63.
- Deliverable D02 DELTA, SMISLE project (1992).
- Dijkstra, S. (1997). The integration of instructional systems design models and constructivistic design principles. *Instructional Science*, 25, 1-13.
- Falkenhainer, B., Forbus, K. D. (1991). Compositional modelling: finding the right model for the job. *Artificial Intelligence*, 51, 95-143.
- Forbus, K. D. (1984). Qualitative Process Theory. *Artificial Intelligence*, 24, 85-168.
- Forbus, K. D. (1988). Qualitative Physics: Past, Present and Future. *Exploring Artificial Intelligence*, Morgan Kaufmann Publishers, 239-296.

- Forbus, K. D., (1997). Using qualitative physics to create articulate educational software. *IEEE Expert*, 12, 32-41.
- Forbus, K. D., Whalley, P. B., Everett, J. O., et al. (1999). CyclePad: An articulate virtual laboratory for engineering thermodynamics. *Artificial Intelligence*, 114, 297-347.
- Forbus, K.D., Carney, K., Harris, R., Sherin, B. L. (2001). A qualitative modelling environment for middle-school students: A progress report. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Workshop on Qualitative Reasoning*, may 17-18, 2001. St. Mary University, San Antonio, Texas, US. Edited by Gautam Biswas.
- Gerace, W. J., Dufresne, R. J., Leonard, J. L. (1999). Using Technology to Implement Active Learning in Large Classes, Massachusetts physics education research group, University of Massachusetts. (<http://umperg.physics.umass.edu/writings/online/>)
- Glaserfeld, E. von (1989). Cognition, Construction of Knowledge and Teaching. *Synthese*, 80(1), 121-140.
- Glasser, R. and Bassok, M. (1989). Learning theory and the study of instruction. *Annual Review of Psychology*, vol. 40, pp. 631-666.
- Goldstein, I.P. (1979). The Genetic Graph: a representation for the evolution of procedural knowledge. *International Journal of Man-Machine Studies*, 1, 51-77.
- Groen, R. (2003). Supporting Model Building. Master's Thesis, University of Amsterdam.  
(<http://www.swi.psy.uva.nl/usr/bert/afstudeerprojecten/03Groen.html>)
- Hestenes, D. (1987). A Modelling Theory of Physics Instruction. *American Journal of Physics*, 55, 440-454.
- Hulshof, C. (2001). Discovery of ideas and ideas about discovery. Twente University Press, Enschede, the Netherlands.
- Issroff, K., Scanlon, E. (2002). Using technology in Higher Education: an Activity Theory perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 77-83.
- Iwasaki, Y., Simon, H. A. (1986). Causality in Device Behaviour. *Artificial Intelligence*, 29, 3-32.
- Jong, T. de, Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-201.
- Kennewell, S. (1997). Computer Modelling and the curriculum – integrated or loosely attached? *Education and Information Technologies*, 2, 247-260.
- Koedinger, K. R., Anderson, J. R. (1997). Intelligent Tutoring Goes To School in the Big City. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8, 30-43
- Koning, K. de, Bredeweg, B., Breuker, J., Wielinga, B. (1999). Model-Based Reasoning about Learner Behaviour. *Artificial Intelligence*, 117, 173-229.
- Kleer, J. de, Brown, J. S. (1984). A Qualitative Physics Based on Confluences. *Artificial Intelligence*, 24, 7-83.
- Koning, K. de (1997) hoofdstuk boek uit KIOS cursus.
- Kuipers, B. (1984). Commonsense reasoning about causality: Deriving behaviour from structure. *Artificial Intelligence* 24: 169-203.

Lajoie, S. P., Lavigne, N. C., Guerrero, C., Munsie, S. D. (2001). Constructing knowledge in the context of BioWorld, *Instructional Science*, 29, 155-186.

Leewalong, K., Wang, Y., Biswas, G. Vye, N., Bransford, J., Schwartz, D. (2002) Qualitative Reasoning techniques to support Learning by Teaching: The Teachable Agents Project. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Workshop on Qualitative Reasoning*, may 17-18, 2001. St. Mary University, San Antonio, Texas, US. Edited by Gautam Biswas.

Leonard, J. L., Gerace, W. J., Dufresne, R. J., Mestre, J. P. (1999). Concept Based Problem Solving. *Teachers guide to accompany Mind On Physics*. Massachusetts physics education research group (<http://umperg.physics.umass.edu/writings/online/>) (visited 23-12-2003)

Liao, Y. K. C. (1999). Effects of Hypermedia on Student Achievement: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 8, 255-277.

Machado, V. B., Bredeweg, B. (2002). Investigating the Model Building Process with HOMER. *Proceedings of the International workshop on Model-based Systems and Qualitative Reasoning for Intelligent Tutoring Systems*, pages 1-13, San Sebastian, Spain, June 2<sup>nd</sup> 2002, edited by B. Bredeweg.

Novak, J. D. (1991) Clarify with concept maps: A tool for students and teachers alike. *The Science Teacher*, 58, 45-49.

Novak, J. D. The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them. <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/printer.html> (visited 23-12-2003)

Ronen, M., Eliahu, M. (2000). Simulation – a bridge between theory and reality: the case of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 14-26.

Strommen, E. F., Lincoln, B. (1992). Constructivism, Technology, and the Future of Classroom Learning <http://www.ilt.columbia.edu/publications/papers/construct.html> (visited 23-12-2003)

Suthers, D. D. (2001) Towards a Systematic Study of Representational Guidance for Collaborative Learning Discourse. *Journal of Universal Computer Science* 7(3), 254-277.

Swaak, J., de Jong, T. (2001). Discovery simulations and the assessment of intuitive knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 284-294.

Tompsett, C. (2002). Qualitative Modelling – Preview. <http://infosys.kingston.ac.uk/ISSchool/BID/BID4/CBL/2001/lectures2000/MaterialsWeek5/Qualitat.pdf> (visited 23-12-2003)

Tselios, N. K., Avouris, N. M., Kordaki, M. (2002) Student Task Modelling in Design and Evaluation of Open Problem-Solving Enviroments. *Education and Information Technologies*, 7:1, 17-40.

Vazques, O. V., Caraballo, J. N. (1993). Meta-analysis of the Effectiveness of Concept Mapping as a Learning Strategy in Science Education. *Proceedings of the Third International Seminar on Misconception and Educational Strategies in Science and Mathematics*. <http://www2.ucsc.edu/mlrg/proc3abstracts.html> (visited 23-12-2003)

Vygotsky, L. (1986) Thought and Language. MIT press, Cambridge, MA.

Wells, M., Hestenes, D., Swackhamer, G. (1995). A Modeling Method for High School Physics Instruction. *American Journal of Physics*, 63, 606-619.

White, B. Y., Frederiksen, J. R. (1990). Causal Model Progression as a foundation for Intelligent Learning Environments. *Artificial Intelligence*, 42, 99-157.



York Nam NG (2003). Issues in Qualitative Model Building. Masters Thesis, University of Amsterdam.  
(<http://www.swi.psy.uva.nl/usr/bert/afstudeerprojecten/03ng.html>)

## A. Appendices

### AA. Materials provided to the students

#### AA1. Intruduction to simulation

##### Simulatie

- gaat over het voorspellen van gedrag
  - door een beschrijving van een huidige situatie
  - en kennis over al het mogelijke gedrag van de onderdelen (modellen)
- voorbeeld: flight simulator
  - situatie: vliegtuig vliegt en piloot geeft gas
  - welke modellen zijn er nodig?
    - over de snelheid (neemt toe)
    - over de hoeveelheid brandstof (neemt af)
    - over de hoogte en vliegrichting
    - etc.

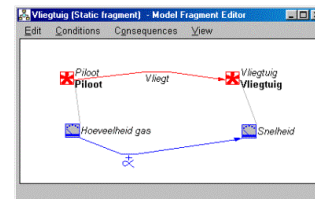
##### Modelbouw

- vertalen van kennis over de “echte wereld” naar een vorm die de simulator begrijpt
- vocabulaire simulator
  - Gaat om elementen en relaties tussen elementen
    - FS: als de piloot gas geeft, dan neemt de snelheid toe
  - soorten relaties:
    - mathematische relaties ( $a = b + c$ )
    - maar het kan ook anders!  $\Rightarrow$  GARP

##### GARP simulator

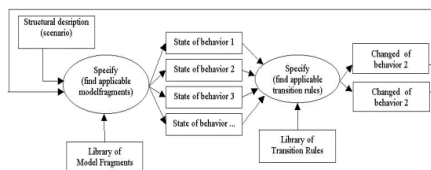
- oorzaak-gevolg relaties:
  - als A toeneemt, dan neemt B ook toe
    - positieve proportionaliteit  $A \propto + B$
  - als A toeneemt, dan neemt B af
    - negatieve proportionaliteit  $A \propto - B$
- GARP modellen beschrijven de wereld als:
  - entiteiten (bv. vliegtuig en piloot)
  - kwantiteiten van elementen (bv. snelheid en hoeveelheid gas)
  - relaties tussen deze entiteiten en kwantiteiten

##### Voorbeeldmodel



- modellen hebben condities en consequenties:
  - als aan de condities is voldaan dan gelden de consequenties van het model

##### Hoe werkt GARP?



##### Kwantiteiten

- hebben een waarde en een afgeleide
  - bv. snelheid is 200 km. per uur en neemt toe
- waarden worden weergegeven in een quantity space
  - betekenisvolle punten en intervallen
  - bv. zero-plus-max (punt-interval-punt)

## Soorten relaties

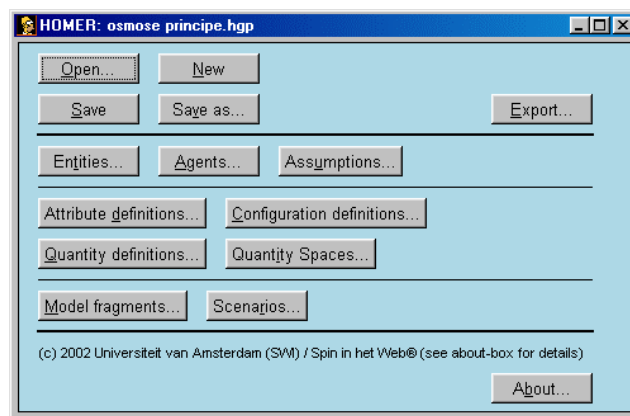
- oorzaak-gevolg
  - proportionaliteiten (tussen afgeleiden)
  - influences (tussen waarde en afgeleide)
- ongelijkheidsrelaties ( $=$ ,  $<$ ,  $>$ , etc.)
- structureel (bevat, grenst aan, vliegt)
- calculus (min, plus)
- leren = zelf gebruiken!

## AA2. The HOMER reference manual

In deze handleiding vind je de noodzakelijke kennis om met Homer aan de slag te gaan en zelf modellen te bouwen. Het is het handigst om deze handleiding voor je aan de slag gaat even snel door te lezen en hem daarna bij de hand te houden als je zelf modellen gaat maken. Vooral deel B kan het best gebruikt worden als een hulpmiddel tijdens het bouwen. Als je dan tegen problemen aanloopt kun je deze handleiding altijd even raadplegen voor een oplossing.

In het eerste deel van deze handleiding (A) volgt een korte uitleg over de betekenis van de verschillende knoppen die je vind in het hoofdscherm van Homer. Daarna wordt in het tweede gedeelte (B) door middel van voorbeelden en stappenschema's aangegeven hoe je het programma precies gebruikt om elementen aan te maken en deze elementen vervolgens te gebruiken in de modellen.

### A. De onderdelen van Homer



Figuur 1: homer hoofdscherm

### Entities, Agents en Assumptions

Entiteiten zijn de verschillende elementen van het systeem dat wordt gemodelleerd. Ze verwijzen naar dingen die bestaan in de wereld, zoals bijvoorbeeld tafels of stoelen. Een entiteit is een klasse van dingen, het is de verzameling van alle dingen die binnen die klasse vallen. Alle stoelen in de wereld vallen bijvoorbeeld onder de entiteit stoel. Eén specifieke stoel, bijvoorbeeld die waar je op zit, wordt dan een instantie van de entiteit stoel genoemd. De stoel waar je buurman op zit is een tweede instantie van de entiteit stoel. Stel dat je beide stoelen later wilt gebruiken in een model, dan heb je slechts één entiteit stoel nodig. Agents en assumptions zijn speciale soorten entiteiten die in de opdrachten verder niet worden gebruikt.

### Configuration en Attribute definitions

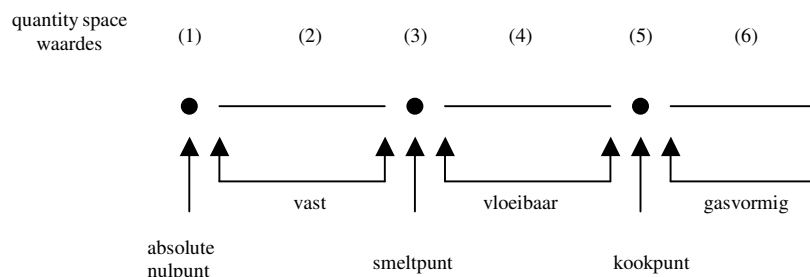
Een configuration is een structurele relatie tussen twee entiteiten. Als je bijvoorbeeld de entiteiten leerling en stoel hebt en je wilt in een model aangeven dat een leerling op een stoel zit, dan is “zitten op” de configuratie. Andere voorbeelden van configuraties zijn “staat naast” of “loopt tegen”. Een attribute definition is een speciale soort configuratie die verder in de opdracht niet wordt gebruikt.

## Quantity definitions

Een quantity wordt ook wel parameter of variabele genoemd. Zij worden gebruikt om eigenschappen van een entiteit aan te geven die variabel zijn, die dus kunnen veranderen. Voorbeelden zijn hoeveelheid, concentratie, hoogte, massa, temperatuur, etc. Kwantiteiten hebben een waarde en een afgeleide. De afgeleide kan negatief, nul of positief zijn, wat betekent dat een kwantiteit afneemt, gelijk blijft of toeneemt. De mogelijke waarden van een kwantiteit worden in Homer aangegeven in een quantity space.

## Quantity Spaces

Een quantity space is de verzameling van mogelijke waarden die een kwantiteit kan krijgen. De kwantiteit hoeveelheid kan bijvoorbeeld nooit negatief worden, dus zijn de mogelijke waarden van hoeveelheid nul en hoger. Een quantity space bestaat uit punten en intervallen die elkaar afwisselen. In het voorbeeld van de hoeveelheid zou je er voor kunnen kiezen om een quantity space te maken met het punt nul en het interval groter dan nul. Welke punten en intervallen je moet kiezen is afhankelijk van het doel van je simulatie. Daarbij is het criterium dat je alleen onderscheid maakt tussen waarden als dit onderscheid belangrijk is om te bepalen welke relaties de kwantiteit heeft met andere kwantiteiten. Om dit te verduidelijken is in figuur 2 een quantity space van de temperatuur van  $H_2O$  gegeven. Hierin zie je drie punten (1, 3 en 5) en drie intervallen (2, 4 en 6) die elkaar afwisselen. Stel nu dat de temperatuur vanaf het absolute nulpunt begint met stijgen. Het smeltpunt is dan de eerste waarde waar de relaties met andere kwantiteiten veranderen, omdat vanaf dat punt de hoeveelheid ijs gaat afnemen en de hoeveelheid water gaat toenemen. Bij temperaturen tussen het smelt en het kookpunt blijven deze relaties hetzelfde en daarom wordt dit als één interval weergegeven. Pas bij het kookpunt veranderen de relaties weer, vanaf dat punt gaat de hoeveelheid water afnemen en de hoeveelheid waterdamp toenemen.



Figuur 2: quantity space van temperatuur

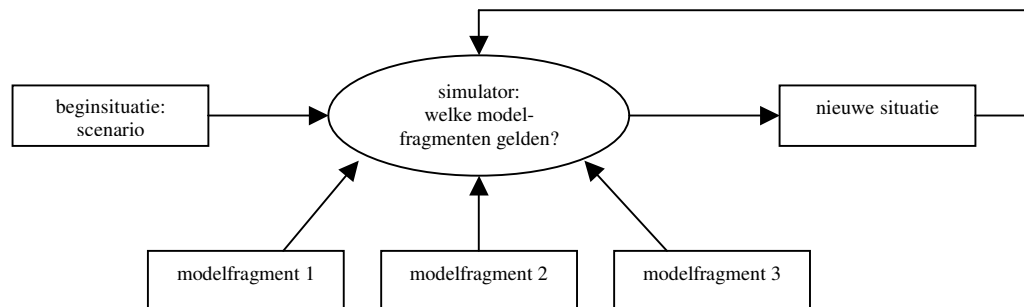
In Homer moet voor je voor iedere kwantiteit die je aanmaakt een quantity space kiezen. Echter, deze quantity space mag wel voor meerdere kwantiteiten gebruikt worden. De quantity space uit figuur 2 kun je bijvoorbeeld ook gebruiken voor de temperatuur van een andere stof. Samenvattend hoort bij iedere kwantiteit dus een quantity space, die bestaat uit punten en intervallen die een betekenis hebben in de zin dat er op een punt of binnen een interval specifieke relaties met andere kwantiteiten bestaan.

## Model Fragments

In model fragmenten worden de hierboven beschreven componenten gebruikt om modellen te maken van de werkelijkheid. Hierbij wordt de werkelijkheid opgesplitst in verschillende elementen om hergebruik in verschillende situaties mogelijk te maken. In Homer zijn er drie soorten modellen: statische, proces en agent modellen. Het verschil tussen deze soorten zit in de soorten kennis die erin kan worden weergegeven. Statische modellen worden gebruikt om weer te geven hoe de elementen van de wereld qua structuur in elkaar zitten. Een voorbeeld is een statisch model van een glas met water. Dit model bestaat uit een verzameling van entiteiten en kwantiteiten die met elkaar zijn verbonden. De entiteiten 'glas' en 'water' zijn verbonden door de configuratie bevat. In het model kunnen ook de kwantiteiten hoeveelheid en druk staan die bij water horen. Deze kwantiteiten zijn met elkaar verbonden door een relatie die in Homer *proportionaliteit* wordt genoemd. Hiermee wordt aangegeven dat als de hoeveelheid water afneemt, de druk van het water ook afneemt. Later meer over dit soort relaties, onthoud nu vooral dat je een statische model gebruikt om te beschrijven hoe een deel van de wereld in elkaar zit.

Procesmodellen worden, zoals de neem al aangeeft, gebruikt om processen die in de wereld optreden te beschrijven. Processen zijn dingen die kunnen onder bepaalde omstandigheden kunnen starten en onder andere omstandigheden weer stoppen. Denk bijvoorbeeld aan het overstromen van het glas met water. Als de hoeveelheid water groter is dan de inhoud van het glas, dan start het proces overstromen. Dit proces stopt weer als de hoeveelheid water en de inhoud gelijk zijn aan elkaar. In Homer maak je een procesfragment met dezelfde entiteiten, kwantiteiten en relaties als in de statische modellen, alleen is er één speciaal soort extra relatie toegevoegd. Deze relatie heet een *influence* en deze wordt gebruikt om aan te geven dat als een kwantiteit een bepaalde waarde heeft, de afgeleide van een andere kwantiteit gaat veranderen. In het voorbeeld van het overstromen van het glas geef je hiermee aan dat als de hoeveelheid water groter is dan de inhoud van het glas de hoeveelheid water gaat afnemen (dus de afgeleide van hoeveelheid wordt negatief). Dit is een ingewikkeld iets, maar het zal later duidelijker worden door een aantal voorbeeldenmodellen in deze handleiding en in de opdracht.

Een modelfragment bestaat altijd uit twee gedeelten, condities en consequenties. Als de situatie in de simulator, bijvoorbeeld de beginsituatie, zo is dat aan de condities is voldaan, dan “vuurt” het modelfragment en worden de consequenties van het modelfragment meegenomen. Als gevolg hiervan kan de situatie veranderen. Bijvoorbeeld als een kwantiteit die toeneemt naar een hogere waarde in de quantity space verschuift. In deze nieuwe situatie wordt er door de simulator opnieuw gekeken welke modelfragmenten in deze nieuwe situatie “vuren”. In figuur 3 is deze cirkel grafisch weergegeven.



**Figuur 3: relatie modelfragmenten en scenario in Homer**

## Scenario

Het scenario is de beschrijving van de beginsituatie van de simulatie. Op basis van deze omschrijving gaat de simulator aan het werk door te kijken welke modelfragmenten passen bij de situatie. Als in het scenario een glas met water is omschreven, dan leidt de simulator af dat alle relaties gelden die in het modelfragment over het glas met water zijn weergegeven, bijvoorbeeld dat als de hoeveelheid water afneemt, de druk op de bodem ook afneemt. In de modelfragmenten heb je dus alle informatie over de elementen in de wereld opgeschreven en in een scenario schets je deze wereld op een specifiek tijdstip, waarna de simulator bekijkt welke informatie uit de modelfragmenten kunnen worden gebruikt om te voorspellen wat er in de toekomst gaat gebeuren. De relatie tussen modelfragmenten en scenario staat ook in figuur 3 beschreven.

## B. Het bouwen van een model

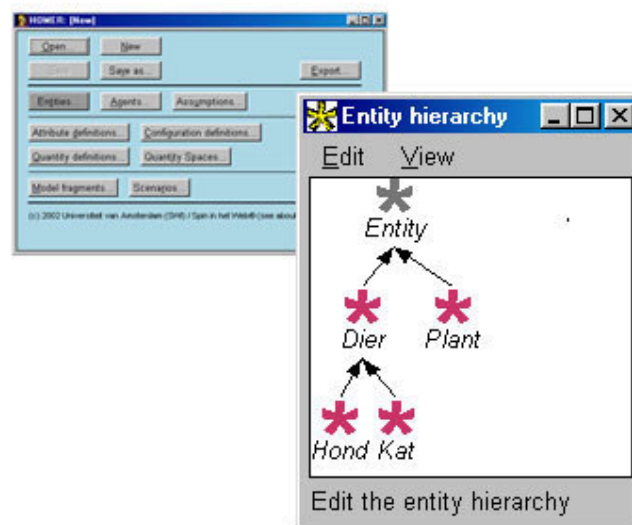
Voor het gebruik van Homer gelden een aantal basisprincipes. De eerste is dat de opties waaruit je kunt kiezen in de verschillende menu's afhankelijk zijn van de selectie die je hebt gemaakt. Als je bijvoorbeeld de configuratie "bevat" tussen glas en wat er aan wilt geven, moet je eerst beide entiteiten selecteren, pas daarna kun je uit het menu de configuratie bevat kiezen. Het tweede principe is dat als je een element wilt toevoegen, je altijd gebruik moet maken van de "new" button. Doe je dit niet, dan wijzig je een bestaand element dat op dat moment is geselecteerd. Beide principes zullen duidelijker worden door een aantal voorbeelden.

Bij het bouwen van een model moeten de volgende stappen worden doorlopen:

- entiteit aanmaken
- configuratie aanmaken
- kwantiteit aanmaken
- quantity space aanmaken
- modelfragment bouwen
- scenario bouwen

### Entiteiten aanmaken

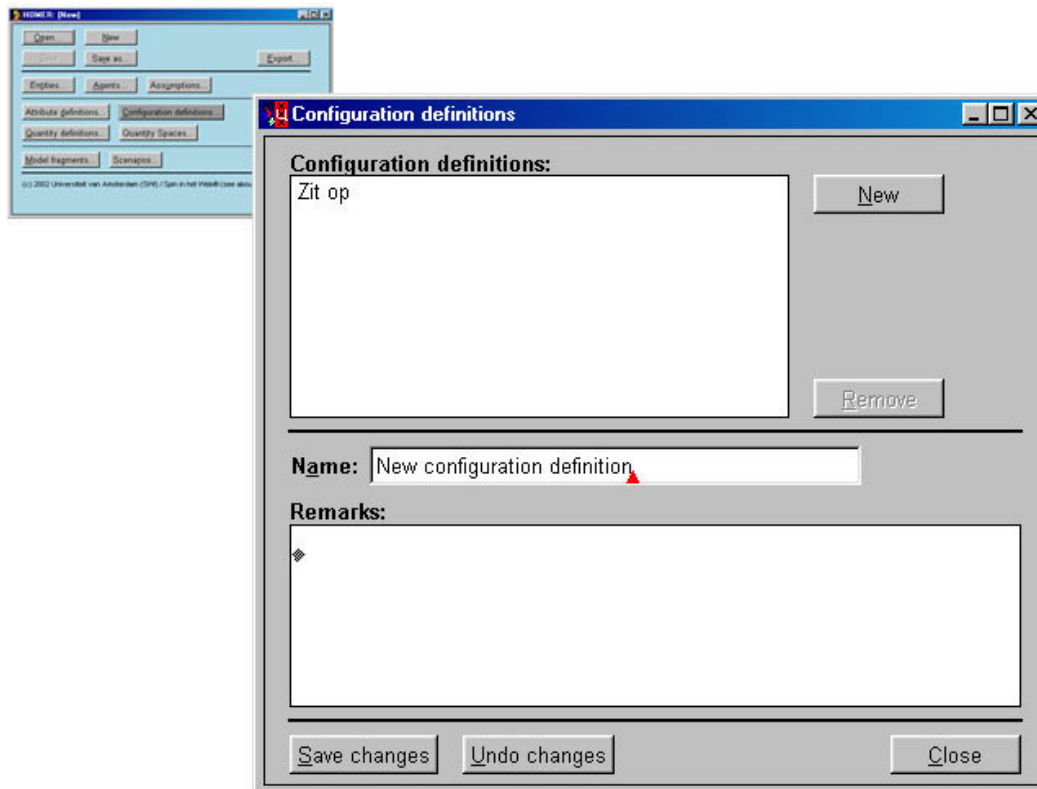
Entiteiten worden in Homer in een boomstructuur geplaatst, wat betekent dat de entiteiten onder in de boom altijd een speciaal geval zijn van entiteiten hoger in de boom. In figuur 4 staat een voorbeeld van hoe zo'n boom er uit kan zien.



**Figuur 4: entiteitscherm**

- *Het toevoegen van een nieuwe entiteit:*
  1. selecteer de bestaande entiteit waar de nieuwe entiteit een subtype van is
  2. kies add child uit het menu edit
  3. voer de naam in
  4. geef OK en de entiteit verschijnt in het scherm

## 2. Configuraties aanmaken



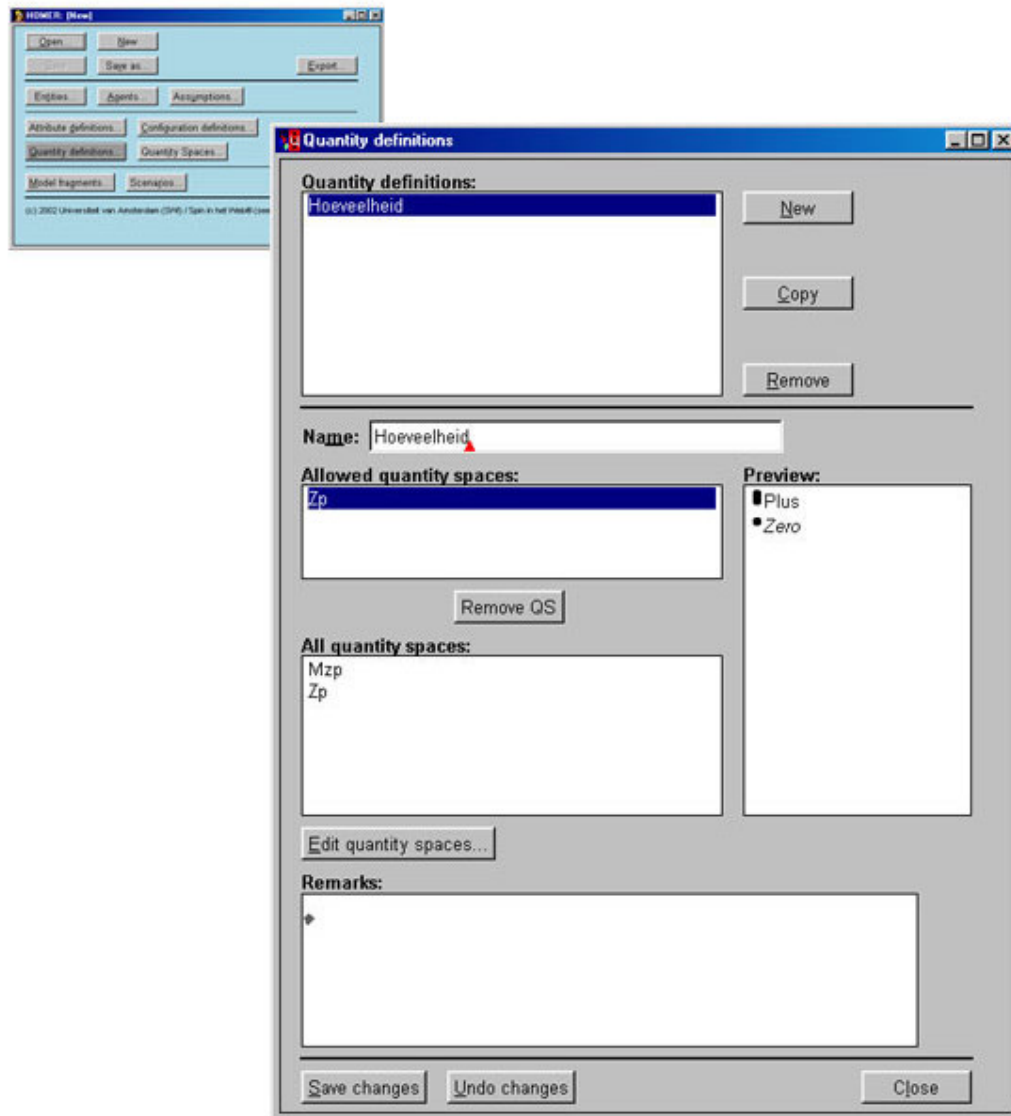
**Figuur 5: configuratiescherm**

- *het toevoegen van een nieuwe configuratie:*
  1. kies Configuration definitions
  2. kies de "new" button
  3. geef een naam op
  4. kies save changes
  5. met close sluit je het scherm



### 3. Kwantiteiten aanmaken

Voordat je een kwantiteit kunt opslaan moet er altijd een quantity space gekoppeld zijn aan de kwantiteit. De quantity space Mzp (min-zero-plus) is altijd standaard gegeven in Homer. Heb je een andere nodig, dan moet je deze eerst aanmaken. Dit kan via de knop Edit quantity spaces vanuit het quantity definitions scherm of direct vanuit het hoofdscherm met de knop Quantity spaces. Daarmee kom je terecht op het scherm van sectie vier, een quantity space aanmaken. In het vervolg van deze sectie is uitgegaan van het al aanwezig zijn van een passende quantity space.

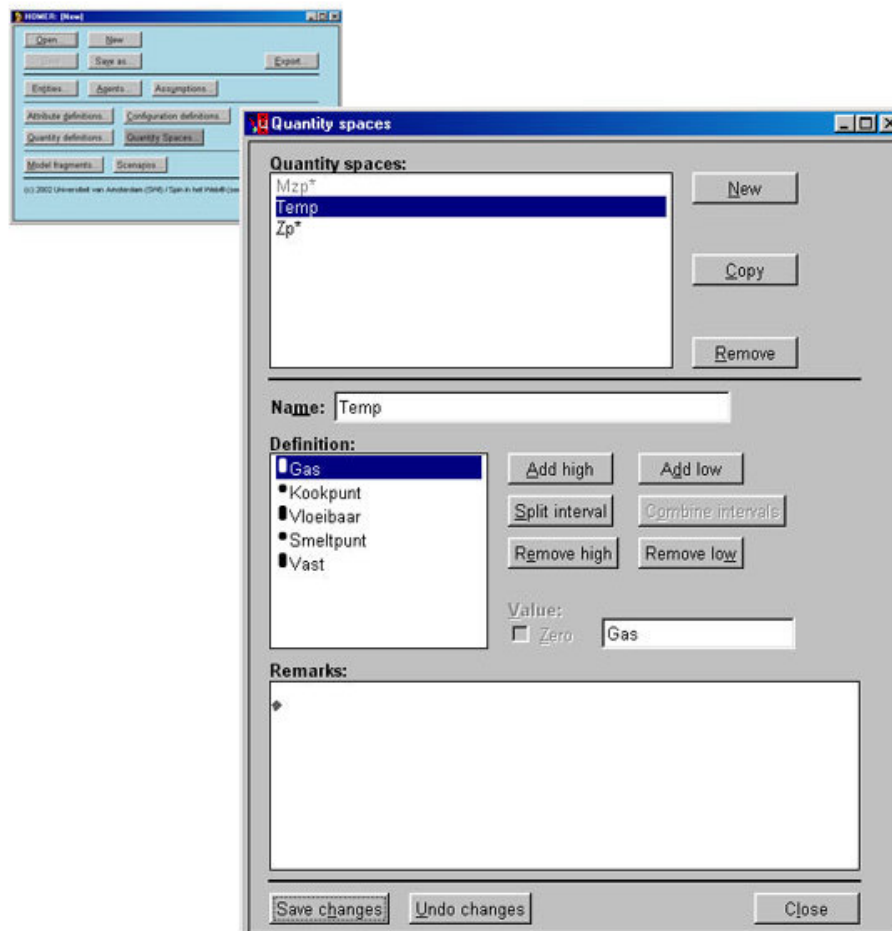


Figuur 6: quantity definition scherm

- *het toevoegen van een nieuwe kwantiteit*
  1. kies quantity definitions
  2. kies 'new'
  3. geef een naam op
  4. selecteer een quantity space uit het lijstje onder All quantity spaces
  5. kies Add QS
  6. kies save changes
  7. met close sluit je het scherm

## 4. Quantity Space aanmaken

In het onderstaande voorbeeld wordt een de quantity space voor temperatuur aangemaakt zoals deze in figuur 2 is beschreven.



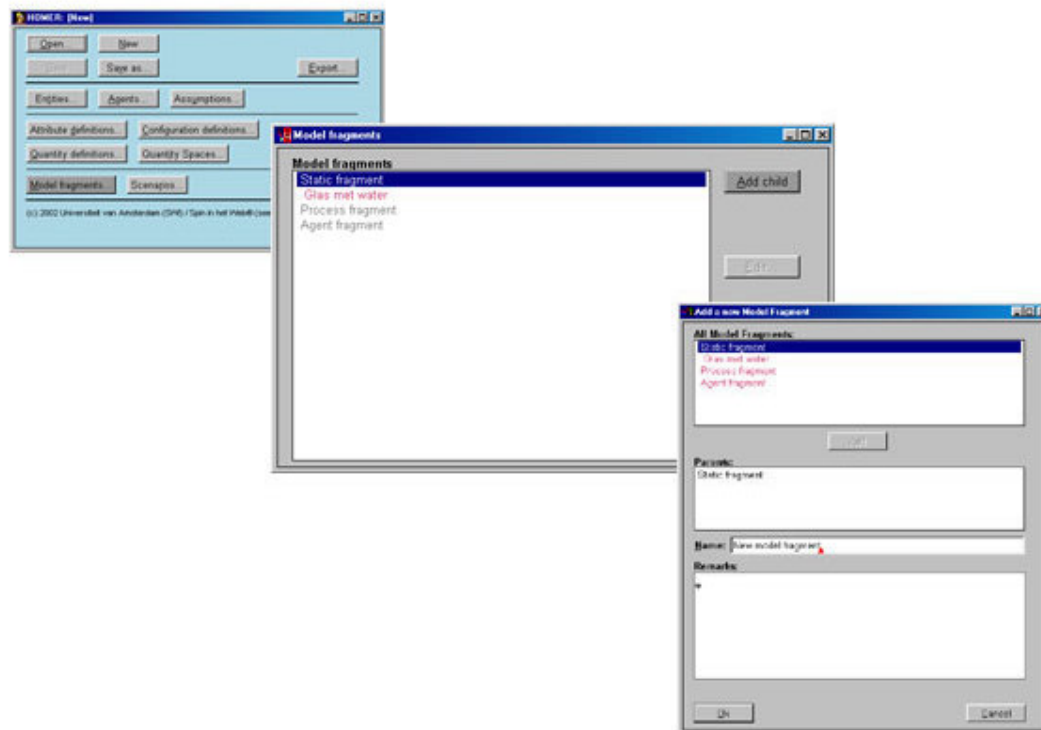
Figuur 7: quantity space scherm

- *het toevoegen van een nieuwe quantity space*
  4. kies quantity spaces in het hoofdmenu of edit quantity spaces in het quantity definition scherm
  5. kies new
  6. geef een naam op (temp)
  7. kies als eerste waarde voor een punt of een interval (punt)
  8. geef dit punt een naam (kookpunt)
  9. kies nu of je de volgende waarde boven (add high) of onder (add low) de geselecteerde waarde wilt invoegen (boven)
  10. geef deze waarde weer een naam (gasvormig)
  11. selecteer nu het kookpunt
  12. kies add low
  13. geef weer een naam (vloeibaar)
  14. *voeg de overige punten en intervallen toe*
  15. kies save changes
  16. met close sluit je het scherm

In een simulatie is het nulpunt een speciaal punt en daarom moet dit punt, als je het gebruikt, in een quantity space expliciet maken. Dit doe je door een punt te selecteren en vervolgens de checkbox naast zero te selecteren. De naam van het punt verandert dan in Zero en de simulator weet dat het om deze speciale waarde gaat.

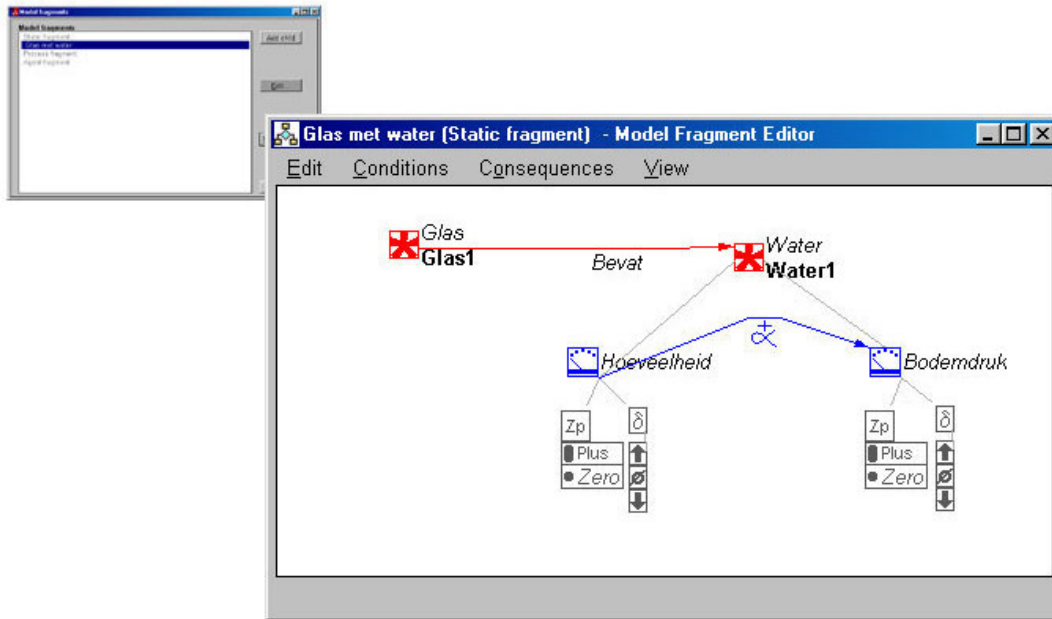
## 5. Modelfragment bouwen

Modelfragmenten worden net als entiteiten in een boomstructuur geplaatst. Om een nieuw modelfragment aan te maken moet er dus een parent worden geselecteerd, zoals bijvoorbeeld static of process fragment, en add child worden gekozen. Vervolgens geef je het fragment een naam en sluit af met OK. Het fragment verschijnt nu in de lijst (boomstructuur) van modelfragmenten. Deze stappen staan in figuur 8 weergegeven.



**Figuur 8: het aanmaken van een modelfragment**

Het aangemaakte modelfragment wordt geopend door de naam te selecteren en vervolgens op edit te drukken. In het scherm van een modelfragment vind je naast de gebruikelijke edit en view opties twee nieuwe menuopties: conditions en consequences. In deze menu's staan de verschillende elementen uit Homer die je als conditie en consequentie in een model kunt plaatsen. Hierbij is weer erg belangrijk dat de keuzes die je hebt afhangen van de selectie die in het model is gemaakt. In figuur 9 staat een klein voorbeeldmodel van een glas met water en hieronder volgen de stappen die nodig zijn om dit model te bouwen.



**Figuur 9: statisch modelfragment glas met water**

- *het bouwen van een simpel modelfragment:*

> eerste de condities, dus die elementen die bepalen of het modelfragment “vuurt” tijdens de simulatie:

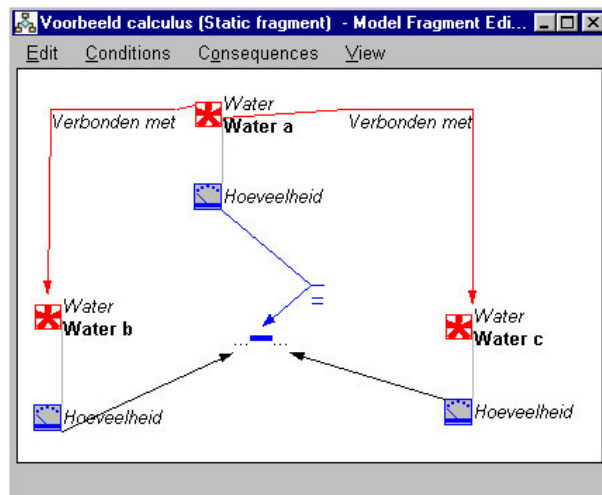
1. open het conditions menu
2. kies entity instance
3. selecteer de entity uit de lijst (glas)
4. geef de instantie van de entity een naam (glas1)
5. geef OK en de entiteit instantie verschijnt in het scherm
6. herhaal stap 1-5 voor water1
7. selecteer nu glas1 en water1 (houd de SHIFT toets ingedrukt en selecteer de tweede entiteit)
8. open het conditions menu
9. kies configuraties
10. selecteer de juiste configuratie uit de lijst
11. geef OK en de entiteiten zijn verbonden

> let op: de verbindingen die je aanmaakt in Homer hebben een richting die wordt aangegeven door een pijlsymbool. Deze richting is belangrijk, want als je in het bovenstaande voorbeeld de relatie omdraait zeg je eigenlijk dat water een glas bevat, wat natuurlijk onzin is. Je kunt de verbindingen nadat je ze hebt aangemaakt omdraaien door op het teken bij de verbinding te klikken en in het venster wat vervolgens verschijnt switch arguments te kiezen.

> nu de consequenties, dus die elementen die gelden als er een glas is dat water bevat:

1. selecteer water1
2. open het consequences menu
3. selecteer quantity
4. selecteer een quantity uit de lijst
5. selecteer de bijbehorende quantity space uit de lijst
6. geef OK en de kwantiteit verschijnt in het scherm
7. herhaal stappen 1-6 voor de kwantiteit bodemdruk
8. selecteer nu zowel hoeveelheid als bodemdruk (SHIFT toets!)
9. open het consequences menu
10. kies proportionality
11. geef OK en de kwantiteiten zijn verbonden

> als derde voorbeeld nog een relatie tussen meer dan twee elementen: een calculus relatie. Een voorbeeld staat in figuur 10. Hier wordt aangegeven dat de hoeveelheid A gelijk is aan hoeveelheid B min C.



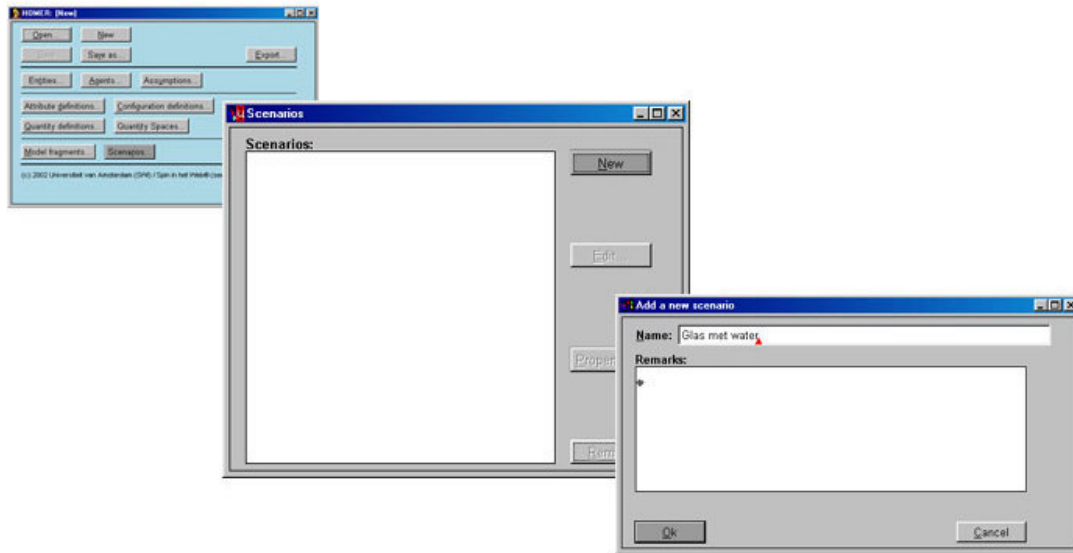
**Figuur 10: voorbeeld calculus**

> aanmaken calculusrelatie:

1. selecteer Water b en Water c
2. open het consequences menu
3. kies Min... [-]
4. zorg dat de argumenten aan de juiste zijde staan en geef OK
5. selecteer nu het Min symbool en Water c
6. open het consequences menu
7. kies Inequality
8. zorg dat de argumenten aan de juiste zijde staan, selecteer het juiste symbool ( = ) en geef OK

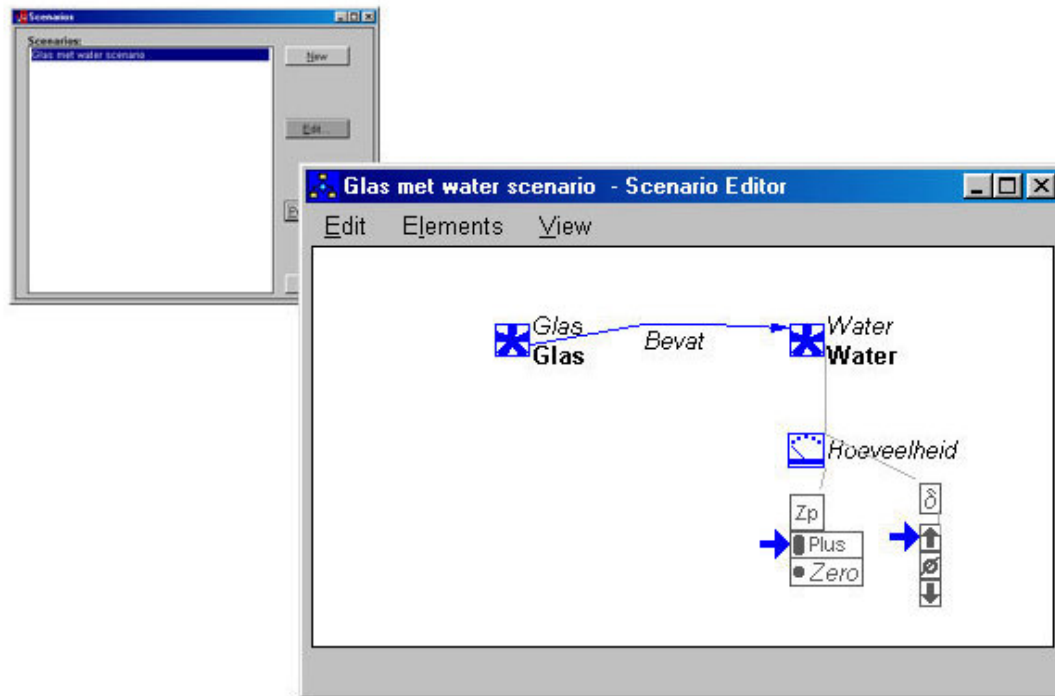
## 6. Scenario bouwen

Het bouwen van een scenario lijkt erg op het bouwen van een modelfragment, alleen is er hier geen sprake van condities en consequenties en zijn de elementen die je kunt gebruiken beperkt. Door het klikken van scenario in het hoofdscherm verschijnt weer een lijst met alle scenario's. Door nieuw te klikken en vervolgens een naam op te geven maak je een nieuw scenario aan.



**Figuur 11: het aanmaken van een nieuw scenario**

Door een bestaand scenario te selecteren en edit te drukken kun je een scenario bewerken. Het bewerken van een scenario lijkt op het bewerken van een modelfragment, alleen zijn er hier geen condities en consequenties. Dit is omdat een scenario is immers een structurele beschrijving van een situatie (de beginsituatie) is en in een beschrijving van een situatie vind je geen condities en consequenties. Ook de principes voor het invoeren van elementen lijken op die van de modelfragmenten, dus de selectie die is gemaakt bepaalt weer de beschikbare opties in het menu.














**Figuur 12: scenario glas bevat water en hoeveelheid neemt toe**

- *Het bouwen van een scenario*

> het aanmaken van de instanties van entiteiten (glas en water), de configuratie tussen deze entiteiten (bevat) en het selecteren van relevante kwantiteiten (hoeveelheid) verloopt analoog aan het aanmaken van deze elementen in een modelfragment (zie het stappenplan bij het bouwen van een simpel modelfragment). Belangrijk verschil is echter dat in het scenario de waarden en afgeleiden van de verschillende kwantiteiten moeten worden aangegeven. Dit verloopt als volgt:

1. selecteer de waarde in de quantity space (plus)
2. open het elements menu
3. kies value en een blauwe pijl verschijnt bij de geselecteerde waarde
4. selecteer nu de juiste afgeleide (toenemen)
5. open het elements menu
6. kies value en een blauwe pijl verschijnt bij de geselecteerde afgeleide

## C. Overzicht van de in homer gebruikte iconen

	entiteit
	kwantiteit
	positieve proportionaliteit
	negatieve proportionaliteit
	positieve influence
	negatieve influence
	inequality
	quantity space afgeleide
	quantity space waardes
	
	configuratie (eigen naam)



## **D. Verklarende woordenlijst**

### **Entity**

Entiteiten zijn representaties van dingen in de echte wereld. Voorbeelden zijn stoel, waterkolom, water, ijs, etc.

### **Quantity**

Kwantiteiten zijn eigenschappen van entiteiten die variabel zijn. Bijvoorbeeld hoeveelheid, concentratie, temperatuur en druk.

### **Quantity space**

Een quantity space is de verzameling van mogelijke waarden die een kwantiteit kan aannemen. Het bestaat uit punten en intervallen die elkaar afwisselen. Bijvoorbeeld de quantity space {punt(zero), interval(plus), punt(max)}.

### **Derivative**

Dit is de afgeleide van de waarde. Deze geeft aan of de waarde toeneemt, afneemt of gelijk blijft. Als de afgeleide van hoeveelheid positief is, dan betekent dat dat de hoeveelheid toeneemt.

### **Configuration**

Dit zijn structurele relaties tussen entiteiten die aangeven hoe de entiteiten zich verhouden. Bijvoorbeeld de configuratie bevat in "glas bevat water".

### **Inequality**

Dit zijn relaties tussen kwantiteiten, waardes van kwantiteiten of afgeleiden van kwantiteiten die iets zeggen over hoe deze zich tot elkaar verhouden. Bijvoorbeeld de hoeveelheid A is groter dan de hoeveelheid B.

### **Proportionalities**

Dit is een relatie tussen kwantiteiten die betekent: als de ene kwantiteit verandert, dan verandert de andere mee. Deze relatie kan zowel positief (vernaderen in dezelfde richting) als negatief (veranderen in de tegenovergestelde richting) voorkomen. Bijvoorbeeld in een kolom: als de hoeveelheid water toeneemt, dan neemt ook de hoogte van het water toe.

### **Influence**

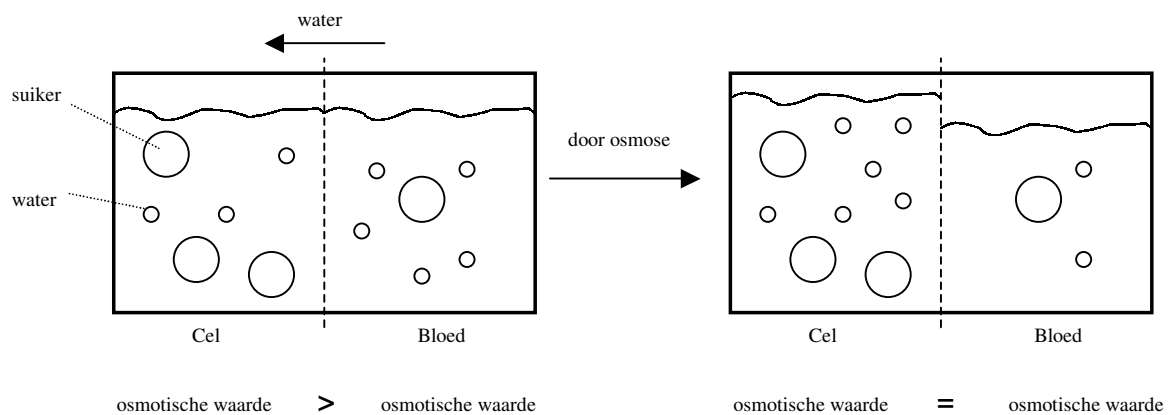
Dit is een relatie tussen een waarde van een kwantiteit en de afgeleide van een andere kwantiteit. Als kwantiteit A de waarde plus heeft, dan wordt de afgeleide van kwantiteit B positief en gaat dus toenemen. Bijvoorbeeld als de waarde van stroming plus is, dan gaat de hoeveelheid water toenemen. Deze relatie kan zowel positief als negatief voorkomen.

### **Correspondence**

Dit is een relatie tussen twee kwantiteiten die inhoudt dat deze twee kwantiteiten altijd dezelfde waarde hebben. Dus als A de waarde plus heeft, dan heeft B ook de waarde plus. Bijvoorbeeld als de hoeveelheid water nul is, dan is de hoogte van het water ook nul.

### AA3. Graphical and textual domain description

Osmose is het proces van passief transport van water door een membraan, bijvoorbeeld transport vanuit het bloed naar omliggende cellen. Het wordt passief genoemd omdat er geen energie wordt verbruikt. Osmose wordt veroorzaakt doordat deeltjes zich in een vloeistof van nature gelijkwaardig over een ruimte verspreiden: diffusie. Voorwaarde voor het optreden van osmose is dat het membraan tussen twee ruimtes semi-permeabel is wat betekend dat kleine moleculen, zoals water, het membraan wel kunnen passeren, maar grotere moleculen, zoals bijvoorbeeld hormonen en suikers, niet. Het water gaat zich verdelen over de beide ruimtes, terwijl de oorspronkelijke hoeveelheden suikers gelijk blijven. De oplossingen aan beide zijden van het membraan hebben een osmotische waarde. Deze osmotische waarde is afhankelijk van de verhouding tussen de deeltjes die wel (zoals water) en de deeltjes die niet (zoals suikers) door het membraan worden doorgelaten. Een oplossing met relatief veel suikers heeft een hogere osmotische waarde dan een oplossing met relatief weinig suikers. Een verschil in osmotische waarde tussen de twee vloeistoffen heeft als gevolg dat water door het membraan gaat stromen totdat de osmotische waarde, dus de verhouding tussen hormonen/suikers en water gelijk is en daarmee de osmotische waarden in evenwicht. In figuur 1 is dit schematisch weergegeven.



**Figuur 1: osmose schematisch weergegeven**



## AA4. The assignment

Het doel van deze opdracht is het bouwen van een computermodel van osmose. Met behulp van dit model moet de simulator vragen kunnen beantwoorden over de gevolgen van het variëren van de verschillende hoeveelheden moleculen in een cel en haar omgeving. De simulator moet behulp van de kennis in de modellen bijvoorbeeld antwoord kunnen geven op de volgende vraag: "Wat gebeurt er als gevolg van osmose met de concentratie suikers in een cel als er een situatie is waarbij door een externe oorzaak de hoeveelheid suiker in het bloed toeneemt?"

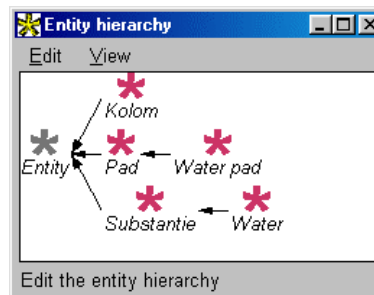
Om je op weg te helpen zijn op de volgende pagina de stappen gegeven die je moet doorlopen om een werkend model te maken. Tevens is bij iedere stap een voorbeeld gegeven van hoe het resultaat van de stap er uitziet bij een enigszins vergelijkbaar systeem, namelijk dat van communicerende vaten. Bekijk deze voorbeeldmodellen goed, je kunt er veel informatie uithalen over hoe kennis in de modellen wordt weergegeven, maar denk ook goed na over waar de verschillen zitten in vergelijking met osmose.

Tijdens het maken van de opdracht is het verstandig de tekst over het werken met Homer bij de hand te houden, omdat hierin de betekenis van de verschillende begrippen en de werking van het programma worden uitgelegd.

## Het bouwen van het model

### STAP 1: de ISA hiërarchie van entiteiten

In Homer moeten entiteiten voordat ze in modellen kunnen worden gebruikt altijd eerst in een ISA hiërarchie worden aangemaakt. ISA staat voor "is een". Water is een substantie en een substantie is vervolgens weer een entiteit. Deze relaties worden later door de simulator gebruikt. Als er in een model is aangegeven dat een substantie een eigenschap heeft, zoals bijvoorbeeld een hoeveelheid, dan leidt de simulator af dat water ook altijd een hoeveelheid heeft, water is immers een speciaal type substantie. Dit betekent dat water alle eigenschappen van een substantie heeft plus vaak nog een aantal extra eigenschappen, zoals een specifiek smelt- en kookpunt.



Figuur 2: De ISA hiërarchie van de communicerende vaten

Kijk nu nog eens goed naar de beschrijving van osmose op de vorige pagina en bedenk welke entiteiten je nodig hebt om osmose te kunnen beschrijven. Hierbij is het handig om eerst op het aantekeningenblad een lijst te maken met alle entiteiten waarvan je denkt dat deze van belang zijn voordat je deze in een hiërarchie gaat onderbrengen.

## STAP 2: Configuraties

Configuraties zijn de structurele relaties tussen entiteiten, dus de verbindingen tussen de verschillende entiteiten. In het model voor de communicerende vaten zijn er twee nodig, bevat en verbonden met. Bevat is nodig om het water met de kolom te verbinden en waterpad is nodig om de kolom aan het waterpad te verbinden. Met behulp van configuraties kun je dus beschrijven hoe het systeem er qua structuur uitziet.

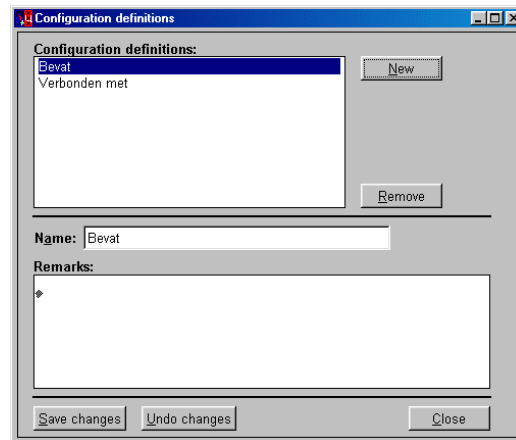


Figure 3: configuraties: de structurele relaties tussen entiteiten

Maak nu weer een lijst met verbindingen tussen de entiteiten die je denk nodig te hebben en voer deze vervolgens in Homer. Als later blijkt dat je verbindingen bent vergeten, dan is dat geen probleem, je kunt altijd weer een aantal stappen terug en deze later nog toevoegen.

### STAP 3: Kwantiteiten

Quantity definitions beschrijven de eigenschappen die een entiteit heeft die variabel zijn. Water heeft bijvoorbeeld een hoeveelheid, die verschilt per situatie. Andere kwantiteiten die zijn gebruikt in het model van de communicerende vaten zijn: druk, hoogte en stroming.

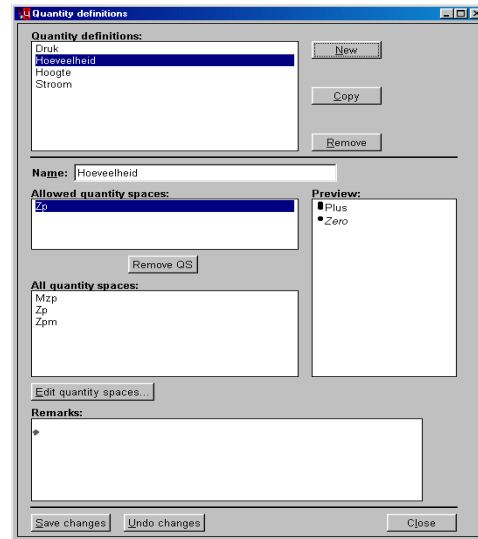


Figure 4: quantiteit definities, de eigenschappen die de entiteiten beschrijven

Maak eerst op het aantekeningenblad weer een lijst met de kwantiteiten die je denk nodig te hebben voor het beschrijven van osmose. Kijk daarbij bijvoorbeeld ook goed naar de vraag die de simulator moet kunnen beantwoorden. Daarin vind je er al een aantal die je nodig hebt. Voordat je de kwantiteiten kunt toevoegen in Homer heb je eerst een quantity space nodig, oftewel de verzameling van mogelijke waarden die de kwantiteit kan aannemen. Dus voordat je de kwantiteiten kunt toevoegen in Homer moet je eerst stap 4 doen.

## STAP 4: Quantity spaces

Iedere kwantiteit heeft een aantal mogelijke waarden die kunnen worden aangenomen. Deze worden verzameld in een quantity space. In het voorbeeld van de communicerende vaten wordt alleen de quantity space zero-plus gebruikt. Een hoeveelheid water kan tijdens de simulatie dus nul, er is geen water, of plus, er is wel water aannemen. Welke waarden nodig zijn is afhankelijk van het doel van de simulatie. In het geval van de communicerende vaten zou bijvoorbeeld de waarde maximum kunnen worden toegevoegd bij de hoeveelheid. Als de waarde maximum wordt bereikt en het water blijft stijgen, dan overstroomt de kolom en kan de hoeveelheid water dus afnemen door een andere oorzaak dan de stroming van de ene naar de andere kolom. In dit voorbeeld gaan we er echter vanuit dat dit niet kan gebeuren en daarom zijn de waarden nul en plus voldoende om de hoeveelheid water te beschrijven.

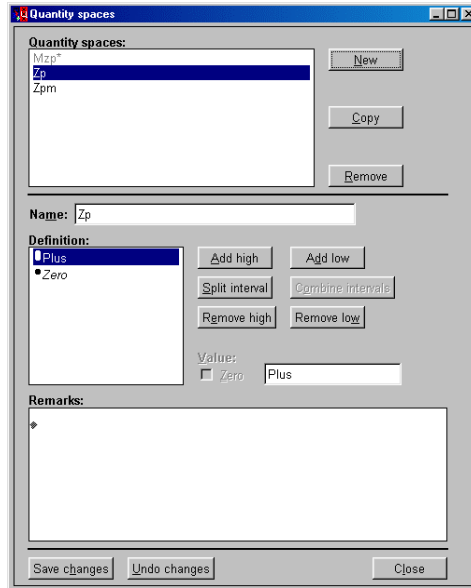
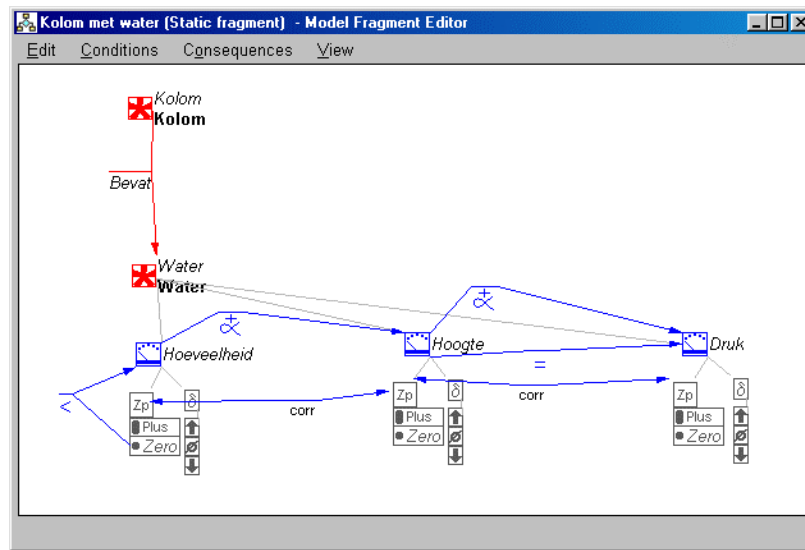


Figure 5: quantity spaces die de mogelijke waarden beschrijven

Kijk nu voor iedere kwantiteit die je in stap 3 hebt gevonden welke waarden zij aan kunnen nemen. Hoe je een quantity space aanmaakt en waar je op moet letten bij het bepalen van de verschillende punten en intervallen staat beschreven in de werken met Homer handleiding.

## STAP 5: Het maken van modelfragmenten

In figuur zes is het model van een kolom met water weergegeven. Dit model wordt door de simulator gebruikt om kenmerken van een kolom die water bevat af te leiden. Het rode gedeelte van het model zijn de voorwaarden waaraan moet worden voldaan zodat de simulator weet dat het model geldt in een bepaalde situatie. Als er een situatie is waarin sprake is van de entiteiten kolom en water en deze zijn verbonden door de configuratie bevat, dan past dit modelfragment dus bij de beschrijving van de situatie en leidt de simulator af dat het water een hoeveelheid, hoogte en druk heeft. De hoeveelheid water is groter dan 0 en als de hoeveelheid verandert, dan verandert de hoogte in dezelfde richting mee. Deze toe of afname in hoogte veroorzaakt vervolgens een toe of afname van de druk. Andere kennis opgenomen in het model is dat de waarden (zero of plus) van de verschillende kwantiteiten corresponderen, dus als de hoeveelheid plus is, dan zijn hoogte en druk ook plus. Er kan immers geen hoeveelheid water zijn zonder dat deze een hoogte heeft. Als laatste is in het model aangegeven (=) dat de hoogte en druk van het water hier eigenlijk gelijk zijn. De druk van een kolom met water hangt immers alleen af van de hoogte van het water en van niets anders.



**Figuur 6: model fragment van een kolom met water**

Op de volgende pagina staat een voorbeeld van een procesfragment uit het voorbeeld van de communicerende vaten.



The screenshot displays the 'Water flow (Process fragment) - Model Fragment Editor' window. The diagram illustrates a complex causal network for water flow. Key nodes include:

- Kolom met water** (top left and top right)
- Kolom** (top left and top right)
- Water pad** (top center)
- Stroom** (top center)
- Water** (middle left and middle right)
- Hoeveelheid** (bottom left and bottom right)
- Hoogte** (bottom left and bottom right)
- Druk** (bottom center)

The diagram features several causal links and constraints:

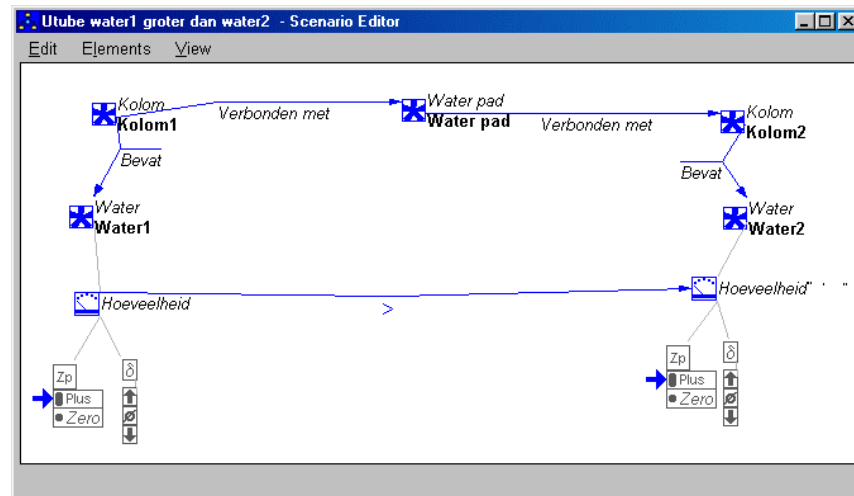
- Verbonden met** (Connected to): Red arrows connecting 'Kolom met water' to 'Water pad' and 'Water pad' to 'Kolom'.
- Bevat** (Contains): Grey arrows connecting 'Kolom' to 'Water'.
- Plus** (Addition): Blue arrows connecting 'Stroom' to 'Water' and 'Water' to 'Druk'.
- Zero** (Zero): Blue arrows connecting 'Stroom' to 'Water' and 'Water' to 'Druk'.
- corr** (Correlation): Grey arrows connecting 'Hoeveelheid' to 'Hoogte' and 'Hoogte' to 'Druk'.
- =** (Equality): Grey arrows connecting 'Hoogte' to 'Druk'.
- <** (Less than): Grey arrows connecting 'Hoeveelheid' to 'Druk'.
- >** (Greater than): Red arrow connecting 'Druk' to 'Hoeveelheid'.

The diagram also includes various control elements like sliders and buttons for adjusting parameters.

Maak nu zelf de modelfragmenten voor osmose. Hierbij is het weer van groot belang om goed naar de beschrijving van osmose te kijken en de verschillen en overeenkomsten met de communicerende vaten goed in kaart te brengen. Overleg hierover vooraf goed met je partner en gebruik het aantekeningenveld om eventuele dingen snel even te schetsen voordat je ze in Homer aanmaakt.

## STAP 6: Het maken van een scenario

In figuur 8 staat een scenario, de beginsituatie voor de simulatie. In het scenario staat twee maal een kolom met water beschreven. Hierdoor is twee maal aan de conditie van het model in figuur 6 voldaan. De simulator leidt daardoor af dat alle consequenties van dat model gelden, bijvoorbeeld dat het water een hoogte en druk heeft. Ook staat er dat de twee kolommen met elkaar verbonden zijn via een waterpad en dat de hoeveelheden water ongelijk zijn. Hiermee is aan de conditie van het model in figuur 7 voldaan. De simulator leidt dus uit deze beginsituatie af dat er een waterstroom gaat optreden omdat aan alle voorwaarden van het waterstroom model is voldaan.



**Figuur 8: scenario hoeveelheid water ongelijk**

Maak nu een scenario waarmee de simulator de vraag uit de opdracht kan beantwoorden. Dus “Wat gebeurt er als gevolg van osmose met de concentratie suikers in een cel als er een situatie is waarbij door een externe oorzaak de hoeveelheid suiker in het bloed toeneemt?”.



## AB. Tests

### AB1. Domain knowledge test

#### Reasoning from structure

1. Als twee oplossingen bestaande uit water en grote moleculen worden gescheiden door een membraan waar het water wel doorheen kan stromen, maar de grotere moleculen niet, wat is dan de directe oorzaak voor het optreden van osmose?
  - a. het verschil in de hoeveelheid grote moleculen tussen de twee oplossingen.
  - b. het verschil in de hoeveelheid water tussen de twee oplossingen.
  - c. het verschil in de concentratie grote moleculen in de twee oplossingen.
2. Is er in de beschrijving van osmose een essentieel verschil tussen het stromen van water en de aanwezigheid van een bepaalde concentratie grote moleculen in een cel?
  - a. Ja, het stromen van water is een dynamische eigenschap en de concentratie moleculen een statische eigenschap
  - b. Ja, het stromen van water is een statische eigenschap en de concentratie moleculen een dynamische eigenschap
  - c. Nee, er is geen verschil

#### Modelling assumptions

3. Is het voor het bepalen van de osmotische waarde van een oplossing van belang te weten welke soort grote moleculen in de oplossingen aanwezig is?
  - a. Ja, dit heeft immers invloed op de concentratie grote moleculen in de oplossing
  - b. Nee, als maar bekend is of de moleculen zich wel of niet door het membraan kunnen verplaatsen
  - c. Ja, dit bepaald immers de snelheid van het osmotische proces.
4. Welke hoeveelheid heeft de grootste directe invloed op een toe of afname van de wanddruk van een cel (ook wel turgor genoemd) als gevolg van osmose?
  - a. de hoeveelheid water in de cel
  - b. de hoeveelheid grote moleculen in de cel
  - c. de hoeveelheid grote moleculen in de oplossing rondom de cel

## Causality

5. Wat is de directe oorzaak van een toename van de osmotische waarde?
  - a. de concentratie grote moleculen
  - b. de hoeveelheid water
  - c. de hoeveelheid grote moleculen
  
6. Wat gebeurt er als de osmotische waarde van de omgeving hoger is dan de osmotische waarde van de cel?
  - a. de hoeveelheid water in de cel neemt toe en de hoeveelheid water in de omgeving neemt af.
  - b. de hoeveelheid water in de cel neemt af en de hoeveelheid water in de omgeving neemt toe.
  - c. De hoeveelheid grote moleculen in de cel neemt af en de hoeveelheid grote moleculen in de omgeving neemt toe.
  
7. Wat gebeurt er met de concentratie grote moleculen in een cel als de hoeveelheid water in de cel toeneemt?
  - a. deze concentratie neemt toe
  - b. deze concentratie neemt af
  - c. deze concentratie blijft gelijk
  
8. Wat gebeurt er met de osmotische waarde van de omgeving als hierin de concentratie grote moleculen toeneemt?
  - a. de osmotische waarde neemt af
  - b. de osmotische waarde neemt toe
  - c. de osmotische waarde blijft gelijk
  
9. Wat is de oorzaak van een toename van de wanddruk van een cel als gevolg van osmose?
  - a. een toename van de hoeveelheid grote moleculen in de cel
  - b. een toename van de hoeveelheid water in de cel
  - c. een toename van zowel de hoeveelheid water en de hoeveelheid moleculen in de cel

### Critical values

10. Zijn de onderstaande beweringen juist of onjuist?

- I De osmotische waarde van een oplossing kan negatief zijn.
- II De concentratie van een oplossing kan negatief zijn.

- a. I is onjuist, II is juist
- b. I is juist, II is onjuist
- c. Zowel I als II zijn onjuist

### Inheritance

11. Zijn de onderstaande beweringen juist of onjuist?

- I Een gesloten container is een speciaal type container
- II Een gesloten container heeft alle eigenschappen van een container

- a. I is onjuist, II is juist
- b. I is juist, II is onjuist
- c. Zowel I als II zijn juist

### Changing states

12. Welk evenwicht ontstaat vanuit een beginsituatie waarin de osmotische waarde van een cel hoger is dan de osmotische waarde van de omgeving van deze cel?

- a. de hoeveelheid water in de cel wordt gelijk aan de hoeveelheid water in de omgeving
- b. de hoeveelheid grote moleculen in de cel wordt gelijk aan de hoeveelheid grote moleculen in de omgeving.
- c. de osmotische waarde van de cel wordt gelijk aan de osmotische waarde van de omgeving.



## AB2. Attitude questionnaire

Naam:

Groep:

In deze vragenlijst vind je een aantal vragen over je eigen ervaring tijdens het onderzoek van de afgelopen twee weken. Je kunt steeds één antwoord omcirkelen.

A1. Hoe vond je het om mee te werken aan dit onderzoek? Ik vond dit...

1. erg leuk
2. leuk
3. neutraal
4. niet leuk
5. helemaal niet leuk
  
6. weet niet/geen mening

A2. Wat vond je van het programma HOMER? Vond je dit...

1. erg makkelijk om te gebruiken
2. makkelijk om te gebruiken
3. neutraal
4. moeilijk om te gebruiken
5. erg moeilijk om te gebruiken
  
6. weet niet/geen mening

A3. Wat vond je van de verschillende termen/begrippen (zoals entiteiten, quantiteiten, etc.) die in HOMER gebruikt worden? Vond je de betekenis van deze termen over het algemeen...

1. erg makkelijk te begrijpen
2. makkelijk te begrijpen
3. neutraal
4. moeilijk te begrijpen
5. erg moeilijk te begrijpen
  
6. weet niet/geen mening

A4. Vind je dat je door het bouwen van de modellen meer kennis hebt gekregen over osmose?

1. ja, ik heb nu meer kennis over osmose
2. neutraal
3. nee, ik heb niets nieuws geleerd over osmose
  
4. weet niet/geen mening

Nu krijg je een aantal vragen over de verschillende stappen die je tijdens het modelbouwen hebt gemaakt. De vraag is steeds hoe moeilijk je deze stap vond. Als je niet bent toegekomen aan de genoemde stap, vul dan weet niet/geen mening in.

B1. Wat vond je van het identificeren en selecteren van de entiteiten en structurele relaties (configuraties)?

1. erg makkelijk
2. makkelijk
3. neutraal
4. moeilijk
5. erg moeilijk



6. weet niet/geen mening

B2. Wat vond je van het identificeren en selecteren van de quantiteiten?

1. erg makkelijk
2. makkelijk
3. neutraal
4. moeilijk
5. erg moeilijk
6. weet niet/geen mening

B3. Wat vond je van het kiezen en aanmaken van de quantity spaces?

1. erg makkelijk
2. makkelijk
3. neutraal
4. moeilijk
5. erg moeilijk
6. weet niet/geen mening

B4. Wat vond je van het selecteren en aanmaken van de oorzaak-gevolg relaties (bijvoorbeeld  $\propto$  en I-) in de model fragmenten?

1. erg makkelijk
2. makkelijk
3. neutraal
4. moeilijk
5. erg moeilijk
6. weet niet/geen mening

B5. Wat vond je van het kiezen van de modelfragmenten die je nodig had en welke informatie in welk modelfragment moest worden weergegeven (bijvoorbeeld het verschil tussen statisch en procesmodel)?

1. erg makkelijk
2. makkelijk
3. neutraal
4. moeilijk
5. erg moeilijk
6. weet niet/geen mening

B6. Wat vond je van het aanmaken van een scenario?

1. erg makkelijk
2. makkelijk
3. neutraal
4. moeilijk
5. erg moeilijk
6. weet niet/geen mening

B7. Welk van de bovenstaande stappen vond je het moeilijkst?

1. het identificeren en selecteren van de entiteiten en structurele relaties (configuraties)
2. het identificeren en selecteren van de quantiteiten
3. het kiezen en aanmaken van de quantity spaces
4. het selecteren en aanmaken van de oorzaak-gevolg relaties (bijvoorbeeld  $\infty+$  en I-) in de model fragmenten
5. het kiezen van de modelfragmenten die je nodig had en welke informatie in welk modelfragment moest worden weergegeven
6. het aanmaken van een scenario
7. weet niet/geen mening

Nu volgen een aantal vragen over de hulpmiddelen die je tijdens het modelbouwen tot je beschikking had. De vraag is steeds hoe nuttig je dit hulpmiddel vond.

C1. De eerste introductie over simulaties?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C2a. De tekst over osmose (**alleen de tekst**)?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C2b. De figuur van osmose (**alleen de figuur**)?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C3a. Het gedeelte met uitleg over de onderdelen (deel A) van HOMER in de HOMER handleiding?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C3b. Het gedeelte over het bouwen van een model (de stappenschema's) in de HOMER handleiding?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C4. De losse bladen met de verschillende iconen en de verklarende woordenlijst?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C5. De voorbeelden van communicerende vaten bij iedere stap uit de opdracht?

1. erg nuttig
2. nuttig
3. neutraal
4. niet nuttig
5. helemaal niet nuttig
6. weet niet/geen mening

C6. Kun je nu een volgorde aanbrengen in de verschillende hulpmiddelen naar mate van gebruik. Het hulpmiddel waar je het meeste aan hebt gehad tijdens het bouwen geef je het cijfer 1, het hulpmiddel waaraan je het minst hebt gehad het cijfer 7.

- |      |  |
|------|--|
| .... | De eerste introductie over simulaties  |
| .... | De tekst over osmose   |
| .... | De figuur van osmose   |
| .... | De gedeelte met uitleg van de verschillende onderdelen uit de HOMER handleiding          |
| .... | Het gedeelte over het bouwen van een model (de stappenschema's) uit de HOMER handleiding |
| .... | De losse bladen met de iconen en de verklarende woordenlijst                             |
| .... | De voorbeelden van communicerende vaten bij iedere stap uit de opdracht                  |

Tot slot nog een paar achtergrondvragen die van belang zijn voor de analyse van de resultaten. Uiteraard wordt hiermee vertrouwelijk omgegaan.

D1. Hoe veel tijd zit je gemiddeld per week achter een computer?

... uur

D2. Kun je dmv een kruisje aangeven of je de volgende vakken in je vakkenpakket hebt en zo ja, wat je gemiddelde cijfer het afgelopen schooljaar was voor dit vak.

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| ... Engels      | gem. cijfer: |
| ... Wiskunde A  | gem. cijfer: |
| ... Wiskunde B  | gem. cijfer: |
| ... Natuurkunde | gem. cijfer: |
| ... Scheikunde  | gem. cijfer: |
| ... Biologie    | gem. cijfer: |

D3. Welke andere software heb je tijdens practica op school het afgelopen jaar gebruikt?

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...

*Dit waren de vragen.*

*Bedankt voor het invullen!*

1 Transcript groep A

2

3 1: leerling 1

4 2: leerling 2

5 3: begeleider experimenten

6

7 leerling 1 zit achter de pc

8 () is eigen commentaar

9 \* zijn acties van de leerlingen op het scherm

10

11 A: entiteiten scherm

12 B: configuratie scherm

13 C: quantity scherm

14 D: quantity space scherm

15 E: modelfragments scherm

16 F: scenario

17

18 (tegen einde les 1)

19

20 (allen lezen homer handleiding)

21

22 centrale vraag leerling 1 groep b: wat ik niet begrijp is dat de afgeleide negatief, nul of

23 positief kan zijn.

24 3 de afgeleide is de richting waarin iets beweegt. als de afgeleide positief is dan neemt iets toe

25 en als de afgeleide negatief is dan neemt iets af en als het gelijk blijft dan is de afgeleide

26 nul.

27 2 je hebt toch wiskunde gehad, het is  $f'(x)$

28 3 ja, als een grafiek omhoog loopt dan is de afgeleide plus. maargoed met grafieken hebben we

29 verder niets te maken hier, maar wat wel belangrijk is dat als je een situatie schetst van nu is

30 er die hoeveelheid, dan doe je dat aan de hand van een waarde, bijvoorbeeld de hoeveelheid is plus

31 of iets dergelijks, wat je dan ook maar kiest, en de afgeleide is nul. Dat betekent dat...

32 Hanna: dat het constant is

33 3 ja, dat het plus is en dat het constant blijft. Maar je kunt ook zeggen dat de situatie zoals

34 die nu is dat de waarde plus is en de afgeleide ook plus. Dit betekent dat de hoeveelheid plus is

35 die in deze situatie ook nog een keer toeneemt, dus dat er al een hoeveelheid is en dat deze ook

36 nog toeneemt. Dat zijn dus de twee manieren waarop je zo'n kwantiteit/variabele elke keer

37 definieert zegmaar...

38 (uitdelen opdracht)

39 (korte uitleg over comvat en uitleggen stappen uit de opdracht)

40 (lezen opdracht)

41

42 (begin modelbouw)

43 0:00

44 A

45 2 eerst op het aantekeningenblad

46 \* voegt kolom toe

47 \* haalt kolom weer weg

48 1 kolom toch

49 \* voegt kolom toe

50 \* voegt pad toe

51 \* voegt waterpad onder pad toe

52 2 leg me uit dan

53 \* voegt substantie toe

54

55 \* voegt water toe

56 1 ok

57 1 ok <leerling 2>, deze heb ik toegevoegd. we moeten zo'n bakje maken

58 1 collapse, wat is collapse nou weer?

59 \* collapse substantie

60 \* expand substantie

61 1 moeten we het ook opslaan?

62 3 ja, maar dat doe ik aan het eind

63 1 ok, dit hebben we dan alvast gemaakt

64 1 snap je hoe ik dit gemaakt heb?

65 2 nee

66 1 kijk als je hier op klikt.. en dan add child.. dan krijg je hier een nieuwe...

67 0:05

68 1 wat gaan we doen

69 1 configurations

70 B

71 1 welke moeten we maken, bevat?

72 2 ja, bevat...

73 2 ik snap er echt helemaal niks...

74 \* voegt bevat toe, maar drukt cancel

75 (bel einde les 1)

76  
77 0:10:30 - 0:14:30 (dvd loopt door)  
78  
79 (les 2)  
80 B  
81 \* voegt bevat toe  
82 2 we moeten even lezen hier entities, agents, ...  
83 1 ok, wat gaan we doen  
84 2 maar kunnen we deze nu niet al dichtdoen?  
85 1 nee, entiteiten laten we open  
86 2 zullen we deze maken?  
87 2 nee...  
88 3 kijk goed naar het voorbeeld van de comvat  
89 1 ja, die zocht ik...  
90 2 waar is de opdracht?  
91 1 ok, het volgende, wat gaan we nu doen? configuraties  
92 2 entiteiten  
93 1 nee, die hebben we al, dat is deze  
94 2 ok, stap 2, configuraties, configuraties zijn de structurele relaties... (leest opdracht)  
95 \* voegt verbonden met toe  
96 1 ok, deze hebben we, volgende...  
97 2 maak nu weer een lijst met verbindingen die je denkt nodig te... (leest opdracht)  
98 A  
99 1 ok, wat nu?  
100 2 wat hebben we nog meer nodig?  
101 1 een, hoe heet dat...  
102 1 eh, een vat  
103 \* voegt ent vat toe  
104 2 entities?  
105 1 een vat  
106 2 een vat bevat de substantie water  
107 1 dat moeten we hier maken dus...  
108 \* voegt water toe direct onder entity  
109 (name already used)  
110 2 ja, die hebben we al  
111 1 (vraagt aan mij) we hebben hier een vat en daar moet water in, maar dat lukt niet.  
112 1 kijk hier (onder vat, add child water) en dan zegt ie name is used.  
113 3 ja, je moet niet vergeten, dat staat ook in de handleiding werken met homer, dat entiteiten een  
114 soort verzamelnaam is voor een heleboel verschillende dingen waar bijvoorbeeld water in kan  
115 zitten. Entiteiten heb je zegmaar nodig als een soort verzamelnaam.  
116 2 oh, dus we hoeven hier nog geen water in het vat te doen?  
117 3 nee, klopt  
118 1 maar klopt het wel dat we hier zo'n vat hebben?  
119 3 ja, je moet gewoon bekijken wat heb ik straks allemaal nodig voor onderdelen om straks te kunnen  
120 zeggen hoe osmose er uit ziet. Pak het tekeningetje er bij uit de opdracht.  
121 0:10  
122 2 dit? (voorbeeld comvat)  
123 3 dat is voor comvat, osmose staat op een los blaadje  
124 1 wij waren de handleiding aan het maken  
125 2 oh ok, wij waren dit aan het maken (entity scherm)  
126 3 ja, dat is goed, maar kijk, hier (osmose fig) krijg je al een heleboel hints over wat je nodig  
127 hebt uit de echte wereld.  
128 1 ja, maar waar staat dan die opdracht?  
129 1 oh wacht, o ja, de opdracht...  
130 2 dan gaan we nu naar kwantiteiten, gaan we nu naar kwantiteiten <leerling 1>?  
131 D  
132 1 oh maar wacht, is de kolom niet het vat?  
133 2 ja  
134 A  
135 1 dus wat jij hebt slaat nergens op  
136 \* haalt vat weg  
137 D  
138 2 ok, dan gaan we nu naar quantity spaces  
139 2 ok, en druk, ja druk, we maken een nieuwe en die noemen we druk  
140 \* maakt q.s. druk aan  
141 1 hier add high, o wacht, doe maar splitten...  
142 \* drukt op alle knoppen tegelijk (add high, low. split, etc)  
143 1 huh? <leerling 1>...  
144 \* haalt alles weg  
145 (wil lege q.s. opslaan -> melding)  
146 3 ja, jullie komen nu op een punt, dat staat wel duidelijk in de opdracht, je moet eerst even alle  
147 stappen doorlezen...  
148 2 ok, q.s. iedere kwantiteit heeft een aantal mogelijke waardes (leest opdracht).. in het  
149 voorbeeld van de comvat kan bijvoorbeeld de waarde maximum worden toegevoegd...  
150 1 ah, maximum  
151 2 ... als de waarde van de hoeveelheid water (leest verder)  
152 ( 1 luistert niet, maar klikt maar wat...)

153 3 als je bij een nieuwe stap komt dan is het handig om de homer handleiding er ook even bij te  
154 pakken. Hier vind je hoe je bij zo'n nieuwe stap dingen toevoegt in HOMER. Ik zie dat een aantal  
155 van jullie bezig is met q en q.s. en daarvoor staat in de homer handleiding een stappenschema hoe  
156 je die aanmaakt.  
157 1 <leerling 2>?  
158 2 ja, je hebt er zelf ook 1, lees dan...  
159 (gaan handleiding en opdracht bekijken)  
160 2 kijk nu voor iedere q die je bij stap 3 hebt gevonden welke waardes die aan kan nemen (leest  
161 ober)  
162 2 is kleur ook een quantity definition?  
163 3 nee, dat is een attribute definition, maar die heb je niet nodig voor de opdracht. Laten we het  
164 niet nog ingewikkelder maken.  
165 2 maar waarom?  
166 3 een kleur is niet iets wat niet echt variabel is. Een stoel heeft bijvoorbeeld één kleur, deze  
167 kan niet veranderen.  
168 2 ja, maar als je blauw en geel mengt dan krijg je toch groen?  
169 3 ja, maar dan nog als je zegt ik heb hier een stoel, dan heeft die een kleur en die staat vast.  
170 Het is niet iets wat tijdens een...  
171 2 en over verf?  
172 3 ja, ok als je een model maakt over verf, dan zou het misschien variabel kunnen zijn.  
173 2 ok, laten we dat nu ook maar vast doen, dan weten we tenminste...  
174 3 nee, maak het niet ingewikkelder dan het al is  
175 1 nee, <leerling 2>, jij snapte dit al niet, dus...  
176 2 hé, daar gaan we geen grappen over maken hè  
177 ... (lezen verder)  
178 2 oh, we hebben bij q.s. nu alleen plus en zero nodig  
179 \* editten mzp q.s. en drukken op copy  
180 (mzp copy verschijnt)  
181 1 ik snap het niet  
182 \* editten weer mzp q.s.  
183 2 ik snap het niet  
184 1 hier comvat  
185 2 ja, maar laten we daar nu maar even niet naar kijken.  
186 \* edit weer mzp  
187 1 oh wacht, zp noemen we hem  
188 (weer foutmelding)  
189 \* drukken op new, daarna weer op mzp als er niets verschijnt bij definition  
190 1 hè?  
191 1 ik snap het niet, we moeten dan toch daarboven invullen?  
192 1 (zucht)  
193 3 jullie willen hier een q.s. aanmaken?  
194 1 ja, maar we snappen niet hoe dat moet.  
195 3 nee, dat is ook een beetje lastig. Dingen over het bedienen van het programma mogen jullie  
196 altijd aan mij vragen. Je moet nu eerst new drukken, en nu ben je bezig met het maken van een  
197 nieuwe q.s. anders ben je die andere aan het editten.  
198 1 ok en dan nu druk of zp?  
199 2 zp? druk noemen we hem gewoon  
200 \* voegen qs. druk toe met punt zero en interval plus  
201 2 hoe slaan we hem nu op?  
202 0:15  
203 3 door op save changes te drukken, dan op close en dan opnieuw openen. Kijk nu staat hij er bij.  
204 Sorry, dat is een beetje lastig van het programma hij zet hem niet meteen er bij.  
205 1 ok en nu de volgende  
206 2 ja, concentratie enzo, moet er toch ook bij?  
207 3 dingen die je nodig hebt kun je heel veel uit de opdracht halen.  
208 2 wat staat hier allemaal nog bij? hoeveelheid, hoogte, stroming en druk. Nou dan vind ik  
209 concentratie niet slecht bedacht.  
210 1 concentratie moet niet.  
211 2 concentratie moet wel.  
212 2 tuurlijk moet concentratie wel, het gaat toch over osmose  
213 \* voegt q.s. concentratie toe  
214 1 add point?  
215 2 concentratie, dat kan ehm.. zero en plus ja  
216 1 ja  
217 1 save changes  
218 1 ok hij zit er al  
219 1 en nu  
220 2 hoogte  
221 \* voegen q.s. hoogte met point zero en interval plus toe  
222 1 nog andere?  
223 2 ehm.. hoeveelheid  
224 \* voegt q.s. hoeveelheid toe met zero en plus  
225 1 ok  
226 2 ja  
227 2 hier staat ook nog stroming  
228 1 die heeft ook zero en plus of niet?  
229 2 ja

230 \* voegt q.s. stroom toe met zero plus  
 231 2 en ook add low  
 232 1 hoezo?  
 233 2 want stroming kan toch en naar links en naar rechts  
 234 1 ok, dan doen we hier min  
 235 2 is dat min?  
 236 1 ja, dat is toch min?  
 237 2 ja, ik denk het wel  
 238 \* voegt min toe bij stroming  
 239 1 ok, dit is goed toch tot nu toe  
 240 2 ja  
 241 (klikt door alle q.s.)  
 242 1 wat is die mzp?  
 243 3 dat is een standaard q.s. min, zero en plus en is nodig voor de afgeleide steeds, dus vandaar  
 244 dat die er standaard instaat.  
 245 2 maakt temperatuur ook uit?  
 246 3 dat zijn echt dingen die moet je proberen uit de opdracht te halen, daar geef ik geen antwoord  
 247 op  
 248 2 ik denk het wel, ja ik denk het wel  
 249 2 want de dichtheid wordt dan lager  
 250 1 ja, maar dan kun je ook zeggen de zwaartekracht, die kan variëren als je op de maan zit of op de  
 251 aarde  
 252 2 ja, maar we doen het op de aarde  
 253 1 en temperatuur, hoezo.. als het daalt?  
 254 2 ja, dan wordt het ijs en dan stroomt het niet meer  
 255 1 maar als het hoger wordt, dan wordt het hoe heet het...  
 256 \* voegt q.s. temperatuur toe met waardes min, zero en plus.  
 257 1 en doe dan ook nog eens een begrenzer op -273. of ga je niet zo ver?  
 258 F  
 259 2 gaan we nu dit doen?  
 260 1 scenario's.. hebben we nu dan alles?  
 261 0:20  
 262 E  
 263 (klikt wat heen en weer)  
 264 F  
 265 1 is het een scenario? wat moeten we nu doen?  
 266 2 ehm. een waterkolom toevoegen  
 267 F  
 268 \* voegt scenario waterkolom toe  
 269 \* opent scenario  
 270 \* voegt ent. kolom toe  
 271 1 entity, wat gaan we nog meer toevoegen?  
 272 1 water  
 273 \* voegt ent water toe  
 274 1 ok, we moeten hier iets tussen doen.  
 275 2 maar we waren toch nog bij die variabelen?  
 276 1 nee, hier, dit gaan we doen  
 277 \* selecteert kolom en kijkt in menu's  
 278 1 quantity  
 279 (klikt edit definitions)  
 280 D  
 281 1 oh, hier deze (ziet lijst met q.s.)  
 282 klikt maar wat rond in de menu's)  
 283 \* klikt op edit kwantiteit, new quantity, voegt q.s. concentratie toe en slaat op  
 284 \* voegt de quantity "new quantity definition" toe bij water  
 285 1 hey  
 286 2 huh?  
 287 1 jaha  
 288 1 ok, nu gaan we hier iets doen met bevat  
 289 2 maar wat was allemaal klaar? oh ja, variabele...  
 290 2 dus dat is een variabele?  
 291 1 ik zou het je niet kunnen vertellen  
 292 2 de q.s. is de verbinding tussen die variabele  
 293 3 de mogelijke waardes  
 294 2 oh ja  
 295 1 maar wat ik nu wil weten is, hoe krijgen we een nieuwe.. een bevat?  
 296 2 ehm, ga es naar q.s.  
 297 \* dubbelklikt op de quantity "new quantity def"  
 298 1 hier, krijg je ook hoeveelheid.  
 299 2 nee, dit zijn de quantity properties  
 300 \* selecteert hoeveelheid uit lijst met q.s.  
 301 2 doe nog es q.s.  
 302 1 kijk, nu is het een hoeveelheid (q.s. hoeveelheid staat in scenario bij new q def.)  
 303 2 o ja, maar wat was dan... dat heet een configuration  
 304 2 een config is een structurele... (leest opdr)  
 305 2 dan moet je naar configuration  
 306 1 hier bedoel je?



```

307 B
308 2 ja
309 1 maar dat heb ik al
310 2 ehm
311 3 als je zoals nu, jullie willen een nieuw iets aanmaken, iets wat jullie nog niet hebben
312 gebruikt, dan is het handig om in de homer handleiding naar het stappenschema te kijken. Daar
313 staat hoe je dat invoegt
314 1 mag ik wat vragen?
315 3 ja
316 0:25
317 1 ik wil nu hier een configuration invoegen en ik snap niet hoe ik dat doe?
318 3 ja, dat staat nou precies in de homer handleiding
319 2 ja, misschien moet je dat even opzoeken in de homer handleiding <leerling 1>...
320 ( 1 klikt gewoon verder)
321 * selecteert water en quantity invoegen
322 * drukt edit definitions
323 * druk copy
324 * geeft naam water
325 * slaat op
326 * drukt cancel
327 * gaat terug naar edit definitions (water staat er bij)
328 * selecteert q.s. hoeveelheid
329 * drukt save changes
330 * close
331 (nu terug in add a new quantity scherm)
332 (1 heeft inmiddels 3 kwantiteiten:
333     water met daarbij alle q.s. die ze hebben gemaakt toegestaan
334     new quantity definition met alle q.s.
335     new quantity definition (copy) met daarbij alle q.s.)
336 2 <leerling 1>, selecteer kolom
337 1 wacht ff
338 2 <leerling 1>, doe even wat ik zeg!
339 1 ja, ok
340 2 selecteer kolom en die ander
341 1 hoe kan ik ze allebei selecteren?
342 2 met SHIFT
343 2 hier, er staat selecteer nu kolom en water..
344 * opent conditiemenu en voegt configuratie bevat toe
345 1 ah! ok dan.
346 2 ja, je moet doen wat die jongen zegt
347 3 ja, het staat er allemaal in. Als je niet leest kom je er niet uit.
348 1 ok, water
349 * haalt quantity "new q.def" weg
350 1 kijk, dan klikken we op water en dan doen we deze (quantities uit elements menu) er bij.
351 1 deze (lijst met q defs) heb ik gemaakt, maar dat klopt eigenlijk helemaal niet.
352 C
353 * kikt edit definitions en haalt alle q weg
354 1 zo, een nieuwe, en dan gaan we deze er allemaal bij doen
355 * selecteert alle qs die zijn aangemaakt en drukt op add qs
356 2 nee, niet druk.. of wel druk.. geen concentratie
357 2 ja, nou.. wel stroom, geen concentratie
358 1 temperatuur toch ook
359 2 nee, geen temperatuur
360 3 ja, nu lopen jullie weer tegen iets aan van het programma. Je kunt er maar 1 tegelijk invoegen.
361 Wat je nu doet...
362 * haalt qs weg, alleen druk blijft staan
363 1 en dan hier op ok drukken
364
365     en nu is ie weer weg
366 2 ja, als je dan weer klikt, dan is ie weg (lijst met kwantiteiten is leeg)
367 * klikt opnieuw edit definitions
368 3 ja, kijk hieronder zijn je qs. (onderin) en hier boven maak je de q. aan. Je moet dus hier een
369 naam opgeven van de q. en dan vervolgens hier onder de juiste qs. er bij selecteren.
370 1 maar dit is dan toch druk
371 3 ja, dat kan, maar er is dus een verschil tussen de q, dat is puur het label van de variabele en
372 de bijbehorende qs, die ook weer een naam heeft, maar die wordt gebruikt om aan te geven welke
373 waarden de kwantiteit aan kan nemen.
374 2 maar het heet dus hetzelfde?
375 3 dat ligt er aan hoe jij ze noemt
376 * maakt q druk aan en selecteert qs druk, maar kiest close. (weer alles weg)
377 3 nu heb je geen save gedaan.
378 2 oh
379 3 toch wel, hij staat er nu bij.
380 1 oh, en dat moet ik nu ook bij deze doen, hetzelfde...
381 * maakt hoogte aan met qs. van hoeveelheid
382 1 en nu temperatuur?
383 2 nee, hoeveelheid

```

384 1 ok, hoeveelheid  
385 \* maakt q hoeveelheid aan  
386 2 wat is dat new quantity definition, is dat net zoiets als mzp daarnet (in lijst met q)  
387 3 nee, die hebben jullie gewoon eerder al toegevoegd. Jullie hebben op save gedrukt zonder eerst  
388 de naam te veranderen.  
389 2 oh, ok. dus dat is gewoon dom?  
390 3 die kun je inderdaad weghalen.  
391 \* haalt new q def weg  
392 1 ok, nu een nieuwe en die noemen we hoeveelheid  
393 \* maakt q hoeveelheid aan met qs hoeveelheid  
394 1 ok, de hoogte de hoeveelheid en de temperatuur.  
395 2 nee, stroom  
396 1 ok, stroom  
397 \* maakt q stroom aan met qs. stroom  
398 F  
399 \* terug naar add quantity scherm en maakt selecties  
400 1 oh, er kan er maar een tegelijk, nu gaan we eerst de druk toevoegen  
401 \* voegt q druk in  
402 1 en nu nog eentje  
403 \* voegt q hoeveelheid in  
404 0:30  
405 1 voor hoogte maken we ook een hoeveelheid  
406 \* voegt q hoogte in (met qs. hoeveelheid)  
407 2 en de stroom  
408 \* voegt q stroom in  
409 1 ok dan, dan hebben we dit  
410 2 lijpe shit ouwe.  
411 2 ok, en nu gaan we de consequenties er aan toevoegen  
412 1 ok.. en wat gaan we nu precies doen  
413 2 rintse, er staat hier dat er allemaal pijlen moeten staan, maar die staan er niet.  
414 1 is dat een probleem?  
415 3 nee, dat is geen probleem, maar als je hier op klikt, dan zie je wel een volgorde. Je hebt dus  
416 nu kolom bevat water, in die volgorde.  
417 1 maar moeten we nu hier nog een kolom maken of niet?  
418 1 ja, en dan verbonden met, ok kolom links  
419 2 ja, met het waterpad.  
420 \* voegt kolom toe (foutmelding name taken)  
421 1 oh, je kan er maar eentje invoegen  
422 2 maar dan noemen we hem kolom2  
423 2 oh, die moeten we eerst aanmaken in... quantity definitions  
424 \* vernadert de naam en voegt 2e kolom in (kolom2) in scenario  
425 1 ok, kolom2 en dan is het deze (kolom) verbonden met deze (kolom2)  
426 \* voegt verbonden met in tussen kolom en kolom2  
427 2 nee...  
428 1 ok en dan deze  
429 \* voegt bevat in tussen kolom2 en water  
430 1 ok, kijk hier staat er één of andere alfa tussen (wijst comvat)  
431 \* voegt inequality toe tussen druk en hoeveelheid  
432 1 ik weet niet wat ik heb gedaan, haha  
433 \* haalt inequality weer weg  
434 1 kijk, als de hoogte toeneemt, dan neemt de druk toe toch, of niet?  
435 0:35  
436 3 vergeet niet, dat je hier een model moet maken van osmose.  
437 2 hé, maar wij maken het model van de comvat.  
438 3 ja, maar dat heb ik jullie al gegeven, dat is een voorbeeldmodel. Jullie moeten een model van  
439 osmose maken.  
440 2 ja, maar dat is superlastig!  
441 3 ja, ik heb toch gezegd dat het een moeilijke opdracht was. Dat voorbeeldmodel staat er bij om te  
442 laten zien hoe je de verschillende stappen zet als je een model van communicerende vaten maakt. de  
443 bedoeling is dat jullie zelf bedenken hoe je dat voor osmose doet.  
444 2 lastig  
445 C  
446 1 (klikt weer een eind weg, luistert niet) we moeten er ook nog eentje voor temperatuur doen.  
447 3 ja, ik denk dat jullie even weer wat stappen terug moeten.  
448 2 weet je hoe wij dat noemen: ikvinhetnietleuk  
449 1 dus dan moeten we eigenlijk weer helemaal opnieuw beginnen.  
450 2 ja  
451 3 ik denk dat jullie zo nu en dan te snel willen. Je moet echt even goed de opdracht lezen  
452 2 ja, maar we hadden de opdracht gelezen.  
453 A  
454 1 ok, dan moeten we hier.. kolom2...  
455 2 nee, waterpad moet weg, want dat is dan de sp wand..  
456 2 oh nee, hij mag wel blijven, maar de naam is dan sp wand  
457 1 ok  
458 \* voegt sp wand in (invalide name given)  
459 2 hè?  
460 1 hoezo mag dit niet?

461 2 we willen een waterpad een sp wand noemen, maar dat kan niet?  
462 \* haalt het streepje weg  
463 1 kijk es  
464 3 ja, inderdaad.  
465 1 ok, en nu kan waterpad dus weg.  
466 2 nee... ja.. nee  
467 2 kijk die kolommen zijn verbonden door het waterpad en dat waterpad moet blijven, maar moet nu sp  
468 wand heten. dus dat sp wand moet weg (aparte ent)  
469 1 deze (sp wand) noemen we gewoon semi  
470 2 nee.  
471 \* haalt sp wand weg en voegt sp wand toe als child onder pad.  
472 1 <leerling 2>, kijk dit is het toch nu?  
473 1 ja  
474 2 ehm... nee, er zijn meer substanties.  
475 1 moleculen  
476 2 nee suiker  
477 \* voegt suiker onder substantie toe  
478 2 maar rintse, dat osmose wat we nu moeten doen gaat dat om suiker in water of een andere stof?  
479 3 dat maakt in principe niet uit. Het gaat om het principe zegmaar van osmose, dus of je het  
480 suiker noemt, of...  
481 1 ok, we noemen het suiker  
482 2 ja, suiker  
483 3 je mag het zelf weten, als het maar een stof is die niet door dat membraan kan.  
484 1 ok nu hebben we dit.  
485 2 zo, klaar  
486 1 oh, dan moeten we er eentje maken, een configuration, kan er wel door, kan er niet door  
487 B  
488 1 oh, kan... kan... kan wel  
489 2 kan doordringen  
490 \* voegt config kan doordringen toe  
491 2 shit, zijn we de hele les bezig geweest met bullshit  
492 3 ja, maar jullie hebben er wel van geleerd toch? je weet van een heleboel dingen al hoe je het  
493 programma moet bedienen enzo...  
494 \* voegt config kan niet doordringen toe  
495 2 ja, hij vooral  
496 3 ja, misschien moeten jullie zo nu en dan even ruilen. Maar ik hoor jullie wel overleggen over de  
497 beslissingen die je neemt, en daar gaat het uiteindelijk om natuurlijk.  
498 2 ja, ik snap alles wat hij doet, voorlopig.  
499 3 ja, als je hem kunt corrigeren zo nu en dan  
500 2 ja, dat is best vaak  
501 F  
502 1 ok, waterkolommen halen we weg  
503 \* verwijderd scenario waterkolommen  
504 1 en deze noemen we  
505 2 osmose  
506 \* voegt scenario osmose toe  
507 E  
508 2 wat doe je nou?  
509 2 je moet wel zeggen waar je mee bezig bent.  
510 F  
511 1 ok dit gaan we... we gaan eerst substantie toevoegen  
512 \* voegt suiker in  
513 2 mikaal, weet je nu wat voor model we gaan maken?  
514 2 kijk, glas bevat water. water heeft een hoeveelheid en de hoeveelheid bepaald de waterdruk  
515 2 dat gaan we dus doen. suiker moet weg.  
516 1 kijk, water hebben we ook nodig  
517 \* voegt water in  
518 2 gewoon suiker er onder  
519 \* voegt bevat in tussen water en suiker (switch arguments is ok)  
520 0:40  
521 1 ok, dan hebben we nu een kolom...  
522 2 en gewoon water. we hebben een nieuwe water nodig, water2  
523 2 hier noem deze water water1 en dan doen we de ander water2  
524 1 ok, en dan noemen we deze entity water2  
525 \* voegt ent (bovenste node!) in en veranderd de naam in water2  
526 2 nee  
527 1 jawel  
528 2 hè? nee, die moet ook water heten. water2 is water, geen entity  
529 1 jawel  
530 2 nee, die hebben we toch ook water genoemd (wijst water1)  
531 1 maar we moeten ok een glas hebben  
532 2 dat doen we zo  
533 2 kijk selecteer hier (lijst met ent.) water  
534 \* veranderd type voor water2 van entiteit naar water  
535 2 ok, en dan doen we alles een stukje naar beneden  
536 1 maar glas moeten we nog maken.  
537 A

538 1 nee bak  
539 2 bak?  
540 \* voegt entiteit bak toe  
541 F  
542 (einde dvd al -> mist klein stukje les 2)  
543  
544 (begin les 3)  
545 0:45  
546 (tijdens laatste minuten les 2 aangemaakt:)  
547 F  
548 \* voegt bak in  
549 \* voegt bak2 in  
550 \* voegt water in  
551 \* voegt water2 in  
552 \* voegt semi in  
553 \* voegt suiker in  
554 \* voegt verbonden met in tussen bak1 en bak2  
555 \* voegt bevat in tussen bak en water  
556 \* voegt bevat in tussen bak2 en water2  
557 \* voegt kan niet doordringen in tussen water en semi  
558 \* voegt kan doordringen in tussen water2 en semi  
559 \* voegt bevat in tussen water en suiker  
560 1 ok <leerling 2>, we gaan even verder  
561 2 wacht es even...  
562 1 maar nu, waar gaan we al die dingen doen, die quantities?  
563 2 dit is van jou, alsjeblieft (geeft papieren)  
564 1 quantities...  
565 1 druk.. maar druk maakt toch niks uit?  
566 2 zijn we hier al, het maken van mf? stap zes, maar daar zijn we helemaal toch niet?  
567 (1 klikt weer allerlei schermen, opent ze, sluit ze, maakt ze kleiner, groter, etc...)  
568 2 mag ik eens even kijken wat we al hadden? en kun je hier even wat dingen van weg doen (schermen  
569 die open staan)  
570 C  
571 1 we moeten nog...  
572 \* voegt q concentratie toe met qs. concentratie (edit hoogte)  
573 1 oh, nu heb ik hoogte verwijderd  
574 2 die maakt wel uit, want de hoogte bepaald de druk.  
575 \* voegt q hoogte toe met qs hoogte  
576 F  
577 1 ok, wat kan variëren bij water2?  
578 2 concentratie, hoeveelheid, hoogte en druk...  
579 1 ok  
580 \* voegt concentratie in bij water2  
581 1 wat nog meer? en wat bij water1?  
582 2 eerst water2 afmaken  
583 2 stroom hoogte, nee druk.. wacht ff stroom  
584 \* voegt stroom in bij water2  
585 1 eh, de hoeveelheid  
586 \* voegt hoeveelheid in bij water2  
587 0:50  
588 1 en de druk  
589 2 druk, nee hoogte, eerst hoogte  
590 \* voegt hoogte in bij water2  
591 2 wat staat daar voor vreemds? och jezus  
592 1 maar er is helemaal geen concentratie?  
593 2 druk, sowieso druk  
594 \* voegt druk in bij water2  
595 1 ok, maar nu.. als de concentratie...  
596 2 we moeten nu hetzelfde doen bij water  
597 1 ja, maar niet zo veel toch?  
598 2 ja, natuurlijk wel  
599 1 nee, water... hier zit geen concentratie  
600 2 wel stroom, wel hoeveelheid.. en de hoeveelheid blijft hetzelfde  
601 \* voegt stroom in bij water  
602 2 en de hoeveelheid moet ook komen  
603 1 wacht ff, dit moet ik even... (opmaak scherm)  
604 2 alles moet naar rechts, doe maar alles naar rechts  
605 1 ok  
606 \* voegt hoogte in bij water  
607 1 de hoogte  
608 2 dus de druk  
609 \* voegt druk in bij water  
610 2 en stroomt  
611 \* voegt stroomt in (bestaat al)  
612 2 oh, je hebt de stroom al, je moet nog hoeveelheid  
613 \* voegt hoeveelheid in  
614 2 yo, <leerling 1>. dit is het model van comvat, en dat moeten wij dus voor osmose doen.

615 1 wacht, we gaan beginnen met deze hier.. als de concentratie...  
616 2 zullen we bij water een concentratie geven en dat het dan naar water2 stroomt. dat is logischer.  
617 1 kijk <leerling 2>, we doen stroomt hier...  
618 2 haal concentratie maar weg bij water2  
619 \* haalt concentratie weg bij water2  
620 \* voegt concentratie toe bij water  
621 1 kijk, die doen we dan hier beneden  
622 1 en nu, en dit? klikt op suiker...  
623 2 dit is voor de kolom met water, dat is zegmaar dit  
624 (2 praat met ander...)  
625 1 ok <leerling 2>, nu gaan we verder, deze communiceert met deze (water en water2)  
626 0:55  
627 B  
628 \* voegt communiceert met toe  
629 1 hoe schrijf je communiceert met?  
630 2 hoe schrijf je dat?  
631 1 oh shit, nu heb ik deze weggehaald. (weer edit ipv new)  
632 2 welke was dat?  
633 1 bevat...  
634 3 ja, dat is wat lastig van het programma, je moet steeds new doen  
635 \* voegt communiceert met toe  
636 F  
637 1 kijk deze (water) en deze (water2)  
638 \* voegt communiceert met in tussen water en water2  
639 2 nu zijn we toch klaar. jij moet ook even dit gaan lezen.  
640 1 daar heb ik geen zin in  
641 2 wat nou, oh, ik lees en jij doet.  
642 3 zonder lezen kom je er niet. echt niet  
643 1 kijk, als de concentratie omhoog gaat, dan gaat de druk toch ook omhoog... maar die druk hebben  
644 we eigenlijk helemaal niet nodig.  
645 2 ja, rintse, die druk is toch eigenlijk helemaal nergens voor nodig?  
646 3 ja, dat is dus zo'n vraag over het domein waar ik geen antwoord op geef. Ik kan wel zeggen dat  
647 wat je in je model stopt, dat je dat zelf kiest. Het is maar net wat je in je model wilt meenemen.  
648 Kijk, als je de simulator straks iets wilt laten zeggen over druk, dan heb je hem nodig, maar als  
649 je dat niet wilt....  
650 (leraar loopt camera omver)  
651 2 ok, dan hebben we alleen maar hoeveelheid, druk kan weg.  
652 \* haalt druk weg bij water  
653 \* haalt druk weg bij water2  
654 2 dan hebben we stroom ook niet nodig.  
655 1 ja, maar we hebben toch.. kijk, als de concentratie stijgt, dan stijgt ook de hoeveelheid  
656 (wil die relatie invoegen)  
657 2 ja eh, en dan kan jij gewoon ook, zonder dit te lezen?  
658 \* opent inequality scherm  
659 1 als de concentratie, ehm... stijgt, dan stijgt ook de hoeveelheid toch?  
660 \* voegt inequality > in tussen concentratie water en hoeveelheid water  
661 (camera is weer ok)  
662 3 (centraal) ok, nog even terugkomend op een vraag over wat je precies sin een model moet  
663 meenemen. Jullie bepalen wat je in het model opneemt en in de opdracht staat een vraag die je moet  
664 kunnen beantwoorden met de modellen die je maakt. In de opdracht staat een voorbeeldvraag. Daar  
665 kun je uit afleiden wat voor informatie je nodig hebt om die vraag te beantwoorden.  
666 (1 gaat gewoon door met dingen toevoegen)  
667 1 kijk en als de concentratie (water) stijgt, dan daalt ie dus hier in model 2 (hoeveelheid  
668 water2)  
669 \* voegt inequality < toe tussen concentratie water en hoeveelheid water2  
670 1 <leerling 2>, kijk...  
671 1 ok, wat moeten we nu nog meer toevoegen? (aan mij) kijk, als hier de concentratie stijgt dan  
672 neemt de hoeveelheid hier af en hier toe, maar wat moeten we nog meer doen?  
673 1 of mag ik je niks vragen?  
674 3 nou, niet over het domein maar ehm... als je nou de vragen uit de opdracht nog es goed leest  
675 2 nog een keer?  
676 1 nou, dat heb ik eigenlijk nog helemaal niet gedaan...  
677 2 ja, ik zeg toch steeds dat je dat moet doen.  
678 (leest opdracht)  
679 2 stap vijf zijn we  
680 1 maar wij hebben toch helemaal geen waterpad?  
681 2 nee, we hebben toch die semi  
682 1:00  
683 1 oh, maar dan is deze (bak) dus verbonden met deze (bak2) via die (semi) of niet?  
684 1 dus dit is niet verbonden met die  
685 \* haalt verbonden met weg tussen bak en bak1  
686 1 ja, verbonden met  
687 \* voegt verbonden met toe tussen bak en semi  
688 2 en dan deze verbonden met deze, of deze met deze (volgorde)?  
689 1 water met semi  
690 \* voegt verbonden met toe tussen bak2 en semi  
691 2 zo is ie al beter

692 2 we kunnen er ook een mooi tekeningetje van maken  
693 1 ja, een gezichtje  
694 1 eigenlijk is dit programma vet makkelijk  
695 1 ok <leerling 2>, wat moeten we nog meer doen?  
696 (<leerling 2> naar de wc)  
697 1 vraagje, wat moet hier nog meer in het model komen?  
698 3 dat zijn dingen uit het domein die je zelf uit moet zoeken, maar ik zou zeggen lees het stuk  
699 over de modelfragmenten even goed door. Dingen als condities en consequenties bijvoorbeeld daar  
700 moeten jullie even goed naar kijken. Ik zie dat jullie dat nog niet hebben. Kijk ook goed naar het  
701 voorbeeldmodel.  
702 1 ja, daar hebben we dit uit, kijk bak is verbonden met semi.  
703 3 ja, dat is hoe het er qua structuur uit ziet, maar nu moet je nog een stapje verder...  
704 1 ja, maakt het eigenlijk uit wat je hier opschrijft (naam config)?  
705 3 nee, dat is puur hoe je het voor jezelf duidelijk maakt hoe de structuur is.  
706 2 het zou ook in het Frans kunnen dus?  
707 2 ok, dan doen we het in het Frans.  
708 3 dat lijkt me een waste of time, ik zie dat jullie nog genoeg ander dingen hebben te doen.  
709 3 jullie zijn nu eigenlijk al te ver, jullie zijn bij stap 6 en hebben stap vijf overgeslagen  
710 2 stap vijf hebben we toch?  
711 1 mag ik wat vragen, wat zijn die alfa's?  
712 3 ja, dat staat uitgebreid in de beschrijving. Die moeten jullie nog maar eens goed doorlezen. Dat  
713 stukje (wijst op modelfragmenten)  
714 1 dan moet ik hier nog hoogte bij doen  
715 \* voegt hoogte toe bij water  
716 1 dan moeten we hier nog toevoegen... als de hoeveelheid stijgt  
717 2 dan stijgt de hoogte ook  
718 \* voegt inequality > in tussen hoeveelheid en hoogte  
719 1 oh, hier ook  
720 \* voegt q hoogte in bij water2  
721 1:05  
722 1 ja, en als dan de hoogte van water1... water2....  
723 \* voegt inequality < in tussen hoogte van water en hoogte van water2  
724 1 ok, eerst maar lezen  
725 (gaat eindelijk lezen)  
726 1 oh, we moeten dit gaan doen  
727 \* selecteert q en waarde of afgeleide en wil iets invoegen (lukt niet)  
728 (leest verder)  
729 1 oh wacht.. dit moet eigenlijk...  
730 1 ja, je wilt zeggen deze (hoeveelheid) correspondeert met deze (concentratie).. dus deze moeten  
731 weg.  
732 \* haalt alle inequalities weg tussen kwantiteiten  
733 2 <leerling 1>, ik zou dit ook even lezen over modelfragments, dat is toch wel handig  
734 1 mag ik wat vragen? ze hebben hier (wijst naar comvat) tussen die dingen iets (correspondence),  
735 maar als ik hier selecteer (qs hoeveelheid en qs hoogte), dan kan ik helemaal niets.  
736 3 ja, nou laat ik zeggen dat jullie die niet nodig hebben, dus maak je daar niet druk om. Kijk de  
737 reden is dat die qs allebei dezelfde moeten zijn en dat heb je hier niet en daarom kan het niet,  
738 maar die heb je verder voor de opdracht niet nodig.  
739 1 ok, kijk hier.. als de hoeveelheid stijgt, dat wordt de concentratie hoger.  
740 3 ja maar wacht, je hebt hier een inequality geselecteerd, dat is iets heel anders. Je zegt hier,  
741 de concentratie water is groter dan de hoeveelheid water, Je hebt daar een ander soort relatie  
742 voor nodig.  
743 2 dus die bestaat niet?  
744 3 jawel, selecteer ze maar en dan naar het menu...  
745 1:10  
746 3 o wacht even, jullie zitten in de scenario editter. Jullie zijn nu al met stap zes bezig. Je  
747 hebt een scenario geselecteerd ipv een modelfragment  
748 1 oh  
749 E  
750 3 ja, daar had je alles moeten toevoegen. daar kun je ook een ander soort relaties toevoegen.  
751 1 oh, ok  
752 3 ja, ga nog even terug naar het begin van stap 5  
753 1 ja, ik zag dat plaatje dus ik dacht...  
754 2 dus we hebben alles fout gedaan. Ja, je moet ook lezen.  
755 F  
756 1 maar dit (scenario) is toch niet voor niets?  
757 3 ehm, nee, laat het maar staan, want een deel daarvan heb je straks ook nog nodig  
758 3 jullie waren geen modelfragment aan het bouwen in ieder geval  
759 2 maar wat is dan het verschil tussen een modelfragment en een scenario?  
760 3 ja, dat is wat ik aan het begin heb verteld. Om een simulatie te kunnen gebruiken heb je een...  
761 E  
762 1 is het een proces of een statisch?  
763 3 ... beschrijving nodig van een beginsituatie, hoe iets op een bepaald moment is. en daarnaast  
764 heb je kennis nodig over hoe alle onderdelen zich kunnen gedragen. Wat daar mee kan gebeuren.  
765 Jullie waren die beginsituatie aan het schetsen....  
766 1 ja, maar welke moeten we hier nu kiezen?  
767 3 ...zegmaar de wereld ziet er op dit moment zo uit.  
768 2 ok, welke we moeten kiezen staat wel hier ergens

769 1 ja, dat maakt wel uit waarschijnlijk  
770 1 er staat hier static  
771 2 ehm, statische, proces en agentmodellen (leest voor)  
772 2 volgens mij is dit een procesmodel  
773 1 een proces?  
774 \* voegt proces osmose in (name in use)  
775 2 kijk, <leerling 1>.. moet je wel kijken  
776 \* voegt proces big in  
777 F  
778 E  
779 1 dus nu moet ik alles wat ik hier heb..  
780 (probeert alles te selecteren en te kopiëren)  
781 F  
782 2 ga je kopiëren?  
783 1 ehm, nee  
784 E  
785 \* voegt ent bak in  
786 2 (leest modelfragment beschrijving) nou snap ik het ja  
787 \* voegt ent bak2 in  
788 1 semi  
789 \* voegt semi in  
790 \* voegt suiker in  
791 2 water  
792 \* voegt water in  
793 \* voegt water2 in  
794 1 kijk en dan deze...  
795 \* selecteert bak en semi  
796 2 bevat, nee verbonden met  
797 \* voegt verbonden met in tussen bak en semi  
798 \* voegt bak2 verbonden met semi in  
799 en deze  
800 \* voegt bak bevat water in  
801 \* voegt suiker bevat water in  
802 \* voegt water kan doordringen semi in  
803 \* voegt suiker kan niet doordringen semi in  
804 1 en deze (suiker) kan niet doordringen  
805 2 inderdaad  
806 \* voegt semi kan niet doordringen suiker in  
807 1 en deze  
808 \* voegt bak2 bevat water in  
809 1:15  
810 \* voegt semi kan doordringen water toe  
811 1 zo, en dit.. ok  
812 1 ok, bij water de quantity concentratie  
813 \* voegt q concentratie in bij water  
814 1 of maakt het uit dat het concentratie van het suiker is?  
815 1 of niet?  
816 2 nee, want de suiker heeft geen concentratie  
817 1 ja, want hoe meet suiker hoe hoger de concentratie  
818 \* voegt q hoeveelheid in  
819 1 ehm druk..  
820 2 nee, het is hoogte  
821 \* voegt q hoogte in  
822 \* selecteert qs hoogte en qs hoeveelheid in en gaat zoeken naar correspondence  
823 2 we moeten nog wel even.. <leerling 1>, jij hebt echt haast wist je dat?  
824 1 ook bij die andere ja  
825 \* voegt hoeveelheid in bij water2  
826 \* voegt q stroom in bij water2  
827 1 ok. dus als de hoogte hier stijgt...  
828 2 stroomt?  
829 1 oh ja, deze moet weg  
830 \* haalt stroomt weg  
831 \* voegt q hoogte in bij water2  
832 1 maar wat moeten we nu?  
833 1 concentratie is niet nul  
834 1 wacht deze halen we weg  
835 D  
836 \* haalt punt zero weg uit qs voor concentratie  
837 2 waar zit je nu?  
838 \* voegt punt min toe bij concentratie  
839 2 ja, maar concentratie kan toch nooit negatief zijn?  
840 1 ja, maar als de concentratie daalt.  
841 2 nee  
842 \* herstelt qs naar zero-plus  
843 E  
844 1 nu gaan we dit doen. als de concentratie...

845 2 kijk, de hoeveelheid water is hetzelfde. en de hoogte van water1 is de hoeveelheid van water2  
846 plus de concentratie suiker...  
847 2 ben je al bij stap 12?  
848 1 ok, ehm..  
849 2 maar wat doe je nou?  
850 2 wat doe je <leerling 1>?  
851 \* voegt I- toe tussen hoeveelheid water1 en hoeveelheid water2  
852 2 zeg nou even wat je aan het doen bent!  
853 \* selecteert hoeveelheden en kiest prop  
854 1 ah, kijk dit is die alfa  
855 2 ja, fijn  
856 2 <leerling 1>, zeg nou even wat je aan het doen bent?  
857 2 kijk, <leerling 1> heeft de alfa gevonden, yes... (sarcastisch)  
858 2 dit is toch... ik snap er helemaal niets van en hij weigert te praten.  
859 \* voegt I+ toe tussen hoeveelheid en hoogte  
860 1 kijk dit betekent als deze (hoeveelheid) stijgt dan deze (hoogte) ook  
861 2 (aan mij) klopt dit, want ik geloof hem niet  
862 3 je bent aardig in de buurt, alleen je hebt de verkeerde relaties gebruikt. je moet deze hebben  
863 1 alfa  
864 2 wat is het verschil?  
865 3 dat staat ook in de verklarende woordenlijst...  
866 1 ok, als deze stijgt, dan stijgt deze ook  
867 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid en hoogte  
868 \* haalt I+ weg  
869 1 als deze hoeveelheid stijgt...  
870 \* voegt pn toe tussen hoeveelheid en hoeveelheid  
871 1 en als de concentratie stijgt, dan stijgt ook de hoeveelheid  
872 \* voegt pp toe tussen concentratie en hoeveelheid  
873 1 <leerling 2>, ik heb een paar dingetjes ingevoegd  
874 2 oh, is dat chill?  
875 1 kijk...  
876 1 oh, en als deze (hoeveelheid water) daalt, dan stijgt deze (hoeveelheid water2)  
877 1 en als deze daalt, dan stijgt deze  
878 \* voegt pn toe bij hoeveelheid en hoogte van water2  
879 2 wacht es, jij hebt hier staan...  
880 1 als deze daalt, dan stijgt deze (hoeveelheid - hoogte) water2  
881 2 maar er staat nu, als deze stijgt (hoeveelheid) dan daalt deze (hoogte). dat is alfa min, dat  
882 moet dus alfa plus worden.  
883 2 hier, deze moet plus worden volgens mij  
884 1 hier...  
885 \* voegt inequality = toe tussen hoogte en hoeveelheid  
886 1 want de hoeveelheid is gelijk aan de hoogte of niet?  
887 2 ja, hier wel  
888 1 oh, en dan hier ook (water)  
889 2 nee, hier niet, want de hoeveelheid water + de concentratie suiker bepalen de hoogte  
890 1 nee, want de concentratie suiker zit in het water, dus dat maakt niet uit  
891 2 dat maakt wel uit  
892 1 ja, het maakt uit, maar het maakt niets uit voor de hoogte  
893 2 ja, maar we maken het nu voor osmose, dit zijn geen comvat.  
894 1 ja, maar kijk, de hoeveelheid en de hoogte dat is hetzelfde  
895 2 hoeveelheid water staat er.  
896 2 de hoeveelheid water... jij bent echt dom wist je dat?  
897 2 en we hebben hier (tussen hoogte en hoeveelheid bij water2) twee verschillende dingen  
898 1 ja, maar dat kan toch  
899 2 nee, daar moet er toch eentje weg?  
900 2 <leerling 1>, als de hoeveelheid meer wordt, wordt de hoogte minder, terwijl de hoeveelheid de  
901 hoogte is?  
902 2 <leerling 1>, waarom vul je nou overal die pijltjes in, vind je dat leuk?  
903 \* haalt = weg  
904 2 nee, die ander moet weg  
905 \* haalt pm weg  
906 \* voegt = terug in  
907 1 zo  
908 1 ok, dit hebben we  
909 2 wacht es, we moeten even jouw fouten er uit halen  
910 1 maar ik heb geen fouten  
911 2 als de hoeveelheid water2 minder wordt.. maar er staat nu... als die hoeveelheid (water) meer  
912 wordt, wordt deze (concentratie) ook meer, maar als er meer water bij komt, dan gaat de  
913 concentratie omlaag.  
914 1 kijk, maar als de concentratie meer wordt...  
915 2 dan wordt de hoeveelheid ook meer  
916 1 ja, als de concentratie meer wordt, dan wordt de hoeveelheid (water) meer. Of niet?  
917 \* voegt pp toe tussen concentratie en hoeveelheid  
918 1 ja, maar nu hebben we twee keer hetzelfde  
919 2 doe er maar eentje weg.  
920 \* haalt pp weer weg  
921 1 kijk deze, als de hoeveelheid...



922 2 ehm, als de concentratie hoger wordt, dan wordt de hoeveelheid...  
 923 1:20  
 924 1 kijk deze, als de hoeveelheid stijgt, dan stijgt ook de hoe heet 'ie..  
 925 2 hoogte  
 926 \* voegt pp toe bij hoeveelheid en hoogte water  
 927 \* haalt weer weg  
 928 1 ok, en als deze hoeveelheid (water) stijgt, dan stijgt ook die hoeveelheid (water2)  
 929 1 oh nee, daalt  
 930 2 maak er dan min van (hebben ze al)  
 931 1 en deze (= tussen hoeveelheid en hoogte bij water) is toch goed of niet?  
 932 1 maar eigenlijk is dit (hoeveelheid en hoogte water) toch hetzelfde?  
 933 1 maar wat moeten we eigenlijk nog meer doen?  
 934 2 we moeten even dat ding kloppend maken  
 935 1 maar het is kloppend  
 936 2 helemaal niet, want er staat nu dat de concentratie een eigenschap is van het water.  
 937 1 de concentratie suiker moet dat zijn  
 938 2 en er staat nu als de concentratie meer wordt, dan wordt deze hoeveelheid ook meer  
 939 1 ok, ik haal deze weg en dan moet ik deze (concentratie) nu naar deze doen (suiker)  
 940 2 ja, en dan als de concentratie suiker meer wordt, dan wordt de hoogte ook meer  
 941 \* haalt concentratie weg bij water  
 942 \* voegt concentratie toe bij suiker  
 943 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid water en concentratie suiker  
 944 1 ok <leerling 2>, ben je nu blij?  
 945 1 <leerling 2>, wat moeten we nu gaan doen dan?  
 946 1 ja, maar, wat gebeurt er dan met deze pijltjes (wijst derivative)  
 947 2 <leerling 1>, die moet je laten voor wat het is  
 948 1 ehm, wat gaan we nu doen?  
 949 3 ok, ik denk dat jullie iets te snel zijn gaan bouwen en niet goed naar die stappen hebben  
 950 gekeken van hoe je de dingen aangeeft.  
 951 2 dus dat denk jij  
 952 3 dat denk ik ja, dat weet ik eigenlijk wel zeker  
 953 2 ja, dat denk ik ook <leerling 1>  
 954 1 ja maar wat...  
 955 2 volgende keer meer lezen en minder doen  
 956 3 kijk, je bent nu een pmf aan het maken waarin je een beschrijving geeft van hoe de wereld er uit  
 957 ziet en dat is nou typisch iets wat je in een statisch fragment moet doen. Kijk, dingen als die  
 958 relaties die jullie hier aangeven, dat zijn hele belangrijke dingen en die wil je ook in je model  
 959 zetten, absoluut, maar dit is niet de goede plek daarvoor.  
 960 1 dus dit moet allemaal in een smf?  
 961 3 ja  
 962 2 oooh  
 963 1 ja, hij zei dat het een pmf moest zijn  
 964 2 ik zei dat ik dat dacht en toen klikte jij meteen en toen zei ik <leerling 1>, waarom doe je dat  
 965 nou meteen en toen ging je meteen door. Je was al bezig, dus je hoorde me niet.  
 966 3 kijk, je moet eerst een statisch fragment maken waarin je de wereld beschrijft.  
 967 (bel)  
 968 1 nu al weer afgelopen?  
 969 1 we hebben nog bijna niks...  
 970 3 het moge duidelijk zijn dat we de volgende les nog nodig hebben.  
 971 1 moeten we het dan afkrijgen?  
 972 3 nee, kijk als jullie het niet afkrijgen, dan is dat voor mij ook goede informatie. Het is vooral  
 973 om te bekijken hoe komen jullie er uit, waar lopen jullie vast en wat voor dingen zijn niet  
 974 duidelijk in mijn opdrachten, etc....  
 975 2 maar we doen dit dus omdat jij wilt kijken of we dit op school moeten gaan doen met iedereen?  
 976 3 het doel van het onderzoek is inderdaad het bekijken of dit op de middelbare school gebruikt kan  
 977 worden.  
 978 1 ik zou zeggen van ja  
 979 2 ik zou zeggen van niet  
 980 3 ja, het is vrij abstract allemaal hè. Maargoed, dingen die jullie al geleerd hebben, zoals  
 981 structureel iets uit de echte wereld zo omzetten, met behulp van deze elementen allemaal, dat zijn  
 982 wel dingen die goed zijn om te leren natuurlijk.  
 983 (1 klikt vrolijk door)  
 984 1 dus we moeten een static...  
 985 \* maakt smf big2 aan  
 986 1:25  
 987 hanna: maar hebben we nu allemaal heel verschillende dingen?  
 988 3 ja, jullie hebben dingen allemaal toch wel anders gedaan. Maar die kunnen allebei goed zijn.  
 989 hanna: jaja, dat weet ik, maar dat vind ik wel grappig.  
 990 3 ja, het is erg leuk om te zien hoe jullie allemaal oplossing vinden voor de dingen waar je tegen  
 991 aan loopt.  
 992 2 ja allemaal door jou.  
 993 1 jaja, jij snapte er helemaal niets van, dus ik moest wel wat doen...  
 994 ...  
 995 (einde tape)

1 Transcript groep B

2

3 1: leerling 1

4 2: leerling 2

5 3: begeleider

6

7 leerling 2 zit achter de pc.

8 () is eigen commentaar

9 \* zijn acties van de leerlingen op het scherm

10

11 A: entiteiten scherm

12 B: configuratie scherm

13 C: quantity scherm

14 D: quantity space scherm

15 E: modelfragments scherm

16 F: scenario

17

18 (begin les 2)

19

20 1 wat hadden we bedacht?

21 2 we hadden bedacht dat er entiteiten moeten zijn.

22 2 water, grote moleculen, en semi-permeabele wand.

23 1 Dat zijn toch niet de entiteiten, of wel?

24 2 entiteiten zijn representaties van dingen in de echter wereld, zoals water of ijs.

25 1 oh, ok.

26 1 dus bak ofzo?

27 2 ja, nou ik weet niet echt.

28 (lezen opdracht en handleiding)

29 \* voegt substantie toe.

30 2 substantie is dat alleen water, of zijn dat ook de moleculen?

31 1 ik denk dat substantie water is.

32 \* voegt water als child bij substantie toe.

33 2 en wat hebben we nog meer?

34 1 we moeten er dus voor zorgen dat we...

35 2 moleculen hebben we

36 1 ja, dat hebben we dus ook

37 2 grote moleculen.

38 1 die bestaan uit?

39 2 ehm...

40 1 nu moeten we nog iets met die twee bakken doen.

41 2 er is maar 1 bak.

42 1 nee, er zijn er toch twee, want die concentraties moeten toch eh...

43 2 nee, het is een bak met een semi permeabele wand (sp wand) ertussen

44 1 maak even een tekeningetje

45 2 je krijgt die bak met water, en er zijn een paar cellen met een sp wand.

46 1 hier is de wand en dan zitten hier moleculen

47 2 en hier zit water.

48 (maken een tekening van de situatie op het aantekeningenvel)

49 \* voegt sp wand toe als entity.

50 (melding op het scherm: invalid name given)

51 0:05

52 2 haalt sp. wand weer weg

53 2 en wat gaan we er nog meer bij doen?

54 1 nou, kijk gewoon naar het tekeningetje.

55 2 ok, sp wand

56 \* voegt sp wand toe.

57 1 en ik denk dat ze met kolom bedoelen gewoon de bak of niet?

58 2 ja, ok

59 2 misschien moeten we ook bloed?

60 1 nee

61 1 maar eh, wat er bijvoorbeeld, wacht ff hoor...

62 1 we moeten ook nog duidelijk maken.... maar dat is die sp wand eigenlijk.

63 2 wat verstaan ze hier onder pad?

64 2 bedoelen ze dat het water kan bewegen?

65 \* voegt pad toe.

66 1 ja, ok maar dan moeten we dus eigenlijk...

67 \* voegt waterpad toe onder pad

68 1 ja, maar dan hoeven we dus eigenlijk...

69 1 kijk, als het een waterpad is, dan kan er alleen maar water doorheen. En niet de grote moleculen

70 en dan hebben we dus de sp wand helemaal niet nodig. of wel?

71 2 ehm, nou we kunnen hem er altijd bijzetten.

72 1 ik weet het niet

73 1 laten we anders maar doorgaan, we kunnen altijd later nog veranderen.

74 B

75 1 configuraties.

76 2 configuraties nu?

77 1 ja  
78 1 bevat  
79 2 bevat, ja  
80 \* voegt bevat toe  
81 1 ja, maar dit soort dingen; het waterpad is nodig om een kolom aan het waterpad te verbinden.  
82 2 jaja, je hebt twee kolommen, en daartussen heb je een buisje en dat is het waterpad en zonder dat  
83 waterpad kan er geen water stromen.  
84 1 maar wij hebben helemaal geen waterpad.  
85 2 nee, maar dit is ook het voorbeeld van dit (communicerende vaten)  
86 1 ja, maar dan hebben we dus geen waterpad en moet dat dus weg  
87 2 jawel, maar het water kan tussen die twee delen...  
88 1 ja, maar er is toch geen buisje  
89 2 maar we hebben toch een wand  
90 1 ja, maar dat is dan toch geen pad  
91 2 maar het kan er wel doorheen  
92 1 we kunnen toch beter zeggen... we kunnen toch beter terug naar die sp wand.  
93 A  
94 \* voegt sp wand toe onder pad.  
95 1 maar wat doe je nu?  
96 2 ik maak er meteen een pad van.  
97 0:10  
98 1 ja, maar het is toch geen waterpad.  
99 1 ik bedoel pad en sp wand is nu toch gewoon dubbel op of niet?  
100 2 kan best  
101 1 toch? laten we het gewoon zo proberen  
102 \* haalt sp wand onder pad weg  
103 2 moet niet deze toch hier bij  
104 \* wil sp wand slepen onder pad  
105 1 ik weet het niet, ik zou het niet weten.  
106 C  
107 2 ok, mogelijke waarden die het ding kan aannemen  
108 1 nou ehm, water is nodig om met de kolom te verbinden  
109 1 weet jij hoe je dit moet doen?  
110 2 nee  
111 1 zal ik ook in de handleiding kijken?  
112 1 hebben we er twee? nee, hier staat het niet. o toch, jawel.  
113 2 waarschijnlijk moeten we twee bakken hebben. dan doen we alsof er twee bakken zijn  
114 met daartussen een waterpad.  
115 A  
116 1 ja, dat is beter  
117 \* haalt sp wand weg  
118 2 kolom, en dan nog een kolom  
119 (collapsed entity scherm)  
120 1 wat doe je?  
121 2 maakt niet uit, doen we het gewoon opnieuw  
122 1 hé, het staat er nog gewoon.  
123 3 probeer expand all eens uit het view menu  
124 1 ah ok  
125 2 ok, kolom  
126 1 we moeten twee kolommen hebben  
127 2 ja, kolom links en kolom rechts  
128 1 ja  
129 \* voegt kolom links en kolom rechts toe  
130 1 ok  
131 2 en dan hebben we ook nog waterpad  
132 1 dat is toch de wand?  
133 2 ja maar die staat er niet meer  
134 \* voegt waterpad toe  
135 1 maar het is toch vreemd om dat waterpad te noemen?  
136 2 nou, er kan alleen water doorheen en niet de moleculen.  
137 1 ja, ok is prima.  
138 2 we kunnen ook eerst pad en dan waterpad doen  
139 1 nee, zo is ok.  
140 2 maar hier kunnen we net zo goed meteen water doen (geen substantie eerst)  
141 1 nou, ik weet niet, hier zeggen ze dat het zo moet. (wijst naar opdracht: voorbeeld comvat)  
142 1 ok, dan moeten we dus kolom links en kolom rechts bevat water. dus dan moeten we op die  
143 configuration.  
144 B  
145 1 ja, en dan op new en dan moeten we daar bevat.  
146 \* voegt bevat toe  
147 2 verbonden met ook.  
148 1 ja inderdaad, verbonden met, dat zijn die twee kolommen.  
149 \* voegt verbonden met toe  
150 1 en nu?  
151 2 stroomt waarschijnlijk, want water dat stroomt van links naar rechts  
152 \* voegt stroming toe

153 2 ok, dan gaan we nu naar de volgende  
154 1 ja, maar water is al verbonden met kolom  
155 0:15  
156 1 ja, kijk maar configuraties zijn de structurele relaties tussen entiteiten, dus dat is niet het  
157 water stroomt.  
158 2 van links naar rechts  
159 1 of van rechts naar links  
160 1 maar dan is het toch gewoon verbonden met toch?  
161 1 dat zien we verder wel, laat het zo maar even staan  
162 2 en nu?  
163 E  
164 2 model fragmenten  
165 1 nou inderdaad, want het water... wat voor verbindingen hebben we nu?  
166 B  
167 2 hier deze verbinding is naar links en rechts (wijzen naar gemaakte tekening)  
168 1 bij de entiteiten...  
169 A  
170 1 kunnen we zeggen dat de permeabele wand verbonden is met die twee kolommen.  
171 2 ja, hij verbind links en rechts  
172 1 ja, dan doen we dat.  
173 \* voegt semi permeabele wand toe  
174 1 en dan kan waterpad weg  
175 2 ja  
176 \* halen waterpad weg  
177 B  
178 \* voegen verbindt toe  
179 1 ja verbindt ja, en dat is wat anders als verbonden met.  
180 2 ok hebben we nog ander nodig?  
181 1 ja, ja, die grote moleculen zitten in het water, dus dat moeten we ook nog doen.  
182 2 maar dat doen we gewoon met bevat  
183 1 o ja, ok  
184 1 even kijken, hoeveelheid, configuraties, kwantiteiten...  
185 1 eigenschappen die een entiteit heeft die variabel zijn, water heeft bv. hoeveelheid. (leest  
186 opdracht)  
187 1 wij hebben in ieder geval stroming en concentratie  
188 2 ja, stroming.  
189 1 heb je net new gedrukt?  
190 2 ja  
191 C  
192 \* voegt stroming toe  
193 1 ok, wacht even. maak eerst op het aantekeningenblad.. (leest stap 3 voor)...nodig te hebben.  
194 1 oh, we moeten eerst stap 4 doen.  
195 1 (leest opdracht) voordat je de kwantiteiten....  
196 1 eerst opschrijven wat we moeten hebben: we hebben stroming, concentratie  
197 2 temperatuur?  
198 1 hebben we niet nodig.  
199 2 hoogte hebben we dat nodig? kijk hier is het zo dat door de hoogte meer druk komt (wijst naar  
200 voorbeeld)  
201 1 ja, maar dat is bij ons niet het geval, we gaan toch niet aan turgor dingen doen enzo? nee, dat  
202 gaan we niet doen.  
203 D  
204 1 wat is dat?  
205 2 q.s.  
206 1 leest stap over q.s.  
207 0:20  
208 1 heb je het gelezen?  
209 2 ja, maar ik snap het niet echt.  
210 1 kijk nu voor ieder kwantiteit die je net hebt..... (leest stuk voor).  
211 2 ok, gaan we stroming doen  
212 1 wacht ff.  
213 1 nul of plus, geen stroming of wel stroming.  
214 \* voegt qs stroming toe (zero, plus)  
215 1 wel stroming is plus, geen stroming is nul.  
216 2 je hebt een punt, dat is zero  
217 \* klikt zero checkbox aan.  
218 1 ja, zero moeten we hebben en die andere naam (interval) moeten we veranderen in plus.  
219 1 doe maar gewoon met letters  
220 1 ok we hebben plus en we hebben zero, wat hebben we nog meer nodig?  
221 2 we hebben concentratie  
222 1 concentratie, dan moeten we even nadenken, wat hebben we daar voor nodig.  
223 1 concentratie hebben we te hoog, nee hoog. we hebben laag, hoog en gelijk.  
224 2 ja  
225 \* maakt q.s. concentratie aan  
226 1 lager, het is in vergelijking met die ander is het lager. dus dat is min.  
227 1 lager, gelijk, hoger, dus min...  
228 2 ja, maar hier heb je dan een interval nodig.  
229 \* maakt q.s interval gelijk, punt hoger en punt lager.

230 1 ja  
 231 2 hebben we nog een andere q.s. nodig?  
 232 1 vraagt nu aan mij of plus en zero van stroming weg zijn? (usablity probleem aanmaken nieuwe q.s.)  
 233 (waarschuwing geen zero gebruikt verschijnt)  
 234 2 nee, deze niet  
 235 2 (leest) most q.s. that contain points, contain the point zero...  
 236 0:25  
 237 2 maar deze niet, nee gewoon cancel...  
 238 2 en dan die new  
 239 2 en dan cancel  
 240 2 hebben we die bij stap drie wel opgeslagen, stroming en concentratie?  
 241 2 ga daar es heen.  
 242 C  
 243 \* klikt add q.s. zero plus  
 244 2 ja, hier staat dan plus en zero bij  
 245 D  
 246 2 nu staat er wel plus en zero bij... oh dit is mzp...  
 247 2 maar nu is die andere dus weg  
 248 1 hij moet nog opgeslagen worden  
 249 2 volgens mij hebben we concentratie niet opgeslagen  
 250 1 nee, we hebben hem niet opgeslagen  
 251 2 hoezo niet?  
 252 1 dan doen we sluiten hier en dan komt dit  
 253 (waarschuwing: most qs that contain..)  
 254 3 ja, dan moet je hier op apply drukken en dan wordt hij pas opgeslagen  
 255 2 ok  
 256 C  
 257 2 hier stroming  
 258 \*voegt q.s. stroming toe bij q stroming  
 259 2 en nu?  
 260 E  
 261 1 ik ga even lezen  
 262 2 wacht even, hebben we ook niet een q.s. nodig voor de concentratie?  
 263 2 wat moeten we nu doen bij deze stap?  
 264 1 in deze stap moeten we gewoon het hele ding opzetten  
 265 1 dus nu hebben we een statisch, statisch modelfragment (smf)  
 266 2 nou... wacht ff, we gaan het gewoon proberen.  
 267 2 naam, kolom links was het toch?  
 268 1 ja, kolom links  
 269 \* maakt mf kolom links aan  
 270 1 nu moet je hier bij static...  
 271 \* maakt mf kolom rechts aan  
 272 1 kolom rechts, ok  
 273 1 en dan hebben we ook nog proces  
 274 2 dat is water  
 275 \* voegt proces modelfragment (pmf) water toe  
 276 2 en wat ook nog statisch is, dat is grote moleculen.  
 277 1 ja, statisch  
 278 \* voegt smf grote moleculen toe  
 279 1 misschien moeten we ook grote moleculen links en grote moleculen rechts  
 280 2 nee, want we kunnen zeggen dat kolom 1 grote moleculen bevat  
 281 1 ja ok  
 282 1 en wat is die agent?  
 283 2 hebben we ook een agent fragment nodig?  
 284 3 nee  
 285 1 ok  
 286 0:30  
 287 2 wat voor entiteiten hebben we nog meer?  
 288 A  
 289 1 sp wand  
 290 2 dat is ook statisch  
 291 1 ja, statisch  
 292 E  
 293 \* voegt smf sp wand toe  
 294 1 en water, hebben we dat? ja, dat hebben we  
 295 2 we moeten ze nu alleen nog... hebben we al ergens gezegd wat wat bevat?  
 296 1 nee, nog niet, dat is dus het scenario bouwen  
 297 2 is dat het scenario bouwen?  
 298 1 ja...  
 299 1 en als je op edit drukt?  
 300 \* drukt edit  
 301 1 oh, dit is het dus  
 302 2 laten we even die handleiding lezen. hier, model fragment bouwen...  
 303 2 (leest) het aangemaakte mf wordt geopend door de naam te selecteren en vervolgens op edit te  
 304 drukken  
 305 E  
 306 1 die grote moleculen, moeten die niet bewegen?

307 2 maar ehm...  
308 2 even kijken, in het scherm... conditions en consequences...  
309 2 hier, dit moeten we even bekijken denk ik (handleiding)  
310 1 conditie nu  
311 2 waar staat dat?  
312 \* opent conditiemenu  
313 2 ja, entity instance  
314 2 selecteer de entiteit uit de lijst, kolom links denk ik  
315 1 moleculen  
316 2 ja, maar we moeten toch eerst een kolom hebben  
317 1 ja ok, we hebben nu een kolom  
318 \* voegt kolom links in  
319 1 en hier is kolom 2  
320 \* voegt kolom rechts in  
321 1 verbonden met deze  
322 2 ja, je kunt het nog een andere naam geven, bv. dat het een glas is ofzo  
323 2 maar dat hoeft niet, dat is wel goed zo  
324 1 dat kunnen we net zo goed hetzelfde noemen  
325 2 ja ok  
326 2 en dan moeten we nu water hebben  
327 \* voegt water in  
328 1 maar dat ding bevat, hoe kunnen we...  
329 2 dat doen we later, moleculen moeten we nog hebben, laten we gewoon eerst alles neerzetten en dan  
330 later gaan we ze verbinden  
331 1 en sp wand  
332 \* voegt sp wand in  
333 2 hebben we nu alles?  
334 1 ehm, ja  
335 2 hadden we niet meer entiteiten?  
336 1 nee, want je hebt kolom rechts en kolom links en dan dat ding ertussen  
337 2 (leest opdr: selecteer nu het pad en water)... ja kolom links en water... misschien ook wel kolom  
338 rechts dan, misschien moet je dat ook meenemen?  
339 \*selectie kolom link, rechts en water gemaakt  
340 0:35  
341 2 (leest opdr) en open het conditions menu  
342 2 oh... (geen keuzeopties)  
343 2 dan kan je waarschijnlijk maar twee tegelijk doen  
344 \* voegt bevat toe tussen kolom links en water  
345 1 en deze ook  
346 \* voegt bevat toe tussen kolom rechts en water (zelfde water!)  
347 1 en dan moeten we er ook nog een maken voor de grote moleculen  
348 2 ok  
349 \* selecteert kolom en grote moleculen  
350 1 oh wacht het water bevat...  
351 2 ja  
352 \* voegt bevat toe tussen water en grote moleculen  
353 1 nee wacht, want je hebt het pad tussen links en rechts en je kunt wel zeggen het water bevat  
354 moleculen, maar je hebt ook nog in beide verschillende concentraties  
355 2 ja, maar wat het probleem is, kijk we hebben nu concentratie hè...  
356 2 nee, we moeten die concentratie er toch inhouden...  
357 2 nou, laten we het gewoon logisch doen  
358 \* voegt bevat tussen kolom links en grote moleculen toe  
359 1 ja ehm...  
360 1 we hebben ook nog sp wand  
361 \* voegt bevat tussen kolom rechts en grote moleculen toe  
362 1 we hebben nog meer nodig  
363 2 welke heb je nodig dan?  
364 1 scheid, want de sp wand die scheid de twee dingen  
365 2 oh ja  
366 2 wacht, hij scheid het water niet, hij verbindt...  
367 1 ja ok, hij verbind  
368 2 maar die hadden we al toch, verbind?  
369 1 neenee, nog niet  
370 \* voegt verbindt toe tussen kolom links en kolom rechts  
371 2 het zit toch goed nu?  
372 1 nee, kijk we moeten (klikt sp wand)  
373 2 ja, die verbindt het  
374 2 we moeten die verbinden met kolom rechts.  
375 \* haalt verbindt weg tussen kolom l en kolom r  
376 \* selecteert kolom l en kolom r en sp wand  
377 1 nee...  
378 \* voegt verbonden met toe tussen kolom l en kolom r  
379 2 nee, sp wand zit daar toch tussen  
380 2 ik zou zo doen (selectie kolom l en sp wand) en dan verbindt  
381 \* voegt verbindt tussen kolom links en sp wand toe  
382 1 ok  
383 2 nee, shit, de sp wand verbindt de....

384 2 kun je er niet drie tegelijk doen?  
385 1 nee, dat heb ik net ook gedaan  
386 2 wacht ff, we moeten iets anders bedenken  
387 1 ja  
388 2 want die sp wand die verbindt niet kolom rechts met de wand  
389 1 nee, deze (sp wand) verbindt deze twee (kolom l en r) met elkaar  
390 2 ehm  
391 1 wacht ff  
392 2 ik weet het ook niet  
393 2 wat doe je?  
394 1 ik kijk even of alles wel de goede volgorde heeft (richting configuraties)  
395 2 die wand moet denk ik weg  
396 1 waarom?  
397 2 nou, die twee kolommen zijn verbonden met elkaar  
398 0:40  
399 1 (aan mij) kijk we hebben een probleem, we kunnen toch niet dit verbinden met dit en dit? (wijst sp  
400 wand en kolommen)  
401 2 want die wand die verbindt kolom links en kolom rechts...  
402 3 ja, dat wil je inderdaad weergeven en daar heb je dus een configuratie voor nodig, want je wilt  
403 aangeven dat twee entiteiten met elkaar verbonden zijn  
404 B  
405 1 ja, maar je hebt drie dingen die met elkaar zijn verbonden  
406 3 ok, jullie willen ze alle drie in een hebben?  
407 2 ja  
408 3 maar je kunt ze net zo goed scheiden toch? je kunt ook zeggen A verbindt zich met B en B verbindt  
409 zich met C  
410 2 ja, dat kan ook  
411 3 dan ben je er ook in principe  
412 2 ja inderdaad  
413 1 ok, dus deze (kolom l) is verbonden met die (sp wand) en die is verbonden met die (kolom r)  
414 \* voegt configuraties toe  
415 2 ja, ok  
416 1 dus kolom links bevat water...  
417 1 we moeten ook zeggen dat 1 kolom geen grote moleculen bevat  
418 2 tuurlijk wel...  
419 1 ja, maar minder, de concentratie is lager, daar gaat het om... dat is de opdracht, de opdracht is  
420 niet de 1 bevat... dan is het makkelijk...  
421 2 ja, maar kijk nou naar een plant. het kan toch niet dat die geen concentratie heeft.  
422 (discussie tussen groep a en b)  
423 3 of jullie het wel met je eigen groepje willen doen  
424 2: ok, we gaan gewoon verder en als het niet werkt dan doen we het gewoon overnieuw  
425 3 dat vind ik een hele goede, als je dreigt vast te lopen, dan kun je het best doorgaan en dan...  
426 2 maar we zijn nog niet vastgelopen  
427 3 oh, nou dan kun je nu gewoon doorwerken toch?  
428 1 ok verder, concentratie...  
429 2 (leest opdracht) relaties in homer hebben altijd een richting...  
430 2 maar we hebben geen pijlen. we moeten pijlen neerzetten  
431 1 nee, volgens mij is het gewoon zo  
432 \* opent configuratie window en laat switch arguments zien  
433 2 vraagt mij: hoe kan je richting aangeven, pijlen neerzetten?  
434 3 ja, sorry, die pijlen staan er inderdaad niet. maar als je dubbelklikt op een relatie.  
435 bijvoorbeeld bevat dan zie je hier de richting (wijs aan op scherm)  
436 1 ja, dus het is goed ja  
437 \* checkt alle richtingen van de relaties  
438 2 ok, dat is nu goed  
439 2 ok, nu de consequenties  
440 1 ja, consequenties  
441 2 (leest handleiding) die elementen die gelden als er een glas met water is...  
442 2 een quantity, wat was dat ook weer?  
443 1 oh wacht even, we moeten de hoeveelheid moleculen...  
444 1 dit lijkt me een beter idee, kijk als we deze weghalen  
445 \* verwijderd bevat tussen kolom r en grote moleculen  
446 1 en we doen er een nieuwe voor in de plaats  
447 \* voegt grote moleculen toe (name already in use)  
448 1 en die noemen we grote moleculen twee  
449 1 en dan hebben we voor elke kant een... aantal...  
450 2 ja, dat is veel handiger als we dat doen  
451 2 ok  
452 0:45  
453 A  
454 1 semi, grote moleculen ehm...  
455 2 gewoon 1 en 2, of noem hem gewoon 2, je hoeft ook niet 1 te maken.  
456 \* voegt grote moleculen2 toe  
457 2 ok, dat is goed  
458 E  
459 \* voegt grote moleculen2 in in smf  
460 (bel)

461 1 is de les nu al afgelopen?  
462 1 wacht heel even, heel even  
463 \* voegt verbonden met toe tussen grote moleculen twee en kolom rechts  
464 2 we moeten hem wel even opslaan  
465 \* model wordt opgeslagen  
466 (einde les 2)  
467  
468  
469 (begin les 3)  
470 \* klikken nog eens door alle verschillende schermen  
471 1 kijk, dit hebben we allemaal al  
472 F  
473 1 maar dit ineens niet meer.  
474 2 scenario's hebben we nog niks gedaan toch?  
475 1 jawel, we hebben die lijnen getrokken  
476 2 nee, dat was die modeldinges, toch?  
477 E  
478 1 ja, hier staat dat..  
479 2 ok  
480 1 we moeten nu... kwantiteiten, het maken van modelfragmenten  
481 2 ja, maar dit moet ook nog, we moeten dit nog afmaken  
482 2 stap vijf, dit de opdracht en dan stap vijf  
483 2 dat gaan we heel even lezen ok?  
484 2 hoeveelheid en hoogte zijn kwantiteiten (uit comvat voorbeeld)  
485 2 ja, we moeten die waardes hier in krijgen. geef es de handleiding.  
486 2 ok, nu de consequenties. selecteer water, selecteer consequence...  
487 2 ja  
488 2 (leest stappenschema) selecteer quantity en selecteer een quantity uit de lijst  
489 (geen quantities in de lijst)  
490 \* klikt edit quantities  
491 C  
492 1 stroming  
493 \* selecteert stroming uit lijst met q.s.  
494 1 dit zal wel niet echt eh...  
495 2 hebben we dit eigenlijk nodig?  
496 1 ja toch  
497 0:50  
498 2 we hebben concentratie nodig  
499 1 ja, maar we hebben ook stroming nodig.  
500 2 ja, maar dat hebben we toch eigenlijk helemaal niet nodig, of wel?  
501 1 ja, want als de concentratie...  
502 E  
503 1 waarom staat hier nu helemaal niks? (lijst quantities na add consequence)  
504 2 ooohh (geïrriteerd)  
505 3 daar kan ik wel even antwoord op geven. jullie hebben wel q.s. aangemaakt, maar nog geen  
506 kwantiteiten aangemaakt. dat zijn twee verschillende dingen. Je moet dus de kwantiteiten/variabelen  
507 aanmaken en vervolgens hang je daar een ruimte aan die de waarde aan kan nemen.  
508 2 maar die waardes hebben we al gedaan.  
509 C  
510 3 ja, inderdaad, die waardes hebben jullie gedaan, maar dat is dus je quantity space, je  
511 waarderuimte, maar jullie moeten ook nog de kwantiteiten aanmaken.  
512 1 ja, hier, kijk en dan doe ik stroming erbij (add QS)  
513 3 ja, zo geef je aan welke q.s. er bij de kwantiteit hoort, maar hierboven (in scherm) moet je ook  
514 nog de quantity...  
515 1 oh, de naam  
516 \* voegt quantity concentratie toe  
517 3 ja, je hebt de variabele/kwantiteit nodig en daarnaast ook nog welke waardes hij kan aannemen.  
518 (uitleg save en new button voor aanmaken)  
519 1 en nu nog een nieuwe  
520 \* voegt quantity stroming toe  
521 2 (leest) selecteer nu de bijbehorende quantity space..  
522 1 stroming, ok...  
523 \* selecteert q.s. stroming bij q stroming  
524 E  
525 1 ok, water, stroming  
526 \* voegt stroming in bij water  
527 1 aha, water stroming  
528 2 ja, maar we moeten eerst, ehm..  
529 1 concentratie als het water stroomt, nu moet we hier... oh, als het water stroomt, dan neemt de  
530 concentratie...  
531 1 hoe kan het nu van die (kolom l) naar die (kolom r) stromen?  
532 2 ehm nou, laten we die stroming anders later even over nadenken, we moeten in ieder geval  
533 concentratie er in krijgen.  
534 1 ok, nu gaan we ff verder, quantity (kiest concentratie) nu gaan we deze er in krijgen...  
535 2 wacht even... wat doe je?  
536 (klikt veel op invoegen quantity, edit quantities, add qs, etc...)  
537 2 we kunnen concentratie ook veranderen door osmotische waarde



```

538 C
539 * veranderd naam q concentratie door q osmotische waarde
540 2 ja
541 55:00 min
542 $dvd error
543 56:30 min
544 E
545 2 ja, maar dat is toch ook statisch
546 1 ja maar kijk
547 * voegt mf concentratie toe
548 1 maar het waterpad hebben we dus niet nodig.
549 2 maar dat was toen ook zo, dat was ook heel raar.
550 1 naar dan moeten we doen, deze bak (kolom l) is verbonden met deze (sp wand) en deze met deze
551 (kolom r) of niet?
552 2 laten we eens beginnen met de concentratie
553 1 dit is verbonden met dit...
554 2 maar het gaat toch om de concentratie van het water?
555 1 nee, van de concentratie moleculen in het water
556 2 ja, maar dan zit de concentratie toch in het water?
557 1 kolom links...
558 1 weet je wat, deze pijl hier (tussen kolom l en grote moleculen) die moeten we eigenlijk hier
559 (water) aan binden, want het water bevat grote moleculen
560 2 ja, want het water bevat grote moleculen, laten we dat dan maar doen
561 * verwijderd bevat tussen kolom l en moleculen en voegt bevat tussen water en grote moleculen toe
562 * verwijderd bevat tussen kolom rechts en grote moleculen.
563 1 kunnen we ook niet water links, nee.. hé... want hier is ook dat water...
564 2 ja, volgens mij moeten we ook water links en water rechts doen... toch?
565 1 ja
566 A
567 * voegt water links en water rechts toe onder substantie
568 1 dan kun je ook weer, hier...
569 D
570 1 deze, stroming... hoeveelheid.
571 2 doe maar weer gewoon terug naar dat modelfragments
572 E
573 1 kijk, bak l is verbonden met deze (water).. kolom links bevat water links
574 * verwijderd bevat tussen kolom rechts en water links
575 2 zullen we water rechts invoegen?
576 *voegt water rechts toe
577 1 ja
578 * voegt bevat toe tussen kolom r en water r
579 * voegt bevat toe tussen water r en moleculen r
580 1:00
581 2 ja, ok.
582 2 we gaan het gewoon doen. selecteer. ehm... grote moleculen
583 2 nee water, ja water moeten we doen, want we gaan nu concentratie doen.
584 2 doe maar water en dan quantity...
585 1 stroming
586 2 (leest) selecteer de bijbehorende quantity space uit de lijst
587 1 stroming
588 * selecteert quantity osmotische waarde.
589 1 waarom staat hier (qs lijst) nog steeds concentratie en niet osmotische waarde?
590 2 omdat dat de quantity definition is.
591 D
592 1 oh, dan moeten we hier de naam veranderen
593 * verandert q.s. concentratie in q.s. osmotische waarde
594 E
595 * voegt osmotische waarde toe onder water links
596 2 ok, even kijken hoor
597 1 aan mij: wat is dit (iconen voor afgeleide) eigenlijk?
598 3 nou, dit zijn de mogelijke waardes die jullie hebben aangegeven en dat is de afgeleide waar we het
599 over hadden, dus de richting waarin iets veranderd. Die kan plus zijn, nul of min. Dus hier is de
600 waarde die osmotische waarde kan hebben, bijvoorbeeld hoger en tegelijkertijd kan de osmotische
601 waarde ook toenemen, dan is deze plus.
602 1 en als ie hoger is, dan gebeurt er iets.
603 2 maar wat moet je dan met deze dingen aangeven (waarde + afgeleide)?
604 3 in principe hoeven jullie je daar bij het maken van deze fragmenten nog geen zorgen over te maken.
605 Bij de volgende stap, dan bouw je een scenario, dat is zegmaar de beginsituatie waarmee de simulator
606 gaat rekenen, daar moet je wel de waardes en afgeleides aangeven.
607 2 ik begrijp deze stap niet, wat je hier nou precies mee moet doen. (invoegen quantities in
608 modelfragmenten) warvoor zijn die dan?
609 3 het idee is, de rode dingen dat zijn de condities. En als er nu straks tijdens de simulatie een
610 situatie is waarbij aan al deze condities (wijs naar ent en rel) is voldaan, dan leid de simulator
611 af dat bijvoorbeeld water een osmotische waarde heeft (wijs naar scherm)...
612 2 die bijvoorbeeld hoger is

```

613 3 ja, die bijvoorbeeld hoger is, wat voor waarde die dan ook maar heeft. Dus in dit fragment wil je  
 614 eigenlijk aangeven wat voor kwantiteiten al die entiteiten hebben en ook wat voor relaties er altijd  
 615 bestaan tussen deze kwantiteiten.  
 616 2 ja, maar hoe kun je er nou voor zorgen dat je kunt zeggen dat er osmotische waarde is als er meer  
 617 grote moleculen zijn?  
 618 1 nee, osmotisch waarde als er meer water...  
 619 2 ehm, ja hoe moet je dat dan doen?  
 620 3 in principe is dat iets wat je straks bij het procesfragment nog tegen gaat komen, want daar ga je  
 621 aangeven wanneer dingen bijvoorbeeld gaan stromen, wanneer er stroming ontstaat, wanneer er water  
 622 gaat lopen en daarbij heb je weer veel aan het voorbeeld fragment over communicerende vaten.  
 623 2 maar nu, bij deze stap hoeven we alleen maar aan te geven...  
 624 1 welke waarden dingen aan kunnen nemen?  
 625 3 ja, welke kwantiteiten de elementen hebben en bijvoorbeeld ook de relaties die er zijn tussen deze  
 626 kwantiteiten, daar moeten jullie straks ook nog naar kijken  
 627 2 maar de relaties tussen kwantiteiten, wat bedoel je daar mee, dat is iets anders dan verbonden met  
 628 toch?  
 629 3 ja, verbonden met is een relatie qua structuur, dus hoe het er uit ziet en er zijn ook nog andere  
 630 relaties, zoals proportionaliteiten en die geven aan, zoals hier in het voorbeeld (comvat erbij):  
 631 als de hoeveelheid water toeneemt, dan neemt de bodemdruk ook toe.  
 632 2 oh, ok.  
 633 3 en dat soort dingen moeten jullie hier ook in aangeven, want dat is kennis die heeft de simulator  
 634 nodig  
 635 2 o ja, en hoe je dat moet doen, dat staat weer hier (stappenschema)  
 636 3 ja, dat staat hier  
 637 1:05  
 638 2 ehm.. ok, dan moeten we dus in ieder geval ook hoeveelheid grote moleculen hebben ook.. we willen  
 639 aangeven, bijvoorbeeld hoe meer grote moleculen, hoe hoger de osmotische waarde is.  
 640 C  
 641 1 we moeten een nieuwe quantity hebben..  
 642 2 dan moeten we dus voor grote moleculen ook de hoeveelheid...  
 643 1 dan kunnen we dus ook net zo goed concentratie gebruiken.  
 644 2 neenee, niet concentratie, gewoon hoe meer moleculen...  
 645 2 hoeveelheid denk ik  
 646 1 wacht ff, ehh.. quantity definition..  
 647 \* voegt quantity hoeveelheid toe  
 648 1 oh, ik moet eerst natuurlijk een quantity space...  
 649 D  
 650 2 hoeveelheid  
 651 \* maakt q.s. hoeveelheid aan  
 652 2 wacht we moeten eerst toch hoeveelheid...  
 653 1 nee, kijk dat kan in een keer.  
 654 2 oh, ok  
 655 \* voegt punt hoger, interval gelijk en punt lager toe  
 656 E  
 657 \* voegt hoeveelheid toe bij grote moleculen links  
 658 2 die ander moet dus ook een hoeveelheid hebben  
 659 1 ja, maar de hoeveelheid verandert niet, alleen de concentratie  
 660 2 ja, misschien moeten we dat anders oplossen  
 661 1 want het is niet echt de hoeveelheid  
 662 2 ja maar, wacht ff hoor.. je kan niet zeggen dat er iets met de concentratie grote moleculen.. ik  
 663 weet niet...  
 664 2 ja, je moet zeggen: als de concentratie stijgt, stijgt de osmotische waarde...  
 665 2 neenee, maar weet je wat het probleem is: je kan zeggen de hoeveelheid van de grote moleculen  
 666 stijgt  
 667 1 ja  
 668 2 dus is er een hogere osmotische waarde. Maar dat klopt dus niet, want als er minder water is en  
 669 evenveel grote moleculen, dan is de concentratie hoger.  
 670 1 ja, dus de hoeveelheid water, die heeft ook invloed.  
 671 2 ja, dat heeft dan ook invloed, maar dat is volgens mij een beetje moeilijk te koppellen.  
 672 1 ja, dat is waar, ehm.  
 673 2 misschien moeten we zeggen: water ehm.. we moeten eigenlijk zeggen... ehmm  
 674 2 ja, maar concentratie is zo'n moeilijk begrip, dat is het probleem.  
 675 1 ja ik weet het  
 676 2 want het is afhankelijk van het water en de grote moleculen  
 677 2 toch?  
 678 1 ja, dat weet ik  
 679 1 anders doen we gewoon... wacht.. als het water stroomt, dan wordt het vanaf hier berekend (wijst  
 680 naar hoeveelheid grote moleculen)...  
 681 2 ik begrijp niet wat je bedoeld.  
 682 1 nou, je kunt ook zeggen, als het water stroomt, dan wordt de hoeveelheid hier (wijst naar water)  
 683 lager..  
 684 2 hé ja! dat is een goede ja.  
 685 1:10  
 686 1 water rechts heeft dan geen osmotisch waarde  
 687 2 jawel  
 688 1 nee, want deze heeft geen hoeveelheid (moleculen) want die kan niet veranderen.  
 689 \* haalt hoeveelheid bij grote moleculen weg

690 2 nee, want die is statisch  
691 1 daarom moet water.. wat zei ik nou net?  
692 2 je zei...  
693 1 water stroomt  
694 2 ja, dus bij water moeten we dus stroming. dat moeten we sowieso toevoegen dan  
695 1 ja, maar waar, tussen wat moeten we dat... oh, maar dat zijn weer de condities, dus dat moeten we  
696 pas later doen.  
697 2 nee, maar we moeten toch wel toevoegen dat water kan stromen?  
698 1 oh, je bedoelt en water stroomt en van links naar rechts  
699 3 voor de dingen waar jullie nu mee bezig zijn is het wel handig om even goed te kijken naar het  
700 verschil tussen smf en pmf. Ik denk dat ik dat het beste kan laten zien door uit de opdracht het  
701 voorbeeldmodel te gebruiken. over de comvat, daar staat zowel een smf als een pmf. Daar kun je ook  
702 zien hoe je dat met de stroming oplost.  
703 1 oh, misschien moeten we ook nog even in de andere...  
704 B  
705 \* voegt configuratie stroomt toe  
706 3 kijk, hier zie je een statisch fragment en wat daar zo'n beetje instaat. Daar zijn jullie nu in  
707 principe mee bezig en op de volgende pagina zie je een pmf en daar zie je ook hoe dat daar met de  
708 stroming is opgelost.  
709 E  
710 \* voegt stroomt toe tussen kolom links en water rechts  
711 \* voegt stroomt toe tussen water rechts en kolom links  
712 2 maar.. ok, ze zetten stroming als pmf en niet als statisch zoals wij dat doen. Maar ik snap niet  
713 wat het verschil is tussen wat je hier doet (smf) en wat je straks gaat doen (pmf).  
714 3 pmf bedoel je?  
715 2 ja  
716 3 dat is ook een beetje een lastig, maar het verschil zit hem in dat je in een pmf deze relatie mag  
717 gebruiken en dat kun je niet in een smf. Deze relatie betekent eigenlijk als de waarde van stroming  
718 hier plus is, dan neemt de waarde van de hoeveelheid hier af (wijzend naar voorbeeldmodel comvat).  
719 2 en bij ons neemt de hoeveelheid water af en daardoor verandert de concentratie. Zou je kunnen  
720 zeggen.  
721 3 die relatie tussen hoeveelheid water en concentratie die je net noemt, dat is dus iets wat je in  
722 dit smf aangeeft, want dat is namelijk altijd zo. het is altijd zo dat als de hoeveelheid afneemt er  
723 iets met de concentratie gebeurt.  
724 2 ja...  
725 3 dus die beschrijf je in je statische fragment  
726 2 ok, en dan hebben we dus osmotische waarde, dat hebben we nodig in plaats van de concentratie en  
727 eh...  
728 1 maar ik weet niet, stroomt.. (wijst naar configuraties) want hier is het zo dat het altijd stroomt  
729 2 nee, maar...  
730 1 of niet?  
731 3 ja, hier is het echt een structurele relatie  
732 1 en dat is het dus niet  
733 2 maar we hebben toch ook al dat het verbonden is met de wand  
734 3 dan heb je dus je structuur al aangegeven  
735 2 ja, die structuur hebben we al, dus dat hoeft dan niet meer  
736 \* haalt stroomt configs weg  
737 \* voegt configs weer toe  
738 2 maar stroomt is daar toch niet nodig?  
739 \* haalt configs weg  
740 1 ok, dan gaan we nu naar pmf concentratie  
741 \* opent pmf concentratie  
742 1 moeten we nu alles weer opnieuw opschrijven?  
743 1:15  
744 3 ehm.. op zich nog even terug naar het onderscheid tussen smf en pmf. Misschien is dit wat  
745 abstract, maar een pmf is iets wat kan beginnen en ophouden in de echte wereld. In een  
746 procesfragment beschrijf je dan hoe dat kan gebeuren en wat het precies inhoudt dat zoiets in  
747 gestart. Een proces is iets als regen bijvoorbeeld of het verhitten van iets.  
748 2 dus we moeten nadenken over wat voor proces we hebben. wat staat hier als voorbeeld? (handleiding)  
749 2 daar hebben we ook niets aan...  
750 2 ik snap het niet  
751 1 maar is dit dan fout of niet? (smf)  
752 2 nee, dit klopt, maar we hebben dit fout gedaan (lijst met aangemaakte mfs)  
753 2 procesfragmenten. het is gewoon geen procesfragment, concentratie is geen pmf  
754 1 maar het kan toch nog wel veranderen of niet?  
755 2 ja maar dat heeft hij net gezegd, het gaat er niet om dat het kan veranderen, maar dat het kan  
756 ophouden en stoppen.  
757 1 ok, dan gaan we deze doen.  
758 \* verwijderd pmf concentratie  
759 \* opent pmf water  
760 2 maar dan is water toch ook geen procesfragment...  
761 2 dan moet het stroming zijn.  
762 2 ja, we moeten water vervangen door stroming, want dat is iets wat wel kan beginnen en ophouden.  
763 \* hernoemt pmf water tot pmf stroming  
764 2 ja  
765 1 zo, ok  
766 2 maar wacht even, wat moeten we nu anders doen bij een pmf?

767 2 is dit het dan?  
768 1 ja stroming is de enige ja  
769 2 nou, ik weet niet.  
770 1 nu moeten we stroming maken.  
771 \* pmf stroming en opent entity uit condities menu  
772 3 ok, in procesfragmenten kun je als conditie een heel modelfragment invoegen. Zo een die je net  
773 gemaakt hebt. een smf, kun je hier weer invoegen.  
774 \* voegt smf grote moleculen in als conditie in het pmf  
775 3 daar zit ook een logica achter, want je hebt net een beschrijving gemaakt van een deel van de  
776 echte wereld, in jullie geval hoe het zit met de grote moleculen, en dat deel kan ook een rol spelen  
777 in een proces, die beschrijving kan daar weer in gebruikt worden. Dan ga ik even weer terug naar het  
778 voorbeeld. Kijk, hier is beschreven hoe een kolom met water er uit ziet en wat voor zaken daar een  
779 rol spelen en als je dan hier naar het procesfragment kijkt waarin is aangegeven hoe het zit met de  
780 stroming, dan zie hier een kolom met water en hier nog een. Die heb je hier dan geïmporteerd.  
781 2 ja, maar dat hebben wij dus niet, want wij hebben namelijk van alles al twee aangemaakt. In die  
782 andere.  
783 3 ja, dat kun je hier ook importeren. Nogmaals, er is niet maar 1 manier waarop je een correct model  
784 bouwt.  
785 2 ja, want wij dachten we scheiden meteen hier in twee  
786 3 ja, dat kan, want dat is natuurlijk ook een beschrijving van de wereld, er is niet 1 soort goede  
787 modelfragmenten  
788 1:20  
789 2 maar dan ehm, hoeven wij dit toch niet te gaan doen, zoals het hier staat? (comvat)  
790 3 nou als je kijkt naar de beschrijving in de opdracht, op het losse blaadje (osmose domein) dan zie  
791 je hier de tekening van osmose, dus hoe dat werkt. Je hebt bv. een cel en die zit in een omgeving,  
792 etc. Die moet je wel beschrijven  
793 2 ja, ok maar dat kunnen we dan toch gewoon in wat we hier zien doen (smf grote moleculen)  
794 3 ja, in principe kan dat ja. jullie hebben aangegeven hoe dat er uit ziet.  
795 1 we moeten alleen nog aangeven wanneer het gaat stromen en wat er dan gebeurt  
796 3 ja, precies en dan kom je bij het condities en consequenties verhaal. Je moet dus aangeven: er is  
797 dus een bepaald conditie en dan gaat het procesfragment beginnen.  
798 1 oh, en dit is eigenlijk ook alleen nog maar het proces, straks moeten we ook nog het scenario  
799 doen.  
800 3 dat klopt, dat is de volgende stap.  
801 2 ja, ok, dit is alleen het proces, dat gaan we nu doen.  
802 ...  
803 2 ehm, we moeten even naar de homer handleiding kijken, hoe we dat moeten invullen  
804 2 wat moeten we nu eigenlijk invullen?  
805 2 de homer handleiding, daar moet het bij staan.  
806 ... (lezen)  
807 2 ja, hier...  
808 2 even kijken, ehm..  
809 2 aanmaken calculus relaties..  
810 1 wat zijn al die lijntjes? (in geïmporteerd mf)  
811 3 uitleg dat die behoren bij het geïmporteerde mf  
812 1 ik snap niet echt wat we hier nu moeten doen.  
813 2 ik zou het ook niet weten. hoe je die dingen nu moet gaan verbinden, dat zou ik willen weten.  
814 2 ik weet het niet hoe dit moet, ik snap die handleiding niet.  
815 1:25  
816 2 nou, het modelfragment bouwen hebben we gedaan..  
817 2 leest handleiding (het bouwen van een simpel modelfragment...)  
818 (bel)  
819

1 Transcript groep C

2

3 1: leerling 1

4 2: leerling 2

5 3: begeleider

6

7 leerling 1 zit achter de pc

8 () is eigen commentaar

9 \* zijn acties van leerlingen op het scherm

10

11 A: entiteiten scherm

12 B: configuratie scherm

13 C: quantity scherm

14 D: quantity space scherm

15 E: modelfragments scherm

16 F: scenario

17

18

19 0:00

20 (tegen einde les 1)

21 (lezen handleiding werken met HOMER)

22 3 deel B heb je niet uitgebreid door de lezen. Die heb je nodig als je straks aan het bouwen bent.

23 1 wat moeten we er dan mee?

24 3 even doorkijken, zodat je weet waar het dan staat.

25 (vraag hanna -> zie groep A)

26 0:05

27 (uitdelen opdracht)

28 (korte uitleg + doorlezen opdracht)

29 1 moeten we nu gewoon beginnen?

30 3 ja, in principe mogen jullie nu gewoon beginnen

31 1 waar is het aantekeningenblad?

32 3 dat zijn die lege bladen die ik daar net heb neergelegd.

33 (leg uit, eerst aantekeningen maken kan makkelijk zijn, hoeft niet)

34 0:10

35 3 ok, nu is het belangrijk om de opdracht, de beschrijving van osmose er weer bij te pakken en dat

36 je daar dus steeds kijkt, wat heb ik nodig. De eerste stap is kijken welke entiteiten heb je nodig

37 en dat je deze vervolgens in HOMER gaat invoeren. En daarbij kun je dus weer de HOMER handleiding

38 gebruiken, want daar staat in hoe je die verschillende dingen invoegt.

39 1 ok, even kijken. we hebben water.

40 1 entiteiten hebben we water

41 1 en we hebben suiker

42 2 ja

43 1 wat hebben we nog meer? en het water is natuurlijk een substantie

44 2 cel

45 1 ja, en extra cellulair

46 2 zullen we nu gaan invoeren wat we nu hebben?

47 A

48 1 wat hadden we ook al weer op het blaadje staan?

49 \* maakt substantie aan

50 1 bij substantie hebben we water

51 2 en dat is ook add child?

52 1 ja, dit is een child van substantie, want water is ook een substantie

53 \* maakt water aan onder substantie

54 (bel)

55 1 en dan hebben we ook nog moleculen onder substantie

56 \* maakt moleculen aan onder substantie

57 0:15

58 1 en dan hadden we ook de cel

59 \* maakt cel aan onder entity

60 (1 slaat op)

61

62 (begin les 2)

63 A

64 1 ok, hebben we hier nu alles

65 2 we hadden geloof ik bedacht...

66 \* maakt omgevingsvloei stof aan onder substantie

67 2 maar dat is toch geen substantie

68 1 ja, misschien is het meer dat substantie is moleculen of water

69 2 ja die daar onder (omgevingsvloei stof onder ent)

70 2 zou je die niet gewoon een nieuw afsplitsing doen...  
71 \* verwijderd omgevingsvloeistof  
72 1 maar ze hebben allebei dezelfde eigenschappen, bijvoorbeeld osmotische waarde  
73 2 ja, de cel en de omgeving  
74 1 ja, dus die zitten in dezelfde hoofdtak, dus dan moeten we hier nog eentje toevoegen  
75 1 even kijken hoor...  
76 2 moet daar niet een tweede, een...  
77 1 ja, maar wat is nu iets dat bevat, een...  
78 1 ehm, dan doen we hoofd ding omgeving en dan heb je in de cel en buiten de cel.  
79 2 ja  
80 0:20  
81 \* maakt ent omgeving aan onder ent.  
82 \* verandert parent cel van ent naar omgeving  
83 \* maakt buiten de cel aan onder omgeving  
84 1 nou  
85 2 en nu?  
86 1 nu gaan we  
87 D  
88 C  
89 1 ok, wat kunnen we allemaal voor eigenschappen hebben? osmotische waarde.  
90 \* maakt q osmotische waarde aan  
91 2 wat ben je nu aan het doen?  
92 1 we moeten nu zegmaar de eigenschappen definiëren  
93 2 maar de eigenschappen van welk object?  
94 1 we moeten nu gewoon een aantal algemene eigenschappen definiëren en dan kunnen we die zodirect  
95 aan een object in het model voegen.  
96 2 ok  
97 (kiest qs mzp, maar ziet dat het niet goed is)  
98 1 ehm... edit quantity spaces...  
99 1 o ja, osmotische waarde die kan alleen positief zijn toch?  
100 2 ja  
101 1 dan moeten we een nieuwe qs maken  
102 \* maakt qs zero plus aan met point zero en interval plus  
103 2 hier, je moet eerst entiteiten aanmaken en daarna configuraties  
104 2 ehm, je moet gewoon configuraties doen. je moet gewoon even de opdracht lezen.  
105 0:25  
106 2 kijk, dit is stap drie dit  
107 \* drukt cancel changes (qs zero plus weg)  
108 B  
109 1 glas bevat water (leest opdr)  
110 1 ok  
111 1 ehm, de naam is bevat  
112 \* maakt config bevat aan  
113 1 kijk hier  
114 2 ja, maar dat gaat over die comvat  
115 1 ja, maar dit is ook een type bij osmose. een cel bevat water, de omgeving bevat water  
116 1 ok, wat nog meer?  
117 A  
118 1 wat hebben we nog meer nodig?  
119 2 ehm, nou ik denk dat het watervat kan overlopen.  
120 1 nee, we moeten zegmaar nu alleen de dingen die tussen deze (wijst ent) kunnen zitten.  
121 1 dus cel bevat water. Buiten de cel bevat water en ze bevatten grote moleculen  
122 1 hier moeten we ook nog een relatie, tussen die...  
123 2 kijk hier heb je dat die verbonden is met die, maar hier heb je op zich dat het water door die...  
124 1 ehm, ja, je hebt buiten de cel die maakt contact met de cel, want die liggen tegen elkaar aan.  
125 2 ja  
126 \* voegt config maakt contact met toe  
127 2 ja, maar dat is natuurlijk tussen de cel en buiten de cel.  
128 1 ja, maar het gaat er om dat je dus beschrijft wat de verbanden zijn tussen de objecten, dus cel  
129 bevat water, cel bevat grote moleculen, en dus ook cel grenst aan buiten de cel  
130 2 ja  
131 1 doen we grenst aan  
132 \* veranderd config maakt contact met in grenst aan  
133 1 ok, goed... kwantiteiten  
134 C  
135 1 definities  
136 1 (leest) eigenschappen van de objecten die variabel zijn... ok, osmotische waarde  
137 \* voegt q osmotische waarde toe  
138 1 en die kan eigenlijk alleen.. kan die negatief zijn? Nee, die is altijd positief  
139 1 dan moeten we dus een nieuwe qs hebben.  
140 2 hoezo

141 1 nou deze is alleen van plus, nul en een waarde lager dan nul, maar wij hebben alleen de waarde  
142 nul en plus nodig.  
143 0:30  
144 2 ja ok  
145 D  
146 1 ok, qs... new en dan noemen we dat zero plus  
147 1 en dan zero, en eentje erboven... dat is plus  
148 \* voegt qs zero-plus toe  
149 \* voegt q osmotische waarde met qs zero-plus toe  
150 1 ok, we hebben nu osmotische waarde en de waarde, dat hebben we vastgesteld kan alleen positief  
151 zijn  
152 1 en dan  
153 2 hoeveelheid van hoeveelheid moleculen  
154 1 ok, dus gewoon hoeveelheid  
155 2 ja  
156 1 en dat kan ook alleen maar nul en hoger zijn  
157 \* voegt q hoeveelheid met qs zero plus toe  
158 1 goed  
159 2 en de druk, die staat hier ook bij  
160 \* voegt q druk in cel toe  
161 2 ja, maar die kan ook buiten de cel zijn  
162 1 ehm, maar als die negatief is wordt ie naar binnen gedrukt?  
163 2 nee  
164 1 ja, maar als al het water er uit stroomt dan komt er druk naar binnen, dan heb je negatieve druk  
165 2 ja  
166 \* voegt q druk toe met qs mzp  
167 1 ok, ehm... druk, osmotische waarde... wat nog meer?  
168 1 nou, dat is het wel zo'n beetje denk ik. Naar de volgende stap.  
169 1 qs, die hebben we al gemaakt. maak de mf, goed..  
170 0:35  
171 E  
172 (lezen opdr)  
173 1 goed, ehm... wat voor fragment hebben we hier nodig?  
174 1 wat voor soort?  
175 1 (aan mij) wat voor fragment hebben we hier nodig?  
176 3 ja dan moet je even goed kijken naar de voorbeelden bij stap vijf uit de opdracht en in de homer  
177 handleiding staat ook het verschil tussen die fragmenten uitgelegd. Lees dat even door en dan wordt  
178 het vanzelf duidelijk denk ik.  
179 1 modelfragments (leest), ja  
180 (lezen materiaal)  
181 0:40  
182 3 wordt het een beetje duidelijk?  
183 1 ja, maar er staat hier nergens wat echt het verschil is tussen de fragmenten  
184 3 ja, dat staat in de HOMER handleiding. Kijk, hier staat dat.  
185 (lezen handleiding)  
186 1 ok, even kijken hoor..  
187 \* maakt smf cel aan  
188 2 snap jij het, wat we nu gaan doen?  
189 1 ehm..  
190 \* voegt water in  
191 \* haalt water weer weg  
192 1 ehm..  
193 \* voegt cel in  
194 1 ok, een cel die heeft water en moleculen  
195 \* voegt moleculen in  
196 0:45  
197 \* selecteert cel en klikt attributes  
198 \* selecteert cel en klikt quantities  
199 1 ehm... ok, configuration dus  
200 1 maar, hè?  
201 1 ah (ontdekt shift toets, doordat andere groep dat zegt)  
202 \* voegt bevat in tussen cel en moleculen  
203 1 cel bevat moleculen en..  
204 1 water  
205 \* voegt water in  
206 1 zo, en nu..  
207 \* voegt water bevat cel in  
208 1 ok, een cel bevat grote moleculen en bevat water.  
209 1 wat heeft ie nog meer?  
210 1 dat water een bepaalde osmotische waarde heeft  
211 2 en dan kunnen we misschien hier ook zeggen dat water een hoeveelheid heeft

212 1 ja, ok  
 213 \* voegt q hoeveelheid in bij water  
 214 1 even kijken, en deze is.. de osmotisch waarde van de omgeving bepaald dat..  
 215 2 nou, die moleculen moeten ook maar een hoeveelheid  
 216 2 ja, kijk hier (comvat), maar hier is alleen water...  
 217 (lezen/bekijken voorbeeld)  
 218 1 ehm, hier is ie blauw, dat moet hier ook denk ik  
 219 0:50  
 220 \* verandert hoeveelheid van conditie naar consequence  
 221 1 ok, nu is ie blauw en dat is ie hier ook.  
 222 1 en wat had water nog meer? O ja, osmotische waarde  
 223 \* voegt q osmotische waarde toe bij water  
 224 (organiseert scherm)  
 225 1 maar het water heeft geen osmotische waarde. De cel heeft een osmotische waarde en de moleculen  
 226 hebben een hoeveelheid  
 227 \* haalt osmotische waarde weg bij water  
 228 \* voegt hoeveelheid toe bij moleculen  
 229 1 goed, we hebben nu twee dingen met een hoeveelheid  
 230 2 ehm, kijk maar hier hebben ze ook een waterpad, van en naar zegmaar.  
 231 1 ja, maar dit is een kolom zegmaar, wij hebben een cel met water en moleculen, maar.. eens even  
 232 kijken hoor  
 233 1 een cel, hoe hoger het... grote moleculen en water heeft ie ook...  
 234 1 deze (cel) heeft ook een osmotische waarde  
 235 \* voegt q osmotische waarde in bij cel  
 236 2 ja, en die heeft te maken met de hoeveelheid  
 237 1 ja en door de hoeveelheid moleculen gaat deze (osmotische waarde) omhoog en door de hoeveelheid  
 238 water gaat deze juist omlaag en als deze (hoeveelheid water) omlaag gaat dan gaat die (osm waarde)  
 239 juist omhoog.  
 240 1 dus als de hoeveelheid moleculen plus is, dan...  
 241 0:55  
 242 \* selecteert waarde plus  
 243 2 maar kan je dat niet gewoon hier naar boven...  
 244 2 ja, dat de waarde hier plus is (hoeveelheid moleculen) dat maakt niet uit, kun je niet gewoon  
 245 vanaf het pijltje plus naar het pijltje plus hier (osmotische waarde)  
 246 1 dus als de hoeveelheid meer wordt, dan wordt de druk ook meer en neemt hier de osmotische waarde  
 247 toe.  
 248 2 ja  
 249 1 ok, zo  
 250 \* selecteert afgeleide plus van beide  
 251 1 even kijken hoor  
 252 2 kun je deze (afgeleide hoeveelheid water) ook niet gelijk doen?  
 253 1 ik denk dat je die gewoon apart moet doen  
 254 (geen opties in menu)  
 255 2 ik denk dat je gewoon die afgeleide moet doen  
 256 \* selecteert derivative teken van beide  
 257 1 ja (opties)  
 258 1 ehm, inequality, plus, min... dat is vreemd  
 259 1 ehm en als je deze...  
 260 \* selecteert hoeveelheid en osm waarde  
 261 1 ja, proportionality (in menu)  
 262 1 ok, dus hoe meer moleculen, hoe hoger de osmotische waarde. Dat klopt toch hè?  
 263 1 ja  
 264 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid moleculen en osm waarde  
 265 1 ok, en dan hebben we ook nog  
 266 \* selecteert osm waarde en hoeveelheid en prop neg  
 267 1 ehm, wacht even hoor.  
 268 1 als je nu een positieve prop de ene kant op hebt, moet je dan ook een negatieve de andere kant op  
 269 weergeven of doet ie dat automatisch?  
 270 3 nee, het is 1 richting op, het is één kant op. Dat is zegmaar ook het idee, want die relaties  
 271 zijn ook niet altijd twee kanten op. Bijvoorbeeld de één is afhankelijk van de ander. A veroorzaakt  
 272 B, dan betekent dat niet dat B ook altijd A veroorzaakt. Daarom, die dingen hebben een bepaalde  
 273 richting. Maar soms kun je ze inderdaad ook beide kanten op nodig hebben, maar let goed op wat je  
 274 dan precies zegt. Klik eens op jullie prop.  
 275 3 kijk, hier staat een toename in hoeveelheid veroorzaakt een toename in de osm waarde. Als je ze  
 276 omdraait dan zeg je, een toename in de osmotische waarde veroorzaakt een toename in de hoeveelheid  
 277 moleculen.  
 278 1 ok, dat is duidelijk  
 279 1 de volgende. Kijk als de hoeveelheid water toeneemt, dan wordt de osmotisch waarde kleiner.  
 280 \* voegt pm toe tussen hoeveelheid water en osmotische waarde cel  
 281 1:00  
 282 1 ok en de cel heeft ook een druk natuurlijk



283 \* voegt q druk met qs mzp toe bij cel.  
 284 1 ok, en dan hebben we de hoeveelheid water en de druk  
 285 1 hoe meer water, hoe groter de druk  
 286 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid water en druk van de cel  
 287 1 en dan hebben we het wel zo'n beetje denk ik  
 288 1 ok, is er nog iets met de druk en de osmotische waarde? Nee, dat heeft ook niet echt invloed op  
 289 de druk. Hoeveelheid moleculen heeft ook niet echt invloed op de druk. En het water heeft geen  
 290 relatie met de moleculen.  
 291 1 de osmotische waarde wordt beïnvloed door de hoeveelheid moleculen en de hoeveelheid water.  
 292 (bel)  
 293 (slaat alles op)  
 294  
 295 (dvd c2)  
 296 E (cel)  
 297 1 ok, we gaan eerst die pijltjes doen voor extracellulair.  
 298 2 ja, want dat heeft natuurlijk wel weer connectie met die osmotische waarde.  
 299 1 dit is volgens mij wel in orde zo. Als de hoeveelheid water toeneemt, dan neemt de druk toe. Als  
 300 er minder water is, dan stijgt de osmotische waarde. Meer grote moleculen, grotere osmotische  
 301 waarde. Klopt.  
 302 2 meer water, minder osmotische waarde  
 303 1 ja, klopt  
 304 1 dan moeten we nu die andere gaan maken  
 305 1 static fragment, add child. Dit is de omgeving  
 306 \* maakt smf omgeving aan  
 307 \* voegt buiten de cel toe  
 308 1 en moleculen en water  
 309 \* voegt moleculen toe  
 310 \* voegt water toe  
 311 1 en deze dus bevat  
 312 \* voegt bevat toe tussen buiten de cel en moleculen  
 313 \* voegt bevat toe tussen buiten de cel en water  
 314 1 quantity  
 315 \* voegt druk toe bij buiten de cel  
 316 2 maar hier moet toch zero plus bij?  
 317 1 ja, maar de druk kan toch ook negatief zijn?  
 318 2 oh ja, natuurlijk  
 319 1 ja, want dan zuigt ie het uit de cel zegmaar  
 320 1 nou, water  
 321 1 water daar hebben we een hoeveelheid  
 322 \* voegt hoeveelheid water toe  
 323 1 en moleculen heeft een hoeveelheid  
 324 \* voegt hoeveelheid moleculen toe  
 325 1 en deze heeft ook een osmotische waarde  
 326 \* voegt osm waarde cel toe  
 327 1 ok, hoe meer water, hoe minder osmotische waarde  
 328 1:05  
 329 \* voegt pn toe tussen hoeveelheid water en osm waarde  
 330 1 en hoe meer moleculen, hoe meer osmotische waarde  
 331 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid moleculen en osm waarde  
 332 1 hoe meer grote moleculen, hoe hoger de osmotische waarde toch?  
 333 2 ja  
 334 1 dit is het wel toch, oh wacht deze moeten we nog met deze  
 335 \* voegt pp hoeveelheid en druk toe  
 336 1 mooi, nu hebben we twee van die instanties  
 337 1 save  
 338 1 en nu naar het voorbeeld. Nu moeten we een procesmodel gaan maken.  
 339 3 opmerking van mij over wat op te nemen in het model. Jullie bepalen dat, maar in de vraag die in  
 340 de opdracht wordt gesteld kun je al veel vinden.  
 341 1 (leest) wat gebeurt er als gevolg van een osmose met de concentratie suikers in de cel als de  
 342 hoeveelheid suikers buiten de cel toeneemt.  
 343 (lezen)  
 344 1 laten we een procesmodel gaan maken  
 345 1 ehm  
 346 \* voegt pmf toe osmose proces  
 347 (invalid name given)  
 348 1 oh, ok  
 349 \* voegt pmf osmose\_proces toe  
 350 1 ok, als conditie hebben we modelfragments nodig  
 351 1 een cel hebben we hierin  
 352 \* voegt smf cel in  
 353 1 ok, nu hebben we een cel

354 (puihoop op het scherm)  
355 1:10  
356 3 ik, kijk als je nu collapse doet, dan haalt ie een aantal dingen even weg, die je niet echt  
357 gebruikt. Dat kan soms handig zijn.  
358 \* collapsed alle kwantiteiten  
359 1 ok, dan hebben we de cel en moeten we nu nog de omgeving hebben  
360 \* voegt smf omgeving in  
361 1 oh (puinhoop)  
362 1 collapse, collapse, collapse  
363 \* collapsed weer alle kwantiteiten (met SPACE!)  
364 1 ok, ehm...  
365 (lezen)  
366 1 ok, er moet iets gegeven zijn. Wanneer gaat het hele proces in werking treden? Als de moleculen...  
367 1 als in de omgeving veel moleculen zijn, dan... ehm eigenlijk de hoeveelheid water...  
368 2 moeten we hier niet iets maken van.. hoe meer water hier (omgeving), hoe hoger de osmotische  
369 waarde hier (cel)  
370 1 nee, kijk.. je moet die dingen even met elkaar delen, want anders heb je niet gelijk, want hier  
371 (buiten) kan best heel veel water zijn, maar ook veel moleculen en dan kan de osmotische waarde  
372 even groot zijn als hier (wijst naar zowel water als moleculen bij cel)  
373 2 ja  
374 1 wacht even hoor, we hadden de hoeveelheid water en hoeveelheid moleculen en die deel je.  
375 2 ja en als die (omgeving) groter is dan die (cel)  
376 1 ja, als ze gelijk zijn gebeurt er niks  
377 2 ja, dan hebben ze geen osmotische waarde  
378 1 nou, wel een osmotische waarde, maar die zijn dan gelijk  
379 2 ja, ja het gaat dus om dat er een verschil is  
380 1 maar hoe maken we dat hier nou...  
381 1 dus de één gedeeld door de andere  
382 1 dan dus moleculen gedeeld door water... hmmm, je kunt er maar een selecteren...  
383 1 hmmm..  
384 1:15  
385 1 cel verbonden met omgeving, dat kunnen we ook gewoon even doen.  
386 (wil teken van cel fragment verbinden met teken van omgeving fragment)  
387 1 ehm... waarom staat hier nu niet gewoon zo'n dingetje (menuoptie)  
388 1 oh, dat kan natuurlijk alleen met de...  
389 (leest)  
390 1 we moeten een conditie hebben..  
391 \* expand cel en buiten de cel  
392 1 het is iets met de osmotische waarde..  
393 1 de osmotische waarde hier (omgeving) moet groter zijn dan de osmotische waarde hier (cel)  
394 \* voegt inequality > in tussen osm waarde buiten de cel en osm waarde cel  
395 2 hoezo?  
396 1 nou dat is de voorwaarde dat het hele proces begint te... begint te lopen zegmaar..  
397 1 ja, zo.. en wat gebeurt er dan?  
398 1 de consequence is dat er water van hier (omgeving) naar hier (cel) gaat stromen  
399 2 nee, van de cel naar de omgeving  
400 1 o ja, natuurlijk ja  
401 \* selecteert beide water en zoekt naar verbinding (config)  
402 \* collapsed buiten de cel en cel  
403 \* expand water en water (hoeveelheden)  
404 1 dus de hoeveelheid hier gaat stijgen en hier gaat dalen  
405 \* selecteert hoeveelheden en zoekt verbinding  
406 \* kiest influence  
407 1:20  
408 1 maar hoe weet je hier nou welke water welke water is?  
409 3 je kunt de naam veranderen, je kunt je eigen naam toevoegen  
410 1 oh, ok  
411 (wil naam veranderen in geïmporteerde smf -> lukt niet)  
412 3 oh, nee, inderdaad. Hier in het procesfragment kun je dat niet aangeven. Je kunt ze hier geen  
413 andere naam meer geven omdat je ze geïmporteerd hebt  
414 1 oh, ok  
415 \* opent smf omgeving en vernadert naam water in water B  
416 \* veranderd naam in moleculen B  
417 (terug naar pmf)  
418 1 ok, en wat gebeurt er dan? De hoeveelheid in de cel wordt kleiner en daar wordt ie groter. Dus  
419 deze krijgt dan een negatieve invloed op deze  
420 \* opent influence scherm  
421 1 dus water buiten heeft een negatieve invloed op water binnen  
422 2 nee, dan is dit water binnen (omdraaien)  
423 1 dit wordt dus minder (in de cel) en dit wordt dus meer  
424 1 en water buiten heeft een negatieve invloed op water binnen

425 2 water binnen gaat naar buiten stromen, dus water buiten wordt meer  
 426 1 ja, dus als water b verandert, dan wordt deze (cel) minder  
 427 \* voegt I- in tussen hoeveelheid water buiten en hoeveelheid water cel  
 428 1 zo  
 429 1 en als deze (water cel) minder wordt dan wordt die meer (water buiten de cel)  
 430 1 ja, dan wordt die steeds meer en die steeds minder  
 431 \* klikt show relevant  
 432 1 ok, dus gegeven dat de osmotisch waarde buiten de cel groter is dan de osmotische waarde binnen.  
 433 1 ehm, maar hier is geen pijl, dus we weten niet welke kan hij op gaat (infl)  
 434 2 ja, inderdaad  
 435 (opent infl)  
 436 1 dus als water hier afneemt..  
 437 2 nee, als water buiten afneemt, dan neemt die ander toe.  
 438 1 ja, ok  
 439 (klikt expand tree, prop tussen osm waarde en hoeveelheid moleculen verschijnt)  
 440 1 ehm... ok, dit gaat net zolang door, dus er komt hier net zo lang water bij.. en het water hier  
 441 wordt minder, ehm... hoe doet ie dat nou... als we die verbanden...  
 442 1:25  
 443 \* expand alle quantities (van water)  
 444 1 ok nu hebben we alles. Wat hadden we ook al weer gezegd. De hoeveelheid water heeft een positieve  
 445 invloed op de osmotische waarde. En daardoor wordt die groter en dan zo groot dat op een gegeven  
 446 moment is deze ongelijkheid voorbij (conditie proces)  
 447 2 wat bedoel je  
 448 1 nou kijk, het begint met de voorwaarde dat deze groter is dan die (osm waardes) en vervolgens  
 449 begint door de negatieve invloed die die (hoeveelheid water b) heeft op die (hoeveelheid water) de  
 450 hoeveelheid af te nemen. En doordat deze minder wordt (hoeveelheid water) neemt die toe (osm  
 451 waarde)...  
 452 1 ehm, dat klopt niet... wat is dit nou weer voor onzin (pp tussen water en osm waarde)  
 453 2 ja, we moeten als er meer water is, dan is er minder osmotische waarde  
 454 1 en minder water is meer, ja  
 455 1 ja, als er minder water is, dan komt er dus meer osmotische waarde en daardoor wordt deze even  
 456 groot als die (osm waardes) en dan op een gegeven moment houdt ie op.  
 457 1 en die moleculen, dat is gewoon een gegeven zegmaar  
 458 2 waarom is dat een gegeven?  
 459 1 nou, er gebeurt eigenlijk niks mee. Water is het enige waar iets mee gebeurt.  
 460 2 ja en dat van grote moleculen en osmotische waarde dat hadden we al toch  
 461 1 ja, die hadden we al hier (wijst naar prop)  
 462 1 en moeten we nog iets met de druk doen? Dat als de druk te klein is dat ie dan dood gaat ofzo?  
 463 1 nee, hoeveelheid water en druk hebben we.  
 464 1 dus eigenlijk de enige invloed die we hebben het water dat van de ene naar de andere kant kan  
 465 stromen.  
 466 1 nou, wat moeten we dan nog meet doen?  
 467 1 het maken van een scenario (leest opdracht)  
 468 (bekijkt voorbeeld)  
 469 1 ehm, hij is nog incomplete zegt ie hier  
 470 1 misschien moeten we hier nog even een relatie tussen doen.  
 471 1 configuration, grenst aan...  
 472 \* voegt grenst aan toe tussen cel en buiten de cel.  
 473 1 ja, ok.. goed, een scenario  
 474 F  
 475 1 ok, new. meer moleculen, nee.. osmotische waarde  
 476 1:30  
 477 \* maakt scenario osmotische waarde buiten groter dan binnen aan  
 478 1 elements, ehm nee... (zoekt naar model fragments om in te voegen)  
 479 2 misschien is dit precies wat we al hebben, alleen dan...  
 480 1 maar ik snap het niet, hoe kan ik die dan importeren?  
 481 (leest)  
 482 1 model fragmenten... ehm...  
 483 1 (vraagt mij) kijk, we hebben hier nu een pmf waarin staat als deze groter is dan die dan gaat het  
 484 water zo stromen..  
 485 3 ok, wacht even. Hier deze relatie (infl) daar geef je meer aan dat als de waarde van de  
 486 hoeveelheid water hier plus is, dan gaat de hoeveelheid water hier afnemen. Dus die influence hier  
 487 is de relatie tussen een waarde en een afgeleide.  
 488 1 ok, hoe moet het dan?  
 489 3 het punt waar jullie nu zitten kun je een heleboel afleiden uit het procesfragment van hoe dat  
 490 bij communicerende vaten is gedaan.  
 491 3 het is wel een lastig punt hoor, waar jullie nu zitten.  
 492 1 oh, wacht even.. (kijkt naar model) ah, de stroming die gaat lopen en dan gaat het hier af en dan  
 493 komt het hier bij. Zie deze... we hebben dus nog een tussenschakel nodig. Ehm..  
 494 2 ja, hier moet nog iets bij  
 495 1 we moeten nog een element erbij maken

496 2 ja, maar is dat niet gewoon het element osmose?  
 497 1 ja, ehm.. we moeten even het element membraan maken, een entiteit er tussen en daar komt stroom  
 498 doorheen, dus de eigenschap stroming en dan plakken we dat daar tussen.  
 499 A  
 500 1 add child  
 501 \* voegt membraan toe onder omgeving  
 502 1 en dan moeten we die even een quantity geven.  
 503 C  
 504 \* voegt q stroom toe  
 505 1 mzp, want als ie min is dan stroomt het de andere kant op.  
 506 \* voegt q stroom met qs mzp toe.  
 507 (no qs selected)  
 508 2 oh ja  
 509 (add qs)  
 510 E  
 511 1 zo, en dan gaan we hier, condition entity  
 512 \* voegt membraan toe  
 513 1 ok, en dan zetten we die even hier tussenin. En dan cel... deze kan weg  
 514 \* haalt grenst aan tussen cel en buiten de cel weg  
 515 \* voegt grenst aan in tussen cel en membraan  
 516 \* voegt grenst aan in tussen buiten de cel en membraan  
 517 (bel)  
 518 1 ok, quantity  
 519 \* voegt stroom in onder membraan  
 520 1 ok, en nu  
 521 2 kijk hier, eentje van deze (I+) en eentje van deze (I-) (comvat voorbeeld)  
 522 1 ok, deze wordt minder, hier gaat het weg... als er dus een stroom is dan komt hier steeds minder  
 523 water.. even kijken hoor...  
 524 1:35  
 525 \* voegt neg influence in tussen water hoeveelheid en stroom  
 526 1 ehm, hoe groter de stroom, hoe minder water...  
 527 \* switched arguments  
 528 1 ok, en die  
 529 1 als de stroom...  
 530 \* voegt pos influence in tussen stroom en hoeveelheid water buiten.  
 531 1 zo...  
 532 (slaat model op)  
 533  
 534 (begin les 4)  
 535 (ik geef ze nog een paar minuten gegeven om een aantal kleine dingen af te maken die ze de vorige  
 536 les nog hadden bedacht, maar groep c begint nog aan het scenario, dus snel de camera er op)  
 537 F  
 538 \* voegt cel in  
 539 \* voegt moleculen in  
 540 \* voegt buiten de cel in  
 541 1 zo... dus die grenst aan  
 542 \* voegt grens aan in tussen cel en membraan  
 543 \* voegt grens aan in tussen buiten de cel en membraan  
 544 1 nou, deze bevat water  
 545 \* voegt water in  
 546 \* voegt waterb in  
 547 \* voegt cel bevat water in  
 548 \* voegt buiten de cel bevat water in  
 549 2 dus we moeten nu een beginsituatie voor die...  
 550 1 ja, precies, dit is een beetje allemaal overnemen. Het scenario is een beetje alles overnemen.  
 551 1:40  
 552 1 doen we even snel twee grote moleculen  
 553 2 maar dat is precies wat we al hebben.  
 554 \* voegt moleculen in  
 555 1 ja, ik snap ook niet zo goed wat hier het nut van is. Dit is zegmaar de beginsituatie en alles  
 556 wat je zegmaar rood hebt ingevoerd moet je hier...  
 557 1 ok, grote moleculen b  
 558 \* voegt moleculenb in  
 559 \* voegt bevat in tussen cel en moleculen  
 560 \* voegt bevat in tussen buiten de cel en moleculenb  
 561 1 zo, en dan moeten we hier nog even aan een hoeveelheid zien te komen.  
 562 \* voegt hoeveelheid in bij water  
 563 \* voegt hoeveelheid in bij waterb  
 564 1 wat hebben we nodig, osmotische waarde nog...  
 565 2 en op zich hoeven we helemaal niet ehm... ja, alleen de hoeveelheid van de grote moleculen...

566 1 maar dit boeit eigenlijk helemaal want het is alleen dat de osmotische waarde groter is dan de  
567 ander...  
568 \* haalt hoeveelheid bij water weg...  
569 2 ja, maar wel hoeveelheid grote moleculen toch?  
570 \* haalt hoeveelheid bij waterb weg  
571 1 nee, alleen de osmotische waarde, want daar gaat het om  
572 2 ja, maar dat komt door de hoeveelheid moleculen.  
573 1 nee, want dat is verwerkt in de osmotische waarde  
574 2 maar je kan ook... je kunt zegmaar.. niet de osmotische waarde nu los neerzetten van de hoeveelheid  
575 moleculen  
576 1:45  
577 1 ja maar de osmotische waarde, die hebben we al beschreven in het model zelf. Dit is zegmaar de  
578 beginsituatie van het systeem.  
579 1 we hebben een cel met een osmotische waarde en buiten de cel met een osmotische waarde.  
580 \* voegt osm waarde cel in  
581 \* voegt osm waarde buiten de cel in.  
582 1 en de beginsituatie is dat de osm waarde hier buiten de cel groter is dan in de cel.  
583 2 ja  
584 1 dus dat moeten we nou weer weergeven.  
585 2 dan hebben we dus ook geen moleculen nodig hier.  
586 1 ja, maar dat is zegmaar de, zegmaar de... kijk, alles wat in het oude model, hier (pmf) rood is,  
587 kijk, hier membraan en dit allemaal, dat moet ook in de andere. Kijk hier in, want ander komt het  
588 begin niet met het model overeen en dan klopt het allemaal niet, dan werkt het niet.  
589 1 ok, osmotische waarde van de cel die is kleiner  
590 \* switched arguments  
591 1 dus de osmotische waarde buiten de cel is groter dan die van de cel.  
592 (slaat model op)  
593 1 goed ehh.. we hebben dus nu een scenario gemaakt  
594 1 (aan mij) ok, we hebben nu een scenario gemaakt, wat moeten we nu doen?  
595 3 ok, ik denk dat we nu maar gewoon moeten stoppen met bouwen en dan ga ik even een korte evaluatie  
596 doen...  
597 (einde modelbouw)  
598  
599 (korte uitleg volgt over wat we doen met de resultaten)  
600 1 maar hoe kunnen we dit scenario nu laten lopen?  
601 3 ja, dat is iets dat ga ik zo meteen laten zien.  
602 1 kunnen we zien of het complete chaos wordt of niet.  
603 3 ja, dat wordt waarschijnlijk een chaos ja.  
604  
605 Verder op de dvd:  
606 (evaluatie)  
607 (vragenlijsten)  
608 (runnen model groep c - op verzoek 1)  
609

1 Transcript groep D

2

3 1: leerling 1

4 2: leerling 2

5 3: begeleider

6

7 leerling 1 zit achter de pc

8 \* actie in HOMER

9 () eigen commentaar

10

11 Schermen:

12 A entity

13 B configuration

14 C quantity definition

15 D quantity space

16 E model fragment

17 F scenario

18

19 (begin dvd e1)

20

21 0:00

22 (lezen opdracht)

23 A

24 1 moet je de Nederlandse of de engelse naam invoeren als je een entiteit aanmaakt?

25 3 maakt in principe niet uit, mag je zelf kiezen, ik zou maar Nederlands doen.

26 1 maar hij herkent het niet dan?

27 3 nee, dit zijn puur namen zegmaar, die je zelf later weer gebruikt. Het maakt niet uit of je het in

28 het engels of in het Nederlands doet, doe maar in het Nederlands.

29 1 water moeten we hebben?

30 2 ja

31 1 remarks, moet ik daar ook iets invullen?

32 3 nee, dat zijn puur opmerkingen voor jezelf

33 \* maakt ent water aan

34 2 dan hebben we nog de kolom, maar die moeten we niet...

35 1 ook, een kolom met water

36 \* voegt ent kolom in

37 2 ehm...

38 1 es even nadenken

39 1 wacht, dit moet anders

40 \* haalt water weg

41 \* voegt pad toe

42 \* voegt waterpad toe onder pad

43 \* voegt substantie toe

44 1 ok, substantie

45 1 kijk, dit krijg je als je de selectie hebt

46 1 en daaronder water

47 \* voegt water toe onder substantie

48 1 ok, dat zijn alle entiteiten

49 2 hoe heb je dat nou in godsnaam gedaan?

50 1 nou, dat ding staat onder

51 2 ok

52 1 oh wacht even, dit is dus alleen een voorbeeld. Dat is zegmaar iets wat je helemaal niet hoeft in

53 te voeren.

54 3 nee, over osmose moet je hem maken

55 1 dus niet over een waterpad

56 \* haalt alles weer weg

57 3 ik zou zeggen pak de opdracht er bij (osmose beschrijving) en te denken zo van wat heb ik nodig om

58 dit zo te beschrijven?

59 \* maakt cel aan

60 \* maakt semi-permeabel membraan aan onder cel

61 2 semi

62 1 semi-permeabel membraan

63 1 is het membraan of menbraan

64 3 membraan

65 1 zo dus

66 3 ja

67 2 bloed misschien, dat is wel handig, en water

68 \* maakt substantie aan

69 1 substantie...

70 1 ehm water, en dan hebben we ook nog suiker wat er in zit, geen bloed

71 2 maar daarvan kan de osmotische waarde veranderen toch, dat moeten we toch aantonen?  
72 1 maar we hoeven nu toch alleen osmose te doen, we hoeven toch niet de celosmose te doen.  
73 \* voegt suiker toe onder substantie  
74 2 nee? maar dan heb je ook geen cel nodig toch?  
75 1 nee, maar daar halen we de semi-permeabele wand uit, maar dat hoeft ook eigenlijk niet  
76 1 waar haal je suiker, ok waar...  
77 \* haalt suiker weg  
78 \* voegt water toe onder substantie  
79 \* voegt suiker toe onder substantie  
80 1 ok, ehm...  
81 (lezen)  
82 1 ok, hoe kan je hier uit zonder het kwijt te raken  
83 3 gewoon sluiten...  
84 2 ik weet niet, misschien moeten we toch nog een keer goed kijken.  
85 1 configuraties, we gaan gewoon door met configuraties  
86 2 we moeten nog die entiteiten  
87 1 dat hebben we net gedaan, we moeten door  
88 2 ok  
89 1 nu naar de configuraties  
90 2 oh ja  
91 1 als je dus die verbindingen moet aanmaken, dan heb je dus een verbinding tussen dat, zegmaar water  
92 bevat suiker, maar die permeabele wand, bevat het water ook die permeabele wand, of zet je die er  
93 gewoon in eigenlijk?  
94 3 dat zijn dingen over het domein waar ik geen antwoord op geef, maar ik kan wel als tip geven: kijk  
95 goed hoe het bij de comvat is opgelost. als je kijkt hoe... hoe is dat later weergegeven in zo'n  
96 modelfragment. Als je die er bij pakt uit het voorbeeld, even verder bladeren. hier zie je wat  
97 dingen weergegeven en het is wel anders natuurlijk, maar daar zie je wel hoe dat met de relaties  
98 werkt.  
99 B  
100 2 ja, je moet nu zegmaar, cel bevat...  
101 1 ja, water  
102 2 toch?  
103 1 ja  
104 2 maar het water bevat geen suiker, de omgeving bevat suiker toch?  
105 1 ja, maar het suiker zit in het water en dan is de concentratie aan de ene kant hoger dan aan de  
106 andere kant.  
107 2 maar je moet wel weten waar die hoger is.  
108 1 ja, ehm... zucht... definitions  
109 1 bevat  
110 (new, save changes, invalid name given)  
111 \* voegt config bevat toe  
112 \* edit bevat -> haalt weer weg  
113 1 zucht...  
114 1 maar  
115 2 misschien heb je wel, je moet nu...  
116 \* voegt bevat toe  
117 1 ok, we hebben nu bevat, is dat alles?  
118 2 nee, ook verbonden met, maar misschien hebben we die niet nodig  
119 1 wat is dan verbonden met wat?  
120 2 ja, dat zijn dus die twee vaten, maar die hebben wij dus niet nodig  
121 2 tenzij.. ja, eigenlijk hebben we dat wel nodig  
122 0:10  
123 1 voor wat dan?  
124 2 nou, die cel met die omringing toch?  
125 1 ja, maar die cel zien we niet terug hè, we hebben nu alleen die cel en daaruit halen we die  
126 permeabele wand, maar die cel heeft er verder niets mee te maken  
127 2 natuurlijk wel, want je moet toch osmose aantonen  
128 1 ja, maar niet perse osmose zoals wij die kennen, maar gewoon de algemene term osmose. dus gewoon  
129 water aan de ene kant, water aan de andere kant, semi-permeabele wand ertussen en kijken wat er  
130 gebeurt.  
131 2 ja ok, maar...  
132 1 die cel was een beetje onhandig, die kunnen we gewoon vergeten  
133 2 maar dan moet je wel weten zegmaar aan welke kant je het suiker gaat doen.  
134 1 ja, ik weet ook nog niet hoe het verder gaat  
135 2 nou ok  
136 (lezen)  
137 2 maar hoe gaan we dat hier nu doen? we hebben dus bevat, maar we moeten het toch ook nog verbinden  
138 met elkaar?  
139 1 ja, maar hoe?  
140 2 ja precies  
141 1 qs, ehm, nee nog niet.. maar even verder lezen

142 (lezen)  
143 1 ik ga even dit stukje lezen, als het hier niet uit blijkt dan... kwantiteiten.. (leest)  
144 1 ok, dat moeten we even op een kladblaadje doen  
145 2 oh ja  
146 1 wat zijn kwantiteiten..  
147 2 de hoeveelheden, hoeveelheid druk, hoeveelheid...  
148 1 we moeten stap 4 lezen, stap drie moet je overslaan  
149 2 hoezo?  
150 1 in stap drie staat dat je eerst stap vier moet doen.  
151 (lezen)  
152 2 ok, ehm..  
153 1 lees eerst stap vier maar even door  
154 (lezen)  
155 D  
156 1 ok, welke hoeveelheden. we hebben een hoeveelheid water aan de ene kant en een hoeveelheid water  
157 aan de andere kant.  
158 2 ja  
159 1 suiker aan de ene kant en suiker aan de ander kant. volgens mij is dat alles, toch? verder is er  
160 niks.  
161 2 nee  
162 1 ok, dan moet we die er even inzetten.  
163 2 ja en misschien druk, hoeveelheid druk. maar dat is geen quantity natuurlijk  
164 1 jawel, maar gaan we die... ja, die moeten we ook gebruiken, of niet?  
165 2 nou, je moet wel een hoeveelheid, maar druk heb je op zich niet nodig  
166 1 jawel, want die gaan we er inzetten. Voor de simulatie is dat handig.  
167 2 nee, want het gaat niet om de druk, het gaat om de hoeveelheid suiker en de hoeveelheid water.  
168 nee, dat hebben we niet nodig.  
169 1 ok. even kijken wat dit is? (qs scherm)  
170 1 mzp, wat is dat?  
171 2 ehm, qs...  
172 1 ok, new  
173 \* maakt qs. hoeveelheid aan  
174 1 ok, point zero. kan nooit minder dan nul zijn, dus hoger... higher, highest.  
175 2 ja, wel kleiner, want de suiker die kan...  
176 1 ja, maar wat is het hoogste?  
177 2 dat maakt niet uit  
178 1 misschien moeten we hier plus van maken  
179 (leest stuk over qs)  
180 2 misschien moeten we toch die hiervoor even doen  
181 1 ja maar in stap drie staat...  
182 2 ja, maar we hebben stap 2 nog niet gedaan  
183 1 jawel, dat was ehm... die bevat  
184 2 ja, maar dat moet je wel bij die dingen doen. Dat moet eerst, volgens mij hoor...  
185 1 nee, dat is juist in drie  
186 2 ja?  
187 1 wat je in stap twee maakt, moet je toch pas in stap drie verbinden?  
188 3 nee, dat is later pas  
189 1 dus je maakt alleen bevat  
190 3 ja, je bent nu echt bezig met het aanmaken van de bouwstenen die je straks gaat gebruiken in je  
191 modelfragmenten. Dus je bent nu al je bouwstenen... nou, je hebt al die elementen nodig, je hebt die  
192 verbindingen nodig, je hebt ook je kwantiteiten nodig en daarvoor moet je eerst je qs aanmaken.  
193 1 dit is allemaal nog los, dus aan het eind zet je het eigenlijk pas allemaal samen.  
194 3 ja, dan ga je het allemaal verbinden met elkaar en aangeven wat voor relaties er zijn.  
195 1 ok, nou dit is wel goed.  
196 \* maakt qs hoeveelheid aan met punt zero en interval plus  
197 1 hebben we nog andere?  
198 2 ehm ja, ehmm.. ehm nee.  
199 1 je hebt de hoeveelheid water  
200 2 en de hoeveelheid suiker  
201 1 en de vergelijking hoef je niet te maken? zegmaar samen...  
202 2 maar misschien moet je wel zeggen dat ze allebei highest zijn. Ze zijn plus, maar ze zijn ook  
203 highest..  
204 1 ok  
205 \* voegt highest toe in qs hoeveelheid  
206 0:20  
207 1 die hebben we klaar, het zal nu wel fout gaan, maar daar komen we straks wel achter.  
208 2 ok, dan kunnen we nu naar kwantiteit nu  
209 2 het maken van mf.. (leest)  
210 1 nee, nummer drie  
211 (lezen)  
212 2 aantekeningenblad



213 2 nou, dat is hoeveelheid.  
214 2 ehm..  
215 1 druk toch ook?  
216 2 ja, druk ook  
217 1 dan zet ik die nog even in de qs  
218 2 ehm, druk. hetzelfde...  
219 \* maakt qs druk aan met point zero, interval plus en punt highest  
220 1 ok, waar staat kwantiteiten, quant def.  
221 C  
222 2 wat is mzp?  
223 1 dat is een ouwe, daar hoeven we niks mee te doen  
224 2 oh, en stroming moeten we ook.  
225 1 nee dat is hier zegmaar (comvat)  
226 2 ja, dat is hier gewoon...  
227 1 maar waarom het ik dat dan in qs gemaakt?  
228 D  
229 1 druk is dat? Die moeten we dus wel hebben. Stroming moeten we ook hebben. Alles wat we hier  
230 hebben, moeten we hier ook...  
231 2 maar we hebben toch geen stroming nodig? En de hoogte?  
232 (lezen)  
233 1 ehm, alles waar je een quantity voor hebt, daar moet je toch ook een quantity space voor maken?  
234 3 je hebt er een quantity space bij nodig inderdaad..  
235 1 maar je kunt dus geen quantity stroming maken als je geen quantity space voor stroming hebt.  
236 3 nee, klopt, je moet die qs aanmaken daar  
237 1 maar tot nu toe hebben we elke quantity space hetzelfde, is dat normaal gesproken ook zo?  
238 3 dat zou best kunnen ja  
239 2 hehe, sneaky  
240 1 wat?  
241 2 nee, niks  
242 2 point..  
243 1 ja, die hebben we de hele tijd.  
244 C  
245 1 quantity definition, new... laten we beginnen met hoeveelheid.  
246 2 ja  
247 \* maakt q hoeveelheid aan.  
248 (usability probleem -> geen new, dus edit mzp)  
249 3 ja, dat soort dingen staan in de handleiding in het stappenplan, dus het is denk ik wel handig als  
250 de een die kijkt en de andere doet zegmaar.  
251 (lezen)  
252 1 nee, dat was het  
253 2 je hebt nog geen add qs gedaan.  
254 1 jawel  
255 1 druk.  
256 \* maakt kwantiteit druk aan  
257 1 en dan als laatste stroming  
258 \* maakt q stroming aan  
259 0:25  
260 1 die hebben we nu dus ook  
261 1 modelfragment bouwen. Volgens mij klopt die van ons nog voor geen flikker, maargoed...  
262 2 nou...  
263 1 ok, nu komen we bij het lastigste  
264 2 ok  
265 (lezen stap 5)  
266 2 ja, dit is het moeilijkst volgens mij. hier, tachtig pagina's...  
267 1 is dat zo?  
268 2 nou, drie...  
269 1 hoe maak je, zegmaar, hoe kun je de acties invoeren wat er moet gaan gebeuren? We hebben nu allen  
270 maar ingevoerd stroming, maar dat... verder niks... geen stroming tussen wat en wanneer. krijgen we  
271 dat nu pas?  
272 3 ja, precies, dat krijg je nu in je mf ga je dat weergeven. Kijk, en hier (comvat) krijg je  
273 stroming pas, als je een pmf gaat maken.  
274 1 dus dat is nog later?  
275 3 ja dat zal wel de volgende les worden. Nu ga je alle bouwstenen die je hebt gemaakt gebruiken om  
276 de werkelijkheid weer te geven, te schetsen.  
277 (lezen)  
278 1 ok, ik ga het eerst helemaal doorlezen. Dat is beter dan stap voor stap doen.  
279 2 open het conditions menu. (leest) ehm, conditions..  
280 2 dat staat op de volgende pagina van dit. kijk, hier staat alles.  
281 2 nee, je moet die andere hebben. hier staat alles (handleiding).  
282 1 mja.. ja.  
283 1 open het condition menu (leest)... waar staat conditions?

```

284 3 dan moet je eerst een mf doen.
285 E
286 3 kijk, en dan moet je hier eentje kiezen.
287 1 ok, proces toch? Ja, want er gaat iets gebeuren.
288 2 add child
289 3 ja, en dan moet je hem een naam geven
290 1 ah, osmose
291 * maakt pmf osmose aan
292 1 dan dit (edit)?
293 3 ja, nu kun je gaan bouwen.
294 2 conditions dus. Entity instance, selecteer de entity uit de lijst, glas... (leest stappenschema)
295 1 semi perm wand
296 * voegt sp wand toe
297 1 suiker...
298 * voegt suiker toe
299 1 water
300 * voegt water toe
301 3 dit schema kun je ook groter maken als je op maximaal drukt.
302 1 nu gaan we de verbindingen er tussen leggen
303 2 geef de instantie van de entity een naam (leest). dat hebben we al.
304 0:30
305 1 quantity... nu moeten we even lezen. Ik wil zegmaar die lijn er tussen trekken.
306 3 die lijn doe je door ze beide te selecteren en dat doe je door de SHIFT knop ingedrukt te houden.
307 1 en nu wegklikken ofzo?
308 3 nee, door nu op je conditions te klikken.
309 1 ah, configuration, dat is hem toch?
310 3 ja, die had je net aangemaakt
311 1 en dan bevat.
312 * voegt config suiker bevat water toe
313 1 en hoe kan je nou zeggen welke wat bevat?
314 3 ja, dat is de richting. Als je daar op dubbelklikt (bevat) dan zie je dat er nu staat suiker bevat
315 water.
316 1 dus dat moet andersom
317 * veranderd richting naar water bevat suiker
318 1 ok, dus we weten nu dat water bevat suiker, ok.
319 1 we zijn ergens.
320 2 misschien moet je cel nog even toevoegen. Cel bevat water bevat...
321 1 nee, we moeten nu even.. die semi-permeabele wand, ik weet nog niet wat we daar mee moeten. we
322 moeten nu even die hoeveelheid en die druk invoeren
323 2 ok, water is dus... kies configuraties...
324 1 model fragments (kijkt in lijst conditions)
325 2 je moet configuraties kiezen
326 1 nee, dat kan ik hier niet.
327 2 kies de juiste configuratie uit de lijst (leest)
328 1 dat hebben we net gedaan, maar ok
329 2 maar dat komt, nou ja...
330 1 selecteer water, open het consequence menu (leest voor) en selecteer de quantity.
331 1 zo moet ie. Dus dan hebben we druk..
332 * voegt druk in onder water
333 (melding geen qs geselecteerd)
334 2 oh, dat is de qs.
335 1 condition...
336 (weer foutmelding geen qs)
337 * voegt druk in bij water
338 1 kijk, kijk, ik begin het wel te snappen
339 2 wat doe je nu dan?
340 1 je moet ook nog die selecteren voor niks (qs)
341 * voegt hoeveelheid in bij water
342 2 wow. Sjezus, daar heb je die dingen
343 1 ja, ik begin het te snappen nu
344 1 maar het klopt nog voor geen reet hoor.
345 * voegt stroming in bij water.
346 1 ok die hebben we. Die (suiker) heeft alleen een hoeveelheid.
347 1 en water, geeft dat ook druk?
348 2 ja, aan de cel wel hè.
349 * voegt hoeveelheid in bij suiker
350 1 ok, nu heb ik twee keer de hoeveelheid
351 2 maar met die cel hebben we volgens mij niet echt nodig.
352 1 nee, inderdaad
353 2 maar dan snap ik niet wat we wel moeten hebben.

```

354 1 oh maar wacht even, nu snap ik wat we doen. We nemen twee kolommen. Eentje links en eentje rechts  
355 en dan kunnen we er tussen de semi-permeabele wand zetten met de stroming er door en dan kunnen we  
356 ook hoogte invoeren. Dat is een stuk makkelijker. Dan heb je hoeveelheid en hoogte en die druk  
357 kunnen we dan weglaten.  
358 2 wat heb je aan hoogte dan?  
359 1 ehm, nou daar zie je aan hoeveel water er in zit  
360 2 o ja, toch wel...  
361 1 ok, dan gaan we dat allemaal even weghalen  
362 2 ja, ok, maar dan doe je het dus net als de (...) eigenlijk.  
363 2 ja, ok, dat is een goed idee.  
364 1 ok, dan gaan we dit even.  
365 A  
366 2 en dan heb je hier die druk... (onderaan kolom) nee, dat heb je eigenlijk ook niet.  
367 \* voegt ent kolom toe  
368 2 maar je moet eigenlijk zeggen zegmaar die kolom is binnen de cel en die ander buiten de cel  
369 0:35  
370 1 ja maar het gaat om osmose, het gaat niet om de cellen, in de cellen vind osmose plaats. Het gaat  
371 om de kolommen en daartussen de sp wand  
372 2 ja  
373 1 en ik ga dit dus ook even weghalen, want dit...  
374 \* wil sp wand weghalen  
375 (error -> ent. in use)  
376 1 ehm.. oh, ik snap het al  
377 3 ja, die heb je al gebruikt.  
378 1 dus die moet ik er weer even uithalen  
379 E  
380 \* haalt sp wand weg  
381 1 ehm. Wat ik me nog afvroeg..  
382 3 waarom ga je die weghalen?  
383 A  
384 1 omdat, ik ga het door iets anders vervangen. We raken de hele tijd in de war door die cel, want  
385 die komt steeds terug.  
386 2 maar die sp wand moest je wel hebben toch?  
387 \* haalt cel weg  
388 1 ja, die zet ik er ook weer in  
389 \* maakt sp wand aan (direct onder entity)  
390 1 ok, dat was het  
391 D  
392 1 dan wil ik nog een qs invoeren, een nieuwe en dat is hoogte.  
393 \* maakt qs hoogte aan  
394 1 ehm.. gewoon plus  
395 \* met point zero en interval plus  
396 C  
397 1 en hier moeten we dus nog hoogte invoeren  
398 \* maakt q hoogte aan  
399 2 die hadden we toch al?  
400 1 ja, maar niet bij de q def  
401 1 osmose  
402 E  
403 1 kun je twee keer een kolom invoeren eigenlijk?  
404 3 ja, maar dan moet je hem welk een andere naam geven, dus kolom1 en kolom2 bijvoorbeeld. Ze mogen  
405 niet dezelfde naam hebben.  
406 \* voegt kolom in  
407 \* voegt kolom2 in  
408 1 ok, en dan krijgen we, wat was het? configuration  
409 \* voegt kolom bevat water in  
410 1 huh, wacht even, waarom zetten ze dit zo gek neer? (lay-out)  
411 3 ja, je moet die even wegslepen zegmaar. Die staat daar een beetje raar  
412 (bel)  
413 2 oh, saved by the bell  
414 1 dit even snel afmaken. Config, bevat, switch arguments  
415 \* voegt kolom2 bevat water toe (zelfde water!)  
416 1 dat kan toch gewoon? Of vind ie dat gek?  
417 3 ja, nou ehm..  
418 1 of zou je eigenlijk twee keer water moeten invoegen?  
419 3 ja, dat werkt eigenlijk niet wat je nu doet.  
420 1 ok, dan moet ik de volgende keer gewoon nog een keer water invoegen  
421 3 ja  
422 1 kan ik deze nu gewoon weghalen? Oh, ik kan ook gewoon die bevat alleen weghalen.  
423 \* haalt bevat weg tussen kolom2 en water  
424 \* haalt kolom2 weg

425 1 dat doen we de volgende keer  
 426 (einde les 2)  
 427 0:39  
 428 (begin les 3)  
 429 E  
 430 1 ok, kolom bevat water, bevat suiker.  
 431 2 ehm, wat gaan we doen?  
 432 1 ik ben nu gewoon weer bezig met dat ding te maken.  
 433 A  
 434 1 als je een tweede ding van water in wilt voegen, hoe doe je dat? Stel ik heb nu 1 ent water, hoe  
 435 voeg ik een tweede toe?  
 436 3 door hem een ander naam te geven.  
 437 1 dus water2 ofzo.  
 438 2 wat moeten we hier mee? (handleiding)  
 439 \* voegt ent water2 type onder substantie  
 440 3 ja, houd die er bij, dat heb je echt wel nodig. Met de stappen enzo.  
 441 0:40  
 442 \* voegt kolom2 toe  
 443 1 kolom2  
 444 1 als ik hem nu sluit, slaat hij dat automatisch op?  
 445 3 ja, dat wel, maar druk zo nu en dan wel even op save  
 446 E  
 447 1 ehm...  
 448 2 je moet kolom2 nu nog doen  
 449 1 ja, maar dat..  
 450 \* voegt kolom2 in  
 451 \* voegt water2 toe  
 452 2 wat had de kolom nu precies?  
 453 1 kolom is waar het water inzit zegmaar  
 454 1 ok, nu bevat toch kolom2 en water2?  
 455 \* voegt bevat in tussen kolom2 en water2  
 456 2 ja  
 457 3 je moet even bevat hier nog selecteren  
 458 1 maar nu is het kolom2 die water2 bevat toch?  
 459 3 ehm, kijk als je hier nu op bevat klikt, dan zie je hier de volgorde  
 460 1 ja, ok  
 461 1 ehm, hoe kan ik die verbinding tussen die twee water leggen, dat het niveau gelijk wordt?  
 462 2 maar dat klopt toch ook niet, want nu heb je 1 kolom met iets er in en een andere kolom met iets  
 463 er in, maar dat is toch niet de bedoeling?  
 464 1 deze kolom heeft water, en deze kolom heeft ook water.  
 465 2 ja  
 466 1 alleen dat moet apart zijn. Je kunt niet dit water aan allebei de dingen geven. Dus je hebt 1  
 467 water voor dit ding en 1 water voor dat ding, maar het betekent hetzelfde.  
 468 2 ja, ok  
 469 1 oh ja  
 470 \* voegt hoeveelheid in bij water2  
 471 \* voegt hoogte in bij water2  
 472 \* voegt stroming in bij water2  
 473 0:45  
 474 2 ok, wat ben je aan het doen?  
 475 1 ik probeer dit te lezen  
 476 2 moeten we nog verbinden? Je moet het toch verbinden met de wand zegmaar? ehm...  
 477 \* voegt druk toe bij water2  
 478 2 maar we moeten toch een celwand of zoiets?  
 479 1 we maken het met een kolom...  
 480 2 maar je moet toch zeggen dat hier zegmaar iets tussen zit?  
 481 1 ja, maar dat is weer...  
 482 (opent inequality scherm tussen druk bij water en water2, sluit weer)  
 483 1 even verder lezen hoor  
 484 2 hier staat wat...  
 485 3 kijk goed naar de opdracht als je er niet uit komt  
 486 1 we waren bij stap 5 volgens mij, het maken van mf  
 487 E  
 488 \* selecteert druk, stroming en hoeveelheid  
 489 \* de-selecteert druk  
 490 \* opent prop scherm  
 491 1 wat is dit ook alweer?  
 492 2 dat was, dat stond hier wel ergens. Ik weet het eigenlijk niet. Dat het allebei...  
 493 1 wat is dat alfa plus ook alweer?  
 494 3 ja, kijk achterin staat een lijst hè.  
 495 1 met iconen ja

496 3 ja, daar staan alle iconen en dan heb je ook nog de verklarende woordenlijst.  
 497 2 positieve proportionaliteit. Ja, dan gaan we die opzoeken. Dan heb je daar de plus van nodig. Die  
 498 moet je er wel bij zetten.  
 499 1 ja, maar dan moeten we wel eerst weten wat het betekent.  
 500 3 ok, wat je hier zegt eigenlijk is water hoeveelheid, als die stijgt, dan stijgt de water stroming  
 501 ook.  
 502 1 oh, ok  
 503 3 en wel in dezelfde richting als het plus is en als het min is, dan is het de tegenovergestelde  
 504 richting, bijvoorbeeld als de hoeveelheid water toeneemt, dan neemt de stroming af, dat zeg je daar  
 505 met die min.  
 506 2 oh  
 507 1 nou  
 508 \* voegt pn toe tussen hoeveelheid water en stroming water.  
 509 2 wat doe je nou? Als de hoeveelheid water afneemt, nee toeneemt, dan neemt de stroming af. tuurlijk  
 510 niet.  
 511 1 waarom kan ik deze nu niet allebei tegelijk selecteren (druk en stroming)?  
 512 3 SHIFT moet je indrukken  
 513 3 huh, misschien is er iets mis met het toetsenbord, staat er iets voor. (draadloos)  
 514 2 ah  
 515 \* selecteert influence tussen druk water en hoeveelheid water  
 516 1 huh, waarom krijg ik nu niet die... ah...  
 517 \* voegt pp toe tussen druk water en stroming water.  
 518 0:50  
 519 1 als de druk toeneemt, dan neemt de stroming ook toe toch?  
 520 2 als de druk toeneemt, dan neemt de stroming af.  
 521 2 ja, kijk, wat bedoel je met stroming?  
 522 1 kijk, neemt de druk toe dan komt er meer water, dan neemt de stroming dus af, want dan komt het  
 523 dichtter bij wat het moet zijn.  
 524 \* voegt pm toe tussen druk water en stroming water  
 525 2 ja? Dan moet dat dus min zijn.  
 526 \* haalt pp tussen druk water en stroming water weg  
 527 1 even kijken, wat hebben we nu.  
 528 2 maar die ander vind ik echt vaag. Als de hoeveelheid toeneemt...  
 529 1 ja, als de hoeveelheid toeneemt, dan wordt de stroming minder, want dan komt het dichtter bij een  
 530 gelijkwaardige osmose  
 531 2 oh ja, tuurlijk ja  
 532 1 maar even kijken of ze wel kloppen. De hoeveelheid neemt toe, dan neemt de stroming af, ja.  
 533 1 en deze, neemt de druk toe, dan neemt de stroming af, ok.  
 534 2 ehm  
 535 1 en druk en hoeveelheid, die nemen samen toe  
 536 \* voegt pp toe tussen druk water en hoeveelheid water  
 537 2 en dat moet dan daar (water2) ook gewoon hetzelfde. Oh nee, daar moeten het juist anders.  
 538 2 neemt de druk toe, dan neemt de hoeveelheid ook toe.  
 539 (probleempje met weergave homerscherf (grafisch))  
 540 1 ok  
 541 \* voegt pp toe tussen water2 hoeveelheid en water2 stroming  
 542 \* voegt pm toe tussen water2 stroming en water2 druk  
 543 2 dit begint ergens op te lijken  
 544 1 ja, maar er klopt natuurlijk geen reet van  
 545 \* voegt pm toe tussen water2 hoeveelheid en water2 druk  
 546 2 het wordt wel wat warrig.  
 547 1 hoe kan ik dit... (organiseert scherm)  
 548 2 ehm, even kijken  
 549 1 zo, ietsje overzichtelijker  
 550 1 ok, en die suiker hadden we daar. We moeten nog een suiker twee hebben.  
 551 A  
 552 \* voegt suiker2 toe onder substantie  
 553 E  
 554 \* voegt suiker2 in  
 555 2 suiker2?  
 556 1 ja, want water2 bevat ook suiker2.  
 557 2 maar je moet toch juist 1 ding hebben met suiker, je moet er toch niet twee hebben?  
 558 \* voegt bevat toe tussen water2 en suiker2  
 559 1 hè?  
 560 2 je moet toch niet twee dingen met suiker hebben, want dan vond er geen osmose plaats.  
 561 1 jawel, alleen is de waarde van het suiker in water hier bijvoorbeeld hoger of lager dan daar.  
 562 2 maar je kan het ook gewoon met 1 suiker doen. Dan is het alleen.. ja, dat is handiger.  
 563 1 ja, maar je kan toch niet 1 suiker verdelen over twee..  
 564 2 ja, maar dat je zegt dat alleen maar in 1 kolom suiker zit en in de andere niet.  
 565 1 ja, ok  
 566 \* haalt suiker2 weg

567 2 ja, ik weet niet hoor..  
568 1 nee, dat klopt.  
569 (organiseert scherm)  
570 0:55  
571 2 dan is de vraag hoe nu verder..  
572 1 even kijken  
573 1 hier, dat correspondeert, dat moeten we er nog inzetten.  
574 (lezen)  
575 2 even kijken, dit hebben we gedaan..  
576 2 kijk, zo moet het er zegmaar uit gaan zien (comvat)  
577 1 ja..  
578 (lezen)  
579 1 ehm, waterpad wat bedoelen ze daar mee?  
580 3 in dit voorbeeldmodel is het een verbinding tussen de ene kolom en de andere kolom. Kijk, die  
581 entiteiten dat zijn dingen uit de echte wereld en dat is eigenlijk dit (wijs verbinding aan op  
582 figuur comvat uit opdracht) ding.  
583 2 oh, ja  
584 1 zullen we dat ook maar gaan invoegen?  
585 A  
586 2 die wand moeten we hebben.  
587 1 o ja, dat is die wand.  
588 E  
589 (organiseert scherm)  
590 1 moeten we dus alleen even kijken  
591 2 we moeten nu gewoon zo'n nieuw ding maken met celwand ofzo..  
592 1 ja, we moeten even ehm.. hier moeten we even. waar staat die?  
593 C  
594 1 even kijken, verbonden met moet eerst een quantity space voor zijn.  
595 D  
596 \* maakt qs verbindingen aan met punt zero en interval higher  
597 2 verbonden met toch..  
598 C  
599 \* maakt q verbonden met aan met qs verbindingen  
600 2 dit is hem?  
601 1 ja, dit is weer een nieuwe  
602 E  
603 1:00  
604 \* voegt sp wand in  
605 \* selecteert kolom en sp wand  
606 1 configuration. Oh, dit moet een config zijn.  
607 B  
608 2 verbonden met  
609 \* maakt config verbonden aan  
610 1 dan moeten we dit even weghalen  
611 C  
612 \* haalt q verbonden weg  
613 2 daaronder staat ook nog verbindingen  
614 D  
615 \* haalt qs verbindingen weg  
616 E  
617 \* voegt verbonden met toe tussen kolom en sp wand  
618 2 en dan die andere ook  
619 1 ja  
620 \* voegt verbonden met toe tussen kolom2 en sp wand  
621 1 mooi  
622 2 jaja  
623 1 dit begint ergens op te lijken  
624 1 dan moet dus hier de stroming  
625 \* voegt stroming toe bij sp wand  
626 1 en dan moet het hier dus weg  
627 \* haalt stroming weg bij water en water2  
628 2 waarom moet die weg?  
629 1 nou, omdat er geen stroming zit in het water zelf.  
630 2 maar de stroming hoort wel bij water.  
631 2 neenee  
632 \* voegt hoogte toe bij kolom2 (als conditie)  
633 1 en dan moeten we die weer verbinden met die, dus dit is gelijk.  
634 \* voegt pp toe tussen water2 hoeveelheid en water2 hoogte  
635 1 en met de hoogte..  
636 \* voegt pp toe tussen water2 druk en water2 hoogte

637 3 zeg anders steeds even wat je aanlegt qua relaties. Dat is wel goed om even hardop voor jezelf te  
 638 zeggen, want dan kun je ook even checken of het klopt zegmaar.  
 639 1 ja, maar wat ik niet snap is je hebt hier rode en blauwe lijnen. Wat is het verschil er tussen?  
 640 3 ja, de ene zijn condities en de andere zijn consequenties. Dat heeft met de simulatie te maken. Je  
 641 moet je bedenken dat je straks een scenario gaat bouwen, dat is een beginsituatie, en op basis  
 642 daarvan gaat ie kijken welke van deze modelfragmenten gelden. Dat doet ie door te kijken aan welke  
 643 condities is voldaan.  
 644 1 ja  
 645 3 dus als jij straks een scenario maakt en dit staat er allemaal in (wijs condities aan) dan leidt  
 646 de simulator af dat er een hoeveelheid is en een druk en dat die relaties bestaan. Dus dat is wel  
 647 belangrijk.  
 648 1 die bevat moet dus eigenlijk rood zijn? (tussen kolom2 en water2)  
 649 3 ja, zou ik wel doen ja. En dan zeg ik eigenlijk al te veel. Ja, die hoort echt wel bij de  
 650 beschrijving van de situatie. Daarin beschrijf je wat voor elementen er zijn en hoe die zich tot  
 651 elkaar verhouden.  
 652 \* veranderd consequence in conditie bij bevat.  
 653 3 dan kun je ook weer veel halen uit het voorbeeld.  
 654 1 dit is beschrijving, nee, dit is ook een consequentie  
 655 \* haalt hoogte weg bij water2  
 656 \* voegt hoogte in als consequentie bij water2  
 657 1 even kijken, deze staat altijd gelijk aan die. Als de één stijgt, stijgt de één, als de ander niet  
 658 stijgt dan stijgt die niet.  
 659 \* voegt pp in tussen water2 hoeveelheid en water2 hoogte  
 660 1 nee, die is ook fout.  
 661 \* haalt pm weg tussen druk en hoeveelheid van water2  
 662 1 dat moet allemaal plus a zijn omdat ze allemaal met elkaar gelijk staan.  
 663 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid en druk van water2  
 664 2 ja?  
 665 \* voegt pp toe tussen druk en hoogte van water2  
 666 1 ja, kijk maar als... wordt de hoogte ook hoger.  
 667 2 ja, ok, dat is wel zo ja  
 668 2 als de hoogte toeneemt, dan neemt de druk ook toe.  
 669 1 kijk, hier moeten we ook nog even kijken.  
 670 1 dit is dan een consequentie  
 671 \* voegt hoogte in bij water  
 672 \* voegt pp toe tussen druk en hoogte van water  
 673 \* voegt pp toe tussen hoeveelheid en hoogte van water  
 674 1 ok, dat is dit.  
 675 1 even verder kijken, die stroming is ook fout, die moet ook blauw zijn.  
 676 \* voegt stroming toe bij sp wand (consequentie)  
 677 1 nu weer even wat verder lezen, kijken wat er nu moet gebeuren  
 678 1:05  
 679 2 goed  
 680 (lezen)  
 681 1 wat zou dit zijn, weet jij dat?  
 682 2 nee, dat weet ik ook niet.  
 683 1 kijk eens wat dat tekentje betekent.  
 684 1 dat staat er niet in.  
 685 2 nee?  
 686 1 dit tekentje staat er niet in.  
 687 3 nee, dat klopt. Die hebben jullie niet echt nodig, maar wat ik zegmaar gedaan heb is dat ik eerst  
 688 een fragment heb gemaakt waar een kolom met water in wordt beschreven en vervolgens heb ik dat  
 689 geïmporteerd, dus gebruikt zegmaar, in dit procesfragment van de waterstroom. Dat hebben jullie  
 690 niet, maar daardoor staat dit tekentje er om aan te geven dat het geïmporteerd is zegmaar.  
 691 1 maar die hoeven wij dus niet te hebben?  
 692 3 nee, dat is voor jullie niet belangrijk. Jullie hebben het iets anders aangepakt en dat kan ook  
 693 gewoon.  
 694 2 ok  
 695 1 en als je dit verbind, je zegt hier bijvoorbeeld het een beïnvloed het ander, maar geldt dat dan  
 696 ook gelijk voor de andere twee die hier staan?  
 697 \* voegt pos influence in tussen stroming en hoeveelheid water  
 698 3 nou ja, kijk die relaties die je legt die werken wel door.  
 699 \* voegt pos influence in tussen hoeveelheid water2 en stroming  
 700 3 Je moet je voorstellen als er een veranderd dan gaat ie kijken welke relaties zijn er allemaal?  
 701 Nou als die veranderd...  
 702 1 dan veranderen die mee.  
 703 3 dan gebeurt er iets met die en vervolgens weer met die, enz.  
 704 1 ja, dus dan hoeft je niet nog es de druk met de stroming en de hoogte met de stroming te verbinden?  
 705 3 nee.  
 706 2 ok

707 3 ja, tenminste wel als je wilt zeggen de stroming doet direct iets met de druk. Het gaat erom dat  
 708 je relaties legt tussen dingen die elkaar direct beïnvloeden.  
 709 1 o ja, want de stroming zorgt er voor dat de hoeveelheid meer wordt en dat beïnvloed de druk.  
 710 3 Dat staat hier inderdaad. Als je dat wilt zeggen, dan heb je het zo goed staan zegmaar.  
 711 1 als de hoeveelheid toeneemt, dan wordt de hoogte hoger, dus op zich klopt dat.  
 712 2 ok  
 713 1 nou even verder kijken.  
 714 1 ik weet ook niet wat dit is.  
 715 2 wat?  
 716 1 dit.  
 717 2 ik vroeg me al af hoe dat zat. Het staat hier wel bij volgens mij (iconenlijst)  
 718 1 inequality  
 719 2 ja, maar wat is dat?  
 720 1 zegmaar als deze groter of kleiner of gelijk is..  
 721 1 nou, maar even doorlezen.  
 722 (lezen)  
 723 1 het maken van een scenario. Daar zijn we dus nog niet aan toe, want we moeten eerst dat andere  
 724 nog.  
 725 1 even kijken als de stroming groter is dan wordt de druk.. oh nee, dat was die invloed.. wacht ff..  
 726 1 dat moet dus anders nog. Even kijken.  
 727 1 kijk, als deze (influence1) plus is, dan moet deze (influence2) min zijn.  
 728 \* haalt pos influence weg tussen stroming en hoeveelheid water2  
 729 \* voegt neg influence toe tussen stroming en hoeveelheid water2 (switcht arguments!)  
 730 \* switcht ook arguments van de pos influence naar van stroming naar hoeveelheid  
 731 1 als de een meer wordt, dan wordt de ander minder. Dus zo..  
 732 \* voegt inequality = toe tussen hoeveelheid en druk van water  
 733 \* voegt inequality = toe tussen hoeveelheid en druk van water2  
 734 2 wat heb je nou gedaan dan?  
 735 1 nou kijk, de druk zegmaar is gelijk aan de hoeveelheid. Als de druk groter wordt, dan wordt de  
 736 hoeveelheid net zo veel groter.  
 737 1 even kijken, tussen hoogte en hoeveelheid moet dat ook  
 738 \* voegt inequality = in tussen hoogte en hoeveelheid van water  
 739 1:10  
 740 1 en hier ook, want het is precies hetzelfde aan allebei de kanten  
 741 \* voegt inequality = in tussen hoogte en hoeveelheid van water2  
 742 2 maar, dat zou eigenlijk niet zo moeten zijn toch?  
 743 1 jawel, want als de hoeveelheid toeneemt, dan is die gelijk aan de toename van de hoogte. Dat is  
 744 dat toch of niet?  
 745 2 ik weet niet  
 746 1 dat is zegmaar die inequality. Zullen we dat even opzoeken?  
 747 2 ja, dat is wel handig.  
 748 1 waar stonden die begrippen ook alweer?  
 749 2 die stonden achterin toch?  
 750 3 ja, dat kan ik ook wel even uitleggen, want dat gaat over het programma namelijk. wat je hier zegt  
 751 is dat in principe hoeveelheid hier precies hetzelfde is als druk. De waarde van hoeveelheid  
 752 bijvoorbeeld is altijd gelijk aan de waarde van druk.  
 753 1 maar dat is hier zo toch?  
 754 3 als je dat wilt weergeven, dan heb je dat hier zo goed gedaan.  
 755 1 maar dat geldt ook voor alle drie toch, omdat je begint met een bepaalde hoeveelheid die  
 756 allemaal gelijk zijn en als het dan toeneemt, dat staat ook bij die a-tjes (prop), dan nemen ze  
 757 allemaal toe en zouden ze ook allemaal gelijk moeten blijven.  
 758 3 ja, als je dat weer wilt geven dan heb je dat hier zo goed gedaan. Maar dit is typisch weer iets  
 759 over het domein, waar ik zo min mogelijk antwoord op geef, maar dat staat hier inderdaad ja.  
 760 1 ja  
 761 \* voegt inequality = toe tussen druk en hoogte van water2  
 762 3 in het voorbeeld van comvat, daar kan ik het wel even wat beter uitleggen. Daar staat dus hoogte  
 763 en druk zijn precies hetzelfde in de kolom. Dat komt omdat het enige wat de druk bepaald de hoogte  
 764 van het water is. Het maakt niet uit hoe breed die kolom is, het is puur de hoogte. In principe kun  
 765 je dat als hetzelfde zien dus, dat staat daar.  
 766 1 maar bij een kolom is dat toch ook met de hoeveelheid zo, zou je zeggen. Want een kolom heeft een  
 767 bepaalde dikte, dus als de hoeveelheid stijgt, dan stijgt de hoogte net zo veel en dan stijgt de  
 768 druk net zo veel.  
 769 3 daar zit wat in inderdaad, maar dat geef je hier niet zo aan, omdat de hoeveelheid bijvoorbeeld  
 770 wel weer afhankelijk is van de breedte van de kolom. Ik ben het met je eens als je zegt, die kolom  
 771 heb je gewoon, die is altijd precies hetzelfde. Dan heb je gelijk, maar in principe zeg je hier  
 772 niets over de soort kolom die het is en niks over het water.  
 773 1 waarschijnlijk heb je alleen hoogte en druk, die normaal gesproken overeenkomen?  
 774 3 ja, want altijd is dat precies hetzelfde.  
 775 1 hoeveelheid en hoogte heeft dan niks te maken..  
 776 \* haalt inequalities weg tussen hoeveelheid met zowel druk als hoogte bij zowel water als water2



777 \* voegt inequality = toe bij hoogte en druk van water.  
 778 3 als ik jullie en hint mag geven. Denk nog even goed na over wat je moet met de osmotische waarde  
 779 hè.  
 780 1 ja, hoe je die moet invoeren.  
 781 3 ja, daar moet je goed naar kijken inderdaad  
 782 2 ja  
 783 1 want die suiker bijvoorbeeld. Water bevat suiker, maar hoe je moet aangeven dat het naar de andere  
 784 kant moet?  
 785 1 kijk want hier bevat het water suiker, maar hoe je nou moet aangeven dat waar het meeste suiker is  
 786 het water naar toe moet komen?  
 787 3 dat is precies wat ik bedoel, daar moet je even goed over nadenken.  
 788 1 je begint bijvoorbeeld met het invoeren van water waarde 5 en suiker waarde 1 en aan de andere  
 789 kant water waarde 6, waarvan je dan aan wilt geven dat het aantal waarde water gelijk moet komen.  
 790 2 ja  
 791 1 wacht even...  
 792 3 nog een tip, kijk goed naar de vraag uit de opdracht die beantwoord moet worden.  
 793 1 welke vraag?  
 794 3 die op dit blad. (voorbeeld opdracht)  
 795 3 (leest) wat is het gevolg op de concentratie suiker in een cel als de hoeveelheid suiker in de  
 796 omgeving toeneemt?  
 797 3 daar zie je al dingen die er allemaal in moeten staan. Een heleboel dingen hebben jullie  
 798 natuurlijk, zoals suikers en jullie hebben het met kolommen gedaan, maar er staat nog meer in.  
 799 1 zullen we een nieuwe quantity invoegen, een nieuwe condition?  
 800 2 mja, maar wat?  
 801 1 kijk, dit water moet gelijk worden, zodat de suikermoleculen dus..  
 802 1:15  
 803 1 kijk, water dus.. dit water hier moet gelijk worden aan het water hier, ongeacht de suiker. Maar  
 804 hoe we dat moeten aangeven dat die naar gelijke waarde gaan, dat is de vraag.  
 805 2 ik snap het echt niet. Ik snap wel wat je bedoeld maar..  
 806 1 hoe kun je aangeven dat de twee wateren die je hebt een gelijke waarde krijgen? Dat de waarde van  
 807 water2 gelijk wordt aan de waarde van water, of moeten we dat zelf zien uit te vinden.  
 808 3 in principe is dat iets wat de simulatie moet afleiden, dat ze gelijk worden.  
 809 1 maar je moet die verbintenis toch aangeven dat je die verbintenis wil dat ze uiteindelijk gelijk  
 810 worden. Ik bedoel hoe weet de simulatie dat dat het doel is dat de wateren gelijk worden?  
 811 3 even kijken, dan ga ik even weer terug naar het voorbeeld over de comvat. Kijk, hier zie je: dit  
 812 treed op als, zoals je in de conditie ziet, als de druk aan de ene kant groter is als de druk aan de  
 813 andere kant. Dan gaat dit blauwe gedeelte allemaal gebeuren. Stel dat dit zo is, dan gaat er daarna  
 814 een stroom ontstaan, waardoor er iets met de hoeveelheden water gebeurt, daarna met de hoogte en  
 815 vervolgens met de druk. Kijk, die verandert dus en dat is iets wat op een gegeven moment gaat  
 816 gebeuren als gevolg van deze informatie.  
 817 1 dit is zegmaar gewoon waarde toch die je invoert. (calculus)  
 818 3 ja, dit is een beetje een lastig dingetje, maar het zegt eigenlijk. De druk hier min de druk daar  
 819 is de stroming. Dus wat je dan eigenlijk zegt is als de een groter is als de ander, dan houd je dus  
 820 iets over en gaat deze naar plus.  
 821 1 en die lijnen, waar haal je die vandaan?  
 822 3 ja, dat is weer dat verhaal van het invoegen van fragmenten.  
 823 2 ja, maar als de druk dan toeneemt, hoe zeg je dan dat er dan iets gebeurt.  
 824 1 nou kijk, als deze druk groter is dan die druk, gaat ie hier net zo lang door tot de druk gelijk  
 825 is. Toch?  
 826 3 ja, dat is wat er hier gebeurt. Hier neemt de hoeveelheid af en hier neemt die toe en daardoor  
 827 gaat dat gebeuren. Daardoor verandert die en daarna die en dan voldoet hij niet meer aan de  
 828 conditie.  
 829 1 want dan is deze druk niet meer groter dan die druk.  
 830 3 ja, dan stopt het. En dat moeten jullie nu voor osmose, en dat zit wel anders, het zijn andere  
 831 dingen..  
 832 1 ja, maar dat komt wel aardig overeen  
 833 3 jullie moeten goed nadenken over wat is hetgeen.. kijk, hier heb je het drukverschil, maar wat is  
 834 daar hetgeen wat maakt dat dit begint.  
 835 2 de hoeveelheid suiker.  
 836 1 wacht, dit is fout  
 837 1:20  
 838 1 wat ik niet snap is als het conditions zijn krijg je rode lijnen, maar hier kan ik niet een  
 839 inequality invoeren.  
 840 3 ja, dat klopt want dat kan nooit een conditie zijn. kijk als je ze nu selecteert en dan  
 841 consequentie kiest..  
 842 1 ok  
 843 \* voegt inequality >= in tussen druk water en druk water2  
 844 1 maar kijk, nu is ie blauw en hier is ie rood.  
 845 3 huh? Dat is vreemd.  
 846 1 kijk, ik kan hem niet naar conditie krijgen

847 3 wat vreemd...  
848 1 de rest is wel allemaal blauw, dat zijn consequenties...  
849 3 ja  
850 1 condities zijn rood, daar moet hij aan voldoen, dus dit moet dan een conditie zijn. Want hij moet  
851 er aan voldoen voordat het überhaupt kan beginnen.  
852 3 ja, dat klopt  
853 1 maar we kunnen niet naar condities...  
854 3 oh wacht, dat komt, ehm... omdat je hier druk als consequentie hebt aangegeven, dus in het blauw, en  
855 dan kun je die (inequality) niet als conditie tussen twee consequenties aangeven.  
856 1 dus daar moet ik een consequentie van maken  
857 3 ja nou, dat is even... hoe los je dit op? Het punt is dat jullie alles in 1 fragment hebben gestopt...  
858 1 in 1 fragment?  
859 3 ja, kijk die dingen die je hier steeds ziet (comvat). Ik heb eerst dit gemaakt. Als er een kolom  
860 is die water bevat, dan gelden al deze dingen en vervolgens zitten deze er hier (pmf) al standaard  
861 in, want je had al aangegeven dat als je die had, dat je deze (kwantiteiten) dan ook hebt. En dan  
862 kun je die wel als conditie opgeven.  
863 1 dus dan moet ik deze eigenlijk allemaal even weghalen.  
864 3 nou, nee doe maar niet  
865 1 waarom niet? Je zet het zo weer in elkaar toch?  
866 3 ja, maar zo veel tijd hebben we niet meer natuurlijk. Ik zou hier maar gewoon aangeven wat je wilt  
867 zeggen en ik heb wel opgenomen dat je weet dat dat eigenlijk een conditie is.  
868 1 ok, dan doen we deze met die  
869 \* voegt inequality > in tussen druk water en druk water2  
870 1 maar waarom kan ik hier nu niets invoeren? (heeft beide druk en stroming geselecteerd) ik kan hier  
871 niet plus of min invoeren.  
872 3 omdat je er nu drie hebt geselecteerd en je moet dat in twee delen doen.  
873 \* voegt calc druk water - stroming sp wand in  
874 \* voegt calc druk water2 - stroming sp wand in  
875 1 wat klopt er niet, even kijken hoor.  
876 \* haalt calc weer weg  
877 \* voegt calc druk water - druk water2 in  
878 1 ok, wat is dit. Hoe gaan we die invoegen  
879 1 oh, zo natuurlijk  
880 \* voegt inequality stroming sp wand = calculus druk in  
881 1 stroming is druk min druk. Dit zou hem moeten zijn.  
882 2 ja?  
883 1 klopt ie nu? Als dit zegmaar dit zouden condities moeten zijn.  
884 3 ja, nu heb je wel goed weergegeven wat nodig is voordat het op gaat treden.  
885 1 en kan je nu waarde in gaan voeren of denk je dat ie dan nog niets vindt?  
886 3 dat is wel de volgende stap inderdaad, daar zijn jullie wel aan toe. In je scenario, dat is de  
887 volgende stap.  
888 1 ja, dus die moeten we nu gewoon gaan doen  
889 3 ja, daar voer je waardes in  
890 (lezen)  
891 1 kijk, er staat al een scenario hier (comvat)  
892 1 osmose  
893 1:25  
894 \* maakt scenario osmose effect aan  
895 F  
896 (lezen)  
897 2 je moet hier aangeven wat de hoeveelheden zijn van die dingen.  
898 1 maar hoe?  
899 2 ja  
900 3 in het scenario moet je de beginsituatie schetsen. Die situatie moet je weer opnieuw invoeren  
901 zegmaar  
902 \* voegt kolom in  
903 \* voegt kolom2 in  
904 \* voegt sp wand in  
905 \* voegt water in  
906 \* voegt water2 in  
907 \* voegt bevat toe tussen water en kolom  
908 1 snap je er nu wel wat mee van?  
909 2 jaja  
910 \* voegt verbonden met toe tussen kolom en sp wand  
911 \* voegt verbonden met toe tussen kolom2 en sp wand  
912 \* voegt bevat toe tussen kolom2 en water2  
913 2 ok  
914 (bel)  
915 1 jammer, we gaan nu net lekker  
916  
917 (dvd les 4)

918 1:30  
 919 E  
 920 2 ja, we hadden het echt mooi geordend volgens mij...  
 921 (ordent scherm)  
 922 3 ok, kijk nog even goed naar de opdracht en het stappenschema, maar volgens mij zijn jullie al een  
 923 heel eind.  
 924 1 ja maar, nu moeten de waardes nog komen en hoe we dat moeten gaan doen is me nog een raadsel.  
 925 2 de opdracht... dit hebben we gedaan  
 926 3 het idee is dat je hier in de pmf allerlei kennis over het systeem hebt opgeschreven en dat je in  
 927 het scenario, dat is de volgende stap, daar ga je een beginsituatie maken. Dus zo ziet de wereld er  
 928 nu uit en vervolgens gaat hij met die beginsituatie en deze kennis redeneren.  
 929 1 maar, er was iets fout gegaan, want dit had rood moeten zijn toch (wijst calculus)?  
 930 3 ja, dat klopt, maar dat kun je gewoon zo laten.  
 931 1 maar dan gaat ie nooit werken?  
 932 3 nee, in principe niet, maar ik ga jullie straks wel laten zien...  
 933 1 hoe het wel moet  
 934 3 ja inderdaad. En jullie hebben het gewoon goed bedacht, dus...  
 935 2 eigenlijk <leerling 1>  
 936 1 ehm, scenario, kijk...  
 937 F  
 938 1 ok, het scenario. osmose effect.. dit..  
 939 1 kijk, we zijn al ergens  
 940 2 even kijken hier zeg je kolom1 moet water bevatten en kolom2 ook.  
 941 1 ja, dat hadden we al  
 942 2 o ja en dan moet je de hoeveelheid  
 943 1 en die moet je dan verbinden  
 944 2 ja  
 945 1:35  
 946 \* maakt hoeveelheid aan bij water2  
 947 1 hoe moest je dit ook al weer doen?  
 948 (selecteert q en qs)  
 949 1 en hoe ga ik het er dan bij zetten? o ja, ok  
 950 1 ok, en weer een q erbij, dan hebben we hoeveelheid, hoeveelheid...  
 951 \* maakt hoeveelheid aan bij water  
 952 2 ok, nu moeten we dat dus verbinden. En dit tekentje, wat is dat ook alweer? even kijken hoor.  
 953 1 hier dat is deze (inequality)  
 954 \* voegt > toe tussen hoeveelheid water en hoeveelheid water2  
 955 2 wat is dat ook al weer?  
 956 1 dat is deze gewoon  
 957 2 ja, maar ik weet niet of dat bij ons ook wel zo is.  
 958 1 jawel.  
 959 2 ja?  
 960 2 hier staat ie de andere kant op.  
 961 1 ja, ik moet het alleen even de andere kant op zetten  
 962 \* maakt = aan tussen hoeveelheid water en hoeveelheid water2  
 963 1 oh, nu hebben we er 1 te veel  
 964 1 ehm, delete  
 965 \* haalt beide inequalities weg  
 966 1 inequality, switch arguments, die is groter dan die  
 967 \* voegt > toe tussen hoeveelheid water en hoeveelheid water2  
 968 1 juist, kijk  
 969 2 nou, dan zijn we klaar hè  
 970 1 nee, we moeten daar nog pijltjes...  
 971 2 maar dat is hetzelfde toch?  
 972 1 nee, deze (values). eens even kijken  
 973 \* maakt value plus aan bij hoeveelheid water  
 974 2 oh!  
 975 2 en daar (water2) moet je dan.. oh nee... ja, ok, want het is er wel.  
 976 \* maakt value plus aan bij hoeveelheid water2  
 977 1 ok, nu zijn we zo ver.  
 978 2 zo is het goed hè?  
 979 1 even vragen.  
 980 1 ik vraag me af. Je krijgt het scenario, en dan?  
 981 3 nou dit is je beginsituatie. Hiermee gaat de simulator straks rekenen. Hij gaat kijken, wat  
 982 gebeurt er als er twee kolommen met water zijn, waarbij de hoeveelheid van de een groter is dan die  
 983 van de ander.  
 984 1 dus dat hebben we nu  
 985 1 maar hoe kunnen we nu, dat laten, zegmaar...  
 986 3 dat ga ik zo meteen aan jullie laten zien.  
 987 1 maar wat kunnen we nu dan doen?

988 3 nou, jullie hebben bijvoorbeeld hier ehm.. je moet dus een scenario maken voor osmose, want jullie  
 989 hebben net ook een model gemaakt van osmose, dus misschien moet je daar nog eens goed naar kijken,  
 990 want jullie hebben nu gewoon die gekopieerd, maar dat is natuurlijk van communicerende vaten.  
 991 1 maar dat is toch hetzelfde als dat er aan de ene kant suiker is en dat de hoeveelheid aan beide  
 992 kanten niet gelijk is. Zegmaar in kolom1, hier zit ergens nog suiker bij, waardoor er meer water van  
 993 die naar die kant gaat om de hoeveelheid water gelijk te maken, maar dat kan je hier toch niet  
 994 aangeven?  
 995 3 nou wat je net zelf zegt. Je hebt bijvoorbeeld suiker wel nodig.  
 996 2 oh ja, je moet die suiker daar ok...  
 997 1 dus er moet nog een bevat suiker hebben?  
 998 3 ja, je wilt zeggen dit is de situatie waardoor osmose gaat optreden, dus je moet dan...  
 999 2 en dan kun je ook highest doen, want de een moet het hoogste zijn.  
 1000 \* voegt suiker toe  
 1001 \* voegt config toe tussen water en suiker  
 1002 1:40  
 1003 1 nou, water bevat suiker.. suiker heeft een hoeveelheid.  
 1004 \* voegt hoeveelheid toe bij suiker.  
 1005 1 en die is...  
 1006 \* voegt value plus toe bij hoeveelheid suiker  
 1007 \* verandert value hoeveelheid bij water2 in highest  
 1008 1 ok, deze zijn allemaal plus, deze is highest  
 1009 2 je kan ook 1 zo'n ding nemen met water met suiker ofzo, in plaats van dat je dan, dat je die twee  
 1010 dan gewoon weg haalt, dat is makkelijker...  
 1011 1 welke?  
 1012 2 die water en suiker, dat je daar gewoon 1 van maakt. dat je 1 maakt, water met suiker.  
 1013 1 nee, want dan heb je niet dat deze gaat groeien (hoeveelheid water). dat is het watersuiker  
 1014 gehalte. je moet het zo zien: aan de ene kant het je bv. 10 ml water en aan de andere 12 ml en 2 ml  
 1015 suiker en dus wordt het 11-11. maar als je hier een oplossing van 12 ml water suiker combinatie  
 1016 hebt, hoe weet je dat er osmose moet zijn?  
 1017 2 ja, ok  
 1018 1 hier dus geen suiker... dan kan het hier namelijk weer anders  
 1019 E  
 1020 1 kijk, hier hebben we overal suiker(pmf). hier bevat, bevat. oh nee, hier is geen suiker. deze is  
 1021 goed.  
 1022 2 ja  
 1023 1 ok  
 1024 2 oh, dus je doet gewoon bevat...  
 1025 1 ja, die hebben we hier nu.  
 1026 2 ja  
 1027 1 ok  
 1028 F  
 1029 1 dus de hoeveelheid is altijd aan elkaar gelijk, maar de hoeveelheid. wacht, dit moet dus anders.  
 1030 \* switched arguments naar water2 hoeveelheid > water hoeveelheid.  
 1031 2 ja, dus die hoeveelheid water is dan highest, want daar moet meer water bij toch?  
 1032 1 in de beginsituatie is deze het hoogste (water2) en deze (water) is plus met nog wat suiker wat  
 1033 hem ook het hoogste maakt.  
 1034 2 oh ja, en dan gaat dat daar naartoe ja. en dat geeft dit (inequality) aan?  
 1035 1 dit zegt dat dit water2 groter is dan (water) in de beginsituatie  
 1036 2 oh, ok, maar hoe geef je dan aan dat dat naar toe gaat?  
 1037 1 dat zeggen we in de scenario ehm...  
 1038 2 dus dat hoeft je hier niet te doen?  
 1039 1 nee, dit is alleen de beginsituatie, dus hier zeg je we hebben een sp wand, we hebben kolom,  
 1040 kolom, we hebben water, water, dit water bevat suiker, dit water is het hoogst, dit water is minder  
 1041 hoog en bevat suiker wat ook een beetje iets heeft, onbepaald. En omdat het hoger is dan dit, gaat  
 1042 het die kant op.  
 1043 2 ok, dan zijn we klaar toch?  
 1044 1 dit wel ja.. of niet..  
 1045 1 dit moeten we nog even bekijken  
 1046 E  
 1047 1 hoe zat deze ook alweer. we hadden een kolom en die bevat weer water allebei. Die bevat suiker.  
 1048 Wat was dit (influence) ook alweer?  
 1049 2 ja, even kijken hoor. dat was iets.. oh ja, invloed  
 1050 2 I+ positieve invloed, of I-  
 1051 1 negatieve invloed  
 1052 1 oh ja, hier gaat water naar toe en hier gaat water van af.  
 1053 1 ehm, deze (calculus)?  
 1054 2 oh ja, die was vaag  
 1055 1 stroming blijft totdat druk allebei gelijk is.  
 1056 2 oh ja  
 1057 1 en de hoogte staat gelijk aan de druk en als de hoogte stijgt, stijgt evenveel de druk. Stijgt de  
 1058 hoogte, dan stijgt ook de hoeveelheid. Ja, dat klopt allemaal.

1059 2 dan zijn we klaar. volgens mij zijn we klaar.  
1060 3 nou, dat komt mooi uit, want we gaan er ook mee stoppen met het bouwen.  
1061 1 hopelijk is het goed.  
1062 2 ja  
1063 1:45

1 Transcript groep E

2

3 1: leerling 1

4 2: leerling 2

5 3: begeleider

6

7 leerling 1 en leerling 2 wisselen achter de pc

8 () is eigen commentaar

9 \* zijn acties van leerlingen op het scherm

10

11 Schermen:

12 A entity

13 B configuration

14 C quantity definition

15 D quantity space

16 E model fragment

17 F scenario

18

19 0:00

20 1 nou, osmose

21 (lezen)

22 2 goed

23 1 ok, laten we beginnen

24 2 entities

25 A

26 1 hoe moet je dan. Heb je al gekeken?

27 2 ja, ik heb al gekeken...

28 1 add child

29 2 wat moeten we er in zetten?

30 2 ent aanmaken.. (leest)

31 2 wat moeten we er in zetten? Kolom?

32 1 ja, kolom, maar dat is hiervan, wij moeten het anders doen, toch?

33 \* typt kolom in

34 1 nee wacht, dat is iets heel anders toch?

35 \* haalt kolom weer weg

36 1 ja, moet je dit nou precies over typen of?

37 3 neenee, kijk dat is het voorbeeld om even te kijken dit moet er bij elke stap uitkomen,

38 maar jullie moeten het over osmose doen

39 1 oh ja, dus gewoon cel.

40 2 maar we hebben toch ook kolom, of niet?

41 1 ja natuurlijk, maar we moeten eerst een cel, kijk dat is hier (domeinbeschrijving) ook,

42 kijk maar.

43 3 ja, je moet steeds de opdracht er bij houden en dan zie je wat je nodig hebt om osmose

44 te beschrijven.

45 1 ok goed, cel.

46 2 die staat er niet echt in, maar maak ze maar aan.

47 1 ja, maar dat kun je er later bijvoegen denk ik

48 2 ja...

49 \* voegt cel in

50 2 ok

51 1 en nog eentje

52 2 ja, inderdaad en die moet weer daar (ent) uitkomen.

53 2 we hebben water

54 1 even kijken, hier staat substantie

55 2 ja, maar we hebben water

56 2 hebben we een substantie of hebben we water?

57 3 ja, dat zijn dus echt dingen over het domein, hoe je dat weergeeft. De bedoeling is dat

58 je dat zelf kiest. Dus dat jullie overleggen, van hoe doen we dat.

59 1 ehm, ja maar dat zit ook in dat cytoplasma

60 2 ja, hier staat gewoon water (domeintekening)

61 1 ja, maar dat is wat anders.

62 2 ehm

63 1 we moeten even nadenken.

64 1 we hebben wel een kolom, dus laten we die eerst maar even toevoegen.

65 3 nog even een opmerking: er zijn een heleboel goede manieren waarop je een model kunt

66 bouwen. Het is jouw invulling van hoe je de wereld weergeeft. Er is dus niet één juiste

67 manier.

68 1 ehm, water

69 2 ja, maar een substantie is een voorbeeld van een entiteit. eerst gewoon substantie en  
70 dan daarna, daaruit, doe je water.  
71 \* maakt ent kolom aan  
72 1 ok, een kolom hebben we nu  
73 2 en dan substantie  
74 1 ehm.. ja, de substantie... maar het was iets anders...  
75 2 ja, maar kijk nou hier  
76 (lezen)  
77 2 hier moeten we gewoon substantie bijzetten.  
78 1 ja wacht even, dan moet je wel precies weten wat...  
79 2 nee, kijk, je kunt uit die substantie weer andere entiteiten aanmaken en dat kun je dan  
80 allemaal verschillend doen.  
81 \* voegt substantie toe  
82 2 kijk en dan hieruit...  
83 1 misschien moet de substantie uit de cel komen  
84 0:05  
85 2 ja maar, daar moet volgens mij ook wel iets uitkomen.  
86 1 ik denk dat de substantie in de cel moet, die komt uit de cel.  
87 2 misschien moet je daar.. want je hebt twee substanties toch? want anders kan er geen  
88 osmose...  
89 1 ja, buiten de cel  
90 2 dus dit is substantie buiten de cel  
91 \* maakt water aan onder substantie  
92 2 dan doen we die even anders  
93 \* veranderd substantie in substantie buiten de cel  
94 1 goed  
95 2 ok, en dan hier bij cel halen we een entiteit uit en die...  
96 1 ja, water met oplossing  
97 2 ja, ehm.. misschien is dat nu nog niet de opdracht misschien doen we dat dan wel, nu is  
98 ie nog niet ingevuld. dat komt straks met die andere substantie en dan in dat ehm...  
99 1 dat is dus...  
100 2 substantie in cel toch?  
101 1 maar dat is dus... we moeten er meerdere maken waarschijnlijk  
102 2 ja, waarschijnlijk wel, dan kun je substantie in cel en daar haal je er dan weer meer  
103 uit.  
104 1 eerst even cel..  
105 \* maakt substantie in cel aan  
106 1 ja, precies ja  
107 2 en daar kun je dan weer zoutoplossing van dat en dat doen en dat kun je hier (onder  
108 subst. buiten cel) ook maken en dan kun je ook weer...  
109 1 ja, ok. ja goed  
110 2 kolom, misschien moet je even iets bij kolom maken.  
111 1 als we even horizontaal doen, dan kunnen we het ook bekijken zoals hier, dan kunnen we  
112 even...  
113 \* veranderd view in horizontaal  
114 2 ja, precies. Ziet het er ongeveer hetzelfde uit? ja volgens mij wel  
115 1 dat maakt verder niet zo veel uit maar het is wel handig. ok, goed  
116 2 het ziet er wel ongeveer hetzelfde uit.  
117 1 laten we dit even wegdoen, hier dit water.  
118 2 ja, want dat hebben we inderdaad nog niet besloten.  
119 \* haalt water weg onder subst. buiten cel  
120 1 we kunnen misschien met een waarde...  
121 2 hoe kunnen we het opslaan?  
122 3 dit wordt automatisch opgeslagen. sommige schermen moet je save changes doen...  
123 2 nu kunnen we.. stap twee zijn configuraties  
124 B  
125 1 ok  
126 2 even kijken  
127 (lezen)  
128 1 oh, ik snap het al ja  
129 2 dat is inderdaad zo, want cel bevat substantie in de cel. maar moeten we dan niet bij  
130 die onderste dan niet milieu en dan?  
131 2 moeten we daar niet milieu doen weetjewel, omdat het om de cel heen is.  
132 1 ja, maar dat is buiten de cel en...  
133 2 ja, moet we daar niet milieu buiten de cel en..  
134 1 ja, misschien moeten we dat eerst even invoeren. dat kunnen we later ook weer  
135 veranderen.  
136 2 ja  
137 A  
138 1 we moeten even verder de opdracht lezen, wat we nu precies moeten doen.  
139 2 we moeten er configuraties bij zetten, dus bevat en verbonden met.

140 1 zullen we gewoon zoutoplossing doen? dat kunnen we later altijd weer veranderen, dus...  
141 2 ik weet niet, moeten we het met zoutoplossing doen eigenlijk of?  
142 1 ja, het is met deeltjes, dus dan kunnen we net zo goed zoutoplossing doen.  
143 2 ja of laten we gewoon substantie buiten de cel houden. Dat kunnen we altijd nog een  
144 waarde geven later.  
145 1 ja, maar dat is altijd iet met iets. Ik weet het al, we moeten en water maken en anders.  
146 2 of gewoon substantie houden buiten de cel en daaruit haal je dan gewoon...  
147 1 ok, eerst water  
148 \* voegt water toe bij subst buiten de cel  
149 1 ok en dan onbekend  
150 2 gewoon x  
151 \* voegt x toe onder substantie buiten de cel  
152 2 en dan kunnen we even hier naar terug gaan en dan maken we even config  
153 B  
154 0:10  
155 2 nu moeten we gewoon even invullen wat hier staat, bevat en verbonden met  
156 1 ja, ok...  
157 \* voegt config bevat toe  
158 2 save changes en verbonden met..  
159 \* edit bevat naar verbonden met  
160 1 nee, kut, nu is het..  
161 2 ah  
162 1 ik denk dat je op new moet drukken  
163 2 en dan bevat  
164 \* haalt verbonden met weer eg  
165 (gaat helemaal mis)  
166 \* maakt bevat aan  
167 \* maakt verbonden met aan  
168 2 en close  
169 1 ok, mooi  
170 1 nu komen we bij de kwantiteiten. En daarna pas bij de qs of niet? ja, eerst de  
171 kwantiteiten  
172 2 laten we deze even gaan lezen anders  
173 (lezen)  
174 D  
175 2 osmotische druk  
176 1 ik wil eerst even lezen dit  
177 (lezen)  
178 1 oh ja, ik snap het al  
179 2 osm waarde  
180 1 ja, osm waarde ja  
181 2 en de grootte van de cel misschien?  
182 1 dat is water denk ik. dit zijn de eigenschappen die een rol spelen in dit proces. vooral  
183 osm waarde dus.  
184 2 we kunnen het inderdaad even op gaan schrijven  
185 1 alleen osmotisch waarde toch.  
186 2 osm waarde, ok.  
187 D  
188 2 qs. oh, nee, dit zijn qs.  
189 2 ehm.. werkt dit niet?  
190 1 hoe krijg je deze hier?  
191 2 we willen graag deze invoeren.  
192 3 ja, hier moet je eerst even new drukken en daarna save changes, dan onthoud hij hem.  
193 (melding no qs)  
194 3 ja, dat staat ook aan het eind van die stap. voordat je q kunt toevoegen, moet je eerst  
195 stap vier doen, want je hebt een qs nodig.  
196 2 oh, ok  
197 1 ah  
198 3 daarom kan het wel handig zijn om de dingen die je bij stap 3 hebt alvast even op papier  
199 te zetten  
200 1 alleen osm waarde  
201 0:15  
202 2 we hebben er maar eentje  
203 3 ok, dat is te onthouden  
204 1 wacht ff, ik denk dat het ook belangrijk is binnen de cel en buiten de cel. Dat zijn  
205 twee verschillende elementen.  
206 2 nou, volgens mij kun je die toevoegen bij wat we in het begin hadden, bij die  
207 entiteiten. want daar hebben we een situatie buiten de cel en binnen de cel.  
208 1 ja, maar dat is iets...  
209 2 volgens mij kun je daar kwantiteiten aan toevoegen met qs.  
210 1 we gaan even kijken



```

211 (lezen)
212 1 ik zie het al ja
213 2 maar moeten we nu zelf ook intervallen gaan kiezen?
214 1 ik denk het wel ja
215 2 maar maakt dat... kunnen we dat wel gaan doen?
216 1 ja, want die waarden kun je later veranderen, dus die kun je gewoon eerst invoeren, dus
217 dan moeten we hier eerst even weg
218 2 edit qs
219 D
220 2 name
221 1 osm waarde
222 2 is dat ook van de qs?
223 1 nee, je moet trouwens wel gewoon eerst osm waarde hebben van buiten de cel.
224 2 maar dit is qs en niet q.
225 1 ja maar, het probleem is...
226 2 wat hier staat moeten we doen
227 1 dat is iets anders, dat is een voorbeeld
228 1 even kijken
229 (lezen)
230 1 even nadenken, wat...
231 1 die osm waarde. je moet er wel echt eentje binnen en buiten de cel.
232 2 ja, maar dit is een qs, die moeten we eerst doen
233 1 maar die houdt verband met..
234 2 de q. we moeten niet de qs gaan doen als de q
235 1 maar we moeten toch twee verschillende hebben?
236 2 ja, maar dan moet je ze niet bij qs zo noemen. we kunnen ze nog niet daar zo noemen,
237 want we moeten eerst qs doen, dat staat hier: (leest) voor je q kunt doen moet je eerst
238 stap 4 doen.
239 1 stap 4 qs.
240 2 stap 4 is qs, maar volgens mij heb je hier geen van die namen nodig. even kijken in de
241 HOMER handleiding
242 2 qs, temperatuur..
243 2 het is dus toch osm waarde.
244 1 ja, hier dus
245 2 new qs
246 1 ehm.. buiten...
247 2 moet je hier ook binnen en buiten de cel? nee, volgens mij niet. Je hebt temperatuur en
248 dat noem je ook niet binnen en buiten de cel.
249 1 ja, op zich kan dat...
250 2 dat doe je met de entiteiten
251 * maken qs osmotische waarde aan
252 2 add..
253 1 ehm, zero.. gewoon nul.
254 * voegt zero toe
255 1 laten we high doen nu
256 * voegt highest toe
257 2 highest?
258 1 even vragen. moet je hier die waarde zelf maar verzinnen of.. bijvoorbeeld vijf?
259 0:20
260 3 ja, dat is lastig, maar dat is wat ik zei, je moet punten en intervallen kiezen die een
261 bepaalde betekenis hebben...
262 1 ja, maar dat kun je dus zelf wel verzinnen?
263 3 ja, dat komt inderdaad niet zo heel precies en het kan ook op verschillende manieren
264 goed zijn, maar je moet kijken wat heb je nodig om osmose te beschrijven.
265 1 maar anders kun je het toch gewoon later nog veranderen..
266 3 ja, dat kan zeker, je kunt het later ook nog weer veranderen.
267 1 laten we vijf doen dan
268 3 je moet daar niet echt vast komen te zitten als je het niet helemaal precies begrijpt.
269 Maar goed, het moet wel kunnen natuurlijk (de waardes).
270 * vernadert highest in 5
271 2 we moeten dit even opslaan
272 1 ja ehm, wat gebeurt er trouwens als ik add low doe?
273 2 hier, save changes, daar staat ie
274 (melding at least one qs value has an invalid name)
275 2 ehm, welke...
276 * klikken add high
277 2 misschien kunnen we die beter remove doen
278 * remove high
279 * voegt 5 opnieuw in
280 2 maar kun je dit zeggen? er is een osmotische druk van 5?
281 1 nou, het is maar een waarde die je weergeeft, het kan van alles zijn.

```

282 2 5 iets is dat?  
283 1 ja, net zoals bij wiskunde. ehm ok..  
284 2 misschien is het punt dat we hier zero hebben ingevuld?  
285 1 ik denk dat we gewoon nul moeten doen, laten we dat eens doen  
286 \* veranderd zero in 0  
287 \* add low (lowest)  
288 2 nee, eigenlijk moet 5 toch low zijn?  
289 1 remove low  
290 \* haalt lowest weer weg  
291 1 misschien lukt het zo  
292 (weer melding)  
293 2 ook niet  
294 2 we hebben een conflict.  
295 1 ja, ehm.. ik denk dat er hier boven (naam qs) iets niet goed is.  
296 1 volgens mij mag dat niet  
297 2 omdat het twee woorden zijn?  
298 2 schrijf het gewoon aan elkaar  
299 (weer melding)  
300 3 wat zegt ie?  
301 2 we hebben iedere keer een naam die niet klopt zegt ie. Ligt dat er aan dat dit maar 1  
302 woord mag zijn?  
303 3 nee, ik denk dat dat aan de namen hier (values) ligt, dat je hier alleen letters mag  
304 gebruiken.  
305 2 ah  
306 1 ah, we halen even alles weg  
307 \* remove beide values  
308 2 add point. point is...  
309 1 misschien moeten we..  
310 2 of add een interval, van nul tot vijf?  
311 1 ja  
312 \* remove point  
313 \* add interval  
314 2 ok, interval is van zero doen we dan  
315 1 oh wacht ff, hier moet je ook een low invoegen  
316 \* add low  
317 2 en dan add high  
318 \* add high (met naam vijf)  
319 2 misschien, is dit interval dat lange streepje (op et scherm)  
320 \* add high  
321 2 nee, die moet je even.. remove high...  
322 1 oh shit  
323 \* remove high  
324 \* remove low  
325 2 add low, dat is zero  
326 \* add low point zero  
327 2 zo ja  
328 1 dat zou best wel eens kunnen.  
329 2 zou dit..  
330 \* noemt interval tussen zero en vijf ?  
331 2 is dit nu dat hij zelf gaat kiezen het interval is tussen zero en vijf.  
332 3 daar moet je zelf even een naam voor kiezen.  
333 1 ok, tussen...  
334 2 ja, dat is tussen vijf en..  
335 1 tussenwaarde  
336 2 is dat een woord?  
337 1 volgens mij wel  
338 0:25  
339 2 dat we in ieder geval weten waar we het over hebben.  
340 3 precies, dat is het belangrijkste.  
341 1 maar nu hebben we alleen maar van 1 punt.  
342 2 tussen nul en vijf zit nu de osmotische waarde. Als we er nou nog eentje maken voor nog  
343 een osmotische waarde, bijvoorbeeld osm waarde2.  
344 1 oh ja  
345 2 en dan kiezen we er die bijvoorbeeld met een osmotische waarde van vijf tot tien ofzo en  
346 als je die dan toevoegt aan die entities...  
347 1 ja, osmotische waarde.. hoe noemen we dat?  
348 2 twee noemen we dat gewoon, want je kunt het toevoegen aan welke je wilt.  
349 1 dus dit is 1  
350 2 ja 1 ja  
351 1 save  
352 2 ja, maar wacht, dit interval moet anders zijn hè

353 1 ja maar, nee, ja... maar ik noem dit gewoon 1, dat is handiger.  
354 2 kijk hier  
355 1 maar ik sla hem eerst even op  
356 2 nee, want dit moet anders nog. Deze waardes, want ander is ie gelijk en dat willen we  
357 niet.  
358 1 wat bedoel je, ik sla hem gewoon even op. we hebben nu ge-edit zegmaar.  
359 2 maar we moeten dit toch ook nog veranderen?  
360 1 nee, want dan maken we een nieuwe, dit is nog steeds dezelfde  
361 2 oh, ok.  
362 1 save?  
363 \* maakt qs osmotische waarde 1 aan met punt zero, interval tussenwaarde en punt vijf  
364 3 ja, dat is een beetje lastig misschien. je moet elke keer weer even op new drukken als  
365 je echt een nieuwe aan wilt maken.  
366 2 ja, ok  
367 1 die noemen we osmotische waarde 2  
368 \* maakt qs aan osmotische waarde 2  
369 2 ff interval  
370 2 tussenwaarde  
371 2 add low  
372 2 zullen we daar vijf van maken  
373 1 nee, zes  
374 2 maar bij vijf dan is ie gelijk, dat is wel grappig dan zie dat er dan gewoon niks  
375 gebeurt.  
376 1 maar dat is ook zo.. zes, want tot en met vijf..  
377 2 ja, dan blijven ze nog gelijk, dan kun je het verschil zien...  
378 1 want na vijf...  
379 2 als het gelijk blijft en als het hoger wordt zegmaar, wat er gebeurt dan  
380 1 ja maar dat is toch... ja, maar ze zien dit niet als numerieke waarde het is gewoon een  
381 punt en dat punt kun je alles noemen. Dat moet je dus geen vijf noemen. dat kan  
382 bijvoorbeeld ook 5.1 zijn.  
383 1 six noemen we dat gewoon  
384 2 hebben we dat? o ja, we hebben dat net ook gewoon gedaan.  
385 1 precies ja, dat kan van alles betekenen, dat kun je ook dit of dat noemen  
386 2 twenty  
387 \* voegt qs osmotische waarde 2 in met punt six, interval tussenwaarde en punt twenty.  
388 1 ok  
389 2 save  
390 2 ja, ok dan heeft ie voor dat programma zegmaar datgene voor verschillende osmotische  
391 waarde  
392 2 ja, precies  
393 (melding no zero)  
394 2 wij niet  
395 3 gewoon apply doen, dat is alleen maar een waarschuwing.  
396 1 ok  
397 1 we moeten nog eentje wat dit is tussen... zegmaar, ik zou het gewoon met drie waardes  
398 doen.  
399 2 dan kun je er nog verschil in brengen.  
400 2 dan kunnen we er nu bijvoorbeeld een heel groot interval bij maken, bijvoorbeeld van 0  
401 tot 20.  
402 1 ja, dit is zegmaar een soort tussenosmose lijkt het wel  
403 \* maakt osmotische waarde 3 aan  
404 2 dit kunnen we dan gewoon nog kiezen, wat we hier van willen.  
405 0:30  
406 2 eerst de tussenwaarde, interval  
407 1 het was handig geweest als we een ander soort waarde hadden gegeven.  
408 \* voegt lowest twenty toe  
409 2 highest maken we  
410 1 vijftig  
411 \* voegt highest vijftig in  
412 \* maakt qs osmotische waarde drie aan met punt twenty-one, interval tussenwaarde en punt  
413 fifty.  
414 2 nou, dit moet het toch worden.  
415 1 ja, ik denk het wel.  
416 2 volgende, modelfragment bouwen.  
417 1 nee, nu moeten we even quantity, drie moeten we doen  
418 C  
419 2 oh ja, q definitions. we hebben hier al qs.  
420 2 osmotische waarde in de cel en buiten de cel  
421 1 ja, osmotische waarde buiten de cel  
422 2 ok, en welke osmotische waarde doen we daar bij? doen we daar de hoge, de hoogste?  
423 1 ja, maar dat moet dus kunnen veranderen.

424 1 ehm. is het nu de bedoeling dat we een model maken dat de osmotische waarde kan  
 425 veranderen of is het zo dat we hem er in moeten zetten, dus als de osm waarde zo is, dan  
 426 is ie...  
 427 3 nou kijk, daarvoor het je heel veel aan de vraag die in de opdracht staat. Kijk, je moet  
 428 deze vraag kunnen beantwoorden: wat gebeurt er als gevolg van osmose.. (lees vraag). Je  
 429 gaat straks zo'n situatie maken, waarbij dan de hoeveelheid suiker in het bloed toeneemt  
 430 en dan moet je met behulp van deze modellen moet je kunnen weten wat gebeurt er met de  
 431 concentratie suikers.  
 432 2 dat is een substantie dus  
 433 1 ja, dat is gewoon suiker.  
 434 2 maar dat kunnen we dan dus met een waarde...  
 435 3 osmotische waarde willen jullie voor de verschillende dingen gaan gebruiken?  
 436 1 ja. De q definitions, die kun je laten vernaderen toch? Als je dat een beetje goed doet  
 437 dan kun je de q def nu dit, en nu dit...  
 438 3 ehm, ja in de situatie die je schets geef je bijvoorbeeld aan de waarde van die quantity  
 439 is dat de hoeveelheid suiker toeneemt bijvoorbeeld, dat geef je aan...  
 440 1 ja, maar als je bijvoorbeeld op het programma op een knop drukt en dan is die quantity  
 441 definition.  
 442 3 nee, zo werkt het in principe niet. Je schetst een situatie, van zo is het op dit moment  
 443 en vervolgens druk je op een knop en het programma kijkt wat kan er dan gaan gebeuren.  
 444 1 ja precies, ja precies ja  
 445 3 daarvoor heb je alle relaties tussen dingen nodig, tussen die kwantiteiten. Die oorzaak-  
 446 gevolg relaties bijvoorbeeld. Als je weet de osmotische waarde gaat omhoog, dan komt dat  
 447 doordat de concentratie omhoog gaat en dat komt weer daardoor, etc. Die relaties moet je  
 448 straks aan gaan geven.  
 449 2 Maar klopt het dan dat je heel veel q definitions met heel veel qs moet maken en dat je  
 450 die ook nodig hebt?  
 451 3 in principe het je er eentje nodig, want dit zijn eigenlijk je bouwstenen. Voor elk ding  
 452 wat je wilt gebruiken, bv osmotische waarde of hoeveelheid kun je hebben, dat soort  
 453 dingen, daar heb je er één van nodig en die kun je meerdere keren gebruiken in je  
 454 modellen.  
 455 2 dus als we deze nou bijvoorbeeld een hele hoge toedienen en dan doen we die ander  
 456 bijvoorbeeld een hele lage dan kun je namelijk zien dat er een hele lage is, bijvoorbeeld  
 457 buiten de cel...  
 458 3 maar jullie zijn nu eigenlijk al een heleboel stappen verder al aan het nadenken. Op  
 459 zich is dat goed, maar je moet nu gewoon je bouwstenen maken. Uit het plaatje kun je  
 460 bijvoorbeeld halen wat je allemaal nodig hebt. Later kun je altijd nog weer terug om  
 461 dingen extra toe te voegen mocht je die nodig hebben.  
 462 1 dus in principe kunnen wij gewoon osmotische waarde 1 met osmotisch waarde 1 (wijst  
 463 qs).. dat is gewoon de mate van osmose.  
 464 0:35  
 465 3 je moet weer kunnen geven dat de een bijvoorbeeld meer is dan de ander  
 466 1 ok, dan doen we dit 1 en dan doe je osm waarde 1 erbij.  
 467 \* maakt q osmose 1 aan met qs osm waarde 1  
 468 2 buiten de cel doen we gewoon.. buiten de cel..  
 469 1 ja, dat is goed (reageert niet)  
 470 2 substantie heet het gewoon natuurlijk, suikeroplossing.  
 471 \* maakt osmose 2 aan met qs osmotische waarde2  
 472 \* maakt osmose 3 aan met qs osmotische waarde3  
 473 1 nog een ding: de osmotische waarde binnen de cel die zou je dan vast kunnen laten staan  
 474 hè?  
 475 3 dat zijn nou typisch dingen waar ik geen antwoord op geef, dat hangt echt af van de  
 476 relaties die je straks gaat weergeven, die moeten jullie zo veel mogelijk zelf uitzoeken.  
 477 1 zullen we dan om te beginnen 1 vaste osmotische waarde binnen de cel doen?  
 478 3 ehm, jullie gaan al een stap te ver. Jullie zijn nu al bezig met vragen die je pas  
 479 straks in stap zes bijvoorbeeld tegenkomt. Je zult eerst...  
 480 2 dus het is zo dat je dit straks allemaal kunt kiezen.  
 481 3 ja, alle dingen die jullie nu aanmaken kun je straks allemaal gebruiken om een de wereld  
 482 weer te geven. Dat is modelfragmenten bouwen zegmaar. Dan ga je de echte wereld proberen  
 483 te maken met behulp van de dingen die je net hebt aangemaakt.  
 484 1 ok, we hebben nu de...  
 485 2 maar is het ook niet zo dat we dan toch die cel moeten gaan maken.  
 486 1 nee, ik denk het niet..  
 487 2 het is een entiteit  
 488 1 maar dat kun je dan zelf ook weer... nou ja  
 489 2 maar hij bevat niks en is ook niet verbonden met iets...  
 490 1 nee, dat hoeft niet perse, dat kan...  
 491 2 nou, laten we even het stukje model fragmenten bouwen gaan lezen.  
 492 2 ik lees eerst even hoe het moet (handleiding), en dan lees ik de opdracht.  
 493 (lezen)  
 494 1 ja

495 (bel)  
 496 0:40  
 497 (begin 3e uur drie minuten verloren: 2 is laat)  
 498 D  
 499 1 hier moeten we naast osmotische waarde ook nog even osmose toevoegen, zegmaar de  
 500 hoeveelheid, want dat moet verband met elkaar houden. Zegmaar als de osmotische waarde 1  
 501 is, dan moet de osmose ook 1 zijn.  
 502 2 ok, dat is dus gewoon toevoegen hier.  
 503 \* voegt osmose 1 toe  
 504 2 dit is het interval, dus daar moe je weer gewoon interval doen.  
 505 1 ehm  
 506 2 dit is die lange, gewoon interval doen.  
 507 1 ok  
 508 (voegt hoge in)  
 509 1 en deze noemen we  
 510 2 ach, maakt niet uit, we begrijpen het toch wel  
 511 1 en lowest  
 512 2 save changes  
 513 (1 drukt cancel changes)  
 514 1 kijk, het moet hetzelfde als deze (qs van osm waarde 1) zijn volgens mij.  
 515 \* vernadert qs osmotische waarde 1 in punt lowest, interval tussenwaarde en punt highest  
 516 (waarschuwing zero)  
 517 2 doe maar apply  
 518 1 ok, en nu een nieuwe.. osmose 1  
 519 \* maakt qs osmose 1 aan met punt lowest, interval en punt highest.  
 520 \* verandert osmotische waarde 2 naar punt lowest en highest  
 521 1 en osmose 2  
 522 \* maakt osmose 2 aan met punten lowest en highest en interval er tussen  
 523 2 hier zijn we vorige keer echt heel lang mee bezig geweest.  
 524 1 ja. lees jij anders vast even de volgende stap, dan maak ik dit even af.  
 525 0:45  
 526 \* veranderd qs osmotische waarde 3 (idem)  
 527 \* maakt qs osmose 3 aan  
 528 (2 leest)  
 529 1 hier staat automatisch een mzp, wat is dat?  
 530 3 ja klopt, die is standaard en die wordt gebruikt voor je afgeleide. Die zit er standaard  
 531 in. Die heeft hij nodig, want als de afgeleide min is, dan neemt iets af, plus toe, etc..  
 532 1 dus die moet je veranderen of niet?  
 533 3 nee, daar moet je niets mee doen. Daar kun je ook niets mee doen.  
 534 1 ok, goed.. opgeslagen allemaal..  
 535 1 moet er nog iets bij? even nadenken hoor, osmose hebben we, ehm.. osmotische waarde...  
 536 1 bestaat die osmose niet uit meerdere delen denk ik? Iets wat er buiten en binnen? nee,  
 537 volgens mij kun je dat gewoon osmose laten staan.  
 538 1 goed, ok  
 539 2 dat moeten we dus zo (wijst naar comvat) in elkaar zetten.  
 540 2 ik lees nog even dit door  
 541 (lezen)  
 542 1 zijn dit de entiteiten?  
 543 2 ja  
 544 2 even deze lezen...  
 545 3 bij de mf, als je daar aan begint, dan heb je vrij veel aan het voorbeeld bij de  
 546 opdracht. Daar zie je hoe het voor comvat is gedaan en zo moet het er ook ongeveer  
 547 uitzien, alleen dan net anders omdat je het over osmose hebt.  
 548 1 dus die comvat dat is gewoon.. zegmaar.. ja, van het een naar het ander...  
 549 3 ja, daar zitten andere dingen in, andere relaties, maar je kunt er wel aan zien hoe die  
 550 informatie is weergegeven.  
 551 1 we hebben nu osmotische waarde 1 en 2 en osmose 1 en 2 en die kun je dan met elkaar  
 552 verbinden?  
 553 3 dat zijn weer vragen over het domein, dat zijn dingen die jullie moeten overleggen en in  
 554 je model moeten stoppen.  
 555 E  
 556 1 ok, waar moeten we beginnen? static?  
 557 2 eerst statisch ja, maar met osmose zijn we volgens mij met een proces bezig.  
 558 1 wat is statisch ook alweer.  
 559 2 statisch is dat het blijft staan, dat blijft. Wij zijn dus met een proces bezig, want  
 560 het veranderd.  
 561 1 wow  
 562 3 hier moet je alleen een naam opgeven  
 563 1 ok, dat is gewoon osmose bijvoorbeeld, dat is gewoon het proces ja.  
 564 2 osmose 1, want daar gebeurt in principe niks  
 565 2 ja, laten we hem meteen osmose 1 noemen, want als we deze...

566 \* maakt pmf osmose 1 aan  
567 2 nu hebben we er 1  
568 1 nog eentje  
569 1 oh nee, wacht even... even nadenken, we moeten niet uit osmose komen.  
570 2 nee, daar moeten we die osmotische waardes in laten veranderen  
571 0:50  
572 1 osmose2  
573 \* maakt pmf osmose 2 aan  
574 2 ook maar meteen even osmose3 doen?  
575 1 ja.  
576 \* maakt pmf osmose3 aan  
577 (opent osmosel)  
578 2 even kijken  
579 1 waar is dan...  
580 2 even kijken, edit en dan hoor je er iets aan toe te kunnen voegen.  
581 1 properties, wat is properties?  
582 2 maar dat kan niet.  
583 1 entity instance moeten we hebben denk ik  
584 1 oh, wacht even.. conditions...  
585 2 we moeten nu dus krijgen cel bevat substantie in cel  
586 1 dus cel gewoon  
587 2 ik vraag me af hoe we die aan elkaar moeten zetten.  
588 2 kijk, zoals dit er uit ziet (comvat). ff die weg.  
589 (sluit osmosel pmf)  
590 2 kijk, wat we nu moeten doen is, hier.. we moeten echt bij edit zijn, dat staat hier.  
591 laten we dat maar even doen.  
592 (opent osmosel)  
593 1 wacht even, volgens mij moeten we bij model fragments.  
594 2 daar zaten we al.  
595 2 kijk, dan krijg je dit  
596 \* voegt ent cel in  
597 1 cel.  
598 2 cel bevat. wacht even, je moet hem nog even weghalen denk ik.  
599 2 kijk, delete  
600 \* haalt cel weer weg  
601 2 wat we nu moeten doen. we hebben als entiteiten.. even kijken, we hebben cel, substantie  
602 in cel, kolom, substantie buiten de cel en water.  
603 1 dus cel dat doen we dus gewoon het geheel...  
604 2 maar kijk..  
605 1 dus ook om de cel heen.  
606 2 nee, gewoon de hele cel, dus alles wat er in zit ook  
607 1 neenee, want substantie cel en substantie buiten de cel horen er bij, volgens mij.  
608 1 we moeten nog even kijken.  
609 2 nee, wacht.. als we dat water wat we hier hebben nou beschouwen als het water buiten de  
610 cel.  
611 1 nee, maar dat is de hele... dat hoort er ook bij...  
612 2 stel dat we nou doen alsof we maar 1 cel hebben. niet dat je dat ooit kunt pakken, maar  
613 snap je we hebben maar 1 cel en die leggen we in een bepaalde vloeistof en die vloeistof  
614 noemen we het water...  
615 1 hmm...  
616 2 dan bevat het water, die bevat dus cel. en de cel...  
617 1 wacht even, ik denk de cel...  
618 2 of doen we gewoon de cel bevat de substantie in de cel.  
619 1 ja, ehm... maar volgens mij hebben we hier de cel... substantie in de cel... we moeten  
620 even wat we hebben gemaakt eerst...  
621 (sluit pmf)  
622 1 ok, wat hebben we hier.. ehm.. wat was het eerste wat we hebben gemaakt? assumptions?  
623 2 nee, die hadden we niet nodig  
624 1 entities. dat is gewoon het geheel. dat moeten we eerst doen volgens mij  
625 A  
626 1 en daartoe behoren de cel, of de kolom eigenlijk.  
627 2 volgens mij hebben we die verkeerd gedaan en hoefde die niet eigenlijk. maar laat maar.  
628 2 nu moeten we er dus voor zorgen dat die cel, die moet wat bevatten. en de vloeistof er  
629 omheen moet ook wat bevatten.  
630 1 substantie in cel, dat is het. entity is ehm... we moet sowieso nog. osmotische waarde  
631 die moeten we in de cel zien vast te krijgen.  
632 0:55  
633 2 zou het nu kunnen dan?  
634 1 nee, we hebben nu al genoeg entiteiten.  
635 E  
636 1 entity instance, entity...

637 \* voegt entity entity in.  
638 1 en daarbij behoort.. even naar het voorbeeld.  
639 2 nee, volgens mij moeten we het niet zo doen. volgens mij moeten we echt gewoon met de  
640 cel en...  
641 (2 neemt pc over)  
642 2 cel, ok  
643 \* voegt ent. cel in  
644 \* kiest properties en veranderd ent cel in substantie in cel.  
645 2 nee.  
646 3 kijk, daarmee verander je weer het ding hè, wat je er net in hebt gezet. je moet steeds  
647 elke keer een nieuwe invoegen en dan kiezen welke je wilt hebben.  
648 \* verandert terug naar ent. cel  
649 3 nu die selectie weghalen (cel) en dan kun je nu weer een nieuwe invoegen. ja, zo ja  
650 2 ok, substantie in de cel  
651 \* voegt subst. in de cel toe  
652 2 en dan moeten we er nog een relatie tussen leggen.  
653 1 en dat zijn de... nee, die relatie is vast, dat is gewoon vast.  
654 2 nee, die moeten we er wel tussenzetten, want het een moet het ander bevatten.  
655 1 ja.. ehm.. cel bevat substantie in de cel.  
656 3 ja, dat doe je door ze beide te selecteren. Dat doe je met de SHIFT toets, zo ja. en nu  
657 verandert je menu, kijk maar es wat je daar in hebt.  
658 2 configurations ja, en dan hebben we bevat  
659 1 ja, of... jaja doe maar..  
660 2 bevat  
661 \* voegt bevat in tussen cel en sub in cel.  
662 2 hé, nu komen we ergens  
663 1 ok en dan, ehm..  
664 2 en die substantie in de cel die bevat water en x ook. de zoutconcentratie  
665 1 mja... of suiker, dat ligt er maar net aan. even kijken, toevoegen.  
666 (klikt properties)  
667 1 oh nee, we moeten gewoon een nieuwe. ent instance.  
668 1 waar stond de kolom ook al weer voor?  
669 2 ja, volgens mij hebben we dat gewoon overgenomen uit dit voorbeeld, maar volgens mij  
670 klopt dat niet.  
671 1 ja, ehm.. water  
672 \* voegt water in  
673 2 als we nou het water verbinden met x. ja, dat is een idee.  
674 1 ja, dat doen we ook nog, maar dit hoort er allemaal bij.  
675 1 water dat is.. ehm, water bevat x en substantie in de cel bevat water. selecteren, want  
676 zo moeten ook eerst nog verbonden worden met elkaar.  
677 \* voegt bevat toe tussen sub in cel en water (als consequence)  
678 1 ok, en waar zat verbonden met?  
679 2 dat hebben we ook overgenomen uit het voorbeeld van de comvat. die waren ook verbonden  
680 met elkaar. Maar eigenlijk is de cel verbonden met de vloeistof buiten de cel.  
681 1 ja, dat doen we zo  
682 1 ok, hier weer een nieuwe  
683 \* voegt x in  
684 \* voegt water bevat x in  
685 1 ok, en dan cel verbonden met buiten  
686 2 ja, cel is verbonden met wat er buiten is zegmaar.  
687 2 substantie buiten de cel  
688 \* voegt sub buiten de cel in  
689 2 en die bevat weer water en een x  
690 1 ja, precies.  
691 2 oh ja.  
692 2 consequences, configuration, verbonden met...  
693 \* voegt verbonden met in tussen cel en substantie buiten de cel.  
694 2 ja, en bevat water en x weer  
695 1 precies  
696 \* voegt water in  
697 (melding name already in use)  
698 2 ja, dat weten we, maar dat mag dus niet. Dan moeten we dus twee keer water nemen.  
699 2 we willen...  
700 3 ja, dat klopt, dan moet je even een andere naam er aan geven. Je hebt hem nu  
701 geselecteerd en dan kun je hier een andere naam geven. Dat is puur een label.  
702 1 ok, water buiten cel  
703 \* voegt water buiten de cel in  
704 2 en dan moeten we ook die x veranderen. Dan noemen we die x2 ofzo.  
705 1 ja  
706 1 oh kut..  
707 2 wat is daar mis mee? wacht even, wat is daar mis mee?

708 1:00  
709 1 nou, het probleem is.. nou, kijk... ehm...  
710 \* haalt ent. substantie buiten de cel weg.  
711 2 wat is daar mis mee?  
712 1 nou, het probleem is met die naam... ik had hem al vast...  
713 \* haalt water buiten de cel weg.  
714 2 maar dat is helemaal niet zo'n probleem toch?  
715 1 het kan problemen veroorzaken...  
716 \* voegt sub buiten de cel toe  
717 \* voegt cel verbonden met sub buiten de cel toe.  
718 1 ok, nu zijn we weer waar we waren gebleven.  
719 2 ahum, nu hebben we water2  
720 \* voegt water2 toe.  
721 2 maar dat water2 heeft eigenlijk geen waarde hè?  
722 1 nee, die waarde die het dus heeft...  
723 2 dat is xx  
724 1 ja.  
725 2 dus eigenlijk hoort het zo wel te kunnen.  
726 1 bevat  
727 \* voegt sub buiten cel bevat water2 toe.  
728 2 nou, dit noemen we x2  
729 2 xx zullen we dat doen?  
730 1 dat maakt niet uit.  
731 \* voegt x met naam xx toe  
732 1 bevat..  
733 \* voegt water2 bevat xx toe  
734 1 ok, volgens mij moet we nu even ehm.. als het goed is houden die twee (x en xx) dus  
735 verband met elkaar.  
736 2 mja. als we even kijken of we die twee naast elkaar kunnen zetten.  
737 (organiseert scherm)  
738 2 het ziet er een beetje vreemd uit...  
739 1 doe het maar weer zoals het was eigenlijk.  
740 1 ok, zo  
741 1 ehm.. als het goed is moet deze (x) dus...  
742 2 verbonden zijn met... nee, die is niet verbonden.  
743 1 ja maar, het heeft er mee te maken. als die, dan vernadert... maargoed...  
744 2 maar dat is pas een consequence...  
745 1 ja, ik denk dat we nu naar consequences moeten.  
746 2 even kijken wat we nog meer kunnen doen. we kunnen ook x, wacht even... kunnen we x een  
747 value geven?  
748 2 selecteer xx en ga dan naar consequences. quantity!  
749 1 kijk.  
750 2 dan moeten we die dus een quantity geven, van deze is...  
751 1 ik denk dat we nog een standaard quantity...  
752 1 kijk deze (x) heeft een quantity, want die kan vernaderen.  
753 2 hebben we ook een standaard? nee hè?  
754 1 nee, we moeten nog even wat aanmaken denk ik.  
755 2 we hebben alleen maar intervallen, we hebben geen punten. We hebben 1 punt nodig denk  
756 ik.  
757 1 ik weet niet...  
758 2 we hebben eigenlijk 1 punt nodig  
759 C  
760 1 nee wacht. die veranderd dus als de osmose toeneemt hè. die gaat veranderen.  
761 2 maar als we er nou 1 nemen met een vast punt.  
762 1 nee, dat heet gewoon osmose...  
763 2 osmose vast nemen we even.  
764 D  
765 1 nee, wacht ff.. wacht ff.. we moeten eerst even kijken. volgens mij moeten we....  
766 2 osmotische waarde vast  
767 2 add point, save changes  
768 \* voegt qs osmotische waarde vast in met point point.  
769 E  
770 1 misschien kun je meerdere toevoegen ook.  
771 2 meer reeksen?  
772 1 ja, nou meerdere consequences. Bijvoorbeeld als die (xx). ja hier moeten we beginnen  
773 met...  
774 2 quantity  
775 1 osmosel  
776 2 maar dat kunnen we laten wisselen.  
777 1 kunnen we ook allemaal (wil alle kwantiteiten (osmosel, osmose2, osmose3) invoegen bij  
778 xx)? nee...



779 2 ok, doe maar ok.  
780 (melding geen qs geselecteerd)  
781 2 o nee? klik es hier (qs selectie) en dan op ok.  
782 1 neenee, wacht es...  
783 1:05  
784 2 klik es ok.  
785 \* voegt osmosel met qs osm waarde in bij xx.  
786 2 nou.  
787 1 en die (xx), houd dus verband met die (x). dat moeten we wel even...  
788 2 deze (x) neemt af als die (xx)... ok, nu moeten we even goed terugdenken aan osmose. als  
789 deze (xx) hoger is, dan gaat het water hier (x) uit weg...  
790 1 maar dit (osmose bij xx) heet osmotische waarde ja... osmose hoort hier (x) bij.  
791 2 ja maar dat is osmosel en die heeft een osmotische waarde (wijst naar q en qs). dat  
792 hebben we toen daar aan toegevoegd.  
793 1 ja maar de osmose hoort niet bij de substantie buiten de cel..  
794 2 ja, maar die heeft ook een osmotische waarde, oh nee.. heeft die buiten de cel ook een  
795 osmotische waarde?  
796 1 wacht even, we moeten even kijken hoe het daar staat..  
797 2 dat is al weer zo lang geleden.. ehm..  
798 1 wat zijn quantity definitions?  
799 D  
800 1 die osmose hoort gewoon daar bij.. we moeten eerst even die twee met elkaar verbinden.  
801 2 ja, maar wacht even, dat zat er volgens mij niet bij toch?  
802 E  
803 1 het moet even verbonden worden met eh...  
804 2 dat heeft te maken met dat glas wat dan overstroomt.  
805 \* voegt x verbonden met xx toe  
806 2 wow, dit is best wel lastig (ziet pmf comvat).  
807 1 hier, deze hebben we met deze verbonden.  
808 2 verbonden met, ja maar die zijn toch niet verbonden?  
809 1 jawel, want als die (xx) toeneemt, dan...  
810 2 ja, dat is waar.  
811 1 ehm, laten we dit (osmotische waarde qs) eerst even weghalen.  
812 2 neeneenee, laat maar staan. dat is toch geen probleem zo. En dan geven we deze (x) dat  
813 point.  
814 1 nee, want die kan dus vernaderen, dat is het probleem.  
815 2 ze kunnen allebei vernaderen.. dus..  
816 1 dat point slaat helemaal nergens op. ze kunnen allebei gewoon vernaderen dus...  
817 3 als ik nog even een tip mag geven, ik hoorde jullie net overleggen dat die (x) verbonden  
818 is met die (xx), maar verbonden met is puur een relatie qua structuur, dat ze bijvoorbeeld  
819 naast elkaar liggen en dat er iets is wat ze verbind. Een ander soort relaties...  
820 2 collapse relations, maar dan gaan ze allemaal weg toch?  
821 3 even kijken, dan moet je die (config) even selecteren en dan op delete drukken.  
822 1 ok, wacht even...  
823 1 even kijken, quantity...  
824 1 waarom krijgen we alleen osmotische waarde 1 en niet osmotische waarde twee enzo? (in  
825 lijst bij quantity osmosel)  
826 2 dan moeten we hier even kijken, bij osmose2.  
827 1 o ja, natuurlijk  
828 2 osmotische waarde 2, zullen we die toevoegen?  
829 1 neenee.  
830 2 jawel, dan hebben ze tenminste niet dezelfde.  
831 \* voegt q osmose2 toe bij x  
832 1 maar dat moet juist, ze houden toch verband met elkaar.  
833 2 nee, je moet ze natuurlijk niet dezelfde geven. als ze dezelfde zouden hebben, dan zou  
834 die (osmose bij xx), als deze (osmose2 bij x) omhoog gaat ook omhoog gaan. en dat kan  
835 niet.  
836 1 nee, maar dat is iets heel anders, als.. dit is juist die osmotische waarde als die (osm  
837 xx) toeneemt, dan neemt de osm waarde daar (x), ehm...  
838 2 kijk, als hier meer zout in zit (buiten de cel), dan gaat hier het water uit (cel).  
839 1 ik denk dat we juist voor die (xx) een punt moeten selecteren. die moet een punt  
840 krijgen.  
841 2 ja, klopt.  
842 \* haalt osmose 1 weg bij xx (buiten de cel)  
843 1 en dan hier quantity point.  
844 2 zou die hier bij zitten? (lijst q)  
845 1 neenee, dan moeten we even een nieuw rijtje maken.  
846 2 waar hebben we point staan?  
847 1:10  
848 1 quantity spaces  
849 D

850 2 kijk hier, punt.  
851 1 die moeten we nog even vernaderen, die naam.  
852 \* maakt osmotisch waarde 2 aan  
853 2 hoezo 2? oh, je wilt twee points hebben ja  
854 1 oh wacht, doe maar...  
855 2 vier ofzo  
856 1 nee...  
857 \* vernadert naam in osmotische waarde xx 2 met point point.  
858 1 nu nog even..  
859 2 dat was al een point  
860 1 ehm..  
861 2 moeten we die niet hier uit halen?  
862 1 nee. hoezo?  
863 2 dan zijn ze toch pas verbonden?  
864 1 ja, ik weet niet, dat zou wel moeten.  
865 2 volgens mij moet dat.  
866 1 nee  
867 \* maakt osmotische waardexx 1 aan met point point  
868 (melding)  
869 1 huh?  
870 2 oh wacht, geen points defined. hier moet je even drukken.  
871 2 save changes, apply  
872 1 ja, je had gelijk ja  
873 2 nu zit ie er in.  
874 2 ok, en nu klein. ga je er nog één doen?  
875 1 ja, we moeten er nog.. we hebben drie osmotische waarde, dus...  
876 2 dus je wilt ook drie punten hebben. Nee, maar het punt kun je wel hetzelfde houden en  
877 dan vernader je gewoon alles binnen de cel.  
878 1 nee, je veranderd het punt, je vernadert het punt sowieso...  
879 2 misschien hè, hadden we bij al die dingen wel een punt en een interval nodig. Een punt  
880 waarop het begint en een interval waarneer het dan kan veranderen.  
881 1 nee, ik denk het niet. laten we dit gewoon zitten en dan kunnen we later altijd nog  
882 veranderen.  
883 2 ja, het kan altijd nog worden veranderd.  
884 \* verandert xx2 in osmotisch waarde xx3 met point point.  
885 1 oh, nu hebben we het gewoon veranderd in drie.  
886 2 ok, nou laat dit eens even en dan gaan we kijken of het nu kan.  
887 1 nog eventjes hoor..  
888 2 hmmm.  
889 \* maakt osmotische waarde xx2 aan met punt point.  
890 2 save changes, goed. let's go  
891 1 is die (xx1 in lijst) nu wel verbonden met die (xx3 in lijst)?  
892 2 dat kunnen we hier (mf) zien volgens mij. bij ie osmose, die ja.  
893 E  
894 2 kijk hier (xx) moeten we dan een punt aan hangen.  
895 2 consequences, en dan quantity. en dan kijken.. nee nog niet (geen punt qs (xx1, xx2,  
896 xx3) in lijsten bij quantity osmosel, osmose2 en osmose3)  
897 2 ehm, rintse, we hebben nu een vraagje. We hebben nu een vast punt...  
898 1:15  
899 1 we hebben drie vaste punten bedacht voor die (xx) zodat je hem zegmaar kunt laten  
900 vernaderen in osmosel...  
901 2 alsof je bijvoorbeeld een cel in drie verschillende reageerbuisjes kunt stoppen. Maar  
902 hoe kunnen we die hier krijgen, want we hebben ze hier staan (qs scherm), maar we zien ze  
903 hier niet.  
904 3 even kijken. je wilt die quantity eigenlijk invoegen daar. Even kijken, je bent nu bij  
905 de qs hè. Dus je moet dan wel eerst een quantity (even kijken)... Nee, jullie moeten daar  
906 nog een quantity voor maken.  
907 2 oh ja  
908 1 ja, natuurlijk ja.  
909 C  
910 3 kijk, jullie hebben een qs gemaakt, maar hier moet je die vervolgens nog gaan gebruiken.  
911 Dan doe je hier new, voeg je de q toe en dan hang je de qs er aan die je nodig hebt.  
912 2 ok, oplossing. oplos 1  
913 (selecteert osmotische waarde 1)  
914 2 nee, die andere. we willen hem een punt geven.  
915 2 en dan save changes eerst  
916 1 o ja, we moeten sowieso eerst new drukken. (drukt new, alles weer weg)  
917 2 die hadden we al.  
918 1 oplos1, ok  
919 (melding no qs defined)

920 3 wat zegt ie? o ja, je moet eerst even op add qs drukken hier. Nu heeft ie hem echt  
 921 toegevoegd bij de q. en nu save changes.  
 922 1 oh ja  
 923 \* maakt q aan oplos1 met qs osm waarde xx1  
 924 2 ja. ok, even kijken, new.  
 925 2 we hebben oplos1 en nu maken we oplos2.  
 926 2 oplos2, add qs.. naar beneden, ja die en save changes.  
 927 \* maakt q aan oplos2 met qs osm waarde xx2.  
 928 2 ok, new weer. geef hem even een naam  
 929 1 oplos3.. save changes, ok.  
 930 \* maakt q oplos3 aan met qs osm waarde xx3.  
 931 1 close  
 932 2 en dat was het  
 933 E  
 934 2 dus hier (xx) moeten we nu wat van die punten invoegen, maar misschien kunnen we wel  
 935 drie punten invoegen. zou dat kunnen rintse?  
 936 2 kunnen we hier drie verschillende punten uit laten...  
 937 3 drie verschillende kwantiteiten bedoel je of niet?  
 938 2 ja, dat je dan kunt kiezen welke je neemt?  
 939 3 in principe kan dat.  
 940 1 of kunnen we dan net zo goed drie verschillende x-en nemen? zou dat beter zijn?  
 941 3 eigenlijk moet je drie verschillende modelfragmenten bouwen.  
 942 1 ja, natuurlijk ja...  
 943 2 haha  
 944 3 dat is het...  
 945 2 maar kun je ze wel opslaan en dat je ze dan wijzigt, dat je niet alles weer opnieuw  
 946 hoeft te doen?  
 947 3 ja, je kunt...  
 948 1 oh, dan kun je dit gewoon osmose 1 noemen en dan kun je nog weer zo'n ding bouwen en...  
 949 3 ja, als je iets anders weer wilt geven, dan moet je weer een nieuw modelfragment bouwen.  
 950 Wat je kunt doen -klik eens op mf hier- is dat je een algemene maakt en dat je hier add  
 951 child doet, zodat je er een onderhangt... doe dat maar es.  
 952 1 ja ik snap het wel denk ik  
 953 3 ja, maar doe het maar es.  
 954 1 neenee, ik snap het wel. je gaat gewoon nog zo'n tabel maken.  
 955 3 maar doe hier eens add child (child van osmosel)  
 956 2 maar volgens mij hebben we dat al eens gedaan  
 957 3 ja, maar kijk. als je hier nog eentje onder hangt, dan...  
 958 2 kun je daar hetzelfde in doen  
 959 3 zie je dat ie hier alles pakt wat je al had.  
 960 2 heee  
 961 3 dus dan hoef je dat niet allemaal opnieuw weer aan te maken.  
 962 (bel)  
 963 2 aah  
 964 1 o ja, ok. we moeten het nog even snel afmaken en dan gaan we weg.  
 965 2 ja, maar laten we het maar even opslaan.  
 966 3 ja, jullie hebben toch nog een volgende les.  
 967 1 ja, maar dat is wel handig als we dat nu even doen.  
 968 2 maar dat vergeten we niet.  
 969 3 sla het maar even op, want het staat er nu al toch.  
 970 (einde dvd groep d (= groep E!))  
 971  
 972 (les 4 (dvd groep D en E - les 4))  
 973 0:15  
 974 1 ok, waar waren we?  
 975 2 we moesten bij de model fragments  
 976 E  
 977 (selecteert pmf osmose3)  
 978 (sluit scherm)  
 979 1 we moesten nog wat doen wat we vorige keer niet hadden afgekregen. ehm..  
 980 2 ja, we moesten nog iets doen, dat weet ik ook nog, en toen gingen we uit.  
 981 C  
 982 1 dit?  
 983 1 even kijken, waar waren we gebleven?  
 984 2 dit hadden we allemaal af. We hadden punten van die x.  
 985 1 ja, dit hadden we allemaal al gedaan ja. ik kan me niet herinneren dat ik zoveel al  
 986 gedaan had.  
 987 1 ehm, model frgment  
 988 E  
 989 2 probeer eens te dubbelklikken anders (op osmose pmf)  
 990 1 ehm, osmose drie

991 2 ja, we hebben er een paar gemaakt, osmosel, osmose2, osmose3. kun je even op die child  
 992 drukken. daar hoort dan iets in te zitten ofzo...  
 993  
 994 (hier switch van camera, onderstaande stuk zit in scène groep D les 4-1)  
 995 0:00  
 996 2 misschien moeten we nu een child van osmose drie?  
 997 1 laten we eerst even kijken op dat schema.  
 998 2 o ja, dat schema.  
 999 1 misschien moeten we even dat ding, dat stencil er bij hebben.  
 1000 3 kijk, heel goed lezen. Zonder lezen red je het niet. ok, ik geef jullie nog even 5 of 10  
 1001 minuten om wat laatste dingen af te maken.  
 1002 2 fragments  
 1003 1 hoe noem je dat? static fragments...  
 1004 1 model fragments, hoe kom je daar?  
 1005 2 dit is over dat bouwen, nou dat weten we.  
 1006 1 ja, maar we moeten even die static. die hadden we vorige keer.  
 1007 2 ja, we hadden allemaal van die lijnen toch?  
 1008 F  
 1009 1 nee  
 1010 2 we moesten ook nog een scenario, maar dat moet op het eind.  
 1011 (assumptions)  
 1012 1 nee  
 1013 2 entities, misschien moeten we daar iets verbinden voordat we...  
 1014 A  
 1015 2 nee, dit was het eerste wat we hebben gemaakt.  
 1016 (agents)  
 1017 2 nee, die hoefden we allebei niet te doen, agents en assumptions.  
 1018 2 model fragments, daar moeten we toch echt zitten.  
 1019 2 oh, kijk, static fragments.  
 1020 1 hoe krijgen we dat plaatje weer, wat we de vorige keer hadden gemaakt?  
 1021 2 met allemaal van die lijnen.  
 1022 3 dan moet je hier 1 selecteren en op edit drukken.  
 1023 2 ja  
 1024 1 hier waren we mee bezig.  
 1025 2 ok, cel en cel bevat substantie in de cel...  
 1026 1 ja, we moesten osmose 1 nu doen toch?  
 1027 2 dat maakt niet zo heel veel uit toch?  
 1028 \* veranderd q osmose2 bij x in osmosel  
 1029 (geen qs geselecteerd)  
 1030 2 ja, je moet eerst even.. doe maar cancel.. en nu klik je hier (qs van osmose2) en dan  
 1031 kun je volgens mij wel...  
 1032 0:03  
 1033 (switch camera naar groep D)  
 1034  
 1035 (vervolg groep E in scène groep E les 4-1)  
 1036 1 nee, maar ik moet dus osmotische waarde 1 hebben. oh, die hebben we nog niet er bij  
 1037 gevoegd volgens mij. zie je.  
 1038 2 maar oplosl hebben we ook.  
 1039 1 condition, ja osmotische waarde is een condition volgens mij. die osm. waarde is een  
 1040 condition.  
 1041 2 wat vreemd, hoe moesten we dat nou precies doen.  
 1042 (lezen)  
 1043 1 oh, ik snap het al ja. ze horen samen, kijk osmosel hier hadden we osmotische waarde 1.  
 1044 die hadden we bij elkaar gevoegd.  
 1045 2 oh, ok  
 1046 1 en dan moet we die dus hebben (osmosel onder x)  
 1047 (melding geen qs)  
 1048 2 dan moet je hem eerst weer even aanklikken. hier aanklikken en dan ok.  
 1049 \* verandert q osmose2 onder x in osmosel  
 1050 2 ja  
 1051 1 ja, dat was het ja  
 1052 2 hier hebben we oplosl en die heeft osmotische waarde xxl.  
 1053 1 oh, dat moesten we nog doen, die...  
 1054 2 hier, deze is dus de x, en dat klopt (wijst qs bij oplosl), ja  
 1055 (selecteert oplosl)  
 1056 (verandert q oplosl in osmose2)  
 1057 2 neenee, die klopt. doe maar even weg ja  
 1058 1 oh, we moesten oplossing 1...  
 1059 2 kijk, deze klopt. oplossing 1 heeft een bepaalde osmotische waarde van xx en...  
 1060 1 ja maar wacht, we hadden een nieuwe gemaakt en die moeten we hebben.  
 1061 (selecteert osmosel onder x en wil wijzigen)

1062 1 we moeten die hebben.  
1063 2 nee, want die is van xx.  
1064 1 ja, klopt want die hangt... wacht ff, laten we even kijken.  
1065 2 die hield daar geen verband mee. ja, die hield daar wel een bepaald verband mee, omdat  
1066 dat dan... communicerende vaten...  
1067 1 oplossing1...  
1068 2 hier, zo moeten we dat dus doen (comvat). als de ene osmotische waarde hoger wordt dat  
1069 de andere dan omlaag gaat.  
1070 1 maar wacht even, we moeten dit... (praat door 2 heen)  
1071 2 mag ik even?  
1072 1 ehm... wacht even hoor, even nadenken..  
1073 2 deze (qs osmose 1) is weer verbonden met deze (qs oplos1).  
1074 1 nee, want dat is osmotische waarde xx en dat is osmotische waarde 1.  
1075 2 ja, maar die hebben wel verband, want als deze omhoog gaat, dan gaat deze omlaag.  
1076 1 ja, maar die heeft toch niks met osmotische waarde xx.  
1077 2 die hebben wel een bepaald punt  
1078 1 maar die hebben geen verband toch?  
1079 2 maar we kunnen het toch gewoon zo doen? (comvat)  
1080 1 ik vrees van niet. wacht even, laten we dit eerst even lezen.  
1081 2 hier, kijk hoe dat staat.  
1082 0:20  
1083 (lezen)  
1084 1 ehm... die twee moeten toch verband met elkaar houden?  
1085 3 wat wil je precies aangeven?  
1086 1 we moeten osmose 1 verbinden met oplossing 1.  
1087 3 maar hoe wil je die precies verbinden? dan kan ik zeggen wat je daar voor moet  
1088 gebruiken.  
1089 2 als deze omhoog gaat, dan moet deze omlaag gaan.  
1090 3 ok, dat doe je met een proportionaliteit..  
1091 1 nee, maar... we hebben ze nog niet met elkaar verbonden, want die is nu verbonden met  
1092 osmotische waarde 1 en dit is osmotische waarde xx1.  
1093 2 ja, maar dat betekent toch gewoon dat ze een andere waarde hebben, dat is toch ok?  
1094 3 ok, ja dat kan, maar voor het aangeven wat jullie hier willen doen heb je een  
1095 proportionaliteit nodig. kijk, en nu zeg je hier als die osmose 1 (van x) stijgt, dan  
1096 stijgt die oplossing ook.  
1097 2 dus daar moeten we dan dit (pmin) van maken.  
1098 3 ja, nu zeg je als die osmose stijgt, dan daalt die oplossing.  
1099 2 maar dat klopt niet, hij moet omgekeerd.  
1100 3 ja, dat doe je door daar switch arguments te doen. nu staat er als die hoger wordt..  
1101 2 dan wordt die lager.  
1102 3 ja  
1103 2 als het goed is dan klopt dat.  
1104 1 neenee, dat hadden we vorige week.. dat hebben we toen niet goed afgemaakt. (1 haalt  
1105 alles weer weg!)  
1106 1 dit (osmosel) moet ipv osmotische waarde 1 osmose zijn.  
1107 2 nee (verontwaardigd)  
1108 1 die oplossing1 heeft dan een osmotische waarde..  
1109 2 nee, die heeft osmotische waarde xx1 (oplos1), dat was dat punt. en dat punt kunnen we  
1110 laten variëren. dat kunnen we dan invoeren.  
1111 1 zullen we eerst even doen hoe we die punten invoeren.  
1112 (sluit alles)  
1113 1 even kijken...  
1114 C  
1115 (klikt door q)  
1116 1 osmotische waarde drie... oplos drie, dat is een punt.  
1117 2 volgens mij is het dan goed als we dat zo doen.  
1118 2 zullen we ff proportionalities. als oplossing 1 stijgt.. even denken... hier is meer  
1119 suiker dan hier.. en dan gaat het water weg, maar dan wordt deze osmotische waarde dus  
1120 hoger.  
1121 1 wacht even.. dit is de omgeving van de cel..  
1122 2 ja, klopt. maar we moeten even bedenken hoe dat begint, want dat zijn we even vergeten.  
1123 1 ja, ehm.. wacht even, ik ga nog even kijken, want ik kan me echt nog herinneren dat we  
1124 iets niet hebben afgekregen.  
1125 2 rintse, je kunt niet invullen dat ze gelijk worden hè, of wel? (opent prop) kijk, als  
1126 deze gaat stijgen dat deze osmotische waarde dan gelijk wordt.  
1127 3 nee, dat zijn dingen die leid de simulator af, die gaat gewoon straks alles proberen.  
1128 dus als jullie aangeven als die toeneemt, dan neemt die ook toe. En als er dan een  
1129 situatie is waarbij de ene toeneemt in die simulator, dan gaat ie kijken wat gebeurd er  
1130 dan met de ander. Nou, die kan ook toenemen, en dan gaat ie alles uitproberen. Dus stel  
1131 dat ie hoger is, stel dat ie gelijk is, wat gebeurd er dan. Dus die simulator probeert  
1132 alles, dus daar hoeft je je in principe geen zorgen over te maken.

1133 1 ja, want die oplossing 1, dat is een punt. Dat kan niet stijgen, want we hebben  
1134 verschillende punten gekozen die je dan kunt invoeren. We hebben dus oplossing 1,  
1135 oplossing 2...  
1136 3 mja  
1137 2 dus, eigenlijk..  
1138 3 ja, dan moet je daar nog even goed naar kijken.  
1139 2 dan moeten we nog even daar wat invoeren. snap je?  
1140 (opent osmosel)  
1141 0:25  
1142 2 dan moeten we hier nog osmotische waarde xx1, osm waarde xx2, xx3. Dan kunnen we uit  
1143 drie punten kiezen. Dat zal het zijn toch. dus hier nog...  
1144 2 we hebben xx1 en dan moeten we ook nog xx2  
1145 \* verandert oplos1 in oplos2 (en dus qs naar xx2)  
1146 1 nee  
1147 2 nee, dat kan niet.  
1148 2 moet je hier (ent. xx) 1 uithalen dan?  
1149 (kiest properties van xx)  
1150 2 oh.. even denken... hier deze (oplos2) heeft al xx2 (qs), dus die zijn al goed verbonden  
1151 met elkaar is goed, maar hier (xx) moeten we dus nog wat uithalen.  
1152 2 misschien consequence?  
1153 1 nee, condition  
1154 (zoeken weer in properties)  
1155 1 ehm, misschien hier  
1156 2 nee, hij heet al xx, dus...  
1157 2 kom es hier, een kijken of we misschien uit die lijn kunnen. kijk hier moet ie echt  
1158 uitkomen.  
1159 (klikt op lijn tussen xx en oplos2)  
1160 1 nee, ook niet  
1161 2 want je moet hier keuzes hebben.  
1162 1 je moet het gewoon weghalen, xx weer weghalen...  
1163 2 nu zit ie vast denk ik  
1164 (kunnen niet klikken in pmf -> eigenschapscherm xx is open)  
1165 2 hier zit geen verband tussen hè (ent. xx en q. oplos1). hier staat geen woord bij.  
1166 Eigenlijk hoort hier bevat bij te staan.  
1167 3 ok, we gaan er mee stoppen met het modelbouwen.  
1168 2 o jee.  
1169 (einde modelbouw)  
1170 0:29