

Probleemgestuurd leren als kennisconstructie

Citation for published version (APA):

de Grave, W. S. (1998). *Probleemgestuurd leren als kennisconstructie*. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht.

Document status and date:

Published: 01/01/1998

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Samenvatting

Inleiding

Probleemgestuurd leren in de kleine groep is een wijze van leren waarin wordt uitgegaan van een constructivistische benadering van het leerproces en van het belang van interactie voor het leren. In dit proefschrift staat de eerste fase van het proces van probleemgestuurd leren centraal, namelijk de *probleemanalyse* die voorafgaat aan de feitelijke studie. Probleemanalyse is de fase waarin studenten gezamenlijk verklaringen genereren voor een voorgelegd probleem. Het is een methode om de lerenden te stimuleren nieuw te leren informatie actief te relateren aan wat men reeds weet. Dit wordt ook wel *elaboreren* genoemd. Doel van de studies die in dit proefschrift gepresenteerd worden is een verdere empirische onderbouwing te bieden voor één van de claims van probleemgestuurd leren, namelijk dat probleemgestuurd leren leidt tot het beter leren en onthouden van de nieuwe informatie (Barrows, 1984; Schmidt, 1993). De eerste drie onderzoeken waren experimenteel van opzet en gericht op het vaststellen van de effecten van probleemanalyse. In de laatste twee onderzoeken werd de techniek van protocolanalyse gebruikt om na te gaan of, op basis van recente inzichten verkregen in de cognitieve psychologie, een meer gedetailleerde analyse kan plaatsvinden van het proces van probleemgestuurd leren.

121

De centrale vragen van dit proefschrift kunnen als volgt worden geformuleerd: “Wat zijn de effecten van probleemanalyse in de kleine groep op het leren van nieuwe informatie in een studietekst?” en “Welke cognitieve processen kunnen worden waargenomen tijdens de probleemanalyse?”

Hoofdstuk 2

In Hoofdstuk 2 zijn allereerst de theoretische verklaringen voor de rol van voorkennis bij het leren van nieuwe informatie geïnventariseerd. Hierbij is niet alleen nagegaan welke theorieën de effecten van probleemanalyse in de kleine groep kunnen verklaren. Ook is nagegaan of er taakstructuren bestaan die overeenkomsten vertonen met probleemanalyse en waarnaar empirisch onderzoek is gedaan naar de effecten ervan. Deze verwante taakstructuren zijn te vinden in het tekstverwerkingsonderzoek, het onderzoek naar coöperatief leren (brainstormen), en het misconceptie-onderzoek. Hoewel er een grote variatie is in onderzoeksdesign ondersteunen deze onderzoeken over het algemeen de *elaboratie theorie*. De *elaboratie theorie* veronderstelt dat door het genereren van verklaringen in de groep een

betere organisatie en bewustwording van deze nieuwe kennis ontstaat waardoor deze kennis beter toegankelijk en bruikbaar is. Mogelijk alternatieve verklaringen voor de effecten van probleemanalyse op het leren van nieuwe informatie zijn de *selectieve aandachtshypothese* en de *motivatiehypothese*. Directe empirische ondersteuning voor de elaboratie theorie over probleemgestuurd leren is te vinden in het onderzoek van Schmidt. Schmidt (1982) heeft in verschillende experimenten de effecten van probleemanalyse in de groep op het leren van een studietekst onderzocht en vond dat deze onderwijsaanpak inderdaad een positieve invloed op de cognities van zijn proefpersonen had.

In dit proefschrift wordt voortgebouwd op eerder onderzoek naar de effecten van probleemanalyse op het leren van nieuwe informatie uitgevoerd door Schmidt (1982). Voor het vaststellen van de effecten van probleemanalyse werden als afhankelijke variabelen gebruikt het *aantal correct herinnerde proposities* van de studietekst, maar daarnaast ook variabelen die te maken hebben met het patroon van de recall, namelijk het onderscheid in *beschrijvende en verklarende proposities* en het *aantal inferenties* in de recall.

Hoofdstuk 3

In Hoofdstuk 3 wordt verslag gedaan van een onderzoek naar de effecten van probleemanalyse op het leren (recall) van nieuwe informatie bij beginners en bij gevorderde leerlingen. De beginners waren derdejaars leerlingen in het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs (VWO), en de gevorderden waren vierdeklas leerlingen van hetzelfde type onderwijs. De nieuwe informatie die de leerlingen moesten bestuderen betrof een biologie onderwerp, namelijk osmose en diffusie. De beginners hadden deze leerstof nog niet bestudeerd, de gevorderden hadden het onderwerp kort voor het experiment behandeld. De veronderstelling in dit onderzoek was dat de effecten van probleemanalyse op het leren van nieuwe informatie bij de beginners sterker zou zijn dan bij gevorderden.

Beide groepen beginners en gevorderden, werden in tweeën verdeeld. De proefpersonen in de experimentele groep kregen het zogenaamde "bloedcelprobleem" voorgelegd dat zij in de groep moesten analyseren. De proefpersonen in de controle groep kregen een niet relevant probleem. De taak was om voor het gegeven probleem verklaringen te genereren. Na afloop van deze probleemanalyse werd de proefpersonen een tekst over osmose en diffusie voorgelegd, die zij gedurende korte tijd moesten bestuderen. Daarna werd hen gevraagd zich alles wat zij zich van de tekst herinneren op te schrijven ("free recall"). Vervolgens werd de proefpersonen gevraagd een aanvultoets in te vullen.

Uit de resultaten van de free-recall toets bleek dat probleemanalyse het verwerken en herinneren van de tekst aanzienlijk vergemakkelijkt. Hoewel het verschil tussen de experimentele en de controle groep groter bleek te zijn voor de beginners dan voor de gevorderden ondersteunde de afwezigheid van een significant interactie

effect de oorspronkelijke veronderstelling dat er meer leren plaatsvindt bij proefpersonen die een grotere discrepantie ervaren tussen wat ze weten en wat ze moeten weten over een onderwerp niet. Uit de resultaten bleek verder dat het experimentele effect, zoals weerspiegeld in de recall, geheel veroorzaakt werd door de betere verwerking en herinnering van *verklarende* informatie. *Beschrijvende* informatie werd niet beter herinnerd als gevolg van de analyse van het bloedcelprobleem. Dit laatste effect was sterker voor de gevorderden dan voor de novieten. Uit de aanvultoets bleek wel een significant interactie-effect tussen de aard van de aktivatietaak en expertise niveau. De beginners hadden significant meer profijt van de probleemanalyse dan gevorderden.

De resultaten van dit experiment zijn consistent met het idee dat probleemanalyse een faciliterende werking heeft op het leren van een relevante studietekst. Verder ondersteunen de resultaten de opvatting dat probleemanalyse de cognitieve processen van de lerende beïnvloedt. Probleemanalyse heeft blijkbaar de studenten geholpen de aandacht te richten op de verklarende informatie in de tekst en hen gestimuleerd daartussen relaties te leggen en deze te integreren in de voorkennis. De veronderstelling dat novieten meer zouden profiteren van probleemanalyse is gedeeltelijk bevestigd. De resultaten van de free recall toets laten echter zien dat ook gevorderden profijt kunnen hebben van probleemanalyse in de groep.

Hoofdstuk 4

Probleemgestuurd leren is een coöperatieve leersituatie, waarin interactie tussen lerenden centraal staat. De achterliggende idee is dat interactie meer stimuleert tot het genereren van meer geëlaboreerde verklaringen dan wanneer er een individuele probleemanalyse plaatsvindt. In Hoofdstuk 4 wordt een experiment beschreven dat de effecten van probleemanalyse in de groep vergeleek met de effecten van een individuele vorm van analyse van het bloedcelprobleem. Daarnaast werd een controlegroep gevraagd naar hun voorkennis over osmose en diffusie. Proefpersonen in dit experiment waren eerstejaars HBO-studenten. De materialen en onderzoeksprocedure kwamen overeen met het experiment dat beschreven is in Hoofdstuk 3. De eerste veronderstelling die aan dit experiment ten grondslag lag, was dat de mate van elaboratie door middel van probleemanalyse in de groep groter is dan individuele probleemanalyse en dat de mate van elaboratie door middel van individuele probleemanalyse weer groter is dan de simpele vraag naar voorkennis taak. De tweede veronderstelling was dat hoe groter de mate van elaboratie, des te sterker de organisatie en bewustwording van de kennis en daardoor des te groter de toegankelijkheid van de kennis.

Uit de resultaten van de free recall toets bleek dat er geen significant verschil werd gevonden tussen de drie verschillende groepen wat betreft de totaal aantal correct herinnerde proposities. Hoewel de trend overeenkomt met de veronderstelde toename aan correct herinnerde proposities zijn de verschillen klein en valt verder

vooral de grote standaard deviatie op bij de groep probleemanalyse individueel. Verder is er geen significante interactie tussen treatment en type propositie. Bij de resultaten van de aanvultoeft bleek wel een significant verschil tussen de drie groepen wat betreft de totaal aantal correct herinnerde items uit de aanvultoeft. De lineaire component in het effect bleek significant te zijn.

Hoofdstuk 5

In Hoofdstuk 5 wordt verslag gedaan van onderzoek naar de effecten van probleemanalyse in een groep in een leerstofdomein dat complexer van aard is, namelijk dat van de genceskunde. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van proefpersonen die getraind zijn in probleemgestuurd leren. De onderzoeksopzet sloot zoveel mogelijk aan bij de onderwijssituatie van de studenten, opdat een zo groot mogelijke ecologische validiteit gewaarborgd werd. De vraagstelling van dit onderzoek was of de effecten van probleemanalyse in de groep op het leren van nieuwe informatie in een dergelijke situatie ook gevonden konden worden.

In dit experiment kregen eerstejaars medische studenten een probleem over de effecten van een bijensteek voorgelegd dat zij in de groep gedurende 30 minuten moesten analyseren. De controlegroep kreeg een niet relevant probleem. Nadat men in de groep onder begeleiding van een ouderejaarsstudent (die als gesprekleider optrad) verklaringen voor het probleem had gegenereerd, werd ter bestudering een studietekst over bloeddrukregulatie voorgelegd.

De free recall toets gaf de volgende resultaten: Er werd een significant verschil gevonden tussen de groepen. Hiermee wordt de elaboratie hypothese bevestigd dat relevante probleemanalyse voorafgaande aan de te leren studietekst, ook in een ecologisch valide onderzoek, leidt tot het beter onthouden van informatie uit die tekst. De veronderstelling dat het effect weer vooral bij verklarende en niet bij beschrijvende proposities zou optreden werd niet bevestigd; evenmin werden significante verschillen gevonden tussen de experimentele groep en de controle groep wat betreft het aantal inferenties. Verklaringen voor het ontbreken van verschillen tussen de twee groepen wat betreft het aantal inferenties in de recall werd gevonden in de veronderstelling dat dit effect vooral pas zichtbaar wordt na verloop van langere tijd (de inferential -reconstruction hypothese).

Hoofdstuk 6

In Hoofdstuk 6 wordt een studie beschreven waarin de cognitieve en metacognitieve processen tijdens probleemanalyse in de groep onderzocht werden door de verbale communicatie tussen de groepsleden te analyseren en de daarbij optredende denkprocessen. Het doel van dit onderzoek was tweeledig, namelijk na te gaan in hoeverre probleemgestuurd leren conceptuele verandering stimuleert, en om een methode te ontwikkelen die gevoelig genoeg is om deze verschijnselen in kaart te brengen.

Proefpersonen waren een groep tweedejaars studenten geneeskunde aan de Universiteit Maastricht. Deze studenten hadden de nodige ervaring met de uitvoering van probleemanalyse in de groep. De groep studenten moesten een casus analyseren die vermeld stond in het blok Pijn, dat onderdeel is van het derde curriculumjaar. De groep studenten analyseerden het probleem gedurende 20 minuten. Deze groepsinteractie werd op video opgenomen in een professionele videostudio. Direct na de sessie werden vijf identieke kopieën van de mastertape met tijdcodes geproduceerd. Denkprocessen werden onderzocht door middel van een "stimulated recall" procedure. Daarbij werden de deelnemers na afloop van de probleemanalyse gevraagd om, gestimuleerd door een video-opname van de probleemanalyse, alles wat zij tijdens de analyse hadden gedacht te verbaliseren. Verbatim transcripten van zowel de verbale interactie in de groep als de stimulated recall werden geanalyseerd.

De resultaten van dit onderzoek wezen uit dat de verbale interactie in de groep slechts de top toont van de ijsberg van cognitieve en metacognitieve processen waarop het is gebaseerd. De verbale interactie in de groepsdiscussie betrof hoofdzakelijk theorievorming (het geven van verklaringen voor de in het probleem beschreven verschijnselen) en in mindere mate data-exploratie en meta-redeneren. Stimulated recall van het denkproces tijdens deze discussie echter leverde meer en ook unieke informatie over hypothese evaluatie en meta-redeneren. In de protocollen gestimuleerd door de stimulated recall procedure kon het proces van conceptuele verandering zichtbaar gemaakt worden. De manieren waarop met anomalieën werd omgegaan kon worden beschreven evenals de voorwaarden die bepalen hoe studenten met deze anomalieën om gaan. Deze resultaten suggereerden dat de methode adequaat is voor het in kaart brengen van conceptuele verandering tijdens probleemanalyse.

125

Hoofdstuk 7

In Hoofdstuk 7 wordt verslag gedaan van onderzoek met behulp van de methode van probleemanalyse naar de aard van misconcepties van beginners en gevorderden op het gebied van osmose. Doel van dit onderzoek was na te gaan of met behulp van de methode probleemanalyse deze misconcepties geïdentificeerd kunnen worden. Probleemanalyse in de kleine groep vraagt van de studenten op basis van een probleembeschrijving verklaringen te genereren door middel van discussie. De veronderstelling is dat door het construeren van verklaringen in de groep de voorkennis geactiveerd wordt en hierop geëlaboreerd wordt en dat daarmee de voorkennis en de kenmerken daarvan expliciet gemaakt wordt.

Proefpersonen waren een groep derde klassers vwo, een groep vierde klassers vwo en een groep eerstejaars hbo studenten. Het betrof dezelfde proefpersonen als die deelnamen aan de in Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4 beschreven experimenten. In kleine groepen analyseerden de proefpersonen het aan hen voorgelegde bloedcel-

probleem. Van de verbale interactie tussen de groepsleden werden protocollen gemaakt die de basis vormden voor meer gedetailleerde analyses.

Uit de resultaten van dit onderzoek bleek dat probleemanalyse tot een sterke activatie van de voorkennis stimuleerde. Het aantal verklaringen en de grote variatie daarin (vooral bij beginners) illustreerde dit. Deze zelf gegenereerde verklaringen laten zien dat heel verschillende kennisgebieden door probleemanalyse worden geactiveerd, variërend van ervaringskennis tot schoolkennis. Naast deze variatie aan verklaringen waren er ook een aantal overeenkomsten. Zo bleek dat er accurate, maar ook regelmatig terugkerende inaccurate verklaringen zijn voor het proces van osmose. In de protocollen waren overeenkomsten aan te geven wat betreft vorm en inhoud van de verklaringen. De inaccurate verklaringen zijn begrijpelijk bij de beginners aangezien het hier geconstrueerde misconcepties zijn, maar ze komen ook voor bij gevorderde studenten. Uit de onderzoeksresultaten bleek dat probleemanalyse in ieder geval die misconcepties blootlegt die andere onderzoekers met verschillende andere onderzoeksmethoden ook hadden gesignaleerd. Daarnaast liet deze onderzoeksmethode nog een nieuwe misconceptie zien. Het feit dat misconcepties voortduren ondanks onderwijs op dat gebied bleek uit de gevonden misconcepties bij gevorderden.

Hoofdstuk 8

126

In dit laatste hoofdstuk worden de resultaten van de studies in dit proefschrift geïnterpreteerd vanuit de eerder gegeven elaboratietheorie. De beperkingen van dit onderzoek betreffen vooral de generaliseerbaarheid van de onderzoeksresultaten en de beperkingen van het onderzoeksdesign. Er worden suggesties voor verder onderzoek gegeven. Deze hebben onder andere betrekking op onderzoek naar de cognitieve processen tijdens het probleemgestuurd leerproces. Verder worden er suggesties gedaan tot verbetering van het onderzoeksdesign om nog beter aan te sluiten bij het probleemgestuurde leerproces. Anderzijds wordt gesuggereerd om na te gaan of de onderzoeksresultaten generaliseerbaar zijn bij leerstof van verschillende mate van complexiteit voor lerenden en bij leerlingen en studenten uit verschillende studie jaren.

Tenslotte worden de implicaties van deze studies voor het onderwijs besproken. Deze implicaties hebben vooral betrekking op het optimaliseren van deze fase van probleemgestuurd leren. Verschillende factoren worden genoemd, zoals de rol van de tutor voor het realiseren van voldoende elaboratie tijdens de probleemanalyse en de kwaliteit van de problemen, die als startpunt voor een probleemgestuurd leerproces dienen.

Summary

Introduction

Problem-based learning in small groups is a learning method based on a constructivist approach to the learning process and on the importance of interaction to promote learning. This dissertation focuses on the initial stage of problem-based learning, the *problem analysis* stage, which precedes the actual study stage. Problem analysis is a stage in which students jointly generate explanations for a problem presented to them. This is a method, which stimulates learners to actively relate any new information to be learnt to the knowledge they already have. This is also called *elaborating*. The aim of the studies in this dissertation is to provide an empirical support for the basic claim made with respect to problem-based learning, i.e. that problem-based learning leads to more effective learning and remembering of new information (Barrows, 1984; Schmidt, 1993). The first three studies had an experimental setup and focused on determining the effects of problem analysis. The last two studies used the technique of protocol analysis to find out whether insights recently acquired in cognitive psychology could be used to make a more detailed analysis of the process of problem-based learning.

127

This dissertation deals with the following key questions: “What are the effects of problem analysis in a small group on learning new information in a study text?” and “Which cognitive processes can be observed during problem analysis?”

Chapter 2

Chapter 2 makes an inventory of the theoretical explanations of the role of prior knowledge in learning new information. This yields the elaboration theory as the primary theory to explain the effects of generating explanations in small groups on learning new information. Not only was it investigated which theory could best explain the effects of problem based learning in small groups. It was also investigated if tasks and task structures could be identified that are related to problem analysis and if research in these domains could support our theories pertaining to the effects of problem analysis. Such related task structures can be found in text processing studies, research of co-operative learning (brainstorming), and misconception research. Although the design of these studies varies greatly, the studies generally support the elaboration theory. The *elaboration theory* assumes that generating explanations in a group creates an enhanced organisation and awareness of new knowledge, making the latter more accessible and applicable. Possible alter-

native explanations for the effects of problem analysis on learning new information include the *selective attention hypothesis* and the *motivation hypothesis*.

Direct empirical support for the theory of problem-based learning can be found in the research done by Schmidt. Schmidt (1982) has carried out a number of experiments to study the effects of problem analysis in groups on learning a study text. He found that this educational approach in fact has a positive effect on cognition in test subjects.

This dissertation elaborates on earlier research of the effects of problem analysis on learning new information carried out by Schmidt (1982). To determine the effects of problem analysis, the dependent variables used included the *number of correctly remembered propositions* of the study text, but also variables relating to the recall pattern i.e., the difference between *descriptive and explanatory propositions* and the *number of inferences* in the recall.

Chapter 3

Chapter 3 contains a report of research concerning the effects of problem analysis on learning (recall) of new information in novices and in advanced subjects. Novices were third-year pupils of pre-university education (PUE), while the advanced subjects were fourth-year pupils of the same type of education. The new information that the pupils were expected to study concerned a topic from the field of biology: osmosis and diffusion. The novices had not studied this topic before, whereas the advanced subjects had dealt with this topic not long before the experiment. The supposition in this study was that the effects of problem analysis on learning new information in novices would be greater than in the advanced subjects.

During the experiment, the subjects in the experimental group were given the so-called "blood cell problem" to analyse in the group. The subjects in the control group were given an irrelevant problem. The task set was to generate explanations for the problem presented. After this problem analysis stage, subjects were given a text on osmosis and diffusion, which they had to study for a short time. They were then asked to write down all they could remember of this text ("free recall"). Subsequently, the subjects were asked to fill in a completion test.

The results of the free-recall test showed that problem analysis greatly enhanced the processing and remembering of the text. Although the difference between the experimental group and the control group appeared to be greater among the novices than among the advanced subjects, the absence of an interaction effect did not support the original supposition that more learning takes place in test subjects who experience a greater discrepancy between what they know and what they should know. The results also showed that the experimental effect, as reflected in the recall, was caused entirely by the processing and remembering of *explanatory* information. *Descriptive* information was not remembered any better as a result of

the analysis of the blood cell problem. The latter effect was greater in the advanced subjects than in the novices. The completion test, however, showed a significant interaction effect between the nature of the activation task and the level of expertise. The novices benefited significantly more from problem analysis than the advanced subjects did.

The results of this experiment are consistent with the idea that problem analysis has a facilitating effect on learning a study text that is relevant for the problem. The results also support the idea that problem analysis affects the cognitive processes of learners. Problem analysis apparently helped the pupils to focus on the explanatory information in the text and helped them create relationships between different parts and to integrate the information in the existing knowledge. The supposition that novices would benefit more from problem analysis was confirmed to some extent. The results of the free-recall test, however, show that advanced subjects may also benefit from problem analysis in groups.

Chapter 4

Problem-based learning is a co-operative learning situation, based on the interaction between learners. The idea behind this is that interaction promotes the generation of more elaborated explanations than would be the case in individual problem analysis. Chapter 4 describes an experiment which compared the effects of problem analysis in a group with the effects of an individual form of analysis of the blood cell problem. At the same time an other control group was asked after its previous knowledge of osmosis and diffusion. The test subjects in this experiment were first-year HVE students. The materials and study procedures used corresponded with those used in the experiment described in Chapter 3. The first supposition on which this experiment was based, was that the degree of elaboration by means of problem analysis in a group would be greater than in the case of individual problem analysis, and that the degree of elaboration by means of individual problem analysis in turn would be greater than a mere question as to previous knowledge. The second supposition was that the greater the degree of elaboration, the stronger the organisation and awareness of the knowledge would be, and hence the greater the accessibility of this knowledge.

The results of the free-recall test showed that there was no significant difference between the three different groups as to the total number of correctly remembered propositions. Although the trend corresponds to the increase of the number of correctly remembered propositions assumed on the basis of the elaboration hypothesis, the differences are small, and a striking aspect is the large standard deviation in the group who performed individual problem analysis. In addition, there was no significant interaction between treatment and type of proposition. The results of the completion test, on the other hand, showed a significant difference be-

tween the three groups as to the total number of correctly remembered items in the completion test. The linear component in this effect proved significant.

Chapter 5

Chapter 5 contains a report of research done into the effects of problem analysis in a group within a subject field which is more complex, i.e. from the field of Medicine. In this study, use was made of test subjects who had been trained in the application of problem-based learning. The setup of the study corresponded as much as possible to the learning situation of the student, so as to guarantee the greatest possible ecological validity. The question dealt with in this study was whether the effects of problem analysis in a group on learning new information could also be observed in such a situation. The supposition was that effects of problem analysis should occur because the fact that the subjects were trained should lead to enhanced interaction between the students, and hence to greater elaboration.

In this experiment, first-year students of Medicine were given a problem on the effects of a bee sting, which they were asked to analyse in the group for a period of 30 minutes. The control group was given a non-relevant problem. After explanations for the problem had been generated in the group, under the supervision of a senior student (who acted as discussion leader), a text on blood pressure regulation was presented, which the subjects had to study.

130

The free-recall test yielded the following results: a significant difference was found between the group dealing with the bee sting problem and the one dealing with the control problem as to the total number of correctly remembered propositions. This confirms the elaboration hypothesis that problem analysis prior to learning the study text also leads to better remembering of the information from the text in an ecologically valid study. The supposition that the effect would occur primarily in the explanatory and not in the descriptive propositions, was not confirmed; neither were any significant differences found between the experimental group and the control group as to the number of inferences. Explanations for the absence of differences between the two groups with respect to the number of inferences during recall were found in the inferential reconstruction hypothesis.

Chapter 6

Chapter 6 describes a study in which the cognitive and metacognitive processes during problem analysis in the group were investigated by analysing both the verbal communications between members of the group and the corresponding mental processes. The aim of this study was twofold: to find out to what extent problem-based learning promotes conceptual changes, and to develop a method which is sensitive enough to record such phenomena.

Test subjects came from a group of second-year students of Medicine of the University of Maastricht. These students had considerable experience in the area of

problem analysis in groups. The group of students was asked to analyse a case presented in the study block Pain, which is part of the third year of the study of Medicine. The group of students analysed the problem for a period of 20 minutes. This group interaction was recorded on videotape in a professional recording studio. Immediately after the session, five identical copies of the master tape were produced with time codes. Mental processes were studied using a "stimulated recall" procedure. This meant that the participants were asked after the problem analysis stage to watch the video recording as a stimulus for stating everything they remembered to have thought. Verbatim transcripts, both of the verbal interaction in the groups and of the stimulated recall, were analysed.

The results of this study proved that the verbal interaction in the group only shows the tip of the iceberg of the cognitive and metacognitive processes on which it is based. The verbal interaction in the group discussion mainly concerned the forming of theories (giving explanations for the phenomena described in the problem), and to a lesser extent data exploration and metareasoning. Stimulated recall of the mental process during this discussion, however, yielded more as well as unique information concerning hypothesis evaluation and metareasoning. In the protocols prompted by the stimulated recall procedure, the process of conceptual change could be made visible. The way in which anomalies were dealt with could be described, as well as the conditions that determine how students deal with such anomalies. These results suggested that the method can in fact be used to register conceptual changes during problem analysis.

131

Chapter 7

Chapter 7 reports on a study of the nature of misconceptions in novices and advanced subjects in the field of osmosis, using the method of problem analysis. The aim of this study was to determine whether it was possible to use the method of problem analysis to identify these misconceptions. Problem analysis in small groups demands that students generate explanations on the basis of a problem description by means of discussion. The supposition is that constructing explanations in the group activates prior knowledge and that subjects elaborate on this, thus making explicit this prior knowledge and its characteristics.

The test subjects were a group of third-year pupils of PUE, a group of fourth-year pupils of PUE, and group of first-year HVE students. These were the same test subjects who also participated in the experiments described in Chapters 3 and 4. In small groups, the subjects analysed the blood cell problem presented to them. The verbal interaction between the group members was recorded in protocols, which constituted the basis for more detailed analyses.

The results of this study showed that problem analysis triggered a powerful activation of prior knowledge. The number and the great variety of explanations illustrate this (in particular in novices). The self-generated explanations show that

problem analysis activates a wide variety of knowledge areas, from practical experience to school knowledge. In addition to this variation, there were also a number of similarities. It appeared that there were accurate, but also regularly recurring inaccurate explanations for the process of osmosis. It was also possible to point to similarities regarding the form and contents of the explanations. The inaccurate explanations are understandable in the novices, because these are construed misconceptions, but they also occur in advanced subjects. The test results showed that problem analysis identifies at least those misconceptions that other researchers, using different research methods, had also observed. In addition, this research method also yielded a new misconception. The fact that misconceptions persevere in spite of education in this area, appeared from the misconceptions in the advanced subjects.

Chapter 8

In the last chapter, the results of the studies in this dissertation are interpreted on the basis of the above-mentioned elaboration theory. The limitations of this study concerned in particular the ability to generalise the study results and the restrictions of the study setup. Suggestions are made for further research. These include additional research of the cognitive processes during the problem-based learning process. Suggestions are also presented for improvement of the study setup to adapt more to the problem-based learning process. On the other hand, it is proposed to investigate whether the study results can be generalised in the case of subject matter of varying degrees of complexity for learners and in pupils and students from different study years.

Lastly, the implications of these studies for education are discussed. These implications concern in particular the optimisation of this stage of problem-based learning. Various factors are mentioned, including the role of the tutor in bringing about sufficient elaboration during problem analysis and the quality of the problems used as the starting points for a problem-based learning process.