





IN DEZE WORKSHOP

PLANNING

- Voorstellen
- Over mijn onderzoek
- Card-sorting activity
- Aan de slag met het lesmateriaal
- Afronding en vragen



2



**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

VOORSTELLEN

DOCENT EN VAKDIDACTISCH ONDERZOEKER

- Docent scheikunde, NLT en wetenschapsoriëntatie op het Gymnasium Apeldoorn
- Promovendus aan de Universiteit Twente
 - Recent wetenschappelijk onderzoek als context voor scheikunde-onderwijs
 - *Systematisch literatuuronderzoek*
 - *Ontwikkeling lesmateriaal*
 - *Onderzoek naar het gebruik van het lesmateriaal*

UNIVERSITY OF TWENTE.

3



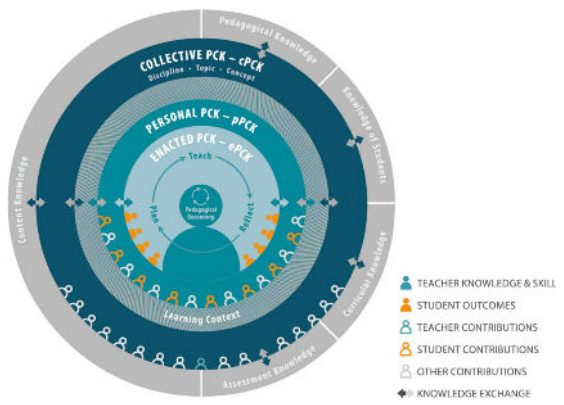
**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE

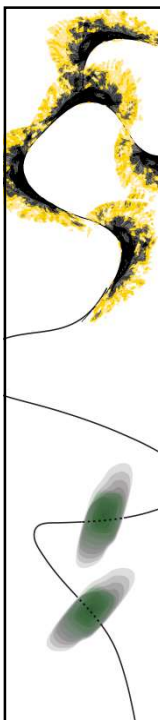
PCK is een combinatie van kennis van vakinhoud en van pedagogische kennis.

- cPCK
- pPCK
- ePCK



4

Carlson, J.; Daehler, K. R.; Alonzo, A. C.; Barendsen, E.; Berry, A.; Borowski, A.; Friedrichsen, P. The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*; Hume, A., Cooper, R., Borowski, A., Eds.; Springer, 2019; pp 77– 94.



OVER MIJN ONDERZOEK

PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE



Vier componenten van PCK:

- Student understanding in science
- Science curricula
- Instructional strategies and representations in teaching science
- Assessment of science learning

Literatuuronderzoek naar deze vier componenten bij chemische binding.

Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C., Coenders, F.G.M., Pepin, B., & McKenney, S. (2023). Learning to teach chemical bonding: a framework for preservice teacher educators. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 896-913

		Challenges	Guidelines	Specific examples
Teaching chemical bonding	Bond type classification <i>Alternative conceptions are easily formed due to many different bond types and different kinds of distinctions between them.</i>		Use evidence-based teaching sequences	Introduce a general notion of chemical bonding based on electrostatical interactions, before teaching specific bond types.
			Activate and check student prior knowledge	Make sure that students understand metallic bonding before explaining ionic bonding and, only after that, covalent bonding.
			Avoid dichotomy between covalent and ionic bonds	Use a two-tier test (e.g. BRI) to check student prior knowledge (e.g. particle theory) and uncover student alternative conceptions.
	Models <i>Students expect models to be universal and always true and applicable.</i>		Be aware of the strength and limitations of models	Teach ionic bonding, polar covalent bonding and non-polar covalent bonding as a continuum, referring to differences in electronegativity.
			Explain the applicability of models and the underlying rules	Use structural formulas and the ball-and-stick model, when introducing covalent bonding. These show the number of bonds, students can draw or build it by themselves easily, and it is helpful in assessing students' understanding. However, using these models can cause alternative conceptions: Bonds can be imagined as rigid entities, atoms as having color, and all atoms as having the same size.
			Avoid anthropomorphic language or representations	Explain to students that models and the underlying rules are drawn up by chemists in order to be able to explain properties in particular situations.
	Transfer <i>Students struggle to connect understanding of chemical bonding across different domains of the curriculum.</i>		Give explicit attention to transfer chemical bonding concepts to other domains	Avoid language like "atoms would <i>like</i> to have extra electrons." Instead, use words like energy and stability, when talking about bonds.
			Use micro-macro transfer when teaching	Explicitly mention the importance of hydrogen bonding, and relate these to DNA bonding or protein folding, when teaching biochemistry. In this way, students see multiple manifestations of the phenomenon.
				Start teaching from macroproperties: Student groups investigate the properties of materials and categorize these on macro properties, and only after that think about the micro properties.



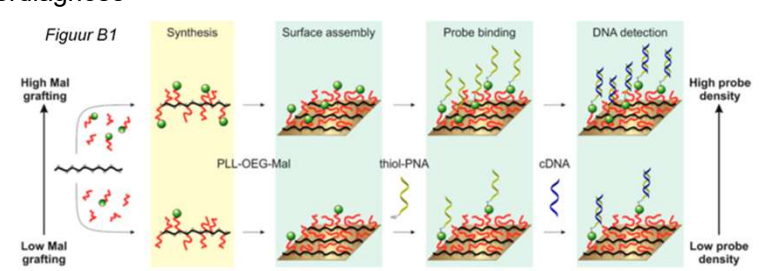
gymnasium
apeldoorn
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

ONTWIKKELING VAN LESMATERIAAL

- Onder andere Gilbert (2006) laat zien dat recent wetenschappelijk onderzoek een interessante context kan zijn voor vwo-scholieren.
- Onderzoek van Movilli et al. (2018) aan de UT omgezet naar lesmateriaal over 'vroeg kankerdiagnose'

Figuur B1



Figuur aangepast van: Movilli J., Rozzi A., Ricciardi R., Corradini R. and Huskens J., (2018), Control of Probe Density at DNA Biosensor Surfaces Using Poly(L-lysine) with Appended Reactive Groups, *Bioconjugate Chemistry*, **29**, 4110-4118.

UNIVERSITY OF TWENTE.

7



gymnasium
apeldoorn
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

ONTWIKKELING VAN LESMATERIAAL

- Leerlingmateriaal
 - Versies voor VWO-4 en voor VWO-6
- Docentenhandleiding
 - Bevat antwoorden, en ook suggesties voor in de lespraktijk



UNIVERSITY OF TWENTE.

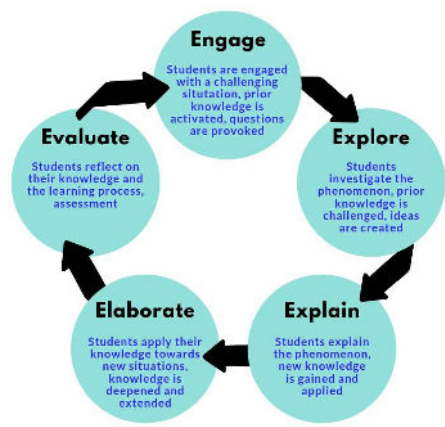
8



**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

HET 5E MODEL

BASIS VAN HET ONTWIKKELDE LESMATERIAAL



```

graph TD
    Engage --> Explore
    Explore --> Elaborate
    Elaborate --> Evaluate
    Evaluate --> Engage
    Elaborate --> Explain
    Explain --> Elaborate
  
```

Engage
Students are engaged with a challenging situation, prior knowledge is activated, questions are provoked

Explore
Students investigate the phenomenon, prior knowledge is challenged, ideas are created

Elaborate
Students apply their knowledge towards new situations, knowledge is deepened and extended

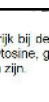
Evaluate
Students reflect on their knowledge and the learning process, assessment

Explain
Students explain the phenomenon, new knowledge is gained and applied

<https://knowledgequest.aasl.org/the-5-es-of-inquiry-based-learning>

UNIVERSITY OF TWENTE.

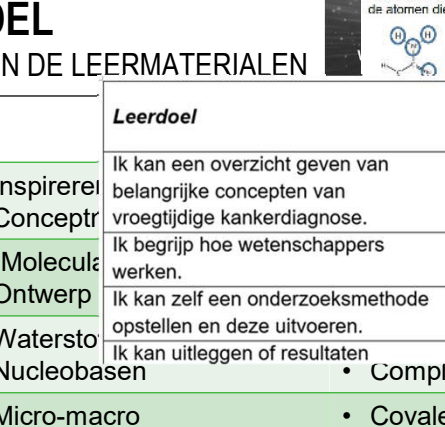
9



**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

HET 5E MODEL

IMPLEMENTATIE IN DE LEERMATERIALEN



```

graph TD
    Engage --> Explore
    Explore --> Elaborate
    Elaborate --> Evaluate
    Evaluate --> Engage
    Elaborate --> Explain
    Explain --> Elaborate
  
```

Engage
Students are engaged with a challenging situation, prior knowledge is activated, questions are provoked

Explore
Students investigate the phenomenon, prior knowledge is challenged, ideas are created

Elaborate
Students apply their knowledge towards new situations, knowledge is deepened and extended

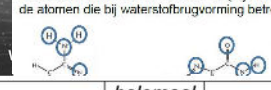
Evaluate
Students reflect on their knowledge and the learning process, assessment

Explain
Students explain the phenomenon, new knowledge is gained and applied

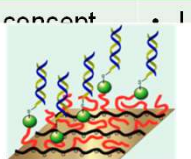
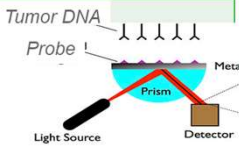
<https://knowledgequest.aasl.org/the-5-es-of-inquiry-based-learning>

UNIVERSITY OF TWENTE.

Opdracht 12
Zoals hiervoor beschreven, zijn waterstofbruggen belangrijk bij de binding van DNA. Omkree in ieder van de vier basen (thymine, adenine, cytosine, guanine) in figuur 11 de atomen die bij waterstofbrugvorming betrokken kunnen zijn.



Leerdoel	helemaal niet mee eens	niet mee eens	niet mee eens	niet mee eens	helemaal mee eens
Engage • Inspireren • Concepten					
Explore • "Moleculen" • Ontwerpen					
Explain • Waterstof • Nucleobasen					
Elaborate • Micro-macro • Mutaties					
Evaluate • Terugkijken naar concepten • Map					



**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

GEBRUIK VAN LESMATERIAAL

▪ Ondersteunend voor docenten en effectief voor leerlingen

Features of learning materials with cutting-edge research as context

Supportive for teachers	<i>Educative features</i> • Detailed answers, specific visualizations, explanations and background information in the teacher guide • Clearly described specific teacher actions in each of the 5E phases • Activities that led to new insights about what is feasible and interesting for students	Effective for students
	<i>Usable features</i> • Clearly understandable teacher guide • Realistic teaching plans • Structure provided by 5E phases • Concepts that fit in existing curriculum • Distinct added value of cutting-edge research context	

Features fostering student understanding

- Early and consistent connections to prior knowledge enabling learners to gradually grasp complex content
- Learning goals at the beginning of each 5E phase
- Structured and specific assignments
- Combination of learning concepts and scientific inquiry

Features fostering student motivation

- Interesting and relevant cutting-edge chemistry research contexts
- Clear, specific and challenging assignments, especially designing and executing an experiment
- Work in research teams

(Van Dulmen, Visser, Pepin & McKenney, 2023)

UNIVERSITY OF TWENTE.

11



**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

ERVARINGEN MET HET LESMATERIAAL

“... nou omdat je er een beetje een beeld bij hebt. In het boek staat het heel letterlijk gewoon van wat je moet leren en je hebt geen idee waarvoor je dat zou gaan gebruiken of iets.”

“... ons boek is meestal best wel droog. Het is niet echt anders te verwoorden. Het zit wel in je hoofd, maar je weet nou niet welke connecties het maakt met wat. En hier is het wel gewoon, het is gewoon een onderwerp. Het is wel iets interessanter want, zoals iemand al zei, iedereen kent wel iemand met kanker.”

“... ik zou bij kanker alleen maar gelijk denken over biologie (...) ik wist helemaal niet dat scheikunde er mee te maken had. Ik wist het echt niet. Ik vond het zo vaag in het begin dat we het met scheikunde over kanker gingen hebben. Toen kwam ik erachter dat scheikunde meer is dan rare stoffen.”

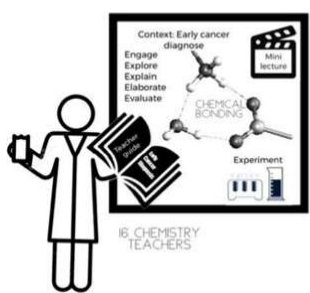
12



**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

STUDIE 4: DOCENT LEREN



 LOGBOOK
 CARD-SORTING
 CONTENT REPRESENTATION
 INTERVIEW

KEY FINDINGS

- ☒ GROW TEACHER PCK
- ☒ POSITIVE CLASSROOM EXPERIENCE
- ☒ EXPAND INSTRUMENTAL REPERTOIRE

UNIVERSITY OF TWENTE.

Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C., Pepin, B., & McKenney, S. (2024). Fostering Teachers' Learning through Materials
Featuring Research on Early Cancer Diagnosis as a Context. *Journal of Chemical Education*

13

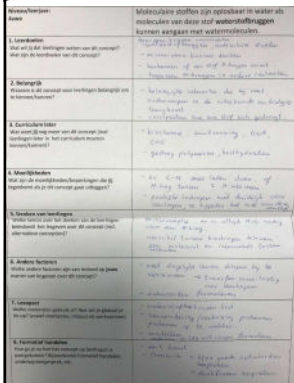


**gymnasium
apeldoorn**
beatus homo qui
invenit sapientiam

OVER MIJN ONDERZOEK

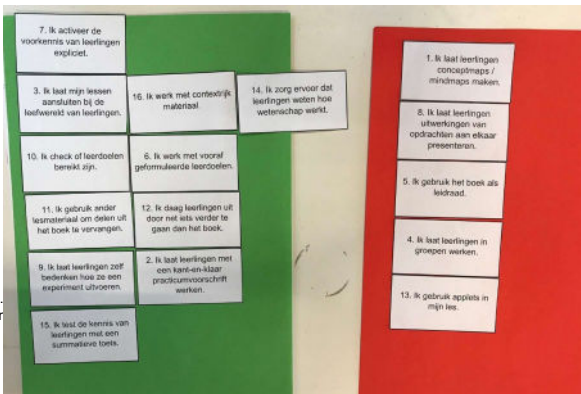
STUDIE 4: DOCENT LEREN

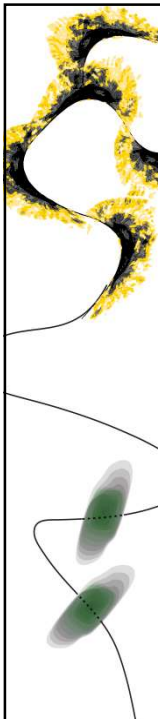
- Docenten die met het lesmateriaal gewerkt hebben heb ik in een pre- en post-interview twee activiteiten laten doen:
 - *Content representations*
 - *Card-sorting activity*



Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C.
Featuring Research on Early Cancer

UNIVERSITY OF TWENTE.





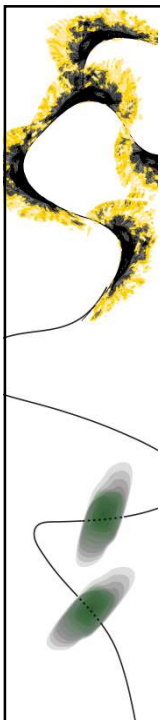

CARD-SORTING ACTIVITY

AAN DE SLAG

- Jullie gaan nu ook de 'card-sorting activity' doen
- Ga in groepjes van twee of drie personen samen zitten
- Laat één persoon de kaartjes eerst ordenen in 'past bij mij' (groen) en 'past niet bij mij' (rood)
- Zodra dit gedaan is, roep je mij bij je voor de volgende stap.
- Terugkoppeling activiteit

UNIVERSITY OF TWENTE.

15



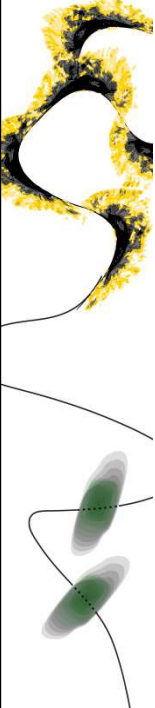

CARD-SORTING ACTIVITY

ERVARINGEN?

- Wat vond je ervan?
- Had je er iets aan?
- Op welke manier kun je dit in je eigen school gebruiken?

UNIVERSITY OF TWENTE.

16



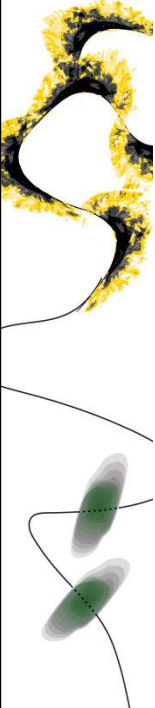
AAN DE SLAG MET HET LESMATERIAAL
“VROEGE KANKERDIAGNOSE”

gymnasium
apeldoorn
beatus homo qui
invenit sapientiam

- Je gaat nu aan de slag met het lesmateriaal.
 - We bekijken gezamenlijk de introductievideo
 - Vorm teams van drie of vier personen
 - Ga met je team aan de slag met de Engage-, Explain, of Elaborate-fase.

Engage	- Inspirerende video - Conceptmap tekenen	- Vragen formuleren - Uitdagingen presenteren (pitch)
Explore	“Molecular Recognition” - Ontwerp een experiment	Betrouwbaarheid van resultaten
Explain	- Waterstofbruggen - Nucleobasen	- Covalent en niet-covalent - Complementariteit van DNA
Elaborate	- Micro-macro - Mutaties	- Covalent en niet-covalent - Detectie methode
Evaluate	Terugkijken naar concept map	Leerdoelentabel invullen

UNIVERSITY OF TWENTE.



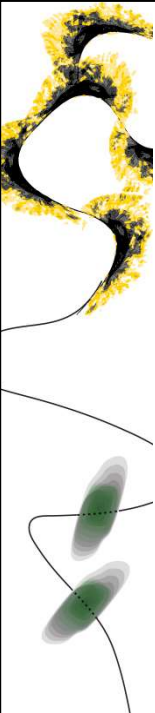
AAN DE SLAG MET HET LESMATERIAAL
EVALUATE

gymnasium
apeldoorn
beatus homo qui
invenit sapientiam

- Wat zijn jullie ervaringen met de kennismaking met het lesmateriaal?
- Zou je het lesmateriaal willen en kunnen gebruiken in jouw lespraktijk?

UNIVERSITY OF TWENTE.

18





gymnasium
apeldoorn
beatus homo qui
invenit sapientiam

AFRONDING

VRAGEN?

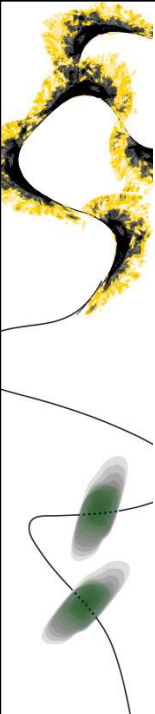
- Hebben jullie nog vragen?

Heb je interesse in het materiaal? Mail dan naar:

t.h.h.vandulmen@utwente.nl of t.vandulmen@veluwseonderwijsgroep.nl

UNIVERSITY OF TWENTE.

19



REFERENTIES

Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C., Coenders, F.G.M., Pepin, B., & McKenney, S. (2023). Learning to Teach Chemical Bonding: a Framework for Preservice Teacher Educators. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 896-913

Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C., Pepin, B., & McKenney, S. (2023). Teacher and Student Engagement when using Learning Materials Based on the Context of Cutting-edge Chemistry Research. *Research in Science & Technological Education*, 41(4), 1617-1638.

Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C., Pepin, B., & McKenney, S. (submitted). Student and Teacher Experiences using Cutting-edge Research as Learning Context.

Van Dulmen, T.H.H., Visser, T.C., Pepin, B., & McKenney, S. (2024). Fostering Teachers' Learning through Materials Featuring Research on Early Cancer Diagnosis as a Context. *Journal of Chemical Education*

UNIVERSITY OF TWENTE.

20