

Lärarens stöttning av elevers gruppdiskussioner i kemiundervisningen i årskurs 8

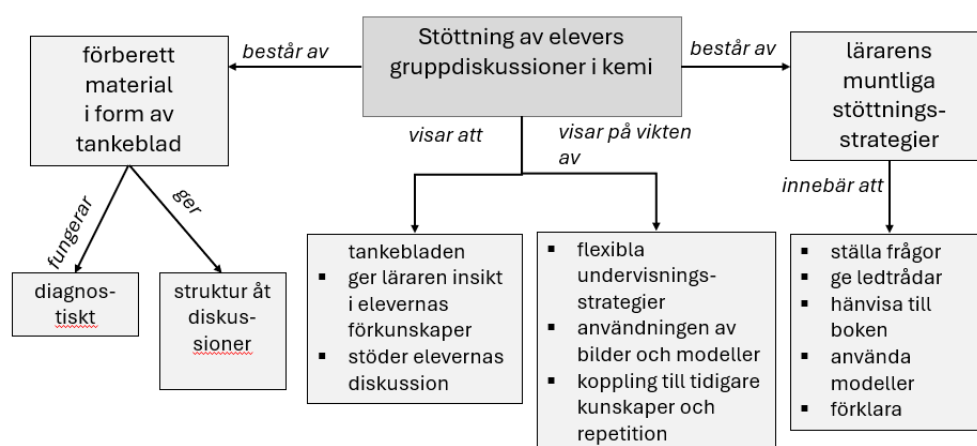
Gunilla Renvall och Berit Kurtén

Pedagogiska institutionen, Fakulteten för human- och samhällsvetenskap
vid Åbo Akademi, Vasa, Finland

Abstrakt: I denna fallstudie fokuserar vi på en lärarens stöttning av smågruppsdiskussioner i kemi i årskurs 8. Syftet med diskussionerna var att skapa undervisningssituationer där eleverna skulle "tala kemi" och därmed få utveckla sin förståelse genom att använda det naturvetenskapliga språket. Som stöd för elevernas diskussioner skapade läraren tankeblad som är ett gemensamt arbetsblad med frågor, bilder, modeller, tabeller eller begrepps-bubblor. Teman för elevernas diskussioner var kemiska reaktioner, kolets kretslopp och fossila bränslen. I denna artikel fokuserar vi på lärarens stöttning, både den planerade stöttningen i form av tankeblad och stötningsprocessen i klassrummet. Denna artikel bygger på data från videoinspelningar av några gruppers diskussioner samt på deras ifyllda tankeblad. Lärarens stöttning analyserades med hjälp av en modell som omfattar både diagnostiska strategier och interventionsstrategier. Studiens resultat visar hur tankebladets frågor gav struktur åt elevernas diskussioner och fungerade som ett verktyg för läraren att följa med elevernas arbete. Resultaten visar också hur tankebladen fungerade för att diagnostisera elevernas förförståelse bland annat med hjälp av en begrepps-bubbla och med bilder där både den makroskopiska och submikroskopiska nivån synliggjorts. Läraren använde flexibelt olika interventionsstrategier för att stötta elevernas diskussioner. Elevernas frågor till läraren visar att kombinationen mellan planerat material och lärarens muntliga stöttning är viktig. En utmaning med tankeblad är att hitta frågeställningar som skapar diskussion och att ställa frågor på en lämplig nivå.

Nyckelord: kemiundervisning, tankeblad, smågruppsdiskussioner, stöttning, diagnostiska strategier

Kontakt: gunilla.renvall@gmail.com



1 Inledning

Denna artikel handlar om en kemilärares stöttning av elevers gruppdiskussioner i åk 8 i en finlandssvensk skola. Artikeln fokuserar på lärarens stöttande handlingar, både före och under kemilektionerna. Stöttning innebär ett tillfälligt stöd som ges av läraren eller klasskamrater och som gör att elever klarar av uppgifter som de inte skulle ha klarat på egen hand (Gibbons, 2006). Syftet med artikeln är tvådelad, dels att undersöka lärarens planerade stöttning i form av *tankeblad*, dels att beskriva och analysera lärarens stöttande handlingar under gruppdiskussionerna. Ett tankeblad är elevgruppens gemensamma arbetsblad (Gibbons, 2010) som innehåller frågeställningar som stöd för elevernas diskussion. Tankebladens syfte var dels att utmana elevernas tänkande och förståelse för fenomen inom kemin, dels att finnas som stöd för elevernas diskussioner. Arbetet med tankeblad pågick under ett läsår då forskningsdata samlades in. Denna artikel utgör en del av lärarens kvalitativa fallstudie om utvecklingsarbetet med att införa gruppdiskussioner i sin kemiundervisning.

För lärande och kunskapsbyggande har språket en betydelsefull roll (Mercer & Littleton, 2007; Mortimer & Scott, 2003). Tidigare forskning har visat att undervisning som bygger på kvalitativa diskussioner mellan elever är gynnsam för elevernas lärande (se t.ex. Gillies, 2014; Mercer et al., 2004). Inom naturvetenskap är det viktigt att förstå och kunna använda ämnesspecifika begrepp. I Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen i Finland (Utbildningsstyrelsen, 2014) ställs som mål för undervisningen i kemi att eleven ska kunna förklara fenomen i kemin genom att använda kemiska begrepp. Lärarna behöver genom olika aktiviteter skapa tillfällen där eleverna ges möjlighet att använda språket (Izquierdo-Acebes & Taber, 2024). Lemke (1990) myntade begreppet att "tala kemi". Kemi kan ses som ett nytt och främmande språk som eleverna behöver öva. I diskussionen med sina kamrater kan eleverna utveckla sin begreppsliga förståelse (Lemke, 1990; Mercer et al., 2019; Mortimer & Scott, 2003; Mönch & Markic, 2024). Samtidigt kan brister i elevernas förståelse synliggöras (Gibbons, 2010).

Begreppsanvändning i kemi handlar bland annat om att på en submikroskopisk nivå förklara de iakttagelser vi kan göra på en makroskopisk nivå (Taber, 2013). Johnstones triangel (1991) beskriver dessa kemins nivåer, den makroskopiska nivån som vi kan iaktta med våra sinnen, den submikroskopiska nivån som består av atomer, molekyler och joner, samt den symboliska nivån som omfattar kemiska beteckningar och reaktionsformler. Elevers diskussioner befinner sig ofta på endast en nivå och det är utmanande för eleverna att sammankoppla de olika nivåerna (Renvall & Kurtén, 2024).

I kemin som undervisas i åk 8 förekommer förbränning i olika sammanhang: förbränning som en kemisk reaktion, förbränning som en del av kolets kretslopp samt förbränning av fossila bränslen. Tidigare forskning har visat att elever har svårigheter med att förklara kemiska reaktioner (Ahtee & Varjola, 1998; Chandrasegaran et al., 2008) och elever tenderar att memorera reaktionsformler framom att kunna förklara kemiska reaktioner (Chandrasegaran et al., 2008). Elever kan därför säga att det i en förbränningsreaktion alltid bildas koldioxid och vatten, oberoende av vilka

utgångsämnen är (Robertson & Shaffer, 2014). Förbränningsreaktioner och att förstå massans bevarande i olika system är en utmaning (Basheer et al., 2018). Även då det gäller kolets kretslopp behöver elever förstå de kemiska reaktioner som innebär att kolatomerna ingår i olika kemiska föreningar före och efter reaktionerna (Düsing et al., 2019a, b). Hur kemins nivåer presenteras i läroböcker är viktigt med tanke på elevers förståelse (Reid, 2020).

Det finns relativt få klassrumsstudier om smågruppsdiskussioner i kemiundervisning i årskurs 7–9. Det finns behov av mer forskning som berör hur elever i olika åldrar och inom olika ämnesområden i kemi stöttas av läraren i samband med diskussionerna (Taber, 2019). Den forskande läraren i vår studie hade inte tidigare erfarenhet av elevers gruppdiskussioner, utan arbetade intuitivt med syftet att hjälpa eleverna att diskutera kemi. Genom att analysera tankebladens roll och lärarens agerande utifrån ett vetenskapligt ramverk vill vi bidra till forskningsfältet och lyfta fram det som fungerade men också ta upp sådant som ytterligare behöver utvecklas. Vi vänder oss även till praktiserande lärare i skolan som vi hoppas att ska dra nytta av vår studie.

Studien guidas av följande forskningsfrågor:

- Vilka roller får tankebladen under smågruppsdiskussioner?
- Genom vilka handlingar stöttar läraren elevernas diskussioner i kemi?

I det följande beskrivs de teoretiska utgångspunkterna för studien.

2 Teoretisk bakgrund

Studien bygger på en sociokulturell syn på lärande, där språkanvändning och kommunikation är grundläggande. Även samspelet med språkliga redskap, såsom en lärobok eller illustrationer, är centrala (Säljö, 2014).

2.1 Stöttning

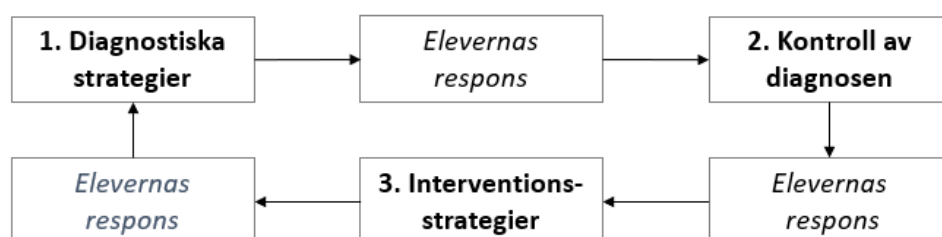
Stöttning (eng. *scaffolding*) är ett tillfälligt stöd som anpassas till elevens behov och utgår från elevens förförståelse (Gibbons, 2010; van de Pol et al., 2011). Stöttning ska leda till nya färdigheter eller ny förståelse så att eleven senare klarar av samma eller en liknande uppgift på egen hand (Gibbons, 2006). Ordet *scaffolding* härrör sig från forskning av Wood et al. (1976) som studerade hur små barn lärde sig att bygga en komplicerad pyramid med hjälp av instruktioner av en vuxen. En av de viktigaste aspekterna av stöttning är hur den anpassas till elevens förförståelse och hur läraren kontinuerligt kan följa med elevens förståelse (van de Pol et al., 2011, 2012). Stöttning är en interaktiv process där både den som stöttar och eleven är aktiva i processen (van de Pol et al., 2010).

I en genomgång av studier om stöttning lyfte van de Pol et al. (2010) fram tre grundprinciper för stöttning: 1) stöttningsen ska vara *contingent*, 2) den ska avta med tiden och till sist 3) ska ansvaret flyttas över till eleven. Enligt Wood et al. (1978) lär sig små

barn bäst då *contingency* regeln efterföljs – om barnet klarade av uppgiften erbjuds mindre hjälp i följande steg, om barnet misslyckades tar den vuxna mer kontroll. *Contingency* innebär därmed att den vuxnas stöd är dynamiskt och anpassas kontinuerligt.

För att undersöka hur väl lärares stöttning följer de tre grundprinciperna utvecklade van de Pol et al. (2011, 2012) en modell, *Model of contingent teaching*, (se figur 1) för att undersöka stöttningens olika steg. MCT-modellen bygger på en tidigare modell för lärares praxis av informell formativ bedömning (Ruiz-Primo & Furtak, 2007).

Figur 1. Modell för *contingent* undervisning – MCT-modellen (van de Pol et al., 2012).



Enligt modellen är både diagnostiska- och interventionsstrategier nödvändiga (van de Pol et al., 2012). Läraren ska börja med att ta reda på elevens förståelse genom att använda diagnostiska strategier (steg 1). Då läraren har skapat sig en uppfattning om elevernas förståelse ska diagnosen ännu kontrolleras (steg 2). Det här gör läraren lättast genom att ställa ytterligare frågor till eleven för att kontrollera att läraren har uppfattat eleven korrekt. Steg 1 och 2 utgör tillsammans den diagnostiska fasen. Steg 3 omfattar själva interventionen och är det muntliga stödet som läraren sedan ger (van de Pol et al., 2012). Baserat på tidigare forskning presenterade van de Pol et al. (2010) ett ramverk för att analysera den muntliga stöttningen. Följande sex stötningsmetoder presenterades:

1. ge återkoppling till eleven om hans prestationer
2. ge ledtrådar som för diskussionen vidare
3. ge instruktioner om vad som ska göras eller förklara hur och varför något ska göras
4. förklara genom att ge ny information eller förtydligande
5. ge fysiska modeller eller tankemodeller som eleverna kan imitera
6. ställa frågor som kräver ett både språkligt och kunskapsmässigt svar.

Van de Pol et al. (2012) har föreslagit att modellen skulle utökas med ett fjärde steg där elevens inläring ännu kontrolleras (van de Pol et al., 2014). Även Taber (2013) talar om vikten av stöttning i naturvetenskaper genom att strukturera uppgifter, ge ledtrådar och att ge elever tankemodeller.

Studier har visat att det är utmanande för lärare att i klassrummet stötta elevers kollaborativa arbete i smågrupper (Calor et al., 2022; van de Pol et al., 2010; van Leeuwen

& Janssen, 2019; Webb, 2009). Läraren behöver veta hur och när stöttning ska ges (van de Pol et al., 2014) och avgöra när man ska ingripa i gruppens arbete (van Leeuwen & Janssen, 2019). Om elevernas förförståelse är svaga blir det diagnostiska steget svårt att genomföra. Det är vanligt att lärare ger omedelbart stöd åt elever utan att först diagnostisera förförståelse (van de Pol et al., 2012).

I den tidiga forskningen förknippades stöttning framför allt med interaktionen mellan en vuxen och ett barn (t.ex. Wood et al., 1976) men i ett klassrum behöver läraren kunna interagera med ett stort antal elever. Lärarens stöttning omfattar både planerad och interaktiv stöttning (Gibbons, 2010). För detta används även begreppet fördelad stöttning (*distributed scaffolding*) som omfattar undervisningsmaterial (*scaffolds*) och lärarens muntliga stöttning (*scaffolding*) (Puntambekar, 2022; Puntambekar & Kolodner, 2005). Den interaktiva stöttningsen kan ske mellan elev och lärare eller elever emellan då eleverna kan olika mycket och kan lära av varandra (Gibbons, 2010; Martin et al., 2019; Puntambekar, 2022).

2.2 Tankeblad

Ett tankeblad (eng. *thinking sheet*) är ett arbetsblad som ska fungera som planerad stöttning för elevernas gruppdiskussioner (Gibbons, 2010). Tankebladen kan innehålla bilder, frågor och utrymme för gruppens svar. Genom att gruppen endast får ett exemplar av tankebladet behöver de diskutera för att skriva ner gruppens svar på frågorna. Frågorna ska utmana elevernas förförståelse för naturvetenskapliga fenomen (Martin et al., 2019). Genom strukturering kan en komplex uppgift delas in så att eleverna stegvis leds igenom uppgiften (Martin et al., 2019; Puntambekar, 2022). Då eleverna skriver ner gruppens svar på tankebladet kan läraren både följa med hur gruppens arbete framskrider och vilken deras förståelse för ämnet är. Tankebladet fungerar då för att synliggöra tänkandet.

Tankebladen kan även ha en diagnostisk funktion då läraren behöver ta reda på elevernas förförståelse (Gibbons, 2010; Puntambekar & Kolodner, 2005; van de Pol et al., 2010). Enligt Ausubel (1968) innebär meningsfullt lärande en process där studerande kan relatera nytt innehåll till tidigare kunskap och om detta inte lyckas glömmer eleven snabbt ny information (Barnes, 2008; Taber, 2013).

Ett sätt att ta reda på elevers förförståelse eller så kallade alternativa uppfattningar är att använda begreppsbubblor (*concept cartoons*) i kemiundervisningen (Kurtén-Finnäs, 2007). I en begreppsbubbla finns en frågeställning och olika "röster" som ger alternativa svar på den ställda frågan (se t.ex. Naylor & Keogh, 2013). Eleverna behöver ta ställning till om de tror att de olika svaren är sanna eller falska och även motivera varför, vilket stimulerar deras tänkande och diskussion (Chin & Teou, 2009; Kurtén-Finnäs, 2007). Om eleverna har olika uppfattningar om vad som är rätt och vad som är fel kan deras begrepps-förståelse främjas genom diskussioner inom gruppen (Howe, 2014). Begreppsbubblor fungerar som stöttning då de bygger på svårigheter som man vet att eleverna har (Puntambekar, 2022) och genom att rösterna ger svarsalternativ som bygger

på forskning av elevers alternativa uppfattningar stimulerar de elevernas egna tänkande och ger ett bättre underlag för diskussioner än öppna frågor (Martin et al., 2019).

Tankebladen kan användas för att på olika sätt synliggöra kemins nivåer. Kemins nivåer och förmågan att kombinera och förflytta sig mellan nivåer behövs för att förstå kemi (Taber, 2013) och det har visat sig att elever i olika åldrar har utmaningar med att kombinera nivåer (Chandrasegaran et al., 2008; Gkitzia et al., 2020; Renvall & Kurtén, 2024; Taber, 2013). Även om läraren är medveten om kemins nivåer och använder dem i sin undervisning kan nivåerna bli oklara för eleverna (Treagust et al., 2003). Eleverna behöver göras uppmärksamma på nivåerna och i studien av Thomas (2017) använde läraren begreppet triangulering för att göra eleverna medvetna om kemins nivåer. Visuella modeller har använts för att främja elevers förståelse för den submikroskopiska nivån (De Jong et al., 2013) och en visuell modell kan övergå till att bli en tankemodell för elever (Pham & Tytler, 2022). Då modeller ofta används i kemiundervisningen är det viktigt att eleverna även förstår modellernas förhållande till verkligheten (Harrison & Treagust, 2000).

För att underlätta för elever att beskriva och strukturera vad som sker i en kemisk reaktion kan man även använda en tabell där makro- respektive submikronivån ska beskrivas före, under och efter reaktionen (Andersson et al., 2003).

I nästa avsnitt framkommer hur begreppsbulbblan, modeller och tabeller användes på tankebladen.

3 Metod

3.1 Kontext

Den forskande läraren, som även är artikelns första författare, undervisade i en svenskspråkig skola i Finland. Läraren hade över tio års erfarenhet av kemiundervisning då studien startade. 17 elever i åk 8 deltog i studien. Läraren undervisade klassen i både matematik och kemi. Klassen valdes till denna studie dels för att läraren kände eleverna väl, dels för att det vid behov var möjligt med flexibla lektionsbyten då det fanns flera gemensamma lektioner i schemat.

För att elever ska känna sig trygga i gruppen och våga kommunicera med varandra är det viktigt att läraren arbetar för att skapa ett bra klassrumsklimat (Hundeide, 2003). Då studien började diskuterade läraren tillsammans med eleverna gemensamma regler som grupperna skulle beakta i sina gruppdiskussioner.

Läraren skapade tankeblad (Gibbons, 2010) som grund för elevernas diskussioner, totalt 19 tankeblad under undervisningsperioden, som pågick 26 veckor (34 lektioner). Innehållet i tankebladen valdes utgående från vad läraren strävade efter att eleverna skulle diskutera och lära sig. Tankebladen användes under hela undervisningsperioden för att eleverna skulle bli vana vid arbetsmetoden och samtidigt i syfte att bidra till ett klassrumsklimat som stöder elevernas färdigheter att diskutera och att lyssna. Läraren

samlade in gruppernas tankeblad i slutet av lektionen och läste igenom dem. Om det fanns direkta fel gjordes korrigeringar. Grupperna fick sedan tillbaka kopior av sina tankeblad. Oklarheter diskuterades sedan i helklass. Som läromedel användes Kemi Forma 7–9, S&S Läromedel (Kangaskorte et al., 2017).

I den här artikeln fokuserar vi på data från tre lektioner som tar upp förbränning i olika sammanhang, se tabell 1. Förbränning som kemisk reaktion undervisades under lektion 1. Förståelse för kemiska reaktioner krävs för att förstå kolets kretslopp som undervisades under lektion 2. Skillnader mellan fossila bränslen och biobränslen togs upp i samband med kolets kretslopp och även under lektion 3 vars tema var förädling av råolja.

Tabell 1. Studiens upplägg

Lektion	1 (november)	2 (januari)	3 (februari)
Tema	Förbränning	Kolets kretslopp	Fossila bränslen
Tankeblad	1: Förbränning av stålull Begreppsbulle (Fig. 2) Tabell med makro- och mikronivå (Tabell 2)	2A: Illustration av fotosyntes på makro- och mikronivå (Fig. 3) 2B: Bild av kolets kretslopp (Fig. 4)	3: Bild över destillation av råolja (Fig. 5)

Målet för undervisningen och därmed för stöttnen var att eleverna skulle kunna beskriva en kemisk reaktion på en submikroskopisk nivå. I en förbränning sker reaktionen alltid med syre. Fotosyntes och cellandning är kemiska reaktioner som utgör grunden för kolets kretslopp. Därtill kommer även förbränning av fossila bränslen och skillnader mellan fossila bränslen och biobränslen. Lektionerna har således en innehållsmässig koppling till varandra och för att skapa förståelse behövde eleverna använda sig av tidigare kunskap.

Lektionerna var utspridda under läsåret. Under lektion 1 introducerades förbränning i samband med kemiska reaktioner och eleverna diskuterade frågorna på tankeblad 1. Eleverna skulle börja med att reflektera över vad som händer med stålullens vikt då den brinner. Efter det demonstrerade läraren förbränning av stålull med hjälp av en balansvåg. Tankebladet innehöll en begreppsbulle med fyra påståenden som eleverna skulle ta ställning till (se figur 2). Påståendena är röster som uttalas av olika personer men på vårt tankeblad syns endast rösterna och inte personerna. På tankebladet fanns även en tabell (tabell 2) där eleverna skulle beskriva vad som händer före, under och efter förbränning av stålullen, både på makroskopisk och på submikroskopisk nivå.

Kolföreningarnas kemi började som ett nytt avsnitt under lektion 2. Läraren visade en bild av kolets kretslopp som utgångspunkt för diskussion med hela klassen. Läraren följde ordningen i läroboken där kolets kretslopp behandlas innan olika organiska föreningar behandlas. Efter diskussion i helklass fick eleverna som repetition ett tankeblad som gällde fotosyntesen. Fotosyntesen hade tidigare undervisats i samband med kemiska reaktioner. På tankebladet ingick en bild av fotosyntesen (Renvall & Kurtén, 2024) där den makroskopiska och submikroskopiska nivån synliggjorts (se figur 3). Bilden

innehåller en förenklad modell av en sockermolekyl. Under samma lektion fortsatte eleverna med ett tankeblad om kolets kretslopp.

Under den tredje lektionen behandlades fossila bränslen. Eleverna hade som läxa haft i uppgift att i läroboken läsa om bränslen och om destillering av råolja. Under lektionen gick klassen först igenom svåra ord som förekommit i texten. Efter det fick eleverna ett tankeblad där de skulle förklara hur destillation av råolja går till.

3.2 Insamling av data

Läraren samlade personligen in all data. I den här artikeln har använts videoinspelningar från de tre lektionerna (se tabell 1). Eleverna delades först in i fem grupper, senare i fyra grupper och grupperna videofilmades separat, totalt 8h 36 min. Under dessa lektioner användes de fyra tankebladen som framkommer i tabell 1. Bilder från tankebladen presenteras i resultatdelen. Tankebladen samt elevernas svar på tankebladen ingår i data.

3.3 Analys

Första författaren började med att titta igenom videomaterialet med fokus på lärarens kommunikation med eleverna. I det här första induktiva skedet identifierades följande metoder som läraren använde. Hon gav praktisk information till grupperna och bekräftade ifall elever frågade om de var på rätt väg. Då en elev ställde en fråga hänvisade läraren till boken, hänvisade till sådant som tidigare hade undervisats, förklarade, ställde en ny fråga eller använde sig av modeller.

Från de tre lektionerna transkriberade sedan första författaren de delar av gruppernas diskussioner där läraren deltog. De olika metoderna som läraren använde färgkodades i transkriptet. Efter att ha fördjupat oss i stöttning fann vi MCT-modellen samt van de Pol et al.'s ramverk (2010) för hur en lärares stöttning kan analyseras. I videomaterialet identifierades alla sex metoder i van de Pol et al.'s ramverk. Av dessa valdes fyra metoder (se steg 3 nedan). Ytterligare lades metoden "att hänvisa till läroboken" till, för att synliggöra hur läroboken användes. Möjligast korta och illustrativa transkript valdes för att visa hur läraren använde metoden i praktiken.

Analysen av de diagnostiska strategierna och analysen av interventionsstrategier går delvis in i varandra eftersom tankebladen användes i båda faserna. I vår analys har vi kombinerat van de Pol et al.'s ramverk med MCT-modellen och analysen gjordes sedan i följande steg:

- Steg 1: Diagnostiska strategier. Analys av tankeblad 1 med begreppsbulbblan om förbränning. Analys av tankeblad 2A med bild på fotosyntesen.
- Steg 2. Kontroll av diagnos. Läraren ställde frågor till gruppen för att kontrollera att hon förstätt dem rätt.

- Steg 3. Interventionsstrategier. Analys av de fem valda metoderna som läraren använde: 1) Att ställa frågor, 2) ge ledtrådar, 3) hänvisa till boken, 4) använda modeller samt 5) ge förklaringar.

3.4 Validitet och reliabilitet I en fallstudie

Syftet med vår fallstudie är att kvalitativt analysera en lärares stöttning i klassrummet och därigenom få fördjupad kunskap om metoder och material, snarare än att generalisera resultatet till andra lärare och undervisningssituationer. Genom att använda MCT-modellen i vår analys kunde den forskande läraren distansera sig från insamlat data (van de Pol et al., 2012; 2014). Triangulering har beaktats genom användning av flera datainsamlingsmetoder, såsom videoinspelningar och elevernas svar på tankebladen, samt genom båda författarnas deltagande i analysarbetet (Yin, 2007). Utdrag från tankebladen samt transkript av lärarens interventionsmetoder bidrar till studiens transparens och reliabilitet. Materialet lästes noggrant av båda författarna för att stärka validiteten och reliabiliteten av analyserna. Analysen diskuterades upprepade gånger tills samstämmighet uppnåddes mellan författarna. Eftersom studien omfattar ett enskilt fall är resultaten inte direkt generaliserbara till andra lärare eller klassrum. Faktorer som hänför sig till det aktuella klassrummet, såsom läraren, eleverna i klassen och det använda materialet, begränsar därmed studiens överförbarhet. Fallstudiens trovärdighet kan också påverkas av lärarens dubbla roller som lärare och forskare. För att motverka detta har analysen beskrivits noggrant och genomförts gemensamt av författarna.

4 Resultat

Genom att använda MCT-modellen presenteras först hur läraren har använt sig av diagnostiska strategier för att ta reda på elevernas förförståelse dels genom tankebladet, dels genom diskussion med eleverna. Till diagnostiska strategier hör därmed även kontroll av diagnosen. Efter detta presenteras de interventionsmetoder som läraren använde i diskussion med eleverna. Läraren använde ofta flera metoder under samma diskussion.

Namnen i artikeln är inte elevernas riktiga namn. I transkripten står L för läraren. Talturerna som vi hänvisar till som rader har numrerats för att användas i analysen. Icke-verbal information är tillagd i parenteser.

4.1 Diagnostiska strategier. Steg 1 och 2

I det följande presenterar vi i kronologisk ordning tre olika sätt på vilka tankebladet användes för diagnostiska strategier. Efter det presenteras ett exempel från lektionen om förbränning där läraren kontrollerade elevernas förståelse.

4.1.1 Elevernas förförståelse (Steg 1)

Under lektionen om förbränning använde läraren sig av en begrepps-bubbla för att ta reda på elevernas förförståelse, figur 2.

Figur 2. Utdrag från tankebladet om förbränning.

Demonstration: Förbränning av stålull (tunn järntråd)



Balansvågen har lika mycket stålull på båda sidorna. Vad tror du händer med vikten på den stålull som har brunnit?

1. Stålullen brinner upp och försvinner. Den blir lättare

2. Stålullen reagerar med syre och blir tyngre.

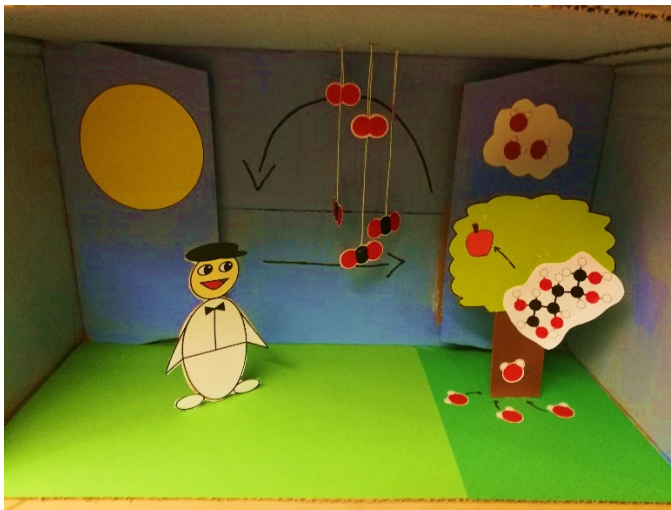
3. Stålullen blir till kol. Kol väger mera.

4. Stålullen klumpar ihop sig och blir tyngre

Vad händer med massan av en bomullstuss om du klämmer ihop den?

Innan läraren demonstrerade vad som händer då man bränner stålull skulle eleverna svara på frågan vad de tror att händer med stålullens vikt vid förbränning. Eleverna hade även möjlighet att välja en av rösterna i begrepps-bubblan. Efter demonstrationen skulle eleverna diskutera rösternas påståenden och kunna motivera om de tror att de är sanna eller falska. Även då kom elevernas förförståelse fram, vilket framkommer senare i texten då läraren diskuterade med en grupp elever. Gruppen med Julia skrev på tankebladet: "Stålullen reagerar med syre och blir tyngre. För att kol är ett grundämne och järn är också, grundämnena kan inte bli andra grundämnena." Eleverna utgick troligtvis från påståendet i den andra pratbubblan och fortsatte sedan med sin egen förklaring. En annan grupp skrev: "Stålullen brinner upp och klumpar ihop sig men blir lättare." Den här gruppen har fritt formulerat en egen hypotes som inte fanns med bland begrepps-bubblans röster. Det är oklart om de har svarat på frågan "Vad tror du händer med vikten på den stålull som har brunnit?" innan de har läst begrepps-bubblans alternativ. Begrepps-bubblan synliggjorde således de olika gruppernas förförståelse.

Den andra lektionen, som behandlade kolets kretslopp, började med diskussion i helklass om kolets kretslopp. Därefter fick de tankebladet om fotosyntes som de skulle repetera inför kolets kretslopp. Tankebladet innehöll en illustration av fotosyntesen, figur 3. Utmanande för elever är att förstå kemins olika nivåer. Illustrationen innehöll därför den makroskopiska nivån med ett träd innehållande ett äpple, en sol, en människa och ett moln och den submikroskopiska nivån som presenteras med molekylmodeller av koldioxid-, vatten, socker- och syremolekyler.

Figur 3. Bild från tankebladet om fotosyntesen.

Vad händer i fotosyntesen? Använd bilden till hjälp.

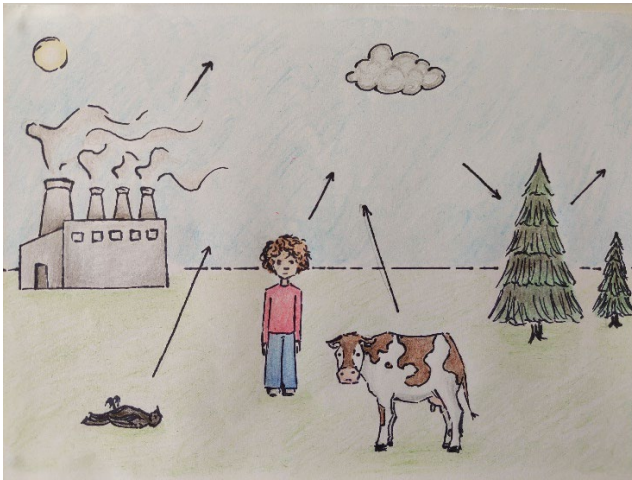
Följande transkript visar hur bilden i figur 3 fungerade som stöttning för eleven Erik då han förklarade för de andra i sin grupp.

Erik: Det där är vatten, trädet suger upp. Det där är koldioxid. Det där är något annat, det där är koldioxid. Det är typ något annat. Och sen vatten far upp dit och den där bara suger den där koldioxiden och spottar ut. Socker, det där är socker. Det där är en sockermolekyl. Det spottar ut socker. Äppel är socker ... Här är ett träd. Ett träd suger upp vatten och koldioxid, det spottar ut socker och syre. Titta det där är syre. Det spottar ut syre. Det där äpplet är socker. Det där är ett träd. Träd är en växt.

Bilden på tankebladet fungerade som planerad stöttning då Erik kunde resonera sig fram till fotosyntesen. Då han började prata kom han inte ihåg att det bildades socker i fotosyntesen men med hjälp av bilden kom han så småningom fram till det. Erik ville att de andra i gruppen skulle förstå och förklarade för dem vad han såg på bilden. Då han förklarade för de andra i gruppen testade han sin egen kunskap och hans resonemang blev tydligare.

På tankebladet om fotosyntesen skrev en annan grupp: "Vi människor andas ut koldioxid, växterna tar upp det och gör koldioxiden till syre, som vi sedan andas". Gruppen beskrev fotosyntesen som en gas-gascykel där koldioxid blir till syre. De lämnade bort både socker och vatten ur reaktionen och hade inte på samma sätt dragit nytta av bilden på tankebladet som stöttning.

Efter att eleverna hade repeterat fotosyntesen fick de tankebladet om kolets kretslopp, figur 4. På tankebladet ställdes en direkt fråga om elevernas förkunskaper: "Vad vet ni om kolets kretslopp?"

Figur 4. Utdrag från tankebladet om kolets kretslopp.**Förkunskaper**

Kol förekommer i naturen i många olika kemiska föreningar. Man talar om kolets kretslopp då kolatomerna cirkulerar i form av olika kolföreningar mellan olika platser i naturen. Vad vet ni om kolets kretslopp?

Före elevernas gruppdiskussioner hade läraren visat en bild på kolets kretslopp för hela klassen. Läraren ville väcka diskussion och få eleverna att reflektera över fotosyntesen och förbränning samtidigt som läraren fick en uppfattning om elevernas förförståelse. I helklass diskuterades vad ett kretslopp innebär och vilka tankar bilden väckte. Ord som klimatförändring och koldioxidutsläpp nämndes. Eleverna hanterade frågan på olika sätt. En grupp valde att inte alls svara på frågan. De funderade men tyckte att de inte visste något alls trots att de hade deltagit i helklassdiskussionen. En grupp skrev: "Kolets kretslopp drivs av energi från solen" och en annan grupp: "Det har att göra med klimatförändringen, koldioxid. Det blir för mycket koldioxid för växterna. Det kommer koldioxid från t.ex. människor, som sedan växterna tar upp och gör till syre."

Lärarens syfte med att först repetera fotosyntesen var att eleverna skulle förstå att den är en del av kolets kretslopp, vilket denna sista grupp delvis förklarade. Svaren visar att den direkta frågan fungerade olika för olika grupper. Utgående från gruppernas svar på tankebladet fick läraren en uppfattning om gruppens förförståelse och kunde ställa ytterligare frågor till de olika grupperna.

4.1.2 Kontroll av elevernas förståelse under gruppdiskussionen (steg 2)

I följande transkript kommer läraren fram till en av grupperna för att höra hur gruppens arbete framskrider. Gruppen har diskuterat begrepps-bubblan om förbränning, figur 2. Läraren ställde först frågor för att ta reda på vad gruppen hade förstått (diagnostisk strategi) och ställde sedan ytterligare frågor för att kontrollera att hon uppfattat elevernas förståelse korrekt.

- 1 L: Hade ni valt nån?
- 2 Mats: Den här, fyran
- 3 L: Kan ni på något sätt förklara det? Eller kan ni förklara varför ni nu väljer bort nånting annat?
- 4 Mats: För att ... det blev klumpat ihop
- 5 L: Alltså vilken valde ni?
- 6 Mats: Vi valde fyran ... att den sku klumpa ihop sig och bli tyngre
- 7 L: Hur förklarar ni det här då? (De har skrivit att vikten för bomullstussen är samma.)
- 8 Kasper: Vi valde före vi hade tänkt på den där uppgiften. Vi bara tänkte logiskt eller vi hade inte tänkt...
- 9 L: Jo men om ni nu tänker på den här och ni vet att den blev tyngre. Fundera på nytt igenom de här alternativen.
- 10 Mats: Okej så vi ska komma på ett nytt alternativ istället för det vi hade.
- 11 L: Jag funderar bara det att klarar ni av att förklara det här om ni säger här att en bomullstuss behåller sin vikt trots att ni klumpar ihop den ... men här säger ni att den blir tyngre för att den klumpar ihop sig. Hur kan ni då förklara det här?
- 12 Mats: Vi kan inte. Problemet var att vi gjorde den här utan att tänka.
- 13 L: Jo men nu har ni ny kunskap så nu kan ni fundera på nytt ... att har ni samma tankar idag?

Gruppen hade valt påstående 4 om förbränning av stålull: "Stålullen klumpar ihop sig och blir tyngre". Lärarens frågor på raderna 1, 3, 5 och 7 utgör diagnostiska frågor (steg 1 i MCT-modellen) då läraren tog reda på vad eleverna hade förstått. Läraren önskade att de motiverar sitt val. På rad 11 utgick läraren från elevernas svar och kontrollerade deras förståelse (steg 2). Lärarens syfte med frågan på tankebladet om vad som händer med massan av en bomullstuss då man klämmer ihop den var att få eleverna att förstå att påstående 4 inte är en förklaring till viktökningen på submikroskopisk nivå. Läraren kunde dock ha bekräftat gruppens iakttagelse som korrekt då de konstaterat att den brända stålullen hade klumpat ihop sig, men att det inte innebar en förklaring till viktförändringen. Genom att ställa frågan: "Hur kan ni då förklara det här?" stöttar läraren gruppen att motivera sitt val. Lärarens fråga på rad 7 och uppmaning på rad 9 härrör även till stöttningen.

Då elever ställde en fråga till läraren var det vanligt att läraren svarade och hade en kort diskussion med gruppen. Oftast gick läraren sedan i väg utan att kontrollera vad eleverna hade förstått av diskussionen vilket gjorde att steg 2 i MCT-modellen föll bort. Läraren överförde då ansvaret till gruppen utan att kontrollera deras förståelse men det hände också att läraren kom tillbaka och frågade om eleverna hade kommit vidare.

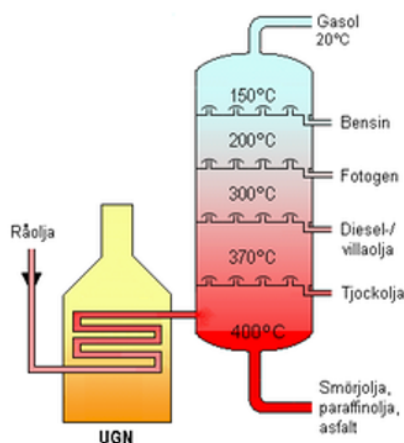
4.2 Interventionsstrategier. Steg 3

Steg 3 i MCT-modellen omfattar de metoder som läraren i vår studie använde i klassrummet för att stötta elevernas diskussioner. Vi presenterar transkript från de valda metoderna: 1) att ställa frågor, 2) ge ledtrådar, 3) hänvisa till boken, 4) använda modeller och 5) ge förklaringar.

4.2.1 Att ställa frågor

Nina läste högt från boken: "Organiska kolväten är kemiska föreningar som består av kol och väte. Det var ju ... intressant". Eleverna bläddrade i boken. Nina sade: "Borde vi fråga, vi slipper nu inte riktigt vidare". Chloe markerade och bad om hjälp. Gruppen diskuterade påståendet på tankebladet: "Kolväten i bensin har kortare kolkedjor än kolväten i asfalt." Läraren började med att läsa på tankebladet vad de hade skrivit om destillation av råolja.

Figur 5. Utdrag från tankebladet om fossila bränslen.



Källa: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Petroleum>

Förklara utgående från bilden vad som händer då man destillerar olja. Vad bildas och hur skiljer sig de här ämnesblandningarna från varandra?

- 14 L: Om man förklarar här ... hur skiljer sig de här olika ämnesblandningarna från varandra? Det har ni inte gjort.
- 15 Lili: De har alla olika halter av kol.
- 16 L: De kommer ju alla från det här samma ämne. De kommer ju alla från råoljan. Men vi vet ju här att ... Vad är det som skiljer de här från varandra? Jag tror du sa det där i början.
- 17 Lili: Är det för att de har olika antal kolatomer?
- 18 L: Det har de, de har olika antal kolatomer. Och vad har de då för...
- 19 Emma: Olika kokpunkt.
- 20 L: Exakt, de har olika kokpunkter. Och då kan man gå tillbaka och titta på det andra

påståendet och titta att hur hänger det där då ihop.

På tankebladet hade eleverna inte förklarat hur blandningarna skiljde sig från varandra och hade då svårt att ta ställning till påståendet om längden på kolkedjorna. Läraren ställde stöttande frågor som skulle hjälpa eleverna att komma vidare i sin diskussion.

4.2.2 Ge ledtrådar

Eleverna diskuterade tankebladet om fossila bränslen. I följande transkript hänvisade läraren till ett experiment, destillering, som eleverna hade gjort i åk 7. På tankebladet fanns en bild på destillering av råolja (se figur 5). Motsvarande bild fanns även i boken. Julia läste högt ur läroboken: ”De här kolvätena kan separeras genom destillering vid ett olje-raffinaderi”. Hon fortsatte med att säga: ”Hur ska jag veta vad det betyder något av allt det här?”

21 L: Har ni någon hjälp av den där bilden? Om man tittar här (bild i läroboken på destillering av råolja.)

22 Julia: Och vad är dest ... destillering?

23 L: Destillering har vi gjort.

24 Julia: Nån sån där där det går igenom något typ ... det är väl att gas blir ...

25 L: Gas blir?

26 Julia: Liksom att (ohörbart)

27 L: Destillering är en separationsmetod.

28 Julia: Ah, var det då när vi tog, ja när man koka bort vattnet? Men vänta...om man ...

29 L: Vad var det för ett ämne vi destillera?

30 Julia: Salt

31 L: Nä

32 Kevin: Läsk

33 L: Läsk.

34 Julia: Så vadå?

35 L: Jo ... och så tog vi bort vattnet därifrån. Vad var det som hände?

36 Julia: Jag kommer inte ihåg. Det blev säkert något vatten...

Läraren började med att visa var i läroboken motsvarande bild fanns. På rad 23 påminde läraren Julia om att klassen hade gjort en destillering. Julia hade glömt hur laborationen från åk 7 gjordes men fick hjälp av Kevin som kom ihåg att de hade destillerat läsk. Diskussionen mellan Julia och läraren fortsatte och de repeterade hur destilleringen hade gjorts. I exemplet stöttade läraren genom att påminna eleverna om ett experiment som de hade gjort i åk 7 men också genom att hänvisa till boken, men texten visade sig svår.

4.2.3 Hänvisa till boken

På tankebladet om fossila bränslen fanns ett påstående som eleverna skulle diskutera: ”Biogas och naturgas är samma sak. Båda innehåller metan.”

37 Julia: Vad är biobränsle?

38 L: Vad står här om biobränsle? (pekar i boken s.167). Biomassa kan framställas ur organiskt material, eller avfall, växter. Biomassa förädlas till biobränsle exempelvis etanol och biodiesel.

39 Julia: Ohörbart

40 L: Nå om vi backar tillbaka till kolets kretslopp. Så var skulle de här biobränslena komma in? Nu ser vi att här är det här organiska materialet (bläddrar tillbaka i boken till s. 131, bilden på kolets kretslopp). Och av organiska avfallet kunde vi göra biobränsle. Medan naturgas finns här (bläddrar igen till s.166).

41 Julia: Ohörbart

42 L: Nå om det är frågan om biogas så är det ju en gas. Men vad är naturgas ett exempel på?

43 Julia: Kolväte ... olja... jag vet inte

44 L: Jo, om vi tittar här. Fossila bränslen, stenkol, olja och naturgas (visar i texten på s.166).

45 Julia: Fossila bränslen

46 L: Ja, så naturgas är ett fossilt bränsle.

47 Julia: Och biogas...

48 L: Och biogas är nånting som vi kan producera av avfall (visar på bilden på s.131). Från avstjälningsplatser till exempel så kan man framställa biogas.

Läraren hänvisade till boken för att visa för eleverna var de kunde hitta den information de behövde. Detta skedde genomgående under diskussionen, på raderna 38, 40, 44 och 48. Samtidigt påminde läraren, på rad 40, om sådant som tidigare hade tagits upp nämligen kolets kretslopp. Julia började med att fråga vad biobränsle är och läraren svarade på frågan på rad 48 efter att ha visat för eleverna hur de kunde använda boken för att hitta svaret. Gruppens förförståelse var här bristfällig vilket ledde till Julias många frågor. Då läraren visade på vilka olika ställen eleverna hittar information i boken kunde de framöver lättare själva använda boken som stöd.

4.2.4 Modeller

På tankebladet om förbränning av stålull hade läraren gjort en tabell (tabell 2) för att stötta elevernas förståelse för förbränning på submikroskopisk nivå. Eleverna skulle reflektera över vad de sett och sedan på en submikroskopisk nivå förklara det som skett. En av grupperna hade haft svårt att förklara viktförändringen då stålullen hade brunnit. På frågan: Vad kan du inte se? i tabellen på tankebladet hade gruppen svarat ”atomer” både före och efter reaktionen. Utgående från elevernas svar anade läraren att de inte hade förstått vad

viktförändringen berodde på och hämtade därför molekylmodeller för att visa för gruppen.

Tabell 2. Utdrag från tankebladet om förbränning.

	Före reaktion	Under reaktion	Efter reaktion
Makronivå. Beskriv vad du kan se			
Mikronivå. Vad kan du inte se?			

Följande transkript visar hur läraren stöttade eleverna med hjälp av modeller.

49 Erik: den reagerar med syre så att det bildas oxid

50 L: Om vi sku leka att det här är en järnatom (visar upp ett svart klot) ... som reagerar med syre (visar upp det röda klotet) ... så jämför vi vikten.

Här sku ni kunna specificera lite (läraren pekar på tabellen med makro och mikro).

Men här har ni järn, här har vi vår järnatom (placerar ut det svarta klotet i tabellen) som har reagerat med syre (placerar ut det röda klotet) och så bildas det järnoxid (flyttar båda kloten till rutan för det som har bildats).

(Eleverna nickade men sade ingenting.)

51 L: Och då kan man kanske tänka att okej men här har ju den här röda kommit till.

Så det är klart att den här (båda tillsammans) måste väga mer än bara järn (visar det svarta klotet). Ifall det hjälper att förstå.

För den här gruppen räckte inte tabellen på tankebladet som stöttning för att förklara skillnaden på den submikroskopiska nivån. Eleverna behövde ytterligare stöttning av läraren som då använde modeller för att förklara skillnaden på submikroskopisk nivå. Modellerna hjälpte åtminstone Erik som upprepade för de andra i gruppen vad läraren hade sagt efter att hon hade gått i väg. Han frågade dem ytterligare om de hade förstått. På tankebladet skrev gruppen att ”järnet reagerar med syre och det bildas oxider”. I slutet av lektionen visade läraren molekylmodellerna inför hela klassen. Läraren hade märkt att modellerna kunde fungera som stöd för att förklara viktökningen.

4.2.5 Ge förklaringar

I följande transkript diskuterade eleverna fossila bränslen. Julia ställde många frågor till sina klasskamrater: ”Hur tar man upp olja och hur förbränns det? Vad är nån krackning och destillering? Vad är kolväte?”

54 Julia: Så stenkol, olja och naturgas är kolväten men vad är en kolväte? Vad är det, hur ser det ut? Vad är kolväte? Förutom kol och väte och råolja och stenkol och något organiskt.

55 L: Vi kan ju förklara det på många olika sätt men om vi nu utgår från det här med bränslen så tänker vi att de här bränslena är också kolväten. Och vad är ett bränsle, jo det är nånting som när vi förbränner det här så kommer det att avges stora mängder energi.

56 Julia: Varifrån kommer kol och väte?

57 L: De kommer från den här råoljan. Så det är alltså en produkt från råolja. För råolja som sådant använder vi ju inte ... den är liksom inte användbar. Utan det är genom den här destillationsprocessen som vi får de här olika typerna av bränsle som vi sen kan använda på olika sätt.

Julia hade svårt att förstå vad ett kolväte var. Kapitlet om kolväten hade inte ännu undervisats vilket gjorde att eleverna hade svårt att diskutera fossila bränslen även om kolväten hade förekommit i samband med kolets kretslopp.

5 Diskussion och slutsatser

Syftet med den här studien var att beskriva och analysera en lärares stöttning av elevers gruppdiskussioner i kemi med speciell fokus på tankebladens roll. Den forskande läraren hade läst om språkets betydelse för lärande (se t.ex. Mercer & Littleton, 2007) och införde därför smågruppdiskussioner för att ge eleverna möjligheten att prata kemi, men var inte bekant med forskning om stöttning. Till vår analys av lärarens stöttning använde vi MCT-modellen (van de Pol et al., 2012) och van de Pol et al.'s (2010) ramverk. Resultaten visar att läraren använde sig av MCT-modellens tre steg men i varierad utsträckning. I det följande diskuterar vi resultaten utgående från våra forskningsfrågor.

5.1 Tankebladens roll i stöttnen

van de Pol et al. (2011, 2012) framhåller vikten av att diagnostisera elevers förförståelse och våra resultat visar att tankebladen fungerade som stöttning i den diagnostiska fasen. Exempelen visar på tankebladens olika strategier för att ta reda på elevernas förförståelse. Läraren fick inblick i elevernas svårigheter och genom att utgå från elevernas förförståelse kunde läraren anpassa sin stöttning.

Begreppsblor har använts i naturvetenskap sedan 1990-talet och har stor potential då de stimulerar till diskussion, (jfr Naylor & Keogh, 2013) vilket var lärarens syfte. Elevernas tänkande utmanas då de också behöver motivera varför ett påstående inte stämmer. Vårt resultat visar att grupper som valt rätt påstående: "Stålullen reagerar med syre och blir tyngre", ändå kan ha svårt att med egna ord förklara varför påståendet är rätt.

Det indikerar att eleverna i likhet med tidigare forskning har svårt att förstå kemiska reaktioner (jfr Ahtee & Varjola, 1998) och vad som händer i en förbränningsreaktion (jfr t.ex. Basheer et al., 2018). Risken finns att korta fraser memoreras utan förståelse, vilket även tidigare forskning har påvisat (Chandrasegaran et al., 2008; Robertson & Shaffer, 2014). Gruppen som skrivit sin egen förklaring: "Stålullen brinner upp och klumpar ihop sig men blir lättare" hade en alternativ uppfattning som framkom på tankebladet. Genom att använda begreppsbulbblan fick läraren information om gruppernas olika förförståelse för förbränning och kunde i undervisningen utgå från denna och anpassa sin stöttning till eleverna. Tankebladet om förbränning, som skapades av båda författarna tillsammans, används fortsättningsvis i lärarens undervisning, i och med att begreppsbulbblan har visat sig vara ett bra sätt att synliggöra elevernas förförståelse (jfr Naylor & Keogh, 2013).

Våra resultat visar på vikten av repetition, eftersom elever inte nödvändigtvis kommer ihåg tidigare undervisat stoff. Då eleverna arbetade med tankebladet om fossila bränslen och skulle förklara destillation av råolja antog läraren att de kom ihåg laborationen om destillation från år 7. Forskning har visat att repetition är viktigt för att eleverna ska kunna koppla samman ny information till tidigare kunskap (se t.ex. Reid, 2020; Taber, 2013). Inför arbetet med kolets kretslopp hade läraren planerat tankebladet om fotosyntes som repetition. Trots repetition och diskussion i helklass blev det ändå utmanande för eleverna att skriva om kolets kretslopp. Tidigare forskning har visat att elever har svårt att förstå vilka kemiska reaktioner som ingår i kolets kretslopp och i vilka föreningar kol förekommer (Düsing et al., 2019a, b). Uppgiften hade gynnats av att delas upp i delfrågor såsom Martin et al. (2019) förespråkar att komplexa frågor ska struktureras. Läraren har därför senare utvecklat tankebladet genom att eleverna först ska förklara vad som händer i fotosyntesen och cellandning samt räkna upp olika kolföreningar som finns i naturen. Till sin hjälp har de även bilder som sammankopplar nivåerna (i likhet med figur 3). Efter detta ska eleverna förklara hur fotosyntesen och cellandning är en del av kolets kretslopp.

Ett välplanerat tankeblad ger struktur för elevernas samtal och uppgifterna ska placeras i en sådan ordning att eleverna stegvis kan få en djupare förståelse för komplexa begrepp (Gibbons, 2010; Martin et al., 2019).

5.2 Lärarens stöttande handlingar

Elevernas frågor till läraren visar att kombinationen mellan planerat material och lärarens muntliga stöttning är viktig, såsom också tidigare forskning visat (jfr Martin et al., 2019; Puntambekar, 2022). Lärarens stöttande handlingar är i linje med interventionsstrategier som observerats i tidigare studier, (se t.ex. van de Pol et al., 2011) men här i kontexten av kemi. Läraren använde fysiska modeller för att förklara förbränning på submikroskopisk nivå. Både fysiska och mentala modeller är något som är allmänt i kemiundervisning, men för elever är modellers relation till verkligheten inte så enkla att förstå och lärare behöver tänka på hurdana modeller som används i olika sammanhang för att stötta elevers förståelse (De Jong et al., 2013).

Då eleverna saknade tidigare kunskap behövde läraren stötta genom att förklara. Om gruppdiskussionen avtar och övergår till att endast läraren förklarar misslyckas läraren i sitt syfte att få eleverna att diskutera. Det här visar på hur viktigt det är att innehållet undervisas i en sådan ordningsföljd att eleverna kan relatera nytt innehåll till tidigare kunskap.

Elever behövde stöttning gällande kemins olika nivåer (jfr Johnstone, 1991; Taber, 2013). Kemins nivåer ingick i lärarens planerade stöttning på några av tankebladen. Bilden på fotosyntesen där nivåerna kombinerades fungerade för eleven Erik utan lärarens stöttning. Tabellen på tankebladet om förbränning av stålull fungerade däremot dåligt. Eleverna kunde på en makroskopisk nivå beskriva reaktionen, men förstod inte frågan: "Vad kan du inte se?" Läraren använde därför modeller för att stötta eleverna. Kombinationer av kemins nivåer är inte vanliga i den lärobok som användes, (Kangaskorte et al., 2017) vilket gör att eleverna erfarenhet av att sammankoppla nivåerna. Det här behöver beaktas då nya läromedel i kemi utvecklas (se t.ex. Papageorgiou et al., 2019).

I den här studien har vi fokuserat på lärarens stöttande handlingar, men man ska inte heller glömma hur elever kan stötta varandra (Gibbons, 2006). I de flesta grupper fanns det en elev som tog ett större ansvar för att gruppen skulle skriva sitt svar på tankebladet och ofta var det samma elev som ställde gruppens fråga till läraren. Dessa elever tog ansvar inte bara för sitt eget utan även för andras lärande i gruppen.

Elever använde boken som en slags uppslagsbok för att få svar på frågor, vilket är i linje med tidigare studier (Nelson, 2006). Läroboken (Kangaskorte et al., 2017) hade endast ett ordregister men ingen ordlista med förklaringar vilket eleverna ofta saknade. Ofta saknades det ord som de sökte i ordlistan och då de läste högt från boken kunde innehållet bli obegripligt för dem. Lärobokstexter i naturvetenskap är ofta akademiska med en svår meningsuppbyggnad och innehåller för eleverna främmande begrepp (se t.ex. Ekvall & Berg, 2010; Meyer & Pietzner, 2022; Wellington & Osborne, 2001).

I vår studie kunde läraren med hjälp av tankebladen diagnostisera elevernas förförståelse. Våra resultat avviker således från tidigare forskning som har visat att läraren ofta stöttar elever utan att först diagnostisera förförståelsen (se t.ex. van de Pol et al., 2011). Stöttning som omfattar både diagnostiska- och interventionsstrategier har inte varit vanligt förekommande i klassrum (van de Pol et al., 2011, 2012, 2014). Det vi ändå saknar är en mer omfattande dialog med eleverna där läraren ytterligare skulle ha kontrollerat att hon uppfattat elevernas förståelse korrekt, inte bara genom att fråga om de hade förstått. I en sådan diskussion skulle eleverna ytterligare fått verbalisera och testa sin kunskap (se t.ex. Izquierdo-Acebes & Taber, 2024). Samtidigt är det en balansgång att veta hur mycket man ska ingripa då tidigare forskning visat att gruppens arbete också kan störas om läraren ingriper för mycket (van Leeuwen & Janssen, 2019).

5.3 Implikationer för kemiundervisning

I arbetet med tankeblad är det en utmaning att ställa frågor på lämplig nivå. Frågor som

eleverna direkt kan svara på skapar sällan diskussion samtidigt som alltför svåra frågor också hämmar diskussionen. Utmaningen är att hitta frågeställningar som skapar diskussion och utmanar elevernas tänkande.

Läraren behöver vara medveten om elevers utmaningar då det gäller att förklara reaktioner på submikroskopisk nivå och ha olika strategier för att stötta eleverna. Läraren i studien hade på olika sätt med hjälp av tankebladen planerat för att eleverna skulle kunna koppla ihop nivåerna. Vi önskar att det även i läromedel skulle finnas fler illustrationer och förklaringar som sammankopplar nivåerna.

Då läraren placerar eleverna i grupper betyder det inte att samarbete eller diskussioner på hög nivå uppstår av sig själv (Gibbons, 2010). Läraren behöver fostra eleverna till att förstå att diskussionen är en viktig del av lärandet. Elever kan vara fokuserade på att svara rätt på en fråga, medan syftet med smågruppsdiskussioner är att få eleverna att diskutera, reflektera och motivera sina svar. Med smågruppsdiskussioner hoppas vi kunna väcka elevers nyfikenhet och intresse för kemi. I den här fallstudien fungerade tankebladen som stöd för elevernas diskussioner och vi uppmuntrar lärare som vill införa smågruppsdiskussioner i sin undervisning att ha ett planerat material som underlag för elevernas diskussioner.

Forskningsetik

Författarbidrag

G.R.: konceptualisering, metodologi, datainsamling, analys, skrivande—första och efterföljande artikelutkast, skrivande—granskning och bearbetning.

B.K.: konceptualisering, analys, handledning, granskning och bearbetning av text.

Båda författarna har läst och godkänt den publicerade versionen av manuskriptet.

Informerat samtycke

Informerat samtycke har getts av alla deltagande elever samt av deras vårdnadshavare.

Datatillgänglighet

Data är inte tillgängligt på grund av etiska restriktioner. Insamlat data har anonymiserats.

Författarnas tack

Vi vill tacka de deltagande eleverna och lärarens arbetsgivare som gav sitt tillstånd till forskningen.

Intressekonflikter

Författarna bekräftar att det inte finns någon intressekonflikt relaterad till manuskriptet.

Referenser

- Ahtee, M., & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305–316. <https://doi.org/10.1080/0950069980200304>
- Andersson B., Bach, F., Frändberg, B., Jansson, I., Kärrqvist, C., Nyberg, E., Wallin, A., & Zetterqvist, A. (2003). *Att förstå naturen – från vardagsbegrepp till kemi, sex "workshops"*. Ämnesdidaktik i praktiken: nya vägar för undervisning i naturvetenskap 4. Hämtad från <http://hdl.handle.net/2077/10628>
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Barnes, D. (2008). Exploratory talk for learning. I N. Mercer & S. Hodgkinson (Red.), *Exploring talk in school* (s. 1–15). Sage.
- Basheer, A., Kortam, N., Zahran, N., Hofestein, A., & Hugerat, M. (2018). Misconceptions among middle school students regarding the conservation of mass during combustion. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3109–3122. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91664>
- Calor, S., Dekker, R., van Drie, J., & Volman, M. (2022). Scaffolding small groups at the group level: Improving the scaffolding behavior of mathematics teachers during mathematical discussions. *Journal of the Learning Sciences*, 31(3), 369–407. <https://doi.org/10.1080/10508406.2021.2024834>
- Chandrasegaran, A., Treagust, D., & Mocerino, M. (2008). An evaluation of a teaching intervention to promote students' ability to use multiple levels of representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38, 237–248. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9046-9>
- Chin, C., & Teou, L-Y. (2009). Using concept cartoons in formative assessment: Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1307–1332. <https://doi.org/10.1080/09500690801953179>
- De Jong, O., Blonder, R., & Oversby, J. (2013). How to balance chemistry education between observing phenomena and thinking in models. I I. Eilks & A. Hofstein (Red.), *Teaching chemistry – a studybook: A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers* (s. 97–126). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5_4
- Düsing, K., Asshoff, R., & Hammann, M. (2019a). Students' conceptions of the carbon cycle: Identifying and interrelating components of the carbon cycle and tracing carbon atoms across the levels of biological organization. *Journal of Biological Education*, 53(1), 110–125. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1447002>
- Düsing, K., Asshoff, R., & Hammann, M. (2019b). Tracing matter in the carbon cycle: Zooming in on high school students' understanding of carbon compounds and their transformations. *International Journal of Science Education*, 41(17), 2484–2507. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1686665>
- Ekvall, U., & Berg, A. (2010). Lärobok och kemipraktik. I I. Eriksson (Red.), *Innehållet i fokus – kemiundervisning i finlandssvenska klassrum* (s. 119–144). Stockholms universitets förlag. Hämtad från <https://su.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:699415>
- Gibbons, P. (2006). *Stärk språket, stärk lärandet: Språk- och kunskapsutvecklande arbetssätt för och med andraspråkselever i klassrummet*. Hallgren & Fallgren.
- Gibbons, P. (2010). *Lyft språket Lyft tänkandet. Språk och lärande*. Hallgren & Fallgren.
- Gillies, R. M. (2014). Developments in classroom-based talk. *International Journal of Educational Research*, 63, 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2013.05.002>
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307–330. <https://doi.org/10.1039/c8rp00301g>
- Harrison, A., & Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026. <https://doi.org/10.1080/095006900416884>
- Howe, C. (2014). Optimizing small group discourse in classrooms: Effective practices and theoretical constraints. *International Journal of Educational Research*, 63, 107–115. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ijer.2013.03.011>
- Hundeide, K. (2003). Det intersubjektiva rummet. I O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel och lärande* (s. 143–166). Studentlitteratur.
- Izquierdo-Acebes, E., & Taber, K. (2024). Secondary science teachers' instructional strategies for promoting the construction of scientific explanations. *Science & Education*, 33, 853–899. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00412-5>
- Johnstone, A.H. (1991). Why is science so difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>

- Kangaskorte, A., Lavonen, J., Pikkarainen, O., Saari, H., Sirviö, J., Vakkilainen, K.-M., Viiri, J., & Vainio, J. (2017). *Kemi Forma* 7–9. Första upplagan. Schildts och Söderströms.
- Kurtén-Finnäs, B. (2007). Concept cartoons eller begreppsbubblor i kemiundervisningen – en utmaning för tänkandet. I M. Aksela & M. Montonen (Red.), *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluhin*. (s. 67–70). Yliopistopaino Oy. Hämtad från https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/46479_osaikemianopetusta2007.pdf
- Lemke, J.L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Ablex Publishing Company.
- Martin, N., Dornfeld Tissenbaum, C., Gnesdilow, D., & Puntambekar, S. (2019). Fading distributed scaffolds: The importance of complementarity between teacher and material scaffolds. *Instructional Science*, 47(1), 69–98. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9474-0>
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359–377. <https://doi.org/10.1080/01411920410001689689>
- Mercer, N., Hennessy, S., & Warwick, P. (2019). Dialogue, thinking together and digital technology in the classroom: Some educational implications of a continuing line of inquiry. *International Journal of Educational Research*, 97, 187–199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijer.2017.08.007>
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. Routledge.
- Meyer, D., & Pietzner, V. (2022). Reading textual and non-textual explanations in chemistry texts and textbooks – a review. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(4), 768–785. <https://doi.org/10.1039/d2rp00162d>
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.
- Mönch, C., & Markic, S. (2024). Elements constituting and influencing in-service secondary chemistry teachers' pedagogical scientific language knowledge. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(1), 25–41. <https://doi.org/10.1039/D3RP00140G>
- Naylor, S., & Keogh, B. (2013). Concept Cartoons: What have we learnt? *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 3–11.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 16–27. <https://doi.org/10.5617/nordina.421>
- Papageorgiou, G., Amariotakis, V., & Spiliotopoulou, V. (2019). Developing a taxonomy for visual representation characteristics of submicroscopic particles in chemistry textbooks. *Science Education International*, 30(3), 181–193. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i3.4>
- Pham, L., & Tytler, R. (2022). The semiotic function of a bridging representation to support students' meaning-making in solution chemistry. *Research in Science Education*, 52(3), 853–869. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10022-w>
- Puntambekar, S. (2022). Distributed scaffolding: Scaffolding students in classroom environments. *Educational Psychology Review*, 34(1), 451–472. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09636-3>
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185–217. <https://doi.org/10.1002/tea.20048>
- Reid, N. (2020). The triangle model: The contribution of the late professor Alex H. Johnstone. *Journal of Science Education*, 2(1), 47–61. <https://ojs.aiou.edu.pk/index.php/jse/article/view/1703>
- Renvall, G., & Kurtén, B. (2024). Talking chemistry in small groups: Challenges with macroscopic, submicroscopic and symbolic representations among students aged 14–15 years. *FMSEJA Journal* 6(2), 58–76. Hämtad från <https://journal.fi/fmseja/article/view/127743>
- Robertson, A., & Shaffer, P. (2014). "Combustion always produces carbon dioxide and water": A discussion of university chemistry students use of rules in place of principles. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 763–776. <https://doi.org/10.1039/C4RP00089G>
- Ruiz-Primo, M., & Furtak, E. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57–84. <https://doi.org/10.1002/tea.20163>
- Säljö, R. (2014). *Lärande i praktiken: ett sociokulturellt perspektiv*. Studentlitteratur.
- Taber, K. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156–168. <https://doi.org/10.1039/C3RP00012E>
- Taber, K. (2019). Progressing chemistry education research as a disciplinary field. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(5). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0011-z>

- Thomas, G. (2017). 'Triangulation:' an expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet' representations for chemistry learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 533–548. <https://doi.org/10.1039/C6RP00227G>
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>
- Utbildningsstyrelsen. (2014). Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2014. <https://www.opf.fi/sv/utbildning-och-examina/grunderna-laroplanen-den-grundlaggande-utbildningen>
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2011). Patterns of contingent teaching in teacher-student interaction. *Learning and Instruction*, 21(1), 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.10.004>
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2012). Promoting teacher scaffolding in small-group work: A contingency perspective. *Teaching and Teacher Education*, 28(2), 193–205. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.09.009>
- Van de Pol, J., Volman, M., Oort, F., & Beishuizen, J. (2014). Teacher scaffolding in small-group work: An intervention study. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 600–650. <https://doi.org/10.1080/10508406.2013.805300>
- Van Leeuwen, A., & Janssen, J. (2019). A systematic review of teacher guidance during collaborative learning in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 27, 71–89. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.02.001>
- Webb, N. (2009). The teacher's role in promoting collaborative dialogue in the classroom. *British Journal of Educational Psychology*, 79(1), 1–28. <https://doi.org/10.1348/000709908X380772>
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University Press.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100.
- Wood, D., Wood, H., Middleton, D. (1978). An experimental evaluation of four face-to-face teaching strategies. *International Journal of Behavioral Development*, 1, 131–147. <https://doi.org/10.1177/016502547800100203>
- Yin, R. K. (2007). *Fallstudier: design och genomförande*. Liber.