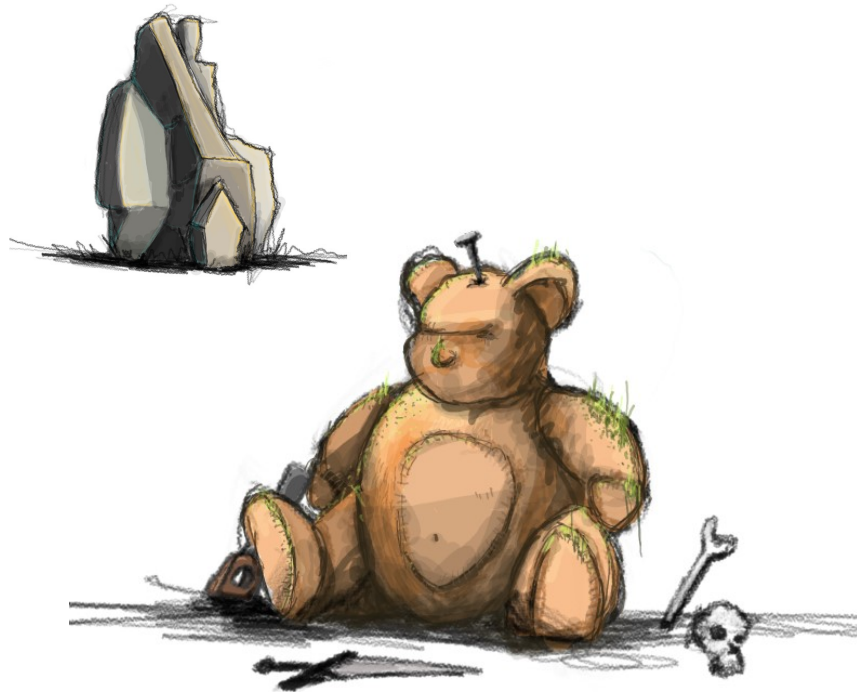


# **”Man fyller det med information helt enkelt”**

en fenomenografisk studie om studenters upplevelse  
av geologisk tid

***Jennie Lundqvist***

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,  
masterarbete, nr 603  
(45 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen  
Lunds universitet  
2020



**”Man fyller det med information helt enkelt”: en fenomenografisk studie om studenters upplevelse av geologisk tid**

Masterarbete  
Jennie Lundqvist

Geologiska institutionen  
Lunds universitet  
2020

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Geovetenskaplig didaktik	9
1.2 Syfte och frågeställning	10
<b>2 Teori</b> .....	<b>10</b>
2.1 Fenomenografi	10
2.2 SOLO - taxonomi	11
<b>3 Metodologi</b> .....	<b>11</b>
3.1 Kvalitativ datainsamling	12
3.2 Fallstudie	12
3.3 Skriftlig enkät	13
3.4 Semistrukturerad intervju	13
<b>4 Datainsamling</b> .....	<b>13</b>
4.1 Datainsamling: Skriftlig enkät	13
4.2 Datainsamling: Intervju	14
4.2.1 <i>Intervju 1: Dåtid</i>	14
4.2.2 <i>Intervju 2: Nutid</i>	16
4.2.3 <i>Intervju 3: Framtid</i>	17
4.3 Datainsamling: Teknik	17
<b>5 Analys</b> .....	<b>18</b>
5.1 Fenomenografisk analys	18
5.2 Kvalitetssäkring av processen	18
<b>6 Resultat</b> .....	<b>20</b>
6.1 Tema 1: Att erfaara geologisk tid	20
6.1.1 <i>Kategori 1: Upplevelse</i>	20
6.1.2 <i>Kategori 2: Definition</i>	21
6.1.3 <i>Kategori 3: Metod</i>	23
6.1.4 <i>Kategori 4: Gestaltning</i>	24
6.2 Tema 2: Erfarandemodell	30
6.2.1 <i>Kategori 1: Statisk</i>	30
6.2.2 <i>Kategori 2: Semi-statisk</i>	31
6.2.3 <i>Kategori 3: Semi-dynamisk</i>	31
6.2.4 <i>Kategori 4: Dynamisk</i>	32
<b>7. Diskussion</b> .....	<b>32</b>
7.1 Tema 1: Att erfaara geologisk tid	32
7.1.1 <i>Upplevelse, definition och metod</i>	32
7.1.2 <i>Gestaltning</i>	33
7.1.3 <i>Sammanfattning: Gestaltningar</i>	37
7.2 Tema 2: Erfarande modell	37
7.2.1 <i>Statisk vs prestrukturell forståelse</i>	37
7.2.2 <i>Semi-statisk vs mångstrukturell forståelse</i>	38
7.2.3 <i>Semi-dynamisk vs relationell</i>	38
7.2.4 <i>Dynamisk vs utvidgat abstrakt</i>	38
7.2.5 <i>Sammanfattning: Tema 2</i>	38
7.3 Perspektiv	39
<b>8. Slutsats</b> .....	<b>39</b>
<b>9. Tackord</b> .....	<b>40</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>40</b>
<b>Appendix 1</b> .....	<b>43</b>
<b>Appendix 2</b> .....	<b>49</b>
<b>Appendix 3</b> .....	<b>50</b>

Omslagsbild: Såg och spik illustration av Kim Svensson

# ”Man fyller det med mer information helt enkelt”: en fenomenografisk studie om studenters upplevelse av geologisk tid

JENNIE LUNDQVIST

Lundqvist, J., 2020: ”Man fyller det med mer information helt enkelt”: en fenomenografisk studie om studenters upplevelse av geologisk tid. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 603, 52 sid. 45 hp.

**Sammanfattning:** Geologisk tid är inte bara ett tröskelbegrepp, det är en central del i hur vi erfar geovetenskapliga fenomen som utspelar sig på en rumtids-skala som sträcker sig från mikro (exempelvis molnbildning) till makro (exempelvis plattetektonik). Om vi vill förstå geovetenskapliga fenomen måste vi gå från det konkreta till det abstrakta, vi måste gå från att kunna se och ta på fenomen till att enbart kunna föreställa oss fenomen inne i våra huvuden. Syftet med denna studie är att få en förståelse för hur förstaårsstudenter på ett geologiprogram erfar fenomenet geologisk tid och att besvara följande två frågor: *hur erfar förstaårsstudenter geologisk tid?* och *hur gestaltar förstaårsstudenter geologisk tid?*. För att kunna besvara dessa frågor har jag använt mig av data från tre semistrukturerade gruppintervjuer som jag analyserade genom ett fenomenografiskt arbetssätt. Grunden inom fenomenografi är att beskriva fenomen som exempelvis geologisk tid ur andra människors perspektiv. Genom intervjuerna och den fenomenografiska analysen har jag fått ta del av ett rikt material som bland annat kommer att visa hur studenterna gestaltar geologisk tid genom sitt språk, sina gester och sina visualiseringar. Vi kommer att se att deras illustrationer i kombination med deras diskussioner visar att för studenterna är geologisk tid mer än ett rakt streck, det är något som beskriver hur geosfären förändras över tid. Det är en spännande observation, då det tyder på att studenterna upplever geologisk tid som tvådimensionell. Sammanfattningsvis kan man från detta resultat dra slutsatsen att studenternas sätt att gestalta geologisk tid kan ge upphov till spännande tolkningar. Jag anser att studenternas gestaltningar kan ge mycket information även om hur studenterna själva erfar geologisk tid. Baserat på resultaten från denna studie, föreslår jag därför att geologistudenter bör ges utrymme för att utforska olika typer av visualiseringar av geologisk tid för att på så sätt också kunna erbjudas olika möjliga upplevelser av fenomenet geologisk tid.

**Nyckelord:** Geologisk tid, geovetenskaplig didaktik, geologisk tidsskala, gester, visualisering, SOLO

**Handledare:** Karl Ljung (Geologiska institutionen, Lunds Universitet) och Urban Eriksson (Nationellt Resurscentrum för Fysik, Lunds Universitet)

**Ämnesinriktning:** Kvartergeologi

Jennie Lundqvist, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.  
E-post: [jennie.mari.lundqvist@gmail.com](mailto:jennie.mari.lundqvist@gmail.com)

# ”One simply fills it with more information”: a phenomenographic study on students’ experience of geological time

JENNIE LUNDQVIST

Lundqvist, J., 2020: “One simply fills it with more information”: a phenomenographic study on students’ experience of geological time. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 603, 52 pp. 45 hp (45 ECTS credits).

**Abstract:** Geologic time is more than a threshold concept, it is a central part of how we experience geoscientific phenomena that takes place on a space and time scale ranging from micro (e.g. cloud formation) to macro (e.g. plate tectonics). If we want to understand earth science phenomena, we must move from the concrete to the abstract, we must go from being able to see and touch a phenomenon to being able to only imagine the phenomena in our minds. The purpose of this study is to gain an understanding of how first-year students in a geology program experience the phenomenon of geological time and to answer the following two research questions: *how do first-year students experience geological time?* and *how do first-year students define geological time*. To answer these questions, I have used data from three semi-structured group interviews that I analyzed using a phenomenographic approach. The basis of phenomenography is to describe phenomena, such as geological time, from the perspective of the individual. Through the interviews and the phenomenographic analysis, I have gained access to a rich material that, amongst other things, show how the students express geological time through their language, their gestures and their visualizations. We will see that their illustrations in combination with their discussions show that for students, geological time is more than a straight line that describes how the geosphere changes over time. This is an exciting observation, as it indicates that the students in this study experience geological time as two-dimensional (space and time). From the result in this study, it is possible to conclude that the students' way of expressing geological time give rise to exciting interpretations and I believe that these expressions can provide a lot of information also about how students experience geological time. Therefore, based on the results of this study, I suggest that geology students should be given space to explore different types of visualizations of geological time in order to be able to offer different possible experiences of the phenomenon of geological time.

**Keywords:** Geological time, earth science education, geologic time-scale, gestures, visualization, SOLO

**Supervisors:** Karl Ljung (Department of geology, Lund University) and Urban Eriksson (National Resource Center for Physics Education, Lund University)

**Subject:** Quaternary Geology

*Jennie Lundqvist, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.  
E-mail: [jennie.mari.lundqvist@gmail.com](mailto:jennie.mari.lundqvist@gmail.com)*

# 1 Inledning

Geologisk tid och den geologiska tidsskalan är centrala för förståelsen av geovetenskapliga fenomen. Att lära sig visualisera, tolka, förstå och beskriva geologisk tid är både ett av de viktigaste men även ett av de svåraste momenten under den geovetenskapliga inlärningsprocessen (Kastens et al. 2009; Burton & Mattiotti 2011; Kastens & Manduca 2012; Cheek 2013; Cheek et al. 2017; Czajka & McConnell 2018). Detta gör geologisk tid till ett intressant och viktigt område att fokusera på. Därför kommer jag i detta examensarbete att utforska hur studenter som läser första året på geologiprogrammet erfar geologisk tid ur ett fenomenografiskt perspektiv. Jag inleder detta arbete med en av geovetenskapens mest kända illustrationer, det är en modern klassiker, en enkel vertikal stapel indelad i eoner, eror och perioder (figur 1). Frågan är hur enkel den är att förstå för studenterna?

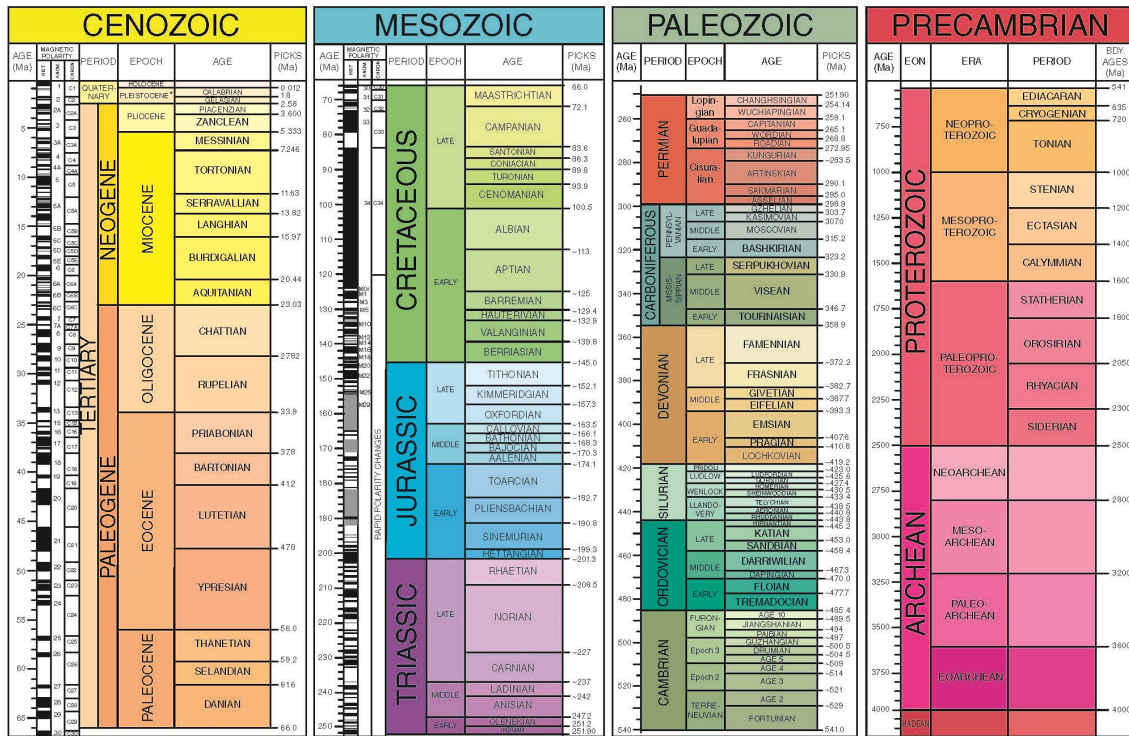
Grunden till den geologiska tidsskalan lades redan år 1669 när Nicolaus Steno publicerade sitt verk 'De Solido' där han bland annat beskrev principerna att sedimentära bergarter avsätts horisontellt ('Principle of Original Horizontality') och att yngre bergarter avsätts ovanpå äldre (överlagring) (Steno 1671). Vid en första anblick kan man tycka att den geologiska tidsskalan är enkel att förstå, den illustrerar det tidsintervall som redogör för jordens geologiska historia från Hadeikum fram till idag (Marshak 2019) men skenet bedrar, tidsskalan är bara en förenklad visualisering av konceptet geologisk tid. Grunden till

det utökade begreppet geologisk tid ('deep time') lades av James Hutton år 1795 när han introducerade uniformitarianism som säger att de geologiska processer vi ser idag är desamma som de geologiska processer som påverkat jorden över tid (Hutton 1795). Huttons upptäckt av geologisk tid skapade de förutsättningar som behövdes för att förklara geovetenskapliga processer som påverkar geosfären över tid, exempelvis plattetektonik. Den polske astronomen Nicolaus Copernicus revolutionerade människans plats i rummet genom att föreslå att jorden kretsar kring solen, medan Hutton revolutionerade människans plats i tiden genom att föreslå att geologiska processer utspelar sig under långa tidsskalor (Cervato & Frodeman 2012). Innebörden av konceptet geologisk tid varierar beroende på när, hur och vem man frågar. Frågar man ett barn kanske man får en teckning på en dinosaurie, frågar man en vuxen får man svaret att det är en mycket lång tid, frågar man en teoretisk fysiker får man en fråga tillbaka om vad tid är, frågar man en biolog får man kanske svaret evolution. Frågar man en nybliven geovetare så kan svaret bli:

*"Att man fyller det med mer information helt enkelt...det blir mer komplext och mer diversitet så därför måste det breddas ut"*

Detta var ett av de svar som jag erhöll från en av de medverkande studenterna i denna studie. Anledningen till att svaren varierar är att alla människor har olika erfarenheter och kunskaper som påverkar hur de urskiljer, för dem, relevant information från sin omgiv-

## GSA GEOLOGIC TIME SCALE v. 5.0



Walker, J.D., Geissman, J.W., Bowring, S.A., and Babcock, L.E., compilers, 2018, Geologic Time Scale v. 5.0: Geological Society of America, <https://doi.org/10.1130/2018.CTS0056R3C>. ©2018 The Geological Society of America.  
 \*The Pleistocene is divided into four ages, but only two are shown here. What is shown as Calabrian is actually three ages—Calabrian from 1.80 to 0.781 Ma, Middle from 0.781 to 0.126 Ma, and Late from 0.126 to 0.0117 Ma.  
 †The Cenozoic, Mesozoic, and Paleozoic are the Eras of the Phanerozoic. Eon. Names of units and age boundaries usually follow the Gradstein et al. (2012), Cohen et al. (2012), and Cohen et al. (2013, updated) compilations. Numerical age estimates and picks of boundaries usually follow the Cohen et al. (2015, updated) compilation. The numbered epochs and ages of the Cambrian are provisional. “-” before a numerical age estimate typically indicates an associated error of ±0.4 to over ±1.0 Ma.  
 REFERENCES CITED  
 Cohen, K.M., Finlay, S., and Gibbard, P.L., 2012, International Chronostratigraphic Chart: International Commission on Stratigraphy, [www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org) (accessed May 2012). (Chart reproduced for the 34th International Geological Congress, Brisbane, Australia, 5–10 August 2012.)  
 Cohen, K.M., Finlay, S.C., Gibbard, P.L., and Fan, J.-X., 2013, The ICS International Chronostratigraphic Chart: Episodes v. 35, no. 3, p. 189–204 (updated 2017).  
 Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., and Van der Kaap, 2012, The Geological Time Scale 2012, Boston, USA, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374749-4>.  
 Previous versions of the time scale and previously published papers about the time scale and its evolution are posted to <http://www.geosociety.org/timescale>.

Figur 1. Den klassiska stratigrafiska indelningen av jordens historia. Bildkälla: ©2018 The Geological Society of America

ning (Marton & Booth 2000). Denna variation kring hur individer erfar fenomen som exempelvis geologisk tid kan vid en första anblick verka skrämmande, speciellt om man vill undersöka hur studenter på ett geologiprogram erfar geologisk tid. Men som vi kommer se i detta arbete är det just denna variation, som är nyckeln till att skapa en bättre förståelse för hur studenterna erfar geologisk tid. Innan vi går djupare in på hur variation i erfarenhet kan hjälpa oss få en bättre förståelse för hur geologisk tid uppfattas behöver vi titta lite närmare på det verktyg vi kommer att använda oss av för att undersöka denna fråga, nämligen det mänskliga sinnet. Det mänskliga sinnet är ett utmärkt verktyg för att utforska geovetenskapliga fenomen i vår omvärld (exempelvis morän, tidvatten, vulkaner, geologisk tid eller skillnaden mellan gytta och lera) men som för alla bra verktyg är det viktigt att man är medveten om de begränsningar som finns. Känner man till det mänskliga sinnets begränsningar är det lättare att se vilka svårigheter man kan stå inför när man skall arbeta med geovetenskapliga fenomen.

För att kunna öka förståelsen för hur geovetare använder det mänskliga sinnet när de löser problem inom geovetenskap kommer jag inleda detta arbete med att analysera vilka begränsningar det mänskliga sinnet har i förhållande till att erfar rumtids-skalar.

Människan har genom evolution utvecklat ett för henne effektivt sätt att "läsa av" sin omgivning för att på så sätt kunna öka sina chanser att föra sina gener vidare (Ladyman et al. 2007; Dawkins 2006). Det är evolutionen som har skapat förutsättningarna för de sätt människan erfar rum och tid på idag. Det mänskliga perspektivet på rum och tid baseras på de mänskliga sinnenas förmåga att uppleva rum och tid utan hjälpmedel (exempelvis genom mikroskop eller teleskop) och sträcker sig för den rumsliga skalan mellan ca. en tiondels millimeter till några få kilometer och för tidsskalan mellan ca. en tiondels sekund till några årtionden (Klemeš 1983). Detta medför att människor har en begränsning när det kommer till att uppleva geologiska rumtid-skalar. Denna begränsning kommer i sin tur att påverka individens erfarenhet av geovetenskapliga fenomen eftersom hen måste kunna urskilja, samla in, bearbeta och tolka relevant information kring ett fenomen innan hen kommer kunna urskilja det från sin omgivning (Eriksson 2019).

Människan är, som Stephen Gould skriver i boken *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History* (1989), en visuell varelse. När individer samlar in information från sin omgivning lägger de stor vikt vid den visuella aspekten (vad är det hen ser, är vågorna höga eller låga, är det en svart basalt eller en vit marmor) men vi skall också ha i åtanke att bara för att individen samlar in data visuellt behöver inte det betyda att hen tolkar informationen enbart i visuella termer. Det visuella stimuli ska däremot ses som ett effektivt sätt att framkalla associativ information (Kaplan & Kaplan 1989). Om vi återgår till hur människan erfar geovetenskapliga fenomen, kan vi observera att när individer rör sig utanför den mänskliga rumtids-skalan, som exempelvis bergskedjebildning eller kristallografi, så kommer hens sinnen initialt att stöta på problem när hen konfronteras med skalor som ligger utanför den mänskliga rumtids-skalan. Ef-

tersom människor inte kan erfar de storskaliga och småskaliga geovetenskapliga fenomen naturligt har vi inga tidigare erfarenheter av liknande fenomen som möjliggör att vi skulle kunna erfar fenomenet intuitivt. Inför dessa fenomen står människan helt utan naturliga referensramar vilket innebär att om vi vill försöka att erfar fenomen som ligger utanför den mänskliga förmågan att erfar så måste vi skapa artificiella referensramar. Detta gör vi genom att använda oss av olika hjälpmedel som exempelvis mikroskop, satelliter och teleskop. Tack vare de olika hjälpmedlen får människan möjlighet att förändra de rumstids-skalar vi kan erfar. Satelliter möjliggör exempelvis att vi kan se storskaliga mönster och förändringar av jordens yta och mikroskop möjliggör exempelvis att vi kan se skillnad på marin respektive sötvattenavsattler.

Men det finns idag ännu inget hjälpmedel som kan ge oss möjlighet att erfar tidsskalor på flera hundra miljoner år. För att människan skall kunna erfar geovetenskapliga fenomen som utspelar sig på en rumtids-skala som sträcker sig från mikro (exempelvis molnbildning) till makro (exempelvis plattetektonik) måste vi gå från det konkreta till det abstrakta, vi måste gå från att kunna se och ta på fenomen till att enbart kunna föreställa oss fenomen inne i våra huvuden. Övergång från konkret till abstrakt och från mänsklig tidsskala till geologisk tidsskala leder till en rad olika mentala vurpor och feltolkningar. Tecken på svårigheterna kring att greppa det geologiska rums- och tidsperspektivet har beskrivits tidigare av till exempel Dahl et al. (2003), Hidalgo och Otero (2004), King (2010), Francek (2013) samt Orion och Libarkin (2014). Förutom de rent mentala svårigheterna att erfar konceptet geologisk tid så måste individen dessutom försöka förklara en främmande rumtid-skala med hjälp av språk, gester och tankemönster som i grunden är anpassade för att beskriva den mänskliga rumtids-skalan. När människan använder den mänskliga rumtid-skalan för att erfar och beskriva fenomen som utspelar sig på den geovetenskapliga rumtids-skalan så försöker vi slå i en spik med en såg. Nu är det viktigt att påpekat att det inte är fel att slå i en spik med en såg bara man är medveten om sågens brister i förhållande till dess uppgift. Om man är medveten om bristerna kan man undvika att slå i spiken med klingan och i stället välja handtaget.

Nu när vi vet vilka begränsningar det mänskliga sinnet har i förhållande till att uppleva geologisk tid går vi vidare med att se på hur man lär sig erfar och tillämpa ett geologiskt tidsperspektiv. För att kunna närma oss ett svar på denna komplexa fråga måste vi träda in i didaktikens värld. Konsten att utbilda, eller 'didaktik', kommer från det grekiska ordet didaktiko's som härstammar från ordet dida'skō vilket betyder 'undervisa' (Nationalencyklopedin u.å.). En pionjär inom ämnet som kan inspirera oss än idag var Johann Amos Comenius som mellan 1628-1632 skrev sitt verk *Didactica magna* (Comenius & Keatinge 1967). Comenius skildrade det mänskliga sinnets obegränsade kapacitet på följande vis: "So unlimited is the capacity of the mind that in the process of perception it resembles an abyss" (Comenius & Keatinge 1967 p. 42). För frågan vi ställer oss, "Hur lär sig individer något om sin omvärld?", är en fråga som gäckat många filosofiska tänkare ge-



nom årtusenden. Ett exempel är Menons paradox: "Hur kan man söka efter någonting när man inte vet vad det är" (Marton & Booth 2000). I boken Om lärande (2000) utvecklar Marton och Booth teori och förståelse för den komplexa frågan om hur människor lär sig. De beskriver att den vanligaste formen av lärande baseras på tanken att en individ utifrån sitt erfärande av ett fenomen vidareutvecklar sin kunskap kring detta fenomen och genom denna vidareutveckling utvecklar individen ett mer avancerat sätt att hantera sin förmåga att erfara fenomenet. Marton och Booth (2000 p. 181) hävdar därmed att "Lärande är till största delen en fråga om att återkonstituera en redan konstituerad värld". Utbildning skall ge studenterna en bättre förståelse för ämnet än de hade tidigare. All inlärning sker i olika steg och det går inte alltid att härleda någons upplevda "okunskap" till enbart ett felaktigt svar vilket exempelvis skulle kunna bero på att man inte läst tillräckligt. Istället talar man om att svar kan vara ofullständiga vilket beror på att den lärande inte har den fullständiga bilden av problemet (Marton & Booth 2000). Detta leder till att varje enskild individ som studerar, forskar eller tänker på ett problem kan komma att erfara problemet på helt olika sätt och de kan komma på olika lösningar på samma problem.

Om vi kombinerar insikterna från hur människor erfär tid som ligger utanför det mänskliga rumtidsperspektivet, med hur individer lär sig att erfara kan vi se att det finns goda förutsättningar att förbättra det mänskliga sinnets (sågen i ovanstående exempel) möjligheter att erfara geologisk tid (spiken i ovanstående exempel). Ett sätt att förbättra det mänskliga sinnet är att utöka vår förståelse för nutida geovetenskapliga fenomen som redan ligger inom den mänskliga förmågan att uppleva rum och tid. Ett exempel på detta är att använda oss av de faktum att människor är visuella varelser och vända detta till vår fördel genom att utföra laborationer och att förlägga undervisning i fält. Vi kan dessutom utöka vår förmåga att erfara fenomen som utspelar sig på en rumtids-skalan som ligger bortom den mänskliga genom olika hjälpmedel, såsom datorer, satelliter och seismografer. Ett annat sätt är att skapa medvetenhet om att det mänskliga rumtidsperspektivet är begränsat och att när vi resonerar och talar om geologisk tid så kommer vi att vara influerade av detta vilket medför att våra intuitiva känslor inte alltid är korrekta.

Förståelsen för hur det mänskliga sinnet hantarer geologisk tid är en viktig del i vår förståelse för hur man erfär tid eftersom en geovetares främsta verktyg är det egna sinnet. Det är individens uppfattning av tid och rum som utgör grunden för hur hen samlar in och bearbetar den information som finns i vår omgivning (Kastens et al. 2009). Förståelsen för hur studenter erfär geologisk tid och hur de lär sig erfara geologisk tid är av extra stor vikt då geologisk tid är ett så kallat tröskelbegrepp inom geovetenskap (Truscott et al. 2006; Cheek 2010). Ett tröskelbegrepp är ett begrepp som är avgörande för förståelsen av ett ämne och som studenter ofta upplever som svårt att lära sig (Meyer & Land 2006).

## 1.1 Geovetenskaplig didaktik

I Sverige är geovetenskap inte ett fristående ämne varken i grundskolan eller på gymnasiet. I grundskolan går det att finna fragment av geovetenskap i de naturvetenskapliga ämnena (NO-ämne) samt i geografi som tillhör de samhällsorienterade ämnena (SO-ämne). På gymnasiet finns det också fragment av geovetenskap i NO-ämnena och i naturkunskap som ligger under SO-ämnena (Lgr11; Gy11). Det är med andra ord först på akademisk nivå som geovetenskap blir ett fristående ämne (Hellqvist 2004; Hellqvist & Sundberg 2012). Frånvaron av geovetenskap innan universitetsstudier medför därför att många studenter inte alltid är fullt insatta i vad geovetenskap är för ämne. Dessutom visar undersökningen The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2011 att bara en femtedel av de svenska lärarna känner sig väl förberedda på att undervisa geovetenskap i grundskolan (Skolinspektionen 2012; Skolverket 2008).

Kunskap inom det geovetenskapliga ämnesområdet är av stor vikt för att människor skall klara av att hantera bland annat storskaliga och långsiktiga miljöproblem som antropogena klimatförändringar och marin förorening. Det finns flera initiativ globalt som arbetar med att lyfta geovetenskapen men trots detta arbete har geovetenskap fortfarande en relativt låg profil inom skolväsendet internationellt (Orion 2019).

Geovetenskapens roll i samhället gör att det finns ett behov att förstå hur man på bästa sätt kan lära ut dessa grundläggande kunskaper. Ett tidigt exempel på geovetenskaplig didaktik är en studie av Klemeš (1983) som beskriver hur konceptet rumtids-skalar påverkar vårt sätt att skapa meningsfulla föreställningar kring fysikaliska processer. I sin introduktion tar Klemeš upp att människor tenderar att se på skalor ur ett rent kvantitativt perspektiv. Skala är helt enkelt en förminskning eller förstoring av storleken på ett objekt, exempelvis en förstoring av ett favoritfotografi. Klemeš skriver att för de flesta extrapoleringar av skalor som människor gör i vardagen kan detta fungera utan att man förlorar mening, men att man bör vara försiktig med att förändra skalor speciellt när det gäller naturliga fenomen. Vidare säger Klemeš (1983 p. 1) att "In nature, scales of things are not arbitrary but arise as a function of their material substance and of the balance between the interacting forces". Klemeš säger också att istället för att påtvinga naturliga fenomen olika skalor så måste människor söka efter de skalor som finns och försöka förstå deras inbördes förhållande och mönster.

Även om geovetenskaplig didaktik är ett underrepresenterat ämne finns det ändå en god grund med didaktiska artiklar kring olika delar inom det geovetenskapliga fältet (Orion 2019). I detta arbete har jag dock valt att fokusera på de artiklar som behandlar geologisk tid och den geologiska tidsskalan. Dodick och Orion (2006) lyfter fram att trots att geologisk tid är ett tröskelbegrepp inom både geovetenskap och andra ämnen som biologi och astronomi, så är forskning kring hur studenter erfär ("lär sig") geologisk tid begränsad. I den publicerade forskningen om geologisk tid urskiljer Dodick och Orion (2006) två typer av studier: tidslinje-fokuserade ('event based') och logik-fokuserade ('logic based').

De studier som har tidslinjefokus inkluderar forskning kring hur studenten förstår geosfärens ålder från jordens eller universums bildande och framåt. Dessa studier grundar sig på att studenterna får i uppgift att relativt ordna en rad olika biologiska eller geologiska händelser utefter när de inträffade i förhållande till varandra. Det är också vanligt i dessa uppgifter att studenten ombeds att argumentera för varför de valde just den ordningen baserat på det kunskapsläge som de befinner sig i just då. Insamlad data från tidslinjefokuserade undersökningar används sedan för att kategorisera in studenterna i kategorier som representerar deras kunskapsnivå och eventuella missuppfattning ('misconceptions') kring absolut och relativ tid. Den andra typen av studier kring geologisk tid är så kallade logik-fokuserade ('logic based'). Dessa studier baseras på de logiska besluten som studenterna använder för att ordna geologiska eller biologiska händelser som representeras i stratigrafiska lager genom att använda grundläggande principer för relativ datering. Detta kan ske genom antingen en enkät där visuella problem används för att testa studenternas förmåga att rekonstruera depositions miljöer eller genom en intervju där man använder olika problem för att testa hur studenten kan rekonstruera geologisk strata.

Det finns några studier kring geologisk tid som använder sig av kvalitativa metoder, exempelvis Burton och Mattiotti (2011) samt Cheek (2013). Burton och Mattiotti (2011) riktade in sig mot hur studenter upplever olika geologiska processernas varaktighet i förhållande till deras upplevelse av rummet ('space') och stora tal. Cheek (2013) studerade däremot förhållandet mellan studenters förståelse för konventionell tid och geologisk tid. Det finns dock inga studier som använder sig av kombinationen kvalitativa data och fenomenografisk analys för att undersöka hur studenter på ett geologiprogram erfar geologisk tid vilket gör denna studie unik i sitt slag.

Jag har nu gett en överblick av tidigare studier inom geovetenskapsdidaktik samt diskuterat hur det mänskliga sinnet påverkar vår förmåga att erfar geologisk tid. I nästa kapitel kommer jag beskriva de teorier som ligger till grund för den fenomenografiska analysen samt beskriva min metod för datainsamling och analys. Därefter kommer jag att presentera resultatet av den fenomenografiska analysen, och avslutar detta arbete med att diskutera de resultat som kommit fram genom att bland annat jämföra delar av resultatet med utvärderingsmetoden Structure of the Observed Learning Outcome (SOLO) från Biggs och Collis (1982).

I detta arbete används geovetenskap som ett övergripande begrepp där alla discipliner som behandlar hur geosfären påverkas internt och externt inkluderas.

## 1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie är att få en förståelse för hur förstaårsstudenter på ett geologiprogram erfar fenomenet geologisk tid. Med utgångspunkt i ovanstående avser jag att svara på följande forskningsfrågor:

1. Hur erfar förstaårsstudenter geologisk tid?
2. Hur gestaltar förstaårsstudenter geologisk tid?

## 2 Teori

I detta kapitel skall jag beskriva de teoretiska ramverk jag använt mig av under analysarbetet. De huvudsakliga ramverket som ligger till grund för denna studie är fenomenografi. För att fördjupa analysen av den fenomenografiska analysen har jag även använt mig av en kunskapsstaxonomi som kallas Structure of the Observed Learning Outcome (SOLO).

### 2.1 Fenomenografi

“ We learn geology the morning after the earthquake.”  
(Emerson 1904 p. 262 )

Citatet från Ralph Waldo Emerson är en intressant observation ur ett fenomenografiskt perspektiv. Om en individ aldrig har erfart ett fenomen som exempelvis en jordbävning hur skall hen då kunna urskilja att det är just en jordbävning hen erfar och inte bara ett godståg eller Herculesplan som åker förbi utanför fönstret? När vi upplevt en jordbävning vet vi vilka ”signaler” som är kopplade till fenomenet jordbävning och vi kan därför urskilja dessa. Men olika personer kommer att erfara olika ”signaler” beroende på en rad olika faktorer. Exempelvis kommer de som bor på Island troligen att beskriva vulkaner på ett annorlunda sätt jämfört med dem som bor invid Vesuvius i Neapel. Ett annat exempel på hur man kan uppleva fenomenet vulkaner är om man exempelvis ser till den utbildning individen har som upplever ett vulkanutbrott. En vulkanolog kommer att erfara utbrottet på ett sätt och en geokemist kommer att uppleva det på ett annat sätt och det är här fenomenografin kommer in i bilden.

Grunden inom fenomenografi är att beskriva fenomen som exempelvis jordbävningar ur andra människors perspektiv. Det är variation av erfarenhet som fenomenografi har som mål att avtäckas och beskriva eller som Marton och Booth (2000) skriver i boken Om lärande: ”Fenomenografi har sin grund i ett intresse för att beskriva fenomen i världen såsom andra betraktar dem, och att avtäckas och beskriva variationer i det avseendet, i synnerhet i ett pedagogiskt sammanhang” (Marton & Booth 2000 p. 146).

För att identifiera de olika sätt som individer erfar ett fenomen på (till exempel geologisk tid) utförs en fenomenografisk analys. Insamlad data, som kan bestå av exempelvis intervjuer, analyseras och man identifierar olika sätt att erfara fenomenet ('kategorier') genom en iterativ process. En utförligare beskrivning av hur analysen är gjord för detta arbete och hur den iterativa processen går till finns i analyskapitlet (kapitel 5). Resultatet från en fenomenografisk studie är en kategorisering av människors sätt att uppleva ett specifikt fenomen och bygger upp ett så kallat utfallsrum. Kategorierna i detta utfallsrum är ofta hierarkiska, dvs. de går från ett mindre avancerat sätt att förstå/uppleva fenomenet till ett mer avancerat sätt. Varje kategori beskriver ett visst sätt att förstå fenomenet. “En del förmågor kan, utifrån varje enskilt fall, anses vara mer avancerade, mer komplexa eller mer kraftfulla än andra typer av förmågor. Skillnaderna dem emellan är pedagogiskt kritiska skillnader, och förändringar dem emellan anser vi vara den viktigaste formen av lärande” (Marton & Booth 2000 p. 146).

Det bör sägas att det inte är enskilda individer som kategoriseras, eftersom varje individ kan ha flera uppfattningar av fenomenet. Inom fenomenografi är det gruppens kollektiva erfärande av fenomenet som står i centrum, inte det individuella erfärandet av ett fenomen (Marton & Booth 2000).

Som jag nämnde ovan är syftet med en fenomenografisk studie inte att avslöja hur något egentligen är utan istället hur något uppfattas av andra människor. Det innebär att forskarens (den som gör analysen och kategoriseringen) egna åsikter om vad som är rätt eller fel inte är i fokus. Däremot är det oundvikligen så att forskarens egen bakgrund och erfarenheter kommer påverka hans eller hennes förståelse av data (Marton & Booth 2000; Cousin 2008). Fenomenografi är väl använd inom didaktisk forskning, se till exempel Ornek (2008) för en översikt. Dock finns det inte många studier inom geovetenskaplig didaktik som använt sig av denna metod (några av de få exempel som finns är McCracken 2004; Trigwell 2006; Stokes 2011; Layow 2017). Däremot kunde jag genom samarbete med LUPER-gruppen erbjudas ett gott stöd och exempel på liknande forskning inom fysiken som jag kunde implementera på geovetenskapen.

## 2.2 SOLO - taxonomi

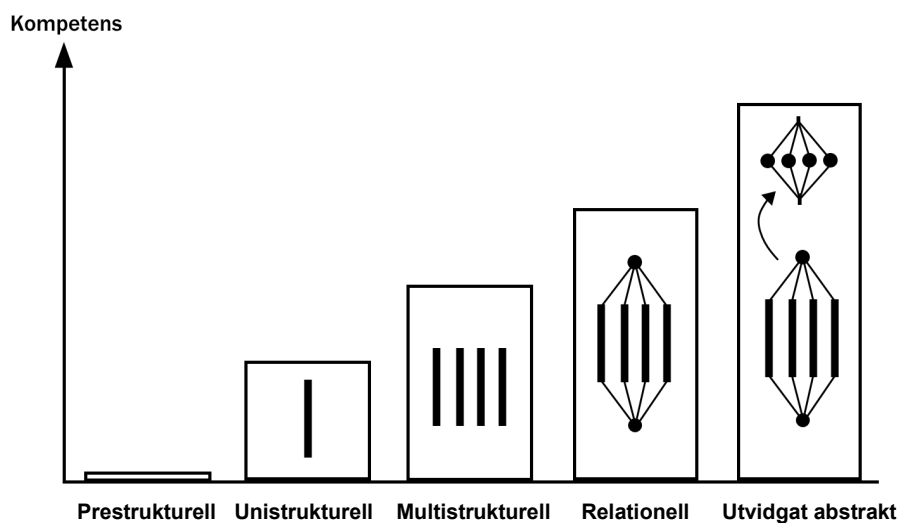
Structure of the Observed Learning Outcome (SOLO) är en internationellt använd kunskapstaxonomi för att bedöma den strukturella komplexiteten av en students sätt att erfara ett fenomen (Biggs & Collis 1982). En kunskapstaxonomi är en slags modell som ordnar studentens uttryck av ett erfaret fenomen i olika nivåer. I figur 2 visas en grafiskt representation av de olika nivåerna som finns i SOLO - taxonomin, den första nivån är 'prestrukturell' och beskriver en students erfärande av ett fenomen som är "begränsat" och utan kopplingar till andra koncept. Den "högsta" nivån är 'utvidgat abstrakt' och beskriver en students erfärande av ett fenomen som är "obegränsat" och med flera kopplingar till andra koncept samt att studenten börjar

använda sin konceptet som en plattform för att utforska nya områden. Nivåerna är en hierarkisk beskrivning av en students erfärande av ett fenomen vid en viss tidpunkt. Detta betyder att en student som ena dagen besvarat en fråga på prestrukturell nivå kan svara på en liknande fråga nästa dag som bedöms ligga på nivån utvidgat abstrakt (Biggs & Collis 1982). I tabell 1 (sid. 12) visas SOLO-nivåerna tillsammans med en beskrivning av nivåerna från Korp (2011) och ett exempel från geovetenskapen där jag tolkat SOLO nivåerna från Biggs och Collis (1982) ur ett geovetenskapligt perspektiv i form av geologisk tid.

## 3 Metodologi

Syftet med datainsamlingen för detta arbete var att kunna utföra en fenomenografisk analys av geovetarstudenters erfärande av geologisk tid. En fenomenografisk analys syftar till att identifiera på vilka kvalitativt olika sätt människor erfar olika fenomen som exempelvis geologisk tid (se ovan och Marton & Booth 2000). Därför valde jag att använda mig av intervjuer som min huvudsakliga metod för kvalitativ datainsamling. Ytterligare en viktig faktor för att få ett bra utfall i den fenomenografiska analysen är variation (Marton & Booth 2000). Därför valde jag att också variera metoden genom att inkludera en enkät. Ett annat sätt att skapa variation är genom utformningen av de frågor och uppgifter som studenterna fick ta del av.

Ett exempel på hur jag varierade uppgifterna som studenterna fick var att variera huvudtemat för varje intervju (först dåtid, sedan nutid och sist framtid). Genom att välja olika metoder och variera utformningen på de uppgifter som studenterna fick anser jag att förutsättningarna för att ta del av en stor variation av erfärande kring geologisk tid var goda. Nedan följer en mer utförlig beskrivning av de valda metoderna och utformningen av den enkät och de intervjuer som användes i denna studie.



Figur 2. Bilden visar de olika kunskapstaxonomiska nivåerna som är fastställda av Biggs och Collis (1982). Bildkälla: Kim Svensson, Lunds Universitet, LUPER-gruppen, 2020.

Tabell 1. Tabellen visar SOLO nivåerna från Biggs och Collis (1982) tillsammans med en beskrivning från Korp (2011) samt ett exempel på hur jag tolkar SOLO nivåerna ur ett geovetenskapligt perspektiv genom frågan, 'Vad är geologisk tid'.

SOLO-nivå	Beskrivning av SOLO-nivåer	Tolkning av SOLO-nivåer
<b>Utvidgat abstrakt</b>	Eleven uttrycker en medvetenhet om att det givna exemplet är ett fall av en mer generell och övergripande princip. Flera slutsatser hålls öppna.	Studenten är medveten om den geologiska tidens inverkan på ämnet geovetenskap och man har en stor förståelse för hur den dynamiska geosfären förändras över tid. Studenten använder denna medvetenhet för att etablera nya länkar mellan andra koncept men också för att diskutera andra ämnen ur ett geovetenskapligt tidsperspektiv exempelvis koppla samman konceptet geologisk tid med astronomi för att på så sätt förklara observationer som att aluminium inte skapats på jorden.
<b>Relationell</b>	Hela eller huvuddelen av resonemanget finns med. Eleven försöker få ihop en helhetsbild, som också förklarar motsägelser och konflikter. Eleven antyder att slutsatsen som dragits är en av flera möjliga.	Studenten känner till relationerna mellan koncepten inom geovetenskap. Exempelvis så vet studenten att den geologiska tidsskalan påverkas av olika geovetenskapliga processer. Studenten är medveten om att hans syn på geologisk tid påverkas av vilket perspektiv de använder sig av. De kan genom olika geovetenskapliga resonemang besvara frågor som exempelvis hur gammal är en gnejs från Skåne. Studenten är också öppen för att förändra sin bild av exempelvis åldern på gnejsen om det skulle uppstå motsägelser eller konflikter i resonemanget.
<b>Multistruktuell</b>	Flera konsistenta aspekter av data presenteras, men konflikter ignoreras och en förenklad slutsats dras på ett urval av enbart samstämmig information. Eleven uppmärksammar motsägelser och konflikter, men kan inte få ihop en övergripande förklaring.	Studenten känner till flera koncept inom ämnet geologisk tid exempelvis: geologisk tidsskala, processer och perspektiv och kan föra ett resonemang kring de olika delarna. Men om studenten stöter på fakta som motsäger den bild av hur studenten upplever exempelvis bildandet av granit kommer denna konflikt ignoreras och en förenklad slutsats som stämmer överens med studentens nuvarande kunskapsbild dras.
<b>Unistruktuell</b>	Svaret baserar sig uteslutande på en aspekt av resonemanget ifråga och eleven drar en förenklad slutsats som därför blir felaktig eller dogmatisk. Eleven försöker hantera två aspekter, men de är inte kongruenta och eleven lyckas därför inte dra någon slutsats.	Studenten svara utifrån ett ensidigt perspektiv på frågan exempelvis geologisk tid är den geologiska tidslinjen. Studenten känner till olika koncept inom ramen för geologisk tid.
<b>Prestruktuell</b>	Eleven försöker besvara frågan, men lyckas bara delvis få med något relevant. Eleven undviker frågan eller upprepar innehållet i den.	Svaret på frågan från studenten blir ofta nekande i form av exempelvis vet ej. Studenten kan undvika att svara på frågan genom att exempelvis säga att de inte vet något om geologisk tid eller så försöker de svara på frågan utifrån de enklaste principerna som berör ämnet exempelvis: jorden är gammal.

### 3.1 Kvalitativ datainsamling

Inom den kvalitativa dataanalysen utforskar och tolkar man teman, mönster, berättelser, narrationer, strukturer, språk etc. inom olika forskningsbara texter (exempelvis intervjuer, fältanteckningar, dokument och visuell data). Den huvudsakliga skillnaden mellan kvantitativ och kvalitativ datainsamling är att man inom kvantitativ insamling vill fånga upp så många generaliserbara "grupper" som möjligt medan man inom den kvalitativa datainsamlingen vill fånga upp nyanserna inom en "grupp" (Cousin 2008; Gubrium et al. 2012). Om vi tar den geologiska tidsskalan som exempel så kan vi se att skillnaderna mellan de kvantitativ och kvalitativ dataanalys är följande:

genom en kvantitativ datainsamling kan man med hjälp av en enkät mäta hur många som upplever problem eller svårigheter vid inläring av den geologiska tidsskalan, medans man genom en kvalitativ datainsamling kan ta hjälp av djupintervjuer som visar på

varför och hur olika individer upplever problem eller svårigheter vid inläring av den geologiska tidsskalan

### 3.2 Fallstudie

När man vill beskriva ett okänt fenomen, som exempelvis erfarenhet av geologisk tid, är det fördelaktigt att använda sig av en fallstudie (Carlström & Carlström-Hagman 2012). Det finns fyra egenskaper som är grundläggande för en fallstudie. Den första är att en fallstudie fokuserar på ett visst fenomen, den andra är att man strävar efter att beskriva fenomenet som studeras på ett så utförligt sätt som det är möjligt, den tredje egenskapen är att syftet med en fallstudie är att förbättra förståelsen av det fenomen som studeras och det fjärde och sista är att fallstudien utgår från detaljerna för att sedan kunna skapa nya begrepp som möjliggör för att kunna skapa en mer inkluderande helhetsbild (Carlström & Carlström-Hagman 2012). I denna studie syftar jag bland annat till att beskriva hur en grupp

studenter erfar geologisk tid och därför har jag valt att använda mig av en fallstudie som beskrivs av ovanstående egenskaper.

### 3.3 Skriftlig enkät

Enkäter består av ett frågeformulär med frågor som är relevanta för det valda forskningsområdet. Det är möjligt att genomföra enkätundersökningar på ett flertal olika sätt, exempelvis genom att skicka enkäten via post, använda sig av en webbaserad enkät eller att respondenter får besvara enkäten på plats. Vilket sätt man väljer att genomföra enkätundersökningen på beror på hur stor kontroll man vill uppnå när det gäller bortfall men även beroende på hur behjälplig man vill man vill vara när det gäller att svara på frågor som kan uppkomma under tiden respondenten svara på enkäten (Carlström & Carlström-Hagman 2012).

En enkät kan bestå av öppna och slutna frågor, de öppna frågorna är så kallade fritextsvar där respondenten får svara fritt på frågan som ställs i enkäten. Slutna frågor är frågor som respondenten besvarar genom att markera ett eller flera i förväg bestämda svarsalternativ (Carlström & Carlström-Hagman 2012).

### 3.4 Semistrukturerad intervju

Denna form av intervju är en blandning mellan en strukturerad intervju och en ostrukturerad intervju. I en strukturerad intervju ställs bara slutna frågor med kodade svar, som ja/nej-frågor. Denna form av intervju följer ett fast "manus" där man inte frångår det redan förutbestämda intervjumönstret. I en ostrukturerad intervju däremot är målet att uppnå en "naturlig" konversation där intervjuaren guidar respondenten kring de övergripande frågeställningarna. Denna form av intervju är "fri" och det finns inga fasta frågor som skall besvaras, målet är helheten. I den semistrukturerade intervjun är målet att samtalet är strukturerat i form av öppna frågor. Det kan till exempel vara frågor som; hur upplever du den geologiska tidsskalan, vilka processer är viktiga för att förstå den geologiska tidsskalan, hur upplever du varaktigheten av en tidskrävande geologisk process, vad betyder den geologiska tidsskalan för dig samt hur gör du för att lära dig de olika begrepp och processer som påverkar händelser som utspelar sig under jordens utveckling. Man kan också visa fotografier ('foto elicitation') med exempelvis specifika landformer och be respondenten att beskriva vad de ser. Följdfrågor kan vara hur lång tid tror du att det tagit att skapa dessa landformer, vilka processer tror du har varit av vikt för skapandet av dessa landformer, är det en del i en global förändring eller är det lokalt (Gubrium et al. 2012 p. 54). Med öppna frågor som dessa byggs det tema som man önskar behandla upp under intervjun och frågorna fungerar som en guide som låter samtalet flöda kring det valda temat. Det viktigaste är att den som intervjuar anpassar sig efter respondenten genom att modifiera och lägga till frågor under intervjuns gång utan att dominera och strikt styra intervjun (Cousin 2008).

## 4. Datainsamling

Urvalet för denna studie består av en frivillig grupp studenter som gick första året på kandidatprogrammet i geologi. Under insamlingen av data besvarade studenterna en initial enkät med öppna frågor och deltog sedan i tre semistrukturerade gruppintervjuer. I de följande avsnitten kommer jag att beskriva hur den skriftliga enkäten och intervjuerna utformades samt hur data mer detaljerat samlades in.

### 4.1 Datainsamling: Skriftlig enkät

Enkäten fungerade främst som underlag och komplement till de efterföljande intervjuerna men den användes också som ett sätt att presentera min studie för studenterna och på så sätt skapa intresse för att vilja delta i de kommande intervjuerna.

I detta arbete kommer frågor i enkäten att kallas frågor även om de i sin grammatiska form är exempelvis en uppmaning (placera ut markeringar på linjen), påstående (jag tycker) eller nyckelord (kön). Detta beslut grundar sig i boken Frågor och svar om frågekonstruktion i enkät- och intervjuundersökningar av Persson (2016, sid.13). I boken skriver Persson (2016) att frågor i ett frågeformulär är ett sätt att få information från en respondent och kallas därför frågor oavsett deras grammatiska form.

Enkäten bestod av tre bakgrundsfrågor och fem huvudfrågor (se Appendix 1). Huvudfrågorna var öppna, det vill säga att studenterna besvarade frågorna med fritextsvar. De två första frågorna i enkäten var frågor som användes i enkätundersökningar utförda av Dodick och Orion (2006) samt Czajka och McConell (2018) som översattes till svenska. Nedan följer den fråga som översattes från Czajka och McConell (2018).

Tidslinjen nedan representerar Jordens historia. Med hjälp av den skall du placera ut markeringar på linjen som visar när du tror att följande händelser inträffade. Skriv tillhörande bokstav vid varje markering.

De resterande frågorna i enkäten togs fram i två steg. Det första steget var att läsa igenom relevant litteratur dels generell litteratur som behandlar hur man utformar frågor (Carlström & Carlström-Hagman 2012; Teorell & Svensson 2007) men också ämnesspecifika litteratur bestående av tidigare studier som undersökt studenters förståelse för geologisk tid, exempel på litteratur som användes är Dodick och Orion (2006), Teed och Slattery (2011), Burton och Mattiotti (2011) samt Czajka och McConell (2018).

Det andra steget var att utifrån den lästa litteraturen utforma frågor som undersöker hur studenterna ser på geologisk tid dels genom processer men också genom att besvara mer filosofiska frågor, se exemplet nedan.

Förklara med egna ord hur du upplever en miljon år. Du får mer än gärna använda exempel och analogier.

Utgångspunkten för samtliga frågor var att de skulle fungera som en initial inblick i hur studenterna upplever geologisk tid. Bearbetning av frågor och valet av frågor till enkäten skedde genom diskussion med mina handledare.

## 4.2 Datainsamling: Intervju

Den valda intervjumetoden för detta arbete är en kombination av en semistrukturerad intervju och fokusgrupp, en så kallad semi-strukturerade gruppintervju (se beskrivning av semistrukturerad intervju ovan). Syftet med denna form av intervju är att man låter en liten grupp på 3-6 deltagare arbeta med några på förhand bestämda huvudfrågor som är centrerade kring ett tema (Carlström & Carlström-Hagman 2012).

Hur deltagarna väljer att diskutera samt vad deltagarna väljer att fokusera på under intervjun beror bland annat på sammansättningen i gruppen, vilken bakgrund deltagarna har och vilken typ av uppgift de får. Förutom att den lösa strukturen bidrar till att deltagarna känner sig mer delaktiga i själva studien så möjliggör den också att forskaren kan fånga upp och utforska områden som berör temat men som kanske inte uppdagades i förarbetet eller områden som kan vara helt nya för just denna studie.

Samtliga moment under datainsamlingen skedde på svenska. Anledningen till att intervjuerna genomfördes på svenska var dels för att undervisningen på grundutbildningen i geologi är på svenska. Men framförallt valdes svenska som språk på grund av att jag ville ge studenterna möjligheten att uttrycka sig spontant och mer detaljerat genom sitt förstaspråk. Genom att studenterna kunde tala friare fick jag tillgång till ett rikare material och en mer varierad bild av deras uppfattning om hur de erfar tid. Fördelarna med att hålla intervjuerna på studenternas förstaspråk kan också stödjas av en studie utförd av Airey och Linder (2007), där man fann att om undervisning skedde på engelska så sjönk studenternas benägenhet att fråga och svara på frågor betydligt. Jag ansåg att resultaten från Airey & Linder (2007) också kunde ses påverka studenternas deltagande i muntliga diskussioner varför jag valde att hålla intervjuerna på svenska. Att enkät och intervjuer var på svenska har dock inte påverkat urvalet av studenter då samtliga deltagare på kursen kunde svenska.

Intervjuerna är huvudkällan till materialet som samlades in under denna studie. Uppgifterna till intervjuerna togs fram genom samma process som för enkäten (se kapitel 4.1) men med tillägget att jag vägrade in en initial analys av resultatet från enkäten. Intervjuerna delades in i tre huvudteman: dåtid, nutid och framtid. Varje intervju var i sin tur indelad i tre uppgifter: introduktion, huvuduppgift och avslutandeuppgift, förutom den sista intervjun som bestod av enbart en uppgift. Målet med att dela in intervjuerna i tre huvudtema och olika uppgifter var att skapa en god blandning av uppgifter som tillsammans med en trygg och kreativ miljö möjliggjorde för ett brett spektrum av upplevelser kring fenomenet geologisk tid bland studenterna (figur 3).

Under intervjuerna deltog jag och Kim Svensson doktorand från gruppen för fysikdidaktisk forskning vid Lunds universitet (LUPER-gruppen). Jag kommer nu presentera upplägget för intervjuerna mer i detalj.

### 4.2.1 Intervju 1: Dåtid

Målet med den första intervjun var att få en djupare



Figur 3. Bilden visar uppsättningen under en av de tre intervjuerna.

förståelse för hur studenterna arbetar med den geologiska tidsskalan och hur de erfar den geologiska tidsskalan genom uppgifterna 'association', 'tidslinje' och 'mindmap'.

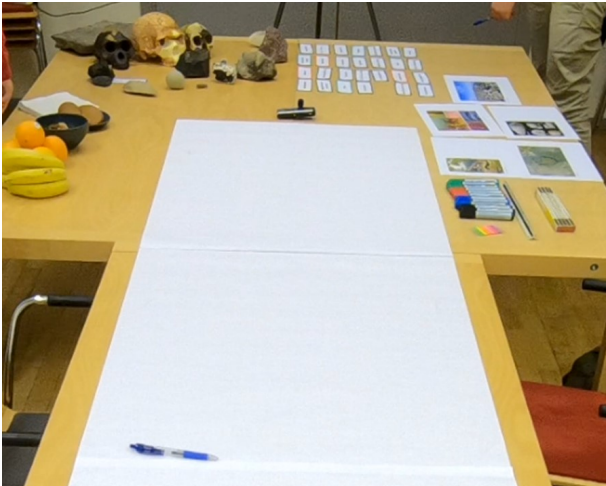
Introduktionsuppgift 'association': Uppgiften gick ut på att studenterna fick välja ett eller flera fotografier (figur 4) som de sedan skulle diskutera ur ett geologiskt tidsperspektiv. Antalet fotografier som studenterna diskuterade berodde på hur lång tid de diskuterade varje bild. Det var helt upp till studenterna att bestämma om de ville diskutera en eller flera fotografier. Denna metod att samla in data kallas 'photo elicitation' och förutom att den ger en inblick i vad studenterna associerar till är det också en bra introduktionsuppgift som möjliggör för studenterna att känna sig mer bekväma och delaktiga i intervjun (Cousin 2008).

Huvuduppgiften 'tidslinje' bestod av en övning där studenterna skulle skapa en tidslinje med hjälp av lappar med namn på olika geologiska händelser exempelvis kambriiska explosionen, växter koloniserar land, snöbollsjorden samt rekvisita i form av bland annat skallar och fossil (figur 5, sid 16).

Valet av huvuduppgift grundar sig dels på att geologiska tidslinjer är en central del för förståelsen av geologisk tid och geovetenskapliga fenomen men också på att det är ett koncept som är svårt att lära sig under utbildningen. Ytterligare en anledning till valet av uppgift var att enkätsvaren visade på att studenterna kunde sätta ut händelser i rätt ordning men att spannet mellan de olika händelserna var varierande. Svårigheten att skala om tid till korrekt avstånd mellan händelserna är något man observerat i liknande studier som exempelvis Czajka och McConell (2018).



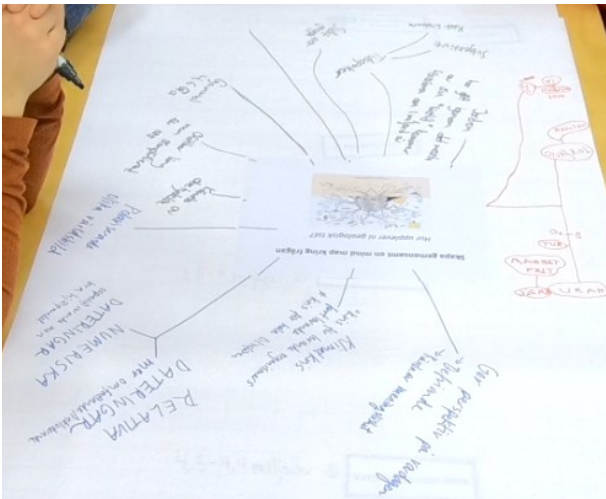
Figur 4. De sex fotografierna som studenterna fick välja mellan under introduktionsuppgiften 'association'. a. sanddyn, b. godishylla, c. furformationen, d. granithäll, e. rotsystem, f. fossiliserad fisk.



Figur 5. Bild från huvuduppgiften 'tidslinje' som visar vilken rekvisita som användes under övningen exempelvis bergarter, olika fossil och illustrationer av olika händelser.

Därför ansåg jag att det kunde vara av intresse att se och höra hur studenterna arbetar och tänker kring den geologiska tidslinjen.

Den avslutande uppgiften ('mindmap') gick ut på att skapa en mindmap med hjälp kring frågan 'hur upplever du geologisk tid'. Uppgiften gick ut på att studenterna fick tid att reflektera och diskutera fritt kring de saker som de tycker är viktiga med avseende på geologisk tid (figur 6).



Figur 6. Bild från den avslutande uppgiften 'mindmap' som visar hur studenterna arbetade med 'mindmap' uppgiften.

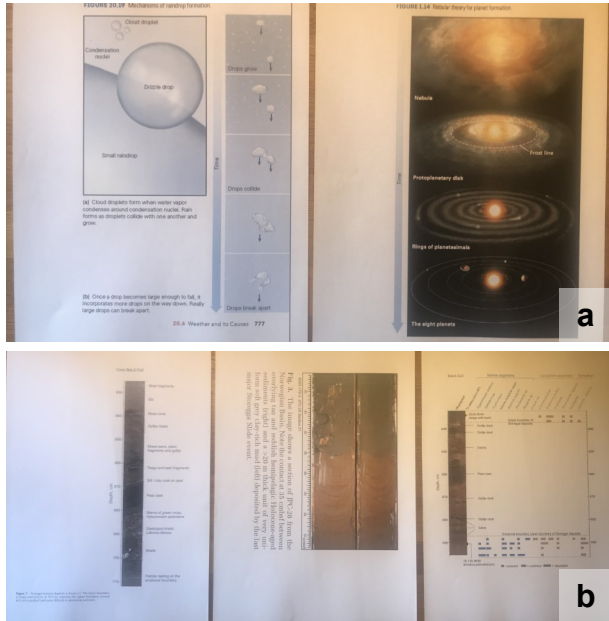
Uppgiftens syfte var dels att sammanfatta hela intervjun men också ett sätt att få studenterna att själva få beskriva hur de erfar geologisk tid. Uppgifter av denna typ är också bra för att skapa en miljö som gör att studenterna känner sig trygga och delaktiga i intervjun.

#### 4.2.2 Intervju 2: Nutid

Målet med den andra intervjun var att få en djupare förståelse för hur studenterna erfar olika geovetenskapliga processer ur ett geologiskt tidsperspektiv ge-

nom uppgifterna 'jämförande', 'cyklisk vs linjär' och 'visualisation'.

Introduktionsuppgift 'jämförande': Uppgiften gick ut på att studenterna först fick två illustrationer från läroboken *Earth: Portrait of a planet* (Marshak 2019) som de skulle använda sig av för att jämföra och diskutera hur de upplevde illustrationerna ur ett tidsperspektiv, figur 7a. Efter att de diskuterat det första bildparet fick det ut ett annat bildpar men nu med illustrationerna från följande publicerade artiklar Rasmussen et al. (2018) och Paull et al. (2010), figur 7b.



Figur 7. Illustrationer som användes under introduktionsuppgiften 'jämförande'. a visar regndropps formation och nebulaformation från Marshak (2019). b. visar sedimentkärnor från Rasmussen et al. (2018) och Paull et al. 2010.

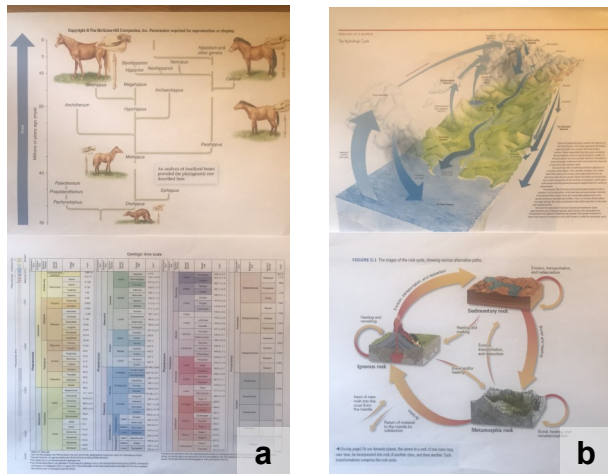
Även detta bildpar skulle användas för att jämföra och diskutera hur de upplevde illustrationerna ur ett geologiskt tidsperspektiv. När det andra bildparet var färdigdiskuterat ombads studenterna att jämföra illustrationerna från läroboken med illustrationerna från de publicerade artiklarna för att se hur de upplevde skillnaden mellan representationerna. Återigen användes metoden 'photo elicitation' som utgångspunkt med enda skillnaden att under denna uppgift blev studenternas diskussion mer riktad då de fick två på förhand utvalda illustrationer och en tydligare instruktion om vad de skall diskutera (Cousin 2008).

Valet av bilder till den första delen i uppgiften baserades på att bilderna skulle visa en tydlig tidsskala men att den saknade en tydlig tidsangivelse för hur lång tid processen pågått. För bilderna i den andra delen baserades valet på att det skulle vara ett fenomen som skedde plötsligt, som orsakade storskaliga förändringar och att dessa förändringar skulle kunna observeras i en marin sedimentationsmiljö. Valet landade i Storegga skredet utanför Norges kust.

Huvuduppgift 'cyklisk vs linjär': Då man inom geovetenskap rör sig mellan både cykliska och linjära fram-



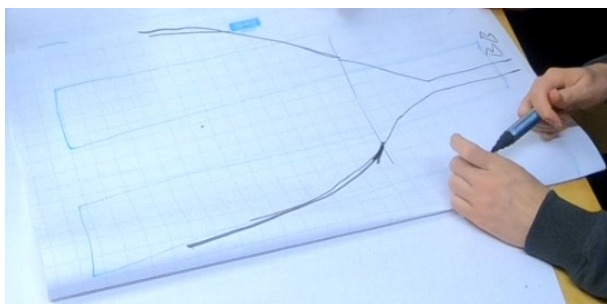
ställningar av olika fenomen (exempelvis hydrologiska cykeln och bergartscykeln) är det av intresse att se hur de olika processernas tidsperspektiv och skalor påverkar studenternas upplevelse av geologisk tid. Uppgiften gick ut på att studenterna fick illustrationer med olika cykliska och linjära processer (figur 8).



Figur 8. Illustrationer som användes under huvuduppgift 'cyklisk vs linjär'. a. geologiska tidsskalan (Bildkälla: International Commission on stratigraphy) samt hästens evolution (Bildkälla: The McGraw-Hill Companies, Inc.). b. hydrologiska cykeln samt bergartscykeln (Bildkälla: Marshak 2019).

Dessa illustrationer skulle de sedan diskutera med avseende på frågan: "hur upplever ni att cykliska respektive linjära framställningar av olika processer påverkar er uppfattning av tid?".

Avslutande uppgift 'visualisation': Uppgiften gick ut på att skapa en mindmap med hjälp av frågan 'hur visualiserar ni geologisk tid' (figur 9).



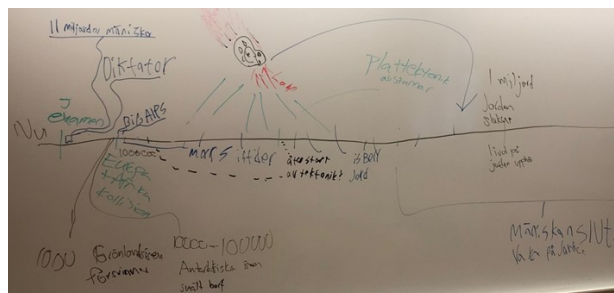
Figur 9. Bilden visar hur studenterna arbetade under den avslutande uppgiften 'visualisation'.

Detta var en sammanfattande avslutning på hela intervjun och gick ut på att studenterna fick tid att reflektera och diskutera fritt kring de saker som de tycker är viktiga med avseende på geologisk tid ur ett visuellt perspektiv.

#### 4.2.3 Intervju 3: Framtid

Målet med den tredje intervjun var att få en djupare förståelse för hur studenterna erfar geovetenskaplig tid ur ett framtidsperspektiv genom uppgiften 'scenario'

Huvuduppgift 'scenario': Idén till denna uppgift uppstod under en diskussion mellan mig, mina handledare och medlemmar från LUPER-gruppen när vi diskuterade hur den andra intervjun hade gått. Under diskussionen frågade vi oss "när anser en geovetare att den geologiska tidsskalan slutar?". För att undersöka detta utformade vi en uppgift som gick ut på att studenterna, med hjälp av deras nuvarande kunskaper inom geovetenskap och tankar kring geologisk tid skulle skapa ett eller flera framtidsscenario för jorden. Uppgiften gick till på följande sätt: först fick studenterna ca 15 min på sig att skriva ner sina tankar om jordens framtid. Därefter skulle de som grupp diskutera och rita upp ett eller flera scenarier på tavlan (figur 10).



Figur 10. Studenternas illustration av jordens framtid från huvuduppgift 'scenario'.

#### 4.3 Datainsamling - Teknik

Datainsamling för denna studie utfördes under fyra olika tillfällen och med två olika metoder, för en mer detaljerad beskrivning se Appendix 2. Enkäten delades ut i pappersformat och samlades in efter att studenterna besvarat frågorna. För att samla in data från intervjuerna dokumenterades de med hjälp av video- och ljudinspelningar. Innan den första intervjun fick samtliga deltagare fylla i ett medgivandeformulär i enlighet med EU:s General Data Protection Regulation (GDPR) som beskriver hur personuppgifter ska hanteras under insamlingen och analysen, samt hur personuppgifterna bör arkiveras när projektet är klart (Dataskyddsförordningen). Medgivandeformuläret går att se i Appendix 3.

Insamling av data via ljud och video möjliggjorde för en rik tillgång på material men också ett sätt att säkerställa kvaliteten på transkriberingarna då det var möjligt att gå tillbaka för att se och lyssna på olika passager flera gånger. Att intervjuerna spelades in med både ljud och bild medförde också att det var lättare att urskilja enskilda ord eller meningar som var "svårtydda" i videon då de kunde "dubbelkollas" genom att lyssna på samma konversation inspelad av exempelvis den mikrofon som var närmast talaren. Det insamlade materialet möjliggjorde också genom videoinspelningarna att man kunde studera deltagarnas tal i samband med rörelser, gester och ansiktsuttryck.

Utöver det rika video- och ljudmaterialet samlades också alla anteckningar och illustrationer in efter varje intervjutillfälle (exempel på insamlade alster finns i kapitel 6.1.4). Av anteckningar och illustrationer var det speciellt illustrationer som används i analysarbetet för att se hur studenterna själva visualiserade geologisk tid.

## 5 Analys

I detta delkapitel kommer jag att beskriva hur den fenomenografiska analysen av insamlat material gick till. Video- och ljudinspelningar av intervjuerna är grunden för detta arbete och de fungerade både som källa för transkriberingen. De var också ett stöd under kodning och analysarbete då de bidrog till att sätta studenternas diskussioner och uttalande i rätt sammanhang så att inte viktiga aspekter såsom gester, kroppshållning och tal går förlorade.

### 5.1 Fenomenografisk analys

Den inledande analysen av insamlad data bestod av tre olika delar. I det första steget, som pågick parallellt med datainsamlingen, gjordes en initial analys av enkäten och intervjuerna för att identifiera intressanta aspekter eller oklarheter i materialet som sedan skulle kunna användas till underlag för nästkommande moment. För enkäten bestod detta steg av att sammanställa studenternas handskrivna svar ordagrant i ett Excel-dokument. Samt att göra en initial analytisk sammanställning av deras svar genom att se på deras generella förståelse för geovetenskapliga fenomen (ex. sedimentation, geologisk tidsskala och platttektonik) och geologisk tid. För intervjuerna bestod detta steg av att titta igenom videomaterialet och lyssna till ljudinspelningarna ett antal gånger för att få en känsla för materialet men också för att kunna lyfta upp eller förtydliga intressanta aspekter som uppstått under intervjun.

I det andra steget av analysen transkriberades intervjuerna med hjälp av programmet NVivo12. På grund av den stora datamängden transkriberades främst de delar som innehöll relevanta diskussioner kring studenternas uppfattningar om geologisk tid och deluppgifterna däromkring. Detta kunde exempelvis vara hur de uttrycker sig om tid språkligt, hur de upplever tid eller hur de resonerade kring absolut och relativ tid. Material som inte transkriberades var exempelvis om studenterna diskuterade huruvida de ville ha en röd eller grön penna. Relevanta delar ur insamlad data identifierades utifrån den initiala analysen som beskrivits ovan.

I det tredje steget bearbetades materialet genom en fenomenografisk analys. Bearbetningen av materialet gick till på följande sätt. Materialet lästes och lyssnades igenom ett flertal gånger med fokus på två centrala teman: "Att erfa geologisk tid" och "Hur lär man sig att erfa geologisk tid". Under processen kodades specifika delar av data (exempelvis enskilda citat, diskussioner, gester och illustrationer) in i olika kategorier och sub-kategorier som exempelvis 'hantering av tal', 'perspektiv' och 'resonemang'. För ett exempel på indelningen och kodning (figur 11).

Utifrån de kodade kategorierna framkom sedan *in vivo* ett antal kategorier för vardera synsätt, exempelvis 'deras upplevelse' och 'deras metod' från hur studenterna erfar tid, samt 'statisk' och 'dynamisk' från hur man lär sig att erfa tid. Kategorierna som nämns ovan identifierades genom en iterativ process, vilket är grunden för kvalitativa forskningsmetoder och del av den fenomenografiska analysen. Utifrån en

initial kodning av en del av data kunde kategorier med liknande betydelse föras samman till större sammansatta kategorier. Allt eftersom data fortsatte att kodas sorterades dessa kodningar in i en av de olika identifierade kategorierna. Denna sortering och "omsortering" fortsatte tills alla data var kodad och placerad i en av de olika kategorierna och inga fler ändringar ansågs kunde göras (ofta benämnd på engelska med ordet 'saturation'). Varje kategori beskrev nu kvalitativt skilda sätt att 'erfa geologisk tid' samt 'hur man lär sig erfa geologisk tid'. Denna kategoriseringsprocess beskrivs närmare av Lincoln och Guba (1985).

En annan viktig aspekt som läsaren bör vara medveten om är att när man använder en fenomenografisk analysmetod så är även den som analyserar en del av analysen (Marton & Booth 2000; Dahlgren & Johansson 2009). Den bakgrund och de perspektiv som forskaren bär med sig kommer till en viss del påverka hur man exempelvis kodar och tolkar olika passager från data. Min egen akademiska bakgrund, som påverkar min analys och uppfattning av data, innehåller bland annat kurser inom maringeologi, oceanografi, naturgeografi, paleontologi och geovetenskaplig didaktik.

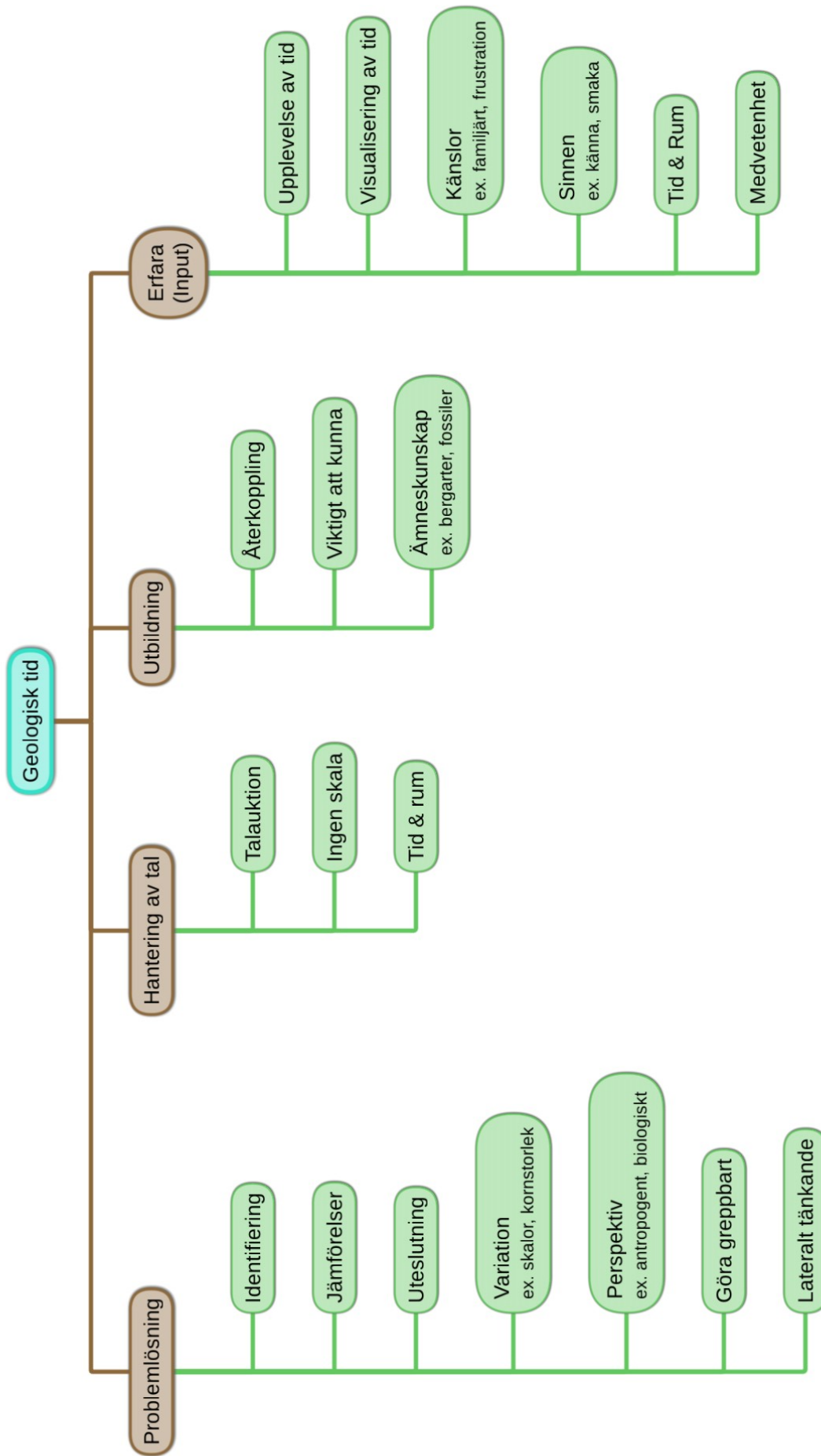
### 5.2 Kvalitetssäkring av processen

I Lincoln och Guba (1985) presenteras fyra kategorier för att kvalitetssäkra kvalitativ data och analys i samhällsvetenskapliga studier.

Den första kategorin är " trovärdighet" ('credibility') och angrips genom att använda beprövade metoder och teorier men också genom att bland annat se på insamlad data ur nya perspektiv genom att diskutera med kollegor och experter. I detta arbete har jag valt att samla in data genom semistrukturerade gruppintervjuer i form av en fallstudie som jag sedan analyserade genom fenomenografisk metod. Samtliga metoder och teorier är välförankrade och beskrivna inom den kvalitativa forskningen (se kapitel 2). Val av metod, teorier och utveckling av intervjuunderlag samt analys av insamlad data skedde i nära samarbete med LUPER-gruppen och experter inom geovetenskap.

Den andra kategorin är "överförbarhet" ('transferability') och beskriver hur väl resultat kan överföras och användas i liknande studier. Stake och Trumbull (1982) föreslår att ett sätt att göra detta är att forskaren tillhandahåller tillräckligt med information så att läsaren själv, utifrån sin kunskap och erfarenheter kan bedöma hur god överförbarheten är. I detta arbete har jag försökt att tillhandahålla tillräckligt med information om hur jag valt metoder, hur jag byggt upp intervjuerna, hur jag utfört intervjuerna och hur jag har analyserat de insamlad data.

Den tredje kategorin är "pålitlighet" ('dependability') som är jämförbar med naturvetenskapen 'tillförlitlighet'. Pålitligheten är kopplad till överensstämmelse och visar hur väl resultaten kan återskapas om studien upprepas i samma eller liknande kontext. I detta arbete kan det vara svårt att exakt återskapa de resultat som framkommit då det är studenternas erfarenande under just dessa tillfällen som undersökts. Men genom samarbetet med LUPER-gruppen och experter inom geovetenskap samt med en transpa-



Figur 11. Bilden visar en del av den schematiska bild som skapades för att få en översikt av hur materialet kodades in. I detta skede av analysen var inte kategorierna fullt fastställda och namngivna. De namn och beskrivningar som illustreras i denna bild är de arbetsnamn och stödord som användes under analysarbetet.

rant beskrivning av tillvägagångssättet är min förhoppning att andra kan göra liknande studier och uppnå liknande resultat.

Den fjärde kategorin är "anpassningsbarhet" ('confirmability') och beskriver hur väl studien och resultaten är formade av deltagarna och inte utifrågaren. Detta är en svår kategori att uppfylla då man inte helt kan bortse från hur mina kunskaper och mina erfarenheter påverkar valen jag gör. Men genom att beskriva steg för steg hur jag gått tillväga under både uppbyggnad av studien samt under analysarbete är min förhoppning att man kan följa processen och på så vis se att själva forskningsprocessen är skild från mig som forskare.

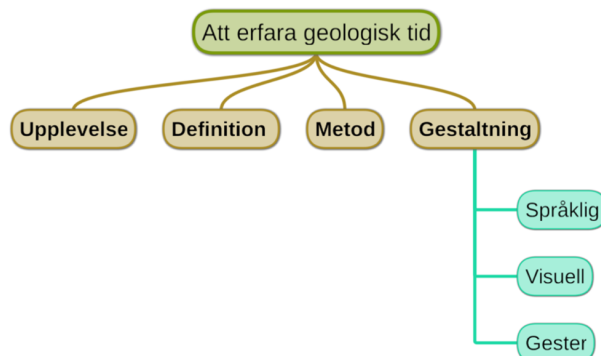
## 6 Resultat

I detta kapitel kommer jag att beskriva resultaten från den fenomenografiska analysen. Den iterativa processen som beskrivs i kapitel 5 resulterade i två huvudteman och åtta kategorier (figur 12). Jag kommer presentera resultatet i två delar, i den första delen presenterar jag resultaten kring tema 1: "att erfara geologisk tid". I den andra delen presenterar jag resultaten kring tema 2: "erfarandemodeller". För att presentera och exemplifiera resultaten kommer jag dels att visa utdrag från studenternas diskussioner under intervjuerna samt också visa exempel från deras enkätsvar. I utdragen från intervjuerna har studenterna fått pseudonymer för att skydda deras identiteter. Pseudonymerna som används för studenterna är S1, S2, S3, S4, S5 och S6.

När jag eller Kim Svensson interagerar med studenterna under intervjun, för att exempelvis få ett förtydligande, kommer detta att synas i form av våra initialer (JL eller KS). I utdragen nedan kommer jag inte göra skillnad på om exemplet kommer från en enkät eller från en av intervjuerna. Av de nio studenter som besvarade enkäten valde sex att delta i intervjuerna, två studenter deltog i samtliga intervjuer, två studenter deltog bara i de två första och två studenter deltog bara i de två sista.

### 6.1 Tema 1: Att erfara geologisk tid

För tema 1 resulterade den fenomenografiska analysen av materialet i fyra kvalitativt distinkta kategorier; 'upplevelse', 'definition', 'metod' och 'gestaltning' (figur 13). Jag kommer nedan att beskriva var och en av dessa kategorier.



Figur 13. Denna representation illustrerar de olika kategorier som jag identifierat, samt underkategorier till dessa. Förklaringar till de olika delarna återfinns i texten nedan.

#### 6.1.1 Kategori 1: Upplevelse

Studenternas beskrivningar av tid i denna kategori präglas generellt av metaforer och liknelser, vilket ses i alla de citat som presenteras nedan. Jag börjar med att se på hur studenterna upplever geologisk tid.

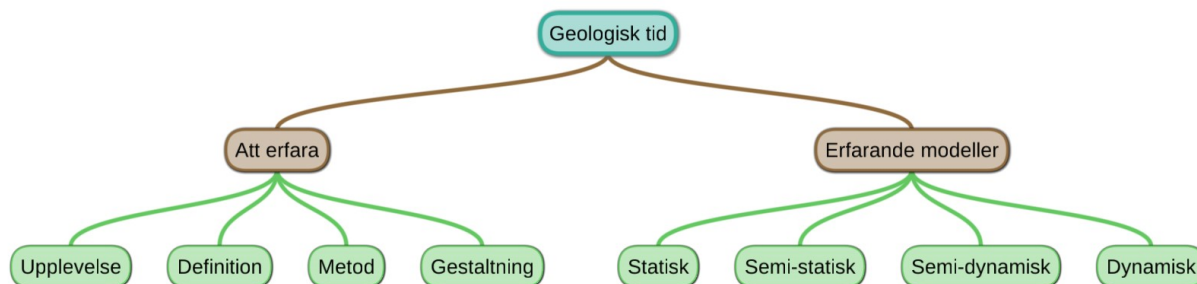
I denna kategori står människan i fokus, tid upplevs som t.ex. stressande, till för att passas och något man använder för att mäta längden av olika processer. Den är relativ och påverkas av vad som händer och sker omkring oss och man har bara en begränsad tid på sig att göra det man vill. Det finns en tydlig medvetenheten om hur tid inverkar på det mänskliga livet. En bra sammanfattning av hur några av studenterna upplever mänsklig tid återfinns i följande två citat:

*"[Tid är] Ett rum/lucka/fönster där jag lever. Av mig upplevt som stort. Tid innan och efter upplevs som litet och mindre betydelsefullt, vilket egentligen är motsägelsefullt"*

*"Tid är väldigt stressande. Det är det enda man har och arbetar mot den hela tiden för att hinna ta till sig allt väsentligt man känner man vill göra innan man tar ner skylten."*

Här blir det tydligt att studenterna använder metaforer för att beskriva tid; som ett rum eller fönster, eller något man arbetar mot och som har ett definitivt slut ("ta ner skylten"). Citaten ovan speglar också en existentiell syn på tiden där man tänker på sin egen utmätta tid och vilken betydelse den har. Om vi förflyttar oss från hur studenterna upplever tid generellt till hur de upplever en miljon år kan vi se att det uppstår en dualitet.

Här jämför man den egna tidens begränsningar med den geologiska tidens oändlighet.



Figur 12. Illustration av de två huvudtemana med tillhörande kategorier som kom fram under den fenomenografiska analysen .

Vi ser nu att det finns ett mänskligt sätt att se på tid och det finns ett geologiskt sätt att se på tid. Ur ett mänskligt perspektiv upplevs en miljon år som något oändligt stort och ofattbart men genom att sätta in tids- spannet i ett större sammanhang, som exempelvis ast- ronomiskt, geologiskt, biologiskt eller matematiskt, så förvandlas förhållandet mellan vad som upplevs som ett långt tidsspann och ett kort tidsspann till en relation mellan olika processer.

*"[En miljon år är] egentligen väldigt kort tid i det stora hela, jämfört med jordens och universums ålder (och hur lång tid vissa astronomiska processer tar). Det går dock egentligen inte riktigt att greppa om siffran. Något som är ofattbart långt för människan men kort i det stora hela."*

*"Innan jag började läsa geologi tyckte jag 1 miljon år var extremt lång tid. Jag tycker fortfarande det är väldigt lång tid, men vet att det är ganska kort tid geologiskt. Det är svårt att förstå hur lång tid det faktiskt är"*

*"En miljon år är tillräckligt med tid för att leva 10 000 fulla människoliv (Om man räknar ett fullt liv som 100 år). Samti- digt är en miljon år inte tillräckligt för att evolution ska kunna förändra de arter vi ser omkring oss. En miljon år är både för kort och för lång tid."*

*"→  $1 \cdot 10^6 / 4600000000 = 1/4600$  del av tiden jorden fun- nits → ca 3 gånger så lång tid som människan funnits → en mycket kort del av den tid det funnits levande organismer på jorden"*

Det finns även ett fördjupat sätt att uppleva en miljon år på och det är genom att koppla samman det geolo- giska tidsperspektivet med det geologiska rumsper- spektivet. Genom att se på geologisk tid ur ett geove- tenskapligt processperspektiv skapar man ett nytt sätt att uppleva geologisk tid på, det geologiska rum- tidsperspektivet. I detta perspektiv ingår inte bara den geologiska tidsskalan som en statisk referens utan man inkluderar tidsskalan för enskilda geovetenskapliga processer och dess rumsliga aspekter och skapar där- med en dynamisk geologisk tidsskala.

*"Det beror mycket på vilka processer jag tänker på. Men i många fall har jag på senaste tiden börjat uppleva en miljon år som något ganska kortvarigt. Jag tror inte detta har så mycket med tiden att göra utan snarare vilka processer man tvingas greppa och under vilka tidsrymder de händer. Geo- logiska tidsrymder är så ofattbara så de hamnar i en annan kategori av medvetandet än det som upplever tiden."*

Det intressanta som också nämns i det sista citatet är att trots att man kan få en förståelse för att tiden upp- levs som relativ genom att sätta den i relation till olika processer, så kvarstår ändå upplevelsen av att en mil- jon år och geologisk tid är ofattbara och svåra att rela- tera till. Insikten av människans litenhet i jämförelse med ett oändligt perspektiv ger upphov till två olika upplevelser, där det ena upplevelsen är att man upple- ver en känsla av meningslöshet:

*"Vad skall man säga, förminskande"*

*"Känsla av obetydelse typ eller någonting jag vet inte"*

*"Meningslös ..."*

Den andra upplevelsen är att man upplever litenheten som befriande, och perspektivgivande.

*"Fast jag tycker det är så här lite befriande det ger lite per- spektiv"*

*"Alltså jag om man tänker så klimtmässigt så tycker jag att det är lite skönt att tänka att jorden har väldigt lång historia. Alltså det är ju egentligen vi som har existentiell kris, för det är vår art som håller på att dö ut "*

Geologiskt tidsperspektiv upplevs också som svårare att prata om än kortare tidsperspektiv.

*"Jag tycker det var mycket lättare att prata om typ så här mer kortare tidsperspektiv, jag har inte så mycket att säga om så här lång tid liksom"*

Geologisk tid upplevs också i relation till hur viktig den är i förhållande till den egna personen.

*"Ja men jag tycker typ geologi på ett sätt känns lite så här, ja men typ tråkigt nästan att det är så lång tid om man får säga så för det är liksom. Så här, hur är det typ relevant för mitt liv liksom. När man typ skall läsa om nåt som hände för miljarder eller miljoner år sedan "*

Det finns också en stark koppling till att tolka den geo- logiska tidslinjen och geologisk tid ur ett mänskligt perspektiv, där fokus ligger kring evolution och slut- produkter.

*"Ja, det visar ju att, ju närmre oss vi kommer desto vikti- gare, desto mer inzoomning krävs för att vi, [ju] viktigare tycker vi det är eller nått, jag vet inte "*

*"Sen är det också värt att notera att det är när livet börjar diversifieras som vi börjar titta liksom på, på saker mer i detalj. För det visar väl lite också på att vi, vad vi värderar när det kommer till tid, vi liksom, man, folk är mer intresse- rade av när ett visst, olika typer av fossila djur levde än vad heter det i allmänhet än vad heter det åldern på en granit"*

**S3:** *Mmm, och att det vi har en relation till är ju senaste, ja egentligen bara senaste 500 miljoner år, före de så. Alltså egentligen är det en ganska stillsam tid*

**S2:** *Alltså det var ju rätt så lugnt här typ fast egentligen inte*  
**S3:** *Även om det hände brutala grejer så ... ganska långsamt*  
**S2:** *Alltså ja men, det ger ju, man kan ju säga att det ger perspektiv på vad som liksom krävs för liv egentligen som för att, det var ju en otrolig lång tid innan liv ens började komma till liksom sådär*

**S3:** *Håller ni med om att den är långsam eller ja tid kan ju inte vara långsam men jag tycker det*

Vi ser också här hur studenterna använder mer metafo- rer och liknelser för att uttrycka tid och tidslinje ur ett mänskligt perspektiv; "inzoomning" som något vi gör och som är hämtat från ett spatialt perspektiv på tids- skalan, "vi har en relation till" något som ligger när- mare i tid, när det inte finns mycket information besk- rivs tiden som "stillsam" samt geologiska processer som "brutala grejer".

### 6.1.2 Kategori 2: Definition

Den andra kategorin handlar om studenternas definit- ion av geologisk tid. En viktig stomme i studenternas sätt att tänka kring geologisk tid är den geologiska tidsskalan med dess sträckning och indelning i eoner, eror och perioder.

*"Jag tänker väl typ på alla tidsepokerna"*

*"Tidsepokerna tycker jag är viktiga också för att utan, alltså innan man hade koll på dem, så var det lite så"*

De namn som studenterna refererar till mest är perioder medan eror och eoner inte används lika ofta

*"Silur, Kambrium, Ordovicium"*

**S1:** *Fanerozoikum är väl typ det som har varit*

**S3:** *Före*

**S2:** *Fanerozoikum, aja*

**S1:** *Men är inte det de som är nu, asså det som*

**S3:** *A just det, det är hela vägen, ja*

**S1:** *Är inte det hela tiden*

**S3:** *Det är väl asså både ehm Mesozoikum*

**S1:** *Och, Paleozoikum*

**S3:** *Paleozoikum tror jag det hette*

Studenterna använder både siffror och "namn" när de refererar till en händelse.

*"Men Sveriges yngsta bergarter, kan det ha varit kalksten, å då borde det vara typ i så där Silur"*

*"Det var sen Ordovicium tror jag växer koloniserade land riktigt"*

Däremot är det inte alltid som "namnet" är direkt kopplad till ett årtal.

*"Jag tror den här var i slutet av Ordovicium. Vet när när ordovicium var?"*

Det visade sig också att studenter säger en period, för att sedan räkna upp de övriga, som för att se att de kommer i rätt ordning.

*"Växter koloniserar land är det Silur, Kambrium, Ordovicium, Silur"*

*"Asså det var ju i Kambrium, Silur, Devon"*

Hur man avgränsar den geologiska tidsskalan är en intressant och central aspekt för att förstå studenternas definition av geologisk tid. Den hållpunkt som man kan uppleva störst konsensus kring bland studenterna är när den geologiska tidsskalan började.

*"Det kan, ja, det känns som att, men eftersom vi har jorden bildas så kanske vi kommer få ha 4,6 [miljarder]"*

*"Ja om vi tänker att jordens ålder är typ 4,6 miljarder"*

Denna tydlighet är dock inte lika självklart när det kommer till när den geologiska tidsskalan upphör. Ett sätt att definiera slutet på den geologiska tidsskalan är när jorden upphör att existera.

*"Eftersom vi går efter geologisk tidsskala tänker jag mig ändå hur länge jorden kommer att existera lite och jag tänker vad som kommer att hända under miljarder åren eller den miljard, en miljard år som den kommer att fortsätta vara beboelig det har ju inte egentligen att göra med om det kan finnas geologisk aktivitet men ja"*

Ett annat sätt att definiera ett potentiellt slut för geologisk tid är när individen själv dör. En student säger:

*"Alltså annars kan man se det så att det tar slut, för mig i alla fall när jag dör så, det är ju liksom det är ju man kan ju. Eller när mänskligheten dör liksom. Var man slutar är ju helt subjektivt"*

Ytterligare ett alternativ är när det inte finns någon som kan uppleva tiden:

*"Ja, jag tog mer eller mindre från människans eh perspektiv kanske, Jag ritade en tidslinje med jorden här, vi har tektonik som avstannar, sen till sist så slukas jorden upp av solen och då har vi ingen kvar som kan uppleva, uppfatta tid, så där är min slutstation på tiden"*

Studenterna är medvetna om att det finns processer och händelser i nutid, dåtid och framtid som faller utanför deras definition av geologisk rumtids-skala. När det gäller dessa kan studenterna ibland aktivt utesluta dem ur definitionen av geologisk tid.

**S2:** *Det finns ju teorier om att universum skulle kunna vara en cyklisk*

**S1:** *Som typ så här Big Bang å sedan ihop*

**S2:** *Ja och sen att det, det slutar med i en Big Crunch liksom*

**S4:** *Men är det geologisk tid*

**S2:** *Nej*

**S4:** *Det är astronomisk*

**S2:** *Det är astronomisk tid liksom så det det ... (Skratt)*

Däremot räknar studenterna ibland in händelser och processer i den geologiska tidsskalan omedvetet.

*"Sen så vet jag inte hur det blir med månen om den kommer å å eh fortfarande vara tillräckligt nära för att ha en ee vad heter det ehm påverkan av på våra tidvatten och så det kan också försvinna över tid"*

*"men det finns ju även ... geologiska processer som till exempel impaktstrukturer och sådant, me, meteoritnedslag"*

Exemplen ovan leder in oss till område som sticker ut när det kommer till vad studenterna förknippar med geologisk tid, nämligen datering av geovetenskapliga händelser, exempelvis meteoritnedslag, första däggdjuren eller åldern på en granit. De två exemplen nedan kommer från första uppgiften i första intervjun då studenterna ombads att associera fritt till en bild.

Bland det första som kommer upp när det gäller hur de skall gå tillväga för att lösa uppgiften är datering. Några av dem säger:

*"Aa, skall man liksom tänka på ehh, hur, hur gammalt eller liksom. När, när råmaterialet bildades eller skall man liksom mm"*

**S4:** *Men då är den äldst då*

**S3:** *Mmm, visserligen*

**S2:** *Ja det är den*

Ett annat exempel på att studenterna har ett större fokus på händelsernas årtal framför processers tidsskala är följande citat från introduktionsuppgiften 'association', där studenterna diskuterar plastisk deformation.

**JL:** *Om det är plastiskt vad tänker ni för tidsskalor då*

**S3:** *Mmm, det är ju, ja prekambrium, ehmm*

**S2:** *Ja, eller vänta, på vaddå menar du graniten då som prekambrium eller*

**S3:** *Ja, som den plastiska deformationen kan ha skett men*

**S2:** *Jaha, ja*

**S3:** *Det kan väl vara en miljard år sen snarare då*

På frågan från JL om vilka tidsskalor som processen 'plastisk deformation' sker under, svarar studenten

genom att namnge en period 'prekambrium' och sedan fortsätter diskussionen kring när den plastiska deformationen kan ha skett, inte hur lång tid de tror att processen i sig tagit.

Hur studenterna förhåller sig till geologisk tid genom datering av händelser leder oss in på hur de ser på absoluta och relativa dateringsmetoder. Det första som studenterna relaterar geologisk tid till när det gäller dateringsmetoder är dels de relativa dateringarna men också en känsla att exaktheten inte är så noga oavsett om det är absoluta eller relativa dateringar. Några av dem säger:

**S3:** Jag tänker, jag förknippar det med typ relativa dateringar att man inte vet så exakt utan det är i förhållande till annat

**S1:** Ja, men det är sant, men också typ kanske att absoluta dateringsmetoder inte heller är så exakta

**S3:** Nej

**S1:** Att det är så här +/- en miljon år

**S3:** Ja

**S2:** Ja, de flesta är ju så

**S1:** Ja, fast det kanske inte spelar så jättestor roll heller att det är så helt, helt exakt på året

Det sista som är viktigt när det kommer till hur studenter definierar geologisk tid är 'människans inverkan'. I diskussionen nedan berör de punkter som att människan har skapat indelningen och tolkat data men också att inte alla ser på geologisk tid på samma sätt. Detta faktum (att inte alla människor exempelvis tror att jorden är 4,6 miljarder år) ser de som en potentiell källa till polarisering i samhället. Studenterna kommer också in på att geologisk tid är en relativt ung "term" och att den förändras och utvecklas med mänsklig tid.

**S2:** Sen så är det också kan man ju också säga att geologisk tid är ju bara, som vi själva har delat upp det och identifierat och liksom tolkat det. Det är ju inte, objektivt någonting av det egentligen

**S3:** Nej

**S2:** Skulle jag väl säga

**S1:** Skall jag skriva tolkat av människor, uppdelning

**S3:** Subjektivt kan man väl kalla det också

**S2:** Ja, subjektivt

**S3:** Nä och sen egentligen att, eller ordet subjektivt låter som man inte tror på vetenskapen. Om man pratar geologiskt är det ändå betydande att många som exempelvis om man är troende så har man kanske inte uppfattningen att jorden är 4,6 miljarder år. Så det är något som alla människor inte har gemensamt heller

**S2:** Nej det är sant

**S3:** Att de, det kanske är lite polariserande i sig typ

**S1:** Ja, Skall jag skriva upp det

**S3:** Ja

**S2:** Ja, polariserande ... skriva ja, väldigt kontroversiellt

**S1:** Jaa

**S3:** Olika världsbilder

**S1:** Ja och det är ju säkert något som ändras mycket i genom historiens gång

**S3:** Ja, det är sant

**S1:** Att så här innan typ vetenskapen fanns och

**S3:** Mmm, men jag tror det något som man inte ...

**S1:** Inte konstant typ

**S3:** Nee, kort historia också;

**S1:** Ja det är ju fortfarande egentligen, vi har gjort det här under väldigt kort tid typ definierat i alla fall

### 6.1.3 Kategori 3: Metod

En viktig del i förståelsen för hur studenter arbetar med geologisk tid är att de börjar med att identifiera hållpunkter som det sedan bygger ett resonemang kring. En hållpunkt kan vara exempelvis en händelse, vilken period det är, vilken ålder, vilken typ av bergart det är, vilken typ av fossil eller ett årtal som de förknippar med fenomenet.

*"Vad tror ni det är för bergart där"*

*"Det här är säker nån sorts metall ju"*

*"Jaa, lite senare, har jag för mig, hmm men syresatta hav, kambriska explosionen det är sådana som vi kommer att behöva som så lite key tänker jag"*

När det gäller kännetecken kan det vara exempelvis gnejsighet, kornstorlek, färg, smak, eller en process.

*"För sen det här är ju sprött, men detta kan inte det ha varit mer plastiskt"*

*"Kalksten kan det nog va, något finkornigt"*

*"Ja, ja man ser ju till och med en tydlig lagerföljd"*

Ytterligare en aspekt på 'hållpunkter' är när de diskuterar cykliska processer, under diskussioner som behandlar processer kommer ofta frågan när cykeln börjar.

*"Va, vart känns det naturligt för er att börja?"*

*"Vad tänker ni att man börjar här då?"*

De diskuterar också om de upplever att cykliska och linjära processer har en mer eller mindre naturlig startpunkt. Som i exemplet nedan när de talar om att den hydrologiska cykeln (havet eller atmosfären) inte har en lika naturlig startpunkt i jämförelse med bergartscykel (magmatiskt).

**S6:** Men jag tänker inte så jättemycket på att det finns en naturlig startpunkt som jag gör här [pekar på bergartscykeln]

**S5:** Nej det är, men det är ju liksom lite om man tänker helt från början så skulle ju

**S3:** Då är det atmosfär snarare

**S5:** ja det är ju, det är det ju för. För det var ju vattenånga i atmosfären som började ...

**S6:** Jaa

**S5:** Så det är ju typ där

Efter att kända hållpunkter eller kännetecken identifieras använder man sig av dem för att kunna resonera sig fram till ett möjligt svar. Det går också att se att studenternas sätt att resonera påverkas av om hållpunkterna grundar sig på data som är absolut eller relativ. När studenterna för ett resonemang som grundar sig i absoluta data vet de ofta det årtal eller den period man hänvisar till och resonemangen blir korta och koncisa, exempelvis:

*"Det kan, ja, det känns som att, men eftersom vi har jorden bildas så kanske vi kommer få ha 4,6 [miljarder år]"*

**S2:** 250 miljoner år ungefär nåt sånt där skulle jag säga

**S1:** Var det verkligen ... det är inte typ 165

**S2:** 165 nee ja

*S1: Det kanske ...*  
*S2: Jag är rätt så säker på att Trias*  
*S1: Okej, 250*  
*S2: A, jaa, ja nu blev jag väldigt osäker men*  
*S1: A ja*  
*S3: Det är inte så mycket som kan hända*  
*S2: Asså för jag är rätt så säker på att det är mellan 250*  
*S1: Okej, jo men det är, det kan säkert stämma*  
*S2: till 65 miljoner år som dinosauriernas tidsålder, var det inte så att dinosaurierna levde i 165 miljoner år kanske, tänker det är där du fått de*

För de relativa hållpunkterna och det resonemang som följer på dessa blir diskussionen lite annorlunda i jämförelse med den absoluta då man ”bara” vet ordningen på händelserna i förhållande till andra händelser exempelvis.

*S3: Ehm, syresätta hav är i början*  
*S1: Snöbollsjorden var också ganska tidigt*  
*S3: Jaa, fast inte jätte*  
*S4: Inte jättetidigt, det är mitten någonstans*

Det är också viktigt att få en förståelse för hur studenterna hanterar tid i termer av tal, skalor, och ålder. Ett sätt som förekommer ofta, speciellt när man försöker datera en händelse, är att man slänger ur sig olika tal på ett sätt som liknar en auktion. Detta sätt att hantera tal kommer jag att kalla ’talauktion’. Denna ’talauktion’ är ett sätt för studenterna att få diskussionen att flöda smidigare genom att man utesluter att säga tusen-, miljoner- eller miljarder år. Kopplingen till om det är tusen-, miljoner- eller miljarder år sker istället direkt eller indirekt. Vid en direkt koppling nämner man någon gång under diskussionen den geologiska storheten, exempelvis miljoner år.

*S2: Antingen 259 eller 295 det, det är en liten marginal på några år eller miljoner*  
*S3: Vi kan skriva mer än 2... eller 250 till 300 kan vi säga*  
*S1: Skall jag skriva 250 till*

Vid en indirekt koppling utgår man från att det finns en gemensam geovetenskaplig kontext där man som individ eller grupp är medveten om att när man exempelvis talar om Kambriska explosionen talar man om miljontals år.

*S3: Vi kan ju skriva på Kambriska också 550 typ eller*  
*S1: Ja*  
*S2: Kambriska explosionen*  
*S1: Skall jag skriva 250, nej vad sa du 550*  
*S3: Ja nått sånt är det va*  
*S2: Är det inte 5...20 eller nånting \_ asså*  
*S3: Okej, för jag har för mig*  
*S1: Det är väl lite oklart också kanske hur länge den pågick*  
*S2: Ja kanske, allting är oklart*  
*S3: 540*  
*S2: 520*

Det kan även vara så att storheten saknas på grund av att man inte vet när det hände, man gissar helt enkelt.

*S5: Alltså hur gamla är svenska fjällen*  
*S6: Det borde*  
*S4: Fyra någonting, så kron, kaledonska*  
*S2: Fyra någonting*  
*S5: Fyra...*  
*S2: menar du 400 miljarder*  
*S4: Ja, nämen fyra någonting, jag kommer, det är en fyra*

*S5: Inte 400 miljarder*  
*S4: Nee*  
*S2: NEEJ! fyra miljarder, nej det kan, det ju inte ens va fyra miljarder, jag menar 400 miljoner i så fall*  
*S4: Något sådant är det*  
*S2: Är det max om du, om du säger fyra*  
*S5: Ja, jag har för mig att det var någonting*  
*S4: Men det är någonting med en fyra ... är Kaledonska någonting vad det heter*  
*S5: Ja det kan nog stämma det borde va*  
*S4: Nej det stämmer, jag vet bara inte året på det*

I dessa exempel är det också möjligt att återigen se hur den mänsklig rumtids-skala påverkar förhållningen till den geologiska rumtids-skalan som exempelvis ”Antingen 259 eller 295 det, det är en liten marginal på några år eller miljoner”. Utan koppling till att man talar om tusen-, miljoner- eller miljarder år är det fullt möjligt att uppleva 36 enheter som en liten marginal.

Talar vi exempelvis om antalet meter till närmsta glasskiosk så är 36 m en liten marginal men om vi talar om tusen-, miljoner- eller miljarder år så är 36 miljoner år utanför vår uppfattningsförmåga. Det är också tydligt från diskussionerna ovan att om man inte är på samma ”plan” kan hanteringen av tal, genom det som jag tidigare beskrev som talauktion, gå från ett hjälpmedel som gör diskussionen mer flödande till ett hinder där felsägningar eller varierande utgångspunkter ger upphov till missförstånd.

*S1: Den här Australopithecus det känns som den var så här typ fyra miljoner*  
*S3: Jag har ingen, jag tror S2 kan den bättre än mig*  
*S2: Mhmm, kolla inte på mig alltid*  
*S1: 400 ... miljoner år*  
*S2: 400!*  
*S1: Nej vänta! fyra*  
*S2: Lite väl, så, så mycket vet jag att det inte är men ehh*  
*S1: fyra, kanske*  
*S2: Ja, 3.6, fyra någonting har jag för mig*

En annan risk med att använda sig av talauktion är att man blir ”fartblind” när man hanterar skalor som ligger utanför den mänskliga förmågan att greppa geologiska rumtids-skalar. Denna fartblindhet kan ses i exemplet nedan från huvuduppgiften ’tidslinje’ där man diskuterar vart perioden Ediakara skall placeras in.

*S1: S4 minns du Ediakara när den*  
*S4: Före Kambrium*  
*S1: Mmm*  
*S2: Men jag tror*  
*S3: 600*  
*S4: Naej, tidig, ta nått sånt*  
*S3: Mer 700*  
*S4: Nej*  
*S2: Nej inte så långt bak. Jag tror inte de fanns så jättelänge egentligen.*

Studenterna är inte riktigt säkra men i själva verket varade Ediakara i ca 94 miljoner år!

#### 6.1.4 Kategori 4: Gestaltning

I kategori fyra, ’gestaltning’, kommer jag att presentera hur studenter använder sig av språk, gester och visualiseringar för att uttrycka sig. Resultaten från kategorin ’gestaltning’ kommer beskrivas genom tre sub-kategorier ’språklig’, ’gester’ och ’visuell’.



### Subkategori 1: Språklig

Data som behandlar geologiska rumtids-aspekter tolkas och uttrycks av studenterna utifrån den mänskliga rumtids-skalan, ofta genom metaforer och liknelser. Detta "mänskliga" förhållningssätt blir tydligast när man använder sig av ord som beskriver rum och tid (exempelvis "framåt", "efter", "innan", "sedan", "kort", "snabb", "gammal", "stor" och "nyligen") för att beskriva processer eller händelser som utspelar sig i den geologiska rumtids-skalan. I citatet nedan kan vi se när studenten försöker att sätta in en ny händelse (Siljansringen, impaktstruktur) på tidslinjen i förhållande till en befintlig händelse (kambriska explosionen). Studenten erfar att de massutdöende som skedde i samband med Siljansringens bildande var ganska kort efter kambriska explosionen. Samtidigt som studenten uttrycker att det är ganska kort tid mellan händelserna inser hen skalinvariansen mellan "kort" och "kort".

*"Ja men kanske ganska kort efter kambriska, kort efter"*

Den motsägande innebörden av ordet "kort" blir omedelbart tydlig för studenten som upprepar ordet 'kort efter' och understryker det faktum att: hur kort, kort är beror på vilket perspektiv och vilken skala man talar om. Detta understryks genom att när studenten upprepar ordet förtydligar hen det genom att använda ett ironiskt röstläge och en handgest i form av "luftcitattecken" (figur 14).



Figur 14. Bilden visar gesten "luftcitattecken" som användes för att understryka ett ironiskt röstläge, a. visar gesten under intervjun, b. visar ett förtydligande av gesten.

Den mänskliga utgångspunkten kan även påvisas genom följande citat:

*"Den där är ju om man tänker på att en, en av de platserna går hela vägen ut, då blir det ju den här den snabbaste saken"*

Genom att inte beskriva i vilket sammanhang citatet är taget från går det inte att relatera de beskrivande orden till exempelvis tusen-, miljoner- eller miljarder år och vi mister helt den ämnesspecifika kontexten som i detta fall innehåller viktig information gällande meningens geologiska kontext avseende rumtid. När det inte framgår att det är exempelvis tusen-, miljoner- eller miljarder år som man talar om utgår man instinktivt från att meningen har en mänsklig rumtids-skala. Sätter vi däremot in citatet i sin rätta kontext, vilket är

evolution, blir innebörden av citatet ovan något helt annat.

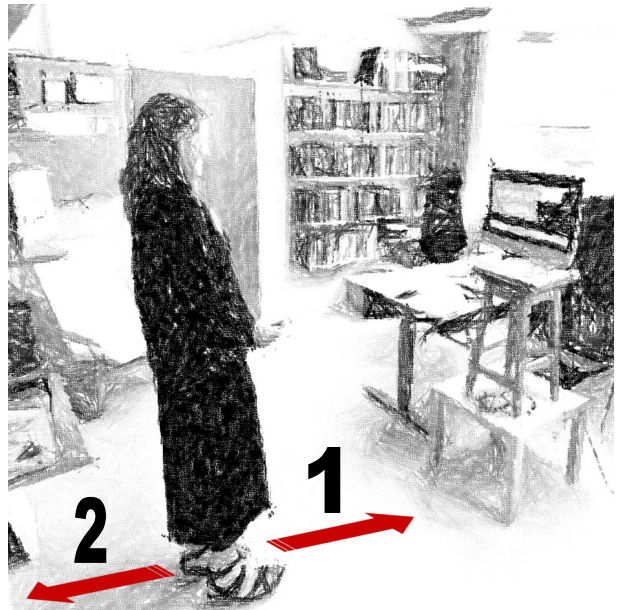
*S6: Den här är ju också väldigt snabbt i jämförelse*

*S3: Evolutionen, Mmm, ja det känns ganska främmande men det är ju sant. Det finns ganska snabb evolution*

*S5: Så den där är ju om man tänker på att en, en av de platserna går hela vägen ut, då blir det ju den här den snabbaste saken*

I dialogen ovan jämför studenterna hastigheten på olika geologiska processer. I detta fall jämfördes hastigheten mellan en cyklisk process (bergartscykeln) och en linjär process (hästens evolution). När citatet infinner sig i sin rätta ämnesspecifika kontext kan vi se att skillnaden i betydelsen är avsevärd. Nu framgår det tydligt att studenterna talar om hastigheten på evolution och att i jämförelse med bergartscykeln så kan evolution upplevas som en snabb process.

Det går också att se att studenterna använder sig av det sagittala planet när man talar om tid, dvs. man hänvisar till att framtiden ligger framför oss och att dätiden ligger bakom oss (figur 14).



Figur 15. De två röda pilarna i bilden visar riktningen på det sagittala planet. Pil 1 som riktas framåt hänvisar till framtiden och pil 2 som riktas bakåt hänvisar till dätiden.

Detta är en rumslig metafor som beskriver tidens riktning i rummet.

*"För desto större, desto mer går vi ju framåt i tiden"*

*"det var väldigt långt tillbaka"*

*"Kambrium och framåt"*

*"det handlar ju också om så här hur lång tid tillbaka"*

*"Hur långt tillbaka kan man använda kol-14 då, datering"*

*"att tiden kan gå både fram och tillbaka"*

I citaten ovan uttrycker sig studenterna genom så kallade konceptuella metaforer och liknelser, där tiden beskrivs med antingen avstånd (t.ex. "hur långt") eller rörelser (t.ex. "gå både fram och tillbaka").

### Subkategori 2: Gester

Jag identifierade två sätt på vilka studenterna använde gester när de talar om tid. Det första och mest förekommande är gester som utspelar sig längs det laterala planet, dvs. man gestikulerar tid längs en horisontell skala där "vänster" står för äldre och "höger" för yngre (figur 16). I följande exempel kan vi se hur en student använder sina händer för att förmedla tid längs en lateral tidslinje. I figur 17 utgör vänster hand början på tidslinjen (handen hålls stilla under hela gesten) medans höger hand fungerar som indikator på tidens flöde längs tidslinjen, där rörelser åt höger indikerar yngre och rörelser åt vänster indikerar äldre. Under tiden som studenten rör sina händer till sitt läge i figur 17b säger hen:

*" För det va, det handlar ju också om så här hur lång tid tillbaka"*

När studenten säger "hur lång tid tillbaka" för studenten högerhanden mot vänster för att indikera att vi färdas bakåt i tiden.

Det andra och mindre förekommande sättet gesterna jag identifierade var gester som utspelar sig i sagittalplanet (se figur 15 för förklaring av sagittalplanet) där framåt betyder framtid och bakåt betyder dåtid. Dessa gester uppträdde främst när studenterna pratade om nutid, ibland uppträdde de också när studenterna talade om dåtid eller framtid.

I följande exempel kan vi se hur studenten använder sina händer för att förmedla tid längs en sagittal tidslinje. I figur 18 (sid. 27) utgör kroppen början på tidslinjen och höger hand fungerar som indikator på tidens flöde längs tidslinjen, där en framåtriktad rörelse med höger hand fungerar som indikator på framtid. Under tiden som studenten rör sin höger hand framåt säger hen:

*"Så det som skedde först är väl antagligen att om det är granit att det kristalliserades"*

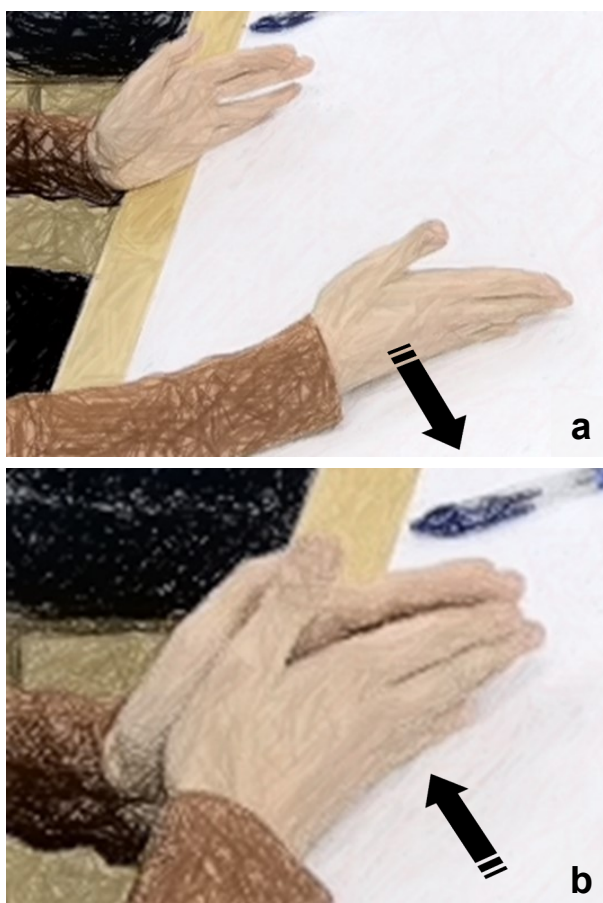
När studenten säger "så det som skedde först" görs en framåtriktad rörelse med handen, som markeras med en paus i luften innan studenten slutligen sätter ner handen på pappret.

Till sub-kategorin 'gester' räknas också när studenterna placerar ut lapparna med geologiska händelser under uppgiften 'Tidsskala', intervju 1 (figur 19, sid. 27). Den första lappen som placerades ut var "Framtiden" vilken placerades vid toppen av papperet, vertikalt i förhållande till pappersarket som utgjorde grunden för studenternas tidslinje. När studenterna sedan placerade ut "Jorden skapas" lägger hen först ut den horisontellt men efter att hen observerat att den första lappen ligger vertikalt ändrar hen riktning på "Jorden skapas" till vertikalt.

Gesterna som observerats under intervjuerna är en



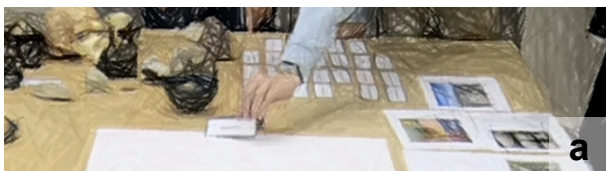
Figur 16. De blå pilarna i bilden visar riktningen på det laterala planet. Pil 1 som riktas från personens höger sida indikerar yngre och pil 2 som riktas från vänster sida indikerar äldre.



Figur 17. Bilderna visar hur studenten använder sina händer längs det laterala planet för att beskriva tid. a. visar hur studenten för flyttar sin högerhand från utgångsläget vid vänster hand åt höger för att indikera framtid/yngre, b. visar hur studenten fört tillbaka högerhanden till vänsterhanden för att indikera dåtid/äldre.



Figur 18. Bilderna visar hur studenten använder sin höger hand längs det sagittala planet för att beskriva tid. a. visar studentens hand i utgångsläget, b. visar hur studenten har flyttat sin högerhand i en framåtriktad rörelse från kroppen för att indikera framtid/yngre.



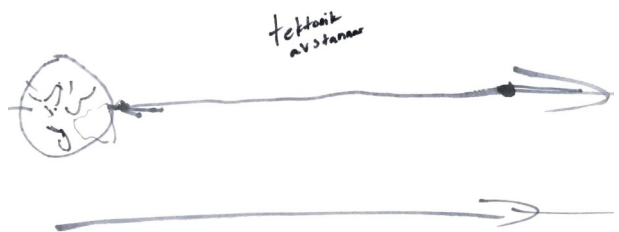
Figur 19. Bilderna visar hur studenterna placerar lappar under huvuduppgiften 'tidslinje', a. visar hur student 1 placerar lappen "framtid" i en vertikal riktning, b. visar hur student 2 först placerar ur lappen "jorden bildas" i en horisontell riktning för att sedan i figur c ändrar riktning på lappen till vertikal på grund av hur student 1 placerade "framtiden".

form av uttryck för konceptuella metaforer. Gesterna ger en inblick i studentens mentala sätt att erfara tid i form av rörelser längs en rumslig tidslinje.

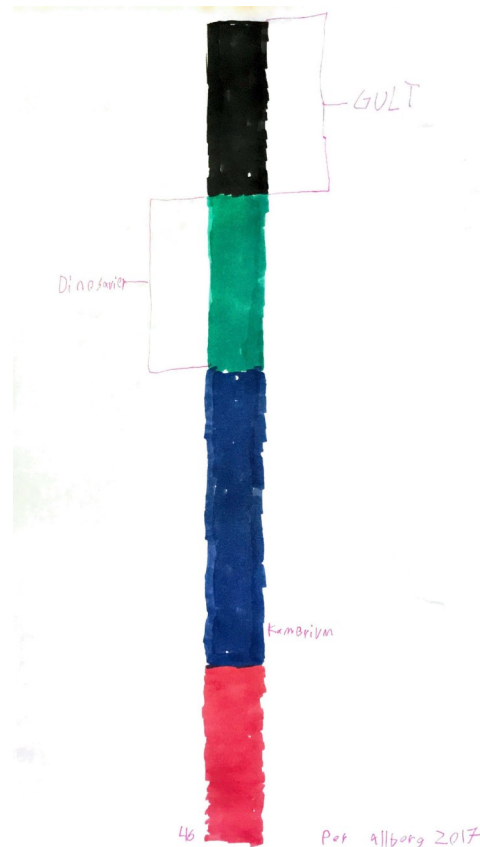
### Subkategori 3: Visuellt

Jag identifierade två olika sätt att visualisera geologisk tid: endimensionellt och tvådimensionellt.

När studenterna visualiserade geologisk tid endimensionellt illustrerade de den som antingen horisontell som i figur 20 eller vertikal som i figur 21.



Figur 20. Studentillustration som visar en horisontell endimensionell visualisering av geologisk tid.



Figur 21. Studentillustration som visar en vertikal endimensionell visualisering av geologisk tid.

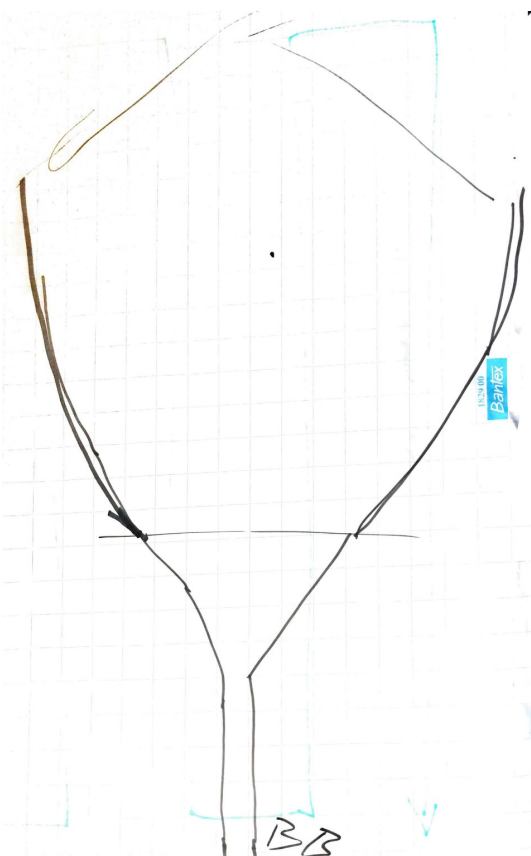
Det endimensionella sättet att visualisera tid utgjorde för många av studenterna ofta en form av initiala utgångspunkt under intervjuerna. När studenterna diskuterade kring orsaken varför man initialt ser geologisk tid som ett horisontellt eller vertikalt streck kom man fram till att en av orsakerna är att de influeras av de sätt som geologisk tid presenteras för studenterna genom exempelvis läroböcker.

"Nu skall jag inte tänka utifrån den [geologisk tidsskala], men jag tänker nog ganska mycket den där tidsskalan"

"Det kanske är ett resultat av att man sett den så mycket"

"För det är det [geologisk tidsskala] man pluggar in när man pluggar in de olika proven"

Jag identifierade två olika sätt som studenterna visualiserade tvådimensionell geologisk tid på. Det första sättet var att koppla den geologiska tiden till expansion (figur 22).



Figur 22. Studentillustration som visar expanderande tvådimensionell visualisering av geologisk tid. Tidens början markeras med BB (Big Bang) och Kambriska explosionen med det horisontella strecket.

Denna visualisation kan beskrivas som att när livet på jorden börjar diversifieras så börjar tiden att expandera på grund av den ökande komplexitet som i sin tur ger upphov till en större mängd information som måste "få plats" i representationen. Nedan följer utvalda delar av den diskussion som uppstod kring detta sätt att visualisera tid (avbrott i diskussionen är markerat med /.../)

**S6:** Jag tänker lite så här ofta. Detta är början på tiden och sen blir det större och större

/.../

**S6:** Entropi kanske

**S3:** Precis

**S6:** Men så tänker jag inte bara på det utan det är också en mix av evolution. Så a, jag vet inte va livet skulle börja men kanske säg här, här har vi då Big bang

/.../

**S6:** Sen blir allt mer komplext vi får solsystem och sen

kanske, när evolutionen börjar vilket jag tycker är väldigt viktigt för hela universum så, så går det ut jättemycket.

/.../

**S6:** Så här, här så handlar det ju mer om universum och entropi och solsystem kanske och här handlar det nästan enbart om oss [röd markering figur 22]

**S3:** Ja

**S6:** Och om vi skulle försvinna så sluts det ...

/.../

**S6:** Ja men ja nä, nä nä alltså inte nödvändigtvis Homo sapiens. Livet

/.../

**S6:** Å sedan fyller man allt det här med, med liksom händelser och tid så det är därför man behöver, bredd, mer brett utrymme. Här så finns det ju inte jättemycket information att ha och göra med [blå markering figur 22]

/.../

**S6:** Att man fyller det med mer information helt enkelt

**KS:** Det är bara mer

**S6:** Ja

**KS:** Mer saker som händer, mer saker man

**S6:** Det blir mer komplext och mer diversitet så därför

**KS:** Mmm

**S6:** Måste det bredas ut

**KS:** Så det är mer, så man representerar typ tiden blir mer det blir mer som händer som

**S6:** Precis om man tänker början på univer, universum här det är

**S5:** Ja det händer ju inte s mycket i början innan typ

**S6:** Jo men visst det händer ju jättemycket i början

**S5:** Ja men

**S6:** När det expanderar

**KS:** Som fysiker tar jag offense till det

**S6:** Jag förstår det

**S5:** Ja men alltså det händer inte så mycket som vi, vi tänker på i vardagen

**S6:** Ja

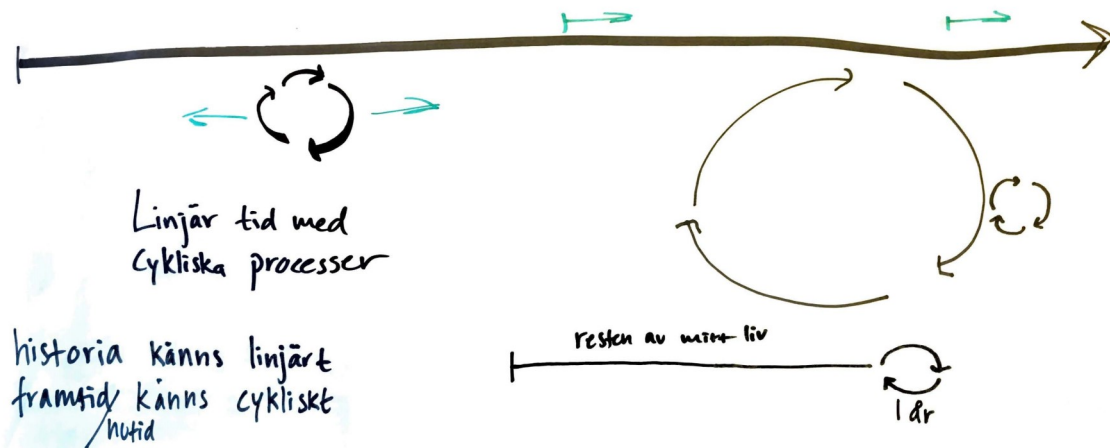
Det andra tvådimensionella sättet som jag identifierade var att studenterna använde processer och händelser för att visualisera geologisk tid (figur 23, sid. 29). Detta sätt att visualisera geologisk tid utgår från en horisontell linjär representation av tiden som sedan byggs ut med cykliska processer för att kunna förklara de olika geovetenskapliga fenomen som sker över tid. Fenomen kan vara stora eller små, de kan pågå olika länge samt att cyklerna kan interagera med varandra. Nedan följer också utvalda delar av den diskussion som uppstod kring detta sätt att visualisera tid.

**S1:** Alltså jag ser den nog lite typ, den är liksom rak men det finns även typ lite så här cykler så längs vägen som kan ta olika lång tid

**S2:** Jo, de, dessa varierar liksom i tid så dom kan vara mer åt det hållet eller det hållet

**S1:** Sen är det liksom vissa som är större och tar så här ännu längre tid liksom så tänker jag och sen så kanske det finns en ytterligare så här små alltså inom

I nedre högra hörnet på figur 23 går det att observera en annan intressant detalj kring hur studenter visualiserar tid, nämligen den att de använder olika sätt att visualisera tid på beroende på vilken skala de talar om. I detta fall visualiserar studenterna en mänsklig livstid som linjär, men ett år visualiseras som cykliskt. Det utvecklar detta till att säga att långa tidsskalor känns linjära för att man inte kan uppleva om processer med långa tidsskalor kommer att upprepas eller ej. I exemplet nedan syns det hur studenterna resonerar kring detta sätt att visualisera tid.



Figur 23. Studentillustration som visar tvådimensionell visualisering av geologisk tid.

**S1:** Nu var kanske frågan mer typ geologisk tid men typ så här mer, så här vardags tid ser jag nog mer som cyklisk för ett år är ju typ det är ju liksom typ en cykel. Men sen så är det som att den, på något sätt så här sträcks ut ju längre man tänker på det. För typ mitt liv känns ju som ett som ett streck men ett år känns som

**S2:** Som cykliskt

**S1:** Jaa

“Ju mindre tidsskala det är desto mer cyklisk känns det”

“Mindre tidsskalor känns cykliska, medan större känns linjära”

**S2:** Ehm sen så, det är väl, jag gissar väl att det känns att att längre tidsskalor känns linjära på grund av att vi inte kan riktigt veta

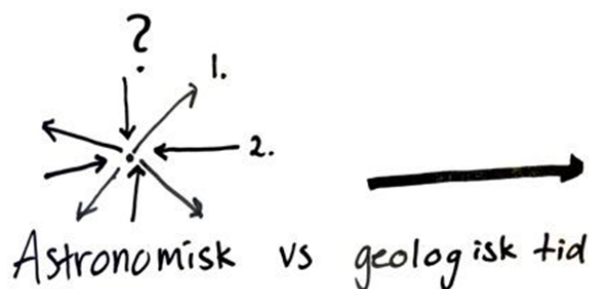
**S1:** Vi har liksom inte varit med om det riktigt

**S2:** Vi har inte varit med om det

**S1:** Det är historia liksom

**S2:** Nej, precis, vi vet ju inte om det kommer att hända, hända igen liksom eller om saker kommer repeteras eller så ehm och det det är väl, de fi, de kanske finns en viss gräns där jag vet inte

En intressant observation som också framkom under diskussionen var att studenterna efter ett resonemang kring teorier som säger att universum skulle kunna vara cykliskt även liknar den astronomiska tiden som cyklisk. Detta resonemang tar de vidare och utvecklar genom att säga att astronomisk tid är cyklisk genom expansion/kontraktion men geologisk tid är fortfarande linjär (figur 24).

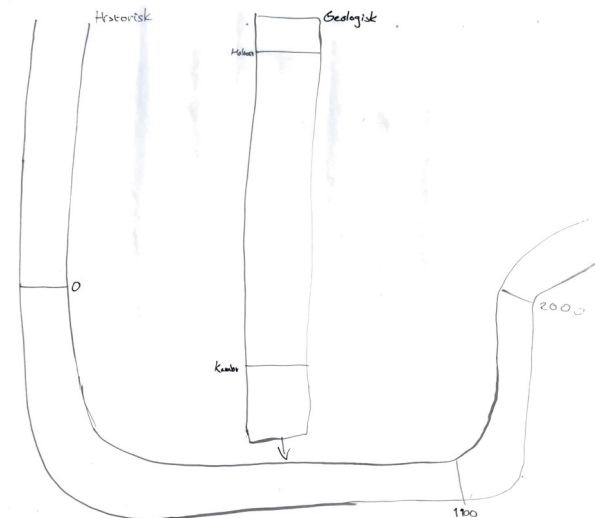


Figur 24. Studentillustrationen visar olika sätt att visualisera tid beroende på vilket perspektiv man använder sig av. Astronomisk tid visualiseras som kontraktion och expansion och geologisk tid som en rät linje.

I citatet nedan ser man hur studenten uttrycker sig språkligt om att astronomisk tid är cyklisk.

“Astronomisk tid skulle kunna vara cyklisk?”

Jag fann ytterligare ett sätt att visualisera tid beroende på vilken tidsskala studenten tänker på. Detta sätt är uppdelat i den personliga/historiska tiden som meandrar fram och den geologiska tiden som är linjär, i form av en vertikal stapel (figur 25).



Figur 25. Bilden visar hur studenten visualiserar den personliga/historiska tiden som meandrande och den geologiska tiden som är linjär, i form av en vertikal stapel.

“Alltså när det kommer till geologisk tid så där då tänker jag på en rak, en rak linje lite för det .... men när det kommer till mer nära tid typ, då är det mer som, som en spiral typ eller ja mer som en böj bara typ att, att med stenåldern och sen så typ, här har vart antiken och sen här ... det är också så där ju nära, ju närmare man kommer nutiden desto andra strecket. När jag tänker på något som inträffar brukar jag se linjerna för mig.”

En annan viktig aspekt som framkom under studenternas diskussioner kring hur de visualiserade geologisk tid var hur de ser på de illustrationer som man använ-

der i undervisnings syfte för att hjälpa studenterna att förstå geologisk tid. Flera av studenterna uttryckte att dessa hjälpmedel inte var till så stor hjälp för dem.

**S3:** *Men sen finns det ju sån analogi också som är att det är som en klocka liksom ehh och vilka, som representerar. Den brukar jag inte använda*

**S5:** *Ne, Jag gillar inte den*

*“Men liksom det är ungefär allting man har [att] relatera till behövs sättas in i en tidslinje liksom, det är mest saker som människor gjort liksom. För mig personligen så passar inte det så bra när jag tänker på tid.”*

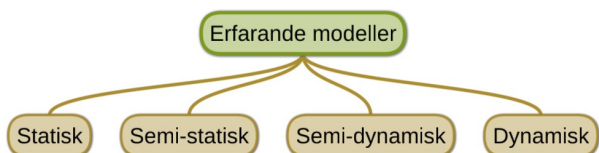
*“Nej, samma här, jag ser inte någon klocka framför mig jag ser ju ändå att, vår tid här liksom det stora”*

*“det är sant den [geologisk klocka] är inte så tillämpbar på det vi faktiskt studerar”*

Visualisationerna är en form av uttryck för konceptuella metaforer, där studenternas illustrationer ger en inblick i deras mentala sätt att erfara geologisk. Studenternas visualisation av tid varierar beroende på vilken skala man använder (en livstid är linjär, ett år är cykliskt), vilket perspektiv man använder, och mängden information man har tillgång till. Detta är en intressant fynd, att erfandet av tid kan påverkas av exempelvis mängden information där tid expanderar till följd av att man får mer information men också att tid kan visualiseras i förhållande till olika processers interna tidsskalor.

## 6.2 Tema 2: Erfarande modell

För tema 2 resulterade den fenomenografiska analysen av materialet i fyra kvalitativt distinkta kategorier; 'statisk', 'semi-statisk', 'semi-dynamisk' och 'dynamisk' (figur 26).



Figur 26. Denna representation åskådliggör temat med dess fyra kvalitativt distinkta kategorier.

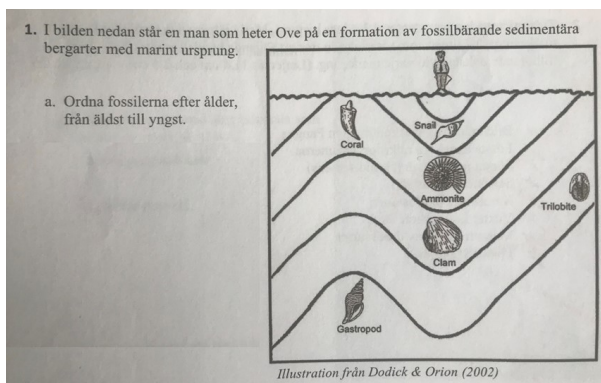
I detta delkapitel kommer jag att detaljerat beskriva var och en av dessa kategorier separat.

Det övergripande temat om hur man lär sig erfara geologisk tid kan beskrivas av olika sätt att kommunicera sin kunskap om tid och tidsskalor med hjälp av olika representationer, verktyg och aktiviteter, vilka illustreras av olika så kallade 'erfarandemodeller'.

### 6.2.1 Kategori 1: Statisk

Jag tolkar utifrån min analys att när studenterna erfara geologisk tid statiskt har de svårt att röra sig mellan olika rumtids-skalar samt mellan olika perspektiv på dessa skalor. När förståelsen för grundläggande geovetenskapliga koncept och begrepp är begränsad saknas koppling mellan geologisk tid och de varierande tidsskalorna för enskilda händelser och processer. Det

saknas även en tydlig koppling till att geologisk tid utspelar sig både i dåtid, nutid och framtid. Istället klumpas tid samman till en begreppsvärld, en generellt beskrivande tid som sätts i förhållande till den geologiska tidsskalan. Det vanligaste är att studenterna upplever geologisk tid som något som har utspelat sig historiskt (dåtid). Detta generella erfandet av geologisk tid använder sig sedan studenten av för att förklara och beskriva de geovetenskapliga fenomenen som studenten urskiljer. Som i citatet nedan där studenten försöker beskriva figur 27.



Figur 27. Bilden visar fråga 1 från enkäten med tillhörande illustrationen är från Dodick och Orion (2006, sid. 88).

*“Erosion som har samlats vid en plats och bildat "Sanddyner" förr i tiden. Men också vågor med svallsediment. Sediment som avlagrats - bildar ny mark av ev. ett nytt material.”*

Studenten har urskilt att fenomenen erosion och sedimentation är viktiga för att kunna beskriva bilden men en djupare förståelse för de rumtids-skalar som påverkar processerna i sig och hur dessa förhåller sig till varandra och till när det utspelades sig saknas.

Ytterligare ett exempel på detta går att se under en diskussion om den gällande fotografiet av den fossiliserade fisken (figur 4f, sid. 15) under introduktionsuppgiften 'association', intervju 1.

Studenten har här urskilt fenomenen fossilisering och lagerstätte som viktiga för att beskriva vad hen kan läsa ur fotografiet. Men hen använder en generell och förenklad tidsuppfattning för att beskriva förhållandet mellan fenomenet fossil och den geologiska tidsskalan. Förutom avsaknaden av en djupare förståelse för de rumtids-skalar som påverkar fossilisering har studenten missuppfattat innebörden av begreppet lagerstätte. Här erfars lagerstätte som en generell indikator på hur gammalt något är i motsats till den disciplinära betydelsen som är ett begrepp där lagerstätte beskriver ett exceptionellt bevarande som sker under specifika förhållanden.

Ett annat exempel är när studenterna diskuterar fotografiet av godishyllan under associationsuppgiften, intervju 1 (figur 4b, sid. 15). Här kan vi se hur studenternas urskiljning av fenomenet trä endast leder till en ytlig diskussion kring åldern på produktionskog. Jag tolkar deras koppling till den geologiska tidsskalan som mer generell. Studenterna talar om träd

som något nutida och de blir ingen djupare diskussion kring konceptet träd ur en ett geologiskt tids perspektiv exempel på ämnen som relaterar till träd kan vara dendrokronologi, kol eller pollenanalys.

**S1:** *Ja jag vet inte så, trä ganska nytt antar jag*

**S3:** *Ja*

**S2:** *Ja, skall vi snacka om här några, de det här är nog trä från typ knappt eh nått tju, låtit växa i ungefär tjugo till tretio år kanske och sedan huggits ner.*

**S3:** *Säkert billigt trä*

**S2:** *Billigt trä, ja*

När studenter erfar geologisk tid statistiskt är det svårt att resonera kring olika tidsaspekter som berör geovetenskapliga händelser och processer. Den geologiska tidsskalan används som en måttstock som studenten refererar den generella tidsuppfattningen till. Här erfars ett fenomen som exempelvis gammalt men man utvecklar inte de inbördes kopplingarna mellan fenomenets interna tidsskalor. Man utvecklar inte heller fenomenets tidsskalor i förhållande till hela den geologiska tidsskalan, utan ser geologisk tid som ett streck, som ett mått på hur gammalt något är.

*"Ja men jag tycker typ geologi på ett sätt känns lite så här, ja men typ tråkigt nästan att det är så lång tid om man får säga så för det är liksom. Så här, hur är det typ relevant för mitt liv liksom. När man typ skall läsa om nåt som hände för miljarder eller miljoner år sedan "*

### 6.2.2 Kategori 2: Semi-statisk

När studenten erfar geologisk tid semi-statiskt har studenten börjat att röra sig mellan olika rumtids-skalar samt mellan olika perspektiv på dessa skalor. Det finns en grundläggande förståelse för vitala geovetenskapliga koncept och begrepp, dock saknas fortfarande en tydlig koppling mellan geologisk tid och de varierande tidsskalorna för enskilda händelser och processer. Tid klumpas inte längre ihop till en begrepps värld, istället skiljer man på mänsklig tid (nutid) och geologisk tid (dåtid) och de förhåller sig till den geologiska tidsskalan genom båda perspektiven som i exemplet nedan där studenterna diskuterar varför det är viktigt att lära sig geovetenskap.

*"Alltså om man tänker på olika sedimentologiska bildningar och sedimentära bergarter och så och försöka se miljö vad heter det proxy-källor för miljötolkningar och så kan man ju se till en viss del kanske om ja, det här börja hända kanske eller ja, nej jag vet inte faktisk, det var lite konstigt men "*

När man erfar geologisk tid som semi-statiskt har man börjat resonera kring olika geovetenskapliga fenomen tidsaspekter och vilka händelser och processer som påverkar eller påverkas av dessa. Den geologiska tidsskalan används inte enbart som en måttstock där man refererar till tid utan man använder den som en utgångspunkt för att försöka greppa jordens komplexa system och hur dessa relaterar till jordens historia. Man börjar dessutom få en förståelse för varför geovetenskap och geologisk tid kan vara relevant kunskap.

### 6.2.3 Kategori 3: Semi-dynamisk

När studenten erfar geologisk tid semi-dynamiskt börjar de röra sig mellan olika rumtids-skalar, de börjar

även använda olika perspektiv på dessa skalor för att beskriva sin förståelse. Det finns en god grundläggande förståelse för vitala geovetenskapliga koncept och begrepp. En tydlig koppling mellan geologisk tid och de varierande tidsskalorna för enskilda händelser och processer har börjat växa fram, samt hur dessa förhåller sig till den geologiska tidsskalan. Olika fenomen jämförs med varandra för att man skall få en bättre förståelse för de olika tidsskalorna som i exemplet nedan då studenterna diskuterar hur cykliska och linjära processer passar in i den geologiska tidsskalan (figur 7, sid. 17).

**S6:** *Ja okej den kan man, ja precis, du skulle kunna lägga den skalan i den skalan, det skulle kunna stämma överens*

**S3:** *Ja, men sen så är det sant att den här stämmer ju bättre eftersom det spänner över längre tid*

**S6:** *Mmm*

**S3:** *Ja*

**S5:** *Men det är ju förstås väldigt olika lång tid det tar för de här cyklerna att ske*

**S3:** *Absolut, ja om vi jämför dem de har vi inte gjort*

**S5:** *För liksom de där, de har ju funnits, den här cykeln har ju skett så många gånger mer än den där har. Fast det sker ju hela tiden men liksom ja*

**S3:** *Men lägre hastighet kan man säga*

**S6:** *Den här är ju också väldigt snabbt i jämförelse*

**S3:** *Evolutionen*

**S6:** *Ja*

**S3:** *Mmm Ja det känns ganska främmande men det är ju sant*

**S3:** *Det finns ganska snabb evolution*

**S5:** *Så den där är ju om man tänker på att en, en av de platserna går hela vägen ut, då blir det ju den här den snabbaste saken*

**S6:** *Nee, jag vet faktiskt inte hur lång tid det tar*

**S5:** *Ja, de, fast det beror väl på vart det landar antar jag liksom om man tänker att det*

**S3:** *Om det går in i en THC [Thermohalin circulation]*

**S6:** *I THC det tar tusen år så mycket vet jag men e den här, den här, e de ja, det beror ju ässå på avstånd och så också kanske*

**S3:** *Fast även om det tar tusen år så är ju det mycket kortare än dom andra*

**S6:** *Ja*

När studenterna erfar geologisk tid semi-dynamiskt har de börjat att resonera kring olika geovetenskapliga fenomen tidsaspekter och vilka händelser och processer som påverkar eller påverkas av dessa. Den geologiska tidsskalan används inte som en måttstock, där man refererar till tid utan man använder den som en utgångspunkt för att försöka förstå jordens komplexa system och hur dessa relaterar till jordens historia.

Man börjar dessutom få en förståelse för hur och varför geovetenskap och geologisk tid kan vara relevant kunskap, dessutom har man förmågan att urskilja geologiska tidsaspekter ur andra sammanhang än de strikt disciplinära. Ett exempel på detta är när de väljer bilder i första uppgiften under första intervjun. Av samtliga bilder de kunde välja valde de hyllan med godis (figur 4f, sid. 15 ). I citatet kan vi se både ett semi-statiskt (grön text) sätt att erfar geologisk tid och ett semi-dynamiskt (blå text) sätt att erfar tid.

**S3:** *Det hade varit så udda om vi tog den där med godiset*

**S2:** *Ja, jag förstår inte riktigt den geologiska*

**S3:** *Det känns mer långsökt det kan ju va intressant i och för sig*

#### 6.2.4 Kategori 4: Dynamisk

När studenten erfar geologisk tid dynamiskt rör de sig fritt mellan olika rumtids-skalar. Studenten använder också olika perspektiv på dessa skalar för att beskriva sin förståelse för helheten. Att erfar geologisk tid dynamiskt innebär att studenten förstår konceptet geologisk tid med alla dess händelser och processer som skapat och omskapat jordens ur ett dåtids-, nutids- och framtidsperspektiv. Studenten kan koppla samman olika fenomen och tidsskalor genom metaforer och analogier och kan resonera sig fram till om den hypotes de har gällande ett problem är korrekt eller om den behöver ändras för att överensstämma med den information studenten har tillgänglig. I exemplet nedan diskuterar studenterna när bohusgraniten bildades.

*S2: Alltså för att, att det heter granit får mig liksom att...*

*S3: Tänka att det kan vara äldre*

*S2: Tänka, att över, för att här bildas ju mest gnejs asså det var det som var speciellt med den tids ... eller en miljard år sedan så, för i så fall skulle det vara samtida om det skulle ...*

*S3: Fast*

*S2: Att det, bildandet av de*

*S3: Jaa, men varför är det inte gnejs då, asså idag borde ju den graniten blivit till gnejs i så fall*

*S2: Ja men hela, inte hela Sverige är ju*

*S3: Nä just det, typ Småland för de*

*S1: Det går liksom en gräns*

*S2: Ja det går en gräns*

*S1: Där någonstans*

*S2: Liksom, till och med i Skåne är ju inte allting gnejs*

*S3: Nej, det är sant*

*S2: Till och med, jag bor ju på en granit bergsknalle typ, Ja*

*S3: Okej, då skall jag inte*

*S2: Men, vänta, bohush de snackar om Bohuslän typ det området eller*

*S3: Jaa, å det är ju en ledtråd i sig tänker jag för det är ju Västskust*

*S2: Jo, å då kan det ju va*

*S3: Det borde ju dragits ner*

*S2: Det borde ju dragits ner tycker jag också*

*S3: För en miljard år sedan*

*S2: Ja*

*S3: Så då skulle det bli gnejs ju*

*S2: Jaa*

*S3: Idag, så då borde det ju va yngre.*

Studenter som erfar geologisk tid som dynamisk är medvetna om vikten av tidens inverkan på disciplinens förståelse för geovetenskap och varför det kan vara av intresse för den egna personen. När man avgränsar ett område för att göra det mer greppbart utesluter man inte information för att minska den kognitiva bördan utan man gör ett val av de perspektiv man vill diskutera för att på så sätt öka förståelsen.

*"Det beror mycket på vilka processer jag tänker på. Men i många fall har jag på senaste börjat uppleva en miljon år som något ganska kortvarigt. Jag tror inte detta har så mycket med tiden att göra utan snare vilka processer man tvingas greppa och under vilka tidsrymder de händer. Geologiska tidsrymder är så omfattbara så de hamnar i en annan kategori av medvetandet än det som upplever tiden."*

Sammanfattningsvis kan man säga att huvudtemat 'erfarande modeller' kretsar kring hur studenterna rör sig mellan olika rumtids-skalar och hur de använder sig av olika perspektiv för att göra fenomenet geologisk tid antingen mer greppbart eller mer komplext

beroende på vilken kategori man befinner sig i. Det är viktigt att också komma ihåg att som Marton och Booth (2000) skriver i Om lärande så är inte en student bunden till en kategori utan kan röra sig mellan kategorierna. Ytterligare en sammanfattande tolkning som inkluderar båda huvudtemana är att studenterna erhållit en god grundkunskap inom geovetenskap som tillåter dem att föra rika diskussioner och intressanta resonemang där de själva var drivande. Jag tillhandahöll endast material och frågor, studenterna drev intervjuerna med ett stort engagemang och intresse. Det framgick också efter intervjuerna att uppgifterna som de arbetade med var uppskattade.

## 7 Diskussion

I tidigare kapitel har jag analyserat studenternas uppfattning om geologisk tid och presenterat resultatet av undersökningen. Jag fann att det fanns två huvudteman, fyra kategorier och 3 sub-kategorier. I detta kapitel kommer jag att diskutera dessa resultat och kategorier, samt kontrastera dem mot tidigare forskning.

### 7.1 Tema 1: Att erfar geologisk tid

I denna diskussion om hur förstaårsstudenter på geologiprogrammet erfar geologisk tid har jag valt att presentera kategorierna 'upplevelse', 'definition' och 'metod' tillsammans. Detta för att sedan lägga större vikt på diskussionen kring kategorin 'gestaltning' och dess subkategorier eftersom denna kategori besvara en av mina frågeställningar nämligen den om 'hur visualiserar studenter geologisk tid?'.

#### 7.1.1 Upplevelse, definition och metod

Marton och Booth (2000) beskriver att för att en individ i en komplex värld skall kunna erfar något måste individen först kunna urskilja det man skall erfar från sammanhanget. De jämför individens möjlighet att erfar något med att vara i ett rum fyllt med detaljer såsom väggar, tak, bord, stolar, bokhyllor, böcker osv. En individ som är uppvuxen i en sådan miljö vet vad de olika delarna betyder, hur de är sammanlänkade och hur de fungerar, som exempelvis att det går att öppna ett fönster för att få in luft eller att böckerna inte är en del av bokhyllan. Om vi föreställer oss de mänskliga rumstidsperspektiv kommer individen som befinner sig i detta rum känna sig trygg med den rumtids-skala som används: upplevelsen är familjär, definitionen är tydlig, människan är i centrum. Den mänskliga rumtids-skalan sträcker sig från för den rumsliga skalan mellan ca. en tiondels millimeter till några få kilometer och för tidsskalan mellan ca. en tiondels sekund till några årtionden (Klemeš 1983). Inom denna rumtids-skala har vi också en personlig sfär som sträcker sig cirka två meter ut från vår kropp (Cutting & Vishton 1995). Det mänskliga rumtidsperspektivet är format av evolutionära processer och det är vårt basala sätt att uppleva rum och tid. Det påverkar hur vi erfar världen omkring oss då det är de perspektiv som vi växt upp med. Detta har vi lärt oss att förhålla oss till sedan vi



var barn, vilket resulterar i att de rumtids-skalar som faller inom vårt mänskliga perspektiv är familjära och kända för oss. Hur vi gestaltar vår upplevelse av det mänskliga rumtidsperspektivet kan däremot påverkas av kulturella och sociala aspekter. När vi placeras i ett rum som vi aldrig tidigare varit i är det initialt svårt att orientera sig. Låt oss ta exemplet geologiskt rumtids-perspektiv; i detta rum är allt till att börja med främmande. Det är svårt för oss att urskilja olika objekt i rumtiden, det är svårt för oss att uppfatta skalorna exempelvis hur långt är 450 mil och hur lång tid är 4,6 miljarder år. Det är svårt att förstå hur geovetenskapliga fenomen som utspelar under miljoner år och på en global skala är sammankopplade.

I den fenomenografiska analysen i detta arbete kan vi se spår av denna initiala "rum-tidsförvirring". Vi ser att upplevelsen av geologisk tid kan beskrivas som något oändligt stort och ofattbart, det finns tecken på skalinvarians och problematik med att använda mänskliga gestaltningar av tid för att beskriva geovetenskapliga fenomen. Denna "rum-tidsförvirring" tolkar jag som att studenterna börjar att forma ett nytt sätt att erfara tid. Studenterna har börjat orientera sig i det nya rummet (geologisk rumtids-skala) och de har börjat utveckla strategier för att hantera de för "människor" främmande geologisk rumtids-skalorna. Min hypotes är att på sikt kommer detta att utvecklas till ett dualistiskt erfalande av rums-tids fenomen. Där den ena delen består av den mänskliga rumtids-skalan och den andra av den geologiska rumtids-skalan.

Att befästa en geologisk rums-tidsskala är ett viktigt steg för att studenterna skall kunna utvecklas inom det geovetenskapliga fältet. För att detta skall kunna ske så är det viktigt att man beaktar att en viktig del för att kunna lära sig något är att man kan urskilja det från omgivningen. I boken Om lärande av Marton och Booth (2000) beskrivs detta som den interna och externa horisonten. Jag har tolkat den interna horisonten som 'de delar studenterna urskiljer' ur rummet och den externa horisonten som 'vilka andra sammanhang studenterna erfart tid'. För att studenterna skall kunna urskilja viktiga skillnader i erfandet av geologisk tid måste de uppleva variationer i den externa horisonten. Detta gör de exempelvis när de börjar läsa geovetenskap, när studenterna blivit introducerade för det nya perspektivet börjar de utifrån sin bakgrund, kunskaper och intressen att utveckla sin interna horisont och de kommer på så vis att förbättra sin förmåga att urskilja delar i rummet som är av betydelse för att de skall förstå fenomenet geologisk tid. Men när man går från en mycket familjär rumtids-skala (den mänskliga) till en okänd rumtids-skala (den geovetenskapliga) så måste man göra detta successivt. Därför börjar studenten med att definiera den "externa horisonten" för den geologiska rumtids-skalan genom att initialt avgränsa hur mycket information som skall bearbetas och vilken information som är viktigast att fokusera på för att man skall få en känsla för detta okända rumtidsperspektiv. Studenternas tydligaste avgränsning när det gäller att definiera den geologisk rumtids-skalan är när jorden bildades för ca. 4,6 miljarder år sedan. För att hantera den komplexa och ofattbara geologiska rumtids-skalan använder sig studenterna av bland annat 'hållpunkter' som kan placeras in på den geologiska tidsskalan. En hållpunkt kan vara exempelvis en hän-

delse, process eller ett årtal. Kring dessa kända hållpunkter för man sedan ett geologiskt resonemang som grundar sig bland annat i ämneskunskaper. Resonemanget kan föras utifrån ett absolut eller relativt perspektiv på den geologiska rumtids-skalan. Om studenterna har en diskussion kring absoluta data vet de ofta det årtal eller den period de hänvisar till och resonemanget blir korta och koncisa. Till skillnad från de relativa där diskussionen blir mer inriktad på att hitta den logiska ordningen. Detta påminner om de två strukturerna som Dodick och Orion (2006) fann när det gjordes en utvärdering av studier. De två strukturerna var tidslinje-fokuserade ('event based') och logik-fokuserade ('logic based'). Tidslinje-fokuserade studier inriktade sig på att förstå hur studenten erfår den totala åldern av geosfären från jordens eller universums bildande och framåt. Den andra typen av studier kring geologisk tid är så kallade logik-fokuserade ('logic based'). Dessa studier baseras på de logiska besluten som studenterna använder för att ordna geologiska eller biologiska händelser som representeras i stratigrafiska lager genom att använda grundläggande principer för relativ datering.

Den fenomenografiska beskrivningen av hur studenterna erfår tid genom kategorierna 'upplevelse', 'definition' och 'metod' har gett en insikt i hur studenter på ett geologiprogram hanterar geologisk tid. Studenterna har, för att gå tillbaka till liknelsen i introduktionen med att slå i en spik med en såg, börjat förbättra verktyget de använder för att erfara geologiska rumtids-skalar. Studenterna har börjat anpassa det mänskliga sinnet till att erfara det främmande och ofattbara fenomenet geologisk tid och för att ge uttryck åt sin nya förståelse använder sig studenterna av metaforer och liknelser för att uttrycka geologisk tid ur ett mänskligt perspektiv. Dessa metaforer och liknelser tar oss till den andra kategorin i temat "att erfara geologisk tid", som jag personligen tycker är mest intressant, nämligen hur studenterna beskriver innehållet i det nya "rummet" genom gestaltningar. Det är i studenternas gestaltningar som vi kan finna ledtrådar till hur studenterna erfår geologisk tid på ett djupare plan.

### 7.1.2 Gestaltning

Forskning kring konceptuella metaforer har visat att det finns ett stort system av olika metaforer exempelvis inom språk och gester som ligger till grund för det mänskliga sättet att erfara abstrakta fenomen som exempelvis geologisk tid. Traditionellt har man inom forskningsfältet för kognition delat in tidsmetaforerna i 'rörelse-tid' ('moving-time') och 'rörelse-ego' ('moving-ego'), se exempelvis Clark (1973) och Gentner (2001). För metaforer 'rörelse-tid' förflyttar sig tiden medan observatören är stationär, framtid ligger framför observatören och dåtid ligger bakom. Denna syn på tid tar sig uttryck i exempelvis uttryck som "inlämningsdagen närmade sig". För metaforer 'rörelse-ego' är det observatören som förflyttar sig längs den stationära tidsskalan, dock fortfarande med framtiden framför sig och dåtiden bakom sig. Detta sätt att tänka på tidsmetaforer har dock ifrågasatts och moduleras av Núñez (1999) och Moore (2000). Enligt dessa studier skall man istället för att klassificera tids metaforer i enlighet med vad som rör sig (Ego eller

Tid), klassificera dem utefter den relevanta (statiska eller dynamiska) referenspunkten (RP) (Núñez et al. 2006). Núñez et al. (2006) beskriver de nya sätten att dela in tids metaforer som 'ego-referens-punkt' (Ego-RP) metaforer, där ego's plats alltid specificerar nutid, och där de två sätten från ovan ('rörelse-tid' och 'rörelse-ego') är underkategorier och 'tid-referens-punkt' (Tid-RP) metaforer, där tidigare händelser är framför senare händelser och där det inte finns något fast läge av nutid.

### Språk

Vi börjar med att se på hur studenterna gestaltar den geologiska rumtids-skalan genom språket. Ur den fenomenografiska analysen i denna studie kan vi se att studenter som går första året på ett geologiprogram genom sin utbildning har fått ett initialt perspektiv på den geologiska rumtids-skalan där den temporala skalan sträcker sig från nanosekunder till eoner och den spatiala skalan sträcker sig från det mikroskopiska till att inkludera hela geosfären och för vissa även hela universum. Detta är en viktig aspekt i en geologistudents utveckling då det är viktigt att man etablerar en gemensam referensram kring vilka rumtids-skalar som är närvarande för att man skall kunna resonera och diskutera kring olika geovetenskapliga fenomen. Detta stöds av Zacks och Tversky (2012) där de skriver att det är först när vi har gemensamma referensramar som vi kan börja använda oss av kopplingen mellan en etablerad rumtids-skala och de spatiala och temporala förväntningarna. När en rumtids-skala är etablerad bearbetar vi information i förhållande till bakgrunden för denna rumtids-skala, vilket i sin tur betyder att när vi etablerar en skala genom språket kan detta påverka hur vi bearbetar påföljande information. I denna studie kan vi se ett exempel på detta genom det jag valt att kalla "talauktion". En talauktion är när man slänger ur sig olika tal på ett sätt som liknar en auktion. Dessa 'talauktioner' uppstår speciellt när studenterna försöker sätta rätt ålder på en händelse eller när de skall uppskatta hur lång tid en process tar som i exemplet nedan.

*S2: Antingen 259 eller 295 det det är en liten marginal på några år eller miljoner*

*S3: Vi kan skriva mer än 2... eller 250 till 300 kan vi säga*

*S1: Skall jag skriva 250 till*

Detta gör att när studenterna talar om händelser och processer som utspelar sig inom det geovetenskapliga rumtidsperspektivet behöver de inte alltid uttrycka att exempelvis kambriska explosionen skedde för ca 540 miljoner år sedan. Det räcker med att de säger 540, att det är miljoner år sedan är redan inräknat i händelsen 'kambriska explosionen'. En intressant aspekt av detta är att en talauktion kan visa om studenterna genom sin utbildning blivit medvetna om att de talar om processer och händelser som utspelar sig inom den geologiska rumtids-skalan. Samtidigt skall man vara försiktig med att lägga för stor vikt vid detta då verkligheten inte alltid är så enkel. Ibland kan det vara så att studenten utelämnar tusen-, miljoner- eller miljarder år på grund av att man helt enkelt inte vet. Därför är det viktigt att vara observant på om studenten någon gång under diskussionen gör en direkt referens till om det är exempelvis tusen-, miljoner- eller miljarder år man

syftar på. En direkt referens innebär att man i början eller någon gång under diskussionen refererar till att man tror att exempelvis kambriska explosionen skedde för 500 miljoner år sedan för att sedan säga, "eller är det 540?".

En annan aspekt av hur vi hanterar rumtids-skalar genom språket kallas 'skalinvarians' (eng: scale invariance) där den relativa relationen mellan objekt och händelser bevaras trots att skalan ändras (Zacks & Tversky 2012). Nära är nära oavsett om avståndet gäller meter, kilometer eller mil och kort därefter är kort därefter oavsett om det är sekunder, minuter, timmar, eller eoner. Därför är det viktigt, enligt Zacks och Tversky (2012), att när man använder sig av skalor och transformationer som inte kan "erfaras" naturligt så måste man vara noga att befästa dem på ett "bra" sätt annars kan skalinvarians bli en potentiell källa för 'missvisande slutsatser'. Därför är det extra viktigt under studenternas grundutbildning att de får möjligheten att erfara en stor variation av processer och händelser som utspelar sig på olika rumtids-skalar från mikro till makro, så att de kan etablera en god förståelse för olika geologiska rumtids-skalar. Det är också viktigt att de metaforer och analogier som används för att gestalta geologisk tid exempelvis olika former av visualiseringar, så som klockor och spiraler, inte orsakar 'skalinvarians' hos studenten vilket i längden kan orsaka missuppfattningar som är svåra att arbeta bort.

I sub-kategorin språk från den fenomenografiska analysen kan vi se att vårt språk innehåller mer än bara ord: språk är ett sätt för oss att uttrycka abstrakta fenomen som geologisk tid. Enligt Zacks och Tversky (2012) utgör de objekt och händelser som vi kan erfara i vår omvärld inte bara grunden för vår rumtids-skala, de strukturerar också sättet vi tänker på kring rum och tid. Till skillnad från "naturvetare", som strukturerar rum och tid i termer av globala, fysiska mätningar, strukturerar människor i vardagen objekt och händelser som är kännbara, ofta manipulerbara, mot omgivningens rumtids-skalar. Vårt språk utgör en viktig funktion när det gäller att etablera en gemensam rumtids-skala. Det är den gemensamma rumtids-skalan som möjliggör för talaren och åhöraren att dela förståelsen för vilken skala det är man talar om (Zacks & Tversky 2012). Ett exempel på detta från geovetenskapen kan vara när man talar om klimat och väder. När en geovetare talar om klimat talar de om storskaliga förändringar som pågår under långa tidsperioder, till skillnad om de talar om väder då de talar om småskaliga förändringar under korta tidsperioder. För någon som inte är insatt i den gemensamma rumtids-skalan som baseras på att klimat är storskaligt och väder småskaligt kan det lätt uppstå missförstånd och feltolkningar. Enligt Zacks och Tversky (2012) skapas dessa gemensamma referensramar som man använder under en diskussion inte på vilken storlek något har eller hur lång tid något tar, utan de gemensamma referensramarna baseras på vad det är vi hänvisar till. Ett exempel från geovetenskapen får vi om vi jämför följande två meningar 'jordskredet skedde kort efter jordbävningen' och 'ediakara var ganska kort efter kambriska explosionen'. I båda exemplen använder vi oss av 'kort' för att beskriva hur mycket tid som passerat

mellan den första händelsen och den andra men det är inte ordet 'kort' som ger mening till orden. Det som ger mening till orden är vetenskapen om processernas händelseförlopp och storlek.

### Gester

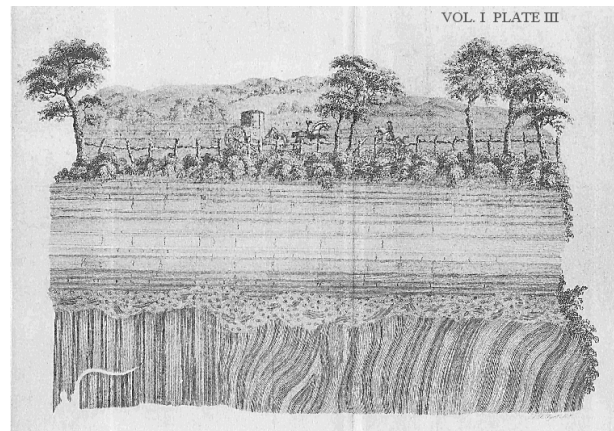
Jag har nu beskrivit hur språket påverkar studenternas sätt att erfara tid genom att man använder sig av språkliga metaforer för att beskriva abstrakta fenomen som geologisk tid. För att ytterligare fördjupa vår förståelse skall jag nu diskutera vad gester kan avslöja om studenternas erfarenhet av geologisk tid. I detta arbete har jag valt att fokusera på de gester som studenterna gjorde när de talade om tid. Jag fann att studenterna använde gester på två olika sätt när de talade om geologisk tid. De använde gester för att gestalta tid i sagittalplanet (framåt-framtid och bakåt-dåtid) och de använde gester för att gestalta tid i lateralplanet (vänster-äldre och höger-yngre). Dessa två sätt att använda gester för att förmedla tid stämmer överens med Cooperriider och Núñez (2009). Studierna visar att människor använder sig av just dessa två sätt att gestalta tid genom gester när de talade om tid i generella termer. Även observationen att studenterna använde gester som förmedlade tid i lateralplanet betydligt oftare än vad de använde gester som förmedlade tid i sagittalplanet stämmer överens med de resultat som kom fram i Casasanto (2016). Casasanto (2016) fann att människor spontant gör gester i lateralplanet och att dessa rörelser förekommer oftare än rörelser i sagittalplanet.

Gester är inte omedvetna rörelser. Forskning visar att gester är knutna till hur människor erfar omvärlden, hur väl vi kommer ihåg information och hur vi förmedlar denna upplevelse till andra. Människor använder gester för att komma ihåg information som exempelvis en vägbeskrivning (Tversky 2019) och för att avlasta sinnet när de kognitiva bördan blir för stor genom att använda gester för att lägga ut tankarna i rummet och för att skapa rörelse i våra mentala modeller (Roth 2000; Roth 2001; Scherr 2008; Stieff et al. 2016). Inom geovetenskap spelar gester en central roll för kommunikation inom disciplinen och vår förståelse av abstrakta fenomen som exempelvis geologisk tid, plattetektonik och plastisk deformation som alla utspelar sig på en för människan okända rumtids-skalar (Kastens et al. 2008; Liben et al. 2010; Herrera & Riggs 2013 och Van Boening & Riggs 2020). Även om gester var ett mycket spännande område att utforska så kunde jag inte fördjupa mig kring detta område i just denna studie då tiden inte räckte till, jag fick helt enkelt avgränsa mig.

### Visualisering

När studenterna fick uppgiften 'Hur visualiserar du geologisk tid?', blev det initiala svaret från de flesta av studenterna att det var en svår uppgift. Min personliga reflektion var att de nog inte fått den frågan tidigare och att de aldrig blivit ombedda att tänka på geologisk tid ur den aspekten, för det hade inte jag heller gjort innan denna studie. Efter de initiala tankarna kring frågan så kunde man se att de första tankarna kring hur de visualiserar geologisk tid resulterade i en muntlig beskrivning där den geologiska tiden beskrevs som en linje eller vertikal stapel. En möjlig orsak till att studenterna använder dessa "enkla" sätt att erfara geolo-

gisk tid är att både modern och historisk litteratur inom geovetenskap är fyllda med illustrationer som visar geologisk tid ur ett "enkelt" vertikalt eller horisontellt perspektiv (figur 28)



Figur 28. En av tidig vertikal illustration av geologisk tid. Bildkälla: James Hutton, Theory of the earth Vol. I plate III, 1778.

Men det är efter dessa "enkla" initiala tankarna som det börjar hända intressanta saker, när studenterna börjar diskutera och fördjupa sina tankar sinsemellan utvecklas denna "enkla" bild av geologisk tid till en egen tolkning. Studenternas illustrationer i kombination med deras diskussioner visar att för studenterna är geologisk tid mer än ett rakt streck, det är något som beskriver hur geosfären förändras över tid. Detta är en spännande observation, då det tyder på att studenterna upplever geologisk tid som tvådimensionell.

Jag fann två olika varianter på studenterna beskrev geologisk tid på ett tvådimensionellt sätt, 'linjär-cyklisk' och 'expansion'. Den första sättet 'linjär-cyklisk' beskriver geologisk tid som ett konstant streck ackompanjerat av ett konstant flöde av cykliska processer med olika rumtids-skalar. Det andra sättet 'expansion' beskriver att tiden ökar efter den kambriska explosionen till följd av att det uppstår mer diversitet av liv. Detta medför i sin tur att tiden måste vidgas för att den skall kunna rymma all information som genereras genom en ständig ökning av komplext system. I det första sättet 'linjär cyklisk' finns det inget definierat slut. I det andra sättet 'expansion' finns det beroende på hur man väljer att se på det två alternativ 'ändlig' och 'oändlig'. Det första sättet 'ändlig' beskriver att tiden faller samman när livet upphör existera eller till och med när människan upphör att existera. Det andra sättet 'expansion' beskriver att tiden fortsätter expandera på samma sätt som universum.

Jag har två hypoteser om varför dessa två sätt att beskriva geologisk tid observerats. För den 'linjär cykliska' beskrivningen av tid tror jag att studenterna kan ha blivit influerade av den uppgift de arbetade med innan de arbetade med uppgiften 'visualisering', nämligen 'cyklisk vs linjär'. I uppgiften 'cyklisk vs linjär' arbetar studenterna med att jämföra olika linjära och cykliska processer vilket skulle kunna påverka deras tankar kring tid.

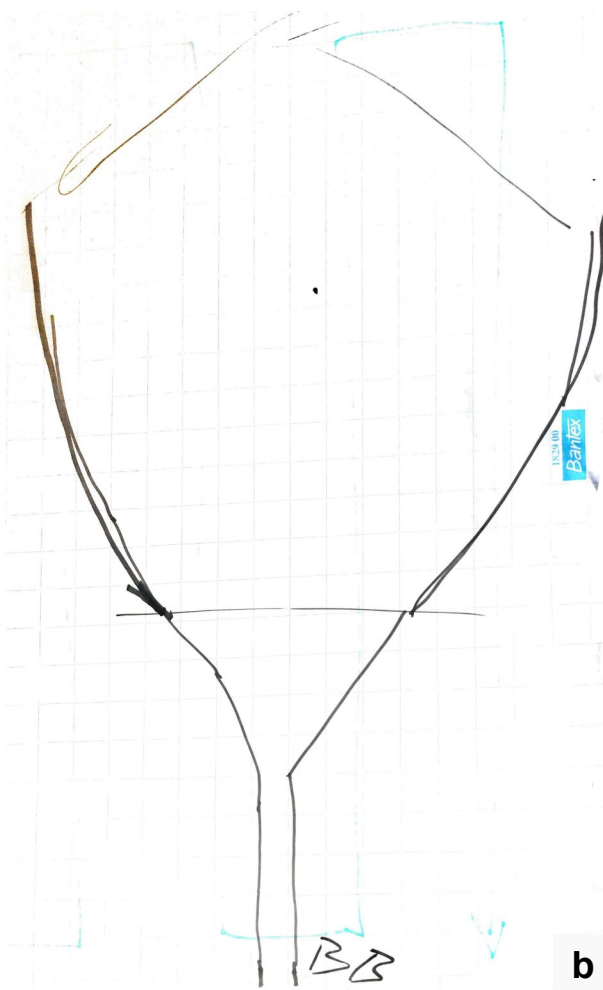
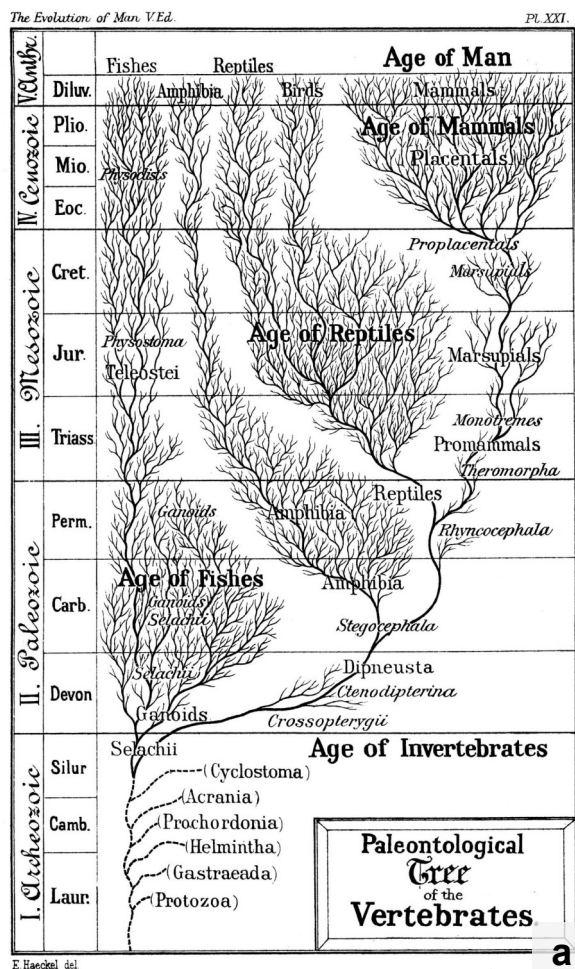
För att förstå hur jorden fungerar är det också viktigt att man förstår hur olika geovetenskapliga fenomen är sammankopplade. Detta leder i sin tur till att ämnet geovetenskap också är fyllt med olika samband mellan geovetenskapliga fenomen som utspelar sig på olika rumtids-skalar och fenomen präglas av att vara linjära eller cykliska. Något som ytterligare stärker min tankar kring att studenternas 'linjär cyklisk' bild av geologisk tid är något naturligt för de som läser geovetenskap är boken *Time's Arrow, Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time* av Stephen Gould (1987), där han beskriver geologisk tid ur ett 'linjär cykliskt' perspektiv.

För 'expansions visualiseringen' tror jag att studenternas erfärande av geologisk tid kan ha påverkats av hur vi människor erfar ökande mängder information. Ett exempel är hur livets utveckling illustreras, figur 29. I 'expansions visualiseringen' ser man hur studenten erfar att tiden expanderar när livet diversifieras och att tiden breder ut sig ju längre bort från startpunkten man kommer. Man kan också dra paralleller till hur man illustrerar universums expansion från Big bang och framåt. I båda fallen kan dessa hypoteser också stärkas av hur studenterna själva beskriver hur de visualiserar

geologisk tid i diskussionerna under intervju 2.

Att studenterna visar upp denna idérikedom när de skall visualisera geologisk tid tolkar jag som att de genom sina tidigare erfarenheter och undervisningen de genomgått har börjat utveckla en djupare förståelse för den geologiska rumtids-skalan. Det är också förekommande att en och samma person kan använda sig av olika sätt att visualisera tid beroende på om det är den personliga tiden de tänker på eller om det är den geologiska/kosmiska tiden.

Det framkom också ur studien att de olika "färdiga" visualiseringarna som man inom den geovetenskapliga disciplinen har tagit fram för att underlätta för studenterna att erfar hela geosfärens historia inte alltid är till hjälp. Exempel på hur studenterna uttryckte detta går att se i resultatkapitlet (kapitel 6.4.1). Vad som orsakar att studenterna upplever att de "färdiga" metaforerna inte är hjälpsamma kan jag inte svara på utifrån det material som är insamlat och den analys som gjorts, men det öppnar en dörr för fortsatt forskning kring hur studenter visualiserar geologisk tid. En personlig reflektion är dock att man som lärare inte skall förkasta dessa illustrationer utan beskriva och lära studenterna hur man använder dem på ett mer konstruktivt sätt.



Figur 29. Illustrationerna visar en möjlig förklaring till varför studenten visualiserar geologisk tid som tvådimensionell, a. visar en illustration av vertebraternas evolutionära utveckling (Bildkälla: Ernst Haeckel's Paleontological Tree of Vertebrates, 1879) och b. visar hur studenten visualiserar geologisk tid.

En intressant detalj hittade jag dock i boken *Social semiotics: the basics* av Daniel Chandler (2017) där han sammanfattar forskning kring hur vi upplever bilder på följande sätt: Eftersom det inom de europeiska kulturerna finns en tradition att läsa och skriva längs den horisontella axeln med en riktning från vänster till höger så är vi primade att även läsa bilder som är kopplade till läsning och skrivande från vänster till höger. Detta är speciellt tydligt i bilder som är inkorporerade i skriven text, som exempelvis undervisningslitteratur. Chandler skriver även att det finns en sedan länge etablerad praxis i målningar och teckningar från Europa att rörelse kommer från vänster. Han skriver också att det finns en koppling mellan högerriktade pilar och rörelse framåt, som exempelvis playknappen. När det gäller den vertikala axeln så kan man se att uppåt betyder mer och nedåt betyder mindre. Det finns även fler associationer till upp och ner, bland annat att upp associeras med exempelvis godhet och lycka och ner med död och låg status. Men det han inte tar upp är att det finns ett geovetenskapligt perspektiv på den vertikala skalan och det är att upp kan betyda yngre och ner äldre. Detta kan vi se både när studenterna lägger ut lapparna under den första övningen men också när de skall visualisera tid och ritar den geologiska tidsskalan i vertikal form. Men upplever alla människor tid från höger (äldre) till vänster (yngre) eller som framtid (framåt) och dåtid (bakåt)? När vi tittar närmare på litteratur från den kognitiva forskningen finner vi en mycket intressant aspekt kring hur människor lär sig att erfara tid, nämligen att vårt sätt att erfara tid är något vi lär oss mycket tidigt (Tillman et al. 2018) och som är kopplat till hur vi ur ett kulturellt perspektiv upplever rummet. Att erfara tid så som jag beskrivit det fram tills nu är den västerländska tolkningen men det finns andra kulturer där man erfara tid omvänt. Med andra ord: för det laterala planet gäller det att höger är yngre och vänster är äldre och för det sagittala planet är framåt dåtid och bakåt framtid. Ett exempel för det sagittala planet kommer från en studie av Núñez och Sweetser (2006) där man studerat människor som talar språket Aymara, där kan man se att framåt är dåtid och bakåt är framtid. Exempel för det laterala planet kommer Tversky et al. (1991) samt Fuhrman och Boroditsky (2007) där man undersökt hur personer som talar hebreiska erfara tid och sett att höger är yngre och vänster äldre.

### 7.1.3 Sammanfattning: Gestaltningar

I alla tre sub-kategorier 'språk', 'gester' och 'visualisering' kan vi se att studenternas sätt att erfara geologisk tid påverkas av den människans upplevelse av tid sett ur det rumsliga erfandet. När det gäller språket yttrar sig detta genom en tydlig koppling mellan vårt sätt att tala om tid genom språkliga metaforer som rör sig längs det sagittala planet, där framtiden är framför och dåtiden är bakom. När det gäller gester kan vi se att det finns en tydligare koppling mellan tid och rörelser i det laterala än för det sagittala. En intressant observation är att för geovetare så finns det också ett alternativt sätt att tolka tid sett ur ett vertikalt perspektiv där upp för en geovetare ofta betyder yngre och ner betyder äldre.

Det finns också två mentala modeller som beskriver

hur vi ser på tid: den ena är ego-fokuserad och den andra är tids-fokuserad. En intressant observation är att studenter på ett geologiprogram tenderar att använda sig mer av det tids-fokuserade ramverket än det ego-fokuserade. Anledningen till detta kan vara att de geologiska rumstids-skalorna skapar distans till hur vi upplever tid. Vi går från den egna mänskliga uppfattningen av tid till att man alltid ser på tiden utifrån, detta stämmer också överens med det tidsfokuserade sättet att erfara tid. Min hypotes är att vi använder oss av det sagittala-planet när vi beskriver fenomen som kan erfaras inom gränserna för den mänskliga rumtids-skalan exempelvis när vi beskriver något som sker i nutid. Vi använder oss av det laterala-planet när vi försöker förklara sådant som ligger utanför den mänskliga rumtids-skalan exempelvis när vi talar om händelser som skett i dåtid. Det kan liknas med att när vi erfår mindre rumtids-skalar upplever vi dessa som familjära och vi har därav lättare använda våra empatiska förmågor vilket ger oss tillgång till vårt känsleregister som vi kopplar samman med det ego-fokuserade sättet att erfara tid som i sin tur gestaltas genom metaforer i det sagittala planet. När vi erfår större rumtids-skalar upplever vi dessa som främmande och det är svårare att använda våra empatiska förmågor. Detta begränsar vår tillgång till känsleregistret och vi blir distanserade, vilket vi kopplar samman med det tidsfokuserade erfandet av tid som i sin tur gestaltas genom metaforer i det laterala planet.

## 7.2 Tema 2: Erfarande modell

I analysarbetet framkom följande fyra kategorier för tema 2: 'statisk', 'semi-statisk', 'semi-dynamisk' och 'dynamisk'. Kategorierna i tema 2, 'erfarandemodell', visar på att det finns en hierarkisk struktur i temat 'erfarandemodell' bland studenterna. För att utvärdera kategorier i temat 'erfarande modell' kommer jag att jämföra dem med *Structure of the Observed Learning Outcome* (SOLO) från Biggs och Collis (1982). SOLO är en internationellt använd kunskapstaxonomi för att bedöma den strukturella komplexiteten av en students sätt att erfara ett fenomen (Biggs & Collis 1982). I SOLO taxonomin finns det beskrivet fem stadier (för utförlig beskrivning se kapitel 2.2) i jämförelse mot de fyra kategorier som identifierades under denna studie.

### 7.2.1 Statisk vs prestrukturell förståelse

Om vi tittar på kategorin 'statisk' kan vi se att den stämmer väl överens med SOLO nivån 'prestrukturell' (eng: prestructural). På SOLO nivån 'prestrukturell' svarar studenten ofta vagt eller nekande på frågor exempelvis vet ej eller det bara är så. Studenten kan även undvika att svara på frågan genom att exempelvis säga att de inte vet något om geologisk tid eller så försöker de svara på frågan utifrån de enklaste principerna som berör ämnet exempelvis: jorden är gammal. I kategorin 'statisk' har jag beskrivit att studenten har svårt att röra sig mellan olika rumtids-skalar samt mellan olika perspektiv (exempelvis astronomiskt, geologiskt eller mänskligt) på dessa skalor. Studenten använder sig inte av perspektiv för att fördjupa sin förståelse utan perspektiv används för att minska den kognitiva bördan. Detta stämmer överens med Biggs och Collis

(1982) beskrivning av att människor har ett begränsat arbetsminne (eng: working memory) och uppmärksamhetsspann. De förklarar att för att man skall klara av att göra en fördjupad analys av ett ämnesområde som exempelvis geologisk tid så måste man kunna tänka på flera saker samtidigt för att kunna skapa en mer holistisk bild.

### 7.2.2 Semi-statisk vs mångstrukturell förståelse

Den andra kategorin '*semi-statisk*' stämmer överens med SOLO nivån '*mångstrukturell*' (eng: multi-structural). På SOLO nivån '*mångstrukturell*' känner studenten till flera koncept inom ämnet geologisk tid, exempelvis geologisk tidsskala, processer och perspektiv, och kan föra ett resonemang kring de olika delarna. Men om studenten stöter på fakta som motsäger den bild av hur studenten upplever exempelvis bildandet av granit kommer denna konflikt ignoreras och en förenklad slutsats som stämmer överens med studentens nuvarande kunskapsbild dras. I kategorin '*semi-statiskt*' har jag beskrivit att studenten börjat röra sig mellan olika rumtids-skalorsamt mellan olika perspektiv på dessa skalor. Det finns en grundläggande förståelse för vitala geovetenskapliga koncept och begrepp, dock saknas fortfarande en tydlig koppling mellan geologisk tid och de varierande tidsskalorna för enskilda händelser och processer. När man erfar geologisk tid som semi-statiskt har man börjat resonera kring olika geovetenskapliga fenomen tidsaspekter och vilka händelser och processer som påverkar eller påverkas av dessa.

### 7.2.3 Semi-dynamisk vs relationell

Den tredje kategorin '*semi-dynamisk*' stämmer överens med SOLO-nivån '*relationell*' (eng: relational). På SOLO-nivån '*relationell*' känner studenten till relationerna mellan koncepten inom geovetenskap. Exempelvis så vet studenten att den geologiska tidsskalan påverkas av olika geovetenskapliga processer och att deras syn på geologisk tid påverkas av vilket perspektiv de använder sig av. Studenten kan genom olika geovetenskapliga resonemang besvara frågor som exempelvis "hur gammal är en gnejs från Skåne?". Studenten är också öppen för att förändra sin bild av exempelvis åldern på gnejsen från Skåne om det skulle uppstå motsägelser eller konflikter i resonemanget som tyder på att ny information eller förståelse kommit fram. I kategorin '*semi-dynamiskt*' har jag beskrivit att studenten börjar röra sig mellan olika rumtids-skalor och börjar också använda olika perspektiv på dessa skalor för att beskriva sin förståelse. Det finns en god grundläggande förståelse för vitala geovetenskapliga koncept och begrepp. En tydlig koppling mellan geologisk tid och de varierande tidsskalorna för enskilda händelser och processer har börjat växa fram, samt hur dessa förhåller sig till den geologiska tidsskalan. Olika fenomen jämförs med varandra för att man skall få en bättre förståelse för de olika tidsskalorna.

### 7.2.4 Dynamisk vs utvidgat abstrakt

Den fjärde och sista av mig beskrivna kategorin '*dynamisk*' stämmer överens med SOLO nivån '*utvidgat abstrakt*' (eng: extended abstract). På SOLO

nivån '*utvidgat abstrakt*' är studenten medveten om den geologiska tidens inverkan på ämnet geovetenskap och man har en stor förståelse för hur den dynamiska geosfären förändras över tid. Studenten använder denna medvetenhet för att etablera nya länkar mellan andra koncept men också för att diskutera andra ämnen ur ett geovetenskapligt tidsperspektiv exempelvis koppla samman konceptet geologisk tid med astronomi för att på så sätt förklara observationer som att aluminium inte skapats på jorden.

I kategorin '*dynamisk*' beskriver jag att en student som erfar geologisk tid dynamiskt rör sig fritt mellan olika rumtids-skaloroch att studenten använder olika perspektiv på dessa skalor för att beskriva sin förståelse för helheten. Att erfar geologisk tid dynamiskt innebär att studenten förstår konceptet geologisk tid med alla dess händelser och processer som skapat och omskapar jordens ur ett dåtid-, nutids- och framtidsperspektiv. Studenten kan koppla samman olika fenomen och tidsskalor genom metaforer och analogier och kan resonera sig fram till om den hypotes de har gällande ett problem är korrekt eller om den behöver ändras för att överensstämma med den information studenten har tillgänglig.

### 7.2.5 Sammanfattning: Tema 2

Det finns en tydlig koppling mellan SOLO-nivåerna och de av mig beskrivna fenomenografiska kategorierna. Det går att se en tydlig hierarki i kategorierna där den enklaste formen att erfar geologisk tid utgörs av den statiska kategorin och den utvecklade formen av att erfar geologisk tid utgörs av den dynamiska kategorin. Det som skiljer min fenomenografisk kategorisering från SOLO nivåerna är att det finns ytterligare en SOLO nivå: '*unistrukturell*' (eng: unistructural). Detta är en kategori som jag inte fann en motsvarighet till under analysen. På SOLO nivån '*unistrukturell*' har studenten en begränsad förståelse för geologisk tid genom att de känner till olika koncept som berör geologisk tid men man har inte befäst denna förståelse vilket kan ses i att studenten svarar på frågor ur ett ensidigt perspektiv exempelvis att geologisk tid är den geologiska tidslinjen. En förklaring till varför denna nivå saknas kan vara att det är en fin gräns mellan '*unistrukturell*' och '*prestrukturell*'. En annan kan vara att detta inte var en studie som bedömde studenternas kunskaper utan istället ville besvara frågan hur de erfar geologisk tid. Därför har det inte lagts ner någon tid på att bedöma hur väl de kunde svara på olika frågor vilket kan ha bidragit till att nivån '*unistrukturell*' inte identifierades. Fokus lades istället på att försöka förstå hur studenterna själva upplever fenomenet geologisk tid.

Att de övriga kategorierna stämmer väl överens med Biggs och Collis (1982) SOLO taxonomi kan tolkas som att de kategorier som kommit fram under analysen går att använda för att utvärdera hur studenter på ett geologiprogram erfar geologisk tid. Den statiska och dynamiska erfaran-deskalan för geologisk tid är ett potentiellt verktyg för både universitetslärare och lärare som undervisar vid grundskola och gymnasium för att få en bättre förståelse för hur deras elever/student erfar och lär sig erfar geologisk tid så att de kan anpassa och förbättra sin undervisning i för-

hållande till sina elever/studenter.

Genom den fenomenografiska analysen har jag kunnat synliggöra vad det är som krävs av en geologistudent för att man skall kunna erfara geologisk tid dynamiskt och hur vägen till denna medvetenhet och rörlighet kan se ut.

### 7.3 Perspektiv

Ett sätt att skapa förståelse för sin omvärld är att använda sig av olika perspektiv. Om vi tar den geologiska rumtids-skalan så kan vi se på klimatförändringar ur ett lokalt perspektiv (hur påverkar stigande havsnivåer min källare), ett nationellt perspektiv (hur påverkas Sverige av stigande havsnivåer) eller ett globalt perspektiv (hur påverkas människor på Haiti av stigande havsnivåer). Vi kan se på fossila bränslen ur ett dåtidsperspektiv (hur lång tid tog det för olja att bildas), ur ett nutidsperspektiv (vart hittar vi olja) och ur ett framtidsperspektiv (när tar oljan slut). Vi kan se på marina föroreningar ur ett mänskligt perspektiv (ogästvänliga badstränder), ur ett geologiskt perspektiv (bildandet av plastkonglomerat), ur ett ekonomiskt perspektiv (samla in marint skräp och gör dammsugare) eller ur ett biologiskt perspektiv (hur många valar dör om året för att de fått i sig plast). Vilket, eller vilka, perspektiv man har till sitt förfogande är dels individuellt och beror på exempelvis intressen, utbildning, uppväxtmiljö, men det kan också vara bundet till sociala och kulturella skillnader. Perspektiv kan användas både för att öka komplexiteten och förståelsen för ett fenomen, men också för att minska komplexiteten och göra ett problem mer hanterbart. När man känner sig otrygg och osäker vänder man sig ofta till det som är familjärt och som man känner sig trygg med. Man återvänder till det perspektiv som utgör basen för ens världsbild. När man avgränsar världen som man erfår minskar man den kognitiva belastningen men man förlorar också viktig kunskap. Ett exempel på detta är när studenterna under en diskussion kring åldern på aluminium konfronteras med informationen att aluminium inte bildades på jorden utan långt innan jorden skapades. Deras reaktion blir att man vill begränsa "tiden och rummet" för att minska ner den "kognitiva bördan" som uppstår när komplexiteten ökar. I detta fall känner de sig bekvämare med att diskutera oljans ålder i förhållande till aluminium då olja bildas på jorden till skillnad mot aluminium som bildades "onödigt långt tillbaka" i tiden, ute i den oändliga rymden. Det som gör detta exempel extra intressant är sättet de begränsar den geologiska rumtids-skalan på då det även visar vilken information studenterna kan urskilja. De väljer att diskutera olja och kol i stället för aluminium men egentligen gör det ingen skillnad faktamässigt eftersom man inte vet exakt hur kol bildas eller när det kom till jorden.

## 8 Slutsats

Syftet med denna studie var att få en förståelse för hur studenter på ett geologiprogram erfår och gestaltar fenomenet geologisk tid. Med utgångspunkt i ovanstående avsåg jag att svara på följande forskningsfrågor:

1. Hur erfår förstaårsstudenter geologisk tid?
2. Hur gestaltar förstaårsstudenter geologisk tid?

För att kunna svara på dessa frågor började jag med att beskriva de grundläggande teoretiska faktorerna som påverkar hur man erfår olika fenomen. När jag fått en förståelse för vilka verktyg studenterna har att tillgå kunde jag sedan gå vidare och undersöka hur studenterna erfår geologisk tid och hur de gestaltar geologisk tid.

Vi börjar med att se på hur förstaårsstudenterna erfår geologisk tid. Det första vi kan se från den fenomenografiska analysen är att studenterna erfår geologisk tid genom ett mänskligt perspektiv och att de gestaltar detta erfärande genom metaforer som är anpassade för att beskriva fenomen som ligger inom den mänskliga rumtids-skalan. Deras initiala 'mänskliga' referensramar håller dock fortfarande på att utvecklas. Studenterna har genom sin utbildning blivit medvetna om en annan referensram för rum och tid, nämligen den geologiska. Detta kan vi se bland annat genom att de använder hållpunkter och använder sig av 'talauktion' då de talar om hur de erfår geologisk tid. Vi kan också se att studenternas referensramar håller på att utvecklas genom att se vilka erfärandemodeller de använder sig av. När de erfår geologisk tid statistiskt så har de svårt att röra sig mellan olika rumtids-skalar. De använder sig inte av perspektiv för att fördjupa sin förståelse utan perspektiv används för att minska den kognitiva bördan. När de erfår geologisk tid dynamiskt så rör de sig fritt mellan olika rumtids-skalar och de använder olika perspektiv på dessa skalar för att beskriva sin förståelse för helheten.

I detta arbete har jag undersökt hur studenterna erfår geologisk tid ur ett fenomenografiskt perspektiv. Jag har sett att en student kan erfara geologisk tid på ett flertal sätt. En student som exempelvis erfår geologisk tid statistiskt när de talar om hur bohusgranit bildas kan i nästa diskussion erfara geologisk tid som dynamisk när studenten talar om exempelvis Kambriska explosionen. Därför vill jag poängtera att denna kategorisering inte är en bedömning av studenternas kunskap. Istället är det en beskrivning av hur fenomenet geologisk tid erfars. Detta resultat innebär att det är av yttersta vikt att studenter, genom undervisning, ges möjlighet att utforska olika aspekter av geologisk tid för att på så sätt kunna bygga en djupare förståelse av fenomenet geologisk tid som en dynamisk process.

Detta tar oss vidare till frågan om hur förstaårsstudenter gestaltar geologisk tid. För att gestalta geologisk tid krävs kreativitet, det gäller inte bara för visualisation, utan det gäller även för språk och gester. Hur beskriver man platttektonik, havsnivåhöjningar eller geologisk tid utan att använda ett kreativt språk ackompanjerat av en myriad av gester som gör orden rörliga? Att lyssna och se på när studenterna i den här studien talade om geologisk tid var en givande upple-

velse, men i kombination med att be dem visualisera geologisk tid uppstod magi. Det var slående att se hur studenterna gick från en initialt enkel horisontal eller vertikal (tids)linje till att inkludera aspekter som exempelvis cykler, processer och komplexitet. En övning i att visualisera, som beskrivits i detta arbete är givande ur två olika perspektiv: dels ger det studenten en inblick i hur de själva erfar geologisk tid, och dels ger det en lärare och/eller en forskare en inblick i hur studenten erfar geologisk tid. Hur vi visualiserar geologisk tid är ett viktigt område som behöver utforskas mer både ur en pedagogisk synvinkel men även ur en didaktisk synvinkel, dvs. både när det gäller hur begreppet lärs ut och hur studenter bäst kan lära sig förstå begreppet. Visualiseringsövningen som jag föreslår är en billig, enkel och framför allt rolig övning som ger upphov till många intressanta resonemang och tankar. Allt som behövs är ett stort papper och några pennor. Sammanfattningsvis kan man från detta resultat dra slutsatsen att studenternas sätt att gestalta geologisk tid kan ge upphov till spännande tolkningar och jag anser att dessa gestaltningar kan ge mycket information även om hur studenterna erfar geologisk tid. Baserat på resultaten från denna studie, föreslår jag därför att geologistudenter bör ges utrymme för att utforska olika typer av visualiseringar av geologisk tid för att på så sätt också kunna erbjudas olika möjliga upplevelser av fenomenet geologisk tid.

Innan jag avslutar detta arbete med en filosofisk tanke vill jag att ni funderar över frågan som ställdes i början av detta arbete. Hur enkel är den moderna klassikern, den vertikala stapeln vi kallar geologisk tid att förstå? Detta arbete har gett en del i svaret på den frågan men det finns mycket kvar att utforska.

Min avslutande filosofiska tanke som ni kan bära med er är: kommer människan någonsin kunna erfar de riktigt storskaliga geovetenskapliga fenomen i egen person, eller som en av studenterna i studien uttryckte det:

*”Det skulle vara spännande å se liksom vad som hände med platttektoniken i framtiden men det lär vi ju inte göra.”*

## 9 Tackord

Först och främst vill jag rikta ett varmt tack till S1, S2, S3, S4, S5 och S6 utan er hade detta arbete aldrig blivit till. Det var en fröjd att få lyssna till era tankar om geologisk tid och ni har gett mig många nya perspektiv, jag önskar er all lycka i framtiden och hoppas att ni fortsätter att förkovra er i geovetenskapens fantastiska värld. Sedan vill jag ge ett stort varmt tack till mina handledare Karl Ljung och Urban Eriksson och ett lika stort om ändå inte lite större till Kim Svensson och Moa Eriksson, ni har varit fantastiskt roliga att arbeta tillsammans med.

Sist men inte minst så vill jag ge en stor kram till alla två och fyrbenta som alltid finns där för mig!

## Referenser

- Airey, J. & Linder, C. 2007: Disciplinary learning in a second language: A case study from university physics. *I. Researching Content and Language Integration in Higher Education*, Maas-tricht.
- Biggs, J. B. & Collis, K. F., 1982: *Evaluating the quality of learning the SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome)*. Academic Press, New York.
- Burton, E. P. & Mattiotti, G., 2011: Cognition and self-efficacy of stratigraphy and geologic time: Implications for improving undergraduate student performance in geological reasoning: *Journal of Geoscience Education* 59, 163-173.
- Carlström, I. & Carlström Hagman, L.-P., 2012: *Metodik för utvecklingsarbete och utvärdering*. Studentlitteratur, Lund.
- Casasanto, D., 2016: Temporal language and temporal thinking may not go hand in hand: *Conceptualizations of time* 169, 186.
- Cervato, C. & Frodeman, R., 2012: The significance of geologic time: Cultural, educational, and economic frameworks: *Geological Society of America Special Papers* 486, 19.
- Chandler, D., 2017: *Semiotics : the basics*. Routledge, Abingdon.
- Cheek, K. A. 2010: Why is geologic time troublesome knowledge? *I Threshold concepts and transformational learning*, 115-129. Brill Sense,
- Cheek, K. A., 2013: Exploring the relationship between students' understanding of conventional time and deep (geologic) time: *International Journal of Science Education* 35, 1925-1945.
- Cheek, K. A., Ladue, N. D. & Shipley, T. F., 2017: Learning About Spatial and Temporal Scale: Current Research, Psychological Processes, and Classroom Implications: *Journal of Geoscience Education* 65, 455-472. doi: 10.5408/16-213.1
- Clark, H. H. 1973: Space, time, semantics, and the child. *I Cognitive development and acquisition of language*, 27-63. Elsevier,
- Comenius, J. A. & Keatinge, M. W., 1967: *The great didactic of John Amos Comenius*. Russell & Russell, New York.
- Cooperrider, K. & Núñez, R., 2009: Across time, across the body: Transversal temporal gestures: *Gesture* 9, 181-206.
- Cousin, G., 2008: *Researching learning in higher education - an introduction to contemporary methods and approaches*. David Fulton Publishers Ltd.
- Cutting, J. E. & Vishton, P. M. 1995: Perceiving layout and knowing distances: The integration, relative potency, and contextual use of different information about depth. *I Perception of space and motion*, 69-117. Elsevier,
- Czajka, C. D. & McConnell, D., 2018: An exploratory study examining undergraduate geology students' conceptions related to geologic time



- and rates: *Journal of Geoscience Education* 66, 231-245.
- Dahl, J., Anderson, S. & Libarkin, J., 2003: Digging Into Earth Science: Teachers' Alternative Conceptions in the Geosciences. *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- Dahlgren, L. O. & Johansson, K. 2009: Fenomenografi. I A. Fejes & R. Thornberg (red.): *Handbok i kvalitativ analys*. Liber, Stockholm.
- Dataskyddsförordningen, 2016: Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2016/679 av den 27 april 2016 om skydd för fysiska personer med avseende på behandling av personuppgifter och om det fria flödet av sådana uppgifter och om upphävande av direktiv 95/46/EG. <https://www.datainspektionen.se/lagar--regler/dataskyddsförordningen/dataskyddsförordningen---fulltext/>, Europeiska Unionen.
- Dawkins, R., 2006: *The Selfish Gene : 30th Anniversary edition*.
- Dodick, J. & Orion, N. 2006: Building an understanding of geological time: A cognitive synthesis of the "macro" and "micro" scales of time. I C. A. Manduca & D. W. Mogk (red.): *Earth and mind: how geologists think and learn about the earth*. Geological Society of America,
- Emerson, R. W., 1904: *The Complete Works of Ralph Waldo Emerson: The conduct of life*. Houghton Mifflin.
- Eriksson, U., 2019: Disciplinary discernment: Reading the sky in astronomy education: *Physical Review Physics Education Research* 15, 010133.
- Francek, M., 2013: A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions: *International Journal of Science Education* 35, 31-64.
- Fuhrman, O. & Boroditsky, L., 2010: Cross-cultural differences in mental representations of time: Evidence from an implicit nonlinguistic task: *Cognitive science* 34, 1430-1451.
- Gentner, D., 2001: Spatial metaphors in temporal reasoning. *Spatial schemas and abstract thought*. 203-222 s.
- Gould, S. J., 1987: *Time's arrow, time's cycle : myth and metaphor in the discovery of geological time*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Gould, S. J., 1989: *Wonderful life : the Burgess shale and the nature of history*. W.W. Norton, New York.
- Gubrium, J. F., Holstein, J. A., Marvasti, A. B. & McKinney, K. D., 2012: *The SAGE handbook of interview research : the complexity of the craft*. SAGE Publications, Thousand Oaks, California.
- Gyll, 2011: Läroplan, examensmål och gymnasiegemensamma ämnen för gymnasieskola. Stockholm, Skolverket.
- Hellqvist, M., 2004: Improve the value of teaching in Earth sciences Session 33: Popular Geology: *GFF* 126, 180-185.
- Hellqvist, M. & Gustafsson Sundberg, H., 2012: " Det är ju bara en vulkan": En studie om barns tankar om naturkatastrofer-en didaktisk pusselbit. *Geologiskt forum*. Geologiska Föreningen. 24-25 s.
- Herrera, J. S. & Riggs, E. M., 2013: Relating gestures and speech: An analysis of students' conceptions about geological sedimentary processes: *International Journal of Science Education* 35, 1979-2003.
- Hidalgo, A. J., Fernando, I. S. & Otero, I. J., 2004: Research report: An analysis of the understanding of geological time by students at secondary and post-secondary level: *International Journal of Science Education* 26, 845-857.
- Hutton, J., 1795: *Theory of the earth: With proofs and illustrations*. Library of Alexandria.
- Kaplan, R. & Kaplan, S., 1989: *The experience of nature: a psychological perspective*. Cambridge Univ. Pr., Cambridge.
- Kastens, K. A., Agrawal, S. & Liben, L. S., 2008: Research methodologies in science education: The role of gestures in geoscience teaching and learning: *Journal of Geoscience Education* 56, 362-368.
- Kastens, K. A. & Manduca, C. A., 2012: *Earth and mind II: A synthesis of research on thinking and learning in the geosciences*. Geological Society of America.
- Kastens, K. A., Manduca, C. A., Cervato, C., Froedeman, R., Goodwin, C., Liben, L. S., Mogk, D. W., Spangler, T. C., Stillings, N. A. & Titus, S., 2009: How geoscientists think and learn: *Eos, Transactions American Geophysical Union* 90, 265-266.
- King, C. J. H., 2010: An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth science in England and Wales: *International Journal of Science Education* 32, 565-601.
- Klemeš, V., 1983: Conceptualization and scale in hydrology: *Journal of hydrology* 65, 1-23.
- Korp, H., 2011: *Kunskapsbedömning-vad, hur och varför: kunskapsöversikt*. Skolverket, Stockholm.
- Ladyman, J., Ross, D., Spurrett, D. & Collier, J. G., 2007: *Every thing must go : metaphysics naturalized*. Oxford University Press, Oxford.
- Layow, E. A. 2017. *How Do Novice and Expert Learners Represent, Understand, and Discuss Geologic Time?* (Science Teaching PhD), Syracuse University.
- Lgr11, 2019: Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet: reviderad 2019. Stockholm, Skolverket.
- Liben, L. S., Christensen, A. E. & Kastens, K. A., 2010: Gestures in geology: The roles of spatial skills, expertise, and communicative context. *International Conference on Spatial Cognition*. Springer. 95-111 s.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G., 1985: *Naturalistic inquiry*. Sage, Beverly Hills, Calif.
- Marshak, S., 2019: *Earth : portrait of a planet*. W. W. Norton & Company, New York, N.Y.
- Marton, F. & Booth, S., 2000: *Om lärande*. Studentlitteratur, Lund.

- Mccracken, J., 2004: Phenomenographic instructional design: Case studies in geological mapping and materials science.
- Meyer, J. & Land, R., 2006: *Overcoming barriers to student understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge*. Routledge.
- Moore, K. 2000. *Spatial experience and temporal metaphors in Wolof: Point of view, conceptual mapping, and linguistic practice*. (Linguistics PhD), University of California, Berkeley.
- Nationalencyklopedin, u.å.: Didaktik. Hämtad 2020-06-01, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/didaktik>.
- Núñez, R. E., 1999: Could the future taste purple? Reclaiming mind, body and cognition: *Journal of consciousness studies* 6, 41-60.
- Núñez, R. E., Motz, B. A. & Teuscher, U., 2006: Time after time: The psychological reality of the ego-and time-reference-point distinction in metaphorical construals of time: *Metaphor and Symbol* 21, 133-146.
- Núñez, R. E. & Sweetser, E., 2006: With the future behind them: Convergent evidence from Aymara language and gesture in the crosslinguistic comparison of spatial construals of time: *Cognitive science* 30, 401-450.
- Orion, N., 2019: The future challenge of Earth science education research: *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1, 3.
- Orion, N. & Libarkin, J., 2014: Earth systems education: *Handbook of research on science teaching and learning*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ornek, F., 2008: An overview of a theoretical framework of phenomenography in qualitative education research: An example from physics education research. *Asia-Pacific Forum on Science learning and teaching*. 1-14 s.
- Paull, C. K., Ussler III, W., Holbrook, W. S., Hill, T. M., Haflidason, H., Winters, W., Lorensen, T., Aiello, I., Johnson, J. E. & Lundsten, E., 2010: The tail of the Storegga Slide: insights from the geochemistry and sedimentology of the Norwegian Basin deposits: *Sedimentology* 57, 1409-1429.
- Persson, A., 2016: *Frågor och svar : om frågekonstruktion i enkät- och intervjuundersökningar*. Statistiska centralbyrån (SCB), Stockholm.
- Rasmussen, H., Bondevik, S. & Corner, G. D., 2018: Holocene relative sea level history and Storegga tsunami run-up in Lyngen, northern Norway: *Journal of Quaternary Science* 33, 393-408.
- Roth, W.-M., 2000: From gesture to scientific language: *Journal of pragmatics* 32, 1683-1714.
- Roth, W.-M., 2001: Gestures: Their role in teaching and learning: *Review of educational research* 71, 365-392.
- Scherr, R. E., 2008: Gesture analysis for physics education researchers: *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 4.
- Skolinspektionen, 2012: Min blev blå! Men varför då? ... En kvalitetsgranskning av undervisningen i no i grundskolan årskurs 1-3 *Skolinspektionens rapport 2012:4*. Stockholm.
- Skolverket, 2008: Naturorienterade ämnen i årsurs 4. En analys av lärare och elevers uppfattningar om ämnesinnehåll och undervisning i TIMSS 2007. *Analysrapport till rapport 323*. Stockholm, Skolverket.
- Steno, N., 1671. The Prodromus to a dissertation concerning solids naturally contained within solids: *Trans. Henry Oldenburg. Comp. Moles Pitt. London: J. Winter Press*.
- Stieff, M., Lira, M. E. & Scopelitis, S. A., 2016: Gesture supports spatial thinking in STEM: *Cognition and Instruction* 34, 80-99. doi: 10.1080/07370008.2016.1145122
- Stokes, A. 2011: A phenomenographic approach to investigating students' conceptions of geoscience as an academic discipline. I A. Stokes & A. D. Feig (red.): *Qualitative Inquiry in Geoscience Education Research*, 23-36. Geological Society of America,
- Teorell, J. & Svensson, T., 2007: *Att fråga och att svara: samhällsvetenskaplig metod*. Liber.
- Tillman, K. A., Tulagan, N., Fukuda, E. & Barner, D., 2018: The mental timeline is gradually constructed in childhood: *Developmental science* 21, e12679.
- Trigwell, K., 2006: Phenomenography: An Approach to Research into Geography Education: *Journal of Geography in Higher Education* 30, 367-372.
- Truscott, J. B., Boyle, A., Burkill, S., Libarkin, J. & Lonsdale, J., 2006: The concept of time: can it be fully realised and taught?: *Planet* 17, 21-23.
- Tversky, B., Kugelmass, S. & Winter, A., 1991: Cross-cultural and developmental trends in graphic productions: *Cognitive psychology* 23, 515-557.
- Tversky, B. G., 2019: *Mind in motion : how action shapes thought*. Basic Books, New York, NY.
- Van Boening, A. M. & Riggs, E. M., 2020: Geologic gestures: A new classification for embodied cognition in geology: *Journal of Geoscience Education* 68, 49-64.
- Zacks, J. M. & Tversky, B., 2012: Granularity in taxonomy, time and space: *Motion Encoding in Language and Space*, 123-133.

## Appendix 1

(1/6)

Denna enkät är en del i ett examensarbete på mastersnivå som undersöker geologistudenters tankar om tid. Enkäten är anonym såvida du inte vill delta i de tre uppföljningsintervjuerna. Svaren du lämnar kommer inte att bli betygsatta eller ligga till grund för betyg på kursen. De kommer endast att användas som underlag till studien.

Har ni frågor eller funderingar kring enkäten, intervjuerna eller examensarbetet är det bara att kontakta mig på [jennie.mari.lundqvist@gmail.com](mailto:jennie.mari.lundqvist@gmail.com)

Tack för din tid och dina svar!

*“So much universe, and so little time.”*  
- Sir Terry Pratchett, *The Last Hero* (2001)

**Ålder:** \_\_\_\_\_

**Kön:** \_\_\_\_\_

**Tidigare erfarenhet av geovetenskap innan kandidatprogrammet:**  Ja  Nej

**Om ja vad** (*ex. universitetskurser, gymnasiet, fritid*): \_\_\_\_\_

---

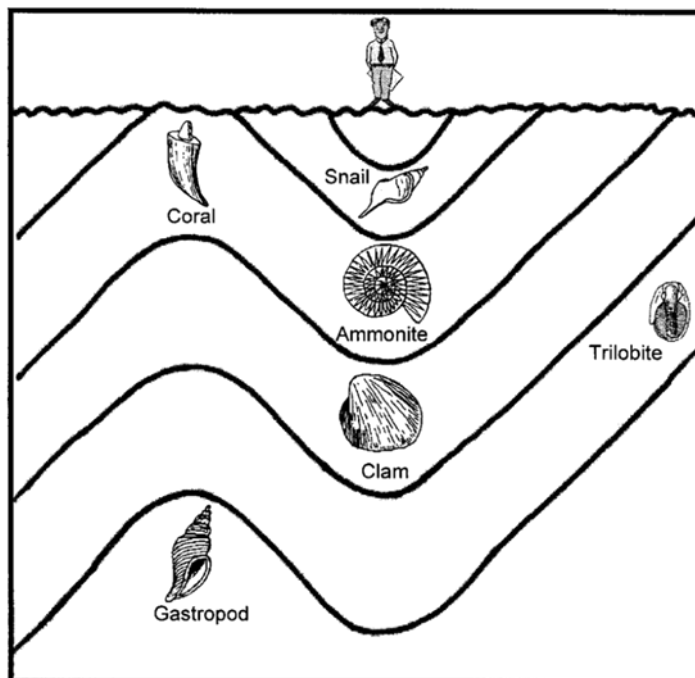
**Vill du delta i uppföljande intervjuer (3 st à 60 min):**  Ja  Nej

**Om ja, skriv ner namn och e-post:** \_\_\_\_\_

---

1. I bilden nedan står en man som heter Ove på en formation av fossilbärande sedimentära bergarter med marint ursprung.

a. Ordna fossilerna efter ålder, från äldst till yngst.



*Illustration från Dodick & Orion (2006)*

b. Beskriv kort vilka processer du tror kan ha bidragit till bildandet av formationen i bilden ovan.

c. I vilken ordning tror du att dessa processer förekommit?

d. Uppskatta hur lång tid du tror att det tagit att skapa och exponera formationen i bilden ovan.

2. Tidslinjen nedan representerar Jordens historia. Med hjälp av den skall du placera ut markeringar på linjen som visar när du tror att följande händelser inträffade. Skriv tillhörande bokstav vid varje markering. (Linjen är 11,4 cm och 2.5 cm = 1 miljard år)

- a. Bildandet av superkontinenten Pangea
- b. Första encelliga mikroorganismerna
- c. Första människan (Homo sapiens)
- d. Senaste istidens slut
- e. Kambriska explosionen
- f. Växter koloniserar land
- g. Massutrotning av dinosaurier
- h. Första däggdjuren

Jorden  
skapas



Nutid

3. Bilden till höger visar en schematisk bild av den atlantiska meridionala cirkulationen (AMOC).

a. Nämn processer med lång tidsskala som du tror inverkar på AMOC.

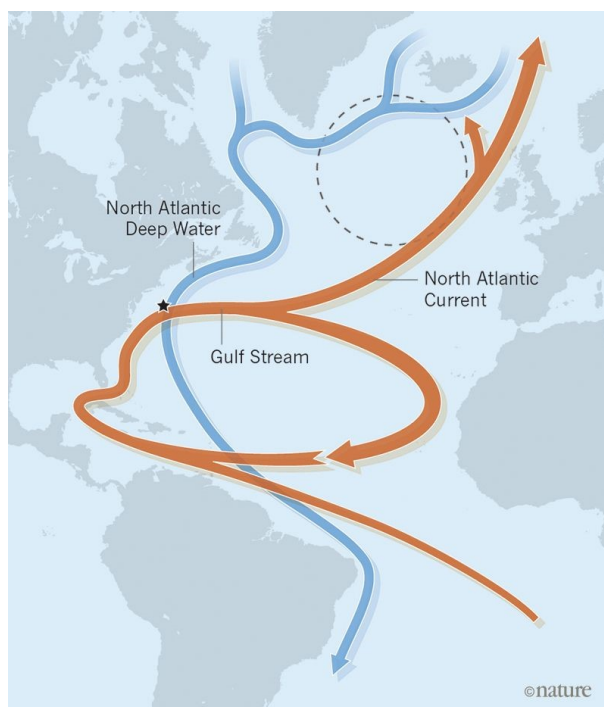


Illustration från Nature (<https://www.nature.com/articles/d41586-018-04086-4>)

b. Nämn processer med kort tidsskala som du tror inverkar på AMOC.

c. När tror du att AMOC uppstod?





## Appendix 2

(1/1)

Tabellen nedan visar en sammanställning av vilka insamlingsmetoder som använts och hur dessa var uppbyggda.

Datum	Metod	Varaktighet	Antal	Typ av data	Utrustning
12/11-19	Enkät	ca 30 min	5st fritextfrågor	Skriftliga svar	Pappersenkät
12/12-19	Intervju 1	ca 60 min	3st uppgifter	Ljud och video	2 st kameror 3 st mikrofoner
12/2-20	Intervju 2	ca 60 min	3st uppgifter	Ljud och video	3 st kameror 2st mikrofoner
16/3-20	Intervju 3	Ca 60 min	1st uppgift	Ljud och video	3 st kameror 4 st mikrofoner

### Medgivandeformulär: informationsblad

Geologiska institutionen, Naturvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet

**Projekt:** Tid och geovetenskapliga tankeprocesser

#### **Informationsblad till medverkande i studien**

Du är inbjuden att delta i en studie om studenters upplevelse och förståelse av geologisk tid. Jennie Lundqvist, Masterstudent vid Geologiska institutionen, Naturvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet, leder studien.

Innan du bestämmer dig för att delta i studien är det viktigt att du förstår varför studien genomförs samt på vilket sätt studien kommer att genomföras och din del i studien.

Vänligen, läs igenom följande information noggrant.

#### **Syftet med studien**

Syftet med studien är att försöka förstå när, var och hur studenter på första året på kandidatutbildningen i geologi på Lunds universitet utvecklar sin uppfattning av geologisk tid. Studien genomförs genom semistrukturerade gruppintervjuer. Ljud- och videoinspelningar av intervjuerna kommer att ligga till grund för studien. Ljud- och videoinspelningarna kommer att analyseras av Jennie Lundqvist med avseende på dina diskussioner med övriga deltagare, dina svar på frågor. Materialet kommer också komma att visas för de två handledarna för examensarbetet Karl Ljung och Urban Eriksson samt för doktoranden Kim Svensson. Resultaten från studien kan komma att användas inom geologiundervisningen på Lunds universitet. Resultaten kan också komma att användas för vetenskapliga rapporter och avhandlingar.

#### **Varför har du blivit utvald för att medverka i studien?**

Du är inbjuden att medverka i studien eftersom du ställde upp på frivillig basis.

#### **Vilka är fördelarna med att medverka i studien?**

Genom att medverka i studien och dela dina erfarenheter och tankar med oss kommer du att hjälpa forskarteamet att bättre förstå hur uppfattningen av geologisk tid tar sig uttryck och utvecklas. Det insamlade materialet kommer att ligga till grund för Jennie Lundqvists master examen. Resultaten kommer att kunna användas i utvecklingen av geologiundervisningen vid Lunds universitet.

#### **Vilka risker medför medverkande i studien?**

Medverkande i studien medför inga signifikanta risker.

#### **Måste jag medverka i studien?**

Nej, deltagande i studien är helt frivilligt. Om du beslutar dig för att medverka i studien skall du vänligen behålla detta informationsblad och fylla i medgivandeformuläret för att visa att du förstår dina rättigheter i relation till studien och att du är nöjd med att medverka i studien.

Du har all rätt att när som helst dra tillbaka din information från projektet. Det kan göras i vilket skede som helst av datainsamling och bearbetning. Information som samlas in kommer att förstöras när examensarbetet kommer att vara avslutat, senast under hösten 2020. Informationen kommer att rensas innan detta datum. Datumet för anonymisering kan inte fastställas eftersom det beror på analysprocessen men det kommer att ske innan eller senast på datumet för destruktionsen av informationen.

Du skall vara medveten om att data från intervjuerna kan komma att användas vid framställningen av forskningsmaterial (e.g. artiklar, konferansmaterial, avhandlingar och rapporter) innan datumet för destruktionsen eller anonymisering av data.

För att dra dig ur studien, vänligen kontakta, Jennie Lundqvist eller Karl Ljung via följande sätt och de kommer att uppfylla din begäran snarast möjligt. För att inga missförstånd skall uppstå ombedes du att vara tydlig när du framställer din önskan om att inte medverka i studien.

Email: [jennie.mari.lundqvist@gmail.com](mailto:jennie.mari.lundqvist@gmail.com)

Email: [karl.ljung@geol.lu.se](mailto:karl.ljung@geol.lu.se)

Du behöver inte ange någon anledning till att du vill lämna studien. Ett beslut att dra dig ur studien eller ett beslut att inte medverka i studien kommer inte på någotvis att påverka dig negativt.

#### **Vad kommer att hända om jag deltar i studien?**

Under studien kommer du att medverka i gruppintervjuer som kommer att dokumenteras med ljud- och videoinspelning. Diskussionsämnen i dessa intervjuer kommer att beröra tid, geovetenskap och geovetenskapliga tankeprocesser. Efter intervjuerna kommer dina svar, kommentarer, gester och diskussioner med övriga deltagare att analyseras.

Dina personliga data: förnamn, efternamn, epostadress, ålder och utbildningsbakgrund kommer att samlas in och användas under studien.

Du måste ge oss ditt medgivande för att vi skall ha rättighet att samla in information genom följande metoder:

videoinspelning  
ljudinspelning  
gruppintervjuer

#### ***Dataskydd och konfidentialitet***

Dina data kommer att bli hanterad i enlighet med Datskyddsförordningen (GDPR) (EU)2016/679 (GDPR). All data som samlas in om dig kommer att hållas strikt konfidentiellt. All insamlad data kommer att hänvisas till genom deltagarnummer istället för namn, utom i de fall den insamlade informationen är anonymiserade i våra register. Om du ger ditt medgivande till samtliga ovanstående insamlingsmetoder kommer alla inspelningar att förstöras senast under hösten 2020. Dina data kommer endast att visas för Jennie Lundqvist, Karl Ljung, Urban Eriksson och Kim Svensson. All elektroniskdata kommer att lagras på två externa hårddiskar, som i sin tur kommer att förvaras i en låst låda på geologiska institutionen utan någon kontakt till internet. Alla pappershandlingar kommer att förvaras i en låst låda på geologiska institutionen. Ditt medgivandeformulär kommer att hållas separat från dina svar och inspelningar för att minimera risken vid eventuellt dataintrång. Jennie Lundqvist kommer att ta ansvar för att all destruktions av all insamlad data senast hösten 2020

#### ***Vad kommer att hända med resultaten från denna studie?***

Resultatet från studien kan komma att användas i publicerade vetenskapliga artiklar, rapporter, avhandlingar och presentationer. Citat och nyckelfynd kommer alltid att vara anonyma

#### ***Lämna klagomål***

Om du är missnöjd med någon aspekt av studien, var vänlig att först kontakta Jennie Lundqvist, se ovan för kontaktinformation. Om du fortfarande känner missnöje efter denna kontakt och önskar göra ett formellt klagomål skall du skriva till: Anders Scherstén, geologiska institutionen, Lunds universitet, 22362, Lund.

Ditt brev skall innehålla följande: information om studien, specificera namnet på den som bär huvudansvaret och vad det är du vill lämna ett klagomål om.

#### ***Personuppgiftsansvar***

Informations klassificering (2,1,1) (Konfidentialitet, korrekthet, tillgänglighet)

Lunds universitet behandlar personuppgifter för att uppfylla sitt uppdrag som statlig myndighet och universitet.

Universitetets uppdrag är att tillhandahålla forskning och utbildning samt att samverka med samhället och informera om sin verksamhet samt verka för att forskningsresultat tillkomna vid universitetet kommer till nytta.

All behandling av personuppgifter inom universitetet sker för att utföra dessa uppgifter. Endast personuppgifter som behövs för ändamålet ska behandlas.

Lunds universitet (org.nr. 202100-3211) är personuppgiftsansvarig för sådan behandling av personuppgifter som universitetet har bestämt ändamål och medel för.

#### ***Hantering av frågor eller klagomål på behandling av persondata***

Om du har frågor om hur Lunds universitet behandlar personuppgifter om dig kan du vända dig till universitetets dataskyddsombud på [dataskyddsombud@lu.se](mailto:dataskyddsombud@lu.se).

Box 117, 221 00 Lund, Sweden

Telephone +46 (0)46 222 0000 (switchboard)

Fax +46 (0)46 222 4720

Invoice address: Box 188, 221 00 Lund

Organisation number: 202100-3211

Om du har klagomål på hur Lunds universitet behandlar dina personuppgifter kan du vända dig till Datainspektionen: <https://www.datainspektionen.se/lagar--regler/dataskyddsförordningen/>

#### ***Risikanalys***

Intervjuerna och diskussionerna kommer att genomföras i ett konferensrum på geologiska institutionen, Lunds universitet. Arbetet bedöms inte utgöra någon risk för deltagarna.

Alla data kommer att hanteras konfidentiellt endast av de som nämns i detta dokument. Insamlad data kommer att förvaras i låsta skåp och alla elektronisk persondata kommer att vara skyddad med lösenord. Risken att persondata skall hamna i orätta händer bedöms som liten.

**Medgivandeformulär: svarsenkät**

Geologiska institutionen, Naturvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet

**Projekt:** Tid och geovetenskapliga tankeprocesser

Detta är ett medgivandeformulär för att bekräfta att information om hantering och regler om persondata har tillgängliggjorts och deltagandet i studien vid geologiska institutionen, Lunds universitet.

- Jag har läst informationsbladet och förstår
  - Syftet med studien.
  - ◇ Vilken typ av information som kommer att samlas in. Jag godkänner insamling av information genom följande metoder:
    - Videoinspelning
    - Ljudinspelning
    - Gruppintervjuer
  - ◇ Min rätt att:
    - Dra tillbaka mitt medgivande/deltagande när som helst.
    - Få tillgång till insamlad data om mig själv.
- Jag godkänner att informationen som samlas in:
  - Kommer att användas i forskningsrapporter (e.g. artiklar, konferansmaterial och avhandlingar).
  - Kommer att analyseras av Jennie Lundqvist, Karl Ljung, Urban Eriksson och Kim Svensson.
  - ◇ Består av:
    - Förnamn, efternamn, epostadress, ålder och utbildnings bakgrund.

Medgivandeformulär

Geologiska institutionen, Naturvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet

**Projekt:** Tid och geovetenskapliga tankeprocesser

Detta är ett medgivandeformulär för att bekräfta att information om hantering och regler om persondata har tillgängliggjorts och deltagandet i studien vid geologiska institutionen, Lunds universitet.

**Namn:** \_\_\_\_\_

**Epost:** \_\_\_\_\_

**Signatur:** \_\_\_\_\_

Kontaktinformation

Jennie Lundqvist

Email: [jennie.mari.lundqvist@gmail.com](mailto:jennie.mari.lundqvist@gmail.com)

**Tidigare skrifter i serien  
”Examensarbeten i Geologi vid Lunds  
universitet”:**

549. Kempengren, Henrik, 2018: Att välja den mest hållbara efterbehandlingsmetoden vid sanering: Applicering av beslutsstödsverktyget SAMLA. (45 hp)
550. Andreasson, Dagnija, 2018: Assessment of using liquidity index for the approximation of undrained shear strength of clay tills in Scania. (45 hp)
551. Ahrenstedt, Viktor, 2018: The Neoproterozoic Visingsö Group of southern Sweden: Lithology, sequence stratigraphy and provenance of the Middle Formation. (45 hp)
552. Berglund, Marie, 2018: Basaltkuppen - ett spel om mineralogi och petrologi. (15 hp)
553. Hernnäs, Tove, 2018: Garnet amphibolite in the internal Eastern Segment, Sveconorwegian Province: monitors of metamorphic recrystallization at high temperature and pressure during Sveconorwegian orogeny. (45 hp)
554. Halling, Jenny, 2019: Characterization of black rust in reinforced concrete structures: analyses of field samples from southern Sweden. (45 hp)
555. Stevic, Marijana, 2019: Stratigraphy and dating of a lake sediment record from Lyngsjön, eastern Scania - human impact and aeolian sand deposition during the last millennium. (45 hp)
556. Rabanser, Monika, 2019: Processes of Lateral Moraine Formation at a Debris-covered Glacier, Suldenferner (Vedretta di Solda), Italy. (45 hp)
557. Nilsson, Hanna, 2019: Records of environmental change and sedimentation processes over the last century in a Baltic coastal inlet. (45 hp)
558. Ingered, Mimmi, 2019: Zircon U-Pb constraints on the timing of Sveconorwegian migmatite formation in the Western and Median Segments of the Idefjorden terrane, SW Sweden. (45 hp)
559. Hjorth, Ingeborg, 2019: Paleomagnetisk undersökning av vulkanen Rangitoto, Nya Zeeland, för att bestämma dess utbrottshistoria. (15 hp)
560. Westberg, Märta, 2019: Enigmatic worm-like fossils from the Silurian Waukesha Lagerstätte, Wisconsin, USA. (15 hp)
561. Björn, Julia, 2019: Undersökning av påverkan på hydraulisk konduktivitet i förorenat område efter in situ-saneringsförsök. (15 hp)
562. Faraj, Haider, 2019: Tolkning av georadarprofiler över grundvattenmagasinet Verveln - Gullringen i Kalmar län. (15 hp)
563. Bjerme, Tim, 2019: Eoliska avlagringar och vindriktningar under holocen i och kring Store Mosse, södra Sverige. (15 hp)
564. Langkjaer, Henrik, 2019: Analys av Östergötlands kommande grundvatten-resurser ur ett klimtperspektiv - med fokus på förstärkt grundvattenbildning. (15 hp)
565. Johansson, Marcus, 2019: Hur öppet var landskapet i södra Sverige under Atlantisk tid? (15 hp)
566. Molin, Emmy, 2019: Litologi, sedimentologi och kolisotopstratigrafi över krita-paleogen-gränsintervallet i borrhningen Limhamn-2018. (15 hp)
567. Schroeder, Mimmi, 2019: The history of European hemp cultivation. (15 hp)
568. Damber, Maja, 2019: Granens invandring i sydvästa Sverige, belyst genom pollenanalys från Skottenesjön. (15 hp)
569. Lundgren Sassner, Lykke, 2019: Strandmorfologi, stranderosion och stranddeposition, med en fallstudie på Tylösand strand, Halland. (15 hp)
570. Greiff, Johannes, 2019: Mesozoiska konglomerat och Skånes tektoniska utveckling. (15 hp)
571. Persson, Eric, 2019: An Enigmatic Cerapodian Dentary from the Cretaceous of southern Sweden. (15 hp)
572. Aldenius, Erik, 2019: Subsurface characterization of the Lund Sandstone – 3D model of the sandstone reservoir and evaluation of the geoenergy storage potential, SW Skåne, South Sweden. (45 hp)
573. Juliusson, Oscar, 2019: Impacts of subglacial processes on underlying bedrock. (15 hp)
574. Sartell, Anna, 2019: Metamorphic paragenesis and P-T conditions in garnet amphibolite from the Median Segment of the Idefjorden Terrane, Lilla Edet. (15 hp)
575. Végvári, Fanni, 2019: Vulkanisk inverkan på klimatet och atmorsfärcirkulationen: En litteraturstudie som jämför vulkanism på låg respektive hög latitud. (15 hp)
576. Gustafsson, Jon, 2019: Petrology of platinum-group element mineralization in the Koillismaa intrusion, Finland. (45 hp)
577. Wahlquist, Per, 2019: Undersökning av mindre förkastningar för vattenuttag i sedimentärt berg kring Kingelstad och Tjutebro. (15 hp)
578. Gaitan Valencia, Camilo Esteban, 2019: Unravelling the timing and distribution of Paleoproterozoic dyke swarms in the eastern Kaapvaal Craton, South Africa. (45 hp)
579. Eggert, David, 2019: Using Very-Low-Frequency Electromagnetics (VLF-EM) for geophysical exploration at the Albertine Graben, Uganda - A new CAD approach for 3D data blending. (45 hp)

580. Plan, Anders, 2020: Resolving temporal links between the Högberget granite and the Wigström tungsten skarn deposit in Bergslagen (Sweden) using trace elements and U-Pb LA-ICPMS on complex zircons. (45 hp)
581. Pilser, Hannes, 2020: A geophysical survey in the Chocaya Basin in the central Valley of Cochabamba, Bolivia, using ERT and TEM. (45 hp)
582. Leopardi, Dino, 2020: Temporal and genetic constraints of the Cu-Co Vena-Dampetorp deposit, Bergslagen, Sweden. (45 hp)
583. Lagerstam Lorient, Clarence, 2020: Neck mobility versus mode of locomotion – in what way did neck length affect swimming performance among Mesozoic plesiosaurs (Reptilia, Sauropterygia)? (45 hp)
584. Davies, James, 2020: Geochronology of gneisses adjacent to the Mylonite Zone in southwestern Sweden: evidence of a tectonic window? (45 hp)
585. Foyn, Alex, 2020: Foreland evolution of Blåisen, Norway, over the course of an ablation season. (45 hp)
586. van Wees, Roos, 2020: Combining luminescence dating and sedimentary analysis to derive the landscape dynamics of the Velická Valley in the High Tatra Mountains, Slovakia. (45 hp)
587. Rettig, Lukas, 2020: Implications of a rapidly thinning ice-margin for annual moraine formation at Gornergletscher, Switzerland. (45 hp)
588. Bejarano Arias, Ingrid, 2020: Determination of depositional environment and luminescence dating of Pleistocene deposits in the Biely Váh valley, southern foothills of the Tatra Mountains, Slovakia. (45 hp)
589. Olla, Daniel, 2020: Petrografisk beskrivning av Prekambriska ortognejser i den undre delen av Särviskollan, mellersta delen av Skollenheten, Kaledonska oro-genen. (15 hp)
590. Friberg, Nils, 2020: Är den sydatlantiska magnetiska anomalin ett återkommande fenomen? (15 hp)
591. Brakebusch, Linus, 2020: Klimat och väder i Nordatlanten-regionen under det senaste årtusendet. (15 hp)
592. Boestam, Max, 2020: Stränder med erosion och ackumulation längs kuststräckan Trelleborg - Abbekås under perioden 2007-2018. (15 hp)
593. Agudelo Motta, Laura Catalina, 2020: Methods for rockfall risk assessment and estimation of runout zones: A case study in Gothenburg, SW Sweden. (45 hp)
594. Johansson, Jonna, 2020: Potentiella nedslagskratrar i Sverige med fokus på Östersjön och östkusten. (15 hp)
595. Haag, Vendela, 2020: Studying magmatic systems through chemical analyses on clinopyroxene - a look into the history of the Teno ankaramites, Tenerife. (45 hp)
596. Kryffin, Isidora, 2020: Kan benceller bevaras över miljontals år? (15 hp)
597. Halvarsson, Ellinor, 2020: Sökande efter nedslagskratrar i Sverige, med fokus på avtryck i berggrunden. (15 hp)
598. Jirdén, Elin, 2020: Kustprocesser i Arktis – med en fallstudie på Prins Karls Förland, Svalbard. (15 hp)
599. Chonowicz, Julia, 2020: The Eemian Baltic Sea hydrography and paleoenvironment based on foraminiferal geochemistry. (45 hp)
600. Paradeisis-Stathis, Savvas, 2020: Holocene lake-level changes in the Siljan Lake District – Towards validation of von Post's drainage scenario. (45 hp)
601. Johansson, Adam, 2020: Groundwater flow modelling to address hydrogeological response of a contaminated site to remediation measures at Hjortsberga, southern Sweden. (15 hp)
602. Barrett, Aodhan, 2020: Major and trace element geochemical analysis of norites in the Hakefjorden Complex to constrain magma source and magma plumbing systems. (45 hp)
603. Lundqvist, Jennie, 2020: "Man fyller det med information helt enkelt": en fenomenografisk studie om studenters upplevelse av geologisk tid. (45 hp)



**LUNDS UNIVERSITET**