

Lunds Universitet
Institutionen för kommunikation och medier
Biologiska institutionen

Metaforer – språkets mikroskop

Att förklara, förstå och förbättra lärandet i molekylärbiologin

C-uppsats, HT2013
Retorik, Molekylärbiologi
Handledare: Anders Eriksson, Susanne Pelger
Författare: Alexandra Fredriksson

Abstract

Titel: Metaforer – språkets mikroskop: Att förklara, förstå och förbättra lärandet i molekylärbiologi

Institution: Institutionen för kommunikation och medier, Biologiska institutionen, Retorik, Molekylärbiologi, Lunds Universitet, Retk03, C-uppsats HT 2013.

Författare: Alexandra Fredriksson

Handledare: Anders Eriksson, Susanne Pelger

Innehåll: Följande kvalitativa studie undersöker ifall metaforer har en didaktisk roll i populärvetenskapliga artiklar, författade av molekylärbiologstudenter efter avslutat kandidatexamensarbete vid Lunds Universitet. Samtidigt som förmågan att kunna förmedla molekylärbiologisk information till allmänheten är den mest eftertraktade kompetensen på arbetsmarknaden, är det något studenterna saknar. Den bakomliggande orsaken tros vara det naturvetenskapliga språket vilket inte genererar en tillräckligt god förståelse. Då Lakoff & Johnsons metafor-teori säger att människan förstår sin omvärld i metaforer och då sättet att resonera molekylärbiologi delvis är metaforiskt, ställdes frågan huruvida förståelsen för komplexa, molekylärbiologiska mekanismer påverkas om metaforer tillämpas i kreerandet av information. En komparativ metaforanalys användes vid angripandet av materialet. Resultaten visar att främst metaforkoncept tenderar fördjupa förståelsen för molekylärbiologi då de verkar styra tanken varpå risken för missförstånd reduceras, underlättar inventerandet av metaforer för ett visst molekylärt fenomen samt skapar samband mellan abstrakta och mer relaterbara ting. Eftersom studenten erhåller en fördjupad förståelse kan hen således förklara bättre.

Nyckelord: Metaforanalys, Retorik, Naturvetenskapsdidaktik, Molekylärbiologi, Populärvetenskapliga artiklar, Lakoff & Johnson, Metaforkoncept, Förståelse

Some books make an impact, not because they introduce new ideas that have never before been thought, but because they repackage ideas in a way that allows readers to see things they had previously been unable or unwilling to recognize.¹

- Leah Ceccarelli

¹ Ceccarelli (2001b:1)

Innehållsförteckning

1. Inledning: Förklara, förstå och förbättra	1
1.1 Vetenskapsretoriken och metaforen	2
1.2 Syfte och frågeställningar	2
1.3 Tidigare forskning	3
2. Teoretiska utgångspunkter	4
2.1 Språket och metaforen	4
2.2 Lakoff & Johnson: <i>Metaphors We Live By</i>	5
2.3 Didaktiken och metaforen	6
2.4 Kunskapen och metaforen	8
2.5 Metaforens mörker	9
2.6 Genererande, förmedlande och nyskapande	9
3. Metod och material	10
3.1 Tillvägagångssätt	11
3.2 Material och urval	12
4. Analys och resultatredovisning	13
4.1 De bästa: primära metaforer och metaforkoncept	13
4.1.1 "Växt och svamp bildar allians mot plundrare"	13
4.1.2 "Utforskat protein kan vara viktigt för livskraftsbevarande system"	14
4.1.3 "Kan vi designa om liv?"	15
4.1.4 "Strejk i kroppens reningsverk"	17
4.1.5 "Växter och svampar allierade i krig"	18
4.1.6 Sammanfattning	18
4.2 De bättre: sekundära metaforer och försök till metaforkoncept	19
4.2.1 "Forskare framställer syskon till jästens anfader"	19
4.2.2 "Kroppens sätt att attackera sig själv"	20
4.2.3 "Extrakt från fågel som botemedel mot hudcancer"	21
4.2.4 "Många lika, alla olika – det genetiska fingeravtrycket"	22
4.2.5 "Ett bedragande sken – Syrefattig karaktär i en syrerik miljö"	24
4.2.6 Sammanfattning	25
4.3 De bra: färre, konventionella och sekundära metaforer	25
4.3.1 "Salinomycin – det tveeggade svärdet i striden mot cancer"	25
4.3.2 "Upptäcka gener inblandade i diabetes"	26
4.3.3 "Telomerlängden bestämmer livslängden"	27
4.3.4 "Parkinsons sjukdom kan kanske snart behandlas"	28

4.3.5 "Hur ser leukemicellens DNA ut?"	29
4.3.6 Sammanfattning	30
5. Slutdiskussion.....	31
5.1 På vilket sätt påverkar metaforerna förståelsen?	31
5.1.1 Egna eller konventionella metaforer?.....	33
5.1.2 Vad är en bra metafor?	33
5.1.3 Slutsatser.....	34
5.2 Diskussion.....	34
5.2.1 Rundgren, metaforer och skribenten	34
5.2.2 Fortsättning, framtid och forskartänkande	35
Referenslista.....
Bilagor	

1. Inledning: Förklara, förstå och förbättra

Hos människan finns ett försvar, arrangerat av en uppsjö olika komponenter, och när inkräktare inkräktar aktiveras försvaret som skickar ut sina fotsoldater. Några soldater märker inkräktarna så de kan bekämpas av särskilda krigare, andra hjälper krigarna, några kannibaliserar, andra är befälhavare, och några antecknar information om hur inkräktarna kan mördas. Så här talar man om immunförsvaret, ett konventionellt, naturvetenskapligt begrepp. Samtliga metaforer kretsar kring en och samma referenspunkt, vilket utgör ett s.k. metaforkoncept, och detta leder till att man talar om de celler som skyddar kroppen som om de vore en faktisk armé. Många begrepp inom molekylärbiologin konstrueras utifrån metaforer, vilket innebär att de har en viktig och didaktisk roll inom populärvetenskapsskrivandet och inom ämnesområdet som sådant – både för skribenten själv och mottagaren – och är därmed också nödvändiga att studera.²

För att kunna vara en naturvetenskapligt allmänbildad person måste man besitta en av de mest eftertraktade kompetenser inom alla naturvetarbranscher, en kompetens studenten dessutom förväntas ha efter avslutad kandidatexamen eftersom det är ett av läromålen – nämligen förmågan att kunna kommunicera ut sin expertiskunskap i alla tänkbara situationer, och med alla tänkbara individer.³ Detta är en förutsättning för att icke-specialister ska kunna förstå dagens forskning och för att forskarvärlden ska kunna nå ut till samhället. Men hur många besitter egentligen denna kompetens? Att kommunicera till personer utanför ämnesområdet är dagens molekylärbiologstudenters stora utmaning då de ska skriva populärvetenskapligt och förklara på ett lättfattligt sätt. Då krävs perspektivbyten och att kunna förklara naturvetenskapen ur ett helhetsperspektiv, och här brister kommunikationen.⁴ Varför det är så här tros vara för att det naturvetenskapliga språket dominerar undervisningen eftersom det är grundläggande för att förstå molekylärbiologin och därför får studenterna inte möjligheten att utveckla det språket som behövs i förklarandet av det molekylära för utomstående. Samtidigt anses ämnesområdets språk vara det som utgör det största hindret för att studenten ska kunna förstå det naturvetenskapliga.⁵

Lunds Universitets ledord är att förklara, förstå och förbättra vilket har försökts anammas.⁶ Detta är en tvärvetenskaplig uppsats i naturvetenskap och humaniora – naturvetenskapsdidaktik och retorik. Naturvetenskapen står för orsak- och verkansamband, det förklarande, medan humaniora står för förståelsen. Genom att kombinera dessa hoppas jag kunna bidra till ett förbättrat lärandet av molekylärbiologi hos den enskilda studenten, eftersom sådant lärandet idag inte är tillräckligt.

² Degerman (2013:137)

³ Lunds Universitet – Makalösa Molekylärbiologer (2013)

⁴ Nilsson (2012:72), Pelger, Santesson (2012:10), Pelger (2011:101), Pelger (2008:131)

⁵ Nilsson (2012:84)

⁶ Lunds Universitet – Vision, mål och strategier (2013)

1.1 Vetenskapsretoriken och metaforen

Vetenskapsretoriken har sitt ursprung i USA och grundar sig i Aristoteles retorik men används idag inom ämnesområden den inte var ämnad för, t.ex. i naturvetenskap: ”These rhetorical critics [Bazerman, Campbell, Myers, Gross] are innovative, not in rhetoric theory, but applying classical principles to texts for which they were not meant”⁷. Från början utgjordes vetenskapsretoriken av teorier om hur forskare övertygar varandra, men handlar numera om vilken roll stilfigurer och topiker spelar i vetenskapen. I topiken ”*exemplary topoi*” ingår språkets dominerande stilfigur, vilken också är stilfiguren som blivit mest studerad inom vetenskapsretoriken, nämligen metaforen. Detta talar för att denna spelar en stor roll hos naturvetenskapen.⁸

Metaforen ska inte tolkas bokstavligt utan bildligt. Den fungerar som ett filter eller färgade glasögon varigenom något ses ur ett nytt perspektiv då den låter två olika domäner interagera vilka har gemensamma men outtalade likheter. Det är just detta unika samspel mellan sak- och bildled som utgör metaforens centrala aspekt, där sakledet är det studerade objektet och bildledet är det nya sken objektet studeras ur. Metaforen styr alltså hur verkligheten förstås då den erbjuder ett sätt att betrakta den på, samtidigt som den utesluter alla andra betraktelsesätt. Generellt anses metaforen vara ett förföriskt ornament som pryder en text, snarare än ett sätt att tänka eller agera. Lakoff och Johnson menar dock det sistnämnda. När de diskuterar ”*metaphoric concepts*”, vilket i denna uppsats benämns metaforkoncept⁹, menar de att språket och hur det används är konceptuellt systematiserat utifrån metaforer. Således påverkar detta också tanken då språket även används när vi tänker:¹⁰

We have found, on the contrary, that metaphor is pervasive in everyday life, not just in language but in thought and action. Our ordinary conceptual system, in terms of which we both think and act, is fundamentally metaphorical in nature.¹¹

1.2 Syfte och frågeställningar

Med utgångspunkt i Lakoff och Johnsons metaforteori ämnar jag undersöka om metaforer, som en del av *inventio*, kan göra molekylärbiolegisk information mer lättillgänglig för förståelsen. Syftet med uppsatsen är att redogöra för metaforinnehållet i molekylärbiolegstudenters populärvetenskapliga artiklar, undersöka om metaforerna påverkar studentens förståelse för den egna forskningen och huruvida detta grundar sig i metaforiska tankemönster. Om metaforiska,

⁷ Gross (1996:626)

⁸ Fahnestock (2004:13), Fahnestock (1999:4,6), Gross (1996:622,624), Ceccarelli (2001b:3)

⁹ Metaforkoncept ska i denna uppsats förstås som särskilda teman metaforerna kretsar kring, eller metaformönster där alla metaforer som är en del av mönstret således blir primära metaforer.

¹⁰ Burkholder, Henry (2009:97-98), Cicero (2009:140), Hellspong (2011:144), Kjeldsen (2008:262), Lakoff, Johnson (2003:2-4,7-8), Rundgren (2006:14), Wolrath (2012:145)

¹¹ Degerman (2013:137), Lakoff, Johnson(2003:3)

kognitiva mönster finns kan nya, medvetna val göras i undervisandet av molekylärbiologi och sålunda generera en bättre, tydligare och effektivare kommunikation – inom och utanför ämnet.

Min huvudfrågeställning för uppsatsen lyder följande: **”På vilket sätt påverkas förståelsen för komplexa molekylärbiologiska mekanismer i populärvetenskapen om metaforer tillämpas som kognitiva redskap under inventiofasen?”**. Delfrågorna som jag hoppas kunna besvara för att slutligen ge ett sannolikt svar på min huvudfrågeställning är:

- ♣ Hur förhåller sig artiklarna till varandra: har den ena bättre metaforer än den andra? Varför, varför inte?
- ♣ På vilket sätt kan metaforerna tänkas påverka förståelsen?
- ♣ Vilken/vilka sorts metaforer har mest potential för att bidra till en djupare förståelse?

1.3 Tidigare forskning

Min studie är någorlunda unik men att metaforer skulle hjälpa lärandet och att de borde användas didaktiskt har diskuterats tidigare.¹² Det är oerhört viktigt med mentala bilder inom molekylärbiologin och det är också något som blir allt vanligare och som har visats sig vara effektivt för lärandet. Eftersom ämnesområdet är abstrakt och inte går att relatera till på något annat sätt än genom att förklara det med hjälp av något redan känt, blir dessa mentala bilder inte bara bilder, utan även kognitiva redskap och ett sätt att förmedla information. I en naturvetenskapsdidaktisk studie (något begränsad), av Carl-Johan Rundgren, visade det sig att metaforer brukades spontant bland så väl gymnasister, studenter som experter i förklarandet av molekylärbiologiska processer. Det kan tänkas vara ett tecken på att det ligger något i hypotesen om att metaforiska tankemönster utgör kognitiva redskap för att uttrycka abstrakta ting.¹³

I Retorikmagasinet nr. 25 diskuterar Therese Söderlund stilfigureernas roll i populärvetenskapen, och självklart nämns metaforen. Söderlund snuddar vid något som liknar metaforkoncept men benämner det aldrig sådant. Vad gäller att skriva populärvetenskap anses detta vara ett sätt att undervisa, och enligt forskning gynnar undervisning den egna förståelsen. Signifikanta resultat visar att doktorander som undervisar och forskar, till skillnad från de doktorander som inte bedriver undervisning, blir bättre på att formulera hypoteser och designa experiment. Detta kan bero på kognitiva överlappningar, dvs. att doktoranderna lär sig tänka på ett annorlunda sätt när de talar om sin forskning för studenter eftersom de då måste förenkla, ”överlappa” språket.¹⁴

¹² Baake (2003:67), Crick, Grushka (2009:447)

¹³ Rundgren et al. (2012:892,894,902-4), Rundgren (2009:2), Rundgren (2008: Abstract,21,35)

¹⁴ Feldon et al. (2011:1037-39), Pelger (2011:102), Söderlund (2005:19-23)

2. Teoretiska utgångspunkter

I detta avsnitt diskuteras de teorier som ligger till grund för analysen, däribland Lakoff och Johnsons metafor-teori samt hur metaforen förhåller sig till språket, didaktiken och kunskap.

2.1 Språket och metaforen

Retorikens anor sträcker sig tillbaka till omkring 500 f.kr. och därefter växte talarkonsten successivt fram. Med tiden formades den s.k. Partesläran, vilken är en metod för hur ett tal konstrueras på bästa möjliga sätt. Denna består ursprungligen av *inventio* (inventera argument), *dispositio* (disponera talet), *elocutio* (formulera), *memoria* (komma ihåg) och *actio* (agera). *Inventio* handlar om att uppfinna, leta upp och strukturera argument. Om vi är medvetna om hur vi använder språket kan vi också styra tanken och leda mottagaren in på rätt väg. Den språkliga utformningen hos en text är alltså *elocutio*, och det är i detta partessteget som ordvalen och uttryckssättet bestäms, beroende på kommunikationssituation. Hit hör stilfigurerna, vilka inte handlar om att göra skrivandet överdådigt och konstlat – stilfigurer är ”talets naturliga sätt att ge uttrycket liv”¹⁵ och är inte lingvistiska till grunden utan konceptuella.¹⁶

Stilfigurerna brukar delas in i troper och figurer, och gemensamt för dessa är att de utgör språkliga uttryck som inte förhåller sig enligt det vanliga sättet att uttrycka sig på. Figureerna omformar och omstrukturerar uttryck medan troperna vrider och vänder på ord så att de upplevs annorlunda. Bland troperna finns metaforen (kommer från ordet *metafora*, som betyder att något förflyttas från en plats till ett annat¹⁷), vilken är ett språkligt verktyg som paketerar information för att t.ex. konkretisera det. Detta verktyg är som sagt en outtalad likhet mellan sak- och bildled vilken förändrar hur sakledet uppfattas. Huruvida metaforen är bra eller dålig beror av kontexten. En bra metafor är så adekvat som möjligt, målande och har samtidigt ett kommunikativt och klargörande syfte. Ur ett didaktiskt perspektiv ger en god metafor en rättvis bild av det studerade molekylärbiologiska fenomenet utan att skapa missförstånd. Sålunda är de viktiga pedagogiska verktyg då metaforen gör abstrakta begrepp lätthanterliga – både för experten och novisen.¹⁸

Metaforens roll i språket är ett omdebatterat ämne. Det finns en övertro till det språk som eftersträvas inom naturvetenskapen, det s.k. icke-figurativa språket – ett språk som är objektivt, genomskinligt och fritt från figurer och bilder. Men eftersom kunskap skapas och diskuteras med hjälp av språket, gör språkets arbiträra egenskaper och föränderlighet även avtryck hos

¹⁵ Hellspång (2011:144)

¹⁶ Eriksson (2014:1), Gross (2006:15), Hellspång (2011:52,85,113,144), Kjeldsen (2008:39), Sigrell (2008:14,53)

¹⁷ Kjeldsen (2008:211)

¹⁸ Crick, Grushka (2009:449), Jeppson, Haglund (2013:23), Kjeldsen (2008:39,208,210,281,262,274), Prelli (1989:207-8,210), Rundgren (2009:5), Rundgren (2006:5,14), Sidler (2006:61)

naturvetenskapen. Således gömmer även det ”objektiva” språket metaforer.¹⁹ Implicita metaforer är döda eller inaktiva, och utgör konventionella uttryck i språket vilka per definition egentligen är metaforer. Ordet ”*cell*” är en död metafor, ett konventionellt uttryck och betyder ”litet rum”. Idag är det dock så vedertaget att man inte längre reflekterar över dess metaforiska ursprung. En aktiv metafor, t.ex. ”cellens *inre klocka*”, är icke-konventionell och explicit och kräver en kontext för att kunna tolkas av mottagaren. Däremot kan en konventionell metafor, exempelvis *cell* förstås utan kontext.²⁰

2.2 Lakoff & Johnson: *Metaphors We Live By*

Liksom nämndes i början handlar språkfilosoferna Lakoff och Johnsons teori om att metaforer strukturerar språket och utgör dess stomme. Därmed präglar metaforerna också hur verkligheten uppfattas då språket är grundläggande för att kunna tala och tänka om denna. Lakoff och Johnson talar inte om de explicita metaforerna utan de implicita, och menar att metaforer är något som brukas omedvetet eftersom de är konventionella: Du sitter i ett intetsägande möte som *kostar* dig en timme av ditt *värdefulla* liv och du funderar kring om det är *vårt* att sitta där när du kanske har planerat och gjort en *budget* över din tid så att du ska hinna med allt. På mötet får du kanske *strida* om någon petitesfråga, och du får *försvara* dina tankar och värderingar för att sedan i slutändan kanske ha tvingas *rekapitulera*, *dra dig tillbaka* och *sluta fred*. Men du har *hämnad* i kikaren och tänker att nästa gång ska du ha en annan *strategi* och *vinna fejden*.²¹

Metaforkoncepten som återfinns ovan är TID ÄR PENGAR och ARGUMENTATION ÄR KRIG – båda utgör koncept där en domän talas i termer av en annan, vilket dels anlägger ett mönster kring hur man ska resonera om det, dels påverkar hur verkligheten av den ena domänen förstås.²² (Betrakta koncepten som spindelnät där nätets noder är de metaforer som håller ihop koncepten). Alla är beroende av tiden och den är gemensam för alla språk och all kultur, vilket följaktligen innebär att alla resonerar likartat kring den, dvs. metaforkonceptet ligger till grund för *hur vi lever*. De kursiva uttrycken påvisar hur man vanligen resonerar om tid – i form av pengar, något som är värdefullt. Alltså förhåller man sig till tid i enlighet med något som inte bör slösas, något att värna om, investera i och utnyttja ekonomiskt. Även argumentationen är gemensam för alla språk, vilken talas ur ett krigiskt bildled där du *vinner* eller *förlorar*.²³

Även om Lakoff och Johnsons teori är allmänt accepterad finns det motståndare till denna, vilka är de som skiljer på icke-figurativt och figurativt språk, objektivisterna. Lakoff och Johnson

¹⁹ Ceccarelli (2001a:318-19), Prelli (1989:98)

²⁰ Bergström, Boréus (2005:269-70), Eriksson (2014:3-5), Rundgren (2008:34-36)

²¹ Bergström, Boréus (2005:265), Lakoff, Johnson (2003:2,4,7-8), Fahnestock (1999:16)

²² Lakoff, Johnson (2003:7,56)

²³ Bergström, Boréus (2005:265-66), Lakoff, Johnson (2003:4,22,56,79)

bemöter motargumenten med frågor angående abstrakta ting, så som känslor. Hur kan följande meningar formuleras på ett objektivt sätt: ”Denna relation kommer ingenvart”, ”Det fanns kemi mellan oss” eller ”Den här relationen håller på att dö”? Eller hur talar man objektivt om tiden? Men det kanske mest spännande är att se utanför de redan existerande metaforiska koncepten och istället se till explicita, nya och kreativa koncept. Sådana metaforer kan därmed skapa ny förståelse kring vår omvärld: ”Thus, they can give new meaning to our pasts, to our daily activity, and to what we know and believe”.²⁴ Nya metaforkoncept kan erhålla en stor roll hos den naturvetenskapliga didaktiken eftersom uppfinnandet av nya metaforer, som ett sätt att studera molekylärbiologin på, har med förståelsen att göra.

2.3 Didaktiken och metaforen

”Vårt sätt att förstå världen tar alltid sin utgångspunkt i vår kroppsliga existens och vår grundläggande fysiska erfarenhet av världen”.²⁵ Att få förståelse för något inbegriper flera aspekter, däribland att (1) kunna finna mönster och se sammanhang, vilket innebär att det blir lättare att förstå hur olika delar förhåller sig till varandra och hur helheten ter sig;²⁶ (2) kunna relatera information till sina subjektiva erfarenheter och sin egen tankevärld (lärandet och förståelsen grundar sig i det som redan är en del av ens kunskap), dvs. knyta an något okänt till något redan känt;²⁷ (3) skriva, vilket visats sig generera förståelse;²⁸ (4) undervisa andra genom vilket man också erhåller (en djupare) förståelse.²⁹

Således är populärvetenskapligt skrivandet ett sätt att få förståelse då det involverar både skrivande och undervisande. Dessutom krävs förmågan till perspektivbyte av skribenten, vilket är didaktiskt tänkvärt då flera perspektiv av ett ämne skapar mönster varpå helhetsbilden av ämnet utvidgas varpå en djupare förståelse fås. Skrivandet som sådant, tankeskrivande och utforskande skrivande är också viktiga hjälpmedel för att kunna finna och utveckla idéer, framförallt i framarbetandet av något som ska förklaras för någon utomstående. Inom vetenskapsretoriken har Darwin varit ett oundvikligt studieobjekt, och genom att studera hans offentliga och privata verk har forskare kommit fram till att Darwin arbetade på detta sätt under sin resa med *Beagle*: han förde anteckningar för att först övertyga sig själv och se samband, för att slutligen kunna sitt verk för världen. Det började med *the Notebooks*, vilka sedan formade *The Origin of Species*.³⁰

²⁴ Gross (1990:81), Lakoff, Johnson (2003:139,210,214-215)

²⁵ Rundgren (2006:5)

²⁶ Pelger, Santesson (2012:12), Pelger (2011:107), Ödman (2007:53)

²⁷ Crick, Grushka (2009:447), Degerman (2013:145,149), Jeppson, Haglund (2013:28-29,30-31), Lakoff, Johnson (2003:180), Nilsson (2012:13-14, 21-23, 85-86), Prelli (1989:41), Rundgren (2009:3), Rundgren (2008:21), Wolrath (2012:117,148)

²⁸ Dysthe, Hertzberg, Løkensgard (2011:12,61,63), Nilsson (2012:86)

²⁹ Feldon et al. (2011:1037), Pelger (2011:102)

³⁰ Dysthe, Hertzberg, Løkensgard (2011:61,63), Gross (1990:144-48), Pelger, Santesson (2012:10), Pelger (2011:102), Pelger (2008:131)

Att förstå är som sagt också att finna mönster och se sammanhang. Toposläran är ett sådant meningsskapande, retoriskt verktyg – en lära som utvecklades för resonerande – myntat av Aristoteles och innebär idégenerering och perspektivbyte där ett ämne studeras ur olika infallsvinklar för att man lättare ska kunna erhålla en mer fulländad helhetsbild av detta. Toposläran är alltså ett sätt att skapa mönster och se sammanhang. Metaforen är ett topos då den belyser ett objekt ur olika vinklar varpå nya perspektiv lyfts fram. Därmed genereras ett mönster och en mer fulländad helhetsbild av det studerade objektet. Metaforen blir, i enlighet med resonemanget ovan, ett mönsterskapande, kognitivt redskap för resonerande.³¹

”Förståelse” hör också till diskussionen kring hur språket återspeglar verkligheten då språket, i sin helhet, är det primära mediet för att förstå abstrakta ting och inget kan heller existera i vårt medvetande utan det. Vad är kunskap? Kanske finns det fler sätt att resonera kring kunskapsbegreppet men de två vanligaste är *episteme* och *doxa*. Det förstnämnda menar att det bara finns en sanning, medan det sistnämnda menar att sanningen är föränderlig.³² Det flesta retoriker anser att retorik³³ är doxologiskt dvs. ett sätt ”att veta”. Detta innebär att retorik skapar ”sanning” och är kunskapsgenererande. Sanningen är i sin tur inte fast utan dynamisk vilket beror av logos, ordet och språket. Via logos kommer kunskapen, den s.k. sanningen. Således innebär det att kunskap är perspektiviskt och föränderligt då språket är sådant.³⁴ Lakoff och Johnson menar att orden i sig inte förändrar vår verklighet, men förändringar i våra konceptuella system – hur vi väljer att använda orden – ändrar sättet vi betraktar verkligheten på. Om vi kan tala om en verklighet kan vi också förstå den och om vi förstår den uppfattar vi också den som ”sann”.³⁵ Om det är sådant att *förändringar* i hur *språket används* förändrar *förståelsen* för verkligheten borde det sålunda innebära att nya saker framstår som sanningar vilka vi förut inte ansåg var sanna. Därmed kan det vara lämpligt att anta att om metaforer tillämpas i språket, vilka ju ändrar vårt sätt att se på verkligheten, kan vi också förstå verkligheten annorlunda och se nya sanningar. Utifrån detta synsätt ter det sig sannolikt att metaforer kan ge oss en djupare förståelse för olika företeelser och inte minst inom molekylärbiologin. Detta innebär att skribenten kan påverka huruvida något ska betraktas som sant eller ej.

Det finns forskare inom naturvetenskapen som insett nyttigheten med metaforen men menar att den inte kan vara ett argument eller en del av ”riktigt” information eftersom den är figurativ.³⁶ Detta argument är ej hållbart – dels eftersom språket gömmer flertalet metaforer, dels då det

³¹ Graves (1995:111), Ceccarelli (2001b:34), Prelli (1989:77-78,205,210), Rundgren (2009:3), Wolrath (2012:14-15,56,148)

³² Rosengren (2008: 23-25, 33)

³³ Sigrell (2008:13): Retoriken är ”ett eget språk för att kunna tala, tänka och reflektera över hur man kommunicera så konstruktivt som möjligt”.

³⁴ Baake (2003:45), Eriksson (2014:5), Fahnestock (1999:5), Graves (1995:108), Prelli (1989:15), Rosengren (2008:9), Scott (1999:134-35,138), Sidler (2006:59), Wolrath (2012:85,93), Zagacki, Keith (1992:59)

³⁵ Lakoff, Johnson (2003:145,175)

³⁶ Baake (2003:72), Sidler (2006:66)

finns historiska ögonblick där metaforer, till synes, verkar ha lagt grunden för biologisk forskning, så som DNA-molekylen gjorde. I själva verket var DNA varken synbart eller konkret, och då Watson och Crick presenterade sin DNA-struktur 1953, baserades dess struktur på en tvådimensionell bild där vissa kemiska och fysikaliska egenskaper var kända: "Watson and Crick's interpretation *in words and pictures* is an interpretation *of words and pictures through words and pictures*".³⁷ Det var alltså med ord och bilder som forskarsamhället blev övertygat.

2.4 Kunskap och metaforen

Generellt sett kan en stilfigur både vara ett ornament och argument, dvs. vara en del av *inventio* och *elocutio*. Stilfiguren blir ett argument om den genererar ett perspektivbyte och om den ter sig naturlig³⁸. Utifrån detta resonemang är det logiskt att se metaforen som ett argument då den ämnar belysa sakledet ur ett nytt perspektiv. Flera stora retoriker menar att metaforer kan hjälpa formandet av kunskap eftersom de möjliggör konkretiserande av något abstrakt. Metaforen skapar en mental bild med vilken det molekylära förstås och därmed är den en väg till kunskap.³⁹

Metaforen och kunskap är som hönan och ägget. Ibland skapas metaforer av forskare då de inte har något annat sätt att uttrycka sina upptäckter på. Frågan är således om metaforen bara paketerar information eller om den faktiskt också är kunskapsgenererande – vad kommer först, kunskapen eller metaforen? Samtidigt går det inte att studera molekylärbiologiska genombrott och säkert säga att just metaforen var den essentiella faktorn i "kunskapsskapandet".⁴⁰

Trots detta finns exempel där metaforkoncept utgör grunden för molekylärbiologisk kunskap, och ett av de största exemplen inom vetenskapsretoriken är självklart DNA. Än idag ses DNA som "Livets bok" och "den genetiska koden" – en helig text från vilken liv urspringer. Texten var och är än idag en kod men när koden knäcks kan texten läsas och därmed förstås. Detta resonemang utgör ett konventionellt metaforkoncept, DNA ÄR EN BOK – det ska avläsas, tolkas, kopieras och korrekturläsas. Den tresiffriga koden (ett kodon) kommer till uttryck i form av aminosyror (proteiners byggstenar). Gener utgörs av kodon vilka läses om och om igen – precis som meningar, och de producerar olika händelser och berättelser. Ibland exkluderas gener och skummas igenom medan andra "highlightas" beroende på kontext och vad cellen behöver.⁴¹ Detta visar att något abstrakt kan förklaras, förstås och kanske också förbättras med hjälp av metaforer.

³⁷ Gross (2006:69), Gross (1990:54,63-64,80), Wilson (2003:197)

³⁸ Fahnestock (1999:35), Prelli (1989:205-6)

³⁹ Baake (2003:61,67-68), Fahnestock (1999:3), Rundgren (2009:9), Rundgren (2006:14)

⁴⁰ Baake (2003:56,69)

⁴¹ Gross (1990:28-29), Prelli (1989:211), Sidler (2006:63,69), Wilson (2003:197)

2.5 Metaforens mörker

Metaforen är ett tveeggat, didaktiskt verktyg då den ter sig som ett ljus – samtidigt som den lyser upp kastas också en skugga. För att mottagaren ska kunna förstå metaforen krävs vissa förkunskaper om såväl sakledet som bildledet så att samspelet mellan dessa framgår. Utan förförståelsen blir metaforen funktionslös. Det hade varit gynnsamt om det hade varit möjligt att kunna utröna varför metaforen inte fungerar, men det är svårt att ”kontrollera” hur den förstås hos mottagaren samt att känna till dennes förkunskaper.⁴²

Liksom språk är också metaforer kontextbundna, såväl externt som internt. Den interna kontextbundenheten har med mottagarens konnotationer att göra – somliga associationer som görs till ord hos en individ behöver inte vara det samma hos någon annan, och därför kan avsändaren aldrig vara säker på att metaforen förstås på det sätt som avsändaren avser.⁴³ Är det rätt likheter och skillnader som uppfattas mellan sak- och bildled? Med det sagt är det ytterst relevant att metaforerna är tydliga och att eventuella missförstånd kring dessa lyfts fram – men hur kan missförstånd kännas till på förhand?

Diskussionen ovan behandlar språkets klarhet och oklarhet, *perspicuitas* respektive *obscuritas*. För att en metafor ska kunna tolkas enligt avsändarens syfte måste språket således präglas av klarhet. Om avsändaren själv inte helt förstår den egna studien kan den valda metaforen vara mindre passande varpå oklarheter uppstår. ”Det dunkelt sagda, är det dunkla tänkta”, som Esaias Tegnér påstod.⁴⁴ Därmed är det rimligt att anta att ju mer passande metaforen är, desto mer förstår studenten.

Ett annat problem utgörs av de konventionella metaforer som redan finns invända hos molekylärbiologin och övriga naturvetenskapliga ämnesområden. Är det någon som studerar dessa och uppmärksammar vetenskapen om vilka begrepp och uttryck som kanske är missvisande och felaktiga? Behöver dessa konventionella metaforer möjligtvis kompletteras eller utarbetas?⁴⁵

2.6 Genererande, förmedlande, nyskapande

Nedan sammanfattas teorin och hur den ska användas i analysen för att kunna utröna hur metaforerna påverkar varje enskild artikel. Det finns tre kategorier, nämligen att metaforerna är (1) kunskapsgenererande, (2) kunskapsförmedlande och (3) kunskapsnyskapande, där samtliga berör framförallt skribentens förståelse:

⁴² Baake (2003:76), Degerman (2013:150), Prelli (1989:211)

⁴³ Degerman (2013:151), Jeppson, Haglund (2013:26), Lakoff, Johnson (2003:143)

⁴⁴ Kjeldsen (2008:272), Tegnér (1872:160)

⁴⁵ Rundgren (2009: 22)

- (1) Är metaforen kunskapsgenererande förhåller denna sig enligt teorin om att retoriken och skapandet av metaforen är doxologisk, dvs. sanningsskapande. Metaforen skapar ny kunskap om det studerade fenomenet eftersom alternativa bilder att förstå fenomenet framkommer med hjälp av denna. Skapas dessutom ett metaforkoncept där ett tema råder anläggs ett mönster varpå en ny helhetsbild fås av fenomenet. I enlighet med teorin är mönsterskapande viktigt för att skribenten ska kunna erhålla en förståelse kring det studerade fenomenet.⁴⁶
- (2) Är metaforen kunskapsförmedlande innebär detta att den åskådliggör och konkretiserar det molekylära på ett adekvat sätt. Ur förståelseperspektivet blir metaforen kunskapsförmedlande för framförallt skribenten eftersom denne knyter an det abstrakta till en vardagsbetingelse som redan är känd för denne.⁴⁷
- (3) Är metaforen kunskapsnyskapande innebär detta att den är aktiv – aktiv på det sätt att den skapar ett helt nytt sätt att betrakta det studerade objektet på. Således är det också ett aktivt skapande från skribentens sida, som i sin tur får en djupare förståelse för det studerade fenomenet genom att metaforen dels kan vara mönsterskapande, dels genom att skribenten knyter an det abstrakta till den konkreta världen.⁴⁸ Detta skiljer sig från en kunskapsgenererande metafor på det sätt att en kunskapsnyskapande metafor skapar ett nytt sätt att betrakta det molekylära på, tillskillnad från kunskapsgenererande som belyser alternativa sätt. Detta nya sätt, som kunskapsnyskapande metaforer för med sig, har ej påträffats tidigare och därmed adderar detta ännu en dimension till helhetsbilden av det molekylära fenomen som studeras.

3. Metod och material

Metodvalet är en viktig del av analysen då det utgör ramverket för denna och bör vara lämplig för analysens syfte för att göra denna så uttömmande som möjligt. Övergripande för tillvägagångssättet är att det utgörs av retoriska analysmetoder vilka appliceras på texter som på det ena eller andra sättet avser att påverka mottagaren. Analysen är en kvalitativ studie och övergripande för denna är hermeneutiken, *tolkeningsläran*, vilken grundar sig i att tolka och förstå. Syftet med denna är att tolka och studera textens form och innehåll för att på så sätt erhålla en djupare kunskap om den, vilket uppnås genom att studera det som yttras – så väl explicit som implicit.⁴⁹ Dessa egenskaper gör hermeneutiken till ett bra metodval eftersom denna tillåter mig att tolka empirin utifrån mina förkunskaper om metaforer och molekylärbiologi. Dessutom innebär studiet av metaforer att både de explicita och implicita måste analyseras, och hermeneutiken möjliggör detta. Metodproblemet som hermeneutiken medför är det faktum att tolkningen är subjektiv, och då det i många fall är eftersträvansvärt att nå en objektiv tolkning är det här som hermeneutiken fallerar eftersom den inte kan ge en objektiv analys av studieobjektet. Dock bör samtliga tolkningar ställas mot teorin som ligger till grund för analysen, vilket på så sätt ska kunna påvisa att tolkningarna är sannolika och där resultaten ska kunna peka på generella mönster inom det område fallstudien ingår.⁵⁰

⁴⁶ Se s.6-7

⁴⁷ Se s.4,6-7

⁴⁸ Se s.6-7

⁴⁹ Becker (2008:78), Hellspong (2001:99,160), Ödman (2007:13,74)

⁵⁰ Ödman (2007:14,99,108)

3.1 Tillvägagångssätt

Det tillvägagångssätt jag avser applicera på mina retoriska objekt en närläsning enligt CTA (Close Textual Analysis) vilken ligger till grund för den komparativa metaforanalysen. CTA är oftast en del av de flesta textanalyser och innebär ett närmande av de retoriska artefakterna vilket leder till en insikt om varför dessa är konstruerade på det sätt de presenteras på, hur de förhåller sig till den retoriska situationen de verkar inom och hur förhållandet set ut mellan form och innehåll.⁵¹

Metaforanalysen börjar med ovanstående närläsning, sedan koncentreras analysen till metaforerna. Första steget är att urskilja metaforerna, dvs. sak- och bildled och därefter klassificera dem inom eventuella teman samt om metaforerna är aktiva eller inaktiva. Det är viktigt att diskutera huruvida det finns primära metaforer och om de ligger till grund för ett helt metaforkoncept. Utifall sådana metaforer finns, där en rotmetafor är grunden för flera inom samma domän, bör förhållandet mellan dessa metaforer diskuteras och hur de interagerar med varandra. Finns sekundära metaforer bör dessa också diskuteras samt hur de samspelar med de primära. En sekundär metafor är en metafor som står utanför det eventuellt rådande metaforkonceptet, dvs. en metafor som inte har samma ”tema” som de primära, konceptbundna. Ett metodproblem angående just metaforanalysen är att det, i likhet med hermeneutiken, alltid blir en subjektiv tolkning kring sak- och bildled. Dock står dessa i förhållande till kontexten och därför blir tolkningarna troligtvis mer trovärdiga än otrovärdiga.⁵²

Syftet med den komparativa delen av metaforanalysen är att jämföra olika texter för att kunna peka på likheter och skillnader. Enligt metodbeskrivningen för metaforanalysen appliceras flera jämförelsekriterier, dock kommer enbart metaforerna vara i fokus i denna analys.⁵³ Den komparativa metaforanalysen kommer verka inom den enskilda artikeln och mellan artiklarna, och kretsas kring tre olika perspektiv där metaforen står i förhållande till förståelsen. Jag ämnar redogöra för om en metafor är kunskapsgenererande, kunskapsförmedlande eller kunskapsnyskapande.

När metaforkoncept används i analysen kan det inkludera inaktiva metaforer vilka diskuteras av Lakoff och Johnson, men det kan också inkludera aktiva metaforer. Oavsett om metaforerna är aktiva eller inaktiva kan båda vara konceptskapande, dvs. där en företeelse förstås i termer av något annat och som dessutom anlägger ett tankemönster. Ibland kan metaforer både vara aktiva och inaktiva, vilket beror på att de är konventionella men delvis aktiva i den kontexten de verkar.

⁵¹ Browne (2009:63-67)

⁵² Burkholder, Henry (2009:103-104), Bergström, Boréus (2005:273-80)

⁵³ Hellspong (2001:78-79)

På grund av uppsatsens omfång är det inte lämpligt att diskutera alla metaforer. Dock presenteras samtliga funna i tabellform i bilaga 2. Metaforer som står utanför det molekylära kommer varken presenteras eller diskuteras. Sådana metaforiska uttryck kan exempelvis vara ”i grund och botten” eller ”vi har nu nått den punkt”. Många andra stilfigurer kan också vara intressanta att diskutera men det finns inte rum för detta i uppsatsen. T.ex. metonymier⁵⁴ har många strukturella likheter med metaforen. Då metonymin ur didaktisk synvinkel fyller likartade funktioner i de kommunikationssituationer jag studerar görs ingen åtskillnad mellan dem. Detsamma gäller kan i princip andra stilfigurer som betecknar någon form av överförd betydelse, t.ex. liknelsen (fotnot 61) och allegorin⁵⁵. Jag rör mig alltså med en vid metaforförståelse.

3.2 Material och urval

Den retoriska situationen hos analysobjekten kretsar kring spridandet av molekylärbiologisk information där det påträngande problemet omfattar dels valet av metaforer och hur dessa förhåller sig till förståelse hos framförallt skribenten (även mottagaren i viss mån), dels hur metaforerna representerar de egentliga fackspråkstermerna. De begränsande omständigheterna berör skribentens metaforval samt de konsekvenser metaforerna får hos henom själv. Detta är diskuterbart då metaforer och ett populärvetenskapligt skrivande påverkar förståelsen.⁵⁶

Urvalet av material för analysen är baserat på dess syfte och består av 15 utvalda populärvetenskapligt skrivna artiklar av molekylärbiologstudenter som nyligen gjort sitt examensarbete vilket artiklarnas innehåll baseras på. Därför kan ämnena i de olika artiklarna vara likartade eller vitt skilda. Målgruppen för artiklarna är gymnasieelever. En förstudie av ett större material gjordes för att kunna avgöra om metaforer utgjorde en stor roll i dessa, därefter valdes de femton artiklar ut som innehöll flest metaforer, och delades in i tre kategorier med fem i varje: bra, bättre, bäst. De fem artiklar med flest metaforer kategoriserades som ”bäst” eftersom utgångspunkten för uppsatsen är att metaforer är bra i samband med populärvetenskap. Dessa tre kategorier valdes också i syfte att ge analysen en klar struktur. Emellertid kan det betraktas som kategoriskt att de 15 med flest metaforer valdes ut men eftersom studien ämnar studera förhållandet mellan metaforer och förståelse är det orimligt att analysera metaforfria artiklar. Hur den jämna uppdelningen av materialet förhåller sig till den totala mängden är ointressant i fråga då detta är en kvalitativ studie som avser analysera metaforens effekt hos förståelsen. Därför är det viktigare att se till dessa och kunna visa om en godtycklig metafor är bättre än en annan och reflektera kring varför det förhåller sig på ett sådant sätt.

⁵⁴ Kjeldsen (2008:211-12): Metonymin bygger på ett samband mellan det som sägs och det som menas: man säger ”ska vi ta ett glas?” när man egentligen menar ”ska vi dricka vin?”.

⁵⁵ Sigrell (2008:125): En allegori är en utbyggd bild eller metafor, så som Jesu liknelse.

⁵⁶ Se s.6-7

4. Analys och resultatredovisning

Artiklar introduceras varefter de analyseras. Efter varje avslutad kategori finns en sammanfattning kring gemensamma drag hos de fem diskuterade artiklarna. Samtliga författare har gett sitt godkännande till att bli anonymt citerade, dvs. namnen fingerade.

4.1 De bästa: primära metaforer och metaforkoncept

4.1.1 "Växt och svamp bildar allians mot plundrare": Artikeln är skriven av Mikael och handlar om hur svamp och växter samarbetar mot angrepp. Dock är svampens antibiotikum (alamethicin) inte bara farligt för fienderna utan också för växtcellen. Problemet löses genom att svampen utsätter växtcellen för ämnet cellulas som i sin tur stärker denna. Mikael har undersökt huruvida andra växter också skapar ett skydd som följd av cellulas då detta är viktigt att känna till om alamethicin används som ogräsbekämpning eftersom de andra växterna annars dör.

I följande artikel finns två metaforkoncept, dvs. att flera metaforer följer samma referenspunkt och där ett särskilt tankesätt etableras som följd, vilket skapar en ny förståelse kring hur svampar och växter samarbetare mot inkräktare. Emellertid är metaforerna explicita i sammanhanget men det hindrar de inte från att vara metaforkonceptbyggande. Metaforkoncepten är SVAMPAR OCH VÄXTER UTGÖR EN ALLIANS och ORGANISMER som hotar alliansen ÄR PLUNDRARE, vilka utgörs av följande metaforer: "bildar *allians*" (aktiv: syftar till att växt och svamp samarbetar), "*plundrare*" (aktiv: någon typ av inkräktare som tar någonting från växterna), "*fördelaktiga förhållande*" (aktiv: syftar till att olika organismer har ett nära samarbete för att överleva i naturen), "båda parter *tjänar på* då de kan *utnyttja* egenskaper som den andra organismen utvecklat men de själva inte har möjlighet till" (aktiv: beskriver hurdant ett sådant samarbete ser ut), "I *gengäld* får svampen socker från växten *som lön för mödan*" (aktiv metafor: för att visa på hur samarbetet ser ut mellan svampen och växten – precis som i ett förhållande, de kompromissar), "*fientliga organismer*" (aktiv: organismer som är farliga för växten), "*kemisk krigsföring*" (aktiv: svampar kan med kemiska medel försöka fördriva de farliga organismerna som försöker förstöra växten), "*sticker hål på angriparna*" (aktiv: "dödar" de farliga angriparna liksom skyttar försöker skjuta ned fronten hos motståndarnas armé) och "*cellvägg är en barriär*" (aktiv: förklarar hurdant cellväggen fungerar).

Detta metaforbruk inger ett nytt sätt att se på svampens och växtens förhållande eftersom det förstås i enlighet med krig och förhållande, och enligt teorin genererar detta en djupare förståelse genom att sättet att förklara informationen på skapar ett kognitivt tankemönster där det

molekylära passar in⁵⁷. Det är förvisso vanligt att betrakta fientliga organismer som inkräktare eller motståndare i ett krig, men det hör inte till vanligheten att diskutera dessa inkräktare som plundrare. Således skapas ett någorlunda nytt sätt att studera dessa inkräktare på då de förstås utifrån den mening plundrare förstås i, dvs. att inkräktarna tränger in i växtcellen, tar dess ägodelar och slutligen dödar denna. I och med en ”ny” metafor har Mikael sålunda skapat ett nytt och kompletterande sätt att förstå symbiosen mellan svamp och växt på och hur de samverkar mot fientliga organismer. Detta skapar till viss del ny kunskap om symbiosen eftersom metaforen genererar ett nytt sätt att se detta på – vi förstår det ur ett nytt perspektiv.⁵⁸ Således ter det sig som att metaforerna skapar djupare förståelse genom att dels vara kunskapsgenererande, dels kunskapsnyskapande men också kunskapsförmedlande. Metaforerna är till stor del korrekt använda, och åskådliggör det samarbete växter och svampar har.

Majoriteten av metaforerna tillhör koncept men det finns också sekundära metaforer, exempelvis ”bildar *långa trådar*” (aktiv: bildledet för svampens rotsystem och hur det ser ut) och ”cellvägg” (inaktiv: bildled för det yttre höljet hos växtceller – man talar om det som en vägg eftersom det ”ting” som omger växtcellen har samma funktion som en husvägg).

4.1.2 ”Outforskat protein kan vara viktigt för livskraftsbevarande system”: Majas artikel diskuterar cancerceller och DNA:s ändrar – telomerer – och hur dessa hålls intakta av ett ”längdbevarande enzym” som kallas telomeras, samt hur de påverkar cellens livslängd. Maja har försökt ta reda på vad en viss del av telomeraset har för betydelse för enzymet i sin helhet, och i presenterandet av detta har hon brukat metaforkonceptet TELOMERER ÄR CELLENS KLOCKA, vilket bestämmer ur vilket perspektiv texten ska läsas. I sin helhet är det inget nyskapande metaforkoncept då telomererna oftast ses i samband med livslängd och ålder. Dock vidgas metaforkonceptet av Majas egna konceptrelaterade metaforer: ”*Livskraftsbevarande system*” (aktiv: för att förklara telomerasets funktion), ”*bevara sin ungdom*” (aktiv: att cellen ska leva längre), ”*växa*” (aktiv och inaktiv: att cellen blir äldre), ”*anti-åldringsmekanism*”, ”*ungdomsbevarande*” och ”*föryngringskur*” (aktiva: den mekanism som håller telomererna intakta), ”*alarmsystem*” (aktiv och inaktiv: att cellen försöker varna sig själv om att dessa DNA-ändrar nu blivit så korta att cellen måste dö).

Det är sannolikt att tro att genom att reflektera kring telomererna i dessa redan accepterade tankebanor kan nya metaforer konstrueras, och möjligen var det så Maja inspirerades vilket följaktligen resulterade i hennes nyskapande metaforer. Genom att anamma ett redan accepterat

⁵⁷ Se s.6-7

⁵⁸ Se s.7

och etablerat tankemönster i molekylärbiologin (i.e. att telomerer bestämmer cellens livslängd) kanske flera noder inom samma mönster kan skapas och därigenom kan nya tankebanor om det molekylära framträda vilket leder till nya metaforer.⁵⁹

Jämfört med Mikael är detta metaforkoncept inte lika genomgående, vilket bl.a. beror på att de primära metaforerna blandas med de sekundära. De sekundära används i förklarandet av sådant som inte berör artikelns fokus, såsom ”*kamp*” (aktiv: åsyftar det faktum att cancerceller tar liv vilket vi kämpar emot genom att försöka förstå sjukdomen och bota den), ”*genetisk information*” (aktiv och inaktiv: bildled för sakledet att arvsmassan kan ses som en kodifierad text vilken innehåller information, DNA), ”på en *järnväg* så att *rutten tåget* kör (DNA-kedjan som dubbleras) ändras” (aktiv: förklarar hur man ”klipper ut” och ”klistrar in” gener), eller den inaktiva metaforen ”*dotterceller*”. Nackdelen med denna sistnämnda metafor är att ordet dotterceller kan förstås som att celledelningen resulterar i tre celler istället för två.

Trots att de sekundära bryter metaforkonceptet är det ibland nödvändigt att frånga detta för att på ett så korrekt sätt som möjligt beskriva olika processer och begrepp. Att tala om DNA enligt ett tids- eller ålderskoncept vore svårt då exempelvis ”*genetisk tidsram*” eller ”*genetisk klocka*” inte står i likhet med DNA som sådant, utan egentligen endast telomererna. Kanske hade det varit mer lämpligt att använda sig av metaforen ”*Livets bok*”, då liv till viss del kan konnotera tid vilket information inte riktigt kan.

Generellt sett tenderar metaforerna som Maja använder skapa en djupare förståelse genom att vara både kunskapsnyskapande, kunskapsförmedlande och kunskapsgenererande. Både de primära, konceptförankrade och sekundära metaforerna är kunskapsförmedlande eftersom dessa utgör korrekta, åskådliggörande och representativa bildled för respektive sakled. Samtliga metaforer inom konceptet borde också vara kunskapsgenererande eftersom dessa skapar mönster i vilka sakleden outtalat presenteras på och förstås i. Dessutom har Maja medvetet, och kanske omedvetet, behövt relatera det molekylära till sin egen varseblivning av omvärlden och verkligheten, vilket enligt teorin också skapar en djupare förståelse för det som studeras.⁶⁰ Slutligen är några kunskapsnyskapande eftersom hon på ett självständigt och kreativt sätt konstruerat nya metaforer vilka skapar nya bilder av det molekylära fenomenet – nya kunskaper fås av bildledet samtidigt som helhetsbilden fulländas ett steg.

4.1.3 ”Kan vi designa om liv?”: Denna artikel, skriven av Tobias, kretsar kring huruvida det går att designa liv. Om ja, hur? Om nej, varför inte? Liksom artiklarna ovan har även Tobias

⁵⁹ Se s.6-7

⁶⁰ Se s.6-7

artikel ett inbyggt metaforkoncept – DNA ÄR EN PROGRAMVARA SOM KAN KONSTRUERAS OCH MANIPULERAS. Det är ett igenkänt sådant och utgör ett vanligt sätt att tala om artificiellt framtaget DNA, nämligen att detta kan ”designas”. Det kan med andra ord konstrueras på ett kontrollerat sätt, särskilda ”karaktärsdrag” och funktioner kan väljas och skapas beroende på vilken avsikt konstruktörens har med det syntetiserade DNAt. Samtidigt som metaforkonceptet ger en rättvis bild av det molekylära, då de grundläggande principerna om att det är människans hand som styr och bestämmer, är resonemanget fortfarande en förenkling av verkligheten.

Några exempel från konceptet är: ”*designa om*” (aktiv och inaktiv: göra om det som redan existerar med egen vilja), ”*maskineriet som driver*” (aktiv: de molekylära processer som sköter och vidhåller livet), ”*ritningarna*” (aktiv: de ”substanser” som ligger till grund för hur proteinet ska se ut och hur det ska verka), ”*inkodat/kodas*” (aktiv och inaktiv: att generna finns gömt i eller är en del av DNA), ”När en cell *bygger* ett protein” (aktiv och inaktiv: då något i cellen ger upphov till tillverkningen av eller sätter samman ett protein) och ”*byggstenar*” (aktiv och inaktiv: beskriver hur bakterier kan vara en del av t.ex. plastframställning). Detta talar för att Tobias använder metaforkonceptet och följer spåret ”att designa liv”, där samtliga metaforer tillhörande metaforkonceptet kan relateras till teknik, maskineri och design. Dessa är åskådliggörande, konkretiserande och gör det molekylära rättvisa. Dock är cellen som sådan inte särskilt mekanisk. Det cellulära livet, både intra- och intercellulärt (den enskilda cellen och celler emellan), är ytterst dynamiskt och komplext samt utan en styrande faktor. Samtidigt måste detta högst abstrakta kunna konkretiseras och därmed förenklas, vilket Tobias lyckas göra genom att försöka förklara hur forskare försöker designa liv i metaforer.

Liksom i föregående artikel finns sekundära metaforer även här, vilka brukas i syfte att förklara sådant som kretsar utanför kärnkonceptet men som fortfarande är relevanta för att förstå helheten. Följande tre sekundära metaforer egentligen konventionella men samtidigt aktiva i sammanhanget: (1,2) proteiner och gener uppfattas som människor då de beskrivs ”*samarbeta*” respektive ”*uttryckas*” (ett bildled som förklarar hur proteiner samverkar för cellens överlevnad respektive att gener blir till protein), (3) kemin som sådan kan uppfattas som en konkret väg eftersom begreppet ”*kemisk väg*” används (står som bildled för att något syntetiseras fram).

Sammanfattningsvis är Tobias artikel kunskapsgenererande och förmedlande, och borde därmed skapa en djupare förståelse på grund av samma anledningar som presenterats i föregående fall. Artikeln är inte nykunskapsskapande då samtliga metaforer inte adderar några nya synsätt. På grund av detta samt att metaforer inte används lika frekvent är artikeln inte lika effektiv som de föregående två, sett ur ett metafor-förståelse perspektiv.

4.1.4 ”Strejk i kroppens reningsverk”: Hannas artikel redogör för hur kalciumkarbonater och kalciumfosfater i dialysvätska (som njursjuka behöver) kan påverka kroppen negativt och hur man kan motverka detta. Artikeln gömmer två metaforkoncept; NJURARNA ÄR RENINGSVERK och CELLER/PARTIKLAR ÄR MÄNNISKOR. Inledningsvis presenteras en liknelse, dock talar mycket för att den resterande delen av inledningen utgörs av metaforer: ”Människokroppen kan liknas vid en maskin, där hjärtat är motorn som håller igång kroppen och njurarna är reningsverket. Om motorn stannar, slutar hela kroppen att fungera”. Det första är en liknelse men sedan likställs hjärtat med en motor och njurar med ett reningsverk, vilket per definition därför är metaforer.⁶¹ Oavsett gör detta givetvis ingen skillnad för konceptet i sig.

Denna bild av kroppen är inte nyskapande men den underlättar för förståelsen och medför visuella kanaler genom vilka sakleden presenteras, och de fungerar dessutom väldigt väl då hjärtat fungerar på ett liknande sätt liksom njurarna. Metaforkonceptet CELLEN/PARTIKELN ÄR EN MÄNNISKA ger heller inget nytt perspektiv till ämnet i fråga. Här kan man tro att det handlar om stilfiguren ”besjälning” vilken gör något ”dött” levande, men i artikeln är detta ett alltför utarbetat metaforkoncept för att det ska kunna definieras som en besjälning.⁶²

Metaforer från detta didaktiska mönster är: ”*Strejk i kroppens reningsverk*” (aktiv: njurarna slutar fungera), ”hjärtat är *motorn*” (aktiv: hjärtat är det organ som driver hela kroppen), ”*externt reningsverk*” (aktiv: något som fungerar som njurar fast utanför kroppen), ”kroppens celler *tycker illa om partiklar*” (aktiv: partiklarna gynnar inte cellerna), ”i deras *sällskap* som *för sig själva*” (aktiv: när celler och partiklar interagerar), ”*sätter sig*” (aktiv och inaktiv: adhererar/förankrar sig) och ”*citrat parar ihop sig med kalcium*” (aktiv: citrat reagerar med kalcium).

Förutom att flera metaforkoncept presenteras i artikeln, vilka ger både läsaren och skribenten en annorlunda skärpa åt de glasögon som de studerar det molekylära genom, finns det också sekundära metaforer – där de flesta av dem är inaktiva (”*kärlvägg*”, ”*njursvikl*”, ”*blodet fylls av*”, ”*signalmolekyler*”). De sekundära metaforerna kompletterar metaforkoncepten och därigenom fås en djupare förståelse för artikelns innehåll. Kanske hade förståelsen för det molekylära fördjupats ytterligare ifall Hanna hade försökt göra kalciumkarbonater och -fosfater till en del av reningsverks- eller människokonceptet då dessa delvis utgör artikelns fokus: vilken/vilka roll/roller hade de kunnat spela? På det sättet blir de inte bara kemiska namn utan kan förstås utifrån ett metaforkoncept vilket gör det mer lättillgängligt för förståelsen. Hannas artikel är liksom Tobias: kunskapsgenererande, -förmedlande men inte nykunskapsskapande.

⁶¹ Cicero (2009:140,152): en liknelse är där en likartad egenskap mellan två ting förs fram, och där ordet ”som” eller liknande ingår: Hon är vacker som en ros. I en metafor utelämnas dock ”som”, varpå liknelsen snarare blir en antagelse som ej ifrågasätts: Hon är en ros.

⁶² Degerman (2013:145), Lakoff, Johnson (2003:33-34)

4.1.5 "Växter och svampar allierade i krig": Alex artikel behandlar samma ämne som Mikael, och troligtvis arbetade de tillsammans under examensarbetet. Emellertid är Alex metaforbruk inte helt likt Mikael – i Alex artikel finns metaforerna främst i artikelns början och därefter blir de successivt färre och färre. Några metaforexempel är dessa: ”*allierade i krig*” (aktiv: växter och svampar hjälper varandra mot farliga organismer), ”*osynlig kamp*” (aktiv: detta krig går inte att se med blotta ögat), ”*angriper och skadar växternas cellvägg*” (aktiv: förstör cellväggen), ”*attacker*” (aktiv: när de fientliga mikroorganismerna utsöndrar farliga ämnen) och ”*göra hål i ytan*” (aktiv: förstöra cellerna genom att skada deras yta så att insidan exponeras för det yttre).

Metaforkoncepten är som sagt lika i vissa anseenden, dock använder sig Alex inte av plundrare utan talar istället om att svampar och växter står allierade i ett osynligt krig emot ”mikroskopiska organismer”. Därför är konceptet inte fullbordat då det alltid bör finnas fiender i ett krig. Dessa egentliga inkräktare benämns aldrig som inkräktare utan förblir enbart mikroskopiska organismer och står därmed utanför krigsresonemanget. Det talas om attacker mot växtcellerna, men dessa uppenbara fiender (dvs. de mikroskopiska organismerna) nämns aldrig utföra dem.

Det är också viktigt att påpeka hur Alex talar om ämnet alamethicin. Till skillnad från Hanna (som ju inte placerar kalciummolekylerna i metaforkonceptet) sätter Alex in detta i det rådande metaforkonceptet varpå det förstås utifrån konceptets termer. Alamethicin beskrivs kunna göra hål i ytan av cellerna vilket gör att cellerna börjar ”läcka” innehåll och slutligen dör cellen. Ur ett krigiskt perspektiv ser sig detta ämne som skyttar vilka ska göra motståndarnas front svagare genom att beskjuta den – på detta sätt kan alamethicin förstås och det blir sålunda mer gripbart. Därmed kan Alex förståelse för det egna arbetet ha fördjupats, dels genom att artikeln är kunskapsgenererande (pga. tankemönstret och konkretiserandet av det molekylära) men också kunskapsförmedlande (bildleden gör sakleden rättvisa).

4.1.6 Sammanfattning

I ovanstående fem artiklar ses ett relativt konsekvent utnyttjande av metaforer, där majoriteten av dessa är primära metaforer (vilka utgör gedigna metaforkoncept), men det finns såklart också sekundära sådana. Detta medför att artiklarna är kunskapsgenererande. I och med metaforkoncepten samt att det finns få felaktiga metaforer verkar artiklarna också kunskapsförmedlande. De första två är kunskapsnyskapande på det sätt att de använder sig av konventionella metaforer som de utvecklar och därigenom skapar nya metaforer. Därmed skapas nya noder hos det mönster som metaforkonceptet genererar, och en mer fulländad helhetsbild av det molekylära erhålles.

4.2 De bättre: sekundära metaforer och försök till metaforkoncept

4.2.1 "Forskare framställer syskon till jästens anfader": Artikeln, författad av Hans, utreder hur jästens livsstil har evolverats fram, hur denna producerar alkohol och hur det gynnar jästen. Svaret tros ligga i jästens DNA, vilket Hans har studerat, och i presenterandet av resultatet utnyttjar han metaforkonceptet JÄSTSVAMPEN ÄR EN MÄNNISKA. Metaforerna som skapar konceptet är: "syskon till jästens anfader" (aktiv: hybrider till den ursprungliga jästen), "nära släktingar/släkt" (aktiv: arter som står nära *S. cerevisiae*), "äldsta husdjur" (aktiv: åsyftar att jästen är den organism som varit med människan längst tid), "konsumera alkoholen" (aktiv och inaktiv: nyttja alkoholen som energikälla), "Denna livsstil" (aktiv och inaktiv: det sätt jästen lever på), "jästens föregångare" (aktiv: den jästarten som *S. cerevisiae* evolverades från), "gren i släkträd" (aktiv: jästarter som inte har följt samma evolutionslinje som *S. cerevisiae*), "en av två föräldrar" (aktiv: en av de två jästarter som har korsats för att skapa hybriden).

Det är viktigt att nämna att artikelns metaforkoncept inte är fullt lika gediget jämfört med de fem artiklarna ovan, då de sekundära ökar i förhållande till de primära och konceptförankrade metaforerna. Å andra sidan är de sekundära metaforer som Hans använder svåra att placera inom det valda metaforkonceptet och därmed blir det också svårt att argumentera för varför de ska vara en del av detta. Samtidigt finns möjligheter till andra ordval vilka hade kunnat presenteras enligt familjmetaforkonceptet, däribland "jästarter" och "hybrider". Det förstnämnda hade kunnat benämnas "jästsläktingar" eftersom Hans talar om dem på detta sätt (se första meningen i artikeln) och det sistnämnda hade kunnat få vara – liksom i artikels rubrik – "jästsyskon" (det är hybrider som åsyftas här).

Metaforkonceptet är inte nyskapande (i den mening att det aldrig tidigare talats om jästen i enlighet med familje- och släktingsmetaforer) men det skapar ett synsätt genom vilket sakleden studeras. Därmed är metaforkonceptet kunskapsgenererande eftersom ett mönster skapas som i sin tur genererar ett bestämt sätt att läsa texten på. Dessutom förklaras det molekylära på ett lättfattligt sätt där jäst och dess syntetiskt framställda hybrider konkretiseras och talas om i andra termer vilket gör att artikeln också blir kunskapsförmedlande.

Artikeln tillhör inte de bästa eftersom metaforanvändandet här inte är lika frekvent och i vissa delar av artikeln är det väldigt få. Detta innebär att vissa begrepp aldrig åskådliggörs, så som sekvensering. Visserligen kanske gymnasister, vilka ju är textens målgrupp, ska förstå begreppet (åtminstone tredje årskursen) – dock är det möjligen mer konkretiserande att tala om en sekvenserad arvs massa i andra termer, förslagsvis att "arvs massan är *kartlagd*".

4.2.2 ”Kroppens sätt att attackera sig själv”: Wilmas artikel handlar om vad som orsakar ledgångsreumatism samt hur sjukdomen kan tänkas förhindras. T-cellerna (en del av immunförsvaret) utgör en viktig del av sjukdomsutvecklingen.

I likhet med andra artiklar använder även Wilma ett metaforkoncept, nämligen att IMMUNFÖRSVARET ÄR ETT MILITÄRISKT FÖRSVAR, och eftersom det baseras på ett konventionellt metaforiskt synsätt – ”immunförsvaret” (inaktiv: utgör de celler som har som uppgift att bevara kroppen så som den ska vara genom att ta hand om fientliga organismer mm.) – är det inte nyskapande. Metaforer som ingår i konceptet är: ”attackera sig själv” eller ”gå till attack” (aktiva och inaktiva: att kroppen gör något mot sig som inte är gynnsamt för den), ”där vissa har till uppgift att *skydda oss mot*” (aktiv: några celltyper ska förhindra att farliga organismer inte ska ta fäste i kroppen), ”*inkräktare*” (aktiv: sådana organismer som vanligen inte förekommer i kroppen/som inte bör finnas på vissa platser) och ”*upprorsmakare*” (aktiv: celler som går emot sin natur/som är ”felprogrammerade”).

Man resonerar om och beskriver immunförsvaret som kroppens armé vilken skyddar den från diverse angripare, men också upprorsmakare (t.ex. cancerceller, eller en autoimmun sjukdom där kroppen ser sina egna celler som inkräktare, så som reumatism vilket artikeln behandlar). Tyvärr utnyttjar Wilma inte detta fullt ut vilket gör att artikeln inte blir lika effektiv som de översta fem. Bland annat nämns T- och B-celler som ”skyddande celler” men de placeras aldrig i metaforkonceptet utan står istället med en fot i det och en utanför. Att nöja sig med att beskriva dem som skyddande celler är i detta fall otillräckligt och alltför opreciserat. Alla som deltar i en faktisk armé skyddar den egna nationen, men på vilket sätt? Wilma borde istället sett till T- och B-cellernas roll i försvaret och kanske talat kring T-cellen som ”mördarceller” eller ”hjälpceller” (inaktiva termer) och B-celler som stridsplaner som skickar missiler på motståndarna. T-mördarceller är de celler inom immunförsvaret som letar upp inkräktarna och mördar dem, B-celler är de som aktiveras och producerar s.k. antikroppar vilka ska finna inkräktarna och märka dem så att immunförsvaret vet mot vilka de ska göra motstånd. T-hjälpcellerna aktiverar och informerar B-cellerna (befälhavare). Detta resonemang tar inte särskilt mycket plats och hade tveklöst fått plats i Wilmas artikel, vilken är den kortaste av alla 15. Ytterligare en anledning till att förklara T-cellens roll på ett mer åskådliggörande plan är det faktum att ”T-celler” är ett samlingsnamn.⁶³ Vilken T-cell är det hon menar? Om begreppet hade preciserats inom metaforkonceptet hade risken för missförstånd reducerats då T-celler hade uppfattas enligt det koncept det verkar inom och på ett sätt som skribenten vet är korrekt i förhållande till sin egen

⁶³ Widmaier, Raff, Strang (2011:643)

studie. Eftersom T-celler dessutom är en del av artikeln fokus hade studien blivit mer begriplig, både för mottagaren och Wilma själv. Hade hon hade talat mer om framförallt T- och B-celler enligt adekvata metaforer hade hon möjligen upptäckt andra koncepttillhörande metaforer vilka hade kunnat utnyttjas för att konkretisera studien ytterligare.

Liksom tidigare artiklar finns det en del sekundära metaforer vilka förklarar sådant som inte utgör artikelns kärna men som ändå är viktigt – däribland inaktiva metaforer som beskriver och förklarar hur T-cellerna får näring. Näringen beskrivs ”transporteras” av särskilda ”transportörer”.

Precis som Hans artikel är Wilmas dessvärre inte särskilt metaforrik. Dock hade det varit möjligt att placera studien inom ett redan väletablerat metaforkoncept vilket följaktligen hade gjort molekylärbiologin mer konkret och förståelig. Men då vill det till att skribenten själv är medveten om det. Sammanfattningsvis är artikeln kunskapsgenererande och förmedlande men ej i samma grad som de tidigare presenterade artiklarna. Mönstret som delvis skapas hade kunnat vara mycket mer utarbetat och med fler ”noder”, genom att exempelvis göra åtminstone T-celler en del av konceptet. Utan att dessa beskrivs, vilka verkar ha utgjort kärnan av Wilmas examensarbete, blir det molekylära inte lika förståeligt som det hade kunnat bli – både för skribenten själv och för mottagaren.

4.2.3 ”Extrakt från fågel som botemedel mot hudcancer”: Artikeln är författad av Anna, och kretsar kring hur ett fågelextrakt kan tänkas döda hudcancer celler via s.k. celldöd (apoptos). Flera metaforer används men aldrig på ett konceptskapande sätt, trots att det finns potential till ett sådant. Emellanåt tenderar Anna tala om cancer i termer som konnoterar metaforkonceptet SJUKDOM ÄR EN RESA, eftersom hon talar om ett ”sjukdomsförlopp” (aktiv och inaktiv: hurtant sjukdomen utvecklas/urartar sig) som kan ”bromsas” (aktiv och inaktiv: sakta ned hastigheten (eller helt avstanna) och där canceren kan begå självmord genom aktivering av specifika ”biokemiska vägar” (aktiv och inaktiv: olika biokemiska sätt/reaktioner). Emellertid återfinns bara några få metaforer inom konceptet vilket gör att man inte kan tala om det som ett koncept.

Att det finns flera olika metaforer är både bra och mindre bra. Att bruka många skapar olika betraktelsesätt att studera det molekylära ur vilket verkar högst konkretiserande och genererar därmed en mer fulländad helhetsbild av ämnet i fråga. I artikeln är det dock inte flera metaforer som är bildled för *ett* fenomen, utan det är flera metaforer som utgör bildled för *många* fenomen. Att använda sig av flera olika metaforer kan upplevas som förvirrande eller rörigt då många olika metaforer innebär att perspektivbyten måste ske ofta och mycket. Eftersom det inte finns något dominerande metaforkoncept blir samtliga metaforer på ett sätt sekundära där alla spelar sin roll

och försöker förklara olika delar av arbetet. Bland dessa sekundära finns både inaktiva och aktiva. Några inaktiva är exempelvis ”cellkärna”, ”gensers uttryck” och ”DNA-strängarna”. Den sistnämnda följs av en aktiv metafor då Anna menar att denna sträng ”klippas” i bitar. Frågan är således om metaforen DNA-sträng har gett upphov till hur man resonerar om denna och att det kanske liknas vid en navelsträng som klipps.

Enligt teorin är mycket troligt att Anna fått en djupare förståelse för sitt arbete genom att bruka metaforer, men eftersom det egentligen inte finns något tydligt mönster är den kanske inte lika kunskapsgenererande som tidigare artiklar. Sekundära, enskilda metaforer kan inte skapa samma helhetsbild som konceptförankrade metaforer.⁶⁴ Trots några brister (se följande mening) är artikeln ändå kunskapsförmedlande eftersom det molekylära konkretiseras på ett korrekt sätt. I samband med att Anna talar om att en sjukdom är en resa skrivs följande: ”Vidare kunde vi även konstatera att cancercellernas delning *bromsades upp* efter behandling”. Vad menar Anna egentligen – att celledningen helt avstannade eller att delningens hastighet bara reducerades?

4.2.4 ”Många lika, alla olika – det genetiska fingeravtrycket”: Violas artikel berör s.k. mikrosatelliter och mikrovarianter (regioner i DNA som gör att det går att skilja en individ från en annan). Dessa regioner har Viola studerat i syfte att försöka förklara hur de uppkommer. Liksom föregående författare använder också hon metaforer, däribland följande: ”Det *genetiska fingeravtrycket*” (aktiv och inaktiv: den delen av DNA som identifierar oss som individer), ”DNA-*profil*” (aktiv och inaktiv: de delar av DNA som tillsammans ska skilja olika individer åt rent genetiskt), ”den *genetiska koden*” (inaktiv: DNA), ”cellens *kopiator*” (aktiv och inaktiv: replikationsprocessens olika proteiner), ”*räknar fel*” (aktiv: när denna kopiator inte fungerar som den ska) och ”*korrekturläsare*” (aktiv och inaktiv: en av de enzym som är med i replikationen – kopieringen av DNA – kallas 3'-5' exonukleas vilket har en ”korrekturläsarfunktion”).

I artikeln ses en början till ett icke-nyskapande metaforkoncept, nämligen att DNA ÄR MÄNNISKA i den bemärkelsen att DNA har fingeravtryck. Viola utnyttjar konceptet och försöker anpassa sin studie efter detta, genom att tala om DNA-profiler vilka karakteriseras av s.k. mikrosatelliter. En profil kan tänkas vara en ID-handling, och finns en sådan borde det således finnas fingeravtryck. Hon inleder med att tala om DNA-profilen som något biologiskt men övergår sedan till att resonera om det i tekniska termer. Därmed använder Viola sig av flera sätt att betrakta ämnet på vilket verkar kunskapsgenererande. Samtidigt finns inget egentligt metaforkoncept och kanske har hon inte fått den helhetsförståelsen som hade kunnat erhållas om koncepten hade utarbetats.

⁶⁴ Se s.6-7

Sett utifrån ett metafor-förståelseperspektiv finns det brister i artikeln. Det inaktiva, molekylära fenomenet mikrosatelliter är troligtvis mystiska då Viola talar om att finna ”*ledtrådar*” i samband med dessa. Ordet ledtrådar hör vanligen till ett detektivarbete dvs. lösa mysterium, och att tala om ledtrådar i anknytning till mikrosatelliter gör att de uppfattas som mystiska och ordet tillskriver därmed det molekylära en kunskapsförmedlande betydelse. Samtidigt är det väldigt oklart varför de kallas ”*mikrosatelliter*”. Det finns olika satellittyper som detta begrepp kan liknas vid, och därför är det viktigt att placera ordet i ett koncept varigenom det blir mer förståeligt kring vad molekylära mikrosatelliter är. Utan metaforkonceptet kan begreppet uppfattas på olika sätt då den som skapar eller läser texten tendera tillskriva termen olika egenskaper eftersom ett ord kan konnotera olika saker.⁶⁵ Viola definierar mikrosatelliten som ”små korta DNA-sekvenser som upprepas efter varandra” men det säger egentligen ingenting om begreppet.

Viola pratar om DNA som både ”*genetiskt material*” och den genetiska koden. Flera bildled av ett sakled är effektivt eftersom det breddar helhetsförståelsen då nya egenskaper hos sakledet synliggörs, men ibland är det också bra att vara konsekvent för att undvika tänkbara missförstånd. Metaforen den genetiska koden är både bra och mindre bra – bra eftersom det blir naturligt för Viola att skriva att DNA korrekturläses då dessa metaforer följer samma koncept, DNA ÄR EN BOK/KOD (en kod kan avläsas och korrekturläsas). I nästa stycke är metaforen inte lika bra vilket beror på det molekylära sammanhanget och hur Viola diskuterar detta. Hon skriver nämligen: ”Att det är så stor variation på mikrosatelliterna som används för rättsgenetiska tester beror på att de är placerade mellan gener och därför inte påverkar den genetiska koden”. Vad menar Viola egentligen med den genetiska koden? Är det DNA som helhet eller menar hon enbart de delar av DNA som faktiskt utgör gener som uttrycks? DNA utgörs av såväl introner som exoner. Introner brukar kallas ”*skräp-DNA*” och det syftar till att de inte har någon egentlig roll. Det är förvisso inte helt vattentätt eftersom att en sekvens kan utgöra skräp-DNA i en gen men vara en viktig del (exon) i en annan. På grund av detta är det orimligt att säga att det bara är en del av DNA som är den genetiska koden.⁶⁶ Det hade varit tydligare att tala om ett genetiskt material och att det finns delar av detta material som ibland inte är användbart och att det därmed inte gör någonting om det ”går sönder”.

Violas artikel är någorlunda kunskapsförmedlande och kunskapsgenererande men här finns risker för missförstånd vilka uppkommer pga. metaforer – både sådana hon använder men också den konventionella metaforen mikrosatellit.

⁶⁵ Se s.9

⁶⁶ Alberts (2008:479)

4.2.5 ”Ett bedragande sken – Syrefattig karaktär i syrerik miljö: Artikeln, författad av Rasmus, redogör för hur en viss typ av cancer (neuroblastom) beter sig och vad det är som orsakar detta beteende. Artikelns fokus, proteinet HIF-2 α , verkar spela en stor roll i detta.

I artikeln finns flera påbörjade metaforkoncept vilka aldrig utarbetas till gedigna koncept jämfört med exempelvis Mikael's artikel. Sådana påbörjade metaforkoncept är t.ex. TUMÖRCELLER/VANLIGA CELLER ÄR MÄNNISKOR (snarare hormonstinna tonåringar): ”att tumörer *inte har någon kontroll över hur de växer*” (inaktiv: att tumörcellerna inte delar sig som gemene cell och inte längre kan styras), ”celler i det *omogna tillstånd*” (aktiv och inaktiv: åsyftar det stadium en cell befinner sig i innan den är helt klar för att kunna sättas i bruk), ”Tumörceller med detta *beteende* har visats sig vara mer *aggressiva* och *stridslystna*” (aktiv och inaktiv: celler som inte ställer sig i ledet och som inte beter sig som vanligt utan verkar ”göra uppror” mot kroppens homeostas, balans). Ett annat exempel är att ENERGI ÄR PENGAR, ett metaforkoncept som (1) handlar om hur cellen hanterar energi i olika miljöer och (2) att syre är pengar då man talar om ”syrerika” och ”syrefattiga” miljöer, vilka för övrigt är konventionella: ”Anpassningen innebär att *spara energi* genom att *bortprioritera energikrävande aktiviteter* (aktiva: att energin omsätts på ett bra sätt eller används sparsamt).

Artikeln har alltså inget egentligt metaforkoncept ur vilket den ska läsas, men det finns ändå perspektiv och åskådliggörande metaforer. Emellertid är det intressant att det förekommer förkortningar på protein i en populärvetenskaplig artikel: HIF-1 α och HIF-2 α . I artikeln framgår det att proteinerna är viktiga för att cellen ska kunna anpassa sig till syrefattiga miljöer, men HIF-2 α (huvudproteinet i artikeln) benämns aldrig och tillskrivs heller aldrig någon mer betydelse än att det är ett protein. Genom att försöka tala om proteinet i metaforiska termer ökar förståelsen för det då proteinet förstås enligt en ny dimension. Det beskrivs hjälpa cellen att anpassa sig, och eftersom de redan konventionella metaforerna finns, syrerik och syrefattig, kan man försöka sätta in proteinet i detta metaforkoncept: HIF-2 α är kanske ett hjälparprotein som gör att cellen lättare ”*kommer på fötter*” och kan anpassa sig till sin nuvarande ”*syreekonomi*”?

I sin helhet är metaforerna i artikeln till viss del kunskapsgenererande då de utgör början till mönster, men eftersom de inte fulländas kanske helhetsförståelsen för ämnet inte är så djup som den hade kunnat vara. Metaforerna är kunskapsförmedlande eftersom dessa utgör korrekta bildled för sakleden och därigenom förstås det molekylära ur relaterbara vardagsbetingelser. Samtidigt hade det molekylära kunnat förstås bättre om flera ord och begrepp också hade fått en metaforisk beskrivning. Rasmus har inte inventerat något nytt metaforkoncept och kan därför kan artikeln inte anses vara kunskapsnyskapande.

4.2.6 Sammanfattning

Hos dessa ovanstående fem artiklar är metaforkoncepten – i förhållande till de första fem – varken gedigna, konsekventa eller fulländade. Vidare finns det inga nyskapande metaforer bland dessa. Istället för koncept används desto fler sekundära metaforer (ibland för många), likaså konventionella eller molekylära begrepp som aldrig förklaras eller åskådliggörs vilket också leder till fler risker för missförstånd och feltolkningar. Emellanåt finns även längre stycken i artiklarna som är helt fria från metaforer, och däri finns istället vanliga molekylära begrepp och namn.

4.3 De bra: färre, konventionella och sekundära metaforer

4.3.1 ”Salinomycin – det tveeggade svärdet i striden mot cancer”: Williams artikel handlar om hur det cancerhämmande ämnet salinomycin kan efterliknas (i form av s.k. analoger) för att eventuellt komma ett steg närmare ett botemedel mot cancer. I artikeln talar William inledningsvis om cancer enligt ett krigskoncept, och då cancer oftast placeras i relation till den konventionella metaforen ”*immunförsvaret*” blir det naturligt att tala om det enligt detta. Dock är det innovativt att diskutera salinomycin relativt konceptet. Därmed klargörs vilken roll ämnet har i kampen mot cancer – ”det *tveeggade svärdet*” (aktiv) – dvs. salinomycin kan hugga svärdspetsen i cancer men kan samtidigt råka sticka ned sina allierade, kroppens egna celler. Salinomycin är giftigt, och då inte bara för cancerceller utan samtliga. Varför artikeln inte kan placeras bland de bästa är att det som liknar ett metaforkoncept tar slut här. Senare talas det om s.k. analoger, kemiska strukturer som ska efterlikna salinomycin, men dessa analoger blir aldrig en del av krigskonceptet. Utöver detta talar William också om det molekylära i termer av en balans som störs och att detta inte är bra för cellerna. Detta specifika metaforbruk ter sig som ett metaforkoncept, JONBALANSEN ÄR RADIOVÅGOR, och det blir tämligen rimligt att anta att dessa ”*radiovågor*” (jonbalanser) inte får rubbas eftersom det då uppstår störningar vilka kanske skapar missförstånd inom cellen:

På grund av sin kemiska struktur kan salinomycin *rubba* cellernas *balans* av olika joner. Alla celler är beroende av en viss *jonbalans*, men vissa celltyper är *känsligare* än andra. Nervceller är särskilt *lättpåverkade* av dessa *störningar*...

I de två sista styckena finns ett fåtal metaforer (aktiva och inaktiva) men ingendera hör till varken krigskonceptet eller radiovågskonceptet och är således sekundära. Den inaktiva är ”*nervcellernas utskott*” vilket beskriver en del av nervcellens morfologi (utseende) – detta utskott är som en lång arm (ett axon) som sträcker ut sig till närliggande nervceller. Den aktiva metaforen är ordet ”*mirakelkur*”, vilket är bildledet för ett botemedel för cancer, som inger ett viss hopp om att det i framtiden kanske kommer kunna framställas – dock inte med hjälp av salinomycins analoger.

Williams artikel är i sin helhet både kunskapsgenererande och kunskapsförmedlande då det dels finns ett litet metaforkoncept vilket skapar mönster och som åskådliggör det molekylära, dels eftersom de olika metaforerna konkretiserar de olika begreppen och processerna.

4.3.2 ”Upptäcka gener inblandade i diabetes”: Artikeln, skriven av Ronja, berör diabetes – vilka gener som kan tänkas spela en stor roll för utvecklandet av diabetes typ 2 (”att kroppens vävnader inte längre reagerar på insulinets signaler”) och hur man kan tänkas finna dessa gener.

I likhet med Williams artikel finns här blott ett påbörjat metaforkoncept, SJUKDOMEN ÄR EN RESA, vilket tar slut i samma stund som det börjar. Förutom detta finns inga övriga resonemang som kan liknas vid metaforkoncept. Istället använder Ronja en del molekylära begrepp, däribland ”serum”, ”nukleinsyror”, ”SNP: single nucleotide polymorphisms” och ”genotyping”. Hon försöker förklara dessa där serum förklaras som ”blod med avlägsnande blodkroppar och koagulationsfaktorer”, nukleinsyror som ”DNA”, SNP blir (korta DNA sekvenser med olika genvarianter) och genotyping som en ”genvariant en individ har”. Även om Ronja försöker förklara begreppen – vilket ju är en god ambition – använder hon andra abstrakta begrepp vilka inte går att relatera till. Hade hon istället använt sig av vardagliga ord och begrepp hade det blivit mer gripbart. Att Ronja skulle få en djupare förståelse för de begrepp som ingått i hennes arbete genom att förklara på det här sättet är inte troligt eftersom hon egentligen bara använder sig av ord som redan är en del av hennes kännedom och vokabulär. Genom att placera de molekylära begreppen i en ny domän är en större utmaning vilken man kan lära sig mer av eftersom helhetsperspektivet för sakedet breddas.

Här belyses ett problem. Generellt är det förmodligen svårt för skribenten att veta vad som är en bra förklaring och en bra bild av det molekylära då det säkerligen är så att skribenten själv har bilder i huvudet då hen uttrycker sig i ord. Det kan tänkas leda till att när studenten t.ex. ska beskriva ett proteins funktion, tycker hen själv att det är självklart eftersom hen redan har en mental bild av detta vilken kanske inhämtats från en textbok eller liknande. Sålunda bör hen vara medveten om vilka bilder hen har av något och kunna bortse från dem i förklarandet för någon.

Ordet glykogen förklaras med bildledet ”sockermolekyler som sitter ihop” (aktiv och inaktiv), vilket är ett korrekt men ett någorlunda opreciserat uttryck. De flesta sockermolekyler sitter nämligen ihop: socker till bakning, sackaros, sitter ihop av glukos och fruktos. Laktos sitter ihop av glukos och galaktos. Det finns alltså flera fall där denna förklaring stämmer, vilken gör den mindre bra.⁶⁷

⁶⁷ Se s.4-5

Förutom enskilda begrepp som förmodligen hade kunnat ersättas med mer konkretiserande förklaringar, hade det kanske också varit möjligt att förklara diabetestyperna på ett annorlunda sätt. Den existerande förklaringen i artikeln fungerar och är lätt att förstå, men för att kunna etablera ett metaforkoncept är det viktigt att fortsätta hela artikeln igenom eftersom det är först då både skribenten och läsaren sätter sig in i perspektivet och tankemönstret. Ett sjukdomsförlopp, SJUKDOM SOM RESA, kan byggas vidare på olika sätt, och i samband med detta hade det exempelvis gått att förklara diabetes typ 2 i enlighet med en resa på en flod som delar upp sig i bifloder. Vattnet symboliserar blodsockret och bifloderna är kroppens organ. Om dessa bifloder plötsligt inte kan ta hand om vattnet från huvudfloden bli den således översvämmad och orsakar förödelse i den övriga miljön som omger floderna. Så fungerar diabetes typ 2 – organen reagerar inte längre på insulinet vilket signalerar och stimulerar organen till att ta upp sockret i blodet. Följaktligen höjs blodsockret och detta kan leda allvarliga njur-, fot- och ögonskador.⁶⁸

De metaforer som finns har dock en kunskapsförmedlande verkan då de återger sakleden i representativa bildled. Det intressanta är att nästan alla är inaktiva: ”När man äter *höjs* blodsockret” – nej, det gör blodsockret egentligen inte. Man talar bara om det på detta sätt eftersom mätinstrumenten fungerar så, både digitalt och grafiskt; ”Insulinet får kroppens vävnad att *ta upp* glukos...” – nej, vävnaden kan inte plocka upp någonting eftersom den inte har några händer, dock fungerar processen på ett sätt som gör att vi kan tala om det enligt verbet ”ta upp”; ”som binder till olika *områden*” – nej, dessa är inte områden eller platser, men det molekylära kan benämnas enligt detta eftersom det också inom molekylärbiologin kan handla om avgränsade, definierade områden.

4.3.3 ”Telomerlängden bestämmer livslängden”: Tuvas artikel kretsar kring enzymet telomeras (liksom Majas artikel) och hur detta kan styras, vilket blir intressant att studera just eftersom telomeras är viktigt för att behålla DNA-ändarna intakta då det är förkortningen av dessa som i det långa loppet leder till att cellen dör. Dock är denna artikel inte lika metaforrik som Majas. Tuva talar helt sonika om DNA som linjära strukturer, vilket också medför naturligheten att prata om ”ändar”: ”DNA-ändarna” och ”yttersta ändarna” (aktiva och inaktiva: i.e. telomererna), samt ”Kromosomerna är *linjära strukturer*” (aktiv: syftar alltså till att kromosomerna är raka molekyler).

Detta ger ett visst perspektiv som konkretiserar DNA vilket är till fördel för förståelsen. Trots det går det inte att bortse från det faktum att DNA nästan aldrig är en linjär struktur⁶⁹ – det går

⁶⁸ Widmaier, Raff, Strang (2011:581-83)

⁶⁹ I jämförelse med ett bakteriellt DNA är det mänskliga ”linjärt” då bakteriens är runt, men som författare måste man precisera vad man menar med linjärt.

förvisso fortfarande att tala om dess ändrar, men inte ur bemärkelsen att DNA skulle vara en raklång molekyl och särskilt inte kromosomerna (de kan se ut så i mikroskop under celledning, men egentligen är kromosomerna oerhört hårt packade i flera olika steg⁷⁰). Därför blir metaforkonceptet inte särskilt kunskapsförmedlande eftersom det inte gör det molekylära rättvisa.

Det hade kanske varit mer gynnsamt att tala om telomerer enligt Majas metaforkoncept, dvs. som tid eller ålder, då detta har en mer åskådliggörande effekt. Hade Tuva talat om telomerer enligt Majas perspektiv hade hon exempelvis kunnat förklara telomerernas funktion på ett bättre sätt. Istället för ”telomeras är ett enzym som förhindrar att längden på DNA ändarna förkortas” hade hon kunnat säga ”telomeras är något som förlänger *livslängden* för cellen”. Ytterligare ett argument till varför Tuva hade kunnat skriva om artikeln enligt ålderskonceptet är eftersom det redan finns tendenser till detta – i rubriken, i mitten av artikeln och i avslutet. I inledningen skriver hon ”Telomerlängden bestämmer *livslängden*” (aktiv: syftar till hur länge cellen får leva), i mitten berättar hon att telomerer vanligtvis benämns som cellens ”*inre klocka*” (aktiv: telomererna) och i slutet menar hon att hennes arbete kan ”hjälpa oss att förstå mer om *åldrandet...*” (aktiv). Telomerer diskuteras alltså redan i metaforiska termer, och sådana här konventionella, inaktiva begrepp som redan är väletablerade inom ämnesområdet bör bli utnyttjade eftersom dessa då kanske kan generera metaforkoncept som lättare kan bli accepterade i forskarvärlden.

Tuva diskuterar också Cdc13 och Rap1 i det sista stycket: ”Jag har renat Cdc3 och Rap1, som kan binda in till telomert DNA och reglera telomerasets aktivitet”. Dessa är proteiner som kan styra över telomeras och kan därmed påverka cellens livslängd – detta framgår inte särskilt tydligt men är möjligen underförstått.

Artikeln är, i sin helhet, både något kunskapsgenererande och kunskapsförmedlande. Eftersom det finns försök till metaforkoncept och kognitiva mönster är artikeln delvis kunskapsgenererande. Den är också kunskapsförmedlande, dock bara till viss del eftersom en felaktig bild fås av DNA som följd av Tuvas metaforbruk. Den är inte särskilt nyskapskapande, men hade kanske blivit om den hade gått i linje med Majas metaforkoncept om telomerer.⁷¹

4.3.4 ”Parkinsons sjukdom kan kanske snart behandlas”: Artikeln, skriven av Jamie, redogör för hur framförallt genen LRRK2 påverkar utvecklandet av Parkinsons sjukdom samt hur kunskapen kring denna kan användas för att förstå sjukdomsutvecklingen och därmed förhindra den.

⁷⁰ Se bild i bilaga 3

⁷¹ Se s.6-7

I Jamies text existerar få metaforer, vilka mestadels är inaktiva och därmed kan Jamie inte ha erhållit någon särskilt djup förståelse för sin studie – åtminstone inte enligt teorin kring förståelse som analysen lutar sig mot⁷². Artikeln präglas av molekylära begrepp, och enligt teorin krävs det att något förstås ur flera domäner för att det ska vara möjligt att få en djupare förståelse.⁷³ Det finns inga koncept och inte heller försök till några – istället finns en del molekylära begrepp. Vad är levodopa? Vad är dopamin? Vad är en vektorkonstruktion? Vad är en cellinje? Eftersom dessa ord och begrepp inte förklaras eller åskådliggörs blir de tomma och intetsägande ord. Frågan är om Jamie själv förstår. Att använda sådana ord i en populärvetenskaplig artikel utan att på något sätt förklara dem är tämligen underligt.

Jamie talar också om generna *LRRK2* och *synapsin 1* och försöker förklara vad de ger upphov till, dock framgår det aldrig vilken roll de har i utvecklandet av Parkinsons sjukdom. Faktum är att genen *LRRK2* utgör ritningen för proteinet dardarin vilket är viktigt för cellen på olika sätt, bl.a. för dess skelett (cytoskelett). En gen består av små byggstenar (kvävebaser) och sker en mutation så att en byggsten byts ut mot en annan kan det bli en felkonstruktion i det protein genen ger upphov till. Det kan ändra både struktur och funktion hos, i detta fall, dardarin och det i sin tur verkar generera de typiskt karakteristiska skakningarna hos Parkinsonsjuka.⁷⁴ Genom att placera generna i en händelse blottläggs respektive funktion på ett mer konkretiserande sätt.⁷⁵

Sammanfattningsvis är Jamies artikel dessvärre varken kunskapsgenererande eller nykunskapsskapande. Dock är den något kunskapsförmedlande då det molekylära delvis konkretiseras och därigenom blir mer åtkomligt för förståelsen men den är samtidigt inte fullt så åskådliggörande som den hade kunnat bli.

4.3.5 ”Hur ser leukemicellens DNA ut?”: Victors artikel behandlar hur barnleukemi (akut lymfoblast leukemi, blodcancer) ser ut i studerandet av cellernas kromosomer. Detta är viktigt för att utreda vilken typ av cancer någon drabbats av och därigenom vad personen ska få för behandling för att kunna bli frisk.

Artikel går i linje med Jamies – det finns metaforer (framförallt inaktiva) men de är få och är inte placerade i ett metaforkoncept: ”ett *okontrollerbart sätt*” (inaktiv: syftar till att cancerceller inte delar sig enligt plan och inte går att styra, vilket resterande celler i kroppen gör), ”*karakteriseringen* av en cancercelltyp” (aktiv och inaktiv: ”förstå konstruktionen av cellens genetiska information”), ”cellens *genetiska information*” (inaktiv: DNA) och ”vilka kromosomer som *fattas* och vilka som det

⁷² Se s.6-7

⁷³ Se s.6-7

⁷⁴ Verma, Steer, Chu (2013:1)

⁷⁵ Se s.6-7

finns *extra kopior av*” (aktiv och inaktiv: vilka kromosomer, av de 46 som definierar Homo sapiens, som inte finns eller som det finns för många av).

Det finns också en del förkortningar i artikeln, vilka står utan åskådliggörande förklaringar, exempelvis cellinjer och andra begrepp. Således stannar informationen hos skribenten, som ju själv inte får någon ökad förståelse för den egna studien eftersom kunskaperna varken placeras utanför området i en främmande domän eller placeras i ett mönster.⁷⁶ Det går förvisso att förstå informationen i artikeln, vilket delvis beror på ett relativt lättförståeligt men icke-visuellt språk. Potential till metaforer finns – exempelvis försöker Victor förklara vad en translokation är (”delar av olika kromosomer som *sitter tillsammans* som en”) men om Victor hade gett en mer åskådlig förklaring av detta genom att relatera till vardagen hade detta blivit mer lättfattligt. Begreppen genetisk information, kopior och kromosomer som fattas kanske kan skapa ett koncept om böcker, och då skulle translokation kunna förstås som att ”olika *kapitel* från olika *böcker satts samman* och inte längre utgör någon *sammanhängande information* för cellen”.

Det är intressant att diskutera de konventionella begreppen. Dels börjar artikeln med ”Leukemi är cancer i blodet där vita blodkroppar inte *mognar* och inte kan *slå ut* infektioner”. Först och främst ter det sig cellerna som om de vore t.ex. frukter vilka kräver en mognadsprocess. Notera också att Victor, förmodligen omedvetet, präglas av det krigsrelaterade metaforkonceptet ”*immunförsvaret*” eftersom han skriver att de vita blodkropparna vanligen slår ut infektioner.

Victors artikel är inte kunskapsgenererande eftersom den inte är metaforkonceptskapande, och inte heller kunskapsnyskapande. Dock är den till viss del kunskapsförmedlande eftersom Victor lyckas att åskådliggöra somliga ting, både med hjälp av inaktiva och aktiva metaforer (genom att tala om kromosomer som något som kan fattas eller som det kan finnas kopior av).

4.3.6 Sammanfattning

Generellt sett är de fem artiklarna här ovan fria från metaforkoncept. Texterna består till stor del av ett fåtal metaforer och istället för ett mer metaforiskt språk används flera konventionella metaforer och likaså en hel del molekylära begrepp och abstrakta förklaringar. Här brukar också en procentuellt större andel metaforer som kan feltolkas på något sätt eller som inte är helt korrekt använda, jämfört med de tio som presenterades under ”bättre” och ”bäst”. Dock är många av de använda metaforerna goda sådana som skapar en korrekt kanal mellan sak- och bildled vilket gör artiklarna kunskapsförmedlande till viss del.

⁷⁶ Se s.6-7

5. Slutdiskussion

Jag har analyserat femton populärvetenskapligt skrivna artiklar i syfte att undersöka om metaforer kan förmedla molekylärbiologisk information och göra den mer lättillgänglig för förståelsen genom att placera metaforer i kognitiva mönster. Den övergripande frågeställningen för analysen var: ”På vilket sätt påverkas förståelsen för komplexa molekylärbiologiska mekanismer i populärvetenskapen om metaforer tillämpas som kognitiva redskap under inventio-fasen?”.

Analysen visar att (1) det finns metaforiskt utformade, kognitiva mönster samt att (2) dessa möjligen skapar en bredare förståelse för ämnet i fråga. Dock är detta en fallstudie och det går varken att konstatera ”så här är det” eller ”så här är det inte”. Emellertid uppvisar analysen en tendens vilken säger att metaforer kan underlätta för förståelsen, och att det sker i samband med metaforkoncept. Teoretiskt sett har somliga skribenter erhållit en djupare förståelse vilket såklart beror på flera anledningar, dock verkar den gemensamma faktorn vara just metaforkoncept – det är dessa som skapar de kognitiva mönstren och en helhetsbild av det molekylära.

Hos de första fem artiklarna dominerar metaforkoncepten men generellt sett domineras artiklarna av sekundära metaforer samt påbörjade metaforkoncept, vilka inte verkar skapa en lika djup förståelse som brukandet av primära och konceptbundna sådana. Förvisso ter det sig, trots allt, som om sekundära metaforer är essentiella eftersom allt molekylärt inom en viss mekanism inte kan placeras i ett valt metaforkoncept. Med andra ord är även dessa metaforer också viktiga för förståelsen. Emellertid är det troligtvis eftersträvansvärt att försöka koncentrera förmedlandet av informationen inom ett metaforkoncept och frånga detta när det finns ett behov av det.

5.1 På vilket sätt påverkar metaforena förståelsen?

Metaforena påverkar förståelsen för respektive ämne i respektive artikel på olika sätt, men oftast fördjupas denna – dels eftersom metaforena med samma referenspunkt konstruerar tankemönster, dels eftersom metaforena skapar visuella, konkreta kanaler mellan det molekylära och vardagliga.⁷⁷ Genom att ändra sättet ett visst ord används på för att förklara något, förstås sakledet på ett nytt sätt, vilket innebär att metaforen skapar en ny sanning och ny kunskap kring detta. Exempelvis använde Mikael ”*plundrare*” istället för att använda ”*inkrätare*” vilket förändrade hur sakledet vanligen betraktas. Följaktligen genereras också en bättre helhetsförståelse av det molekylära i fråga eftersom det studeras på ett annorlunda, kompletterande vis.⁷⁸

⁷⁷ Se s.6-7

⁷⁸ Se s.6-7

Genom att presentera information i ett metaforsikt utformat koncept genereras ett särskilt sätt att betrakta detta på, vilket sålunda reducerar risken för att misstolka metaforen och vad den står som bildled för. Dessutom kan det vara så att metaforkonceptet styr tanken och att det således blir lättare att finna nya bildled för sakleden eftersom ett valt perspektiv att betrakta fenomenet på får dominera tankegången.⁷⁹ Förhoppningsvis blir det därmed också lättare att finna metaforkonceptets brister, dvs. där bildled och sakled inte stämmer eller inte är tillräckligt konkretiserande. Om avsändaren kan se både för- och nackdelar hos det valda metaforkonceptet blir dess helhetsbild tydligare för henom och därmed kan författaren besluta huruvida konceptet är tillräckligt bra och tydligt för att brukas. Sammanfattningsvis ter det sig som om de metaforer som utgör noder i ett och samma mönster är mer åskådliggörande än de metaforer som inte är en del av det. Som sagt kan sekundära metaforer emellertid vara bättre att använda, vilket givetvis beror på det molekylära sammanhanget.

Metaforen som sådan bidrar också till en djupare förståelse eftersom skribenten – i användandet av detta – har kunnat relatera det studerade objektet till subjektiva erfarenheter och se likheter i andra domäner. Här borde förståelsen fördjupas för ämnet i fråga, och då framförallt vad gäller skribenten eftersom det är hen som utvecklar tankebanorna och ser likheterna till den egna varseblivningen av verkligheten.⁸⁰ Skribenten känner till samtliga tankebanor och är medveten om alla bildled ur vilka sakleden kan ses ur, till skillnad från mottagaren som enbart kan läsa det presenterade bildledet och inte har förmånen att se alla likheter mellan sak- och bildled, och som heller inte får erfara hur dessa metaforer arbetats fram. Detta skulle kunna påvisa hur viktigt skrivandet är i skapandet av texter som ska förmedlas till andra, och att skapandet av populärvetenskap utgör en skrivprocess vari textens förmedlande förmåga successivt växer fram – liksom Darwins texter gjorde⁸¹ – och där författaren får den bästa förståelsen eftersom det är hen som skapar den utifrån alla tankegångar.

Det är också viktigt att skribenten är medveten om de bilder som hen redan har med sig i sitt personliga bagage sedan tidigare. Kanske anser man att somliga fenomen och processer verkar självklara och inte nödvändiga att förklara, och det kan vara på grund av det faktum att molekylärbiologen i fråga redan har kognitiva bilder av dessa. Att lösgöra sina tankar från visuella konnotationer och associationer är svårt och det är en utmaning att försöka föreställa sig om vilka bilder mottagaren erhåller av de ord författaren väljer.

⁷⁹ Se s.6-7

⁸⁰ Se s.6-7

⁸¹ Se s.6-7

5.1.1 Egna eller konventionella metaforer?

Majoriteten av aktiva metaforer i artiklarna är inte nyskapande. Dock finns ett fåtal exempel där några skribenter har tänkt till själva och skapat ”egna” metaforer, och utifrån teorin borde en egenkonstruerad, aktiv metafor vara den som skapar den djupaste förståelsen:⁸² (1) eftersom hen finner en helt ny kanal genom vilken sakledet kan betraktas ur, (2) eftersom en ny metafor adderas till tankemönstret vilket då får ytterligare en till nod som mönstret hålls samman av och därmed genereras en mer fulländad helhet av det som studeras.

Huruvida konventionella metaforer bidrar till en ökad förståelse är oklart. Eftersom de förmodligen brukas omedvetet och eftersom dessa redan utgör en del av författarens kännedom och vokabulär borde de inte bidra till en djupare förståelse. De hade förvisso kunnat generera en djupare förståelse men då krävs det att författaren själv blir medveten om de inaktiva metaforerna och vad de faktiskt innebär. Härigenom kanske skribenten också blir mer medveten kring sitt språk- och begreppsbruk och det blir möjligen också enklare att genomskåda dessa konventionella metaforer som orden och begreppen utgörs av. Slutligen kan det också vara gynnsamt att finna konventionella metaforer, exempelvis *immunförsvaret* eller att telomerer är cellens *inre klocka*. Metaforkoncept som i grunden struktureras av konventionella och redan accepterade uttryck borde vara lättare för det naturvetenskapliga forskarsamhället att anamma eftersom respektive koncepts kärna redan blivit accepterad.

5.1.2 Vad är en bra metafor?

I enlighet med teorin⁸³ visar analysen att en bra och didaktisk metafor är en metafor som kan återskapa den molekylära världen ur ett makroskopiskt perspektiv och klä det molekylära med passande ord – *ergo*, kunna göra det molekylära rättvisa, åskådliggörande och lätthanterligt för förståelsen. Förmodligen är konceptbundna metaforer mer gynnsamma än de sekundära eftersom dessa preciserar sakleden varpå missförstånden sannolikt blir färre. Dessutom verkar konceptbundna metaforer inte vara lika förvirrande eftersom dessa konstruerar ett bestämt perspektiv ur vilket texten ska läsas, till skillnad från sekundära som ju skapar flera och därmed uppfattas som förvirrande och oprecisa. Det är också viktigt att metaforen förmedlar en representativ bild av sakledet och att eventuella, felaktiga konnotationer kommenteras. Om skribenten själv inte är medveten om missvisande metaforer, eller om hen avstår helt från att använda metaforer kan texten bli otydlig och abstrakt. Frågan är varför skribenten skulle göra så? Är det pga. att hen inte förstår det molekylära fullt ut? ”Det dunkelt sagda är det dunkel tänkta”.

⁸² Se s.6-7

⁸³ Se s.4-5

De metaforer som däremot bör undvikas är givetvis de otydliga eller de som är alltför diffusa och kan ge upphov till flera olika konnotationer. Således kan det innebära att en dålig metafor sannolikt är en metafor som står utanför ett koncept eftersom konceptet hjälper metaforen att förstås på det tänkta sättet. De konventionella metaforer som idag finns inom molekylärbiologin bör studeras närmare i syfte att utvärdera eventuella missförstånd, felaktiga konnotationer eller slutsatser som de kan generera.

5.1.3 Slutsatser

I analysen finns tendenser som indikerar att metaforkoncept bidrar till en djupare förståelse, och då särskilt för skribenten själv eftersom dessa metaforkoncept; (1) skapar ett särskilt sätt att betrakta sakleden på vilket preciserar bildleden och därigenom reduceras risken för missförstånd; (2) skapar nya sanningar och ny kunskap via bilder – genom att tillgängliggöra det molekylära och abstrakta för tanken blir det lättare att förstå och relatera till, och det som kan förstås ses som sanning, som kunskap. Slutligen fördjupas förståelsen antagligen främst hos författaren eftersom (3) det är hen som besitter den fulländade tankeprocessen med alla de tänkta bildleden som ska stå i relation till de komplexa sakleden.

Det har också konstaterats att sekundära metaforer ibland bör användas eftersom det kan vara svårt att inkludera alla sakled i ett och samma metaforkoncept, men de primära är att föredra. Vad gäller de konventionella metaforerna bör dessa lyftas fram, granskas och diskuteras eftersom de först kan utnyttjas och förstås på ett djupare plan när metaforerna bakom dem blir synliga.

5.2 Diskussion

5.2.1 Rundgren, metaforer och skribenten

Rundgren menar att mentala bilder är oerhört viktiga att använda i lärandet av molekylärbiologin eftersom de utgör kognitiva redskap samt är användbara i förmedlandet av information.⁸⁴ Liksom nämndes under avsnitt 1.3 var hans studie någorlunda begränsad, dock stöds och kompletteras den av denna analys. Rundgren nämner inte på vilket sätt metaforer bör brukas i lärandet för att man ska kunna erhålla en djupare förståelse för studieobjektet – han pekar endast på det faktum att metaforer behövs och att de redan används (omedvetet) inom molekylärbiologin. Enligt denna uppsats bör metaforer placeras i ett koncept där samtliga metaforer följer samma tema.⁸⁵ Liksom Rundgren menar, visar också denna uppsats att metaforer spelar stor roll för det egna lärandet och spelar roll för hur man går till väga för att förklara det molekylära. Oftast när man diskuterar metaforer i förhållande till förmedlandet av information

⁸⁴ Se s.3

⁸⁵ Se varför under 5.1.3

fokuserar man oftast på vilka följder metaforerna får hos mottagaren. Det är givetvis ytterst viktigt och förmågan att kunna kommunicera abstrakt information på ett gripbart sätt är som sagt en eftertraktad kompetens. Dock har inte skribenterna kompetensen och det kan bero på att de inte behärskar eller förstår det visuella språket tillräckligt bra – just därför borde forskning fokusera mer på det egna lärandet än hur informationen mottages. Om inte den individ som studerat något molekylärbiologiskt själv förstår och inte kan föra ett korrekt, metaforiskt resonemang finns det sålunda ingen information att förmedla.

5.2.2 Fortsättning, framtid och forskartänkande

Denna studie kan bidra med ett förbättrat lärande av molekylärbiologi eftersom metaforerna gör det lättare att förklara det molekylära för lekmannen (inom och utanför ämnesområdet), men framförallt eftersom metaforerna underlättar för den egna förståelsen. Liksom nämndes i inledningen är förmedlandet av abstrakt information ett hinder för studenter, och därmed är det också synnerligen viktigt att en lösning arbetas fram. Det är rimligt att betrakta metaforkonceptet som en lösning till problemet eftersom det, enligt studien, tenderar underlätta för förståelsen. Om metaforen också kan gynna forskningen är frågan.

Uppenbarligen spelar flera olika faktorer roll för att utveckla det kreativa ”forskartänkandet”, och om metaforen är en sådan faktor är en mycket svår och komplex fråga vilken inte kan besvaras av den här analysen. Emellertid kan analysens resultat säga oss något. Som sagt blir information mer åtkomlig för förståelsen med hjälp av representativa metaforer då det med hjälp av dem går att relatera till det molekylära. Eftersom skribenten erhåller en djupare förståelse jämfört med om hen enbart hade brukat ämnesområdets termer och begrepp borde det således bli enklare att i längden skapa en kvalitativ forskning – ju mer skribenten känner till sitt ämne, desto lättare blir det att ställa ”rätt” frågeställningar. Dessutom är det också som så att populärvetenskapligt skrivande är ett sätt att undervisa och om detta skrivsätt förbättras, förbättras också undervisningen och därigenom även forskandet.⁸⁶ Notera att detta endast gäller för korrekt använda metaforer, dvs. sådana som skapar en användbar bild av sakledet.

Avslutningsvis är det viktigt att poängtera att uppsatsen inte försöker argumentera för att ta bort det naturvetenskapliga språket (det vore absurt!). Det handlar om att förbättra läroprocessen för den individ som försöker lära sig att förstå och förklara molekylärbiologi. Eftersom språket anses utgöra det största hindret för den som vill lära och förstå är det just språket som måste studeras, analyseras och försöka användas på ett nytt, annorlunda och kreativt sätt. Det handlar om att göra diverse molekylärbiologiska processer mer begripliga och enligt analysen verkar det som om

⁸⁶ Se s.6-7

det är lättare att lära sig något med relaterbara ord (i.e. metaforer) än tomma sådana. Sålunda borde metaforer utnyttjas mer i lärandet av molekylärbiologi (och naturvetenskap generellt) – varpå förståelsen skulle kunna fördjupas, förklarandet utvecklas och kan lärandet förbättras.

Referenslista

Otryckta källor

Lunds Universitet – Vision, mål och strategier: Ett universitet som förstår, förklarar och förbättrar, 11 December 2013: <http://www.lu.se/om-universitetet/vision-mal-och-strategier>

Lunds Universitet – Makalösa molekylärbiologer: Om utbildning och kompetens, 11 December 2013: http://issuu.com/naturvetenskap/docs/makalosa_molekyarbiologer?e=4364902/2014002

Tryckta källor

Alberts, Bruce (2008). *Molecular biology of the cell*. 5. ed. New York: Taylor & Francis.

Baake, Ken (2003). *Metaphor and knowledge: the challenges of writing science*. Albany: State University of New York Press.

Becker, Howard S. (2008). *Tricks of the trade: yrkesknep för samhällsvetare*. Malmö: Liber.

Bergström, Göran, Boréus, Kristina (2005). "Lingvistisk textanalys". I: Bergström, Göran, Boréus, Kristina (red.), *Textens mening och makt: Metodbok i samhällsvetenskaplig text- och diskursanalys*. Lund: Studentlitteratur.

Browne, Stephen H. (2009). "Close Textual Analysis: Approaches and Applications". I: Kuypers, Tim A. (red.), *Rhetorical criticism: perspectives in action*. Lanham, MD: Lexington Books.

Burkholder, Thomas R., Henry, David (2009). "Criticism of Metaphor". I Kuypers, Tim A. (red.), *Rhetorical criticism: perspectives in action*. Lanham, MD: Lexington Books.

Ceccarelli, Leah (2001)a. "Rhetorical Criticism and the Rhetoric of Science". *Western Journal of Communication*, Vol 65/ Nr. 3: s. 314-329.

Ceccarelli, Leah (2001)b. *Shaping science with rhetoric: the cases of Dobzhansky, Schrödinger, and Wilson*. Chicago: University of Chicago Press.

[Cicero] (2009). *Ad Herennium*. Översatt av Birger Bergh (3. uppl.) Åstorp: Retorikförlaget.

Crick, Ruth D., Grushka, Kath (2009). "Signs, symbols and metaphor: Linking self with text in inquiry-based learning". *Curriculum Journal*, Vol. 20/ Nr. 4: s. 447-464.

Degerman, Mari S. (2013). "Molekylära metaforer". I: Jeppson, Fredrik & Haglund, Jesper (red.), *Modeller, analogier och metaforer I naturvetenskapsundervisning*. Lund: Studentlitteratur.

Dysthe, Olga, Hertzberg, Frøydis, Løkensgard, Hoel T.(2011). *Skriva för att lära: skrivande i högre utbildning*. 2., [rev.] uppl. Lund: Studentlitteratur.

Eriksson, Anders (2014). "Metaforens makt över tanken i det politiska språket". I: Otto Fischer, Jon Viklund, Patrik Mehrens (red.), *Retorisk kritik*. Ödåkra: Retorikförlaget.

- Fahnestock, Jeanne (2004). "Preserving the Figure: Consistency in the Presentation of Scientific Arguments". *Written Communication*, Vol 21/ Nr. 1: s. 6-31.
- Fahnestock, Jeanne (1999). *Rhetorical figures in science*. New York: Oxford University Press.
- Feldon, D, Peugh, J, Timmerman, B, Maher, M, Hurst, M, Strickland, D, Gilmore, J, & Stiegelmeier, C (2011). "Graduate students' teaching experiences improve their methodological research skills". *Science* 333, No. 6045:1037-1039.
- Graves, Heather B. (1995). "Rhetoric and Reality in the Process of Scientific Inquiry". *Rhetoric Review*, Vol 14/ Nr. 1: s. 106-125.
- Gross, Alan G. (2006). *Starring the text: the place of rhetoric in science studies*. Carbondale: Southern Illinois University Press .
- Gross, Alan G. (1996). "Rhetoric of Science". I: Enos, Theresa (red.), *Encyclopedia of rhetoric and composition: communication from ancient times to the information age*. New York: Garland Publ.
- Gross, Alan G. (1990). *The rhetoric of science*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Hellspong, Lennart (2011). *Konsten att tala: handbok i praktisk retorik*. 3., [uppdaterade] uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Hellspong, Lennart (2001), *Metoder för brukstextanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Jeppson, Fredrik, Haglund, Jesper (red.) (2013). *Modeller, analogier och metaforer i naturvetenskapsundervisning*. Lund: Studentlitteratur.
- Kjeldsen, Jens E. (2008). *Retorik idag: introduktion till modern retorikteori*. Lund: Studentlitteratur.
- Lakoff, George, Johnson, Mark (2003). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Nilsson, Pernilla (2012). *Att se behållare i undervisningen: naturvetenskapligt perspektiv*. Stockholm: Skolverket.
- Pelger, Susanne, Santesson, Sara (2012). *Retorik för naturvetare: skrivande som fördjupar lärandet*. Lund: Studentlitteratur.
- Pelger, Susanne (2011). "Populärvetenskapligt skrivande vidgar perspektivet och ökar förståelsen". *Högre Utbildning*, Vol 1/ Nr. 2: s. 101-110.
- Pelger, Susanne (2008). "Att förstå hur naturvetenskap blir förståelig". I: Bommenel, Elin & Irhammar, Malin (red.), *Osynligt och självklart?: en antologi med exempel på ledarskap i undervisning och lärande i högre utbildning*. Lund: Lunds universitet, Centre for Educational Development (CED).
- Prelli, Lawrence J. (1989). *A rhetoric of science: inventing scientific discourse*. Columbia: Univ. of South Carolina Press 8.
- Rosengren, Mats (2008). *Doxologi: en essä om kunskap*. 2. utg. Åstorp: Retorikförlaget.

- Rundgren, Carl-Johan; Hirsch, Richard; Chang Rundgren, Shu-Nu & Lena A. E. Tibell (2012). "Students Communicative resources in Relation t to Their Conceptual Understanding – The Role of Non-Conventionalized Expressions in Making Science of Visualizations of Protein Function". *Research in Science Education*, Vol 42/ Nr. 5: s. 891-913.
- Rundgren, Carl-Johan (2008). *Visual thinking, visual speech: a semiotic perspective on meaning-making in molecular life science: how visualizations, metaphors and help-words contribute to the formation of knowledge about proteins among upper secondary and tertiary level students*. Diss. Linköping: Linköpings universitet.
- Artiklar:** Carl-Johan Rundgren, Tibell, Lena A. E. (2009). "Death of Metaphors in Life Sciene? A Study of Upper Secondary and Tertiary Students' Use of Metaphors in Their Meaning-Making of Scientific Content". *Asia-Pacific Forum On Science Learning And Teaching*, Vol 10/ No 1:1-21. I avhandling: s.1-24.
- Rundgren, Carl-Johan (2006). "Att börja tala 'biokemiska' – Betydelsen av metaforer och hjälpord för meningsskapande kring proteiner". *NorDiNa, Nordic Studies in Science Education* Vol 2/ No.3:30-42. I avhandling: 1-20.
- Scott, Robert (1999). "On Viewing Rhetoric as Epistemic". I: John Louis, Condit, Celeste Michelle & Caudill, Sally (red.), *Contemporary rhetorical theory: a reader*. New York: Guilford Press.
- Sidler, Michelle (2006). "The Rhetoric of Cells: Understanding Molecular Biology in the Twenty-First Century". *Rhetoric Review*, Vol. 25/ No. 1: s. 58-75.
- Sigrell, Anders (2008). *Retorik för lärare: konsten att välja språk konstruktivt*. (3. ed) Åstorp: Retorikförlaget.
- Söderlund, Therese (2005). "Mördarkrabbor och polisstater", *Retorikmagasinet* Nr. 25: s. 19-23.
- Tegnér, Esaias (1872). *Esaias Tegnér's Samlade skrifter. Bd 3, Skrifter på prosa, 1*. Stockholm: Norstedt.
- Verma, Manish, Steer, Erin K., Chu, Charleen T. (2013). "ERKed by LRRK2: A cell biological perspective on hereditary and sporadic Parkinson's disease". *BBA – Molecular Basis of Disease*, [Serial on the Internet] (Nov, 2013).
- Widmaier, Eric P., Raff, Hershel & Strang, Kevin T. (2011). *Vander's human physiology: the mechanisms of body function*. 12. ed., International student ed. New York: McGraw-Hill.
- Wilson, James C. (2003). "Evolving Metaphors of Disease in Postgenomic Science: Stigmatizing Disability". *Rhetoric Review*, Vol 22/ Nr. 2: s. 197-202.
- Wolrath, Maria S. (2012). *Topos som meningsskapare: retorikens topiska perspektiv på tänkande och lärande genom argumentation*. Diss. Örebro: Örebro universitet.
- Zagacki, Kenneth S., Keith, William (1992). "Rhetoric, Topoi, and Scientific Revolutions". *Philosophy & Rhetoric*, Vol. 25/ Nr. 1. S. 59-77.
- Ödman, Per-Johan (2007). *Tolkning, förståelse, vetande: Hermeneutik i teori och praktik*. Stockholm: Norstedts akademiska förlag.

Bilaga 1

Nedan följer samtliga femton artiklar i den ordning de analyseras och diskuteras i uppsatsen.

Mikael

Växt och svamp bildar allians mot plundrare

Många livsformer kan ingå i fördelaktiga förhållanden med andra typer av organismer. Denna sorts förhållande, *symbios*, är något som båda parter tjänar på då de kan utnyttja egenskaper som den andra organismen utvecklat men de själva inte har möjlighet till. Till exempel kan en svamp hjälpa en växt genom att bilda långa trådar som kan ta upp mycket mer näring och vatten ur marken än vad växtens rötter själv hade klarat. I gengäld får svampen socker från växten som lön för mödan. Man vet att svampar också kan hjälpa växter mot fientliga organismer via kemisk krigsföring.

Växter utgör attraktiva mål för organismer som lever i jorden. Deras rötter kan inte flytta på sig och är fulla med ämnen som svampar och jordlevande bakterier gärna kommer åt. Om dessa organismer börjar plundra växten på dessa ämnen tar den skada, och detta är något som deras allierade symbiotiska svampar varken tjänar på eller tycker om. Vad man har sett är att allierade svampar av typen *Trichoderma* aktivt bekämpar växtens fiender, i gengäld mot att de får socker och andra näringsämnen de inte själva kan göra. Svamparna utsöndrar antibiotiska ämnen som sticker hål på angriparna och skyddar därmed sin värdväxt mot plundring.

Dessa antibiotiska ämnen kan dock också sticka hål på värdväxtens celler, och en död växt är en dålig värd. Uppenbarligen är växterna skyddade, och man har nyligen upptäckt hur svamparna får växten att skapa detta skydd. För att svampar ska kunna komma åt växters celler måste de första komma igenom växtcellernas cellvägg. Cellväggen är en barriär uppbyggd av långa kedjor av sockermolekyler med stöd av andra ämnen i en struktur som påminner om armerad betong. För att bryta igenom cellväggen använder svamparna ämnet *cellulas* som kapar dessa kedjor. Man har sett att det är just cellulasets nedbrytning av cellväggen som får växtcellerna att bilda skyddet mot de antibiotiska ämnena.

Går det att använda det här till att skydda grödor mot angrepp?

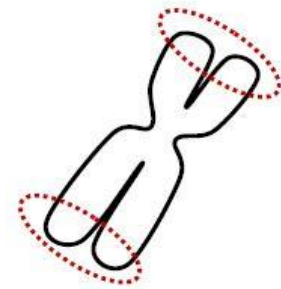
Man kan tänka sig att man skulle kunna använda svampens antibiotiska ämne, *alameticin* är det mest undersökta, till att döda ogräs och andra organismer som skadar grödorna, även om svampen inte växer där. Först måste man dock skydda grödorna mot alameticinet så att de inte själva dör, och vi har utfört experiment för att se om det bildas något ämne när cellulaset bryter ner cellväggen som får växtcellerna att bilda detta skydd. Om ett sådant ämne finns hade man kunnat skydda grödorna mot alameticinet utan svampen genom att sprida ut detta ämne, och använda alameticinet mot andra oskyddade och skadliga organismer. Vi jämförde växtceller som tillsattes i en lösning med celler som tidigare blivit angripna av cellulas, med lösningar med celler där antingen ingen eller alla av cellerna blivit angripna av cellulas, för att se om det blir kvar något ämne efter cellulasangreppet som får de nya cellerna att bilda skydd. För att mäta om de bildat skydd mätte vi deras förbrukning av syre, som avstannar ifall de inte bildat skydd då alameticinet sticker hål på cellerna vilket stänger av syreförbrukningen. Vi kunde inte se att de nya cellerna också bildade skydd mot alameticin och därför inga tecken på att något sådant ämne bildas. Kanske funkar det bäst att låta svampen och växten ha sin lyckade allians.

Maja

Utforskat protein kan vara viktigt för livskraftsbevarande system i cancer

Jäst och små, encelliga djur har en naturlig mekanism för att bevara sin ungdom längre än de flesta celler i våra kroppar. Detta för att de ska kunna föröka sig och växa till stora kolonier. Oturligt nog har även cancerceller lärt sig att aktivera samma system, som hos människor endast finns i ett fåtal celltyper, t.ex. stamceller och könsceller. Cancercellerna använder anti-åldringsmekanismen för att kunna växa och dela sig okontrollerat. Att studera den här ungdomsbevarande mekanismen i jäst skulle kunna ge en fördjupad kunskap om oss själva och kanske kunna bidra i vår kamp mot cancersjukdomar.

I mänskliga celler finns den genetiska informationen samlad i ett antal kromosomer, långa kedjor av DNA. Varje gång en cell delar sig måste de två dottercellerna som bildas få en kopia av samtliga kromosomer för att kunna överleva. Under dubbleringsprocessen, som brukar benämnas DNA-replikation förloras korta bitar av kromosomernas ändrar. Anledningen till detta är att maskineriet av enzymer som sköter kopieringen inte kan bilda den allra yttersta biten DNA. Lyckligtvis för cellen består de yttersta regionerna på kromosomen av reserv-DNA, som kommer i många upprepningar i följd. Dessa speciella ändregioner kallas telomerer och fungerar som skyddande lock, så att inte viktiga gener i kromosomen går förlorade i replikationen. Vid en viss tidpunkt, när en cell har delat sig så pass många gånger att telomererna börjar ta slut startas ett alarmsystem, och cellen slutar helt att föröka sig. I jäst ser situationen dock annorlunda ut. Här förlängs telomererna mellan varje delningscykel av enzymet telomeras. Konsekvensen blir att telomererna behåller sin längd, så att cellen kan fortsätta att dela sig.



En kromosom (förstorad) med sina skyddande ändrar (telomerer) markerade i rött.

Telomeraset är ett komplex som förutom enzymdelen innehåller ytterligare två enheter. Det är dock inte helt fastställt vad dessa har för funktion. En av dessa enheter, Est1 verkar guida telomeraset till telomeränden med hjälp av ytterligare en faktor, Cdc13. I nuläget vet inte forskarna huruvida Est1 är nödvändigt för att telomeraset ska fungera eller varför det skulle vara det.

Som ett första steg mot att förstå vilken mening Est1 har i cellens anti-åldringssystem har forskare vid Lunds universitet använt sig av genetiska verktyg för att slå ut Est1-genen ur jäst, och sedan tittat på vad det får för effekt. (Gener kan liknas vid kartor eller ritningar över hur proteiner, som har viktiga funktioner i cellen ska byggas.) Genom att stoppa in en bit DNA i den gen som ska slås ut förstörs ritningen och proteinet kan inte tillverkas. Det går också att ersätta en gen med en annan, vilket gjordes i denna studie. Est1 raderades från sin kromosom genom att byta plats med en gen från en annan jästart. Den nya genen hade sidoregioner som kunde kopplas ihop med DNA-strängarna på båda sidor om Est1. Detta blir som att koppla på ett sidospår på en järnväg så att ruten tåget kör (DNA-kedjan som dubblas) ändras.

Det visade sig att jästceller som hade fått Est1 utbytt mot den nya genen började växa sämre efter att de hade delat sig ungefär 150 gånger. Detta kunde vara ett tecken på att cellernas telomerer hade blivit för korta så att de nått gränsen för att kunna dela sig. Resultatet i försöket tyder alltså på att Est1 faktiskt är nödvändigt för att telomeraset ska kunna utöva sin föryngringskur. Redan i dagsläget försöker man inom den medicinska forskningen hitta sätt att stänga av telomeraset i cancerceller. Om teorin skulle bekräftas, att anti-åldringsmekanismen på något sätt är beroende av Est1, skulle detta guidningsprotein kunna utgöra ytterligare en måltavla för behandlingar mot cancer.

Tobias

Kan vi designa om liv?

Kandidatarbetet utfördes i form av en litteraturstudie inom det nya och snabbt växande fältet som ibland kallas för syntetisk biologi, med fokus kring frågan ”kan vi designa liv?”.

Allt liv här på jorden består av celler, allt från bakterier och alger till människor och träd. Maskineriet som driver dessa celler är en uppsjö med olika proteiner som tillsammans samarbetar för att få cellen att fungera. Ritningarna för dessa proteiner finns i sin tur inkodat i cellernas DNA, en ritning för ett visst protein kallas en gen och samlingen av alla generna kallas för ett *genom*.

Detta innebär att om vi kan bestämma hur cellernas genom ser ut, så kan vi bestämma vilka proteiner som finns i cellerna och därmed vilka funktioner cellerna har, vilket slutligen ger oss kontroll över vilka egenskaper organismen har, vare sig det är en bakterie eller en växt.

Vi har nu nått den punkt där vi kan tillverka ett litet bakterie genom på kemisk väg. Vi kan sedan transplantera detta syntetiserade genom in i en annan bakterieart, och då omprogrammera den första bakteriesorten till den bakteriesort som kodas av det syntetiserade genomet. Detta innebär att vi i princip har tekniken för att designa en bakterie.

I verkligheten är det tyvärr inte riktigt så enkelt. Detta kan tydligt illustreras genom att ta en närmare titt på människokroppen. Det är en väldig skillnad om vi jämför de olika delarna av kroppen, såsom hud, muskler, inre organ etc. Men ändå består alla av mänskliga celler och innehåller därmed samma DNA, det mänskliga genomet. Så vad som är väsentligt är inte bara vilka gener som finns i en cell, utan också hur de används. När en cell bygger ett protein utifrån dess gen, så brukar man säga att genen uttrycks, och uttrycket av genen varierar beroende på hur mycket av proteinet som bildas. Det är olika balanser av uttrycket av alla generna i det mänskliga genomet som slutligen ger upphov till var och en av de flera hundra celltyper som tillsammans bildar den mänskliga kroppen.

Även för något relativt simpelt som en bakterie så är ett välbalanserat uttryck av dess gener enormt viktigt, speciellt när man försöker designa den, då en liten förändring i en gens uttryck kan få helt oförutsedda effekter på bakterien som helhet. I dagsläget så har vi varken förståelsen eller tekniken för att kunna pålitligt förutsäga exakt hur gener uttrycks, inte ens i enklare system. Detta utgör just nu det största hindret för att kunna designa liv, men kommer troligtvis kunna överkommas inom en snar framtid.

Varför vill vi egentligen designa liv över huvudtaget? I grund och botten så är det främst på grund av den enorma potential som finns över vad man skulle kunna göra. Som några enkla exempel så skulle vi kunna designa bakterier eller alger som producerar biobränslen t ex diesel eller jetbränsle, men också andra viktiga biomolekyler såsom mediciner eller byggstenar till plastframställning. I framtiden skulle vi kunna komma att se mer avancerade designs så som gräsmattor som inte behövs klippas, blomväxter som alltid blommar, fruktträd som alltid bär mogen frukt och mycket mycket mer. Det slutgiltiga målet kan till exempel vara att skapa överflöd och öka välbefinnandet i världen.

Hanna

Strejk i kroppens reningsverk

Människokroppen kan liknas vid en maskin, där hjärtat är motorn som håller igång kroppen och njurarna är reningsverket. Om motorn stannar, slutar hela kroppen att fungera. Om det egna reningsverket slutar arbeta måste ett externt reningsverk användas istället. Men vad kan man göra om det externa reningsverket får en att må sämre?

När njurarna slutar fungera händer precis det man kan tänka sig: alla gifter, slaggprodukter och överskottsvatten man får i sig via mat och dryck blir kvar i kroppen. Man kan med andra ord inte kissa och blodet fylls av gifter och vätska. Detta sker då man får njursvikt och njurarna slutar rena blodet. För att ersätta kroppens eget reningsverk blir man uppkopplad till ett externt sådant, en dialysmaskin. Dialysbehandlingen är livsviktig, utan den dör den njursjuka. Men trots att man mår mycket bättre efter en dialysbehandling mår man inte helt bra. En anledning till detta är att dialyspatienter har mycket inflammation i kroppen, vilket orsakas dels avgifterna i blodet, dels av själva dialysen. Vid dialys används en vätska som renar och drar ut överskottsvätskan ur blodet. Dialysvätskan innehåller bland annat acetat, bikarbonat och kalciumklorid, och blandas till av koncentrat alldeles före behandlingen. Innan den kommer i kontakt med blodet filtreras den. När dialysvätskan blandas till bildas kalciumkarbonatpartiklar av bikarbonaten och kalciumkloriden, men bara de största fångas av filtret. Tyvärr är de minsta partiklarna så små att de går igenom filtret och kommer in i blodet. Kan de bidra till att dialyspatienterna har så mycket inflammation i kroppen?

Säkert är att kroppens celler tycker illa om partiklar. Det har dock visat sig spela stor roll vilken sorts partiklar det rör sig om. När cellerna träffar på kalciumkarbonater störs de inte så mycket utan fungerar lika bra i deras sällskap som för sig själva. Om de däremot träffar på kalciumfosfater mår de riktigt dåligt. Som tur är finns det väldigt sällan fosfat i dialysvätskorna, vilket innebär att dialyspatienterna inte får ökad inflammation av partiklar i dialysvätskan. Många dialyspatienter lider dock av åderförkalkning, och detta orsakas av kalciumfosfatpartiklar som sätter sig i kärlväggarna. Dessa kalciumfosfater bildas i kroppen eftersom njurarna inte kan göra sig av med tillräckligt med fosfat.

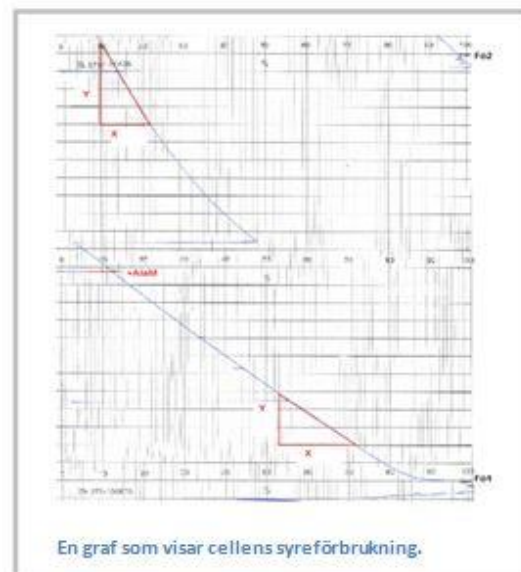
Genom att undersöka olika sorters celler, både en typ av blodceller och bindvävsceller, kan man se hur cellerna reagerar när de träffar på partiklar. För att celler ska kunna kommunicera med varandra utsöndrar de signalmolekyler. En sorts signalmolekyler, cytokiner, utsöndras när cellerna stöter på något som irriterar dem. Experiment med celler och partiklar visar att cellerna utsöndrar allt mer cytokiner ju fler partiklar som irriterar dem. Antalet celler som dör ökar med mängden partiklar.

För att fler celler ska överleva kan man tillsätta citrat. Citrat är en antioxidant som finns naturligt i kroppen, men som även kan framställas. Om lite citrat adderas till dialysvätskan minskar mängden kalciumkarbonatpartiklar, något som beror på att citrat parar ihop sig med kalcium och karbonaten därför inte kan bilda partiklar med något. Experiment med celler, partiklar och citrat visar även att cellerna mår bättre när citrat är med i vätskan. Många fler celler överlever och färre cytokiner utsöndras när citrat är med än när det inte är det. Genom att studera hur kalciumfosfatpartiklar och citrat påverkar kroppens celler kan man kanske finna en lösning på detta problem, och dialyspatienter kan må lika bra som personer med fungerande njurar. Ett externt reningsverk som fungerar lika bra som det interna – och inga fler strejker!

Växter och svampar allierade i krig

Det sker en osynlig kamp om överlevnad i de översta jordlagren mellan växterna och mikroskopiska organismer. Dessa mikrober utsöndrar ofta skadliga ämnen som angriper och skadar växternas cellvägg. Denna kamp kan liknas vid en kapprustning där båda parterna utvecklas för att övervinna den andra. Nya upptäckter tyder dock på att vissa svampar hjälper växterna att bli mer motståndskraftiga. Svamparna utsöndrar ämnen som hjälper växterna att anpassa sig och att få mer motståndskraftiga celler mot dessa kontinuerliga attacker. Om detta stämmer skulle det vara ett stort framsteg och skulle mycket väl kunna användas som ett effektivt och skonsamt bekämpningsmedel i framtiden.

I mina försök har jag utsatt celler från tobaksplantan för ett enzym vid namnet *cellulas*. Enligt tidigare experiment så gör detta att växtcellerna ändrar sin uppbyggnad i sitt yttersta lager, kallat membran som gör dem mindre känsliga mot yttre substanser och påverkan. Det verkar som om detta samarbete mellan svampar och växter gynnar båda parterna och gör växterna motståndskraftiga. För att vidare se om dessa celler uppnått någon grad av motståndskraft, också kallad resistens, utsatte jag dem för *alamethicin*, ett ämne som svampar naturligt använder sig av när de angriper växter och bryter ner dem. Alamethicin har egenskapen att det kan göra hål i ytan av cellerna genom att introducera porer i dem. Detta gör att cellerna börjar läcka innehåll och slutligen dör cellen.



Experimentet är uppbyggt så att en maskin som kan avläsa cellers respiration, kan mäta hur syremängden ändras i en lösning. Så det vi gjorde var att avläsa syreförbrukning i celler som vi trodde hade blivit resistenta mot alamethicin med hjälp av *cellulas*. När detta hade pågått i några minuter tillsatte vi alamethicin och lät maskinen avläsa ändringar i syreförbrukningen.

Resultatet får man i en graf där kurvans lutning visar hur mycket respirationen minskar i cellerna då man tillsatt alamethicin och då kan grafen jämföras mot en kurva utan tillsatt alamethicin för att påvisa resistens, exempel på detta visas i figuren till höger. Resultatet tyder på att cellerna blir resistenta till viss del men det finns inga bevis att motståndskraften sprider sig till närliggande celler utan måste själva utsättas för *cellulas* för att bli resistenta. Resultatet om resistensen är väldigt positivt och intressant för framtida användning som skonsamt bekämpningsmedel.

Hans

Forskare framställer syskon till jästens anfader

Bagarjästen, *Saccharomyces cerevisiae*, och dess nära släktingar vinjäst, *S. bayanus*, och öljäst, *S. pastorianus*, har använts av människan i tusentals år. Den har följt människans utveckling under så lång tid att den ibland kallas för människans äldsta husdjur. Med användningsområden som sträcker sig från brödbak och öl och vintillverkning till att möjligen kunna lösa framtidens energibehov med bioetanol fortsätter användningen av jäst att vara enormt viktig. I dagens samhälle märks jästens betydelse i att dessa industrier årligen omsätter mångmiljardbelopp.

Bakgrunden till att dessa jästarter används så intensivt av människor är att deras strategi för att tillgodogöra sig energi skiljer sig på ett unikt sätt från andra grupper av organismer. I princip vilken organism som helst som får tag på socker kommer utvinna maximal mängd energi från det för att kunna växa och föröka sig. Men de nämnda jästarterna har en mer långsiktig strategi då de istället för att fokusera på tillväxt snabbt omvandlar sockret till alkohol. Det är först när sockret är slut som jästen börjar konsumera alkoholen för att utvinna energin, om inte människan tar till vara på alkoholen först.

För att man skulle kunna räkna ut mer om varför denna livsstil uppstått blev *S. cerevisiae* 1996 den första icke-bakterien att få sin arvs massa sekvenserad. När arvs massan, eller genomet, avkodades kunde man se att det för 100 – 150 miljoner år sedan skett en så kallad genomduplikation som ledde till att arvs massan i jästens föregångare fördubblades. Denna upptäckt ledde fram till teorin att utvecklingen av den unika levnadsstrategin kunde kopplas till uppträdandet av de första frukterna, som också skedde vid den här tiden. I en miljö där en hård kamp om lättillgänglig energi utbryter mellan mikrober när frukt mognar och faller till marken går jästens levnadssätt från omständigt till att vara mycket effektivt. Alkohol är nämligen antimikrobiellt och genom detta sidosteg i energiutvinningen kunde jästen döda all konkurrens för att sedan i lugn och ro konsumera all energi för sig själv.

För att studera om en fördubbling av arvs massan skulle kunna orsaka en så här radikal ändring i levnadssätt, och vilka förändringar som krävs, pågår ett projekt vid Lunds universitet. Här har man skapat ett stort antal hybrider mellan jästarter som är nära släkt med *S. cerevisiae* men som avvek från denna gren i släktträdet precis innan genomduplikationen. Dessa hybrider innehåller den fullständiga arvs massan från var och en av två föräldrar och har så att säga genomgått en artificiell duplikation.

Arbetet med att utveckla hybriderna har påbörjats av undertecknad. I ett första skede kontrolleras hybriderna för att bekräfta att båda föräldrarnas genetiska material kommit med och även för att se hur stabil en sådan här hybrid är. Parallellt utreder jag också om deras kolmetabolism, alltså användningen av socker, skiljer sig från föräldrarnas. I framtida experiment kommer man försöka återskapa miljön där man tror att levnadsstrategin uppstod. Bland annat kommer man låta jästen tävla om sockret med bakterier på ett sätt som kommer gynna en alkoholproducent. Förhoppningen är att dessa experiment kommer leda till en djupare förståelse för bakgrunden till hur jästen utvecklades till vad den är idag.

Kroppens sätt att attackera sig själv

Vår kropp är uppbyggd av olika typer av celler, där vissa har till uppgift att skydda oss mot inkräktare som bakterier och virus. Man kan därför undra varför vissa av dessa celler istället väljer att gå till attack mot den egna kroppen. Med upprorsmakare som dessa kan vi utveckla sjukdomar som ledgångsreumatism där lederna sakta men säkert bryts ner. För att förhindra denna process är det viktigt att närmare undersöka hur detta fungerar.

Kroppens skyddande celler ingår i immunförsvaret och hit räknas bland andra T- och B-celler. Dessa celler aktiveras om de stöter på något som är främmande för dem och de inleder då en inflammatorisk process där det främmande ämnet till slut elimineras. Om cellerna inte är så specifika kan de istället aktiveras av något som finns i kroppen, detta kallas *autoimmunitet* och är ett resultat av bristfällig selektering av lämpliga celler. Eftersom T-celler är viktiga för utvecklandet av ledgångsreumatism har dessa varit fokus för mitt examensarbete. Det är närmare bestämt effekterna av den inflammatoriska process som T-cellerna inleder som bidrar till att bryta ner brosk i lederna, framför allt i händerna.

För att T-celler ska kunna dela och föröka sig behöver de tillgång till näring. Näringen får de bland annat genom en aminosyra som heter glutamin. Glutamin transporteras in och ut ur cellerna genom särskilda transportörer. I projektet har vi studerat cellernas förmåga till delning genom att variera tillgången av glutamin. Vi fann att T-celler delade sig bäst när de hade tillgång till glutamin och att celldelningen blev långsammare när det inte fanns så mycket näring som cellerna behövde.

Genom projektet har vi undersökt en aspekt i utvecklandet av ledgångsreumatism. Ledgångsreumatism är dock en komplex sjukdom och man försöker hela tiden hitta nya vägar för att finna något som kan förhindra vidare utveckling av sjukdomen och hjälpa de människor som drabbats.

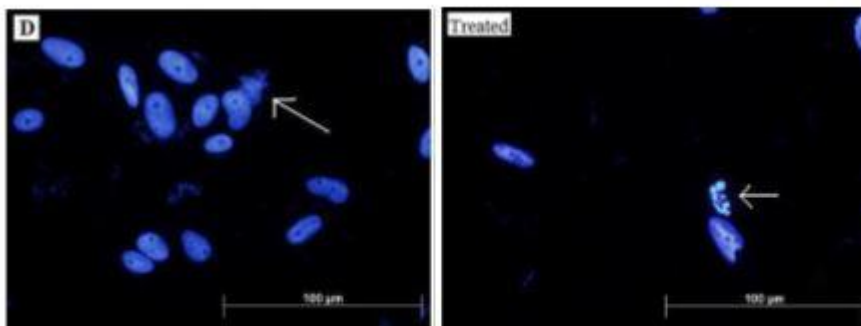
Extrakt från fågel som botemedel mot hudcancer?

Cancer karakteriseras av en okontrollerad celledelning som leder till utveckling av sjukdomsförloppet. Genom att bromsa celledelning kan man på så sätt hämma sjukdomsförloppet och eliminera cancer. Våra resultat visar att ett potentiellt tumörhämmande medel, ett naturligt extrakt, ger effekter på maligna melanomceller vilka leder till en hämmad celledelning.

Genom att undersöka karaktäristiska förändringar i morfologin hos behandlade melanomceller kan man få indikationer på om huruvida celledöd pågår. Våra resultat visar att melanomceller får diverse karaktäristiska förändringar efter behandling i morfologi som kan kopplas till celledöd. När celledöd sker i celler kan DNA-strängarna i cellkärnan klippas till fragment och cellkärnan bryts även den ner varefter cellen delar upp sig i flera membranavgränsade kroppar. Våra resultat visar att extraktet inducerar en fragmentering av cellkärnan i melanomceller, vilket skulle kunna innebära att cancercellerna genomgår en speciell form av celledöd.

Vid behandling mot cancer används cellgifter som ämnar till att förinta cancercellerna. Effekterna av ett cellgift kan undersökas med hjälp av att mäta mängden av ett speciellt enzym som frisläpps från celler när cellmembranet förstörs. Resultaten från våra experiment visar att extraktet har en toxisk effekt på melanomceller. Vidare kunde vi även konstatera att cancercellernas delning bromsades upp efter behandling.

Apoptos är speciell form av celledöd som resulterar i aktivering av specifika biokemiska vägar inuti cellen. Dessa vägar kan undersökas genom att studera olika geners uttryck. Information om genuttryck hos gener som reglerar celledelning och *apoptos* är essentiellt för att veta vilken mekanism som utlöser *apoptosen* och påverkar celledelningen. Genom dessa genuttrycksundersökningar kunde vi konstatera att genuttrycket för en gen som hjälper cancerceller att överleva uttrycks mindre efter behandling. Då våra resultat pekar på *apoptos* och en inhibering av den okontrollerade celledelningen skulle fågelextraktet kunna inhibera och möjligen bromsa upp sjukdomsförloppet hos patienter med malignt melanom.

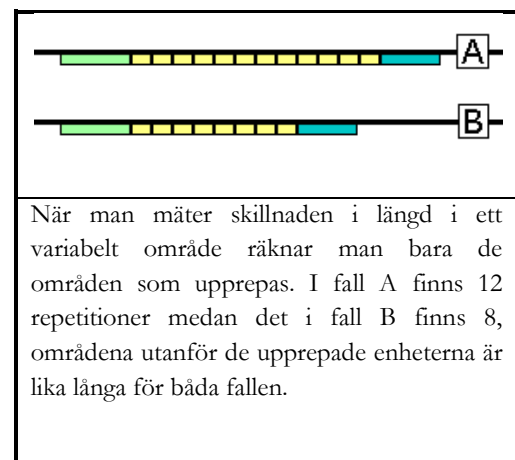


Figur 1 och 2: Bilden illustrerar fragmenterade cellkärnor efter behandling med fågelextraktet, en indikation på *apoptos*.

Många lika, alla olika – det genetiska fingeravtrycket

Trots att vi är så många människor på jorden och att ingen är den andre lik hör vi ofta att en jämförelse mellan två slumpvist utvalda personer kommer att visa att de är exakt likadana i mer än 99 procent av sitt genetiska material. Att det är små genetiska skillnader som ger stora skillnader mellan människor blir då plötsligt synbart, men att man genom att mäta längden på färre än 20 områden i den genetiska koden hos människan kan skilja hela världens befolkning åt låter nästan otroligt. Ändå är det precis det man gör vid brottsplatsundersökningar eller faderskapstester. De områden som mäts kallas mikrosatelliter och är egentligen inte mer än små korta DNA-sekvenser som upprepas efter varandra. Genom att räkna hur många upprepningar en person har i sina repeterade områden och jämföra med hur många en annan person har i sina områden kan man skilja två personer åt. Hur det går till kan du se i figuren.

En person ärver en längd i varje område från var förälder och en persons kombination av längdvärden kallas ofta för dess DNA-profil. Om DNA hittas på exempelvis en brottsplats utan en känd gärningsman kan det undersökas och DNA-profilen kan lagras i en databas. När sedan en möjlig gärningsman testas och läggs in i samma databas kommer det att vara möjligt att se om det är samma DNA-profil som hittats på brottsplatsen som hos den misstänkte gärningsmannen. En sannolikhetsberäkning görs också för att det ska gå att försäkra att det med hög sannolikhet är rätt person som hittats.



Att det är så stor variation på mikrosatelliterna som används för rättsgenetiska tester beror på att de är placerade mellan gener och därför inte påverkar den genetiska koden. Variationen uppkommer när cellens kopian räknar fel och slarvar in eller bort en enhet. Eftersom koden inte påverkas kommer cellens korrekturläsare inte att reagera. Om detta händer i ett ägg eller en spermie som sedan blir till ett foster kommer barnet att bära på den nya varianten. Då och då dyker helt nya varianter upp. Dessa kan innehålla exempelvis halva enheter eller tre kopior av ett repeterat område och brukar kallas för mikrovarianter. För att fullt förstå hur de repeterade områdena fungerar och förändras är det viktigt att undersöka hur dessa mikrovarianter ser ut, då de kan innehålla ledtrådar till förändringsmekanismer men också information om hur vanligt det är att en sådan mikrovariant uppkommer och hur den i sin tur varierar.

Mitt projekt gick ut på att titta på sekvenserna i dessa mikrovarianter, och orsakerna till förändringarna visade sig vara olika för olika repetitiva områden. I framtiden när fler mikrovarianter undersökts kommer det förhoppningsvis vara möjligt att dra slutsatser kring om de speciella varianterna uppkommer ofta eller är nedärvda, om vissa förändringar är vanligare än andra och om variationen i områdena ökar eller minskar när mikrovarianter uppkommer. Detta kommer i sin tur att leda till mer precisa statistikberäkningar som gör att polisen kan vara säkrare på att man har hittat rätt gärningsman.

Ett bedragande sken – Syrefattig karaktär i syrerik miljö

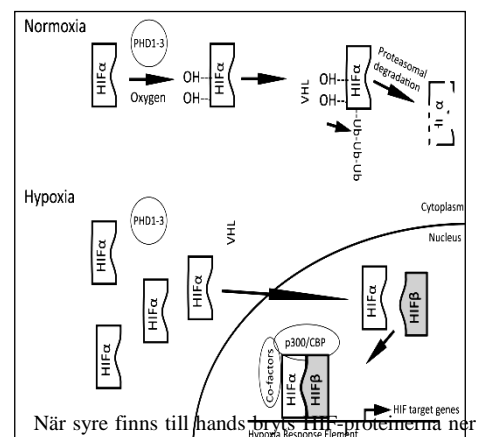
Våra blodkärl transporterar blodet och tillgodoser därigenom kroppens alla vävnader med syre. En stor skillnad mellan tumörer och vanlig vävnad är att tumörer inte har någon kontroll över hur de växer. Allteftersom tumören växer, ökar även avståndet mellan tumören och omgivande blodkärl vilket leder till en begränsad tillgång till syre. För att överleva denna påfrestande miljö, kan tumörceller liksom kroppens övriga celler anpassa sig till syrefattiga miljöer - *hypoxi*. Anpassningen innebär att spara energi genom att bortprioritera energikrävande aktiviteter, samt att främja bildandet av nya blodkärl i hopp om att återfå syre till miljön.

Stora delar av anpassningen till hypoxi styrs av två proteiner - *Hypoxia-Inducible Factor*, *HIF-1a* och *HIF-2a*. Dessa proteiner finns normalt enbart i celler som befinner sig i syrefattigt tillstånd. I övriga fall bryts de i enlighet med illustrationen nedan ner i en syre-krävande process som medieras av tre andra proteiner.

Det har nyligen visats att specifika celler från barntumören *neuroblastom*, producerar stora mängder av *HIF-2a*-proteinet även i syrerika miljöer. Detta bedragande sken bevarar dessa celler i det omogna tillstånd de befinner sig i. Tumörceller med detta beteende har visat sig vara mer aggressiva och stridslystna i förhållande till övriga tumörceller. Vad som styr dessa celler i att uttrycka så stora mängder *HIF-2a*-protein i syrerika miljöer är ännu oklart, men preliminära resultat tyder på att förekomsten av ett visst regleringsprotein är väldigt sällsynt i denna typ av neuroblastomceller.

Examensarbetet innehåller studier där jag försökt kartlägga *HIF-2a*-proteinets reglering i neuroblastomceller. Specifikt har vi kunnat visa att ett visst regleringsprotein inte är boven bakom de höga *HIF-2a*-proteinnivåerna i neuroblastomceller. Vidare har vi även visat att det med hjälp av olika tillväxtfaktorer går att förändra *HIF-2a*-proteinnivåerna i dessa speciella neuroblastomceller.

HIF-2a-proteinet har identifierats som måltavla för framtida behandlingsmetoder mot denna högst allvarliga barntumör. En djupare förståelse i de molekylära processerna som styr *HIF-2a*-proteinets reglering är därför essentiell i jakten på att lösa gåtan till dessa tumörcellers mystiska beteende.



När syre finns till hands bryts HIF-proteinen ner (Normoxia). När syret tagit slut samlas dock stora mängder HIF-protein i cellen (Hypoxia). Pietras, 2010.

William

Salinomycin – det tveeggade svärdet i striden mot cancer

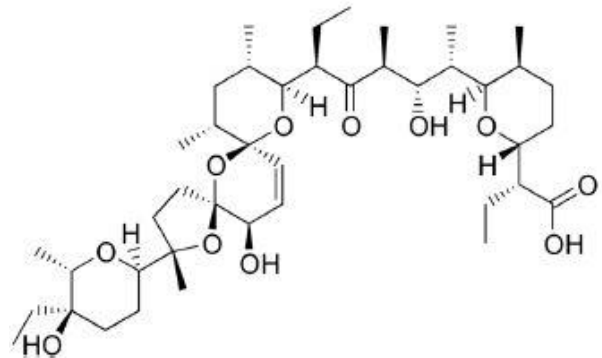
Nyligen upptäcktes att den kemiska föreningen salinomycin är oerhört effektiv på att bekämpa cancerceller. Dessvärre kan den inte användas som cancerbotemedel, eftersom föreningen samtidigt är väldigt giftig. Lösningen kan finnas i att göra små förändringar i salinomycins kemiska struktur.

Salinomycin har framförallt använts i kycklinguppfödning, eftersom den effektivt bekämpar många av de parasiter som kycklingar kan drabbas av. Kycklingar är mindre känsliga för salinomycin än vi, så föreningen har inte använts för att behandla människor. För oss är salinomycin nämligen mycket giftig. På grund av sin kemiska struktur kan salinomycin rubba cellernas balans av olika joner. Alla celler är beroende av en viss jonbalans, men vissa celltyper är känsligare än andra. Nervceller är särskilt lättpåverkade av dessa störningar, varför salinomycin främst påverkar vårt nervsystem.

Ironiskt nog verkar salinomycin vara ett utomordentligt botemedel mot cancer, eftersom cancerceller också är känsliga för störningar i jonbalanserna. Det går dock inte att behandla cancer om man samtidigt riskerar allvarliga förgiftningar på patienterna. För att kringgå denna problematik samarbetade kemister och cellbiologer vid Lunds universitet för att framställa och undersöka kemiska strukturer som liknar salinomycin, så kallade *analoger*. Många av dessa analoger var till och med bättre än salinomycin på att bekämpa cancer. Frågan var bara om de var lika giftiga.

Celler som alternativ till djurförsök

För att undersöka om analogerna var giftiga krävdes någon form av testmodell. Många laboratorier skulle i detta stadium använda sig av djurförsök, men det finns alternativ som är billigare, enklare och som framförallt inte kräver försöksdjur. Eftersom salinomycin är ett nervgift, valde vi att huvudsakligen använda mänskliga nervceller. Cellerna behandlades med salinomycin och några av analogerna, och efter några dagar studerades effekterna. Bland annat undersöktes hur nervcellernas utskott påverkades, om proteininnehållet förändrades och hur stor andel av cellerna som dog av behandlingen.



Den kemiska föreningen salinomycin är giftig för både nervceller och cancerceller. Små förändringar i den kemiska strukturen kan förändra giftigheten för människor och effektiviteten mot cancer.

Oturligt nog visade sig alla de undersökta analogerna till och med vara *giftigare* för nervcellerna än salinomycin. Däremot var varken analogerna eller salinomycin särskilt giftiga för icke-nervceller, d.v.s. ”vanliga” celler. Det är långt kvar till en mirakelkur mot cancer, men det finns fortfarande hopp för salinomycinanalogerna. Det räcker att hitta en enda analog som är effektiv vid så låga doser att den inte är giftig!

Upptäcka gener inblandade i diabetes

I många sjukdomar, så som diabetes, spelar människans gener en viktig roll i vem som insjuknar och hur utvecklingen sker. Därför är det viktigt att, i den mån det går, identifiera dessa gener så vid insjuknande, ge varje patient en mer specialiserad vård som kan bromsa sjukdomsförloppet.

Diabetes är en metabolisk sjukdom där kroppen inte kan reglera *glukoshalten* (blodsockret) i blodet. När man äter höjs blodsockret vilket bukspottkörteln i kroppen känner av och svarar genom att dess celler släpper ut insulin. Insulinet får kroppens vävnad att ta upp glukos från blodet som lagras för att kunna omvandlas till energi. Vid diabetes fungerar inte denna process i ett eller flera steg. De två vanligaste typerna är: bukspottkörteln kan inte frisätta tillräckliga mängder insulin som leder till att glukoshalten ökar (typ 1 diabetes) eller att kroppens vävnader inte längre reagerar på insulinets signaler (typ 2 diabetes). Orsaken till att man utvecklar typ 2 diabetes är en kombination av *avn* (genetisk variation) samt faktorer i personens omgivning som utlöser sjukdomen, så som fetma.

I denna studie var jag intresserad av den genetiska faktorn som ökar risken för att utveckla typ 2 diabetes och dess komplikationer. På 1970- och 80-talet var många personer kallade till en medicinskt förebyggande studie i Malmö och utav dessa var det väldigt många som utvecklade och dog på grund av diabeteskomplikationer innan uppföljningsbesöket. Genetiska studier var inte lika framskridna på den tiden så som nu och därför sparades inte blod utan endast *serum* (blod med avlägsnade blodkroppar och koagulationsfaktorer) för analyser. Följaktligen vill man nu filtrera fram DNA från serum för att kunna studera generna hos den grupp människor där det fattas genetisk information. Detta har visat sig vara svårt eftersom det är så lite DNA i serum. Olika modifieringar av tillgänglig metod testades för att förbättra reningsmetoden av DNA. Tanken med denna process är att få *nukleinsyror* (DNA) i serumet att binda till ett speciellt membran så man kan tvätta bort oönskade ämnen och slutligen få fram rent DNA. Bland annat lyckades jag med denna metod få över 30 procent förbättring av DNA koncentration genom att tillsätta *glykogen* (socker molekyler som sitter ihop) till processen.

När man har rent DNA, kan man analysera generna med hjälp av *single nucleotide polymorphisms* (korta DNA sekvenser med olika genvarianter) som binder till olika områden associerade med diabetes i DNA:t. På så vis kan man få reda på vilken genvariant en individ har, så kallad *genotyping*.

Genom att analysera DNA:t från diabetiker som dog av förödande komplikationer, är det möjligt att få reda på den genetiska orsaken som gjorde att dessa patienter fick svårare diabetiska komplikationer. Det ger även en möjlighet att studera gener från de som levte länge och kanske har en genetisk skyddande faktor som de avlidna saknar. Eftersom diabetes är en sjukdom där man dör av komplikationer och inte av själva sjukdomen öppnar denna forskning nya dörrar för att hjälpa kommande generation diabetiker.

Tuva

Telomerlängden bestämmer livslängden

Livslängden är förutbestämd och ligger lagrad i vårt DNA. Längden på DNA ändarna avgör hur många gånger en cell kan dela sig. När cellen inte kan dela sig mer, dör cellen. I ungefär 90 procent av alla cancersorter finns det däremot ett enzym som förhindrar att längden på DNA ändarna förkortas. Telomeras är ett enzym som förhindrar att telomererna förkortas. Mer kunskap om detta enzym och proteinerna som reglerar enzymaktiviteten, skulle kunna ge oss mer kunskap om åldrandet och cancerbehandling.

I en organisms celler finns den ärftliga informationen (DNA) packad i kromosomer. Hos människan finns det 46 stycken kromosomer i varje vanlig kroppscell. DNA innehåller all den information som cellen behöver för att kunna fungera. Kromosomerna är linjära strukturer och de yttersta ändarna kallas för telomerer. Telomererna innehåller ingen ärftlig information utan har istället en viktig uppgift i att skydda det proteinkodande DNA. Celldelning sker när en organism växer, men även för att ersätta gamla celler när det skett en skada. Vid varje celldelning förkortas telomererna och när längden blivit tillräckligt kort så dör cellen. Därför brukar man kalla telomererna cellens inre klocka. Det finns ett enzym som kan förlänga telomererna och jag har studerat två proteiner som reglerar detta enzym.

Till skillnad från de vanliga kroppscellernas telomerer förkortas inte telomererna när könsceller eller stamceller delar sig. Dessa celler innehåller enzymet telomeras som förlänger telomererna till deras ursprungliga längd. Om könscellernas telomerer skulle förkortas så skulle vår avkomma få kortare telomerer och i sin tur skulle deras avkomma få ännu kortare telomerer o. s. v. och till slut skulle vi dö ut. Telomerasaktiviteten i celler gör att de kan dela sig oändligt antal gånger.

Ibland kan det ske förändringar som kan leda till att telomeras produceras även i kroppsceller. Generna i dessa celler har förstörts och därför fungerar de inte längre som vanliga celler. Dessa celler kan utvecklas till cancerceller som kan dela sig oändligt många gånger. Därför är det viktigt att proteinerna i cellen känner av telomerförkortningen och stoppar fler celldelningar.

Det är vanligt att använda olika slags modellorganismer för att ta reda på mer om hur celler fungerar. Jäst är en modellorganism som används ofta eftersom de är lätta att arbeta med i ett laboratorium. Jästarten *Saccharomyces castellii* är lämplig att använda när man studerar telomerer, eftersom deras telomerer liknar människans väldigt mycket och de har alltid telomerasaktivitet. Jag har arbetat med *Saccharomyces castellii* som innehåller proteinerna Cdc13 och Rap1. Jag har renat Cdc13 och Rap1, som kan binda in till telomert DNA och reglera telomerasets aktivitet. Bindningsstudier har gjorts med Rap1 för att se vilka positioner som är viktiga för detta proteins inbindning. Mer kunskap om telomeras, Cdc13 och Rap1 skulle hjälpa oss att förstå mer om åldrandet och att utveckla nya cancerbehandlingar.

Jamie

Parkinsons sjukdom kan kanske snart behandlas

Parkinsons sjukdom är en förödande neurodegenerativ sjukdom, och risken att drabbas ökar exponentiellt ju äldre man blir. Det är en sjukdom med flera utmärkande egenskaper, varav de mest framträdande tidiga symptomen är relaterade till det motoriska systemet, och innefattar skakning, styvhet och svårigheter att gå. Dessa symptom beror på att de dopaminproducerande cellerna som finns i hjärnan dör. Senare leder detta till omfattande förändringar i medvetenhet och beteende, bland annat demens hos vissa patienter. Idag är den vanligaste behandlingen för Parkinsons sjukdom en behandling med levodopa eller andra liknande substanser. Även om detta initialt fungerar mycket bra, leder det till problematiska biverkningar för långtidsanvändarna. Det finns ett behov att utveckla metoder som fungerar bättre än dagens behandlingar och att utveckla nya behandlingsmetoder för att bota Parkinsons sjukdom.

Syftet med mitt projekt var att studera två gener som tros vara involverade i Parkinsons sjukdom i hjärnan, för att fortsätta utvecklingen av verktyg för experimentella studier och sjukdomsmodellering i hjärnan. De två generna (LRRK2 och synapsin 1) har specifika mutationer som förhöjer risken för att utveckla Parkinsons sjukdom, och genom att förstå hur dessa fungerar försöker forskare utveckla nya behandlingsmetoder.

Det långsiktiga målet var att göra den inledande forskningen för att skapa en helt ny råttmodell som innehåller de mänskliga LRRK2-mutationer som har visat sig vara associerad med en förhöjd risk att utveckla Parkinsons sjukdom. Om det lyckas, kan denna modell ge viktiga insikter över vad som orsakar Parkinsons sjukdom, och ge en ny modellorganism för framtida forskning. Denna princip kan därefter lätt överföras till andra däggdjur, såsom möss och apor. Metoden är baserat på en ny teknik med användning av en vektorkonstruktion, en metod som använder ett annars harmlöst virus för att transportera genen av intresse. Detta gör det möjligt att uttrycka en gen av intresse vid kontrollerade nivåer och med en hög specificitet i specifika hjärnceller.

Våra viktigaste slutsatser från synapsinprojektet var att det var möjligt att upptäcka synapsin och föra över vår gen till en vanlig cellinje som är lämplig att forska på. Vi visade också att vår genöverföring var under detekterbara nivåer med vår metod att mäta genöverföringen, vilket indikerar att metoden behöver vidareutvecklas.

Att vi ej hittade LRRK2 i våra andra cellinjer bekräftar att metoden fungerar först när man hittar en lämplig cellinje. Detta problem har även noterats i andra laboratorier, vilket indikerar att detta ej är en optimal metod i dagsläget.

I dagsläget finns det ett stort behov av att utveckla nya behandlingar för Parkinsons sjukdom, och i och med denna studie har man tagit ytterligare steg mot utvecklingen av en sådan metod. Även om det är svårt att säga när en universalbehandling för Parkinsons sjukdom kommer så finns det många forskare som är optimistiska i att vi med dagens tekniker är enstaka decenier ifrån en sådan behandling.

Victor

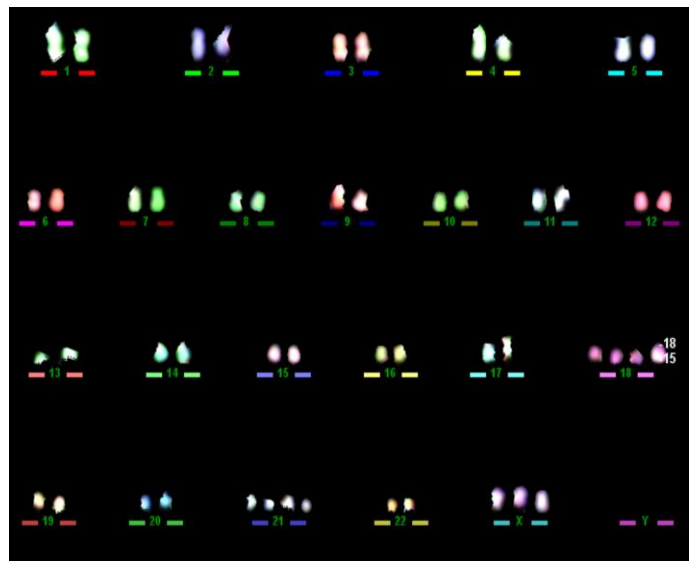
Hur ser leukemicellens DNA ut?

Leukemi är cancer i blodet där vita blodkroppar inte mognar och inte kan slå ut infektioner. Patienter med leukemi blir därför ofta sjuka. Cancerceller skiljer sig från normala celler i att de delar sig på ett okontrollerbart sätt, alltså att de bara delar och delar och blir fler och fler. Delningen är för det mesta ett resultat av genetiska mutationer som leder till en ackumulering av genetiska abnormaliteter.

Karakterisering av en cancercelltyp innebär att man vill förstå konstruktionen av cellens genetiska information. Bland annat är man intresserad av hur många kromosomer den har, vilka kromosomer som fattas och vilka det finns extra kopior av, och vad den har för andra genetiska egenskaper t.ex. deletioner eller *translokation* (delar av olika kromosomer som sitter tillsammans som en).

I min studie karakteriserade jag den enda existerande cellinje för en typ av barn leukemi som kallas *akut lymphoblast leukemi* (ALL). Cellinjen kallas för MHH-CALL-2. ALL den vanligaste typ av cancer hos barn. *Höghyperdiploid* ALL är en typ av cancer där cellerna har mer än 50 kromosomer, istället för de normala 46 som alla våra kroppsceller har. Beroende på hur många kromosomer leukemicellen har får patienten olika prognos. Patienter med höghyperdiploid ALL har en bättre prognos än en med *hypodiploid* ALL (där patienter har mindre än 46 kromosomer).

Jag använde mig av olika metoder för att analysera MHH-CALL-2-cellinjen, och kom fram till att den har 51 kromosomer med tre X kromosomer, tre kromosom 18 och en kromosom 18 som fuserade med en del av kromosom 15, (en så kallad *translokation*) vilket är en ny identifierad translokation som inte har visats i andra cancertyper förr, och fyra kromosom 21. Kromosomerna kan man se i bilden.



Dessutom kunde vi utesluta att denna cellinje egentligen var en hypodiploid cellinje och inte en hyperdiploid som hade trogets innan. Detta visar ett av de stora problemen med dignostisering och hur viktigt det är att ha rätt diagnos och, beroende på det, rätt behandling. Med en klar karakterisering av cellinjen kan man ha en modell för leukemi i labbet och på det sättet studera den mer i detalj.

Bilaga 2

Nedan följer samtliga sak- och bildled som hittats i respektive artikel.

Mikael

Bildled	Sakled	Kommentar
Bildar <i>allians</i>	Syftar till att växt och svamp samarbetar	Aktiv
<i>Plundrare</i>	Någon typ av inkräktare som tar någonting av dem ovan	Aktiv
<i>Fördelaktiga förhållanden</i>	Syftar till att olika organismer har ett nära samarbete	Aktiv
<i>Tjänar på... utnyttja</i>	Beskriver hurdant ett sådant samarbete kan se ut	Aktiv
<i>hjälpa</i>	Att svampen kan göra något fördelaktigt för växten	Aktiv
<i>Långa trädor</i>	Beskriver svampens rotsystem under jordytan	Aktiv
<i>Ta upp</i>	”suga åt sig”	Inaktiv
<i>Gengäld... som lön för mödan</i>	För att visa på hur samarbetet ser ut mellan svampen och växten	Aktiv
<i>Fientliga organismer</i>	Organismer som är farliga gentemot växten	Aktiv
<i>Kemisk krigsföring</i>	Svampar kan med kemiska medel försöka fördriva de farliga organismerna	Aktiv
<i>Attraktiva mål</i>	Att växter är eftertraktade organismer	Aktiv
Börjar <i>plundra</i> växten	Att en inkräktare tar växtens egna resurser	Aktiv
Tar den <i>skada</i>	Att växten på något sätt utsätts för något som är missgynnsamt.	Aktiv och inaktiv
<i>Allierade symbiotiska svampar</i>	De svampar som samarbetar med växten genom ett gynnsamt utbyte.	Aktiv
<i>Tjänar på eller tycker om</i>	Något som svamparna inte gynnas av.	Aktiv
<i>Växtens fiender</i>	De organismer som försöker förstöra växten	Aktiv
<i>Sticker hål på angriparna</i>	”dödar” de farliga organismerna	Aktiv
<i>Skyddar... värdväxt mot plundring</i>	Svamparna förhindrar att dessa angripare ”parasiterar” på växten, vilken är svampens allierade	Aktiv och inaktiv
<i>Dålig värd</i>	Att växten blir en dålig symbiospartner	Inaktiv
<i>Skyddade/skydd/skydda</i>	Någonting som förhindrar att angripare förstör växten.	Aktiv och inaktiv
<i>Cellvägg är en barriär</i>	Cellväggen ska symbolisera en husvägg då den har gemensamma egenskaper med denna. Barriär förklarar hurdant cellväggen fungerar.	Inaktiv resp. aktiv
<i>Kedjor av sockermolekyler</i>	För att beskriva hur sockermolekylerna hänger samman	Aktiv och inaktiv
<i>Armerad betong</i>	För att beskriva en struktur i cellväggen	Aktiv
<i>Bryta igenom</i>	Att komma igenom	Aktiv och inaktiv
<i>Mot angrepp/blivit angripna</i>	Mot fientliga organismer	Aktiv
<i>Skadar</i>	Någonting som inte är bra för växternas ”hälsa”	Aktiv och inaktiv

<i>Bryter ned cellväggen</i>	Någonting som tar bort cellväggen.	Inaktiv
<i>Oskyddade</i>	De organismer som inte kan stå emot angripare.	Aktiv och inaktiv
<i>Mäta om de bildat skydd</i>	Se om det finns ett skydd som går att detektera på något sätt	Inaktiv

Maja

Bildled	Sakdel	Kommentar
<i>Livskraftsbevarande system</i>	För att förklara telomerasetts funktion	Aktiv
<i>Bevara sin ungdom</i>	Att cellen ska leva längre	Aktiv
<i>Växa</i>	"bli äldre"	Aktiv och inaktiv
<i>Anti-åldringsmekanism</i>	Den mekanism som håller telomererna intakta	Aktiv
<i>Ungdomsbevarande</i>	Den mekanism som håller telomererna intakta	Aktiv
<i>Kamp</i>	Äsyftar det faktum att cancerceller tar liv vilket vi strider emot genom att försöka förstå sjukdomen och bota den	Aktiv och inaktiv
<i>Genetiska informationen</i>	bildled för sakledet att arvsmassan kan ses som en kodifierad text vilken innehåller information, DNA	Inaktiv
<i>Kedjor av DNA</i>	För att beskriva kromosomernas utseende	Aktiv och inaktiv
<i>Dottercellerna</i>	Resultatet av en celledelning	Inaktiv: delvis missvisande
<i>Kunna överleva</i>	För att det ska kunna ske en vidare celledelning	
<i>Maskineriet av enzymer</i>	För att förklara hur komplext "kopieringen av DNA" (replikation) är och att många enzymer deltar i detta.	Aktiv
<i>Reserv-DNA</i>	Telomerernas funktion	Aktiv
<i>Många upprepningar i följd</i>	Beskriver utseendet hos telomererna	Aktiv och inaktiv
<i>Alarmsystem</i>	Beskriver hur en process ter sig när telomererna "tar slut"	Aktiv och inaktiv
<i>Ett komplex</i>	Beskriver enzymet och hur dess uppbyggnad ser ut och består av	Inaktiv
<i>Två enheter</i>	Delar av denna uppbyggnad	Inaktiv
<i>Verkar guida</i>	Beskriver funktionen hos est1	Aktiv och inaktiv
<i>Genetiska verktyg för att slå ut</i>	Molekylära metoder för att ta bort en gen	Aktiv och inaktiv
<i>Ska byggas</i>	Hur proteiner ska tillverkas, konstrueras osv.	Aktiv och inaktiv
<i>Stoppa in</i>	Ändra kvävebasordningen på något sätt	Aktiv
<i>Raderades</i>	En gen klevs specifikt bort från DNA	Aktiv
<i>Den nya genen hade sidoregioner som kunde kopplas ihop med DNA-strängarna</i>	Något som kan förankras till DNA	Aktiv och inaktiv
<i>På en järnväg så att rutten tåget kör (DNA-kedjan som dubbleras) ändras</i>	Förklarar hur man "klipper ut" och "klistrar in" gener	Aktiv
<i>DNA-strängarna</i>	Hur DNA verkar se ut	Inaktiv

<i>DNA-kedjan</i>	Hur DNA verkar se ut	Inaktiv
<i>Förnyngsring</i>	Den mekanism som håller telomererna intakta	Aktiv
<i>Guidningsprotein</i>	Funktionen proteinet har	Aktiv och inaktiv
En <i>måltavla</i>	Något som utgör det som ämnas "skjutas ned"	Aktiv

Tobias

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Designa om</i>	Göra om det som redan existerar men med egen vilja	Aktiv och inaktiv
<i>Maskineriet som driver</i>	De molekylära processer som sköter och vidhåller livet	Aktiv
<i>Uppsjö</i>	För att beskriva hur komplex detta "maskineri" är	Inaktiv
Proteiner... <i>samarbetar</i>	Förklarar hur proteiner samverkar för cellens överlevnad	Aktiv
<i>ritningarna</i>	De "substanser" som ligger till grund för hur proteinet ska se ut och hur det ska verka	Aktiv
<i>Inkodat/kodas</i>	Att generna finns gömt i eller är en del av DNA	Aktiv och inaktiv
Ger oss <i>kontroll</i>	Hur vi kan styra över livet	Aktiv och inaktiv
Tillverka... på <i>kemisk väg</i>	Hur man kan framställa något inne på laboratoriet	Aktiv och inaktiv
<i>Omprogrammera</i>	Gå in i systemet som styr och manipulera det	Aktiv
<i>Kodas</i>	Det DNA som ger upphov till en viss bakterieart (här.)	Inaktiv
Att vi i princip har <i>tekniken för att designa</i> en bakterie	Vi vet hur vi ska göra för att framställa dessa syntetiska organismer	Aktiv och inaktiv
Att ta en <i>närmare titt</i>	Att studera något på ett mer grundligt sätt	Aktiv och inaktiv
När en cell <i>bygger</i> ett protein	Då något i cellen ger upphov till tillverkningen av eller sätter samman ett protein	Aktiv och inaktiv
Genen <i>uttrycks</i>	Genen blir till protein	Inaktiv
Olika <i>balanser av uttrycket</i> av alla generna	Samverkan mellan alla de gener som blir proteiner	Inaktiv
Enklare <i>system</i>	Enklare sätt, mindre komplex sätt	Aktiv och inaktiv
Största <i>hindret</i>	Något som är i vägen för något annat	Aktiv och inaktiv
<i>byggstenar</i>	Beskriver hur bakterier kan vara en del av t.ex. plastframställning	Aktiv och inaktiv

Hanna

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Strejk</i> i kroppens <i>reningsverk</i>	Njurarna slutar fungera	Aktiv

<i>Hjärtat är motorn</i>	Hjärtat är det organ som driver hela kroppen	Aktiv
<i>Njurarna är reningsverket</i>	Njurarna är de som renar kroppen	Aktiv
<i>Om motorn stannar, slutar hela kroppen att fungera</i>	Om hjärtat stannar så dör man	Aktiv
<i>Extern reningsverk</i>	Något som fungerar som njurarna fast utanför kroppen	Aktiv
Blodet fylls av gifter och vätska	I blodet löser sig gifter och annan vätska	Inaktiv
<i>Njursvikt</i>	Njurarna funktionsnedsätts: det svikta över så att säga, balanser rubbas – därav namnet?	Inaktiv
Njurarna slutar rena blodet	Anspelar på reningsverket: slutar uppfylla sin funktion	Aktiv och inaktiv
<i>Uppkopplad till</i>	Ansluten till något annat	Inaktiv
<i>Drar ut överskottsvätskan</i>	Pga. koncentrationsskillnader eller aktiv transport	Inaktiv
<i>Fångas av filtret</i>	Något som stannar då det är för stort för att komma igenom filtrets ”hål”	Aktiv och inaktiv
<i>Går igenom filtret</i>	Något som inte stannar då det är mindre än ”hålen” i filtret	Aktiv och inaktiv
<i>Kroppens celler tycker illa om partiklar</i>	Partiklarna gynnar inte cellerna	Aktiv
<i>Träffar på/ stöter på</i>	När celler och partiklar interagerar	Aktiv
<i>I deras sällskap som för sig själva</i>	När celler och partiklar interagerar och vice versa	Aktiv
<i>Sätter sig</i>	Adhererar/förankrar sig	Aktiv och inaktiv
<i>kärlväggar</i>	Dvs. blodkärlens inre struktur som skapar själva kärlet. Ett kärl är en behållare och en vägg upprätthåller en struktur, vilka våra blodkärl gör.	Inaktiv
<i>Göra sig av med</i>	Föra ut	Aktiv och inaktiv
<i>Kommunicera med varandra</i>	Kommunicera beskriver hur cellerna interagerar med varandra	Aktiv och inaktiv
<i>signalmolekyler</i>	Molekyler som gör att cellerna kan ”interagera” och så att de förstår varandra	Inaktiv
<i>Som irriterar dem</i>	Något som cellerna inte tycker om	Aktiv
<i>Citrat parar ihop sig med kalcium</i>	Citrat reagerar med kalcium	Aktiv
<i>Mår bättre</i>	Cellerna trivs/föredrar/håller sig friska	Aktiv

Alex

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Allierade i krig</i>	Växter och svampar hjälper varandra mot farliga organismer	Aktiv
<i>Osynlig kamp</i>	Och med det som beskrivs ovan menar Alex att man inte kan se med blotta ögat	Aktiv
<i>Angriper och skadar växternas cellvägg</i>	Förstör cellväggen	Aktiv
<i>Cellvägg</i>	Det hölje som håller ihop cellen som	Inaktiv

	struktur	
<i>Parterna</i>	Beskriver här växter och svamparna resp. de fientliga organismerna	Aktiv
<i>Övervinna</i>	Den ena parten ska förstöra den andra	Aktiv
Svampar <i>hjälper</i> växterna att bli mer motståndskraftiga	Svamparna har förmågan att stärka växterna	Aktiv och inaktiv
<i>Attacker</i>	När de fientliga mikroorganismerna utsöndrar farliga ämnen	Aktiv
<i>Bekämpningsmedel</i>	Ett medel som helt enkelt förstör/kriga mot oinbjudna växter.	Inaktiv
Har jag <i>utsatt</i> celler... för ... cellulas	Cellerna har exponerats för cellulas	Inaktiv
Ändrar sin <i>uppbyggnad</i> i sitt yttersta lager	Förändrar hurdan detta yttersta lager ser ut rent biokemiskt	Aktiv och inaktiv
Mot <i>yttre substanser</i> och <i>påverkan</i>	Mot sådant utanför cellväggen som kan hota växtcellen	Aktiv och inaktiv
<i>Samarbete</i>	Symbiosen, hur relationen ser ut mellan växt och svamp	Aktiv och inaktiv
<i>Motståndskraft</i>	En egenskap som gör att cellerna inte lika lätt viker sig för fientliga organismer (i.e. här motståndskraftiga mot svampens alamethicin)	Inaktiv
<i>Svampar... bryter ned dem</i>	Att svampar "äter" upp växten	Inaktiv
<i>Göra hål i ytan</i>	Förstöra cellerna genom att skada deras yta så att insidan exponeras för det yttre	Aktiv och inaktiv

Hans

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Syskon till jästens anfader</i>	Hybrider till den ursprungliga jästen	Aktiv
Nära <i>släktingar/ släkt</i>	Arter som står nära <i>S. cerevisiae</i>	Aktiv
Äldsta <i>husdjur</i>	Det "djur", eller den organism som varit med människan längst tid	Aktiv
Användningsområden som <i>sträcker sig</i> från <i>strategi</i>	Olika sätt som jästen kan användas på resp. att det används inom flera sådana	Inaktiv
<i>Får tag på socker</i>	Ett sätt som är gynnsamt för jästen	Aktiv
<i>Konsumera alkoholen</i>	Beskriver att en organism börjar bryta ned socker och bruka det som energikälla	Inaktiv
Denna <i>livsstil</i>	Nyttja alkoholen	Aktiv och inaktiv
<i>Avkodades</i>	Det sätt jästen lever på	Aktiv och inaktiv
Jästens <i>föregångare</i>	När DNA kartlades, sekvenserades	Inaktiv
<i>Levnadsstrategin</i>	Den jästarten som <i>S. cerevisiae</i> evolverades från	Aktiv
Hård <i>kamp</i>	På det sättet jästen lever för att bäst utnyttja sin tillvaro	Aktiv
<i>Sidosteg</i>	Mycket konkurrens mellan olika organismer	Aktiv
<i>Konkurrens</i>	För att utvinna energi från sockret bildas alkohol på vägen under reaktionen A → B	Aktiv och inaktiv
	De organismer som vill ha samma	Aktiv och inaktiv

	energikälla som jästen	
<i>Lugn och ro</i>	För att själva, som ensamma organismer	Aktiv
<i>Gren i släkträdet</i>	Jästarter som inte har följt samma evolutionslinje som <i>S.cerevisiae</i>	Aktiv
En av två <i>föräldrar</i>	En av de två jästarter som har korsats för att skapa hybrid	Aktiv
Båda <i>föräldrarnas genetiska material</i>	Båda jästarternas DNA	Aktiv
<i>Tävla om</i>	En situation där fler än en organism är ute efter samma energikälla	Aktiv

Wilma

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Attackera sig själv/gå till attack</i>	Att kroppen gör något mot sig själv som inte är gynnsamt för den	Aktiv och inaktiv
<i>Uppbyggd av</i>	Består av	Aktiv och inaktiv
Där vissa har till uppgift att <i>skydda oss mot...</i>	Några celltyper ska förhindra att farliga organismer inte ska ta fäste i kroppen	Aktiv
<i>... inkräktare</i>	Sådana organismer som vanligen inte förekommer i kroppen/som inte bör finnas på vissa platser	Aktiv
<i>Upprorsmakare</i>	Celler som går emot sin natur/som är ”felprogrammerade”	Aktiv
<i>Bryts ned</i>	Förstörs	Inaktiv
<i>Skyddande celler</i>	De celler som gör så att de oinbjudna dör	Aktiv och inaktiv
<i>immunförsvaret</i>	Utgör de celler som har som uppgift att bevara kroppen så som den ska vara genom att ta hand om fientliga organismer mm	Inaktiv
<i>Stöter på något som är främmande</i>	Cellen börjar interagera med något som den inte känner igen som sin egen	Aktiv
Det <i>främmande... elimineras</i>	Detta (ovan) förstörs	Aktiv och inaktiv
<i>Näring</i>	Från den källa cellen får energi	Inaktiv
<i>Transporteras in och ut</i>	Något som förs in/ut genom cellens membran	Aktiv och inaktiv
<i>transportörer</i>	De som sköter den funktion som beskrivs ovan	Aktiv och inaktiv
<i>Hitta nya vägar</i>	Nya sätt att tänka på för att bota eller mildra situationen för de som lider av ledgångsreumatism	Aktiv och inaktiv

Anna

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Okontrollerad celledelning</i>	En celledelning som inte sker som den ska	Aktiv och inaktiv
<i>Sjukdomsförloppet</i>	Hurdant sjukdomen utvecklas/urartar sig	Aktiv och inaktiv
<i>Bromsa... på så sätt hämma och eliminera cancer</i>	Sakta ned hastigheten (eller helt avstanna)... för att motverka och cancerutvecklingen	Aktiv och inaktiv

<i>DNA-strängarna</i>	Nukleinsyrorna som utgör DNA	Inaktiv
<i>cellkärnan</i>	Den del av cellen som per definition bör vara i mitten (en kärna är oftast i mitten av exempelvis en frukt)	Inaktiv
<i>Klippas till</i>	DNA-strängarna delas i mindre strängar	Aktiv och inaktiv
<i>Bryts även den ner</i>	Tas sönder/ delas upp i byggstenar/ förstörs	Inaktiv
<i>Membranavgränsande kroppar</i>	Delar vilka omsluts av membran	Aktiv och inaktiv
<i>Celldöd</i>	Cellen dör	Inaktiv
<i>Cellejfter</i>	Sådant som inte är bra för cellen, sådant som dödar den	Inaktiv
<i>Förinta cancercellerna</i>	Göra så att cancercellerna dör	Aktiv
<i>Bromsades upp</i>	Sakta ned hastigheten, eller helt stanna	Aktiv och inaktiv
<i>Biokemiska vägar</i>	Olika biokemiska sätt/reaktioner	Aktiv och inaktiv
<i>Geners uttryck</i>	Vilket protein resp. gen ger upphov till	Inaktiv
<i>En gen som hjälper cancerceller att överleva</i>	En gen som är gynnsam för cancercellens överlevnad	Aktiv

Viola

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Det genetiska fingeravtrycket</i>	Den delen av DNA som identifierar oss som individer	Aktiv och inaktiv
<i>Genetiska materialet</i>	DNA	Inaktiv
<i>Små genetiska skillnader... blir då plötsligt synbart</i>	Det som annars är ganska intetsägande blir plötsligt relevant (dvs. dessa små skillnader som utgör mindre än 99 % av vårt DNA)	Inaktiv
<i>Mäta längden på mikrosatellit</i>	Räkna kvävebaser? mikrosatellit	Inaktiv Inaktiv: Oklart exakt vad det är i sakledet som utgör denna "satellit"
<i>Områden</i>	Delar av DNA	Inaktiv
<i>Längdvärden</i>	Antalet kvävebaser hos dessa mikrosatelliter	Inaktiv
<i>DNA-profil</i>	De delar av DNA som tillsammans kan skilja olika individer åt	Aktiv och inaktiv
<i>Den genetiska koden</i>	NDA	Inaktiv
<i>Cellens kopiator</i>	Replikationsprocessens olika proteiner	Aktiv och inaktiv
<i>Räknar fel</i>	När denna kopiator inte fungerar som den ska	Aktiv
<i>Slarvar in eller bort en enhet</i>	Adderar/tar bort en eller flera kvävebaser	Aktiv och inaktiv
<i>korrekturläsare</i>	En av de enzym som är med i replikationen – kopieringen av DNA – kallas 3'-5' exonukleas vilket har en "korrekturläsare"-funktion.	Aktiv och inaktiv
<i>Då de kan innehålla ledtrådar</i>	Mikrovarianter kan innehålla egenskaper som kan ge information till forskaren om denna	Aktiv
<i>Gick ut på att titta på</i>	analysera	Inaktiv
<i>nedärvda</i>	Något som man får av sina föräldrar rent genetiskt.	Inaktiv

Rasmus

Bildled	Sakled	Kommentar
Ett bedragande sken	En situation som ser ut att vara på ett sätt men är på ett annat.	Aktiv
Syrefattig karaktär i syrerik miljö	Ett beteende som passar en organism som lever i en miljö med lite syre, men som i själva verket utnyttjar miljön som är full med syre	Aktiv och inaktiv
Blodkärl transporterar	Dvs. att blodkärlen för blodet framåt/tillbaka genom att kärlet agerar som en behållare	Inaktiv
Kontroll	Att tumörcellerna inte delar sig som gemene cell.	Inaktiv
En begränsad tillgång till syre	Det finns helt enkelt inte tillräckligt med syre – efterfrågan är större	Inaktiv
Anpassa sig	Cellerna ställer om sig till miljön för att kunna leva i denna, likt en människa gör i miljöombyten	Aktiv och inaktiv
Spara energi	Att energin omsätts på ett bra sätt eller används sparsamt	Aktiv
Bortprioritera energikrävande aktiviteter	Somliga processer får vara aktiva och andra, som i situationen inte är viktiga, stängs av	Aktiv
Omogna tillstånd	Åsytar det stadium en cell befinner sig i innan den är helt klar för att kunna sättas i bruk	Aktiv och inaktiv
Tumörceller... aggressiva och stridslystna	Celler som inte ställer sig i ledet och är som alla andra och betar sig som vanligt utan som verkar ”göra uppror” mot kroppens s.k. homeostas, balans.	Aktiv och inaktiv
Regleringsprotein/ reglering	Proteiner som kontrollerar en process så att den sker enligt plan och enligt angiven hastighet	Aktiv och inaktiv
Kartlägga HIF-2 α proteinets reglering	Visa hur HIF-2 α proteinet fungerar i neuroblastomceller	Aktiv och inaktiv
Ett visst regleringsprotein inte ’r boven bakom	Det protein som inte ger upphov till höga HIF-2 α -nivåer	Aktiv och inaktiv
måltavla	Något som utgör det som ämnas ”skjutas ned”	Aktiv
I jakten på att lösa gåtan	Forskningen som är väsentlig för att komma vidare och förstå hur tumörceller fungerar	Aktiv
Mystiska beteende	Syftar till att tumörcellerna i artikeln är underliga pga. deras bedragande sken.	Aktiv

William

Bildled	Sakled	Kommentar
Salinomycin – det tveeggade svärdet	Syftar på att salinomycin både är bra och dåligt för sitt syfte: dvs. att döda cancerceller	Aktiv

<i>Striden</i>	Eftersom cancer ibland är livshotande ser vi det något som kan förgöra oss och som vi därmed vill försöka bekämpa och övervinna – därav ”striden”	Aktiv
<i>Bekämpa</i>	Se ovan	Aktiv och inaktiv
<i>Rubba cellernas balans av olika joner</i>	Kroppen strävar alltid efter homeostas, dvs. en balans av de mesta som försiggår. Rubba balansen här menas alltså att förstöra den här homeostasen och sätta kroppens balans i gungning	Aktiv och inaktiv
<i>Av en viss jonbalans</i>	Åsytftar denna homeostas, se ovan.	Aktiv och inaktiv
<i>Vissa celltyper är känsligare än andra</i>	Att vissa celler reagerar på dessa balansrubbingar på ett värre sätt än andra	Aktiv och inaktiv
<i>Särskilt lättpåverkade</i>	Se ovan	Aktiv
<i>Nervsystem</i>	Det som utgör alla våra nervbanor	Inaktiv
<i>Känsliga för störningar i jonbalanserna</i>	Se ovan	Aktiv och inaktiv
<i>proteinnehållet</i>	Vilka proteiner som befinner sig i nervcellerna samt hur många av respektive.	Aktiv och inaktiv
<i>Utskott</i>	En beståndsdel av nervcellen som ser ut som en arm som sträcker sig ut från den, ett ”skott” som går ut från något	Inaktiv
<i>mirakelkur</i>	Något som ska bota cancer, och eftersom cancer än så länge är relativt svårbotligt ser man det helt enkelt som ett mirakel om ett sådant botemedel skulle framställas.	Aktiv

Ronja

Bildled	Sakled	Kommentar
<i>Upptäcka gener</i>	Att finna gener och kunna peka ut vilka som är inblandade i diabetes	Aktiv och inaktiv
<i>Spelar... en viktig roll</i>	Försöker beskriva det faktum att gener ibland är en stor del av en sjukdom och att dessa påverkar mer än miljöfaktorer	Aktiv
<i>Bromsa sjukdomsförloppet</i>	Sakta ned hastigheten eller avstanna sjukdomen totalt	Aktiv och inaktiv
<i>Reglera glukoshalten</i>	Kontrollera	Inaktiv
<i>Höjs blodsockret</i>	Beskriver att sockerhalten i blodet ökar och är större än den var tidigare	Inaktiv
<i>Ta upp glukos</i>	Absorbera eller uppta	Inaktiv
<i>Insulinets signaler</i>	Beskriver att insulin påverkar kroppens vävnader och att de vanligen bör upptäcka insulin i blodet	Inaktiv
<i>Genetisk information</i>	DNA	Inaktiv
<i>Reningsmetoden av DNA</i>	Att enbart få DNA när man har en lösning med DNA och andra ting	Inaktiv
<i>Tvätta bort</i>	Att sådant som inte är DNA avlägsnas	Aktiv och inaktiv
<i>Rent DNA</i>	Enbart DNA i en lösning	Aktiv och inaktiv
<i>Socker molekyler som sitter</i>	Att socker molekylerna på något sätt är	Aktiv och inaktiv

<i>ihop</i>	bundna till varandra	
<i>områden</i>	Olika delar av DNA åsyftas här	Inaktiv

Tuva

Bildled	Sakled	Kommentar
Telomerlängden bestämmer <i>livslängden</i>	Syftar till hur länge cellen får leva	Aktiv
<i>Ligger lagrad</i>	Syftar till att det som bestämmer denna livslängd är en del av DNA	Aktiv och inaktiv
<i>DNA-ändarna</i>	i.e. telomererna	Aktiv och inaktiv
Proteinerna som <i>reglerar enzymaktiviteten</i>	Proteinerna som kontrollerar telomeraset och hurdan detta fungerar	Inaktiv
<i>Ärftliga informationen</i>	DNA	Inaktiv
<i>Linjära strukturer</i>	syftar alltså till att kromosomerna är raka molekyler	Aktiv
<i>Yttersta ändarna</i>	telomererna	Aktiv
Att <i>skydda</i> det <i>proteinkodande...</i>	Syftar till att telomererna har som funktion att förhindra skador på DNA	Aktiv och inaktiv
Skett en <i>skada</i>	När en cell inte längre kan fungera som den ska	Aktiv och inaktiv
Cellens <i>inre klocka positioner</i>	Telomererna	Inaktiv
	Kvävebaser eller andra faktorer som avgör hur proteinerna Rap1 ska binda till DNA	Aktiv

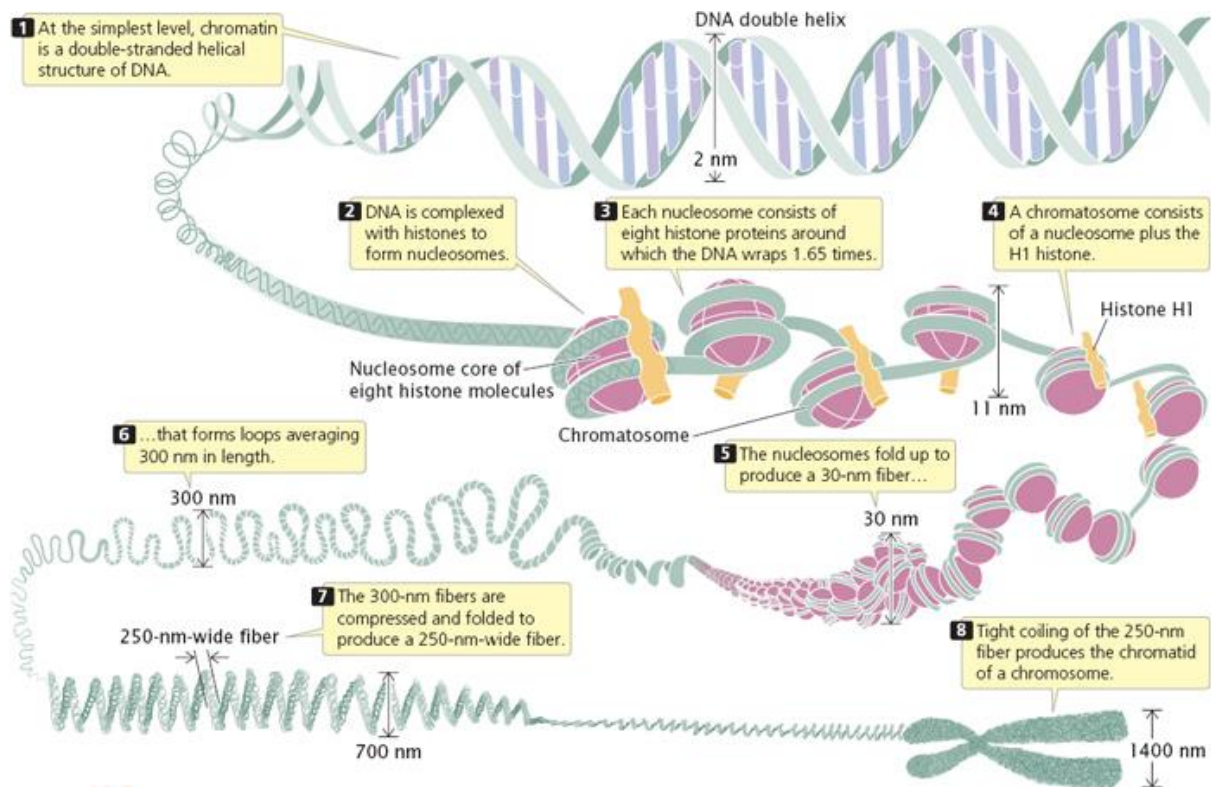
Jamie

Bildled	Sakleden	Kommentar
<i>Motoriska systemet</i>	Syftar till hjärnans och ryggmärgens mycket komplexa nätverk som sköter alla rörelser i kroppen	Inaktiv
<i>Verktyg för experimentella studier och sjukdomsmodellering i hjärnan</i>	Någonting som går att använda för att utvärdera Parkinsons sjukdom	Aktiv och inaktiv
<i>Vara associerad med en</i>	Det finns ett samband, något som hör ihop med något annat på något sätt	Inaktiv
<i>Förhöjd risk</i>	En större risk, mer sannolikt att	Inaktiv
Att <i>uttrycka</i> en gen	Att göra genen till protein på beställning	Inaktiv
Vid <i>kontrollerande nivåer</i>	Åsyftar att uttrycket av genen (ovan) kan styras av människan och att den bestämmer hur mycket/hur lite av den som ska uttryckas	Inaktiv
<i>Detekterbara nivåer</i>	Så pass mycket att det går att mäta med de mätinstrument som finns	Inaktiv

Victor

Bildled	Sakled	Kommentar
Vita blodkroppar inte <i>mognar</i>	Att de vita blodkropparna inte utvecklas tillräckligt och därmed inte får sin fulla funktion	Aktiv och inaktiv
Inte kan <i>slå ut</i> infektioner	Eliminera det okända som förstör kroppen	Inaktiv
Ett <i>okontrollerbart</i> sätt	Syftar till att cancerceller inte delar sig enligt plan och inte går att styra	Inaktiv
<i>Karakterisering</i> av en cancercelltyp	”förstå konstruktionen av cellens genetiska information”	Aktiv och inaktiv
Cellens <i>genetiska information</i>	DNA	Inaktiv
Vilka kromosomer som <i>fattas</i> och vilka det finns <i>extra kopior</i> av	Vilka kromosomer, av de 46 som finns, som inte finns eller som det finns för många av, jämfört med den ”normala” uppsättningen	Aktiv och inaktiv

Bilaga 3



Figur 1. Denna figur ska spegla resonemanget i uppsatsen vad gäller att DNA (och särskilt kromosomerna) ej är linjära, utan att de är väldigt "packade".

Scitable – by nature Education: 10 Januari, 2014:

http://www.nature.com/scitable/content/18847/pierce_11_5_large_2.jpg