

ACTA ACADEMIAE STROMSTADIENSIS

Aadu Ott & Erik Ott



**Den åttonde dagen.
Teknik, fysik & didaktik i
växelverkan med design**

No. V, AUGUSTUS MMXII

ISBN 978-91-86607-5-0

Den åttonde dagen

*Teknik, fysik & didaktik
i växelverkan med design*

*Aadu Ott & Erik Ott
IPD/GU*

Innehåll

INNEHÅLL	4
TILL LÄSAREN	6
KAPITEL 1. LÄRAREN ALBERT	7
FRÅN MAGI TILL VETENSKAP	7
FRÅN MIKROKOSMOS TILL MAKROKOSMOS	14
VAD ÄR MATERIA?	21
SOLKATTEN	27
MEKANIK TILL VARDAGS	31
VAD ÄR LJUD?	35
EL OMKRING OSS	40
PARTIKLAR, FÄLT OCH VÅGOR	46
VAD ÄR LJUS?	51
KOKA VATTEN MED URAN	57
KAPITEL 2. ALBERT OCH FORTBILDNING I TEKNIK	62
UPPGIFTEN	62
RÖDA GRUPPEN	62
BLÅ GRUPPEN	65
GULA GRUPPEN	68
GRÖNA GRUPPEN	69
VIOLETTA GRUPPEN	72
ALBERTS REFLEKTION OCH ANALYS	74
KAPITEL 3. ALBERT PÅ ETT PROTO SCIENCE CENTER	78
KAPITEL 4. ALBERT OCH LÄRARKANDIDATEN	86
TEKNIKLÄRAREN ALBERT	86
UPPGIFTEN	86
PROTOTYPTILLVERKNING	86
LÖPANDE BANDET	87
TEKNIKÄMNET	88
KAPITEL 5. ALBERT OCH TEKNIKEN KRING OSS	90
DIDAKTISKA OCH PEDAGOGISKA PERSPEKTIV	90
EXPERIMENTSTATIONERNA	95
KAPITEL 6. ALBERT PÅ SEMINARIUM	101
KAPITEL 7. ALBERT PÅ TEKNIKKONFERENS	105
ERFARANDE	105
DESIGN	106
FRAMTID	110
KUNSKAP – INFORMATION	112
POPPERS TRE VÄRLDAR	114
DESIGN & PRODUKTION	115
VISIONER?	118

DRÖMSAMHÄLLET _____	120
TEKNIK, DESIGN OCH KREATIVITET _____	121
TANKAR I TRAPPAN _____	125
KAPITEL 8. ALBERT OCH FRAMTIDENS DATORER _____	126
FRAMTIDENS DATORER? _____	126
AC - BC _____	126
FRAMTIDEN KOMMER MED SKUTT _____	131
KAPITEL 9. ALBERT I CYBERRYMDEN _____	133
KAPITEL 10. ALBERTS TANKEKORS _____	136
ORDLISTA _____	141
KAPITEL 11. LITTERATUR _____	154

Till läsaren

Den här boken syftar till att, med belysande exempel, ta Dig med på en färd genom vårt av naturvetenskap- och teknik påverkade, yttre fysiska och inre mentala, landskap.

Istället för att försöka överföra kunskaper i form av fakta, så inbjuds Du till att vara med på en *kunskapande* resa. Det är en resa som inte bara syftar till att ge kunskaper i ett ämne utan strävar, i lika hög grad, efter att ge insikter i hur ämnet teknik har utvecklats.

Reseledaren heter Albert. Han är utbildad lärare och arbetar företrädesvis som lärarutbildare. Men Albert undervisar även i fysik och teknik på grundskolan och i gymnasieskolan. Du får följa med på ett antal av hans turer genom den, av honom självupplevda, pedagogiska och didaktiska världen.

Under dessa kunskapande resor för Albert en dialogisk diskussion med sina elever om lärande. Det är en didaktisk diskussion om undervisning samt en reflekterande problematisering av teknikens väsen i vid bemärkelse.

Denna yttre och inre växelverkan tilldrar sig i olika dimensioner.

Diskussionen berör bl a filosofen Carl Poppers tre världar: Poppers värld nr 1 är **den yttre fysiska världen**; Poppers värld nr 2 är **den inre mentala världen** och Poppers värld nr 3 är **den värld som finns i böcker och databaser**.

Det kan också röra sig om kunskapande i: **Makrokosmos** dvs Universum där Einsteins relativitetsteori gäller, **vardagsvärlden** där Newtons lagar gäller eller **mikrokosmos** där kvantfysikens lagar gäller.

Det kan också gälla reflektioner om förhållanden mellan synen på fenomen i den **vetenskapliga världen**, i **skolans naturvetenskapliga värld** och i **vardagsvärlden**.

Utgångspunkt tas i didaktikens tre nyckelfrågor: **Vad** skall vi undervisa om?

Hur skall vi bedriva vår undervisning? **Varför** väljer vi just det stoffet?

Albert strävar genomgående efter att belysa förhållandet mellan kunskap, lärande och undervisning. Han vill skapa förståelse för övergång från ett statiskt produkttänkande till förmån för ett dynamiskt processtänkande.

Med hänsyn tagen till att våra elever under sina framtida levnadsbanor kommer att möta för oss okända problem och utmaningar, så är det inte tillfyllest med att enbart sträva efter att överföra traditionella kunskaper och värderingar.

Albert strävar istället efter att, i sin undervisning, försöka utveckla olika *förmågor* hos sina elever. Det är förmågan att analysera och lösa problem; förmågan att söka och bearbeta information; förmågan att kommunicera; förmågan till samspel och empati samt förmågan att bedöma processer och produkter.

Sammantaget kan man säga att boken strävar efter att anlägga ett forskande, dynamiskt och kunskapsutvecklande perspektiv. Det är ett perspektiv som syftar till att praktisk och beprövad kunskap skall kunna bringas i växelverkan med teorier om undervisning och lärande.

Kapitel 1. Läraren Albert

Från magi till vetenskap

Helga vaknar av att en solstråle på ett lekfullt och lite retsamt sätt faller in på hennes ansikte.

"En ny dag igen." säger Helga, halvt för sig själv. Hon har sovit djupt, men haft en märklig dröm om framtidens värld. Kanske var det kvällens TV program om vetenskapens utveckling och olika slag av mer eller mindre futuristiska tekniska tillämpningar som bearbetades i drömmen.

Hon frågade sig lite sömnigt och ofreflekterat: "Vad är det egentligen som säger att solen kommer att gå upp i morgon igen."

Troligen ställer hon sig inte precis den frågan. Inte för att det skulle vara ointressant, utan kanske för att hon är för sömnig. Eller för att hon tror sig veta svaret. Eller för att hon har lärt sig att inte bry sig om att ställa sådana frågor. Men låt oss emellertid antaga att Helga har ett oförstört barnasinne med en oförstörd och ohämmad nyfikenhet.

Helga är en flicka som verkligen vill veta *varför* olika fysikaliska fenomen förekommer runt omkring henne. En flicka som helt enkelt vill försöka få kunskaper som gör hennes fysikaliska och tekniska omgivning begriplig. En flicka som vill känna sig lika hemma på vår tids *teknotop*, som hennes förfäder i den mytiska forntiden hade gjort på sin *biotop*.

Nere vid frukostbordet sitter redan pappa och mamma. De är nymornade och fräscha på det där kläm-käcka och hurtfriska sätt som känns så påfrestande när man själv just har gnuggat sömnen ut ögonen.

Mamma har en kaffekopp i handen och håller morgontidning uppslagen framför sig. Hon studerar med stort intresse sidan med horoskop.

Pappa betraktar henne lite fundersamt: "Vet du, när jag flög med SAAB's senaste passagerarplan, 340-modellen, så fanns det ingen stolsrad med nummer 13. Tänk att man tar hänsyn till utslag av övertro t o m i modern flygteknik."

Mamma kommenterade och följde upp tankegången med orden: "Igår då jag körde hem så gick en svart katt över vägen framför bilen. På pin kiv struntade jag i att spotta tre gånger över axeln som man skall göra för att avvärja en olycka. Och tro mig eller inte, men när jag kom hem hade jag fått punktering!"

Helga lyssnar lite sömnigt och med ett halvt öra på deras samtal. De talar också om att gräva en brunn på landet. De undrar om de inte borde anlita en slagruteman. "Olssons gjorde det och de fann verkligen vatten på sin tomt."

Helga skakar på huvudet men orkar inte ta upp tråden. Lite ostrukturerade tankar om sambandet mellan vetenskap och ovetenskap far genom hennes huvud. Hon ids emellertid inte fullfölja tankarna.

Efter maten tar fram Helga sin gamla cykel och cyklar till skolan. Hon stannar vid ett rött trafikljus: "Måtte det slå om!" tänker hon. Just som hon tänkt tanken färdigt, slår det om till grönt. "Kan man verkligen påverka något med tankekraft?" Funderingen fullföljs inte heller nu, utan hon skyndar vidare.

I skolan skall de ha sin första lektion i ämnet fysik. Alla eleverna i klassen förväntar sig att ämnet kommer att bli svårt. De skulle helst vilja slippa fysiken helt och hållet. Till råga på eländet skall de få en ny lärare som ingen vet något om. Alla fruktar det värsta. Magistern heter visst Albert eller nåt sånt.

När de kommer in i klassrummet möts de av en ung lärare, som mycket riktigt presenterar sig som Albert. Han ser glad och käck ut. Det ljusa håret står lite på ända och han är ledigt klädd i blåa jeans och har en storrutig skjorta. Lite av missmodet inför ämnet försvinner.

Albert genomför ett kort upprop och konstaterar att alla är närvarande. Sen förklarar han, lite illmarigt, att han med hjälp av elevernas födelsedata och ett avancerat datorprogram, har skrivit ut ett horoskop för var och en av dem. Han tänker dela ut de personliga horoskoperna till var och en av dem. Han ber eleverna att noga läsa igenom horoskopet och inte visa det för någon av kamraterna eftersom det är högst personligt. Han ber dem att anteckna på en lapp hur de tycker att uppgifterna i horoskopet stämmer in på dem: "Lämna in lapparna sen."

Helga läser med spänning, men med ett stilla tvivel i sitt sinne, det horoskop som Albert har delat ut. Med stigande förundran finner hon att horoskopets förutsägelser, på ett påfallande bra sätt, stämmer in på hennes liv och upplevelser. När hon ser sig omkring i klassrummet finner hon att många av kamraterna också nickar instämmande.

Helga antecknar "ganska bra" på lappen och lämnar in sin lilla lapp med anteckningen. OK, Horoskopet stämde ju.

Albert gör en snabb sammanställning av resultatet och antecknar på tavlan vad eleverna ansåg om horoskopet. Det blev överväldigande positiva omdömen.

En elev frågar vad det var för datorprogram som fungerade så bra. Albert ler mångtydigt. "Byt ditt horoskop med bänkgrannen!" säger han lakoniskt.

Alla byter och strax utbreder sig ett allmänt fnitter i klassen. Alla hade fått samma horoskop! Det stämde ändå in på alla!

Albert förklarar: "Det gäller bara att man skriver på ett övergripande och allmänmänskligt sätt. Undviker man bara att vara konkret och överlåter tolkningen till läsaren, så kan man bli en bra horoskopförfattare."

Albert fortsätter lite illmarigt: "Skulle inte horoskopet stämma riktigt så kan det ju bero på att, sen astrologin utvecklades för många tusen år sedan, så har jordaxelns lutning ändrat sig lite i förhållande till ekliptikan där stjärnbilderna finns. Man skall egentligen utgå från att ens horoskop står i stjärntecknet före ens eget. Denna ändring känner emellertid astrologerna i gemen inte till."

För att styrka sitt påstående tar Albert fram en liten "pirre" och låter den snurra på katedern. Mycket riktigt, dess axel utför en roterande rörelse.

"Jordklotet är en likadan, men större snurra. Om några tusen år kommer jordaxeln att peka mot en helt annan stjärna än polstjärnan, som heter "Stella Polaris". Den nya stjärnan kommer då att bli vår nya polstjärna."

Albert blir allvarlig igen: "Ordet astrologi kommer av de latinska orden *astra* för stjärna och av *logos* som betyder ord eller att tala. Astronomi kommer av *astra* för stjärna och av *nomos* för mätning. Om nu, som astrologerna framhåller, stjärnorna pratar till oss, så anser vi fysiker emellertid att de bara pratar smörja. Det finns ingen av oss känd mekanism som förbinder människorna med stjärnorna. Om det nu skulle vara så att gravitationskraften från någon planet skulle vara med i den processen, så måste man, enligt astrologerna, noggrant ta reda på planeternas lägen i födelseögonblicket. Då överskuggar emellertid förlossningsläkarens eller barnmorskans placering i rummet all eventuell påverkan som avlägsna himlakroppar möjligen skulle kunna utöva. Det är bara att räkna ut den kraftverkan som dessa utövar med hjälp av Newtons fjärde lag."

Sedan placerar Albert en liten vickande papperscylinder, som med en nål balanserar på en kryddbuk av glas, på katedern.

"Detta är en *PSI-motor*," säger han. "Det finns människor som tror att man kan påverka en sådan motor med hjälp av tankekraft. Låt oss göra ett experiment. Högra delen av klassen koncentrerar sig på att med tankens kraft försöka få motorn att snurra medsols. Den andra delen av klassen får försöka få motorn att snurra motsols. Vi får se vilken del av klassen som är bäst på att koncentrera sig."

Eleverna ser undrande ut, men gör som de blivit tillsagda. Helga försöker koncentrerar sig allt vad hon kan. Hon försöker att med tankens hjälp tvinga tingesten att snurra medsols. Plötsligt rör den sig, men motsols. Strax efter det att Helga koncentrerat sina tankar ännu mer, byter snurran riktning. Den snurrar fram och tillbaka. Det ser ut som om det skedde en riktig, och inte enbart mental, dragkamp mellan klasshalvorna. Till slut vinner den grupp som kämpade medsols.

Alla pustar ut. Det är jobbigt att koncentrera sig maximalt! Albert visar hur tingesten är konstruerad. Den består av en papperscylinder som är ca fem cm i diameter och ca tio cm hög. En rak pappersremsa har stuckits igenom en springa nära toppen. I remsan har Albert stuckit in en synål. Cylindern är upphängd så att den kan röra sig kring anläggningsytan mellan nålen och en glasyta. Friktionen är så gott som upphävd förklarar han.

"Vad tror ni att det var som påverkade cylindern? Var det era tankar eller var det kanske något annat?"

Eleverna funderar. Det föreföll ju ha varit tankarna. Men är det alldeles uteslutet att inget annat kunde ha påverkat rörelsen? De ser sig omkring i rummet.

Helga föreslår att det kan finnas svaga luftströmmar i salen som kan få tingesten att snurra oberäkneligt.

"Hur kan man testa den hypotesen?" frågar Albert.

"Ställ snurran någon annanstans, exempelvis i ett glasskåp." föreslår Linda. "Gör om experimentet. Tankekraft borde väl kunna gå igenom glaset, medan luftdrag inte kan påverka cylindern då den står inne i skåpet."

Albert nickar uppskattande och utvecklar diskussionen vidare: "Vad tror ni att det är som kännetecknar naturvetenskapens eller teknikens väsen?"

Efter en stunds diskussion kom klassen fram till ett antal förslag som Albert antecknade på tavlan: Resultaten skall vara prövbara. Experimenten måste hänga ihop med en teori. Man måste kunna upprepa försöken på olika ställen på jorden.

Albert delar sedan ut korta bitar av ståltråd till eleverna. Trådarna är ca 40 cm långa. Han har böjt dem i 90 graders vinkel.

"Det här är så kallade *L-detektorer*. Det finns människor som anser att man, med hjälp av en sådan konstruktion, kan finna kraftlinjer som går mellan exempelvis fornlämningar i öst-västlig riktning. När man använder detektorn håller man den löst i handen så att de böjda bitarna är horisontella. Då man träffar på en kraftlinje kommer den horisontella delen att slå ut och ställa in sig i kraftlinjens riktning. Prova och undersök om ni kan finna någon kraftlinje."

Det går inte lång stund förrän Helga känner, då hon går omkring i rummet med *L-detektorn*, hur *L-detektorn* slår ut. Hon gör om försöket. Hon får utslag igen. Hon tittar undrande och kritiskt på den enkla apparaten. Den är tydligen mycket känslig för hur man håller händerna. Minsta lilla rörelse i sidled resulterar i ett utslag.

Hon kallar på Albert och visar vad hon kommit fram till. De diskuterar i vad mån det kan röra sig om självsuggestion eller något annat. Som fysiker och tekniker är naturligtvis Albert mycket kritisk till att dessa effekter skulle ha något att göra med hittills oupptäckta kraftfält.

Albert framhåller att en viktig del av fysikens väsen är att fysiker under årtusenden har ackumulerat ett omfattande kunnande om skeenden i naturen. Det är

ett kunnande, som inte tillåter några effekter som inte kan förklaras utgående från kända och väldokumenterade naturlagar.

"Vetenskapsmännen vet naturligtvis inte allt, men dock väldigt mycket. Den naturvetenskap som uppstod i antikens Grekland byggde på tanken att *naturen var begriplig för människans förnuft*. Den tanken har sedan dess fungerat som en ledstjärna för vetenskapsmän genom tiderna. Därför tror fysiker varken på astrologer, slagrutemän eller magiker. Vi vill alltid känna till *mekanismen* bakom ett fenomen."

Albert fortsätter: "Vi har ännu inte kunnat påvisa ett enda övernaturligt fenomen. Det är ofta som magiker och andra trollkarlar säger sig besitta övernaturliga krafter och förmågor. Dessa förmågor har dock aldrig, jag betonar aldrig, kunnat visas fungera inför kritiska fysiker som nog har kunnat kontrollera magikernas förehavanden. Magikerna handlar oftast i akt och mening att bedra okunniga och godtrogna."

"Vad är det nu som kännetecknar teknik?" Albert slungar ut frågan till eleverna. "Vad tycker ni att det finns det för likheter eller skillnader mellan teknik och naturvetenskap? Skulle man kunna tänka sig att kunna utveckla modern teknologi med hjälp av magi, t ex i form av slagrutor och dylikt?"

Klassen funderar lite och kommer med olika kommentarer som Albert sammanfattar:

"Det är bara på naturvetenskapligt kunnande som modern teknik har kunnat utvecklas. Såväl i vårt lands tidigare historia som i vissa andra länders har ett annat slag av kunskap om fenomen i naturen utvecklats. Den har i viss mån kunnat fylla lokala behov, men aldrig kunnat hävda sig relativt modernt naturvetenskapligt tänkande, kunnande eller vetande. Kriteriet att pröva naturvetenskap och teknik mot, är att kontrollera om det fungerar i vår omvärld. Den västerländska tekniken har i alla bemärkelser visat sig vara överlägsen all annan form av teknik. Modern teknik bygger på att man skall kunna upprepa och kontrollera ett experiment. Man skall inom tekniken kunna förutsäga och bemästra fenomen och skeenden i naturen. Vetenskapen däremot sammanfattar sitt kunskapsinnehåll i teorier. Väl att märka, en teori blir inte mer sann för att man finner ytterligare belegg för den. Man kan exempelvis lägga fram teorin om att alla svanar är vita. Teorin blir inte sannare av att man finner fler vita svanar. Om man däremot går till Bockemossen i Partille så finner man där, i en damm, en vacker och graciös svart svan. En enda observation, som strider mot teorin om att alla svanar är vita, kullkastar således teorin."

Helga tar upp tråden: "Är det säkert att solen går upp i morgon? Egentligen inte om man följer Alberts resonemang. Bara för att solen har gått upp en massa morgnar tidigare, så är det väl inget bevis för att solen skall gå upp i morgon igen."

Albert nickar gillande och fortsätter: "Teorier förefaller för många att vara väldigt abstrakta, teoretiska och oanvändbara. *Men finns det egentligen något som är mer praktiskt än en bra teori!* Teorin kan sammanfatta och bidra till att skapa mening i en omvärld som är fylld av en förvirrande mängd fenomen och intryck. Själva ordet kommer från det latinska ordet "theoria" som har innebörden "åskådande". Man kan företälla sig att man med hjälp av teorin liksom står på en kulle och blickar ut över ett landskap."

Albert visar en OH-bild med texten:

*Vetenskapen är uppbyggd av fakta
liksom ett hus är uppbyggt av tegelstenar.*

*Men en hög tegelstenar utgör lika lite ett hus
som en hög fakta en vetenskap.*

H Poincare

Helga tänker vidare: "Det där med solen. Det är ju fastslaget att jorden kretsar kring solen samtidigt som den snurrar runt kring kring sin egen axel. Jag tror nog att solen går upp i morgon också. Jag vill emellertid basera denna slutsats på mer än enbart observationer av tidigare soluppgångar. Jag vill ha något slag av teori för det som finns bakom det fenomen som jag observerar med mina sinnen."

Albert fortsätter: "Jag hoppas att ni kan uppleva fysikämnet intressant och stimulerande för såväl fantasin som känslan. Inom fysiken kan vi ställa frågor till naturen genom att utföra olika slag av experiment. Ju klyftigare frågor vi ställer, dvs ju mer sofistikerade experiment som vi gör, desto klyftigare svar får vi: *Som man ropar får man svar!*"

Albert växlar in på ett annat spår och talar om fysikens anknytning till teknik:

"Vi skall också under kursens lopp studera hur fysikaliska lagar och samband som vi finner, får sin tillämpning inom tekniken. På engelska talar man om *"concepts in context*. Det betyder helt enkelt att man försöker att sätta in fysikens begrepp i något slag av sammanhang. I vårt fall kommer vi att söka efter tillämpningar och sammanhang inom ämnet teknik. Vi skall fortlöpande fundera över hur framsteg inom fysiken, genom tillämpningar inom tekniken kommit att påverka samhället. Men kom ihåg att teknik inte är detsamma som praktisk tillämpning av fysik. Teknikens väsen är att lösa problem, medan naturvetenskapens uppgift är att förklara fenomen."

Albert släpper ämnet för att åskådliggöra några koppling mellan naturvetenskap och teknik: "Vet ni förresten varför vi har blåljus på våra utryckningsfordon? Det är en kvarleva från andra världskriget. Blått ljus är det ljus som syns sämst från luften. Det gjorde det svårt för piloter i anfallande flygplan att utryckande ambulanser och brandbilar."

Albert beskrev den snabba tekniska förändringen som alla var medvetna om:

"Det är faktiskt så att en teknisk innovation som är bättre än det vi har idag får genomslag mycket snabbt. Kassetbandet har nästan helt försvunnit till förmån för CD-skivan. Videobandets dagar är också räknade, nu när man kan bränna egna DVD-skivor. När det gäller bilar så är kolvmotorn det bästa vi har. Hittar någon på något bättre så försvinner kolvmotorn direkt. Flyget är ett annat bra exempel. Jetmotorn konkurrerade ut propellerframdrivningen nästan över en natt."

Efter det kan inte Albert låta bli att provocera klassen lite, genom att säga något om grunderna för lärande: "Kom också ihåg att jag inte kan lära er någonting."

Albert ler lite mångtydigt. Klassen hajar till. "Men om ni vill lära er något så kan jag vara er till stor hjälp. Det är ni som lär. Det är ni som själva enskilt och tillsammans konstruerar er egen högst privata kunskap. Min uppgift är att försöka se till att ni har en intressant och stimulerande miljö att kunskapa i. Jag vill försöka visa hur begrepp, helheter och strukturer tjänar till att ge mening åt det som vi observerar och upplever. Ty: *Vi ser inte bara med våra ögon - vi ser med våra teorier*. De fakta som vi väljer att observera beror på och väljs ut genom de teorier som vi använder."

Albert har en käpphäst – man skall inte bara lära för skolan utan för livet:

"Jag är medveten om att ni inte enbart lär och skaffar er kunskaper genom att vara i skolan. Ni måste skaffa er en bred kunskapsbas som är användbar i vardagslivet och i ert liv som medborgare i ett tekniskt avancerat samhälle. Därför är det viktigt att vi tillsammans försöker utveckla ett kunnande som gör att ni kan förstå skeendet i vardagslivet på ett så funktionellt sätt som möjligt. Jag är väldigt glad om ni alla aktivt deltar i denna gemensamma kunskapsutveckling."

Albert plockar fram en tingest som ser ut som en lins. Den är gjord av blå plast. Han lägger den på arbetsprojektorn och ger den en puff, så att den börjar snurra. Det visar sig att den bara vill snurra åt ena hållet. Det ser egendomligt ut: "Har tingesten en egen inneboende vilja så att den bara vill snurra åt ett enda håll?"

"Här har ni ett fenomen som ni nog inte kan förklara på ett enkelt sätt. Men inte behöver vi väl dra in något övernaturligt väsen för att förstå föremålets uppträdande?"

Albert delar ut ett antal liknande föremål i klassen och alla testar deras funktion. Snart duggar olika förslag till varför prylen bär sig åt som den gör. Eleverna ber Albert att tala om det rätta svaret.

Albert svarar: "Det är diskussionen som är viktig. Alla era förslag är viktiga. Försök att ställa upp hypoteser som ni kan testa experimentellt. Det ni sysslar med just nu är kunskapande, forskning eller producerande av ny kunskap. Om jag talar om svaret för er, så blir det bara ytterligare en sak att komma ihåg. Forskning är absolut inte ett enkelt och rätlinjigt faktapluggande. Tror ni verkligen att ni i framtiden bara kan förlita er på det som ni har pluggat in? Tag istället vara på vägen till kunskap. Processen. Den kan ni tillämpa på många andra fenomen omkring er. Vår tekniska värld är full av möjligheter till undersökningar och studier. Det finns många sk svarta lådor kring er. Försök att öppna så många som möjligt för att inte bara studera föremålet mekaniskt utan även mentalt. Hur fungerar föremålet? Vad är det för mekanism som styr det? Framförallt: ställ alltid en *varför-fråga*. Att fråga sig *varför* är just att forska. Forskning utgår alltid från *varför-frågan*."

Albert fortsatte: "Jag kommer att tänka på en romersk filosof som hette Seneca. Han sade: *Man lär sig för skolan och inte för livet!* Till saken hör att Seneca sedermera tvingades till att begå självmord av sin tidigare elev. Kejsaren Nero. Jag skulle vilja ha som målsättning för vår verksamhet här i klassen att försöka leva efter en omvändning av Senecas yttrande: *Man skall lära sig för livet och inte för skolan.*"

Albert avslutar lektionen: "Ni får i läxa till nästa gång att ta reda på och sammanställa den magi och övertro som ni kan finna omkring er i ert vardagsliv. Det vore roligt om var och en av er försökte skriva ihop en A4 sida om det. Intervjua gärna någon ur den äldre generationen!"

Helga kände hur hennes fördomar om vetande och vetenskap hade skakats om i sina grundvalar. Fanns det inte några fasta kunskaper? Var allt i förändring? Hon mindes några rader av poeten Karin Boye: "*Det är vägen som är mödan värd.*"

Albert reflekterar

Efter lektionen satte sig Albert ner och funderade över det som han och klassen hade gått igenom: Vetenskap eller ovetenskap, ja, vad skall man framhålla? Ordet *vetenskap* har ju en speciell emotionell laddning. Ordet *vetenskap* inger auktoritet. Ett utlåtande av en forskare eller professor är något som vi sätter stor tilltro till. När man pratar om att något är *vetenskapligt bevisat* så invaggas man i en trygghet om att detta är helt sant. Det måste vi emellertid ifrågasätta. Är det verkligen så? Världen är full av falska profeter. I många fall används också uttrycket *vetenskap* slarvigt och i en del sammanhang används den vetenskapliga auktoriteten på ett tvivelaktigt eller felaktigt sätt.

En journalist arbetar ofta med spekulationer och kan ha ett förutbestämt mål med sin text. För att få auktoritet för sin artikel kan journalisten ta hjälp av en forskare som kan bekräfta att det finns viss sanningshalt i texten, för att på så sätt få det att verka som om det är vetenskapligt.

I reklamen förekommer även akademiska- och vetenskapliga auktoriteter. Ett klassiskt exempel är när man vill marknadsföra en ny mirakelprodukt. Då låter man en läkare eller professor uttala sig i annonsen. Dock brukar det inte framgå vid vilken avdelning eller institution som läkaren eller professorn arbetar. Rent teoretiskt kan en professor i historia, mot betalning, uttala sig positivt om ett bantningspreparat. Om det exempelvis på ett kosmetiskt medel står att det är allergitestat så säger den utsagan ju inget alls om hur testet utföll!

Logiskt eller ologiskt? Logiken är också en viktig komponent i vetenskapande. Är resultatet logiskt, och rimligt. Människan har exempelvis i alla år fascinerats av liv på andra ställen än på jorden. De senaste forskningsrönen från USA och deras Marsrobotar påvisar att det har varit ett fuktigt klimat på Mars. Det kan mycket väl för länge sedan ha kunnat finnas något slag av liv där.

Det finns människor som hävdar sig ha sett och även haft närbild med föremål eller individer från främmande och avlägsna himlakroppar i rymden. Men med ganska enkel matematik kan man konstatera att en resa hit från en planet i vårt närmaste solsystem, som kanske finns kring stjärnan Alfa Centauri, skulle ta tusentals år. Mer fakta behövs inte för att konstatera orimligheten i besök från andra solsystem. Vilken typ av liv som funnits på Mars vet vi inte, men vi vet i varje fall att det var mycket länge sedan något liv existerade där. Att vi, nyligen, skulle ha fått besök på Jorden från Mars är således uteslutet, eftersom en resa med dagens teknik skulle ta ett flertal år. För 10-20 år sedan fanns det i varje fall inte något liv där.

Albert funderade också lite över sambandet mellan kunskap och information. Han hoppades att han med sina olika exempel hade förmått skapa en kritisk och analyserande attityd till den information, som i enorm mängd omger oss nuförtiden. Han hoppades också att han, utan att direkt påpeka det hade kunnat belysa skillnaden mellan kunskap och information. Information utgör råvaran till kunskap. Kunskap behöver en mänsklig bärare. Det är därför som en människa alltid aktivt måste konstruera sin egen kunskap. Själva ordet kunskap består av två led: kunna och skapa. Man skapar sin egen kunskap.

Albert funderade också över vad lärande var. Det fanns många olika teorier om lärande. Det senaste som han hade hört var att lärande inte var något annat än en förändring av kopplingarna mellan cellerna, neuronerna, i hjärnan. Dessa kopplingar kallades för synapser. Så lärande kunde betraktas som utveckling av synapskopplingar.

Från mikrokosmos till makrokosmos

Lektionen med den nye fysikläraren Albert hade satt sina spår i Helgas sinne. Klassen hade varit lite blandad i sina omdömen om honom. En del tyckte att han skulle hålla sig till det som var känt och sant ifråga om kunskap om natur och teknik. Han borde helt enkelt tala om hur det i själva verket förhöll sig. De tyckte att det var jobbigt att tänka själva. De var ju vana vid att plugga in fakta. Skulle de nu, till råga på allt, behöva konstruera sin kunskap själva? Det är väl ändå läraren som skall lära ut! Läraren skall veta precis hur saker och ting hänger ihop! Är det inte hans jobb att lära ut?

Andra hade sett lite undrande och konfunderade ut. Några hade tyckt att den här fysiken och dess koppling till tekniken kunde vara intressant. I och för sig så var förväntningarna på ämnet i ett absolut bottenläge. Vad som helst som erbjöds skulle tas emot tacksamt. Det kunde inte bli värre än vad de väntade sig. Det är ju betygen som är det viktigaste – kunskaperna kommer i andra hand.

Några frågade sig, kanske efter att ha talat med sina föräldrar, om det verkligen var så viktigt att se på tekniska tillämpningar. Vad tjänade det till att göra olika slag av anknytningar till det som skedde i samhället? Så hade det ju inte varit på föräldrarnas tid.

Var det inte viktigare, som man alltid hade gjort tidigare, att bara lära sig fakta, formler och metoder för att kunna lösa olika slag av problem som gavs på prov? Tar det inte bara en massa tid om man skall diskutera olika slag av tillämpningar?

Men andra elever argumenterade för att det var väsentligt att få sådana insikter i naturvetenskap och teknik, som kunde vara användbara senare i livet. De problem som man möter i livet liknar sällan de problem som man får på prov. Kanske skulle ett sk vetenskapligt förhållningssätt kunna vara av värde?

Klassen kunde inte enas om annat än att ge Albert en andra chans.

Helga hade själv haft svårt att somna på kvällen efter den första lektionen. Tankarna snurrade runt i hennes huvud på ett okontrollerat och okontrollerbart.

När hon till slut somnade drömde hon att hon for i ett rymdskepp rakt ut från jorden, med en hisnande fart. Hon snuddade vid en förfärlig tanke: Om hon åkte rakt ut - skulle hon vid universums ände till slut kollidera med en vägg? Hade universum någon ände? En förbudsskylt som hon susade förbi sade att det rādde hastighetsbegränsning i rymden: 300 000 km/sekund. Från långt håll såg hon tillbaka mot solsystemet med dess planeter som snurrade kring en central sol. Hon kände igen den blåa planeten, som var hennes kosmiska hem. Hon såg den tunna hinnan av livgivande och skyddande atmosfär.

En tanke som dröjde sig kvar efter det att hon vaknat var: "Är universum en stor maskin - eller en tanke?" Finns vi egentligen på riktigt, eller finns vi bara i något övervärldslig sinne? Ungefär som om vi existerade som något slag av programsnuttar i en virtuell värld.

Strax efteråt hade hon blivit väldigt liten. Hon kastades in i atomernas värld. Hon tumlade omkring bland atomkärnor och elektroner. Hon såg hur atomerna och elektronerna i sin tur föreföll bilda små solsystem. När hon tittade närmare efter så försvann elektronerna. Andra elektroner föreföll att materialiseras ur något slags sannolikhetsvågor. Flipperspel rasslade....

En skäggig äldre herre, som hon vagt tyckte att hon kände igen, satt och spelade tärning...

Hon mer anade än upplevde att i denna värld härskade andra lagar än dem som hon var van vid i sin vardagsvärld. Hon såg hur elektronerna rörde sig på ett

slumpmässigt sätt. Ibland var de vågor och ibland partiklar. Hon passerade genom ett rum där en lång och gämlig man med glasögon höll på att stoppa ner en blå siamesisk katt i en låda...

Strax efteråt sögs hon in i ett svart hål och spottades ut igen ur ett vitt hål. Hon befann sig i ett jätteuniversum med mängder av stjärnor som bildade ett stort system som uppgick i ett ännu större...

Helga hörde svagt hur väckarklockan ringde. Med sömndruckna minnesbilder av ett gigantiskt universum, blandat med bilder från atomernas mikrovärld, tumlade hon ut i vardagsvärlden.

Helga var mer tankfull än vanligt vid frukosten. Hon höll ögonen vidöppna för att inte förlora den trygghet som vardagsvärlden innebar för henne. Hon ville inte drunkna i universums enorma djup eller villas bort i atomernas slumpvisa dans. Hon ville fortsätta att vara Helga i en trygg vardagsvärld. På ett påträngande sätt återkom hennes tankar till att hon själv bestod av atomer i en värld där slumpen härskade. Hon kunde inte heller bortse från att hon levde på en liten planet, stort som ett gruskorn, i ett universum som kanske var utan ände.

Efter frukosten tog hon cykeln och cyklade till skolan. Kunde Albert hjälpa till med att reda upp begreppen?

Eleverna hade inför denna fysiklektion något högre förväntningar än sist.

"Har ni några frågor som anknyter till fysik eller teknik?" undrade Albert med ett oskyldigt leende.

Helga passade på tillfället, berättade om sin dröm. Hon frågade hur det egentligen hängde ihop med atomernas värld och med universum: "Hur ser det ut långt ute i universum? Hur kan vi egentligen veta något bestämt?"

Albert såg lite överraskad ut: "Det är inga lätta frågor som du ställer. Jag hade tänkt mig att kursen i sin helhet skulle leda fram till svar på frågor av det här slaget. Men det kanske inte är fel, om vi på ett övergripande sätt, redan nu, pratar om dessa frågor. Det är ju frågor av det slag som människor i alla tider har ställt sig. Det är också viktigt att vi alla har en uppfattning om vår värld som överrensstämmer med moderna vetenskapliga rön. Våra intryck i vardagen är inte på något sätt logiskt och linjärt uppställda. Det är i huvudet som vi integrerar kunskapen. Jag kan väl börja med att citera hur diktaren och författaren Alf Henriksson på ett lekfullt sätt besvarar din fråga om universums utseende."

Albert citerade ur minnet en kort dikt:

*Universum är antingen utan ände,
vilket verkligen vore ett stort elände,
eller också är världsalltet oändligt men krokigt,
vilket också verkar ovanligt skevt och tokigt.*

Albert fortsatte: "Vi kan, som en lämplig arbetshypotes, dela upp världen i tre områden inom vilka helt olika lagar råder. Först har vi vår vardagsvärld. Här kommer vi främst i kontakt med Newtons lagar inom mekaniken och Maxwells ekvationer för den elektromagnetiska strålningen. Dessa lagar ligger till grund för vår teknik såväl vad bilar som mobiltelefoner anbelangar. Så det är inte dumt att känna till dem. I alla tekniska konstruktioner kan vi på ett genomgående sätt känna igen dessa lagar. De tjänar till att ge enhet åt den mångfald av fenomen, som vi har att handskas med. Genom att känna igen deras tillämpningar kan vi känna oss som hemma i det stora tekniska landskapet."

Han berättar vidare: "Om vi däremot går in i mikrokosmos, eller som vi också kan säga, atomernas värld, så kommer vi att träffa på helt andra lagar. Där visar det sig, som Helga drömde, att sannolikhetslagar gäller. Inne i atomernas värld pågår ett slags evigt tärningsspel där ingen kan veta utfallet. Om vi å andra sidan ger oss ut i universum kommer vi att möta en värld som kännetecknas av höga farter. Vi upplever också att tiden varierar med farten. Det strider helt mot våra erfarenheter från vardagsvärlden."

Albert tar fram och placerar en tinst på arbetsprojektorn: "Vi kan börja med att göra en jämförelse mellan föreställningar av hur krafter verkar i vardagsvärlden och hur krafter verkar i universum."

Albert håller två kulor och släpper dem. De rullar mot varandra. Sedan placerar han en av kulorna i mitten och puffar till den andra så att den beskriver en cirkulär bana kring den första kulan.

Albert berättar: "Om den kände fysikern Isaac Newton som levde på 1600-talet hade sett experimentet hade han sagt att det är attraherande krafter som verkar mellan kulorna. Krafter som vi på jorden identifierar med jordens dragningskraft och i världsrymden med den kraft som styr och håller kvar planeter och himlakroppar i deras banor. Newton var egentligen den person som förde upp fysiken från jorden till himlen. Han fann på matematiska grunder att de lagar som gällde på jorden också gällde i det då kända universum. Han föreställde sig att universum fungerade som ett stort urverk.

Albert citerade en dikt skriven av en till Newton samtida författare:

*Nature and nature law
lay hid in night
God said, let Newton be
and all was light*¹
Alexander Pope

Om man har ett urverk så måste det emellertid också finnas en urmakare... Newton hyste, så vetenskapare han var, en stark religiös tro. Så trots att Newton med sina fyra mekaniska lagar på ett fysikaliskt sätt kunde förklara hur naturen fungerade så kunde han inte släppa sin tro på ett av gudomlig påverkan styrt universum.

Newton var en övergångsgestalt i naturvetenskapligt hänseende. Hans insatser visar också på den styrka som tidigt inlärd föreställningar har på en människas sinne. Newtons föreställning om en inneboende attraktiv kraft i materien är vid en kritisk granskning heller inget annat än ett slag av magi. Det var hans samtida kollegor bland vetenskapsmännen inte sena att påpeka.

En forskare har konstaterat att det enda Newton åstadkom med sin lag om attraktionskrafter mellan kroppar i rymden, var att han flyttade de änglar som förr ansågs puffa på planeterna i deras banor nittio grader så att de nu puffade planerna inåt istället.

Här ser vi hur metafysiska föreställningar, föreställningar om orsaker till skeenden som inte kan förklaras fysikaliskt, är framträdande. Det väsentliga med Newtons lagar var emellertid att de, på ett matematiskt korrekt sätt, kunde beskriva skeenden i naturen. Man kunde med hjälp av dem förutse och bemästra olika skeenden. Man kunde emellertid inte på ett fysikaliskt sätt förklara varför det som

¹ Översättning: Naturen och dess lagar var dolda i natten/Gud sade låt Newton komma och allt blev uppenbart.

skedde verkligen ägde rum. Newton var väl medveten om detta och framhöll: "Jag ställer inga hypoteser."

Den person som förde vidare tankarna om krafter i universum, var fysikern Albert Einstein som levde och verkade på 1900-talet. Om Albert Einstein istället hade sett experimentet med kulorna så hade han troligen sagt: "Det finns ingen hemlighetsfull dragningskraft eller gravitationskraft mellan två föremål."

Albert citerade en dikt som skrevs ca 300 år efter Popes dikt

The devil howling "Ho"
*Let Einstein be, restored the Status Quo*²
Squire

Albert viftar med tingesten som han hade lagt på OH-projektorn. Den visade sig vara ett buktigt urglas: "Det är en modell som åskådliggör vetenskapens föreställning om att universum är krökt. Einstein lade fram teorin om att massan hos en himlakropp i rymden kröker rymden kring himlakroppen. I denna krökta rymd, rör sig de andra himlakropparna. Solen kröker exempelvis rymden kring sig och i den krökta rymden, som då ser ut liksom en tratt, rör sig jorden runt solen, som på spår."

Helga knyter an: "Är hela universum således krökt kring sig själv eftersom massa ju kröker rymd?"

Albert svarar: "Ja, det är så vi numera föreställer oss universum. Nu är det bara så att enligt den teori som förklarar skeendet i universum, den allmänna relativitetsteorin, är rummets tre dimensioner förenade med tiden till en fyrdimensionell rumtid. Det som kröks är den fyrdimensionella rumtiden. Detta är inte lätt att beskriva utan att använda matematiska hjälpmedel. Teorin säger att universum ser ut som en boll i den fyrdimensionella rumtiden. En boll har begränsad storlek, men har själv inga gränser.

På samma sätt som en myra som kryper rakt fram på en boll återkommer till utgångspunkten, så kommer vi, om vi färdas rakt ut i universum att återkomma till utgångspunkten. En sådan rundfärd tar dock oerhört lång tid."

Albert tar fram en glaskula med en luftbubbla i: "Poeten Harry Martinson har jämfört rymdskeppet Aniaras färd i rymden med den fart som denna luftbubbla gör i glaset."

Albert läser ur minnet en vers ur diktverket Aniara³:

*Fast farten som hon gör är hög,
och snabbare än den snabbaste planet,
är hennes fart med rymdmått sedd,
på pricken liknande den fart
om bubblan gör i denna skål av glas.*
Harry Martinson

Helga funderar: "Om ett rymdskepp rör sig i universum som en luftbubbla i glas - kan människorna då någonsin komma till någon annan himlakropp utanför vårt solsystem? Hur är det med UFO'n och besök från intergalaktiska civilisationer?"

Albert svarar: "Naturligtvis är det spännande med spekulationer om utomjordiska flygande tefat. Men enligt vetenskapens nuvarande ståndpunkt så är det bara rena

² Översättning: Djävulen skriker Ho! Låt Einstein uppstå/ Så är vi tillbaka där vi började.

³ Sång nr 13

rama fantasier. Det finns helt enkelt ingen högre fart än ljusets med vilken materia kan transporteras. Därför tar det minst 5 år för ljuset att komma fram till den närmaste stjärnan, trots att ljuset går så fort att det går en sträcka motsvarande 7,5 varv runt jorden på en sekund,

Men vi kommer nog alltid att finna människor som har mer fantasi än kunskap. De kommer alltid att hävda att intergalaktiska resor är möjliga. Tyvärr strider sådant mot fysikens benhårda lagar.

Det här är ett område där naturvetenskap och teknik växelverkar på ett påtagligt sätt. Naturvetenskapens lagar ger de ramar eller begränsningar inom vilka tekniken måste hålla sig. Sagor och föreställningar i vår tid om rymdfärder till andra galaxer är bara vår tids motsvarigheter till sagor om tomtar och troll. Tydligt har människor ett behov av sådana berättelser, eftersom vi får så mycket av detta genom våra medier."

Erik räcker upp handen och frågar: "Vad är svarta hål för något?"

Albert svarar: "Det är himlakroppar som har kollapsat så att materien har samlats i en enda liten punkt. Om jorden skulle kollapsa på det sättet så skulle det svarta hål som då bildas vara ungefär lika stort som en ärtä. Det utgår emellertid en enorm dragningskraft från en sådan punkt. Jordens hela dragningskraft finns kvar även om massan trycks ihop till en liten punkt. Man kan uttrycka det annorlunda: Punkten kröker rymden kring sig. Dragningskraften är så stor att inget ljus kan lämna det svarta hålet. Det är därför det heter svart hål. Vi kommer aldrig att kunna se något svart hål, men vi kan iaktta fenomen på himlavalvet som bäst förklaras med hjälp av denna teori. Vi kan med teleskop iaktta hur stjärnor liksom slukas av en punkt som vi inte kan se. I den processen utsänds enorma mängder energi som vi kan observera. Givetvis måste vi reservera oss för att man kanske kan se saken på ett annat sätt om ett antal år."

"Kan man verkligen inte färdas fortare än ljusets," frågar Henrik. "Vi har ju överljudsplan. Då borde det väl, med hjälp av dagens moderna teknik gå att konstruera överljusraketer också."

Albert tar upp tråden: "Einstein skapade år 1905, på rent teoretiska grunder, den speciella relativitetsteorin. I den teorin slog han fast att det inte kan finnas någon fart som är högre än ljusets. Det är en teori som sedermera, med hjälp av olika tekniska artefakter, har bevisats i många olika sammanhang. Teorin utsäger att rummet och tiden hör ihop. Enligt teorin gäller också att varje observatör har sitt eget referenssystem, eller rum, som han kan studera olika fenomen i."

Albert ritar på tavlan. Först ritar han en bild av ett tåg som går åt höger på en järnvägsräls. Sen ritar han in två personer i bilden. Den ena placerar han på loket och den andra bredvid järnvägsspåret. Sedan ritar han en tudelad blixtner som slår ner samtidigt framför och bakom tåget.

Albert förklarar: "Einstein tyckte om att förklara sina teorier med hjälp av enkla bilder. Den person som står vid sidan av tåget ser blixten slå ner samtidigt bakom och framför tåget. Einstein ställde sig frågan om hur den som åker med tåget tolkar denna iakttagelse."

Helga räcker upp handen: "Tågföraren ser naturligtvis att blixten framför loket slår ner före den blixtner som slår ner bakom. Det tar längre tid för ljuset att hinna fram till honom bakifrån. Han åker ju ifrån det ljuset samtidigt som han åker emot ljuset som kommer framifrån."

"Just det," svarar Albert och var synbarligen imponerad. "Genom liknande enkla teoretiska betraktelser kom Einstein olika slag av märkliga samband i naturen på spåren. Samband som sedermera ledde till teorier som gjorde att vi numera, med hjälp av våra kärnreaktorer, kan utvinna enorma mängder energi ur materiens innersta.

Einsteins sätt att forska var att sätta sig i en fåtölj och tänka. Hans laboratorium var hans hjärna och pennan hans verktyg."

Albert avbryter sig: "Men nu får vi inte gå händelserna för långt i förväg. Vår fysikkurs skall på olika sätt belysa hur fysiken kommer in i såväl vår vardagsvärld som in i tekniken omkring oss samt dessutom påverkar vårt samhälle. Vi kommer, under fysiktimmarna, att få anledning att komma tillbaka till och utveckla och bearbeta de frågor som ni samlar på er."

Helga såg hur kamraterna började tänka till för att komma med fler frågor. Innan dessa frågor kunde ställas var emellertid timmen slut.

"Som läxa till nästa gång tycker jag att ni skall skaffa er någon av följande böcker att läsa. För det första en bok av Nigel Calder: "Einsteins Universum." Den boken behandlar på ett roligt och översiktligt sätt skeenden i universum. Den andra boken är skriven av en kvinnlig engelsk fysiker, Dana Zohar. Den heter: "Kvantjaget." Båda böckerna finns som pocketböcker i PAN-serien och kostar några tior. I Kvantjaget presenteras kvantfysikens världsbild på ett spännande, om än inte fullt vetenskapligt, sätt.

Det finns ytterligare en intressant bok som behandlar det här ämnet. Den är skriven av journalisten Richard Rhodes och den heter "Det yttersta vapnet". Den boken behandlar hur atombomben kom till och användes.

En författare, David Bodanis har skrivit en bok om världens mest kända formel: $E=mc^2$. Den är verkligen läsvärd.

Det är viktigt för oss att inte bara enögt betrakta teknikens fördelar, utan även ta del av dess negativa potential. Här gäller det inte minst den politiska potential som modern teknik för med sig. Teknik och makt hör ihop. Här kommer vi också in på vetenskapsmannens ansvar inför det som han forskar fram. Kan den enskilde vetenskapsmannen göras ansvarig för hur hans forskningsrön kommer till användning inom tekniken?"

När ni läser böckerna vill jag att ni samtidigt skriver ner frågor och funderingar om innehållet. I samtliga böcker tar författarna ut svängarna ganska ordentligt. Jag tror därför att det är viktigt att vi här i skolan diskuterar böckernas innehåll.

Helga tyckte innerst inne att det som Albert hade sagt inte löste hennes problem. Kanske var det Alberts mening att de skulle fundera själva. Ett svar från hans sida tyckte hon alltid ledde till ännu fler frågor.

Hon kände hur hon på något sätt fortfarande förblev okunnig - men kanske på ett djupare plan. "Undrar om inte det som kännetecknar de stora forskarna är just att de förstått att de aldrig kan nå fram till en slutgiltig sanning utan enbart oförtrutet kämpar på för att nå upp till en högre nivå av kunnande?"

Albert reflekterar

Albert satte sig ner och funderade över dagens lektion och konstaterade att det intuitivt känns konstigt att det finns en högsta hastighet i universum, ljushastigheten. För mindre än 200 år sen var man orolig för hur människan skulle påverkas när man åkte tåg i höga hastigheter. Dessa svindlande hastigheter var runt 30 km i timmen.

Tvivlet på att det fanns en högsta hastighet var till viss del befogat i seklets början så Einstein lade fram sin teori. Man kunde inte visa detta empiriskt på ett begripligt sätt, utan uppgiften var baserad på teorier och beräkningar. I kärnfysiklaboratoriet i CERN i Schweiz har man en stor partikelaccelerator. Det är ett långt rör som man kan accelerera delar av atomer i till hastigheter som ligger nära ljushastigheten. Dock kommer vi inte att kunna komma upp till den fulla ljushastigheten, men vi kan komma ganska nära.

Anledningen till att man använder så små partiklar som delar av atomer är, att när vi närmar oss ljushastigheten så inträffar några komplicerade fenomen. Massan kommer att öka till oändlighet, föremålet kommer att tryckas ihop och till råga på allt så kommer tiden att stå stilla. Det kallas *relativistiska effekter* och börjar göra sig påminda när vi närmar oss hastigheter på över 90% av ljushastigheten.

Relativistiska effekter, av detta slag, påverkar oss inte på något påtagligt sätt i vardagen. Om vi flyger med ett jetplan så förkortas flygplanet ca en halv atomdiameter i färdriktningen, men det är naturligtvis inte märkbart eller mätbart. Om vi emellertid låter atomer färdas runt jorden, med- och mot dess rotationsriktning och sen jämför klockornas tider med ett atomur på marken så märker man att farten påverkar tiden. Men det är så små effekter att bara är med ytterst avancerad utrustning som man kan avslöja denna påverkan.

Ljushastigheten är förvisso en gräns, men den sätter lyckligtvis inte stopp för forskarnas arbete med fortsatt utveckling av fysiken.

Det finns dock en teknisk tillämpning i vardagslivet som påverkas av relativistiska effekter. Det är GPS-systemet. GPS står för "Global Positioning System". Systemet består av ett antal satelliter som kretsar kring jorden och sänder signaler ner till små mottagare. Genom att signaler från flera olika satelliter jämförs så kan man få veta sin position på jorden på ca 10 meter när. Om inte systemet hade tagit hänsyn till relativistiska effekter så skulle felet uppgå till flera hundra meter.

Vad är materia?

Det är nedsläckt i klassrummet. Framme på katedern har Albert kopplat upp en apparat, vars viktigaste del utgörs av en konstruktion som kan liknas vid en stor glödlampa. När Albert, under klassens spända förväntan, vrider på en knapp, så framträder en grönaktigt lysande bild på skärmen. Helga tycker först att det ser ut som ett grönt moln som har några svarta fläckar som liksom ett kors. Bilden flimrar lite spöklikt hela tiden.

I det halvmörka klassrummet tar Albert fram en tingest. Den är uppbyggd av flirtkulor som hålls samman av fjädrar. Kulorna sitter i hörnen på ett slags kubformig och kantig konstruktion. Hela konstruktionen darrar då Albert håller upp den.

"Här ser ni en modell av hur vi föreställer oss materiens inre. Kulorna som vi ser symboliserar atomer som sitter i ett sk gitter i materien. Atomerna hålls i sina lägen i gittret av såväl attraherande krafter som håller ihop gittret, som av repellerande krafter som ser till att atomerna har ett visst avstånd från varandra. Det resulterar i att, om avståndet mellan atomerna blir för litet, så stöts de bort från varandra. Fjädrarna mellan kulorna symboliserar dessa bindningar. Det finns således ett normalavstånd mellan kulorna som motsvaras av att fjädrarna varken trycks ihop eller dras ut."

Helga tänker efter: "Om atomerna i fast materia är ordnade på det sättet, så borde jag väl kunna iaktta en sådan struktur någonstans. Är det inte så att saltkornen som jag strör på frukostägget ser lite kantiga ut?"

"... leder till att atomerna i de ämnen som vi har omkring oss visserligen finns i sådana här gitter, men att dessa gitterområden är små." Helga hör liksom på avstånd Alberts röst:

"I exempelvis en metall ligger gitterområdena ordnade på så sätt att de har olika orientering. I ett litet saltkorn kan man emellertid finna samma orientering tvärs igenom."

"I *fältelektronmikroskopet*" som ni ser på katedern, har vi i mitten av glaskulan en tunn spets av en metall. I den spetsen är atomerna ordnade i gitterform precis som i modellen som jag håller i handen. Spetsen är ytterst litet och radien på den stora glaskulan är ca en miljon gånger större än radien hos metallspetsen. Då jag lägger en elektrisk spänning mellan metallspetsen och glaskulan kommer elektroner från spetsen att flyga ut, vinkelrätt från spetsen, åt alla håll. En del träffar den del av glaskulan som är belagd med ett material som avger ljus då det träffas av elektroner. Det är samma fenomen som då TV-skärmen lyser hemma hos er. Därför kan vi åstadkomma en avbildning av metallspetsen på kulans insida."

Albert pekar på skärmen och på gittermodellen som han lagt på OH-projektorn så att flirtkulorna ger skuggbilder: "Som ni förstår kan elektronerna ta sig fram mycket lättare där gittret är öppet. Man kan också föreställa sig att en metall ser ut som en sjö av elektroner där metallens atomer utgör små öar. Elektronerna möter mest motstånd där atomerna ligger i en lång rad. Om den här modellen av materiens innersta är riktig, så borde vi erhålla en bild på skärmen med såväl ljusa som mörka partier. De mörka partierna kan tolkas som skuggbilder av atomer. På OH-bilden ser ni en liknande avbildning av flirtkulorna, men med ljus, som i det riktiga atomgittret. Där sker avbildningen med hjälp av elektroner."

Helga ser med förundran på skärmen och tänker: "De mörka partierna är skuggbilder av *atomer*..." Hon kan se bilden av en *atom*. Tanken svindlar. "Är detta verkligen en bild av materiens innersta byggstenar?"

Efter demonstrationen plockar Albert bort apparaturen: "Om vi har ett fast ämne, så ser vi att atomer i dess gitter är väl inordnade i gittret. Ämnet har, som vi sett, en inre struktur. Vad händer om vi tillför värme?"

Helga tänker: "Vi tar ett stycke is och värmer så får vi vatten. Men vad händer med atomerna?"

Albert svarar: "Då man värmer ett stycke av ett lämpligt ämne, kommer atomerna i ämnet att tillföras energi. Energitillförseln ger upphov till att atomerna vibrerar allt häftigare på sina platser i gittret."

"Då tar de ju mer plats!" säger Erik.

"Javisst," svarar Albert. "Det kan du iaktta när en metallstav utvidgar sig då du värmer den. Atomerna behöver helt enkelt mer plats i sina gitterpositioner. Om jag fortsätter att värma mer och mer så kommer atomerna att vibrera allt häftigare så att gittret till slut bryts sönder. Därvid frigör sig atomerna från sina positioner. Då smälter ämnet. Varje ämne har en egen och unik smältpunkt. I vätskefasen ligger atomerna fortfarande kvar på ungefär samma avstånd från varandra som i den fasta kroppen. Skillnaden är att atomerna i vätskan är fria att röra sig och kan forma sig efter kärlets form."

"Vad händer om jag fortsätter att värma vattnet?"

"Då kommer atomerna i vätskan att röra sig allt mer och ta allt mer plats."

"Det är ju det som man iakttar då man mäter temperaturen på något med en termometer," säger Helga. "Då är ju temperaturen ett mått på energin som jag tillfört till det ämne som termometern innehåller! Men var händer om jag värmer ytterligare?"

"Till slut kommer vi till en temperatur där även de krafter som binder samman atomerna i vätskan övervinns av vibrationerna hos vätskans atomer. Atomerna börjar ge sig iväg. Om man experimenterar med vatten så börjar vattnet att koka vid en bestämd temperatur. Då ger sig vattenmolekylerna iväg från vattenytan. Det bildas ånga. Vid en sådan fasövergång behövs det mycket värme för att bryta de atomära bindningarna och frigöra atomerna. Därför håller sig temperaturen kvar vid ett konstant värde tills all vätska har övergått till ånga."

"Då är vattenånga helt enkelt vattenmolekyler som frigjort sig från vätskan," säger Helga som har fått många frågor väckta. "Kan inte vatten gå över till vattenånga vid rumstemperatur? Försvinner inte energi då vatten bildar vattenånga? Borde inte det vatten som blir kvar bli kallare?"

Albert svarar: "Du har alldeles rätt. Du kan känna den effekten om du springer ute med blött hår. Då vatten övergår till vattenånga åtgår det mycket värme. Värmen tas förutom från luften omkring dig, också från ditt huvud. Om du inte aktar dig så blir du förkyld."

"Men vad är luft," frågar Torbjörn. "Det finns väl ingen flytande luft som blivit luftånga?"

Albert förklarar tålmodigt: "Om du kyler ner luft kraftigt kan du även få luft i flytande form. Låt oss göra ett experiment. Som du vet finns det mycket kväve i luften. Här har jag en termos med flytande kväve."

Albert böjer sig ner bakom katedern och lyfter upp en stor termosflaska. Han håller ut en vätska på katedern. Vätskan flyter ut. Det bildas ett moln av ånga. Albert lyser in i molnet med sin lilla laserpeppinne. Laserljuset bildar ett rätlinjigt spår genom ångmolnet.

Många i klassen nickar igenkännande. Det är i liknande moln som deras musikidoler uppträder i sina musik- och ljusshower.

Albert håller lite flytande kväve i sin handflata. "Det är inte farligt eftersom det flytande kvävet är så kallt att det inte kommer i direkt kontakt med huden. Flytande kväve kokar vid kontakt med huden. Det bildas små värmeisolerande ångblåsor mellan huden och den kalla vätskan."

Helga tänker efter: "Då måste luft kunna betraktas som atomer som rör sig och flyger omkring åt olika håll. Kan man göra något försök som kan verifiera en sådan hypotes?" Hon reflekterar över att hon har lagt sig till med lite av Alberts att tänka och tala: "... ställa upp en testbar hypotes...."

Albert har tydligt förberett sig väl inför lektionen. Han kallar fram eleverna så att de en efter en kan kika i ett mikroskop som han har ställt fram. Då det blir Helgas tur ser hon hur små lysande partiklar beskriver en sicksack formad rörelse.

Albert förklarar: "Ni ser ett fenomen som kallas för Browns rörelse. Biologen Robert Brown upptäckte fenomenet på 1820-talet, men kunde inte förklara det. Jag har blåst in rök i en liten kammare och belyser kammaren med ljus. Ni ser rökpartiklar som rör sig. Den här rörelsen hos partiklarna tolkade Einstein år 1905 med hjälp av en teori om atomrörlighet. Han ansåg att det som vi ser är ett tecken på rörelse hos osynliga, men mindre partiklar. Dessa bombarderar rökpartiklarna från alla håll hela tiden. De mindre partiklar är atomer. Vi ser inte atomerna, men vi kan iaktta den verkan som de åstadkommer."

Helga tänkte efter: Hon hade vid ett tillfälle varit uppe i ett högt torn och sett tennisspelare spela tennis på en plan nedanför tornet. Spelarna hade utfört rörelser som såg ut som ett slags pardans. Det gick inte att se bollen. Hon såg bara spelarna som jagade den.

I nästa försök plockar Albert fram en högtalare och lägger små lätta flirtkulor på dess membran. Då han ansluter en tongenerator till högtalaren får han bollarna att vibrera lite i sina lägen. Ett svagt ljud gör att kulorna börjar röra sig från sina positioner. Då Albert ökar ljudet ännu mer hoppar och skuttar kulorna fritt.

Albert förklarar: "Det här experimentet åskådliggör den teori som vi har gått igenom om materia. Först ligger atomerna på bestämda lägen i gittret, i den fasta fasen. Sedan åstadkommer vi med energitillförsel en fasövergång till flytande fas. Genom att tillföra ytterligare energi får vi en övergång till gasfas varvid atomerna rör sig fritt."

"Observera ett viktigt faktum", poängterar Albert. "Visserligen kan vi inte alltid med våra sinnen iaktta vart ett ämne tar vägen då det övergår till gasform. Men var förvissade om att materiens atomer fortfarande finns kvar. **Ingenting försvinner utan allt sprider sig!** Man börjar numera i miljödebatten, att tala om molekylära sopor."

Helga kom med ännu en fråga: "Luftens tryck - vad är det för något."

"Jo, lufttrycket uppstår då gasatomerna bombarderar en kärlvägg och trycker på denna."

Albert tar fram en stor spruta och spolar den med varmt vatten medan han håller för pipen. Kolven skjuts ut. "Det här beror på att gasens atomer tillförs värme och rör sig snabbare och tar mer plats. De utövar därvid ett större tryck på kärlets väggar och kolven skjuts ut."

"Om du kyler ner sprutan," är det någon som frågar. "Drar gasen ihop sig då."

Tålmodigt visar Albert hur, genom att man håller sprutan vid olika temperaturer, ett diagram kan ritas med volymen hos sprutan som funktion av temperaturen på gasen i sprutan.

"Titta nu särskilt på vad som händer då vi drar ut det här strecket till volymen noll." Med säker hand drar Albert en linje genom sina punkter och hamnar ungefär vid temperaturen -273 grader Celsius.

Helga kommer på en sak: "Det där är ju den lägsta temperatur som man kan erhålla!"

"Alldeles rätt," svarar Albert. "Vid den temperaturen säger man att värmerörelsen hos atomerna ha upphört och den minsta tänkbara volym hos materien har uppnåtts. I läroböckerna står det att atomerna är stilla då. Det strider emellertid mot kvantmekanikens lagar. Det finns alltid en viss rörelse kvar hos atomerna även vid den absoluta nollpunkten."

Albert frågar: "Var finns den lägsta temperatur som man kan uppmäta?"

Eleverna tittar på varandra och sedan på Albert: "Ute i rymden naturligtvis!"

Albert ser road ut: "Jo, det trodde man förr. År 1965 var det emellertid några tekniker vid ett radiolaboratorium i USA som noga studerade temperaturen ute i världsrymden. De ville undersöka en underlig störningskälla till radioutsändningar. De kom överraskande nog fram till att temperaturen överallt i rymden är ungefär tre grader över den absoluta nollpunkten. Det innebär att den lägsta temperatur som uppmätts har erhållits på jorden på konstgjord väg i ett laboratorium. Men vet ni hur man försöker förklara varför temperaturen i världsrymden är högre än den absoluta nollpunkten?"

Ingen har någon idé. Men alla ser uppmärksamma och intresserade ut.

"Vi föreställer oss att hela universum en gång för ca 13,7 miljarder år sedan skapades i en enda allomfattande urexplosion. Man kallar den händelsen för *Big Bang*. Värmen var enorm då. Under årmiljardernas lopp har universum utvidgats och avsvanat. Materien som skapades då återfinns nu i form av fler än hundra miljarder galaxer eller stjärnöar med vardera fler än hundra miljarder stjärnor. Vår sol är en av dessa myriader stjärnor och vi bor på en liten planet i utkanten av en av dessa galaxer. Den värme som rymden har kvar beror på att avsvaningen inte är helt klar ännu. Strålningen i rymden kan liknas vid efterglöden från en falnande lägereld.

En av eleverna frågar: "Håller universum på att utvidga sig fortfarande?"

Albert tar fram en ballong med påmålade stjärnor och blåser upp den: "Vi kan föreställa oss att universum utvidgar sig som en ballong. Galaxerna och stjärnorna finns på ballongens yta. Just nu pekar mätningar och tolkningar av dessa data på att universum håller på att utvidgas. Vi vet emellertid inte med säkerhet om utvidgningen kommer att fortsätta i all oändlighet. Skulle det ske så kommer vårt universum att bli väldigt kallt. Vi blir, eller snarare våra efterkommande, blir så småningom djupfrysta."

Albert släpper ut luft ur ballongen: "Man kan också föreställa sig att vid en viss tidpunkt kommer utvidgningen att vända till en sammandragning. Då blir det väldigt varmt i universum. Vi blir grillade."

Eleverna ser undrande på varandra - djupfrysta eller grillade! Det är verkligen inga goda framtidsutsikter, speciellt inte för de efterkommande.

"Vet vi vilket av dessa öden som kommer att drabba jorden?"

"De senaste mätningarna pekar på att universum utvidgar sig ständigt," svarar Albert. "Det finns emellertid fortfarande vissa oklarheter som forskningen ännu inte har rätt ut. Ett av de stora problemen är att våra modeller för världsrymden förutsätter att det skall finnas mycket mer materia där än vad vi hittills har funnit. Astronomer och teoretiska fysiker håller på och letar efter den saknade materiemängden. Det konstiga är att astronomer håller för troligt att universum till ca 75 % består av något slag av negativ energi och till ca 20 % av något slag av mörk massa. Ingen vet ännu vad varken denna energi eller massa egentligen är för något. Det vi vet är att alla galaxer och stjärnor bara utgör 4% av innehållet i universum. Så det är mycket som vi ännu inte vet något om med säkerhet."

Till slut berättar Albert att solen är en medelålders stjärna som, innan den slocknar om ca fem miljarder år, kommer att svälla ut och obönhörligt komma att uppsluka jorden. Det sker innan grillning eller djupfrysning blir aktuell. Kanske har delar av mäskligheten då, med hjälp av ännu okänd teknik, kunnat emigrera till någon annan himlakropp. Kanske blir Harry Martinsons rymdepos Aniara en nödvändig verklighet så småningom?

Det var en klen tröst tycker Helga.

"Till nästa lektion vill jag gärna att ni funderar över var de fenomen inom materiefysiken, som vi har talat om idag, kommer till användning i den teknik som omger oss och som vi ständigt nyttjar i vardagslivet. Försök att finna situationer där våra teoretiska överläggningar om energi och materia är till nytta för oss i vardagen. Var kan tesen om att materia inte försvinner utan bara sprids vara tillämpbar?"

Är det så att ni vill läsa om Big Bang så har den amerikanske fysikern Steven Weinberg skrivit en spännande bok: "De första tre minuterna." Den handlar, som titeln säger, om vad fysikerna tror hände under de första tre minuterna efter Big Bang. Observera bara att Big Bang teorin inte är någon trossats som skulle kunna ersätta den kristna skapelseberättelsen. Det är bara en fysikalisk teori, som sammanbinder sådant som vi kan observera och mäta med, nu gällande, teorier inom fysiken."

Helga lämnade klassrummet med huvudet fyllt av tankar: Det är klart att hon skall fundera över tekniska tillämpningar i vardagslivet, av teorierna för energi- och materia. Men nog vore det roligt att kanske en gång, som astronom, få försöka lösa de gåtor som Albert talade om. Hon beslöt att på hemvägen besöka biblioteket för att låna den boken om Big Bang som Albert rekommenderade. "Hur i all världen kan man veta vad som hände under de första minuterna efter Big Bang? Vad hände egentligen före Big Bang?"

Albert reflekterar

Albert satte sig och funderade och skrev lite anteckningar efter lektionen. Egentligen är mikrovågsugnen en genialisk uppfinning. Den sätter vatten- och fettmolekyler i rörelse, och på så sätt värms maten snabbt och enkelt. Det är också bra att tallriken inte blir varm.

Men om man vill kyla någonting snabbt, borde man inte kunna göra motsatsen? Kan man minska rörelsen i molekyler på något smart sätt? Tyvärr kan man inte göra det. Allt i fysiken är inte omvändbart. För att illustrera detta är att man kan säga att *mörker är avsaknad av ljus*, men *ljus är inte avsaknad av mörker*. Ljus är energi, och vi kan inte ha negativa energier. Antingen är det ljus, dvs energin är större än noll, eller så är det mörkt. Samma gäller värme. Vi har en absolut nollpunkt, noll grader Kelvin eller -273 grader Celsius, och allt över denna temperatur är värme, och värme är ju också som bekant energi. Nog är det väl märkligt att det finns en allra lägsta temperatur, men tydligen ingen allra högsta.

Ämnen kan befinna sig tre olika former, fast-, flytande- och gasform. Dessa kallas för *aggregationsformer*. Ett exempel är is, vatten och vattenånga. I tekniken nyttjas i många tillämpningar fasövergångarna. Ångmaskinen bygger exempelvis på att vatten som övergår till vattenånga utvidgas ca 1000 gånger och kan då få utföra ett arbete. Man kan åstadkomma mekanisk energi ur värme på det sättet.

Den svenska vetenskapsmannen Anders Celsius använde just vatten som utgångspunkt när han införde sin temperaturskala, där han satte vattnets fryspunkt till hundra grader och dess kokpunkt till 0 grader. Men var det inte Linné som vände på den skalan? Albert skulle kolla det. I Sverige ger vi Celsius sitt erkännande genom att kalla skalan för just *Celsiuskalan*. I det engelska språket kallas skalan för *centigrade*, dvs 100-skalan, vilket syftar på att det är 100 grader mellan fryspunkt och kokpunkt för vatten. Andra ämnen har helt andra frys- och kokpunkter.

Solkatten

Helgas familj åker ut på landet. På vägen börjar Helga fundera över vad det är som driver bilarna. I skolan har hon lärt sig att det för varje liter bensin som förbränns i motorn alstras mängder av avgaser. Det är gaser som sen kommer ut i atmosfären och som sen kommer att omge jordklotet som ett växthustäcke. Det är främst gasen koldioxid som är särskilt vansklig i denna bemärkelse. Koldioxid bildas alltid vid förbränning av fossila bränslen som kol och olja. Helga ger luft åt sina undringar.

"Mamma och jag har tänkt på det också," svarar hennes far. "Ute vid sommarstugan har vi försökt minska energiförbrukningen. Vänta så får du se."

Helga drar sig till minnes hur hennes far varit ute vid sommarstugan och grejat på helgerna under hela vintern. Hon har själv inte varit särskilt intresserad av det som förevarit. Egentligen var det först efter det att den nye fysikläraren Albert började sätta griller i huvudena på eleverna i klassen som hon började intressera sig för naturvetenskap och teknik.

Albert hade talat om nödvändigheten av att man tänker i termer av kretslopp och av att man bör sträva efter att åstadkomma något som han kallade en "*hållbar utveckling*". Det var en utveckling som skulle tillfredsställa nu levande människors behov, men utan att inkräkta på kommande generationers berättigade krav på resurser. Helga tyckte, då hon hörde det, att det lät väldigt fint. Vid närmare eftertanke så kunde hon dock inte riktigt förstå hur det skulle kunna förverkligas. Var det bara vackra ord, avsedda att dölja den rovdrift på jordens resurser som hon tyckte sig se? Gick inte tekniken som utvecklades främst ut på att ge ekonomiska fördelar för företagen i ett globalt konkurrenssamhälle?

Albert ansåg emellertid, att det var viktigt att alla försökte hjälpa till med att försöka förverkliga en hållbar utveckling. Albert hade visat hur fysikens lagar rådde över såväl materia som energi. "*Ingen materia försvinner - allt sprider sig*" hade han slagit fast. "*Energi kan inte nyskapas eller förstöras utan bara omvandlas.*"

Ifråga om energi hade Albert visat hur energi måste behandlas ur såväl en kvantitets- som ur en kvalitetsaspekt. Energi kan betraktas som ett flöde som går från energi av hög kvalitet till energi av låg kvalitet. Den lägsta kvaliteten på energi är spillvärme som faktiskt kan vålla problem. Albert hade betonat att det oftast var lättare att spara energi än att framställa mer energi. Albert hade pekat på vikten av kreativitet och nytänkande då nya tekniska komponenter utvecklades. Albert var tydligen en obotlig optimist, fylld av framtidstro, tyckte Helga.

När familjen klivit ur bilen och kommit fram till den lilla stugan, som låg i en solig backslutning, visade pappa stolt hur han hade renoverat och installerat en hel del nya tekniska konstruktioner. Helga kände inte igen framsidan på huset. Pappa hade tydligen snickrat till ett slags växthus där. En stor blänkande glasfasad mötte hennes blick.

"Konstruktionen är till för att samla värme från solen" berättade pappa. "Glaset i konstruktionen har samma effekt på solstrålningen som lagret av växthusgaser kring jorden har. Strålning i form av ljus från solen har en sådan våglängd att den kan tränga igenom såväl ett fönster av glas som ett gastäcke av koldioxid. Då strålningen träffar ett absorberande föremål kommer strålningen att omvandlas till värme. Värme kan, som du känner till, också betraktas som strålning. Värmestrålning har emellertid en längre våglängd än den inkommande strålningen från solen. Såväl glas som växthusgaser har egenskapen att inte släppa igenom långvågig strålning dvs värmestrålning. Det utgör ett problem för klimatet på jorden, men är samtidigt en förutsättning för att en solfångare eller ett växthus skall kunna fungera."

"Har du inte byggt om väggen också?" Frågade Helga nyfiket.

"Visst har jag det," svarade pappa. "Jag har murat upp en stenvägg innanför den glasade fasaden. Det är meningen att den värme som fasaden samlar in under dagen skall värma upp stenväggen. På natten avger stenväggen värme in i huset så att vi får det varmt och skönt.

Katten Clinton, som de hade haft med sig, hade redan krupit ihop på en solig och varm plats invid den varma väggen. Det var en riktig solkatt.

De gick in i huset och föräldrarna fortsatte stolta sin visning. Mamma vred på vattenkranen. Det kom ut varmt vatten.

"Det där var väl ingenting," tyckte Helga. "Vi har ju alltid haft varmvatten här."

Mamma svarade: "Visserligen, men nu har vi eget solvärmat varmvatten." Det bildas därför inte några växthusgaser då vi värmer upp vattnet. Vi eldar inte med något fossilt bränsle utan använder solenergin för uppvärmning av vattnet."

Hon tog Helga vid handen och ledde ut henne och förklarade hur solfångarna, som föräldrarna hade installerat på taket, samlade in värme från solen och värmdes upp vatten för hushållet. Dessutom fick man så mycket värme att det räckte för både behovet av varmvatten och för att, under kalla, men klara dagar, hålla elementen varma.

"Det låter naturligtvis bra", svarade Helga. "Men antag att solen inte skiner på ett par dagar. Då kommer jag att frysa när jag duschar."

"Inte nödvändigtvis," replikerade mamma. "Vi har en stor vattentank som kan lagra värmeenergi. Vi kan hålla oss med värme under nästan en hel regnig vecka."

"Optimister..." tänkte Helga och såg tvivlande ut.

När hon kom in i stugan igen knäppte hon på ljuset. Många små lysrör tändes på olika ställen. De gav ett matt sken: "Tar ni elektriciteten från solen också?" undrade hon lite retsamt.

"Javisst," svarade mamma. "Vi har placerat solceller på taket. De laddar upp batterier som ger oss elektrisk belysning med hjälp av de här lysrören. Det blir inget överflöd, men räcker till för våra behov. Ett litet lysrör på 8 W ger lika mycket ljus som en glödlampa på 60 W. Även i det här fallet tänker vi på miljön. Vi har dessutom skaffat ett litet kylskåp som går på solenergi. Naturligtvis går radion och TV'n också på elektrisk energi från solen. Vi tänkte också skaffa en av de där nya självgående soldrivna gräsklipparna." Mamma skrattade lite förläget.

"Vi kände att det skulle vara rätt av oss att försöka, att åtminstone under somrarna, leva på ett mindre miljöpåfrestande sätt." förklarade mamma. "Inte för att vi direkt har dåligt samvete för vår livsstil. Men som det framhölls på FN-konferensen i Bejing, den om befolkningsökningen på jorden, så är det inte bara antalet personer det gäller. Det som räknas är hur mycket var och en av oss förbrukar av jordens knappa resurser. Kanske vi kan ge vårt lilla bidrag, genom att försöka leva på ett alternativt sätt, och använda mindre av miljöpåfrestande teknik. Det är inte alls säkert att vår livskvalitet kommer att försämrats. Det handlar om livsstilsfrågor."

Pappa fortsatte: "Vi skall naturligtvis också skaffa oss mulltoa. Och ordna en kompost och gräva en jordkällare. Undrar var jag kan få tag i en gammal kakelugn? Helst skulle jag vilja skaffa en eldriven liten bil också. En bil vars batterier kunde laddas upp med elektricitet från solen." Pappa sken som en sol av självbelåtenhet.

"Sen har jag också skaffat en liten elektrisk motorsåg, så att vi kan ta ner några av våra träd för att elda med i vår braskamin i stan och på så sätt värma upp huset med ett förnybart bränsle. Ved är ju ett smart sätt att lagra solenergi i. Att hugga veden ger dessutom nödvändig motion."

Helga tyckte att hennes pappa såg mycket mer ungdomlig ut än han hade gjort på länge. Han hade liksom fått ett nytt intresse och en ny aptit på livet då han tänkte försöka förverkliga sina visioner och drömmar om ett kommande solsamhälle.

Helga hörde liksom ett eko av Alberts ord: "Verksamheten är budskapet." Man kan inte plugga in vad demokrati är - man måste leva demokratiskt. Man kan inte plugga in miljökunskap - man måste leva i balans med naturen.

Samtidigt ryste Helga till då hon kom att tänka på en mening i författaren Ulrik Becks bok *Risksamhället*:

Jag förskäcks då jag ser glittret i världsförbättrarens ögon.

Albert reflekterar

Albert höll på att mentalt och praktiskt förbereda en lektion i optik. När han plockade fram ett spänningsaggregat funderade han för sig själv.

Det finns många alternativa energikällor som man skulle kunna använda istället för att elda med fossila bränslen. Vi har framförallt solen. Men även vinden och vattnet innehåller mängder med energi. När det gäller vatten kan man använda det på två olika sätt: Det finns energi i såväl strömmande vatten som i vågor. I våra svenska älvar utvinns vi energi ut strömmande vatten. Ute till havs borde man kunna utvinna energi ur vågorna. I blåsigaste områden har man byggt upp stora parker med mängder av vindkraftverk. I soliga områden har man byggt stora parker med solceller som vrider sig efter solen.

Egentligen borde vi använda dessa alternativ mer än vi gör idag, men det finns tre huvudproblem. Det ena problemet är att tekniken idag är för dyr för att det ska bli lönsamt i jämförelse med energi från traditionella och etablerade energikällor. Dessa har redan betalt sina utvecklingskostnader. Ett annat problem är att verkningsgraden är ganska låg för energisystem som bygger på utnyttjande av energi från solen, dvs energin är utspridd över en stor yta och måste koncentreras. Det sista och mest komplicerade problemet är frågan om hur man skulle kunna lagra energin. Naturen väntar inte tills behov finns. De finns när dom själva vill.

Att bygga en damm med vatten är ett sätt att lagra energin från strömmande vatten för att omvandla den till vattenkraft. När det gäller solen så kan man lagra energin, en viss tid, i uppvärmda ämnen, exempelvis vatten. Övrig alternativ energi, exempelvis elektricitet från ett mindre vindkraftverk eller från solceller, kan lagras i ackumulatörer, dvs batterier, för senare användning. Ett intressant sätt att lagra elektrisk energi från ett större vindkraftverk är att koppla in vindkraftverket till det nationella elnätet. När man får för mycket elektrisk energi från sitt kraftverk så säljer man energi till nätet. Då vinden inte blåser, men man behöver energi så kan man köpa energi från nätet.

Alla sådana problem är till för att övervinnas. Hur kan jag göra optiklektionerna meningsfulla för eleverna ur ett energiperspektiv? Ljus kommer ju från solen... Ljus är inte bara till för att experimenteras med på optiska bänkar... *Varde ljus...* eller hur började egentligen Bibeln... Alberts tankar vandrade fram och tillbaka mellan styrdokumentet, målen och lektionens innehåll.

Albert tänkte: "Jag måste se till att fysiken kommer att kunna ge mina elever en grund så att eleverna kan använda det som de lär sig till att utveckla kreativ- och energisparande teknik. Det gäller alltså inte att lära ut fysik för att kunna fysik, utan att lära ut fysik så att det kan utgöra en grund för tillämpningar i vardagslivet. Dessutom gäller det att inte bara inrikta sig på teknik för våra lokala behov, utan att tänka på det globala samhällets behov i ett framtidsperspektiv."

Mekanik till vardags

Helga vaknar av väckarklockans uppfordrande ringande. Med en irriterad handrörelse kastar hon ner katten Clinton, som sovit på hennes huvud, på golvet. Katten faller mjukt och landar halvsovande på sina fyra tassor medan han jamar fram en halvkvävd protest mot övergreppet: "Hur i all världen kan katter alltid landa på sina fyra tassor?"

När Helga ätit sin frukost tar hon sin röda cykel och cyklar till skolan. På cykelbanan, på väg till skolan, åker hon uppför en brant backe. Hon lägger in en lägre växel på mountainbiken och klarar uppförslutet galant. Hon funderar ett ögonblick: "Varför gick det plötsligt så lätt att cykla uppför?"

På andra sidan backens krön åker hon ner med snabbt ökande fart: "Varför ökar farten? Hur hög fart kan jag komma upp till?"

Plötsligt måste hon bromsa för ett hinder. Det gick bra, fast det var på ett hår att hon hade krockat med en bil. "Varför åkte jag framåt flera meter trots att jag bromsade allt vad jag kunde? Hur skulle jag kunna minska bromssträckan? Det kändes som om jag hade något slag av *tröghet* då jag skulle bromsa. Jag borde nog skaffa en cykelhjälm."

På vägen in till skolan ser Helga några män arbeta med ett spett för att flytta på en stor sten som ligger på skolgården: "Vad gör spettet egentligen för nytta?"

Framme vid skolhuset hör hon skolklockan ringa, så att det riktigt ekar. Hon halvspringer sista sträckan till salen och bromsar upp farten genom att åka kana fram till klassrumsdörren.

Helga sjunker utmattad ner i sin bänk och strax börjar lektionen. Det handlar om mekanik. Fysikläraren, Albert, ser oförskämt pigg ut så här på morgonen och skriver KRAFT med stora bokstäver på tavlan. Sen demonstrerar han några olika experiment och diskuterar dem med de något sömniga och mentalt något rånvarande, men fysiskt påtagligt närvarande eleverna.

Albert försöker hela tiden att anknyta till, eller rent av utgå från elevernas egna erfarenheter i deras vardagsvärld. Han ställer många frågor till eleverna. Samtidigt är han mån om att framhålla att det egentligen är eleverna som skall ställa frågorna. Albert säger att han egentligen borde vara den som svarar på frågorna eftersom han troligen vet mest, i fysik och teknik i varje fall.

Helga tycker att det är lite jobbigt att alltid behöva fundera över hur fysiken kommer in i hennes vardag genom olika slag av mer eller mindre finurliga tekniska tillämpningar. Det vore kanske bättre om Albert bara talade om hur det var, så att hon kunde koncentrera sig på att plugga in fakta. Men en svagt spirande känsla av intresse har dock väckts i hennes halvsovande sinne av Alberts arbetsmetod.

"Var tycker ni att krafter kommer in i er vardag?" frågar Albert klassen. Det kommer många förslag och Albert skriver upp alla noggrant på tavlan. Sedan börjar han att strukturera och dela upp i kategorier, det som eleverna har föreslagit:

Först talar Albert om att varje föremål här på jorden har en viss *massa*. Massan beror ytterst på hur många atomer som det finns i föremålet. Massan ger upphov till *tyngd*. Tyngden upplevs i vardagslivet som jordens dragningskraft på föremålet. Albert är nog med att skilja på orden massa och tyngd.

Helga kommer ihåg att hon på Liseberg hade vägt sig på en våg som visade hennes tyngd på olika planeter: "*Massan är samma - men tyngden beror på omgivningen,*" upprepar hon.

I ett annat experiment visar Albert hur en leksaksbil kolliderar med ett föremål: "Det är bilens *tröghet* som gör att det andra föremålet flyttas. Massan har två

egenskaper: Den kan ge upphov till tyngd och till tröghet. Den tunga massan är emellertid lika med den tröga massan," framhåller han.

I ett av experimenten visar Albert, med hjälp av en dynamometer, en kloss och ett lutande plan hur *kraft* (F) gånger *sträcka* (s) blir ett nytt och användbart begrepp, *arbete* (A).

Han visar också hur man kunde ha olika vinkel på det lutande planet, men att alltid, produkten av kraften för förflyttningen och själva förflyttningen blev samma. Det är mekanikens gyllene regel: *Kraften gånger vägen i kraftens riktning är alltid samma.*

Helga tänkte efter: "Om man skall förflytta något högre upp, men inte orkar göra det den närmaste vägen, kan man förlänga vägen och minska behovet av kraft. Hon brukar, när hon cyklar hem, välja en väg som är lite längre än den som går direkt över backkrönet. Det känns ändå lättast att ta den vägen. Fungerar inte växlarna på cykeln på ett liknande sätt?"

Sedan låter Albert en kloss falla ner från en ställning. Med en elektronisk hastighetsmätare mäter han klossens fart just då den dunsar i bordet. Albert påstår att om man delar massan hos klossen med två och tar farten i kvadrat så kommer detta att vara lika med det arbete som åtgår för att lyfta klossen. Med hjälp av ett par försök lyckas han mer eller mindre övertyga klassen.

Albert slår fast att arbete eller energi varken kan förstöras eller nyskapas, bara omvandlas. Att inte mätningarna stämde riktigt överens med teorin förklarar han med att vid all rörelse uppstår det vissa friktionsförluster. Därvid omvandlas rörelseenergi till värmeenergi.

Albert uppmanar eleverna i klassen att gnida båda händerna mot varandra och känna hur friktionsvärme uppstår: "En modern tillämpning har vi i utvinningen av kärnenergi. I en kärnreaktor splittras tunga urankärnor i två delar. Dessa delar far iväg med hög fart åt var sitt håll. Delarna bromsas in i bränslestavarna och ger därvid upphov till den värme som sedan omvandlas till ånga som därefter driver de turbiner som alstrar elektrisk energi."

Här vaknar Helga plötsligt till: "Det var ju just det som jag funderade över då jag cyklade hit i morse. Vet jag bara hur hög backe jag cyklar uppför är, så kan jag beräkna hur hög fart jag kan få när jag åker nerför. Det arbete som jag uträttar då jag cyklar uppför får jag tillbaka då jag cyklar nerför. Med undantag av vissa förluster på grund av luftmotstånd och liknande. Men om jag går uppför en trappa och sen går ner igen...?"

Albert har fortsatt lektionen och ber en elev hålla en vikt på ett kilo med utsträckt arm. Eleven kämpar med uppgiften, men får ge upp ganska snart. Han blir inte glad när Albert förklarar för honom att han egentligen inte hade uträttat något arbete alls i fysikalisk bemärkelse, bara i fysiologisk. Ändå var det så jobbigt.

Albert förklarar: Ett fysikaliskt arbete uträttas då en kraft flyttar ett föremål en sträcka. Arbete är lika med kraften gånger sträckan i kraftens riktning. Att lyfta något kan kännas arbetsamt, men eftersom man inte orsakar någon förflyttning så uträttas heller inget arbete.

Helga mindes hur hon hade släpat på en tung kärra dagen innan. Det var lättast att släpa kärran efter sig, då hon drog kärran med repet parallellt med marken. Då hon drog med repet riktat snett uppåt hade det känts mycket arbetsammare.

"...krafter kan delas upp i komponenter längs olika riktningar," Alberts röst nådde henne genom hennes drömmar. "Den komponent som är riktad längs med vägen utför arbetet. Den andra bara strävar efter att lyfta, men oftast utan att lyckas."

Om man emellertid vill lyfta något kan man använda en hävstång eller ett spett. Albert delade ut små hävstångar. De såg ut som linjaler med hål i. Eleverna fick i uppgift att med hjälp av vikter försöka balansera hävstångarna så att, då de var upphängda på mitten, jämvikt skulle råda genom att hävstången höll sig horisontell.

Eleverna testade sig fram genom att hänga upp olika vikter på de båda sidorna av hävstången. Plötsligt kom Helga på ett sätt att generalisera problemet. Man kunde hänga på vikter så att vikternas massa gånger deras avstånd från upphängningspunkten var lika på båda sidor av hävstången!

Hon prövade olika kombinationer av vikter och avstånd. Det stämde! Hon visade stolt sitt resultat för Albert. Denne nickade gillande, men förklarade att det vore ännu bättre om hon i sitt resonemang tog med kraft och avstånd. Den kraft som en massa utövade var lika med viktens massa gånger tyngdaccelerationen. På så sätt gick man över från massa till kraft. $F = mg$.

Den lag som Helga kommit fram till kunde hon skriva på tavlan i form av ekvationen $M = F l$. M är lika med det vridande momentet, F är kraften och l är det vinkelräta avståndet från den punkt där kraften verkar till vridningsaxeln.

Helga kom plötsligt ihåg hur hon funderat över hur männen på skolgården kunde flytta på ett stenblock med hjälp av ett spett. Hon ritade en figur i sitt block över hur stenen kunde flyttas med hjälp av spettet. En liten kraft med stor hävarm kan ge upphov till ett stort vridande moment om dess hävarm är lite.

"Som läxa tycker jag att ni skall plocka fram bilens domkraft hemma och lyfta upp bilen." sa Albert. "Berätta för mig nästa gång hur det fungerade. Ni skall också fundera över hur människokroppen fungerar mekaniskt. Hur skall man lyfta för att slita så lite som möjligt på sin rygg?"

Albert reflekterar

Albert var ganska nöjd med dagens lektion när han plockade undan materieleet. Nästa gång tänkte han visa hur man i fysiken och tekniken kunde kvantifiera de storheter de har arbetat med i det enhetliga måttssystemet: *SI-systemet*. Det har de tre grundenheterna kilogram (kg) för massa, meter (m) för längd och sekund (s) för tid.

Kanske skulle han ha pratat mer om Newton på dagens lektion. Newton är mekanikens fader. Han formulerade om Aristoteles och Galileis idéer till matematiska formler. Legendan säger att det var när Newton fick ett äpple i huvudet som han förstod kraftlagarna. Antagligen är den legenden lika sann, eller rättare sagt, osann som att Galilei släppte föremål från lutande tornet i Pisa när han gjorde sina försök med att testa fallrörelsen.

Newton var en mycket skicklig matematiker och fysiker. Han formulerade kraftlagarna redan på 1600-talet, och det är samma lagar vi använder än idag. Han formulerade även en avsvalningslag, som man använder för att ta reda på hur snabbt en vätska svalnar. Hans matematiska skicklighet bekräftas också genom att det var han som utvecklade den matematiska metod som kallas för integralkalkylen. Ett annat område som Newton också gjorde många försök inom var optiken.

Men som hos många vetenskapsmän på den tiden så fanns tron på det övernaturligas inflytande på skeenden i naturen även hos Newton. Det sägs att han bl a sysslade med alkemi i hemlighet.

Vad är ljud?

Helga vaknade av att katten Clinton satt på huvudkudden och jamade och spann. Kattrackarn var på ett sällskapssjukt humör och gjorde allt för att få uppmärksamhet. Helga tittade på klockan och såg att det strax var dags att stiga upp.

Medan hon klädde på sig, började väckarklockan ringa och föra ett outhärdligt oväsen. Förargad stängde hon av den. Varför kan man inte få sova tills man är utsövd? Hon satte på CD'n för att lyssna på musik istället. "Varför låter vissa ljud bättre än andra?" undrade hon förstrött.

Hennes mobiltelefon spelade en uppfordrande melodi. Det var en kamrat som frågade om de skulle ha med sig gymnastikkläder. "Hur kommer det sig att man kan tala i en tråd?" undrade Helga. "Eller var är egentligen tråden?" Efter en kort stund av eftertanke undrade hon om det inte var något av magi med i leken. Tekniken blir allt med obegriplig slöt hon sig till. "Var går egentligen gränsen mellan trolleri och teknik?"

Frukosten var snart avklarad och hon tog cykeln och satte kurs mot skolan. På vägen passerades hon av en ambulans. Hon lyssnade på tutandet och märkte att då ambulansen närmade sig så hörde hon en högre ton än då ambulansen avlägsnade sig. Det hade hon inte lagt märke till tidigare.

I klassrummet var det ett väldigt stojande innan läraren kom in. Det var så att Helga ville hålla för öronen.

"Idag skall vi tala om ljudet," sade den alltid lika morgonpigga och glada fysikläraren Albert. Han var faktiskt ibland lite påfrestande med sitt glada morgonhumör. "Har ni några frågor?"

Många räckte upp händerna och kom med liknande funderingar som Helga hade haft på morgonen. Albert antecknade allt som de sade på tavlan.

Albert tittade på frågorna på tavlan och sade: "Ni hade verkligen många frågor. Jag tror att vi får ta det från början."

Han höll upp en tingest som liknade en stor gaffel med två långa skänklar: "Det här är en stor stäm-gaffel. Om ni lyssnar kan ni höra en ton då jag slår an den." Albert slog på stäm-gaffeln och mycket riktigt, en svagt brummande ton spred sig i rummet.

Albert tog sedan fram en pappersbägare, fyllde den med vatten och räckte bägaren till Torbjörn, som var en ganska tuff pojke. "Vad tror du händer om jag doppar ner stäm-gaffeln i vattnet?"

"Den blir blöt," svarade Torbjörn oengagerat.

Albert slog an stäm-gaffeln och doppade den i bägaren som Torbjörn höll. Det skvätte så att Torbjörn ryckte till och förskräckt tappade bägaren i golvet. Det var han som blev blöt.

"Du torkar nog snart," sade Albert sävligt. "Ni såg att det var mycket energi i stäm-gaffeln då dess skänklar svängde. Den energin sätter luftens partiklar i rörelse. Ljudet, som ni hör, utbreder sig som en svängning eller vågrörelse åt alla håll från stäm-gaffeln. Luften kommer att ömsom komprimeras och att ömsom förtunnas av stäm-gaffelns svängningar. Ljudet kan betraktas som en svängning i luften som kännetecknas av att luftens partiklar svänger i samma riktning som vågen breder ut sig. Observera att det som överförs är energi, och inte materia."

Därefter tog Albert fram sin kraftiga stäm-gaffel igen och belyste den med blinkande ljus från ett stroboskop. Eleverna såg, när Albert mixtrade med stroboskopet, hur skänklarna på stäm-gaffeln långsamt svängde fram och tillbaka. Skänklarna var av kraftig metall och eleverna förstod att det verkligen var mycket energi som var i rörelse.

"Hur kan vi föreställa oss att ljudvågorna utbreder sig?" frågade Albert. "Kan vi skapa oss en modell för ljudets utbredning?"

Utan att invänta ett svar på sin fråga tog Albert fram en lång slinky. Han viftade med ena änden fram och tillbaka vinkelrätt mot fjädern. "Titta på fjädern. Det här är en visualisering av den vanliga sinusvågen. Den vågen kan ofta tjäna som modell för ljudets utbredning."

"Men i själva verket utbreder sig ljudet på det här sättet." Albert drog ändan på slinkyn fram och tillbaka och eleverna såg hur en serie av förtätningar och förtunnningar rörde sig längs med fjädern.

Albert bad en av eleverna att hålla ena ändan av slinkyn stilla, medan han viftade upp och ner med den andra ändan. Det uppstod en våg som bara rörde sig upp och ner utan att förflytta sig. "Det här är en stående våg", förklarade Albert. "Det är en sådan som ni alstrar på era gitarrsträngar då ni spelar."

Sedan fick eleverna röra vid membranet på en högtalare för att känna efter hur den svängde då det kom en ton ur högtalaren.

"Ni måste skilja mellan tonhöjd eller frekvens och tonstyrka eller intensitet på ljudet."

Albert tog fram ett oscilloskop, det var en låda med en skärm. Den liknade mycket en TV, men hade en massa knappar på framsidan. Albert skruvade på några av knapparna och demonstrerade hur tonstyrkans ändring visade sig genom att utslaget av vågens bild på skärmen ändrade sig. Sedan kunde Albert ändra på frekvensen och då förtätades eller förtunnades bilden av vågen. Det motsvarade tonhöjden eller som man med en teknisk term sade: frekvensen.

Helga fick tala i en mikrofon och kunde se hur hennes röst såg ut på oscilloskopets skärm. Det var roligt att se hur talet såg ut: "Du sade att ljudet är en följd av förtätningar och förtunnningar. Här ser jag ju bara utslag ut från mitten. Hur kommer det sig?"

Albert lyste upp. Det är alltid roligt då en elev ställer en intelligent fråga: "Jo, du förstår, det ljud som du frambringar då du talar, sätter en magnet som är fastsatt på ett tunt metallmembran i svängning. Då magneten svänger intill en spole alstras en elektrisk spänning i spolen. Spänningen avläskar elektronstrålen i oscilloskopet och du kan se en avbildning av ditt tal. Därför sker den omvandling från longitudinella ljudvågor till de transversella svängningar som vi kan iaktta på skärmen."

"Vad tror ni händer om vi upprepar experimentet, där vi lyssnade på en ljudande stämgafl, men nu med två likadana stämgaflar?"

"Det blir naturligtvis ett högre ljud," var det någon som föreslog.

Albert log lite. "Håll för ena örat och för huvudet fram och tillbaka. Tala om för mig vad det är som ni hör!"

Framme vid katedern ställde Albert upp två stämgaflar, som var monterade på två likadana resonanslådor och slog an dem med en liten hammare.

Helga tyckte att det såg komiskt ut då alla i klassen höll för ene örat och gungade fram och tillbaka. Hon gjorde själv likadant. Hon märkte hur ljudet på ett oförklarligt sätt blev ömsom starkare och ömsom svagare. Såväl hon som de andra eleverna såg frågande ut. Det var en ny och oväntad egenskap hos ljudet.

Alla spetsade öronen och lyssnade till Albert som förklarade: "I vissa punkter av rummet är vågorna i sådan fas att en förtätning från den ena stämgaflan träffar på en förtätning från den andra stämgaflan. Då blir det naturligtvis ett extra starkt ljud. I figuren här på tavlan har jag ritat ljudvågorna som transversella vågor. Det är lättare att förstå fenomenet om vi använder den här modellföreställningen för beskrivning av

ljudet. Kom bara ihåg att detta är en modellföreställning – i själva verket är ju ljudvågorna longitudinella."

"Men i andra punkter av rummet kommer en förtätning av luften som sänds ut från den ena stämgaaffeln att träffa en förtunning som sänds ut från den andra stämgaaffeln. Då blir det naturligtvis en försvagning av ljudet. Föreställ dig att du gräver en grop. Då har du samtidigt åstadkommit en jordhög och ett hål i marken. Om du sedan fyller igen hålet med jordhögen så är marken jämn igen. Man får göra lättsamma beskrivningar av förloppet av det slaget då man sysslar med fysik. Men var kan man stöta på ett liknande ljudfenomen ute i vardagslivet? Kan man använda ett sådant fenomen i tekniken på något sätt och till något nyttigt?"

En elev visste att berätta att i konsertsalar så kunde det på vissa platser höras bra men på andra platser dåligt.

Albert berättade att man kunde använda samma princip med radiovågor. Man kan lägga ut ett nät av försvagade och förstärkta radiovågor över ett stort område och därefter använda nätet för navigering: "Den tekniken användes för första gången i stor skala då de allierade styrkorna med flyg anföll de tyska befästningarna på D-dagen, den 6 juni år 1944, under andra världskriget."

"Hur fort går ljudet," ville Erik veta.

Albert plockade fram en korttidsmätare, en linjal och två mikrofoner. Han placerade mikrofonerna i ändarna på linjalen och mätapparaten vid ena ändan. "Då jag klappar i händerna så sänds en ljudpuls ut och startar med hjälp av den första mikrofonen en klocka. Klockan bestämmer den tid som det tar för ljudet att gå från den första mikrofonen till den andra. Då ljudvågen når den andra mikrofonen så stoppar den klockan. Eftersom jag vet avståndet mellan mikrofonerna och den uppmätta tiden så kan jag räkna ut ljudets fart. Fart får man ju genom att dividera en sträcka med en tid."

Albert klappade i händerna, klockan startade och stoppade strax därefter. Efter en division av avståndet mellan mikrofonerna med den tid som avlästes på klockan fick Albert fram att ljudets fart var 340 meter per sekund.

"Detta verkar vara mycket. Om vi räknar om det till en mer vanlig enhet så blir det mer än tusen kilometer i timmen. Med teknikens hjälp kan man bygga flygplan som kan gå fortare än ljudet, det heter att man passerar ljudvallen. Men jämfört med ljusets fart, som är 300 000 km per sekund så är det ändå lite. Ingen materiell konstruktion kan heller gå fortare än ljuset."

Albert uppfattade att många av eleverna såg frågande ut. Om man hade kunnat passera ljudvallen så borde man väl med teknikens hjälp även kunna passera ljusvallen. Det är naturligtvis mycket svårare, men svårigheter är ju till för att övervinnas.

Albert såg sig tvungen att kort kommentera sin utsaga: "Det förhåller sig nämligen så, att tid och rum hänger ihop på ett märkligt sätt. Det leder till att föremål som rör sig snabbt kommer att öka sin massa. Din vikt kommer, då du närmar dig ljusets fart, att närma sig oändligheten. Vi kan föreställa oss att energin som krävs för att komma närmare ljusets fart kommer att övergå i massa. Det är därför som ljushastigheten är den högsta fart som en materiell kropp skulle kunna uppnå. I själva verket kommer man naturligtvis inte ens tillnärmelsevis upp till dessa farter."

Eleverna såg lagom imponerande ut av förklaringen. De hade i åtanke TV sagornas rymdresor där inga hinder av detta slag begränsade farten i rymden. Inte kunde väl TV ha helt fel?

Albert ledde in diskussionen på lite mer konkreta frågor: "Ljudvågor för över energi. Det innebär att våra öron utsätts för stora påfrestningar då vi är i rum med hög ljudnivå."

För att betona allvaret i sin utsaga plockade Albert fram hörselkåpor och olika slag av hörselskydd och visade hur de skulle användas: "Tänk på att om ni utsätts för högt ljud en enda gång så kan ni få en hörselskada som för alltid kan minska er hörsel. Skadan kan yttra sig i att ni alltid hör ett ljud inuti huvudet. Skadan kallas *tinnitus* och är mycket obehaglig."

Skolans klocka ringde och Albert samlade sig: "Som läxa till nästa gång tycker jag att ni skall tillverka var sitt musikinstrument hemma. Det får se ut hur som helst. Tag med instrumentet hit så försöker vi bilda en skojig orkester... och kom ihåg att den fysik jag som jag går igenom egentligen är avsedd för att utgöra en grund för era egna tekniska konstruktioner. Visst har fysik ett egenvärde i sig, men det är dock bara ett fåtal av er som kommer bli fysiker. Däremot kommer ni alla i er vardag använda tekniska prylar och hjälpmedel, som är konstruerade utifrån fysikaliska lagar och samband."

Helga lämnade skolan fylld med tankar om hur hon skulle kunna tillverka ett skojigt instrument: "Vad hade hon hemma som det lät mycket om? Clinton?"

När Helga kom ut från skolan så hade vädret ändrat sig. Det var ett riktigt busväder. Hon såg en blixtnedslåg och hörde strax efteråt ett muller. Mer eller mindre automatiskt räknade hon sekunderna mellan blixtnedslåg och dunder. Hon kom till tolv. Hon delade talet med tre och drog slutsatsen att åskan var fyra kilometer bort.

Hon kom plötsligt att tänka på att hon egentligen inte visste varför hon gjorde denna uträkning i huvudet. Hon förstod emellertid att matematik nog är nyttigt då man studerar fenomen i naturen. Och varför låter åskan som om en vagn far fram över himlavalvet?

Hon förstod att man i forntiden hade trott att det gar krigsguden Tor som var ute och åkte och att han slungade sin yxa då det blixtrade. Det var så man trodde förr.

Men egentligen var det inte inte fullt så enkelt att förstå fenomenen idag heller. Kanske fanns det något slag av vardagskunskap som alla behövde, något slag av skolkunskap som lärarna använde för att förklara fenomen för sina elever och något slag av expertkunskap som vetenskapsmännen använde?

Visserligen förklarade Albert olika fenomen för klassen, men Helga anade intuitivt att det nog fanns djupare förklaringar än de ofta tillrättalagda förklaringarna som hon hörde under lektionerna. Är det sådant som kallas för vetenskap? Kanske skulle det vara roligt att ägna sig åt sådant? Ja, det var mycket som hon skulle vilja fråga Albert om.

Albert reflekterar

När klassen hade gått ut så tittade Albert ut genom fönstret och såg hur ett åskväder var under uppsegling. Det blixtrade och åskade. Albert märkte hur ljuset från blixterna och det efterföljande åskljudet hängde ihop.

Då blixten slog ner så skedde det väldigt fort. Mer eller mindre ögonblickligen eftersom blixten hade nästan ljusets fart. Ljudet däremot gick förhållandevis långsamt. Det innebar att det första ljudet som nådde fram till den som iakttagit blixtnedslaget kom från en plats som befann sig nära marknivån. Det var ju kortast avstånd dit. Blixten värmdes upp luften omkring sig kraftigt och ljudet skapades genom den chockartade utvidgning av den varma luftpelaren som omgav blixten. Ljudet från blixternas nedslag kom sen från allt högre belägna platser i den snabbt expanderande luftpelaren. Då blev avståndet till den som hörde ljudet allt längre. Det var därför som man hörde ljudet ganska länge.

Blixten gick inte heller alltid rakt ner. Det var därför som ett mullrande hördes. Sen tillkom det ekoeffekter. Så nog kunde man få det till dånet från Tors vagn. Detta bestämde Albert att han skulle ta upp nästa gång. Han reflekterade också över hur insikter i vetenskap kunde motverka övertro.

Just ljud kunde också utgöra en bra öppning för att behandla olika slag av tekniska tillämpningar omkring oss. Eleverna var oftast väldigt intresserade av ljud och musik.

El omkring oss

Helga vaknade nästa morgon utan att väckarklockan ringde och väckte henne. Hon kastade en blick mot klockan. Istället för att se de rödlysande digitala siffrorna såg hon bara en mörk urtavla. Bakom denna syntes katten Clintans gröna och gåtfullt fosforescerande ögon som lugnt betraktade henne. Strömavbrott!

Hon försökte knäppa på ljust, men inte heller det fungerade. I halvmörkret letade hon fram sitt armbandsur. "Tur att det var batteridrivet," tänkte hon. Armbadsuret gav det lugnande beskedet att hon hade vaknat i tid. Hon strök katten med handen över ryggen och när hon strax efteråt tog i dörrhandtaget fick hon en elektrisk stöt: "Aj!"

Hon väckte snabbt de andra i huset och gick för att ordna toalettbestyren. "Tur att vattnet inte har fått något avbrott." Sen kom hon att tänka på studiebesöket på vattenverket och i vattentornet som klassen gjort veckan innan. "Det är klart att vattnet inte får ett avbrott, men det behövs elektricitet för att pumpa upp vatten i vattentornet. Vid ett längre elavbrott kommer nog vattnet också att ta slut." Hon övervägde att fylla badkaret för att ha en reserv. Men hon kom att tänka på att om alla gjorde på samma sätt så skulle vattnet ta slut ännu fortare.

Hon gick ner till köket för att ordna lite frukost. "Det får bli kall mat och dryck idag," tänkte hon. "Men om elavbrottet varar länge kommer nog kylskåpet och frysen att bli varma och innehållet att förstöras." Hon kastade en föraktfull blick på den nya, men nu värdelösa mikrovågsugnen med alla finesserna för grillning o s v.

"Men värmen klarar sig väl ändå?" frågade hon sin bekymrade far som just kommit ner med en ficklampa i handen.

"Vi har oljeeldning," svarade fadern. "Men i systemet finns en brännare som går på elektricitet. Cirkulationspumpen, som för ut det varma vattnet till elementen, går också på el. Jag hoppas att elavbrottet inte blir långvarigt. Undrar om telefonen fungerar och hur är det med mobilen?" En sån tur att vi har en braskamin och kan elda den med ved som vi själva har tagit fram."

Helga fylldes av farhågor inför insikten om hur sårbar hennes tillvaro var. Det var emellertid fortfarande höst och ganska gott väder. Tänk om det blev elavbrott mitt i kallaste vintern? Förra vintern så hade blötsnö på ledningar tillsammans med en storm gjort att många hushåll fått vara utan ström under flera veckor. Hur skulle man kunna göra sitt hem lite mindre strömberoende. Vad kunde man tänka sig att installera för tekniska prylar för att minska sårbarheten då strömmen inte fungerade?

Helga började fundera lite över vad elektricitet egentligen var. Hon visste att det hade något att göra med elektroner: "Tänk om de tar slut!"

Försänkt i funderingar begav hon sig iväg mot skolan. En bit från huset såg hon hur ett antal upprörda män hade samlats kring en stor grävskopa. Hon hörde delar av deras samtal: "Gräva av kabeln så där... Vi får laga den snabbt... Vi får väl koppla in området på en annan ledning."

Helga förstod att det tydligen varit en grävskopa som hade grävt av en elektrisk kabel, men att den skulle vara lagad snart.

"Varifrån och hur kommer elektriciteten in i kabeln? Hur tillverkar man elektrisk ström? Vad är elektrisk ström för något? Varför fick jag en elektrisk stöt efter att ha klappat katten?" Sådana frågor malde i Helgas huvud då hon cyklade iväg till skolan. Eftersom det var lite mörkt satte hon på cykeldynamon: "Kan man inte ha en dynamo hemma på motionscykeln och tillverka egen ström?"

Inne i skolsalen skulle fysiklektionen börja. Här var det inget strömavbrott. Albert hade redan plockat fram en massa material:

"Idag skall vi arbeta med elektricitet och magnetism. Vad tror ni att elektrisk ström är för något egentligen?"

Det var många som räckte upp handen för att svara. Någon ansåg att strömmen kom från väggkontakten och gick i en ledning till t ex dammsugaren där den förbrukades.

Helga räckte upp handen och berättade om strömavbrottet. Albert fick en mängd uppslag att bearbeta och många frågeställningar att reda ut.

Albert började förklara: "För det första så kan man få fram elektricitet genom att gnida en plaststav med en ylleduk eller ett kattskinn. "Vårt kattskinn är ganska slitet. Känner ni någon katt?" undrade Albert lite oskyldigt.

Helga ryste då hon tänkte på Clinton. Han hade visserligen en god päls som kunde bli elektrisk – men det som hon gjorde skulle vara att lämna över honom till Albert. Hon fick nog tänka om beträffande Albert.

Albert fortsatte lektionen: "Ni har säkert känt hur ni får stötar då ni en kall dag tar i något metalliskt föremål. Det som sker är att ni genom att gnida skorna mot golvet laddas upp elektriskt. Då ni rör vid något metalliskt föremål så kommer ni att laddas ur igen. Det är höga spänningar som man laddas upp till. Strömstyrkorna blir dock mycket små. Som en tumregel kan man säga att en gnista på 1000 volt kan hoppa över ett gnistgap på ca 1 millimeter."

För att åskådliggöra en egenskap hos elektricitet tar Albert fram en plaststav och gnider den med ett kattskinn.

Helga tänker med en lätt rysning på nytt på sin katt Clinton.

Voltmetern som Albert placerat på katedern ger ett utslag på nära 6000 volt: "Spänningen som jag får genom gnidningen är inte direkt farlig, men kan vara obehaglig. Spänningen kan dock orsaka gnistöverslag som kan vålla skador. När man tankar sin bil så fungerar den rinnande bensinen som plaststaven. Duken som vi gnider är gummislangen som bensinen rinner igenom. För att undvika gnistor vid tankningen måste man se till att man alltid håller handtaget på bensinslangen i metallisk kontakt med bilen."

"Då vi tolkar den statiska elektriciteten på ett fysikaliskt sätt, så anser vi att det elektriska fenomen som vi upplever beror på att det är elektroner som går över från ett material till ett annat. Det ena materialet, plaststaven i det här fallet, har då fått ett överskott av elektroner och blivit negativt laddat. Det andra materialet, kattskinet, får ett underskott av elektroner. Det tolkar vi som positiv laddning. Vi skall emellertid undersöka hur den vanliga elektriciteten som vi har omkring oss fungerar. Det är i tekniska system viktigare med elektroner som rör sig i ledningar än med elektroner som finns på stavar eller liknande."

"Jag tror vi gör så att ni får börja med att själva undersöka hur man kopplar ihop lampor, strömbrytare och batterier till en fungerande krets."

För att starta lektionen så delar Albert ut batterier, glödlampor, lamphållare, strömbrytare och bitar av ledningstråd samt en liten skruvmejsel till grupperna.

Eleverna började genast och med ohöljd entusiasm att experimentera. Efter en stund tändes små ljuspunkter lite här och var i klassrummet. Snart började glödlamporna blinka också.

Albert bad en av eleverna, Torbjörn, att berätta vad deras grupp hade kommit fram till:

"Vi fann att man måste koppla ihop en sluten krets..."

"Sluten krets! Det var naturligtvis därför det blev elavbrott när grävskopan slet av ledningen" tänkte Helga.

"Men om strömmen går in i huset, och genom att det är en sluten krets, går ut ur huset igen så förstår jag inte hur den kan uträtta något arbete?" Hon ställde frågan till Albert.

För att svara på frågan så tog Albert fram ett ärtrör och visade hur man kunde föreställa sig att den elektriska strömmen bestod av elektroner i en ledning på samma sätt som ärtorna som fyllde röret.

Vilken fantasi en fysiker ändå har, tänkte Helga, elektroner som ärtor!

"Elektronerna drivs fram av en elektrisk kraft. Om man stoppade in en ärtor eller en elektron till i ledningen så måste en annan ramla ut i andra änden. Det ryms bara exakt ett visst antal elektroner samtidigt i ledningen."

Helga försökte följa med i Alberts tankegång: Men för att det hela skulle fungera måste man föreställa sig att ledningen är sluten och att det på ett ställe på ledningen satt något slags elektronpump som satte fart på elektronerna. På ett annat ställe hade man någonting som drevs av denna elektronström. Pumpen motsvarades i verkligheten av ett batteri eller en dynamo och det som drevs var t ex en lampa.

För att det hela skulle fungera måste ledningen vara kopplad så att en sluten krets uppstod. Man kan nämligen varken tappa ur elektroner ur en ledning eller pressa ihop dem någonstans. Albert böjde ihop sitt långa ärtrör så att början på röret anslöt till slutet.

För att ytterligare åskådliggöra den elektriska strömmens väsen tog Albert fram en bräda med en massa spikar på. Helga kom att tänka på fakirer och spikbrädor.

Albert lutade på brädan: "Om jag släpper ner en kula längs med brädan så kommer kulan att bromsas upp genom att den studsar mot spikarna. Om jag har väldigt många spikar som är tätt ispikade, så kommer naturligtvis kulan att bromsas mer än om jag har spikarna glest islagna. På samma sätt kan jag resonera om att ju mer jag lutar på brädan, desto fortare rör sig kulan. Jag kan också låta många kulor rulla nerför brädan samtidigt."

För att demonstrera sin spikbräda så lutade Albert på den och släppte ner en kula som studsade mot spikarna och långsamt rörde sig neråt.

Klassen tittade fascinerat på kulan som långsamt rörde sig nedåt. Något undrande - vad har detta med elektricitet att göra? De hade dock lärt sig att det i Alberts ofta halsbrytande experiment fanns en substans. Han kom alltid, liksom katten, ner på fötterna efter sina fysikaliska saltomortaler.

"Ni förstår," började Albert, "Det är väldigt svårt att få ett grepp om vad elektricitet är. Man måste arbeta med modeller. Ingen modell ger hela sanningen. Vi behöver många olika modeller som var för sig visar på olika aspekter hos den elektriska strömmen.

Den här brädan kan betraktas som en modell för hur den elektriska pumpen som jag talade om tidigare fungerar. Ju mer jag lyfter på brädans ena ände desto högre fart får kulan som jag släpper ner.

Inom elläran kan man jämföra med att man ökar den elektriska spänningen. Det sker med hjälp av ett batteri eller med en dynamo. Kulorna som rullar ner utgör strömmen som rör sig i ledningen. Ju fler kulor som vi släpper ned, desto mer ström får vi.

Men jag kan erhålla lika stor energi om jag har få kulor som rullar ner från en hög höjd, som då jag har många kulor som rullar ner från en låg höjd. Alla dessa spikar i sin tur visar att det finns ett motstånd som kulorna måste övervinna. Ju tätare jag har slagit i spikarna, desto större motstånd blir det."

"Det är emellertid en sak till som vi måste tänka på. När vi använder ett batteri så föreställer vi oss att strömmen går från pluspol till minuspol i en sluten krets. Tyvärr

finns det ingen sådan ström. Den enda ström som finns är en ström av elektroner. Men den strömmen går motsatt väg. Innan man hade kännedom om hur elektronerna rörde sig hade man utvecklat ellärans formalism och vi får leva med det betraktelsesättet:"

"Elektroner man inte ser... strömmar som inte finns... inte konstigt att alla tycker att fysiken är obegriplig," konstaterade Helga tyst för sig själv. En känsla av respekt för naturens lagar och naturens inneboende ordning började dock göra sig påmind.

Det var tjugigt med dessa modeller: "Kan man inte likna det som sker iden elektriska kretsen vid vatten som rinner igenom en vattenledning?"

"Visst kan man jämföra den elektriska strömmen med strömmen av vatten. Man får hjälp av denna bild då man vill förstå hur strömmar grenar upp sig, beroende på hur lätt ett flöde kan ta sig fram. Vi får dock inte låsa fast oss vid den modellen. En modell utgör alltid en förenkling av verkligheten och belyser bara en aspekt av skeendet. Nästa experiment visar att den elektriska strömmen har en egenhet som inte en ström av vatten har."

Därefter delade Albert ut små kompasser och meterlånga bitar av isolerad elektrisk ledningstråd till eleverna. De skulle undersöka om strömmen på något sätt påverkade kompassen.

Helga kopplade tråden till batteriet och lade tråden över kompassen. Hon såg att kompassnålen gav ett utslag då hon lät ström gå igenom ledningen. Sen lindade hon ledningen några varv kring kompassen och då blev det ett ännu kraftigare utslag.

Albert delade sedan ut bultar av järn och bad eleverna att linda isolerad ledningstråd på bultarna och testa vad strömmen gav för egenskaper åt järnet.

"Det blir magnetiskt!" ropade en flicka glatt.

Därefter fick de var sin liten papprulle och en stavmagnet: "Linda den isolerade tråden i många varv kring papprollen." instruerade Albert. "Koppla sedan trådarna till kompassen som ni redan har lindat isolerad ledningstråd omkring. Rör stavmagneten fram och tillbaka i spolen. Vad händer?"

Eleverna gjorde som de blivit uppmanade och fann till sin förtjusning att magnetnålen rörde sig i takt med att de rörde på stavmagneten: "Vad är det som sker?"

Albert förklarade: "Nu kommer vi in på spännande tekniska tillämpningar av fysikaliska fenomen i vår omvärld. Hittills har vi bara arbetat med likström. Strömmen från ett batteri kan bara gå i en enda riktning. Därför kallas det slag av ström för likström. Den konstruktion som ni har framför er ger istället växelström. I växelström växlar elektronerna riktning hela tiden och rör sig fram och tillbaka. Det är växelström som ni har i era strömuttag hemma. Hushållsströmmen är naturligtvis mycket starkare än den ström som vi framställer här, men principen är densamma."

När han förklarade detta för eleverna lyfte han ett varnande pekfinger: "**Tänk på att ni aldrig får experimentera med ström ur kontakterna hemma. Det är förenat med livsfara!**"

"Magneten och spolen är en modell av en elektrisk generator. Då ni för in magneten i spolen kommer det att induceras en elektrisk spänning som driver fram en ström genom ledningen. Den strömmen ger sedan, i ledningen kring kompassen, upphov till ett magnetfält som i sin tur påverkar kompassnålen. Då strömmen går åt ena hållet så slår magnetnålen ut åt ett hållet och då strömmen går åt andra hållet så slår magnetnålen ut åt motsatt håll. Strömmen ändrar riktning hela tiden. Det beror på att elektronerna rör sig fram och tillbaka. Det är inte heller svårt att föreställa sig att man, genom någon smart konstruktion, kan byta strömriktning vid kompassen. Då kan man få nålen att snurra runt åt samma håll hela tiden. Dvs man kan utgående från den här kopplingen få idéer till hur en elektrisk motor kan byggas."

Ur en låda i katedern tar Albert fram en liten elektrisk motor och visar med hjälp av ett batteri hur den fungerar.

Sedan tar han på skämt på sig en grön keps med ett hål i skärmen för en propeller. Högst upp på kepsen finns en blåsvart fyrkantig och glänsande tingest som är försedd med en propeller.

När Albert går fram till fönstret och låter solen lysa på den fyrkantiga tingesten så börjar propellern att snurra och ett kylande luftdrag torkar bort svetten i hans ansikte:

”Jag köpte kepsen då jag var i Rom under den senaste värmeböljan. En solcell, eller solbatteri, gör om solens ljus till elektrisk ström som sedan får driva den lilla fläkten.”

"Att själv alstra elektrisk energi kräver emellertid mycket arbete." Albert ber Helga ta plats på en motionscykel som han ställt upp vid ena väggen: "Försök att trampa så att en lampa börjar lysa!"

Helga tar i allt vad hon orkar och lampan börjar mycket riktigt lysa. Efter en kort stund är hon emellertid uttröttad.

Albert förklarar: "Det är inte mycket mekaniskt arbete som en människa orkar utföra. Helga kunde driva lampan under en kort stund. Lampan är bara på 20 Watt. Det är således en ganska liten lampa. Ni har säkert många sådana lampor tända hemma. Man kan som en liten jämförelse nämna att er hjärna förbrukar 20 W. Enbart spisen kräver minst tio gånger lampans effektbehov då man lagar en middag. Och TV'n behöver minst 100 Watt."

"Ni får i läxa till nästa gång att titta över det elektriska systemet hemma och att ta reda på hur mycket elektrisk energi som ni förbrukar dagligen. Försök att fundera ut var och hur ni skulle kunna spara energi. Om ni tänker er att en stark slav skulle kunna utföra ett arbete på ca 40 W så kan ni räkna ut hur många "energislavar" ni egentligen betjänas av dygnet runt. Försök att jämföra med hur många energislavar det mertal av jordens befolkning som bor i u-länderna har. Skulle man kunna föreställa sig någont slag av utjämning? Kan man föreställa sig att alla människor på jorden kan leva på vår energinivå? Kan man föreställa sig att vi reducerar vår energiförbrukning?"

Albert sammanfattar lektionens innehåll: "Ni kan föreställa er vilken betydelse alla dessa elektriska konstruktioner har haft. Föreställ er att elektriciteten bröts i vårt samhälle. Då skulle säkerligen det mesta stanna."

Det höll Helga med om efter morgonens upplevelse. Samtidigt vidgade Alberts frågor om global energiförsörjning hennes tankekrets.

Albert reflekterar

Albert funderade på hemuppgiften som han gav eleverna. Tanken på hur många av alla apparater som går på elektricitet hemma är skrämmande. Tänk hur sårbart samhället faktiskt är. Värmen är elbaserad, liksom kylning av livsmedel, och det krävs el för att tillaga mat. Ett stort problem vid strömavbrott är att få fram information, eftersom de flesta informationssystem bygger på elförsörjda enheter för såväl distribution som mottagning.

För inte så länge sedan var det ett större strömavbrott i USA och Canada, som berodde på en överbelastning som fick földeffekterna att fler överbelastningar uppstod och plötsligt var stora delar av USA och Canada utan ström. Vi har haft liknande situationer i Sverige. På 80-talet drabbades större delen av södra Sverige av strömavbrott pga ett haveri i ett ställverk. En kabelbrand norr om Stockholm i början av 2000-talet, mörklade hela området runt Kista och Akalla, vilket bl a ledde till att tryckeriet som trycker DN och Expressen stannade, Ericsson fick driftstopp på all verksamhet, tunnelbanan stannade mitt i en tunnel i berget och samtliga boende i området fick klara sej utan el i två dygn.

Sen har vi de globala utblickarna. Hur kan man åstadkomma en rättvis fördelning av energiresurserna, inte bara bland de nu levande människorna, utan även med hänsyn tagen till kommande generationers behov? Problemen föreföll överväldigande, men situationen blir inte bättre av att inte behandla dessa aspekter i undervisningen. Den sk globaliseringen innebär inte bara ett nytt fenomen för handel och näringsliv utan medför också nya krav på utbildningssystemet. Att som tidigare, koncentrera sig på att överföra fakta och att lösa tillrättalagda uppgifter innebär inte någon förberedelse för elever som skall leva i en för oss okänd framtida värld. Naturligtvis måste man i sin undervisning ta sin utgångspunkt i de kunskaper som eleverna kan tänkas behöva föra att kunna leva i vardagsvärlden. Men eftersom omvärlden tränger sig på oss genom alla slag av medier, så måste vi också i vår undervisning taga detta på allvar och vidga ramarna för vår verksamhet till att beakta såväl globala perspektiv som framtida problem och möjligheter.

Partiklar, fält och vågor

Helga väcks av klockradions ihållande ringande. Hon sträcker ut armen mot klockan, men når den inte. Mamma hade visst ställt den lite längre bort för att Helga skulle slippa att bli utsatt för något slag av elektromagnetisk strålning som mamma hade läst om nyligen.

De andra i familjen har redan gått till dagens olika aktiviteter. Helga värmer lite frukostte i mikrovågsugnen och rostar några skivor bröd i brödrosten. Hon ser att mamma har glömt att stänga av en platta på spisen - den är rödglödande. Helga känner hur värmen från plattan strålar mot henne. Snabbt stänger hon av spisplattan.

Eftersom ingen är hemma skyndar hon sig att ställa maten på en bricka och går till TV-rummet. Hon sätter på TV-apparaten, tar fjärrkontrollen och byter kanal till Nyhetsmorgon. Där utfrågas just då en expert om faran med joniserande strålning. "Den mest genomträngande joniserande strålningen utgörs av gammastrålning. Den används bl a för att bestråla mat med..." hinner experten säga innan han blir bortknäppt av Helga. Hon känner sig inte på humör för att lyssna på torra fakta. Hon sätter på radion och lyssnar på musik istället.

Det har regnat under natten men solen börjar gå upp. Helga känner hur solen värmer så skönt. När hon cyklar mot skolan ser hon, då hon har solen bakom sig, hur en vacker regnbåge har bildats. Hon stannar för ett rödljus vid en korsning och när ljuset slagit om till grönt skyndar hon vidare.

I en parkeringsficka står en polisbil parkerad. En polis håller ett gevärliknande föremål, som hon känner igen som en laserfartmätare. Polisen riktar den mot en bil som kommer körande och en annan polis vinkar in bilen. "Otur för honom," tänker Helga. "Poliserna har verkligen bra utrustning nuförtiden. Undrar hur laserapparaten fungerar? Kan man kanske lura den?"

Vid stora ingången till skolan har man monterat in en automatisk öppnare så att Helga kan gå in utan att behöva ta i dörren.

I hennes undermedvetna finns en outtalad fråga: "Alla dessa tekniska prylar som hon upplever som något slag av trolleri - hur fungerar de egentligen?"

När alla kommit och satt sig så börjar Albert lektionen: "Idag skall vi behandla ett viktigt område. Det heter elektromagnetisk strålning. Kan någon av er ge något exempel på sådan strålning?"

Eleverna funderar. Alla har sett eller hört talas om olika slag av strålning. Det blir ett väldigt diskuterande om laserstrålar och radioaktiv strålning, och Helga berättar om de upplevelser som hon hade då hon var på väg till skolan.

Albert är tydligen väl förberedd. Han tar fram en plansch. På planschen finns det uppritat två linjer, mellan vilka en vågformad kurva rör sig upp och ner. Vågorna är tätare vid den ena sidan än vid den andra.

"Vi har elektromagnetisk strålning omkring oss överallt. Strålningen kännetecknas av att den består av elektriska och magnetiska fält som svänger samtidigt men med 90 graders vinkel mellan sina svängande delar. Elektromagnetisk strålning utbreder sig med ljusets fart. Farten är, som ni säkert minns 300.000 km per sekund. Strålningen kännetecknas, som all annan strålning, av att det finns ett samband mellan dess utbredningshastighet, frekvens och våglängd."

Ni kanske kommer ihåg att farten för en våg är lika med produkten av dess frekvens och dess våglängd."

Albert tystnar lite och ser sig omkring i salen. Några nickar och ser ut att fatta vad Albert berättade.

"Man kan också anse att vågen består av energikvanta med en energi som är lika med produkten av en liten konstant h och vågens frekvens. Konstanten h heter Plancks konstant efter en tysk fysiker, Max Planck. Konstantens storlek är 6,6 med 34 nollor före om man räknar i SI-systemet." Albert skriver ut alla nollorna.

"Kunskapen om den här lilla konstanten har förändrat grunden för elektrotekniken i vår omvärld. h är en naturkonstant och viktig då man konstruerar tekniska prylar som har med kvantfysik att göra. Exempelvis elektroniska apparater osv."

"Om ni tittar på den här ändan av det elektromagnetiska spektrumet." Albert pekar på den delen av spektrumet där svängningarna ligger tätast. "Ser ni att strålningen svänger snabbt, frekvensen är hög. Energin i strålningen fås genom att man multiplicerar Plancks konstant med frekvensen. Därför är energin i den här delen av spektrumet mycket hög. Det är här vi finner joniserande strålning i form av energirika gammakvanta. Egentligen skall man inte tala om radioaktiv strålning. Det skall heta joniserande strålning. Strålningen själv är inte radioaktiv. Jämför med att tala om en elektrisk montör – han är säkert inte mer elektrisk än du och jag. Beteckningar kan vara missledande i vardagsspråket. Även genomträngande röntgenstrålning finns här i det elektromagnetiska spektrumet. Då vi går mot lägre frekvenser finner vi exempelvis den ultravioletta strålningen som gör oss bruna på sommaren. Som ni nog förstår kan den också vara farlig. Man måste skydda huden mot för mycket strålning med lämpliga krämer. Tänk på att överdrivet solande med oskyddad hud kan leda till att hudcancer utvecklas."

Helga tänkte på hur hon på sommaren hade kämpat med solkrämer med olika solskyddsfaktorer för att få den eftertraktade solbrännan, utan att bli sönderbränd.

Albert tar fram en lampa som bara avger ultraviolettt ljus. Han belyser ett vitt pappersark i en plastficka. Arket blir nästan självlysande. Sedan tar han och smetar på ett tunt lager solkräm på plastfickan. Då han på nytt belyser pappret ser eleverna en svart fläck där solkrämen är utsmetad. Krämen hindrade tydligen strålningen att gå fram till pappret.

"Vid våglängder på ungefär en meter sänds TV-program och FM-radioprogram. Dessa vågor har egenskapen att de går rakt fram. För att sända ett markbundet TV-program ut över hela Sverige måste man ha många sändarmaster som är länkade till varandra genom att de kan "se" varandra, från den ena masten till den andra."

"Varför har man satelliter för sändning?"

"Jo, då sänder man upp sin signal till satelliten som sedan sänder den tillbaka så att signalen sprids över exempelvis hela Norden."

Helga frågar: "Mikrovågsugnen då - vad har den med vågor att göra?"

Albert förklarar: "I en mikrovågsugn finns ett radiator som heter magnetron. Den sänder ut strålning som tvingar vattenmolekylerna att svänga. Genom den uppkomna friktionen mellan vattenmolekylerna i maten värms den. Ursprungligen konstruerades magnetronen för att användas i radarapparater under andra världskriget. Det kostade faktiskt lika mycket att utveckla radarn som att utveckla atombomben. Frågan var sedan vad man skulle göra med den konstruktionen efter kriget. Då kom någon på att man skulle kunna bygga in den starkt strålände magnetronen i en plåtlåda och värma upp mat i den lådan. Plåt har den egenskapen att det inte kan tränga ut någon elektromagnetisk strålning från lådan. När man kan nyttja erfarenheterna från ett område till ett annat, så kallas för att man har en spin-off effekt. Mycket av den civila tekniken har sitt ursprung i militär teknik som utvecklats under krigsförhållanden"

Albert tar fram en sedel och ett litet lysrör som är monterat i en lampa: "Man kan också använda den kortvågiga delen av det elektromagnetiska spektrumet för olika ändamål, t ex för att göra sedlar säkrare mot förfalskning." Han lyser på sedeln. Helga

ser hur delar av sedeln lyser svagt violett och tänker på att hon har sett något liknande. Det var på diskot där vitt tyg blev självlysande i mörkret. En lampa med ultraviolett ljus var förmodligen tänd någonstans i lokalen.

Albert fortsätter: "Från det ultravioletta går vi till ett område i spektrum som är väldigt viktigt för oss. Nämligen området för synligt ljus. Området ligger mellan våglängderna 4000 - 8000 nanometer och är som ni ser mycket begränsat i spektrumet. Inom detta område kan vi se föremål med våra ögon. Om ni tittade på regnbågen som syntes i morse så såg ni hur det synliga ljuset uppdelades i olika färger."

För att styrka sitt påstående placerar Albert en fyrkantig vanna med vatten på arbetsprojektorn och tänder projektorn. En vacker regnbåge syns på väggen.'

Sedan tar Albert fram en fjärrkontroll till en TV och riktar den mot en spegel som finns längst bak i salen och lyckas sätta på TV-apparaten som står bakom honom. Han behövde inte alls rikta fjärrkontrollen mot TV-apparaten.

"När vi går mot längre vågor än det synliga ljuset så finns det många olika tekniska tillämpningar. Fjärrkontrollen till TVn är en. I fjärrkontrollen finns en lysdiod som sänder ut ljus som är osynligt för oss, men som detektorn på TVn kan uppfatta. Så fungerar också automatiska dörröppnare."

Albert har plockat fram en transformator till vilken han har anslutit en spik. Han slår på strömmen. Spiken blir först rödglödande. Sen blir den allt vitare för att till slut brinna av.

Helga tänker på spisplattan. Tänk om hon inte hade uppmärksammat att den var på!

"Med längre elektromagnetiska vågor har man olika slag av radioutsändningar," förklarar Albert. "Allt hänger ihop. Det elektromagnetiska spektrumet är som ni förstår viktigt för oss på grund av den enorma mängd av tekniska tillämpningar som finns."

Helga tänker på sin klockradio: "Varför är det inte bra att ha en klockradio nära sig då man sover?"

Albert förklarar tålmodigt: "En elektrisk ström omger sig alltid med ett magnetiskt fält. På samma sätt omger sig ett växlande magnetiskt fält med ett växlande elektriskt fält. Det sammansatta fältet strålar i sin tur ut från de elektriska ledningarna. På en radiosändare fungerar ledningen som antenn. En elektrisk apparat omger sig således med ett elektromagnetiskt fält. Vissa forskare anser att fälten kan vara skadliga. Om man inte riktigt säkert vet vad som är farlig eller inte så är det säkert förståndigt att vara försiktig. Fälten avtar med kvadraten på avståndet. Det betyder att om du flyttar klockan till dubbla avståndet minskar fältet till en fjärdedel. En viktig diskussion i det sammanhanget hänger ihop med hur farlig strålningen från en mobiltelefon kan vara. Där har man en ganska kraftig radiosändare tätt intill hjärnan. Man kan mäta upp en liten uppvärmning, ungefär som från en mikrovågsugn. Den fråga som diskuteras är om det finns andra skadliga effekter av strålningen. Ett bra förhållningssätt om man inte vet hur det med säkerhet förhåller sig är naturligtvis att använda mobiltelefonen så lite som möjligt."

Albert tar sedan fram en gammal cymbal och en liten elektronblix. Han avfyrar blixten från några centimetres håll mot cymbalen. En tydlig smäll hörs: "Om man vill göra sig en föreställning om hur den elektromagnetiska strålningen breder ut sig kan man föreställa sig att den består av en mängd små ljuskulor. Dessa ljuskulor eller *fotoner* som de kallas har olika egenskaper, beroende på hur mycket energi de har. Som vi sett har de fotoner som har kortast våglängd mest energi. Energin är liksom samlad i en punkt. Nog kan vi föreställa oss att en energiladdad liten punktformad kula kan

skada. Om vi å andra sidan har strålningen utbredd över en större area i form av en längre våg är inte strålningen koncentrerad till en enda punkt. Strålningen skadar mindre då. Inom kvantfysiken talar man om att den elektromagnetiska strålningen har såväl våg som partikelegenskaper."

Albert reflekterar

Efter lektionen startade Albert sin mobiltelefon, och direkt spelade den en trudelutt som betydde att han hade fått ett SMS. Albert hade funderat på att skaffa en ny mobiltelefon, av typen 3G. När han tänkte på alla funktioner som en 3G-telefon har, så kom han att tänka på debatten om strålningen från mobilmaster. Är oron verkligen befogad? Vad är man orolig för egentligen? Debatten handlar om olika frekvenser och gränsvärden, men vad är det rent fysikaliskt?

Det är lätt att mäta strålning, och få fram vilka olika frekvenser och källor strålningen kommer ifrån. Om man exempelvis gör en mätning i en tätort så kan man exempelvis utläsa att det finns strålning från berggrunden, TV, radio, GSM-telefoni och 3G-telefoni.

Ett gränsvärde är det högsta tillåtna värdet inom ett område, exempelvis elektromagnetisk strålning. Sådana gränsvärden är satta med stor säkerhetsmarginal, där det inte finns några dokumenterade skadliga effekter av strålningen. Albert vet att gränsvärden för elektromagnetisk strålning mäts i V/m.

Angående master med olika typer av elektromagnetisk strålning, så är gränsvärdena olika för olika frekvenser, och de är satta för att man inte ska skadas om man inte vistas närmare än en meter från antennen. Eftersom strålningen avtar med kvadraten på avståndet så kan man lätt räkna ut att det med dagens forskning inte finns några dokumenterade skaderisker, om man befinner sig nära en mobiltelefonmast.

Ett räkneexempel man kan göra är att, om man står under en mast så befinner man sig drygt sex meter från själva antennen. Om vi räknar bort den första metern, som är säkerhetsavståndet för gränsvärdet så är det fem meter kvar. Fem i kvadrat är 25. Strålningen är alltså 1/25-del av det säkra värdet. Den strålning som man utsätts för av själva telefonen, när man pratar, är dock betydligt starkare, eftersom man har telefonen så nära kroppen.

En annan okänd strålningsbov är de digitala trådlösa hemtelefonerna, och den lilla basstationen som hör till. Basstationen strålar hela tiden, man håller luren mot huvudet och telefonsamtalen är oftast längre. Albert brukade därför ofta använda hands-free när han använde, både sin mobiltelefon och den digitala hemtelefonen.

Albert funderar lite över hur denna teknik har kunnat nyttjas i u-länderna. Där har mobiltelefonen kunnat överkomma den brist på infrastruktur av telefonledningar och kablar genom att bara kräva ett förhållandevis fåtal basstationer. Med hjälp av mobiltelefoner har kunskap om exempelvis skördar kunnat efterhöras och folket ute på landsbygden har kunnat hävda sig gentemot uppköpare som varit bättre kunniga om tillgång och efterfråga på odlade grödor.

Albert kunde inte heller bortse från all den krigiska användning av elektromagnetisk strålning som kännetecknade moderna konflikter. Ett yttersta vapen mot datorer och kommunikationssystem skulle vara att spränga en atombomb högt upp i atmosfären över ett fientligt område. Den elektromagnetiska pulsen som då skapades skulle kunna ödelägga alla datorer som minste var skärmade och alla andra kommunikationssystem på marken.

Genom att så mycket information spreds genom olika datorsystem så kunde dessa naturligtvis också bli utsatta för olika slag av virusangrepp.

Vad är ljus?

Helga vaknar upp och sträcker på sig. I ett mörkt hörn håller katten Clintan på och leker med en pingisboll. "Hur i all världen kan katter se i mörkret?" Helga drar upp rullgardinen. Solen håller på att gå upp. När hon reser sig ur sängen rör hon upp lite damm. En solstråle banar sig en skimrande väg genom dammet. Efter morgonbestyren, som är snabbt avklarade, går hon ner till frukostbordet.

Mamma sitter och försöker läsa tidningen: "Helga, vet du vart mina glasögon har tagit vägen? Det är så svårt att läsa utan dem."

Helga kastar en snabb blick på bordet, där ligger ju mammas glasögon, bakom mjölkpaketet.

Helga sätter en kastrull med tevattnen på plattan på den nya spisen. Istället för att använda värme belyser den kastrullen med starka halogenlampor: "Vad de kan hitta på!" Men varmt blir det.

Gatlyktorna är fortfarande tända när Helga kommer ut. Hon tar sin cykel. För att vara laglydig sätter hon på cykelbelysningen fast solen håller på att gå upp. Solen färgar himlen vackert röd: "Varför är himlen röd på kvällen och på morgonen, men blå på dagen?"

När hon cyklar till skolan kan hon inte låta bli att fundera över ljuset kring sig. "Vad är ljus egentligen? Varför ser hon sin omgivning? Varför behöver mamma glasögon? Tänk om hon inte kunde se." Ett kort ögonblick blundar hon till när hon cyklar.

Försjunken i tankar parkerar hon cykeln och går in i skolsalen. Första lektionen är en fysiklektion. Albert har redan kommit:

"Idag skall vi undersöka ljusets egenskaper," säger han. "Är det någon som har funderat över vad ljus egentligen är?"

Helga tvekar lite, men tar mod till sig och berättar om sina frågor om ljusets natur.

Albert lyssnar uppmärksamt och nickar instämmande. När hon brutit isen visar det sig att många har haft liknande funderingar kring ljusets natur.

Torbjörn har läst om Stålmannen, som med sin röntgenblick kan se igenom väggar. Han undrar hur det kan gå till. Pernilla har funderat över varför solkrämer har olika solskyddsfaktorer. Henrik tar fram sina moderiktiga Ray Ban solglasögon och frågar varför de behöver kosta så mycket. Linda, som har fotografering som hobby undrade över hur en kamera fungerar. Annika, som är intresserad av astronomi ställer frågor om hur fort ljuset går: "Kan man åka fortare än ljuset? Jag har hört att det är omöjligt." Erik frågar hur det kommer sig att växter kan samla in solenergi.

Albert får många uppslag till hur han skall kunna börja lektionen. Han tar sig samman: "Först skall vi studera hur man har betraktat ljuset i olika tider. Förr trodde man att ögat sände ut något slags *synstrålar*. Man föreställde sig att man såg med hjälp av synstrålar. Detta betraktelsesätt finns kvar i exempelvis uttrycket "*kasta en blick*"."

Helga kände igen sitt eget sätt att tänka och att uttrycka sig.

"Numera anser vi att ljus är något som kommer från en ljuskälla och breder ut sig rätlinjigt. Efter att ha reflekterats mot ett föremål kommer ljuset till våra ögon och ger oss ett synintryck. Ljuset färdas alltså utan att påverkas genom luften. Det påverkas av föremålet som det träffar och förändras därvid."

Albert pekar på Lindas röda tröja: "Din tröja ser röd ut därför att vitt ljus träffar den, men alla färgkomponenter förutom det röda absorberas. Därför ser tröjan röd ut. Den återkastas bara det röda ljuset."

Albert tar fram en lampa med grönt glas. Han mörklägger i klassrummet och belyser Lindas tröja med lampan. Tröjan ser nästan svart ut i det gröna ljuset.

"Jag använde en lampa som sänder ut väldigt lite rött ljus. Tröjan absorberar allt ljus utom det röda. Tröjan ser naturligtvis svart ut eftersom det inte finns något rött i ljuset som jag belyser den med."

Därefter delar Albert ut glödlampor, batterier och pappersark till eleverna: "Undersök hur ljuset från lampan sprids. Försök att hitta på en modell för ljusets spridning."

Eleverna är flitiga och klipper smala springor i pappersarken. De rullar ihop dem och lyser med lamporna igenom rullarna.

Helga och Linda jobbar ihop och diskuterar experimenten. De har hört talas om *ljusstrålar*: "Kan man inte tänka sig att ljuset sprids från lampan som ljusstrålar som går ut vinkelrätt från lampan i alla riktningar? Låt oss pröva och se efter om vi har tänker rätt."

De försöker hitta på ett experiment som de kan testa sin hypotes med: "Om vi rullar ihop ett papper och placerar lampan inuti så får vi en belyst fläck utanför. Om vi sedan skjuter in lampan längre i rullen så borde fläcken bli mindre om vårt modelltänkande är riktigt."

De testar och till deras glädje fungerar experimentet som de har föreställer sig. Experimentet som de gör bekräftar modellens riktighet. De visar sitt resultat för Albert som nickar belåtet.

Albert går fram till tavlan. Han ritat en bild av en glödlampa med strålar som går rätlinjigt ut åt alla håll: "Vad händer om vi håller en samlingslins i strålarnas väg?" Han delar ut linser som är tjockare på mitten än i ytterkanten.

"Några elever lyckas fånga upp en bild av glödlampan på ett pappersark. "De har nog en diaprojektor hemma," tänker Helga.

Albert fortsätter sin konstruktion av strålgången: "Då ljuset går igenom linsen så kommer de strålar som passerar igenom den tjockaste delen av linsen att bromsas mest. De avlänkas mest."

Albert ser att eleverna inte hänger med på resonemanget. Han tar fram ett glas med vatten och stoppar ner en penna i vattnet. Den ser böjd ut. Eleverna vet att pennan var rak då den hölls ovanför vattenytan.

Albert förklarar: "Vi kan föreställa oss att ljuset rör sig ut från ljuskällan i form av en *vågfront*. Med vågfront menas att ljusvågor rör sig på samma sätt som havsvågor, med skummande kammar. Det som vi kallar en ljusstråle är egentligen en tänkt konstruktion som går vinkelrätt mot vågfronten."

Albert tar tavel suddens och för den över tavlan. Han drar ett streck på tavlan: "Ovanför strecket får vi föreställa oss att har vi luft och under strecket har vi glas. Glas är optiskt tätare än luft och bromsar därför ljus mer än vad luft gör."

Albert för suddens snett mot linjen. Då suddens ena kant kommer fram till linjen vrider han suddens lite, som om dess rörelse hade bromsats då den kom fram till linjen:

"Då vågfronten når fram till skiljelinjen mellan dessa två olika *medier* kommer den del av fronten som först tränger in i det tätare mediet att bromsas mest. Därvid ändras ljusstrålens utbredningsriktning." Albert visar med suddens hur riktningen ändrar sig:

"På samma sätt sker det en riktningsändring hos varje stråle som kommer från glödlampan. Strålarna från en viss punkt på ett föremål kan, med en lins, samlas till en och samma punkt i en bild. Detta resonemang gäller för alla punkter på föremålet. Vi erhåller en avbildning."

"Det är på liknande sätt som såväl en kamera som ett öga fungerar. Ibland fokuseras emellertid inte strålarna precis dit de bör komma. Ett öga ger därvid en suddig bild. Då måste man med en lins korrigera avbildningen. Om ögats lins ger en bild bakom ögonbotten så använder man en samlingslins för att bryta ihop strålarna till ögonbotten."

Albert tar fram en rund glaskolv som han håller vatten i. Därefter strör han i lite mjölkpulver. Med en ficklampa visar han hur en ljuskon framträder. Med olika linser bryts ljuskonen så att dess spets hamnar på olika ställen i vätskan.

Albert förklarar att ljus inte bara kan uppfattas som ett fysikaliskt fenomen: "Vi ser egentligen inte enbart med våra ögon. Vi ser med våra erfarenheter."

Han berättar om hur viktig hjärnans roll är för tolkningen av det som vi ser: "Om man betraktar hur avbildningen av ett föremål fungerar, så ser ni hur bilden kommer upp och nervänd. Då ett barn föds kommer det att se världen upp och ner en tid. Snart vänder emellertid hjärnan bilden rätt."

Helga undrar hur det kommer sig att olika färger påverkar våra känslor olika.

Albert exemplifierar med hur den kände konstnären Vassily Kandinsky anser att färger påverkar oss: "Blått är den himmelska färgen och kan symbolisera vila. Gult förknippas med raserianfall, lättsinne och utåtriktning. Grönt kännetecknar självbelåtenhet. Rött är gränslöst, varmt, livligt och oroligt. Orange klingar som aftonringningen från en landsortskyrka. Violet är sjuklig, sorgsen som en fagott....."

Helga ser lite undrande ut, men nog påverkar färger hennes humör på olika sätt..

Albert fortsätter: "Om vi studerar hur förståelsen av ljusets natur utvecklats historiskt finner vi att exempelvis Newton ansåg att ljus bestod av små partiklar. Han kallade partiklarna för korpuskler. Andra vetenskapsmän kunde emellertid bevisa att ljus bäst kunde beskrivas som en vågrörelse."

Albert tar fram en liten laser och låter strålen passera genom två smala spalter. Eleverna ser hur ett mönster bildas på väggen. De ser ömsom ljusa och ömsom mörka ränder:

"Den engelske forskaren Thomas Young gjorde ett liknande experiment i början av 1800-talet. För att förklara hur ljus ger upphov till ljusa och mörka ränder måste vi ta till en modell där vi föreställer oss att ljus har vågkaraktär."

Albert ritar på tavlan en våg bestående av ett berg och en dal. Under denna ritar han en liknande våg: "Om vågberg och vågberg träffar varandra kommer en förstärkning av ljuset att ske."

Albert ritar en våg till och under denna en våg som är förskjuten en halv våglängd: "I det här fallet kommer vågberget att träffa vågdalen. Det kommer att leda till att det sker en försvagning av ljuset. Det betyder att ljus plus ljus ger upphov till mörker. Kommer ni ihåg att ljud uppträdde på ett liknande sätt? Om den här modellen är riktig borde ni kunna se er omkring i klassrummet och någonstans kunna iaktta hur ljus som blandas med ljus ger upphov till mörker."

Eleverna tittar sig omkring. Pelle pekar på en skugga. Albert säger att skugga bara är frånvaro av ljus.

Albert förklarar: "Vi behöver ett instrument för att göra en sådan observation. Beskriv för mig vad ni ser då ni kikar mot en lampa genom en smal springa mellan tummen och pekfingeret."

Helga kikar: "Det finns smala svarta ränder i springan."

Albert svarar: "Just det. Ljus som träffar ljus ger upphov till mörker under vissa omständigheter. Vi måste alltså acceptera att ljus kan ha vågegenskaper."

Albert fortsätter: "År 1905 lade Einstein fram en teori om att ljus skulle kunna ha både partikel och vågegenskaper."

Albert tar fram en genomskinlig plastlåda som han lägger på arbetsprojektorn. På lådans ena sida har han ritat en prick och på den andra sidan en bild av en våg: "Den här pricken föreställer ljusets partikelegenskap. Vågen dess vågegenskap."

Han vänder på lådan. Fortfarande kan man skymta den runda pricken men bilden domineras nu av bilden av vågen. Albert vänder på lådan några gånger. Ömsom pricken och ömsom vågen fokuseras på skärmen. Dock inte samtidigt: "Detta är vår föreställning om ljusets natur. Både våg och partikelaspekten finns hos ljuset. Aspekterna framträder emellertid inte samtidigt."

Albert tar fram en plan spegel och rullar en kula mot spegeln. Kulan studsar mot spegelns yta. Albert fram sin lilla laserpenna och sänder en smal ljusstråle mot spegeln. Ljusstrålen följer samma väg som kulan tog:

"Vi kan se att det inte är så dumt att föreställa sig att ljuset består av små ljuskulor. Vi kallar dem *fotoner*. Fotonerna har olika våglängd och olika energi. De fotoner som har högst frekvens och kortast våglängd är energirikast och har en färg åt blått till i spektrumet. De fotoner som har låg frekvens och lång våglängd är energifattiga och har en färg åt rött till i spektrumet."

Albert frågar: "Var i vardagslivet kan ni ha glädje av en fysikalisk föreställning om ljusets natur?"

Klassen ser frågande ut. Helga drar sig till minnes: "Hur var det nu med den elektromagnetiska strålningen? Var inte ljuset en del av den...?"

Albert tar upp tråden: "Jovisst, det synliga ljuset är en del av det elektromagnetiska spektrumet. Vid korta våglängder och höga frekvenser dominerar partikelaspekten hos strålningen. Där återfinner vi radioaktiv, eller joniserande strålning och röntgenstrålning. Sådan strålning är skadlig eftersom energin i strålningen är stor eftersom den har samlats till en liten punkt. Vid den andra ändan av det elektromagnetiska spektrumet finner vi däremot långa våglängder och låga frekvenser. Där dominerar vågaspekten och energin är utbredd i rummet. Energimängden i varje foton är mindre och energin blir mer "utspädd" och därför mindre farlig."

"Hur var det med ljusets fart då?" frågade Annika.

Albert svarar: "Under lång tid trodde man att ljuset hade oändligt hög fart. Man gjorde experiment som man ansåg bekräftade den uppfattningen. Du kan själv göra ett sådant experiment. Ställ dig med slutna ögon ute en klar kväll. Öppna snabbt ögonen - du ser genast de mest avlägsna fixstjärnorna. Några av antikens greker tolkade resultatet av det experimentet som att synstrålar från ögonen färdades med oändlig fart och nådde fram till dessa avlägsna stjärnor. På så sätt såg vi stjärnorna. Tycker ni att resonemanget är riktigt? Var finns tankefelet?"

Eleverna påpekar snabbt att synstrålar inte finns...

Albert fortsatte: "Dansken Ole Rømer kunde i början av 1700-talet ur astronomiska mätningar dra slutsatsen att ljusets fart var ändlig. Hans beräkning av ljusets fart var också förvånansvärt korrekt. År 1905 lade Einstein fram en revolutionerande teori om att ljusets fart är den högsta fart som man överhuvud kunde uppnå. Teorin har sedermera testats på många sätt och befunnits vara riktig. Det innebär bl a att vi inte kan komma i kontakt med andra civilisationer på andra galaxer. Ty den närmaste galaxen ligger på ett avstånd som det tar ljuset mer än två miljoner år att överbrygga."

Albert lade en pappskiva med hål i på arbetsprojektorn. På tavlan projicerades en mängd små prickar. Helga tyckte att hon kände igen mönstret.

"Det är ju stjärnhimlen," ropade Annika som var intresserad av astronomi.

"Javisst," svarade Albert. "Som hemläxa till nästa gång vill jag att ni går ut på kvällen och försöker lokalisera den här stjärnbilden."

Han pekade på en stjärnbild som såg ut som en stor Karlavagn. "Det är kvadraten i stjärnbilden Pegasus. Ni hittar den om ni följer en linje från Karlavagnen upp genom Polstjärnan och vidare förbi stjärnbilden Cassiopeja. Det är den stjärnbilden som ser ut som ett stort W. I ena ändan av kvadraten finner ni tre starka stjärnor som ligger mer eller mindre på en rad. Det är stjärnbilden Andromeda. Utgå från dess mittersta stjärna och följ en linje uppåt. Då hittar ni en ganska starkt lysande stjärna. Till vänster om den finns en annan stjärna och till höger finner ni ett ljusstöcken. Dessa himlakroppar bildar liksom ett Y som utgår från Andromedas mittstjärna. Det ställe som ni blickar ut igenom är ett säreget ställe. Det fungerar liksom ett fönster ut i den intergalaktiska rymden. Det är nämligen så att på de flesta ställen på himlavalvet kan vi bara se stjärnorna som finns i vår egen vintergata. Här kan vi emellertid se ut i universums djup. Stöcket som ni ser är vår närmaste granngalax, Andromedagalaxen. Den liknar vår vintergata. Det är mer än 2 miljoner ljusår till den galaxen. Avstånden i rymden är så stora att vi som måtenhet använder den sträcka som ljuset tillryggalägger på ett år. När vi tittar ut i rymden ser vi samtidigt bakåt i tiden. När det ljus som möter era ögon då ni ser ut mot Andromedagalaxen lämnade denna, började de första människorna att uppträda på jorden."

Helga kände hur tanken hisnade. Hon minns att ljuset hinner en sträcka som motsvarar ungefär sju varv runt jorden på en sekund: "Tänk hur långt ljuset måst hinna på ett helt år!"

"Om ni tittar upp på himlen precis tolv minuter över nio i kväll kommer ni att kunna se den amerikanska rymdfärjan Discovery passera genom stjärnbilden Pegasus. Pegasus var namnet på den bevingade häst som den antike hjälten Perseus red på då han befriade prinsessan Andromeda. Perseus var på väg hem efter att ha huggit huvudena av odjuret Medusa. I rymdfärjan som passerar förbi Pegasus färdas emellertid en annan tids hjältar på helt andra uppdrag."

Helga hoppades att det skulle vara klart väder på kvällen. Hon ville så gärna se både rymdfärjan och granngalaxen.

Albert reflekterar

Efter lektionen log Albert lite när han tänkte på att det faktiskt var Einstein som uppfann lasern, eller i alla fall så hade han idéerna för hur en laser skulle konstrueras

Lasern har den senaste tiden blivit en mycket viktig uppfinning i vårt digitala samhälle. Den är grundstommen både när det gäller att skriva och läsa CD- och DVD-skivor, och dessa är dominerande när det gäller digital mobil informationslagring idag.

Man kan även använda lasern i industriproduktion. Några användningsområden är skärning, håltagning och svetsning. En fördel med att skära med laser är att den smala strålen inte ger så stora förluster i form av spån om man bearbetar dyra material. Ska man göra hål med mycket små diametrar så är lasern utmärkt. Hålet i munstycket till en sprayflaska är oftast gjort med en laser.

Laserljus har kommit att påverka infrastrukturen i samhället. Telefonsamtal och datorkommunikation sker numera i allt högre utsträckning via optiska kablar genom vilka meddelanden färdas borta av laserljus. Dessa kommunikationer borde kunna minska behovet av fysiska resor som ju är mycket energikrävande.

Ett annat exempel är den omstrukturering av arbetslivet som dessa snabba kommunikationer möjliggjort genom att vissa funktioner kan förläggas till låglöneländer. När man ringer efter en taxi i Göteborg, så är det inte omöjligt att man talar med en telefonist i kanske Islamabad. Vill man då fråga lite om någon gatuadress och vägen dit, så skall man inte bli förvånad om telefonisten inte en vet var Stora torget ligger.

Koka vatten med uran

Familjen satt bänkad kring middagsbordet. Samtalet flöt fram kring vardagliga ting. Plötsligt tog mamma upp en fråga som hon tydligen hade tänkt på länge:

"Jag har funderat över kärnkraften. Hur farligt är den? Använder jag kärnenergi när jag lagar middag? Finns det samband mellan kärnkraft och kärnvapen? Varifrån kommer kärnenergin?"

Helga tittar förvånad på sin mamma. Hon hade på något sätt ändrat sin attityd till många frågor under det senaste året. Helga tänker igenom året som varit. Hon har många gånger tagit upp naturvetenskapliga och tekniska frågor med samhällsanknytning vid deras måltider. Hade hon påverkat mamma? Helgas egna funderingar hade, trodde hon, sin orsak i att deras lärare i fysik, Albert som, med sin levandegörande undervisning, hade förmått att engagera nästan alla elever till att fundera över naturvetenskapliga och tekniska fenomen kring sig. Och inte bara det, de försökte också att greppa de problem som kunde finnas i samhället och som naturvetenskap och teknik var ansvariga för, men som de också kanske skulle kunna komma med lösningar till.

Helga försökte föreställa sig hur Albert skulle ha besvarat frågan. De hade nyligen studerat atom- och kärnfysik och även gjort ett studiebesök på Ringhals kärnkraftverk. Därför tog Helga det som en utmaning att försöka besvara mammas frågor:

"Jo, du förstår materien omkring dig, som ser ut att vara sammanhängande eller kontinuerlig är egentligen "*grynig*" till sin konsistens. Materien består av partiklar som är sammansatta av atomer," började hon lite trevande och pekade på sin tekopp.

Därefter ritade hon en liten prick på tekoppen med en filtpenna och drog två divergenta linjer som förstörde pricken: "Låt oss förstora en liten del av materien i koppen." Hon ritade vidare på ett kubiskt mönster.

"Atomerna är ungefär en tio miljarddel meter i diameter. Vi föreställer oss att atomerna i fast materia är staplade som bollar på varandra. För att få plats med så många bollar som möjligt i en så liten volym som möjligt måste de placeras regelbundet."

Helga kommer ihåg hur Albert hade visat att i vår vardagsvärld var den dominerande kraften egentligen den elektriska kraften. Det var den som höll ihop materien. Den kraft som var mest påtaglig var dock tyngdkraften. Det var den kraft som påverkade galaxerna i universum. När man kom ner till atomernas värld var det emellertid andra krafter som var viktiga.

Helga strör ut lite salt på bordet: "Om man staplar atomer tätt får man ett slags kristallform, som utåt ger ett intryck av kantighet. Titta på saltkornen, de är visserligen avslipade genom att de gnidits mot varandra, men ser ändå lite kantiga ut. Salt består av två grundämnen, natrium och klor. Natrium finns i saltet som positivt laddad jon och klor som negativt laddad jon. Eftersom jonerna är olika elektriskt laddade dras de till varandra. De bildar ett helt annat ämne natriumklorid, eller som vi säger till vardags, koksalt."

Mamma ser lite undrande ut: "Är atomerna små bollar som bara staplas? Vad är det som utgör deras hölje? Jag förstår att jonerna i salt dras till varandra eftersom de är olika laddade, men vad är det som håller isär atomerna så att de inte kollapsar. Jag har hört talas om att atomen har en mycket liten kärna som omges av elektroner. Hur håller materien ihop?"

Helga tänker efter: "Det är en bra fråga. Jag tror att vi måste titta lite mer på atomlärans grunder innan jag kan besvara frågan fullt ut."

Helga fortsätter: "Grundämnena är uppbyggda av olika atomslag. Det finns ca 100 olika grundämnen. All materia på jorden är uppbyggd av dessa grundämnen som har satts samman i olika proportioner."

Helga hämtar andan inför sin djupdykning in i atomernas värld: "Fast atomerna är väldigt små, så måste vi titta på deras ännu mindre beståndsdelar för att komma kärnkraftens gåta på spåren och för att kunna besvara din fråga. Låt oss göra oss en modell av hur en atom kan se ut."

Helga ritar vidare på servetten. Från ett hörn på kubens plockar hon ut en atom och förstör den. Hon ritar den som en liten rund punkt, omgiven av ellipser med små prickar på.

"Man kan föreställa sig att atomen består av en positivt laddad kärna som har en radie som är en hundratusendel av atomens radie. Kärnan är omgiven av negativt laddade elektroner som kretsar kring kärnan. Elektronerna ligger i elektronskal och det finns lika många negativa elektroner kring atomen som det finns positiva laddningar i kärnan. Materia är ju elektriskt oladdad utåt. Det som håller ihop kärnan och elektronskalet är naturligtvis de elektriska krafterna som verkar mellan elektronernas negativa laddningar och kärnans positiva laddningar. Vi har talat om joner. Det är atomer som fått någon elektron för mycket. De har negativ elektrisk laddning. Andra atomer har istället blivit av med någon negativt laddad elektron vilket vi uppfattar som positiv laddning. Jonerna har egenskapen att kunna röra sig i elektriska fält. Det som i huvudsak bestämmer olika ämnens kemiska egenskaper är hur elektronerna är grupperade i sina skal kring atomens kärna."

Helga hämtar andan: "För att kunna ge ett svar på din fråga om vad det är som stöter två atomer från varandra måste jag gå in lite på kvantfysiken. Varje elektron kännetecknas av en uppsättning kvanttal. Det finns en kvantfysikalisk regel som säger att elektroner med samma kvanttal inte får finnas på samma ställe. Regeln heter *Pauliprincipen*. Pauliprincipen är det fysikaliska fenomen som gör att atomerna stöter bort varandra då elektronskalen från olika atomer kommer i kontakt. Den regeln ligger till grund för uppkomsten av det periodiska systemet."

Helga kommer ihåg att Albert hade framhållit att den här atommodellen, *Bohrs atommodell*, egentligen byttes ut mot en bättre modell, baserad på kvantfysik, redan på 1920-talet. Han hade också framhållit att Bohr atommodell trots allt var en modell som fortfarande kunde vara till hjälp då man försökte föreställa sig hur atomens osynliga värld tedde sig.

"Om man förstör en atomkärna till storleken av en ärtä så kommer elektronskalet, som omger kärnan, att befinna sig ungefär en kilometer från kärnan."

Mamma funderade: "Men det betyder ju att materien kring oss mest består av tomrum. Vi består av tomrum!"

"Javisst," svarade Helga. "Det är bl a på det sättet som vår vardagsvärld skiljer sig från atomernas värld. Om vi betraktar ett stort block av stål säger våra vardagsföreställningar att stålblocket är bland det starkaste och tätaste föremål som finns. Enligt fysikerna består emellertid blocket till största delen av tomrum. Poeten Harry Martinson som funderade mycket över detta tomrum. Han kallade det för *Aniara*. Sedan fann han att rymden kring oss var lika öde och tom och hans rymdopera heter följdriktigt *Aniara*. Nu skall vi emellertid gå in i atomens kärna."

Helga ritar vidare. Hon förstör atomens kärna och ritar den som en stor kula som är uppbyggd av en mängd mindre svarta och vita kulor.

"Atomens kärna består av två slag av partiklar. Det är positivt laddade protoner och oladdade neutroner. Det som håller ihop neutronerna och protonerna är den sk

kärnkraften. Det är en kraft som påverkar kärnpartiklar. Den verkar bara på korta avstånd, men är enormt stark då.

Mamma suckar: "Hade jag vetat att det var så invecklat hade jag inte frågat. Men finns det något mindre än protoner och neutroner?" Hon ser undrande ut.

"Visst gör det," svarar Helga. "Noggranna studier har visat att såväl protoner som neutroner består av vardera tre små partiklar som kallas kvarkar. De hålls ihop av ett slags "*limpartiklar*" som kallas *gluoner*. Fria kvarkarna kan man inte studera. Kvarkar existerar bara i kombination med varandra."

"Det finns väl i alla fall inget mindre än kvarkar?"

"Det vet vi inte ännu, men forskningen kanske så småningom visar att sådan partiklar finns."

"Varför kan man inte hitta fria kvarkar?"

"Du kanske minns att vi tidigare talade om en formel som Einstein hade funnit och som sade att energi och massa kan omvandlas i varandra? Energin är lika med massan gånger ljusets fart i kvadrat. Om man med mycket energi försöker att dra isär två kvarkar så kommer de att skiljas åt. Men den energi som vi måste tillföra för isärdragningen omvandlas till massa och ge en ny kvark."

Mamma börjar bli lite otålig: "Det är intressant med allt du berättat om atomernas värld. Men kan du inte hålla dig till saken och förklara för mig hur man kan få fram kärnenergi!"

Helga samlar sig: "För att kunna förstå hur kärnenergi uppkommer behövde vi dessa faktakunskaper. Grunden till kärnkraftens utvinning är att man utnyttjar de möjligheter till energiutvinning ur materia som Einsteins formel antydde. Materia kan omvandlas till energi. Det visar sig att materien omkring oss, som består av atomer med olika stora eller olika tunga kärnor, är sammansatta så att vissa energilagor är inbyggda i atomerna. Enligt dessa lagar kan vissa atomer omvandlas eller klyvas varvid energi avges eller tillförs vid den processen. Det visar sig att fyra lätta atomer som slås ihop till en tung atom väger mer än den atom som uppstår vid samman slagningen. På samma sätt visar det sig att om man klyver en tung atomkärna så väger den tunga atomkärnan mer än delarna som man får efter klyvningen."

Helga balanserar grötskeden som en våg på ett finger för att åskådliggöra sambandet.

"Den massa som försvinner vid atomsammanslagning eller atomklyvning omvandlas till energi. Då lätta atomer slås samman kallas processen för *fusion*. Det är så solen skapar sin energi. Väteatomer slås samman till heliumatomer. Väte är bränsle för solen. Väte omvandlas till helium som är "aska". Då atomer klyvs kallas processen för *fission*. Det är den processen som kärnreaktorer bygger på. Tunga uranatomer klyvs till radioaktiva klyvningsprodukter och energi."

Mamma undrar: "Hur sker atomklyvningen. Hur får man ut energin ur en kärnreaktor?"

Helga försöker att komma ihåg vad de lärde sig på Ringhals kärnkraftverk: "Man har ett stort reaktorkärl. I kärlet har man vatten. I vattnet han man sänkt ner metallstavar som innehåller urandioxid som formats till små cylindrar. Urandioxiden har framställts av uran som innehåller ganska mycket av den klyvbara isotopen med massan 235. När en neutron träffar urankärnan klyvs den i två ungefär lika delar samtidigt som tre neutroner sänds ut som i sin tur klyver nya urankärnor."

Helga ritar en skiss över klyvningen: Det ser ut som små solar som flamar upp då de träffas av små partiklar. En liten partikel och en sol blir tre partiklar och tre solar, som blir nio partiklar och nio solar, som blir 27 partiklar och 27 solar.....

"Det kallas för en *kedjerreaktion*. I en kärnreaktor får man se till att kärnklyvningarna sker med jämn fart så att kedjereaktionen inte ökar okontrollerat. I en atombomb däremot skall uranet hållas ihop så att kedjereaktionen kan skena iväg och tända hela bomben. Det stora problemet med en atombomb är att hålla ihop bombens massa medan kedjereaktionen tänder bomben. En kärnreaktor kan inte under några förhållanden omvandlas till en atombomb. Energin som man får ur en kärnreaktor beror på att bränslecylindrarna värms av den friktionsvärme som utvecklas då delarna från den sprängda urankärnan bromsas upp i bränslecylindrarna."

"Vattnet i reaktorkärlet tjänar två syften. För det första bromsar det ner farten på neutronerna. Långsamma neutroner klyver urankärnor effektivare. För det andra skall vattnet transportera värmen från bränsleelementen till värmeväxlare där vatten bildar ånga och driver turbiner som genererar elektrisk energi. I kärnreaktorer klyvs atomer för att man skall få värme för något så trivialt som att koka vatten."

Få områden inom modern naturvetenskap har i lika hög grad som kärnfysiken och dess tekniska tillämpningar påverkat vårt dagliga liv. Efter det att atomkärnans hemligheter avslöjades och kärnkraftens möjligheter till teknisk användning utnyttjades, har världen inte varit sig lik. Mänskligheten har att axlat ett "evigt" ansvar för de restprodukter som tekniken fört med sig. Harry Martinson skriver om de tekniker som håller till i "förskeppet" på goldondern Aniara:

*"för dem har hela förskeppet sitt ansvar
och detta förskepps ansvar är nu evigt."*

Albert reflekterar

Albert log lite när han tänkte att många villor har en oljeeldad- eller elektriskt varmvattenberedare och det är oljeeldningen respektive elektriciteten som värmer vattnet. Vattnet används till tvätt, disk och uppvärming av elementen. Men om det nu bara handlar om att värma vatten, skulle man inte kunna ha ett litet kärnkraftverk i källaren? Är det inte tekniskt möjligt att ha en liten hushållsvariant?

Svaret på frågan är att det är tekniskt möjligt att bygga ett mindre kärnkraftverk, men det finns vissa problem. Det största problemet är att anläggningen inte skulle bli så liten som en varmvattenberedare för småhus, eftersom det behövs en kritisk massa för att starta kärnklyvningsprocessen. Den minsta typen av anläggning skulle antagligen bli tillräckligt stor för att försörja ett helt bostadsområde eller en mindre småstad. Ett annat problem är hanteringen av kärnbränslet som inte är helt okomplicerad, utan mycket farlig.

Albert hade läst att idén med att ha ett kärnkraftverk hemma kom den legendariska innovatören David Sarnoff med redan 1956. Ryskfödde Sarnoff kom till USA som 11-åring. Han revolutionerade både radio- och TV-användandet. Det var han som kom med idén att ha regelbundna radiosändningar, framförallt med musik, och lyckades år 1920 att övertyga Radio Corporation of America (RCA) om sin vision. Sarnoff skulle sedermera bli både styrelsemedlem och VD där. Sarnoff insåg även tidigt TVs möjligheter, och han skrev historia när han själv presenterade det första TV-programmet 1939. På programtablån det året fanns bl a opera, tecknade filmer och matlagningsprogram.

Kapitel 2. Albert och fortbildning i teknik

Under ett helt år hade Albert haft ett uppdrag som innebar fortbildning av lärarkollegor i teknik. Dessa lärarkollegor hade sedan tidigare gedigna akademiska kunskaper inom olika naturvetenskapliga discipliner, men skulle nu fortbildas för att även kunna undervisa i teknik på grundskolan. Albert skulle faktiskt som lärare i sin undervisning använda delar av den utbildning han själv gått tre år tidigare.

När Albert förberedde fyratimmarspasset så tyckte han att arbetspasset skulle ta sin utgångspunkt såväl i ett teoretiskt, i ett didaktiskt som i ett praktiskt perspektiv med beaktande av teknik som en form av kultur och medborgarkunskap.

Enligt styrdokument och kursplan för grundskolan skall teknikundervisningen behandla fenomen inom tekniken med utgångspunkt i följande fem perspektiv:

- **Utvecklingsperspektivet:** Historiskt och samtida
- **Växelverkansperspektivet:** Människa/samhälle – teknik – natur
- **Funktionsperspektivet:** Lagra – transportera – transformera – styra
- **Infrasystemperspektivet:** Komponenter – system
- **Problemlösningsperspektivet:** Konstruktion

Albert föreslog att den didaktiska diskussionen skulle ta sin utgångspunkt i följande frågor: vad, hur, varför, vartifrån, varthän och vem?

För att underlätta för gruppen att strukturera arbetet så delade Albert upp deltagarna i fem grupper, namngivna efter färger, och försåg dem med laborativt material.

Uppgiften

Följande uppgift gavs: **Diskutera i gruppen den potentiella användning som materialet kan ha för undervisningens genomförande.**

Röda gruppen

Den röda gruppen, som arbetade med tekniska tillämpningar av ljud, fick följande material: stämgaflar, resonanslådor, vikter, pappror, slinky, akustisk avståndsmätare, och en telefon. Detta utnyttjades för en mängd olika ändamål.

Kommunikation

Stämgaflarna placerades ovanpå resonanslådorna och om stämgaflar var likadana, så kunde man, om man slog an den ena, få motsvarande andra stämgaflar att ljuda.

Om man emellertid belastade den ena stämgaflans ena skänkel med en liten vikt så fick man inte över något ljud från den ena stämgaflan till den andra.

Albert beskrev här parallellen med de sändare och mottagare för radio och TV som måste vara avstämnda till varandra för att en signal skulle kunna föras över från den ena apparaten till den andra.

En annan, men lite långsökt parallell, får man om man jämför med lärarens försök att kommunicera med sina elever. Bara om eleverna har något av förståelse så kan de fatta det som läraren berättar. Här kan olika kulturmiljöer för elever och lärare

förorsaka kommunikationsproblem. Det är naturligtvis mest aktuellt i en mångkulturell skola.

D-dagen

Albert bad sedan deltagarna att hålla för ena örat och röra huvudet fram och tillbaka medan han själv slog på stämgaflarna. De var med sina lådor placerade på ett avstånd på ca 1 meter från varandra. Deltagarna upplevde då hur ljudstyrkan på tonen från stämgaflarna varierade från punkt till punkt i rummet.

Albert berättade att det fenomen som de iakttog var ett exempel på interferens. Interferens innebär att två vågor påverkar varandra. Det kan antingen ske så att vågorna förstärker varandra eller utsläcker varandra. Han relaterade till en storskalig tillämpning av detta fenomen. Tillfället var den 6 juni år 1944, det var på D-dagen. Det var då som de allierade trupperna försökte att landstiga i Normandie för att göra ett inbrott i Hitlers väl försvarade "Festung Europa".

Tyskarna hade förskansat sig på kullarna ovanför de fem ständerna i Normandie i Frankrike där de allierade trupperna skulle landsättas. Stränderna har gått till historien under namnen: Omaha, Utah, Juno, Gold och Sword. För att försvaga, eller helst slå ut det tyska försvaret, så precisionsbombade engelska och amerikanska flygplan tyskarnas ställningar. Det skedde bara några hundra meter framför de egna anfallande trupperna.

Det var molnigt den dagen och för att kunna precisionsbomba genom molnen så utnyttjade de allierade flygarna ett liknande interferensfenomen som just iakttagits för ljud. Skillnaden var bara att man nu använde radiovågor istället. Interferensen kan ske mellan alla slag av vågor.

De allierade flygarna flög på rak kurs enligt kompass, som även kallas för död räkning, och räknade därvid antalet förstärkningar och försvagningar som de kunde avläsa i radiosignalen som de tog in från två olika sändare. Därigenom kunde de vid bestämningen av sin position uppnå en precision på mindre än en meter.

Ett system, uppbyggt enligt den principen utnyttjades senare till det Decca navigationssystem som byggdes upp längs med de svenska kusterna. Det systemet har nu efterträtts av GPS systemet (general position system). De små GPS mottagarna blir allt billigare och snart kommer man att nyttja dem även vid utflykter för att plocka svamp. Förr vände man sig till gudarna för att få vägledning, nu vänder man sig till satelliterna. Man undrar vad som kommer att komma närmast? Teknikens utveckling förefaller gå vidare på ett obevekligt sätt. Men vart?

Havets brus

Om man håller en snäcka nära örat så vet alla att man kan höra ett ljud som låter som havets brus.

Albert bad deltagarna att hålla ett papprör från en hushållsrulle, vid örat och tala om vad de hörde. Deltagarna höll med om att de hörde ett svagt susande ljud.

Var det manne skogens sus som de hörde, eftersom pappröret var gjort av trä? Albert föreslog att deltagarna skulle testa papprör av olika längd. Man kunde också stoppa in rör med olika diametrar i varandra och därigenom variera längden. Deltagarna kunde då uppfatta hur det ljudet som de kunde höra hade olika tonhöjder, eller med ett tekniskt uttryck olika frekvenser. Hög frekvens motsvaras av en hög tonhöjd. Ju längre röret var, desto dovre var tonen som man uppfattade.

Albert förklarade fenomenet med att det i ett rum finns en mängd ljud med olika tonhöjd. Vi uppfattar det som ett svagt brus, i det fall som vi uppfattar det överhuvudtaget, vilket inte alls är säkert. Hjärnan är utvecklad så att vi egentligen främst uppfattar förändringar i sinnesintrycken. Det är evolutionärt till fördel om hjärnan inte belastas med alltför mycket rutinmässiga intryck. Ur överlevnadssynpunkt är det till fördel om vi reagerar på förändringar i omgivningen. Sådana förändringar kan innebära faror.

Nu är det emellertid så att pappröret fungerar som ett filter och sorterar ut vissa toner ur detta brus. Det är toner vars våglängd utgör en multipel av rörets längd. Ljudvågor består av longitudinella vågor. Det är vågor där partiklarna svänger fram och tillbaka i ljudets utbredningsriktning.

I ett rör uppstår det emellertid sk stående vågor. Det innebär att man får en nod, dvs en stillastående punkt i mitten på röret och bukar, dvs rörliga delar av vågen vid rörets mynningar.

Olika tonhöjder motsvaras av olika längder på ljudvågor och därför sorteras just vissa tonhöjder ut och förstärks genom att just de sätter luften i rörelse inuti röret.

Man kan på det här sättet också bygga en akustisk kikare för att kunna avlyssna samtal på långt håll. Då måste man emellertid ha ett helt knippe av rör. Varje rör är då anpassat till en viss frekvens eller tonhöjd.

Slinky

Deltagarna lekte med en slinky. Med hjälp av en slinky kunde olika slag av vågor åskådliggöras. Det var longitudinella vågor som svängde i vågens utbredningsriktning och transversella vågor som svängde vinkelrätt mot utbredningsriktningen. Genom att hålla ena ändan av slinkyn stilla och samtidigt röra på den andra kunde vid vissa frekvenser, dvs man viftade i en viss takt med slinkyn, stående vågor byggas upp. Det är exempelvis så som en gitarrsträng svänger.

Ljudradar

På bordet låg också en avståndsmätare. Med den kunde deltagarna mäta upp ett avstånd genom att apparaten kunde sända ut en ljudpuls, ta tiden från det att pulsen lämnade apparaten och till dess att pulsen kom tillbaka efter att ha reflekterats mot ett föremål. Apparaten var programmerad för ljudets fart, som är ca 340 meter per sekund. I apparaten fanns också en enkel räknekrets som utförde en beräkning där ljudets fart multiplicerades med halva tiden för pulsen att gå från apparaten, till föremålet och tillbaka. Det var ett intressant sätt att mäta ett avstånd utan att använda ett måttband.

Deltagarna kunde med hjälp av apparaten mäta hur långa de var, genom att hålla apparaten i huvudhöjd och låta ljudpulsen reflekteras mot golvet.

Albert visade hur den sådan mätare kunde fungera som en radar genom att man placerade den mitt på ett bord och lät ljudstrålen reflekteras mot föremål i närheten samtidigt som man antecknade det uppmätta avståndet. Efter en mätning vred man på apparaten ca tio grader och gjorde om mätningen. En bild av placeringen av föremålen runt apparaten kunde på så sätt fås att framträda.

Egentligen var detta principen för funktionen av en sk sonar, dvs en radar som fungerade med ljud. Det är en sonar som man använder för att upptäcka föremål, exempelvis u-båtar, under vattenytan.

En liknande tillämpning av mätning med ljud görs vid ultraljudundersökningar. Då låter man en smal ljudstråle, med en hög frekvens, upprepade gånger svepa över ett föremål. Med hjälp av en dator kan reflexerna nyttjas till att bygga upp en bild av exempelvis ett undersökt foster. Det är ett sätt att studera foster, som inte har de nackdelar som röntgenstrålning kan medföra.

Deltagarna plockade också sönder en äldre telefon och diskuterade hur den fungerade. Det framgick att det är mycket enklare att förstå funktionen hos en gammal telefon än hos en ny. En ny, exempelvis mobiltelefon har sina funktioner så miniaturiserade att det är svårt att förstå funktionen.

Hur kommer det sig att ljud, som bara rör sig med ca 1200 km per timme kan ta sig över exempelvis Atlanten på någon sekund? Det borde ju egentligen ta flera timmar?

Ja det var många aspekter på ljud som kom fram vid det bordet. Ändå var inte på något sätt den fulla potentialen hos den framlagda utrustningen uttömd.

Blå gruppen

Den blå gruppen arbetade med tekniska tillämpningar av elektromagnetism och hade fått följande materiel: elektrostatisk mätare, magneter, svävande magnet, magnetfältsmätare, versorium, plaströr, spolar och galvanometer. Man hade många fruktsamma diskussioner och utförde många intressanta försök.

Versorium

Man började med att plocka fram versoriet. Det var världens första elektriska instrument. Det bestod, i versionen på bordet, av ett sugrör, som med en nål var rörligt fastsatt vid en kork.

Albert berättade att det var en engelsman, William Gilbert som år 1600 hade publicerat en beskrivning av det instrumentet. Om man gned ena änden av sugröret med en tygbit så laddades det upp negativt, dvs den delen av sugröret fick ett överskott av elektroner. Om man sedan gned ett plaströr på samma sätt och närmade sig versoriet med plaströret så repellerades sugröret. Plaströret hade tydligen fått liknande laddningar som sugröret. Egentligen var ju inte annat att vänta eftersom båda var tillverkade av samma materia. En grundläggande upptäckt kunde göras: lika laddningar stöter bort varandra.

Om man däremot gned ett glaströr med tygbiten så kom versoriets ena skänkel att attraheras. Glasröret hade tydligen fått en motsatt laddning mot sugröret. Försökets utfall föranledde en diskussion om vad det var för skillnad mellan laddningarna. Länge trodde man faktiskt att det fanns två olika slag av elektrisk laddning.

Albert fick anledning till att erinra om hur den amerikanske mångsysslaren Benjamin Franklin vid slutet av 1700-talet hypotetiskt hade framkastat att det inte fanns två olika slag av elektricitet. Franklin framlade hypotesen att det bara fanns bara ett överskott, Franklin kallade det för plus, eller ett underskott, som benämndes minus, av något slag av dittills okänd elektrisk vätska.

Det är från Benjamin Franklin som vi har beteckningarna plus och minus på polerna på ett batteri. Numera vet vi att det inte går någon ström från batteriets pluspol till dess minuspol.

Elektronen upptäcktes i slutet av 1800-talet av en engelsman, J. J. Thompson. Det är istället en elektronström som går i motsatt riktning.

Denna abstraktion, tillsammans med införande av operationer på ett symboliskt plan, är säkert en av anledningarna till att det är så svårt för elever att riktigt greppa elläran.

Bänsten och magnetit

Albert tog också tillfället i akt för att förklara att fenomenet elektricitet egenligen härstammade från den antiken filosofen Thales från Miletos. Denne gick på 500-talet före Kristi födelse omkring på stränderna av Egeiska havet och hittade där bitar av bänsten. Då han gned dem med en tygrasa så fick dessa bänstensbitar den egendomliga egenskapen att de kunde dra till sig lätta föremål. Bänsten heter elektron på grekiska så därigenom introducerades det senare så kända namnet.

Thales vandrade sedan omkring i en provins i Mindre Asien som hette Magnesia och fann där stenar som drogs till varandra. Därigenom introducerade Thales såväl elektriciteten som magnetismen in i vår senare allt mer tekniska värld. Det är en värld som till fullo utnyttjar potentialen hos dessa fenomen.

Stötar

I nästa försök tog en deltagare och gned en plaststav och mätte, med en elektrostatisk voltmeter, hur stor spänning som då uppkom. Det var drygt 6000 volt. Gruppen diskuterade sambandet mellan ström och spänning.

När vi under kalla vinterdagar känner av stötar då vi rör vid metalliska föremål så är det alltså väldigt höga spänningar som det rör sig om. För att ett gnistöverslag på en millimeter skall kunna åstadkommas så krävs det ca 1000 volt. De gnistor som vi kan iakta är på flera centimeters längd. Det innebär mycket höga spänningar.

Albert berättade i det sammanhanget om hur just den delen av elläran som sysslar med laddningar som inte rör sig, kallas för elektrostatik. Sådana laddningar utnyttjas för exempelvis kopiering i den process som kallas för xerografi.

Elektromagnetiska fält

Albert bad en av deltagarna att gå omkring i rummet med ett fyrkantigt litet instrument, en magnetfältsmätare, och kontrollera om det fanns några magnetfält i rummet. På ett visst ställe blev det ett kraftigt utslag på instrumentet. Instrumentet signalerade sitt utslag genom att avge en hög ljudsignal. Albert förklarade det med att det var där, under golvet, som det gick elektriska kablar som ledde höga strömmar.

Albert tog sedan instrumentet och lindade sladden till overheadprojektorn omkring instrumentet. Det blev ett kraftigt ljudutslag då projektorn var på. Till allas förvåning visade instrumentet också ett utslag i form av en ljudsignal även då projektorn var avstängd. Först då Albert drog ur sladden till projektorn så tystnade ljudet. Albert framhöll att en sladd som är kopplad till ett eluttag fungerar som en antenn som hela tiden sänder ut elektromagnetisk strålning.

Det är okänt i hur hög grad som sådan strålning skulle kunna påverka människor. Klart är i varje fall att om man inte har tydliga vetenskapliga belägg för motsatsen så är det klokt att vara försiktig och akta sig för att i onödan vara exponerad för sådan strålning.

Man bör exempelvis inte ha för många sladdar under sängen, som man tillbringar en stor del av dygnets timmar i. Inte heller bör man ha den elektriska väckarklockan för nära inpå sig då man sover.

Med enkel matematik kan man förklara hur det råder ett omvänt kvadratisk samband mellan strålning och avstånd. Det betyder i klarspråk, att om man flyttar den elektriska klockan dubbelt så långt bort så halveras strålningen.

Svävande magneter

På en liten pinne satt ett antal magneter. De liksom svävade eftersom de repellerade varandra. Man fick liksom en fjädrande känsla då man tryckte ner den övre magneten mot den nedre. Albert berättade hur principen med repellerande magneter utnyttjades inom transporttekniken. De snabbaste tågen har inte längre hjul utan svävar på låg höjd över rälsen med hjälp av magneter. En sådan bana har byggts och är i drift mellan Shanghais flygplats Pudong och stadens centrum.

Stora projekt av det slaget har föreslagits också i Europa, t ex mellan Hamburg och Berlin. Bland fördelarna kan man nämna att man med sådana tåg kan transportera sig från stadsmitt till stadsmitt med en fart av ca 500 km/tim.

Den ekonomiskt lockande aspekten för investerare är att man kan konkurrera med inrikesflyget och erövra passagerare från det transportmedlet. Nackdelen är att anläggningskostnaderna är mycket höga. Den under senare allt mer aktuella frågan om eventuell skadeverknings på grund av att passagerarna utsätts för kraftig elektromagnetisk strålning måste också vägas in.

Ørstedt och Faraday

Deltagarna utförde också det klassiska försöket med vilket den danske fysikern Hans Christian Ørstedt redan år 1820 upptäckte sambandet mellan elektrisk ström och magnetism.

Ørstedt placerade vid sitt epokgörande försök en elektrisk ledare ovanför en magnet och lät en ström passera igenom ledaren. Vid försöket avlänkades magnetnålen. Ledaren omger sig således med ett magnetiskt fält. De av Thales upptäckta två fenomenen elektricitet och magnetism kunde genom det enkla försöket förenas till ett enda fenomen, elektromagnetismen. På sikt kom detta att inleda en ny era för människorna i den västliga världen. Den andra industriella revolutionen stod för dörren. Den först inleddes med hjälp av ångmaskinen.

Detta exempel på elektromagnetism fascinerade i hög grad den engelske forskaren Michel Faraday. I Ørstedts experiment hade en ström gett upphov till mekanisk rörelse hos en magnetnål. Egentligen så är detta utsprunget till den elektriska motorn.

Faraday anade att det skulle kunna gå att åstadkomma omvändningen. Dvs det borde vara möjligt att omvandla rörelseenergi till elektrisk ström. Dvs att åstadkomma en elektrisk generator.

År 1832 utförde Faraday flera viktiga experiment för att studera det av Ørstedt upptäckta fenomenet, bland annat ett experiment som vi i princip kan utföra enkelt. Man kopplar ihop två spolar. I den ena spolen finns en galvanometer. Om man rör en magnet i den andra spolen så induceras en elektrisk ström, som i sin tur ger upphov till ett utslag på galvanometern.

Principerna för den elektriska motorn och den elektriska generatoren var upptäckta. Dessa har haft oanade konsekvenser för oss i vår högteknologiska värld.

Gula gruppen

I den gula gruppen diskuterade man tekniska tillämpningar av strålning. Till sin hjälp hade man L-detektorer, kompass, radioaktiva preparat, klocka, GM-rör, bly, toriumprov, mätare för elektromagnetiska fält, fotonmodell.

Slagrutor

Deltagarna började med att promenera runt i rummet, försedda med L-detektorer. Det är ett slag av slagrutor av metall som är böjda i form av ett L.

Albert ställde frågan om hur de utslag, som man oundvikligen fick med dessa sk instrument, skulle kunna tolkas. Vad är det för något som skiljer en slagruta från ett elektriskt instrument?

Deltagarna jämförde med utslaget som tidigare hade noterats från den elektromagnetiska fältmätaren.

Ett tillkortakommande, som deltagarna var ense om var att L-detektorn inte byggde på någon etablerad teori.

Albert fråga gruppen om det istället kunde vara så att fysikerna var så trångsynta att de inte hade sinnet öppet för de möjligheter som slagrutor erbjöd. Var det kanske rent av så att vetenskapen inte hade hunnit så långt som till att kunna bygga en teori för slagrutorna?

Som fysiker var dock Albert synnerligen skeptisk till allt vad slagrutor innebar. Albert framhöll dock att det här är ett känsligt kapitel. Det är ett område där tro kommer i konflikt med vetenskap.

I varje församling som han hittills hade mött hade det alltid funnits någon som kände någon som hade en magisk förmåga och kunde exempelvis hitta vatten med hjälp av någon form av slagruta. Albert tyckte själv att det viktiga var att lägga fram argument för och emot slagrutor och att sen stimulera elever till att själva, på logiska och vetenskapliga grunder, dra sina egna slutsatser.

Albert hade funnit att det var väldigt svårt att argumentera mot dem som bergfast trodde på slagrutor. Tro och vetande stod emot varandra i den här frågan. Faktum kvarstod i varje fall att det aldrig med kontrollerade experiment har kunnat påvisas att en slagruta hade någon effekt. Men kanske var det som med spöken, att de försvann då man gjorde vetenskapligt kontrollerade försök? Albert erinrade sig ett citat som framhöll att då vetenskapen tar ett steg framåt så tar gudarna ett steg tillbaka.

Eiffeltornet

Med hjälp av en kompass kunde deltagarna finna ut att det fanns ett magnetfält i rummet. Det resultatet var föga överraskande. Det var istället intressant att föra en kompass upp och ner längs med ett bordsben av metall. Vid en punkt nära mitten av bordsbenet bytte kompassnålen riktning. Bordsbenet hade således en nord och en sydpol. Hur hade de uppstått? Jo, förklarade Albert, det berodde på att metall som befinner sig i jordens magnetfält magnetiseras. Albert hade med en liten kompass gjort samma observation med Eiffeltornet.

Omega och alfa

Albert hade en brorson, som vid ett tillfälle, glädjestrålade hade visat honom en klocka från 60-talet. Den var av ett fint märke, Omega. Brorsonen hade köpt den billigt i en second-hand-butik. Albert hade varit ofin och frågat om han hade kontrollerat om klockan var radioaktiv. Det visste inte brorsonen något om.

När Albert testade klockan med ett GM-rör så fann han, som han förmodade, att klockan var mycket radioaktiv. Det är tyvärr så att klockor som tillverkades så sent som på 60-talet fortfarande hade självlysande siffror som avgav en kraftig radioaktiv strålning.

Deltagarna testade sina moderna klockor. De gav inget utslag alls.

Deltagarna prövade strålningen från olika radioaktiva preparat och studerade hur den kunde avskämmas med blyplattor. Diskussionen ledde till att gruppen kom fram till att det fanns tre olika slag av radioaktiv strålning.

Det var alfapartiklar som egentligen utgörs av heliumkärnor med två protoner och två neutroner i kärnan. Det är stora partiklar och de är lätta att avskärma, men de kan åstadkomma skador då de går igenom biologiskt material.

Det finns också betapartiklar. Dessa utgörs av elektroner och är svårare att avskärma.

Den tredje sorten av strålning utgörs av gammastrålning. Det är en kortvågig elektromagnetisk strålning som är mycket svår att avskärma.

Fotoner

Albert plockade fram en modell av en foton. Han förklarade att den elektromagnetiska strålningen består av en ström av fotoner. Fotonerna har en märklig dubbelnatur. De kan ha våg eller partikelegenskaper.

I Alberts modell, som var gjord av en ståltråd som var formad som en våg, satt det en studsboll i mitten. Albert visade hur han kunde dra ut ståltråden så att vågegenskapen dominerade. Det motsvarar långa vågor, exempelvis radiovågor. Sen tryckte Albert ihop ståltrådsmodellen, det är ett exempel på korta vågor. Där är energin samlad i en enda punkt. Det motsvarar röntgen och gammastrålning. Energin är då koncentrerad och kan naturligtvis förorsaka mer skada än om den är utspridd. Mellan de långa och de korta vågorna har vi ett område som utgörs av det synliga ljuset.

Studsollen var till för att åskådliggöra hur energin kunde vara samlad i en enda punkt och då naturligtvis orsaka kraftiga effekter. En effekt var att kunna slå ut elektroner ur solceller för att åstadkomma en ström.

Gröna gruppen

I den här gruppen undersökte man egenskaper hos det synliga ljuset med hjälp av CD-skivor, spektroskop, polaroider, ljusledare, kikarmodeller, solfångare, solcell, mikroskop, laser.

Fixstjärnor

Deltagarna tog fram det lilla handspektroskopet och betraktade ljuset från lamporna i taket. Ett linjespektrum uppstod.

Albert förklarade hur varje ämne hade sitt eget karakteristiska linjespektrum. Det var ungefär som om ämnena skulle ha egna och unika fingeravtryck. Han berättade vidare hur en filosof, Auguste Comte, ungefär 1850 försökte formulera en fråga inom naturvetenskapen som han ansåg att människorna aldrig skulle kunna få besvarad: *Vad består de längst bort varande fixstjärnorna av för ämnen?*

Fem år senare visste man det och det var en del i den kollektiva kunskapen.

Tyska forskare som Bunsen och Kirchoff hade studerat spektra från olika ämnen i jordiska laboratorier och kartlagt ämnenas spektra. Sedan var det ju bara att rikta ett spektroskop mot en avlägsen stjärna och se efter vad det kunde finnas för linjer i dess spektrum.

Spektralanalys av ljus från stjärnor har kommit att bli en viktig kunskapskälla för att få information om avlägsna föremål på himlen.

Newton till Einstein

Albert tog upp frågan om vad ljus är för något. Han presenterade kort Newtons uppfattning från 1700-talet om att ljuset skulle kunna bestå av små partiklar, korpuskler. Sen kom, i början av 1800-talet, en annan engelsman Thomas Young och påvisade, med ett sinnrikt experiment, att ljus faktiskt bestod av vågor. Det var modigt av Young att utmana nationalhelgonet Newton på dennes hemmaplan.

Albert frågade: ”Skulle vi kunna undersöka vad ljus är här och nu?”

Alla tittade sig undrande omkring. Albert förklarade att för att kunna göra en sådan studie så måste man ha en teori. Låt oss ställa upp hypotesen att ljus utgörs av en vågrörelse.

Vad kan vi härleda för experiment ur antagandet om att ljuset har vågnatur, för att antingen bekräft eller avfärda hypotesen?

Albert fortsatte: ”Om ljus utgörs av en vågrörelse så borde väl ljus från två källor kunna interferera? Precis som vi nyss kunde iaktta för ljud.”

Albert skissade på tavlan två vågor, där vågdal och vågberg sammanföll. Här borde vi väl egentligen kunna få en förstärkning, dvs se starkare ljus. Det är dock svårt.

Albert skissade en ny figur med två vågor. Nu var det istället så att ett vågberg sammanföll med en vågdal.

Albert fortsatte: ”I det här fallet borde vi stället få utsläckning av vågen. Dvs ljus plus ljus borde kunna ge upphov till mörker. Titta er omkring och tala om var ni ser det.”

Alla tittade men ingen kom på något.

Låt oss ta fram ett instrument som ni alla har. Albert höll upp sin hand och höll ihop tummen och pekfingeret så att en smal spalt bildades. Gör så här och titta genom spalten mot en taklampa. Tala om vad det är som Ni ser!

Efter en kort stund sade en av deltagarna: Jag kan se svarta linjer mellan tummen och pekfingeret.

”Just det.” svarade Albert. ”Det är det kända enspaltförsöket. Ljus plus ljus utsläcker varandra. Det skulle inte kunna ske om inte ljuset hade vågkaraktär.”

Solenergi

Gruppen studerade sen en enkel solfångare som var gjord av en tändsticksask som på ena sidan hade ett plasttäckt fönster och innehöll en bit svärtad aluminium plåt. Man kunde sätta ner en termometer i konstruktionen.

Albert sa: "Låt era elever bygga sådana och ta ut dem i naturen nu på våren. Denna enkla konstruktion kommer lätt upp till över 80 grader. Med enkla medel kan man sen modifiera och utveckla konstruktionen."

Gruppen tittade också på en leksaksbåt som hade en platta gjord av solceller till däck och en elektrisk motor som var kopplad till en propeller. Då en av deltagarna höll båten i ljuset från overheadprojektorn så snurrade propellern.

"Här ser ni hur man kan få fram elektrisk energi utan att åstadkomma några miljöeffekter. Den här tekniken hör framtiden till."

Solglitter

Gruppen studerade färgbilder med hjälp av billiga handmikroskop som förstörde 50 gånger och upptäckte hur en färgbild var uppbyggd av ett raster av färgade punkter.

Det låg också ett antal polarisationsfilter på bordet. Då deltagarna tittade runt i rummet med hjälp av dessa så fann de då de snurrade på filtren att de kunde åstadkomma utsläckning av ljus. Samma sak hände då de höll två polarisationsfilter framför varandra och betraktade en lampa. Det gick att utsläcka ljus med dessa filter.

En av deltagarna framhöll att hon hade ett par Ray Ban glasögon som kunde ta bort reflexer från exempelvis solglitter i vatten.

Albert nickade och tog fram några exempel ytterligare på tekniska användning av polariserat ljus. Man kunde exempelvis studera spänningar i plastföremål. Om ett föremål palcerades mellan två korsade polarisatorer, dvs två filter som inte släppte fram ljus så kunde man se var spänningarna var som störst genom att det området fick färgade ränder.

I en del tekniska konstruktioner var det svårt att göra en hållfasthetsberäkning. Man tillverkade föremålet i plast istället och lyste igenom det.

Albert berättade att ett visst fabrikat av 30 cm plastlinjaler alltid gick sönder på samma ställe, vid 11 cm från en änden. Man fick då två delar som båda var oanvändbara och man måste köpa en ny linjal.

Då Albert betraktade brottstället på en söndrig linjal och på en liknande hel linjal, så framgick det att linjalen hade en för ögat osynlig brottanvisning i form av höra spänningar inbyggd just där. Om detta var en design, avsedd att öka åtgången på linjaler eller om det bara var någon maskin som var fel inställd ville inte Albert ge sig in på att diskutera.

Sedan betraktade gruppen färgerna som CD skivan gav upphov till. Albert använde det exemplet för att poängtera att det är en skillnad mellan ett ämne som fysik. Inom fysiken skall man förklara det som sker medan det inom tekniken gäller att man skall använda och nyttja fysikaliska fenomen.

Man behöver alltså inte vara fysiker för att undervisa i teknik. Man lär sig bara hur man kan göra. Naturligtvis har man inte ont av att kunna fysik, men det är oftast nog om man kan kommunicera med en fysiker i arbetslaget så att denne kan svara på de frågor, av fysikalisk art, som uppkommer.

Violetta gruppen

Den violetta gruppen arbetade med tekniska tillämpningar av mekanikens lagar. Deras materiel var: en modell av en 4-taktsmotor, tyngdpunktsmodell, skål, kullager, pendel, leksaksbil, modell för potentiell energi och centrifugalregulator

Pisa

Först studerades en modell för bestämning av villkoren för att en byggnad skulle välta. Den byggnad som man tänkte på var naturligtvis det lutande tornet i Pisa.

Modellen som togs fram bestod av en liten kloss med en spik i mittpå. Från spiken hängde en metalltråd som liksom ett lod pekade rakt ner. När man lutade på klossen så kom så småningom tråden att peka rakt ner mot kontaktpunkten med underlaget. Det var ett gränsfall. Om klossen lutade mindre så föll den tillbaka och om tråden pekade utanför kontaktpunkten så välte klossen.

Albert gjorde en kort utläggning om vridmoment och momentacentrum.

Tyngdpunkten är i alla fall en märklig punkt eftersom det är den punkt som man kan räkna med att all massa kan befinna sig i.

Med två små leksaksbilar, en hög och en låg, så visade en deltagare hur viktigt det var med att tyngdpunkten på en bil ligger lågt för att den inte skall välta.

En association gick till Mercedes A klass som på grund av hög tyngdpunkt var benägen att välta. Problemet kunde dock åtgärdas genom att hjulen gjordes individuellt bromsbara.

I en dator ombord på bilen simulerades den ideala kurvtagningen hos en virtuell bil. Sedan styrde den verkliga bilen i denna virtuella bils hjulspår. En dålig konstruktion kan således få att till viss del fås att fungera med datorkraft. Men var händer den gången som datorn inte fungerar? Hur beroende är vi egentligen av virtuell intelligens? Är det så att vi först vid felfunktioner blir uppmärksamma på teknikens tillkortakommanden?

SKF

På bordet fanns också ett kullager. En av deltagarna visade hur i ett kullager, det arbete som åtgår för att släpa något en viss sträcka, övervinns genom att ingen släpfriktion förekommer. Visserligen introduceras rullfriktion, men den är avsevärt mycket mindre.

Nikolaus Otto

På bordet fanns också en modell som visade funktionen hos en fyrtaktsmotor. Den typen av motorer är den vanligaste i vår omvärld och en förklaring av dess funktion tillhör nästan allmänbildningen. Eller hur är det egentligen med det?

I en del moderna bilar är motorhuvens konstruerad på ett sådant sätt att man inte har den minsta möjlighet att kunna öppna den. Skulle man till äventyrs lyckas med det så förutsätts man ändå inte kunna begripa något. Kanske är det så. Det finns emellertid hos en del elever ändå ett intresse för hur fyrtaktsmotorn fungerar.

En annan aspekt är att vi alla allt emellanåt behöver anlita en verkstad. En form av kunskap som i det här fallet skulle kunna vara av värde är att kunna förstå vad det är som mekanikern eller kundmottagaren säger då han förklarar vad det är som han har reparerat. Den som har lite elementär kunskap om hur en motor fungerar och vad

det är för delas som finns har en större chans att undvika att bli lurad till att betala mer än nödvändigt för reparationen.

Aristoteles

Den antike filosofen Aristoteles delade upp kunskapen i tre underavdelningar:

Episteme, det var den vetenskapliga kunskapen; *techne*, det var den kunskap som en hantverkare har då han utför sitt arbete och *fronesis*. Den senare kunskapsformen kan översättas som ”vardagsvishet”.

Om vi lever i ett högteknologiskt samhälle, så är det svårt för oss att i alla lägen ha vetenskapligt kunnande om alla förekommande tekniker som omger oss. Inte heller kan vi ge oss in i de moderna artefakterna med hjälp av skruvmejsel och skiftnyckel, så *techne* är inte heller aktuellt i alla lägen.

Vad vi däremot kan ha glädje av är att kunna förstå och ha insikt i hur tekniska artefakter fungerar för att kunna, på ett intelligent sätt, kommunicera med de människor som besitter såväl *episteme*, kollegor i våra arbetslag, som dem som besitter *techne*, det är de olika fackmän som vi måste anlita emellanåt för att våra artefakter skall fungera väl.

Albert visade, genom att vrida på en spak hur först en ventil öppnad sig och hur kolven på sin väg ner i cylindern sög in en blandning av luft och bränsle. Det kallades för den första takten. Under den andra takten så åkte kolven upp och komprimerade bränsle-luft blandningen. Då var alla ventiler stängda. Under den tredje takten, arbetstakten, kom en gnista från ett tändstift och tände eld på bränsle-luft blandningen och kolven trycktes ner. Under den fjärde och sista takten öppnades en ventil och den förbrända gasen fick möjlighet att släppas ut då kolven under sin uppåtgående rörelse pressade ut gasblandningen. Sedan upprepades förloppet om och om igen. Egentligen så var det inte alls invecklat.

Galileo Galilei

På bordet låg också en konstruktion i form av en liten pendel som var upphängd i en hållare. Pendeln är en märklig konstruktion. Det var den som inspirerade den italienske naturfilosofen Galileo Galilei, en gång vid slutet av 1500-talet till att börja fundera kring frågor om naturvetenskapen.

Pendelns svängningstid beror bara på dess längd vilket är underligt. Pendeln kunde därför bland annat användas i klockor för att låta dessa gå med jämn fart. Pendelns främsta egenskap är just att den har något som kallas för en resonansfrekvens. Dvs pendeln strävar alltid efter att hålla sin svängningstid konstant.

Pendeln låg också bakom den sk horologiska revolutionen på 1700-talet. Det var den revolution i tidsmätning, som minskade klockornas felangivelser från att gå fel med någon timme per dygn till att bara gå fel några sekunder. Det betydde naturligtvis mycket för att man skulle kunna samordna olika verksamheter i ett på teknik grundat samhälle. Denna noggrannhet var också en förutsättning för att man på sjon skulle kunna bestämma longitudin exakt.

Cybernetik

På bordet fanns också en centrifugalregulator. Det var en konstruktion som redan den engelske teknikern James Watt brukade på 1700-talet för att åstadkomma automatisk reglering av farten på sina ångmaskiner.

Konstruktionen fungerade på det sättet, att då motorn ökade farten så slungades kulor ut från centrum av centrifugalkraften. Kulorna var med en koppling länkade så att de ströp tillförseln av ånga till ångmaskinen, som då saktade farten varvid kulorna åter sjönk ner och ångtillförseln ökade.

I vår tekniska värld omges vi av många liknande regulatorer. Det finns termostater på våra elkement som håller dem vid en lämplig temperatur. Det finns en termostat i våra strykjärn som kontrollerar deras temperatur osv.

Alberts reflektion och analys

Efter arbetspasset funderade Albert över hur det egentligen hade gått.

- Hade alla de olika perspektiven: Utvecklings-, Växelverkans-, Funktions-, och Infrastruktursperspektivet belysts?
- Hade arbetspasset lett till att deltagarna hade fått nya utgångspunkter för att kunna göra egna konstruktioner.
- Hade de didaktiska frågorna om vad som man kan ta upp i undervisningen och hur man kan genomföra undervisningen, tillsammans med frågor om varför man skall behandla just det momentet behandlats i tillräcklig utsträckning?
- Hade frågorna om varifrån innehållet i undervisningen härstammade belysts tillsammans med frågan om vart det skulle kunna leda?
- Hade frågan om målgrupp utretts i tillräcklig omfattning?

Ja, det var frågor som berörde Albert djupt. Hade han överhuvudtaget kunnat nå fram till deltagarna med det som han ville framföra?

Insikt, förhandling för handling

Det fanns inga självklara svar på dessa frågor. Sättet som Albert arbetade med under arbetspasset byggde hela tiden på att en dialog upprättades med deltagarna. Dessa hade röster även när de inte sade något. Albert var van vid att avläsa deltagarnas kroppsspråk och att anpassa nivån på undervisningen efter det.

Ett annat viktigt förhållningssätt var att i görligaste mån försöka låta deltagarna själva utföra olika slag av experiment och undersökningar och att noga följa det som skedde och att hela tiden vara beredd till att diskutera det som deltagarna kom fram till. Det var i det fallet viktigt att besvara deltagarnas frågor på ett sätt som de kunde förstå.

Albert tyckte att de tre orden ”*insikt*”, ”*förhandling*” och ”*för handling*”, på något sätt täckte in det som han åsyftade att åstadkomma.

Med insikt menade han att det, för att kunna undervisa i teknik, var viktigt att ha insikt i de naturvetenskapliga principer som låg bakom de tekniska artefakter som behandlades under arbetspasset.

Med förhandling åsyftade Albert på den aspekten av den sociokulturella teoribildningen som beskrev hur under läroprocessen information i sin interpersonella och social fas bearbetades till kunskap som sedan under den intrapersonella eller psykologiska faser aktivt och individuellt konstruerades av den lärande personen.

Med kunskap för handling menade Albert att kunskap måste utgöra ett redskap för individen i dess framtida verksamhet.

Språket som verktyg

En nyckelpunkt härvid var att det gällde att förklara funktionen hos de olika fenomen som deltagarna studerade så att de olika sätten att uttrycka sig i vardagsspråket och i det vetenskapliga språket kunde samverka på ett intelligent sätt.

Problemet var just att man inom vetenskapen använder ord och begrepp som i vardagsspråket har en helt annan innebörd. För äldre lärare kommer även det faktum in att orden i ett levande språk hela tiden förändrar sig lite med tiden, vad beträffar nyanser i deras betydelse. Det kan uppstå kulturella gränser mellan ungdomar och äldre likaväl som mellan svenska elever och invandrade elever, även om kulturskillnaderna i det senare fallet är mer markerade och lättare att identifiera.

Albert kunde inte komma ifrån att språket var det allra viktigaste verktyget som överhuvudtaget hade utvecklats till människans fromma. Hans tankar gick tillbaka till den tid då människan, för flera miljoner år sedan, vistades på savannerna. Hon var inte särskilt snabb till att förflytta sig. Hon var inte försedd med särskilt goda sinnen för att upptäcka faror på långt håll. Hon var inte beväpnad med, varken kraftiga tänder eller skarpa klor. Kort sagt, så var hon ett lika lätt som läckert byte för en hungrig sabeltandad tiger som såg sig om efter något smakligt till lunch.

Istället fick människan utveckla sina potentiella sociala anlag för att kunna överleva. Hon lärde sig att operera i grupp. För att klara detta så måste hon kunna samverka med de andra gruppmedlemmarna. Detta kunde hon göra genom att utveckla ett mer nyanserat språk än de andra däggdjuren. Så språket som verktyg är av yttersta betydelse.

Man bör således som lärare lägga sig vinn om att, förutom de andra tekniska färdigheter som man behandlar inom ämnet teknik, även måna om att utveckla elevernas språk och deras språkbruk.

Mångfald

Sen var det naturligtvis många olika teman eller moment som behandlades. Nu kan man inte, för varje enskilt moment, naturligtvis pricka av från en lista om man har behandlat alla de fem perspektiven eller de sex olika didaktiska frågorna.

Sammantaget fann Albert genom att reflektera över det som timat, att dessa styrande ledstjärnor dock hade tillgodosetts om man betraktade det arbete som hade genomförts under arbetspasset som en helhet.

Varifrån & varthän?

Där fanns olika ingångar varvid den historiska bakgrunden hade belysts. På samma sätt hade den vidare utvecklingen behandlats tillsammans med frågor om de konsekvenser som en viss teknikutveckling kunde tänkas medföra.

Det var härvid viktigt att eleverna bibringades förståelse för att den teknik som just nu omger oss inte är det sista steget i en teknikutveckling som började för många

tusen år sedan, Den teknik som vi upplever är bara ett exempel på det senaste ifråga om teknikens utveckling. Teknikutvecklingen kommer helt säkert att fortsätta.

Man kan därvid med behållning fråga sig om vilka drivkrafterna kan vara och vad som kan tänkas utgöra flaskhalsarna för utvecklingen.

För att kunna delta i en framtidsinriktad diskussion om teknikutvecklingen är det emellertid av stort värde om man kan se de linjer i teknikutvecklingen som ligger till grund för den teknik som vi har idag.

Vi måste i det sammanhanget betänka att våra elever kommer att leva och verka väl bortom mitten av detta sekel. Med tanke på de stora och omvälvande förändringarna i vår egen livsstil, som har orsakats av den tekniska utvecklingen som har varit, så kan man med fog fundera över hur den kommande generationens livsmiljö kommer att kunna gestalta sig.

Bland de tekniska faktorer som under de senaste åren har påverkat oss är speciellt Internet och spridningen av persondatorer mobiltelefoner och billiga flygresor framträdande. Vi kan säkerligen förmoda att det i framtiden kommer att komma nya och lika omvälvande uppfinningar. Frågan är då vilka det kan vara?

Framtid?

Frågan för oss lärare är också vad vi ska undervisa våra elever om för att förbereda dem inför en framtid som varken vi eller de egentligen vet något om. Inom skolan är det främst två stora teman som man undervisar om.

För det första så tjänar skolan till för att föra vidare traditioner som kan betraktas värdefulla för eleverna då de formas till medborgare i vårt samhälle.

För det andra avser skolan att meddela eleverna lämpliga kunskaper som de kan använda som verktyg för att kunna få sin försörjning samt bidra till samhällets utveckling under sin framtida levnadsbana.

Det är inte utan fog som man kan fundera över om vi just nu inte befinner oss vid ett unik historisk skede. Det är ett skede där vi egentligen inte riktigt vet vad som framtiden kommer att innebära och föra med sig för våra elever.

Naturligtvis kan man med viss fog även hävda att detta har varit ett problem för varje generation och ett problem som har uppkommit vid varje generationsbyte. Men frågan kvarstår ändå, om vi inte just nu har en ännu starkare markering av denna osäkerhet.

Det enkla argumentet för denna tes är att aldrig förr har utvecklingen gått så snabbt och så språngartat som nu. Tesen underbyggs av att aldrig förr har det funnits så många aktiva forskare och vetenskapsmän som hela tiden kommit med nya rön. Aldrig förr har kommunikationerna varit så snabba som nu mellan vetenskapsmännen i forskarsamhället. Aldrig förr har tiden mellan det att en ny upptäckt gjorts och dess ekonomiska exploatering varit så kort. Aldrig förr har konkurrensen mellan företag varit så hårt. Aldrig förr har så många aktörer samtidigt verkat på den internationella och globaliserade marknaden.

Ja, det är verkligen många tecken som tyder på att en tid, som i grunden skiljer sig från tidigare tidsepoker, har inletts.

Men väl att märka, det är inte en tid som enbart medför fördelar. Det blir allt viktigare att fundera över vilka som är vinnare och vilka som är förlorare i den pågående globala kapplöpningen.

De enorma krafter som människan nu är i stånd till att släppa lös kan också på ett avgörande sätt komma att påverka livsbetingelserna på den här planeten. Vår planet är egentligen inte särskilt stor. Den har heller inte obegränsade tillgångar.

Planetens omkrets vid dess ”mage”, ekvatorn är bara 4 000 mil. Det är så långt som en normal bil kör på ca två år. En normal personbil kör innan den skrotas ca 24 000 mil. Det betyder att den, under sin livstid, kör ca sex varv runt jorden. Det finns miljontals bilar igång samtidigt. De förbrukar hela tiden bränsle som bildades för hundratals miljoner år sedan. Bilarna förbränner fossilt bränsle och släpper därigenom oundvikligen ut koldioxid som påverkar atmosfären som en växthusgas.

Begränsningar

I våra fabriker kan vi, med hjälp av den moderna tekniken tillverka hart när obegränsat med nya bilar. De begränsande faktorerna finns utanför fabriksportarna i form av miljömässiga problem, ekonomiska problem, brist på råvaror och resurser, brist på drivmedel, brist på plats för alla bilar...

Teknik som kulturell aktivitet i en social kontext

Genom den här reflektionen fann Albert det allt mer styrkat att tekniken är en social aktivitet och att det inte enbart bör vara interna faktorer från teknikens område, som exempelvis hur olika artefakter fungerar, som bör behandlas vid undervisning i teknik. Inte heller är det tillfyllest, om man skall uppfylla styrdokumentens föreskrifter, om man bara sysslar med konstruktioner. Nej, det är väsentligt att man som lärare sätter in tekniken i en social kontext där man inte bara beskriver vad som har varit eller vad som sker nu. Det viktiga är att man försöker att se framåt. Vilket naturligtvis inte är lätt.

2050

Deltagarna uppmanades att föreställa sig hur deras kommande elever, med hjälp av de kunskaper som de fått genom undervisningen i teknik, skall försöka leva ett harmonisk liv år om ca femtio år.

Frågor, funderingar och reflektioner

- Vad kan det vara för kunskaper som dessa elever kommer att behöva då?
- Vilka kunskaper skulle eleverna kunna avstå från?
- Varför tänker Du så?
- Vad är det för egen bild av framtiden som Du projicerar på Dina kommande elevers framtida värld?
- Hur väl har tidigare generationers föreställningar om framtiden slagit in?

Kapitel 3. Albert på ett proto science center

Albert skulle undervisa om energi med en klass lärarstuderande. Han hade tidigare byggt upp ett litet science center i skolan och tänkte utnyttja dess möjligheter.

”Jag föreslår att vi lägger upp det här arbetspasset i tre delar. Först får ni en kvart på er att gå omkring och titta på utrustningen och uppställningarna. Samla på er frågor under den stunden. Sen ska jag gå igenom och förklara för er hur de olika montrarna syftar till att belysa olika aspekter av energi. Efter det får ni en stund på er att i grupper om tre föreslå ett lektionsupplägg som vi diskuterar gemensamt efteråt.”

Deltagarna gick omkring lite planlöst och tittade. De olika uppställningarna sa dem dock inte så mycket. Albert samlade ihop gruppen för en genomgång.

$E=mc^2$

I detta science center hade Albert också ställt upp en utställning om Albert Einstein. På en av skärmarna fanns en kopia av den originalartikel i vilken den berömda formeln, som ger sambandet mellan energi och massa: $E=mc^2$, för första gången framträdde. Artikelns bestod av bara fyra A4 sidor. Det var fyra sidor som har omskapat världen. Formeln visade hur enorma energimängder kunde frigöras såväl fredligt genom kärnkraftens nyttjande och militärt genom möjligheterna att bygga atomvapen.

Albert tyckte att den formeln kunde utgöra en lämplig utgångspunkt för lektionen. Albert framhöll vikten av att man behandlade såväl kärnkraftens fördelar som dess nackdelar.

I samband med den presentationen tog Albert och berättade lite om hur familjen Einstein år 1880 hade flyttat från den lilla sydtyska staden Ulm till den större metropolen München. Där hade familjen Einstein etablerat sig inom den då nya elbranschen.

Efter en inledande framgångsrik period, så tvingades dock företaget att slå igen i München och etablera sig i Italien istället. Konkurrensen från större tyska företag av alltför hård.

Flyg

I science centerdelen av utställningen inledde Albert sin visning genom att göra en översiktlig presentation. Han började i ena ändan av science centret.

Där var en skärmutställning uppställd. Den visade på hur bröderna Wright den 17 december år 1903 hade kunnat genomföra den första kontrollerade motordrivna flygningen. I taket hängde en modell av deras flygplan Flyer vid sidan av ett jetdrivet passagerarplan. En enorm teknikutveckling skilde dessa två konstruktioner åt.

Skärmutställningen syftade också till att visa hur man med material från Internet enkelt kunde göra en anspråkslös, men informativ utställning.

Albert demonstrerade hur ett flygplan kunde kontrolleras i luften medels höjdroder i loopingplanet, sidoroder i girplanet och skevroder i rollplanet.

Albert talade lite om energiåtgången för flyg. Det är sant att ett flygplan, medan det är i luften, förbränner mer bränsle per passagerare än något annat transportmedel. Men om man betraktar en flygtur mellan exempelvis Göteborg och Stockholm så kräver ett flygplan bara en kilometer för start och en kilometer för landning av asfalterad bana. Tåg och bilar kräver mer än 500 kilometer asfalterad bana. Det kostar

mycket energi att såväl bygga, som att underhålla sådan lång bana. Inte för att Albert på något sätt ville tala för flyget – men han ansåg att kostnadsbilden för energiåtgången blir en annan om alla kostnader tas med vid en jämförelse.

Vid den montern kunde de studerande också vika olika modeller av pappersflygplan. Ett sådant praktiskt moment var värdefullt för att befästa kunskaper. Genom att vika olika slag av roder på flygplanen kunde flygplanen fås att flyga ganska bra. Där låg också ett sugrörsflygplan med runda vingar. Albert påpekade att det är viktigt att elevens kreativitet stimuleras. Det är ju något som man väldigt bra kan göra i tekniken.

Konsten att flyga

Vid montern fanns också en varmluftspistol med vars hjälp Albert visade på hur en ballong kunde fås att hålla sig svävande på ett och samma ställe. Albert talade också om vad det var som gjorde att ett flygplan kunde flyga.

”Då luft passerar en välvd yta så kommer den att tunnas ut och det ger således upphov till ett lägre lufttryck. Flygplans vingar är välvda på översidan och därför kan det lägre lufttrycket på vingens översida medverka till att flygplanet lättar.”

En begåvad elev ställde försynt denna ganska kluriga fråga: ”Men hur kan ett flygplan flyga upp och ner. Det har jag sett på en flygdag.”

Albert svarade: ”Det beror på att denna tryckändring inte är hela sanningen. Anfallsvinkeln, dvs den vinkel som vingen bildar med luften har också betydelse.”

Han uppskattade alltid begåvade elever som ställde intelligenta frågor. Han erinrade sig, i sitt stilla sinne, hur en blivande professor i teoretisk fysik en gång hade blivit utkörd ut klassrummet då han ställt just den frågan.

Tyngdpunkt

Med hjälp av en liten kloss, försedd med en rörlig ståltråd så demonstrerade Albert villkoren för att ett föremål skulle hålla sig i jämvikt och inte välta.

Tyngdpunkten är en märklig punkt. Man kan fysikaliskt räkna med att ett föremåls hela massa är samlad i tyngdpunkten. Man kan också anta att tyngdkraften verkar från tyngdpunkten.

Då kraftens verkningslinje går innanför kontaktpunkten med marken så välter föremålet tillbaka. Om emellertid verkningslinjen går utanför kontaktpunkten så kommer föremålet att välta.

”Hur tror ni att det lutande tornet i Pisa skall klara sig i framtiden?”

Kollision

Vid nästa monter visade Albert på hur energi vid stötar, kollisioner, gav upphov till krafter.

Albert använde en låda med kanter. Lådan lutade ca 30 gradet. Då Albert lät en liten Legobil starta från den övre delen av lådan och rulla ner och kollidera med lådans nedre kant så hördes en kraftig smäll och Legofiguren som var förare ramlade av.

Sedan gjorde Albert om demonstrationen, men fällde ut en liten fjädrande stötdämpare. Då bilen nu upprepade färden, så skedde kollisionen utan smäll och föraren satt kvar på bilen.

Albert förklarade att energin vid kollisionen, som gav upphov till kraft, minskade genom att stöttiden ökades.

Det är därför som bilar numera konstrueras så att motorhuven kan deformeras. Säkerhetsbältet skall också vara töjbart för att förlänga stöttiden och därigenom minska de krafter som vid en kollision kan skada passagerarna.

Energiomvandlingar

Efter detta tog Albert upp en konstruktion som såg ut som ett hjul som kunde röra sig längs med två böjda ståltrådar.

”Detta är en kinesisk jojo” förklarade Albert. När han höll konstruktionen lodrätt så rullade hjulet neråt. Albert förklarade fenomenet med hjälp av energiprincipen som bekant lyder: *Energi kan inte nyskas eller förstöras – bara omvandlas.*

”I den här konstruktionen kommer lägesenergin att omvandlas i rörelseenergi hos hjulet samt i rotationsenergi då hjulet snurrar kring sin axel. Det är den rotationsenergin som bidrar till att hjulet kan rulla uppför trådarna igen.”

Albert visade sen med två linjaler och två hoptejpade plastmuggar hur den lilla hjulet kunde hålla sig kvar på de två trådarna.

”Det är inte bara magnetismen som håller kvar hjulet. Titta här så ser ni hur axlarnas ändar är koniska.”

Albert tog två olika hoptejpade par av muggar – det ena paret var hoptejpat med de breda mynningarna mot varandra och det andra paret var hoptejpat med de mindre bottenytorna mot varandra.

”Vilken av konstruktionerna tror ni kommer att hålla sig kvar på rälsen?” frågade Albert. Hälften av deltagarna trodde på den ena och den andra hälften på den andra konstruktionen.

”Låt oss testa.”

Albert lät konstruktionerna rulla nerför banan som bestod av två parallella linjaler. Vid varje gång så höll sig de muggar som var hoptejpade i sina breda mynningar kvar på banan.

”Varför fungerade den konstruktionen?” frågade Albert och höll upp den vinnande muggkonstruktionen i luften.

Efter en kort diskussion av olika förslag så förklarade Albert skeendet.

”Det är så enkelt att om muggarna som är hoptejpade vid sina mynningar hamnar snett så kommer vid nästa varv den yttre muggen att gå en längre sträcka än den inre och således åker den inåt. Det är så som tåg håller sig kvar på skenorna. Det finns i tekniken ofta sådana här dolda finesser. Vi kan betrakta det som ett exempel på *distribuerad kognition*. Det betyder att tidigare generationer av tekniker har byggt in sinnrika tankar i artefakterna som omger oss. Det är vår uppgift som lärare att förklara dessa tankar för våra elever.”

Värmemotor

Därefter gick Albert till avdelningen för energi. Där stannade han vid en vickande fågel som till synes drack vatten och svängde fram och tillbaka.

”Hur tror ni att den här fågeln fungerar?” undrade Albert. Ingen kunde komma på en övertygande funktionell mekanism.

Albert förklarade: ”I fågeln finns en lättflyktig vätska. Vattnet som fågeln doppar ner sin näbb i tjänar till att hålla dess huvud kallt. Det beror på att vatten strävar efter att förångas vid den temperatur som vi har i rummet här. För att förångningen skall

kunna ske så behövs det dock värme. Fågeln tar värme från såväl rummet som från sitt huvud och huvudet kyls således. Det innebär att inuti huvudet så kommer gasen som finns ovanför vätskan att kondenseras till vätska igen. Det innebär samtidigt att gastrycket i fågelns huvud minskar. Detta minskande gastryck kommer sedan att utjämnas genom att vätska suggs upp i fågelns huvud. Därvid kommer tyngdpunkten hos fågeln att förskjutas och den blir framtung och doppar näbben i vattnet. Därvid kommer det att bli möjligt för vätskan att rinna tillbaka från huvudet till bakkroppen på fågeln och den svänger tillbaka. Så håller den på tills vattnet i skålen framför fågeln har dunstat bort.”

”Detta är egentligen ett exempel på hur en värmemotor fungerar.” tillade Albert. ”Fågeln är bara en illustration av en generell funktion. Våra bilmotorer är typiska värmemotorer. Det finns ett teoretiskt samband som kallas för Carnots formel och som gör kvantitativa beräkningar av värmemotorers verkningsgrad möjliga. De enda faktorer som man måste ta hänsyn till är den högsta och den lägsta temperaturen i processen.”

Potentialdifferens

Albert höll upp en plastleksak som barn använder då de leker i sandlådor. Leksaken bestod av en trattformad konstruktion som ledde ner sanden till ett hjul som kunde bringas i rotation av den nedrinnande sanden. Sedan rann sanden ner på fundamentet till leksaken.

”Som generell funktion i tekniken gäller att vi alltid kan få energi om vi uppehåller en potentialdifferens, dvs att vi har en skillnad i tillstånd. Det kan vara skillnaden mellan varmt och kallt, högt och lågt eller plus och minus på ett batteri. Ur en potentialskillnad kan vi alltid få fram energi genom att något medium strömmar från den höga till den låga potentialen och passerar exempelvis ett hjul som kan sättas i rörelse.”

Radiometer

I fönstret stod en konstig konstruktion. Den såg ut som en glaskula med ett kors inuti, i vilket plattor var fästa. Plattorna var färgade och hade olika färger på sidorna. Den ena sidan var silverfärgad och den andra var svart. Korset med plattorna roterade snabbt då solen lyste på konstruktionen.

”Nå, hur tror ni att den fungerar?” frågade Albert. ”Vad kan det vara för mekanism som driver apparaten?”

Några tveksamma kommentarer fölls.

Albert förklarade:

”Det finns lite gas i glaskulan. Då solen lyser på den svarta sidan så kommer den att värmas upp med än den silvriga. Värme kan föreställas ge upphov till vibrationer i den svarta ytan. Gasmolekyler bombarderar hela tiden såväl den blanka som den svärtade sidan. Men då gasmolekylerna träffar den svärtade sidan så får de en stöt eftersom den sidan vibrerar. Gasmolekylerna kastas tillbaka med en rekyl och samtidigt kastas den svärtade sidan också bakåt. Det är den här rekyl som ger upphov till rotationen. Den makroskopiska rörelsen som vi kan iaktta kan således förklaras med hjälp av mikroskopiska fenomen.”

Solpåsen

Albert höll upp en svart påse med en slang på. I änden av slangen satt ett duschmunstycke. Vid närmare betraktande såg gruppen att påsen var genomskinlig på sin ena sida.

Albert förklarade: ”Man fyller påsen med vatten och lägger den ute på gräset med den genomskinliga sidan upp. Då solen lyser på påsen så värms vattnet upp och efter några timmar kan man njuta av en varm dusch.”

Skolfångaren

Efter det tog Albert upp en konstruktion som såg ut som en platt skiva av aluminium. Mitt i skivan gick ett rör som var förbundet med ett tjockare rör ovanför metallskivan.

Albert förklarade:

”Detta är en modell av insatsen till en av våra vanligast förekommande typer av solfångare. Den består av en skiva av aluminium som är svärtad. Man monterar in den i en låda så att man har isolering på baksidan och ett plastfönster på framsidan som solen kan lysa in genom. Då solen bestrålar metallskivan så kommer vattnet i rörsystemet att bli varmt och varmt vatten stiger uppåt så att vi får cirkulation i systemet. Det är varianter av den här typen av solfångare som ni kan se på taken på många hus här i västsverige. Det är en konstruktion som med fördel skulle kunna användas i områden med lite energi, emn mycket sol. I exempelvis Israel så är det obligatoriskt att värma varmvatten med hjälp av solen.”

Tändstickolfångaren

Albert plockade upp en liten tändsticksask som hade ett fönster på ena sidan. Han demonstrerade hur, inuti asken det fanns en svartmålad aluminiumbit.

”Ni kan enkelt själva tillverka en modell av en väl fungerande solfångare på det här sättet. Tag bara en läskburk av aluminium och klipp till en bit av plåten och svärta den med en färgpenna. Gör ett veck i plåten så att en termometer kan sättas in i kontakt med absorbatoren. Gör sen ett fönster av genomskinlig plast så att solen kan lysa på plåtbiten. Det är roligt och skönt att under varma vårdagar ta med sig klassen ut och testa sådana konstruktioner i en solig backe.”

Fotocell & cykelbelysning

Albert tog fram en leksaksbåt av plast, vars däck utgjordes av en fotocell. Då han höll upp båten i solen så snurrade båtens propeller.

”Här ser ni ett sätt att få fram energi från solen utan att påverka miljön. Vi får ren elektricitet.”

Sen tog Albert fram en annan artefakt.

”Detta är en cykelbelysning. Under dagen då solen lyser så ger solcellen här elektrisk energi som sedan kan lagras i batteriet inuti lampan. På kvällen då man åker hem så kan man tända lampan och ha en fungerande cykelbelysning.”

Värmeljus & termos

Albert tog fram ett värmeljus och tände det. Han bad en av deltagarna, Jennie, att hålla handen ovanför ljuset.

”Vad känner du?”

”Det känns varmt.”

Sen höll Jennie handen vid sidan av ljuset och kände då också hur ljuset värmde handen.

Efter det lämnade Albert över ett uträtat gem till Tobias som stack in gemets ena ände i ljuset och höll i den andra änden. Han brände sig lite.

”Varför gör vi det här försöket?” frågade Albert retoriskt.

”Jo för det åskådliggör på ett enkelt sätt egenskaper hos värmeenergi. Värme kan utbreda sig på tre sätt. Värme kan värma upp ett medium, luft i det här fallet. Varm luft stiger och därför känns det varmt då man håller handen över ljuset. Det kallas för konvektion. Värme kan också stråla iväg. Det är därför som handen som man håller vid sidan av ljuset blir varm. Värme kan slutligen också ledas i ett fast ämne. Det är så värme leds i gemet.”

”Nu gäller det alltid i tekniken att man nyttjar de kunskaper som man får fram genom naturvetenskapliga undersökningar. Vad tror ni att man kan göra med de värmefenomen som vi just bevittnade?”

Ingen kunde svara.

”Jo, man kan konstruera en artefakt som är avsedd att isolera mot värmeöverföring. Man kan konstruera en termos. I den kan man hålla varma drycker varma och kalla drycker kalla.”

Albert tog fram en termos och monterade av dess ytterhölje. Innehållet visade sig vara en dubbelväggig silverglänsande flaska. I botten på den fanns en avsmält pip.

”Den här pipen visar att man vid tillverkningen har pumpat ur luften ut mellanrummet mellan den inre och den yttre glasväggen. Det gör man för att det inte skall finnas någon luft där som kan leda värme genom konvektion. Att termosens väggar är försilvrade och blanka är för att värmestrålning skall hejdas. Om vi sedan tittar på förbindelsen mellan den inre och den yttre delen av termosflaskan så ser vi att det bara är en enda tunn brygga mellan dem. Det är för att hindra värmeledning, som i gemet.”

Elektrisk generator & motor

På ett annat bord låg en kompass under en elektrisk ledare. Albert anslöt ett batteri till ledaren och kompassen gjorde därvid ett utslag.

”Som ni ser så omger en ledare sig med ett magnetfält. Det är det fältet som vi nyttjar för att driva elektriska motorer. Man kan betrakta kompassnålen som rotorn, den snurrande delen i en elektrisk motor och den elektriska ledaren som statorn, dvs den del av motorn som står stilla. Det är alltså magnetiska krafter som vrider runt motorn.”

Albert tog fram en stor permanentmagnet som balanserade på en nål. Han höll en annan permanentmagnet intill och kunde genom att vrida på permanentmagneten åstadkomma att den stora magnetnålen vred sig.

”Det är egentligen bara en ingenjörsteknisk färdighet som erfordras för att driva runt en motor. Man måste se till att man byter poler på ett lämpligt sätt. Det gör man automatiskt med hjälp av den del av motorn som kallas för kollektor.”

Generatoren

På bordet fanns det också två spolar som var förbundna med sladdar. I den ena av spolarna var en galvanometer placerad. Albert tog en magnet och rörde den i spolen. Galvanometern gav ett utslag. Albert förklarade fenomenet med att han genom induktion kunde skapa en spänning i spolen. Den spänningen drev i sin tur fram en ström. Detta var principen för den elektriska generatoren. Intill stod en artefakt som bestod av ett litet hjul som drev en cykelgenerator. Den var i sin tur kopplad till en glödlampa. Då Jennie vred på handtaget på hjulet så tändes lampan.

”Genom att den elektriska motorn och den elektriska generatoren var uppfunna så var vägen förberedd för det elektrifierade samhälle som vi har omkring oss. Det som främst driver generatorer är för Sveriges del vattenkraft och kärnkraft.”

Ottomotorn

Längst ner i rummet fanns några modeller av vanligen förekommande förbränningsmotorer.

”Den vanligaste motorn är den motor som heter fyrtakts Ottomotor. Den finns i snart sagt varje bil. I och för sig så kan man fundera över om man behöver känna till hur den fungerar. På en del bilar är det rent av omöjligt att öppna motorhuven. Eftersom dock alla bilar emellanåt skall in på reparation och service så kan man nog med visst berättigande säga att lite motorkunskap tillhör allmänbildningen. Om inte annat än för att kunna bedöma om man blivit korrekt behandlad på en bilverkstad. Ibland kan man få fantasifulla räkningar.”

Albert höll upp modellen och förklarade hur den fungerade:

”Detta är en modell av en fyrtaktsmotor. Under den första takten öppnas en insugningsventil och bränsle sugas in i motorn genom att kolven åker ner. Det kallas följaktligen för insugningstakten. Under den andra takten är ventilerna slutna och kolven pressar ihop bränslet. Det kallas för kompressionstakten.”

Albert pekade på modellen och fortsatte: Då kolven är i sitt högsta läge så ger tändstiftet ifrån sig en gnista och antänder bränsle-luftblandningen. Vid förbränningen utvidgar sig bränsle-luftblandningen och trycker ner kolven kraftigt. Det är arbetstakten. När kolven på nytt håller på att gå upp i cylindern så öppnas utblåsningsventilen och den förbrända gasen släpps ut. Det är utblåsningstakten. Sedan upprepas förloppet igen genom att insugningsventilen öppnas.”

Albert framhöll att det finns anledning att fundera över hur den motorns funktion i ett globalt perspektiv.

- Varifrån kommer bränslet?
- Vad är det för avgaser som släpps ut?
- Hur länge kan oljan räcka?
- Hur kan avgaserna påverka vårt klimat?

Albert sammanfattade genomgången med några ord:

”Energi har såväl **kvantitet**, dvs vi har olika mängd av olika energislag, men energi har också **kvalitativa** egenskaper. Högst kvalitet har exempelvis elektrisk energi eftersom den kan användas till allt möjligt.

Medelhög kvalitet har exempelvis kemisk energi, exempelvis stearinet i värmeljuset. Det energislaget är inte lika användbart som elenergin. Man kan exempelvis inte enkelt köra en vanlig motor med ett ljus eller tända en glödlampa.

Lägst kvalitet har värmeenergi. Ljummet vatten kan man inte ha till mycket nytta direkt. Visserligen går vår vickande fågel på kallt vatten, men den ger ingen effekt att tala om. Det är således viktigt att man använder rätt energislag till rätt förbrukningsenhet. Att värma upp hus med elenergi är det sämsta som man kan göra i energitermer. Då omvandlar man energi som har den högsta kvaliteten direkt till energi av den lägsta kvaliteten.”

Albert fortsatte: ”Det finns emellertid apparater med vars hjälp man kan höja kvaliteten på energi. Dessa apparater går under namnet värmepumpar. Ni har alla en värmepump hemma. Det är kylskåpet. I den tas energi ut från skåpets inre som håller en temperatur av ca 5 grader och sen släpps energin ut vid ca 50 grader. Ett kylskåp utgör således en värmekälla i huset. Vet ni vilken apparat som det är som drar mest energi i hemmet?”

Ett antal svar kom fram: dammsugare, TV, men Albert berättade det rätta svaret: ”Det är den lilla köksfläkten. Den är själv väldigt liten, men kan tömma ett hus på varm luft så att alla husets element slås på.”

Kapitel 4. Albert och lärarkandidaten

Teknikläraren Albert

Albert undervisade även i teknik på grundskolan några timmar varje vecka. Han var förvisso gymnasielärare i matematik och fysik i grunden, men hade, tack vare sitt intresse för teknik, läst 40p Teknik och Design, och kunde nu undervisa i teknik på grundskolan.

Det här läsåret hade han två stycken nior, om vardera 80 minuter varje vecka. På skolan hade man bestämt att man skulle koncentrationsläsa tekniken under en termin, vilket innebar att han träffade halva klassen om 15 elever varje vecka.

Uppgiften

Under sex veckor hade han en lärarkandidat som hette Emil. Emil skulle bli tekniklärare på grundskolan. Han hade arbetat i IT-branchen tidigare och hade många egna idéer på lektionsförslag. Albert tyckte att Emils idéer var intressanta så han bestämde sig för att ge honom fria händer

Emil fick ta hand om båda klasserna, och valde att köra ett projekt där eleverna skulle designa och massproducera en produkt. Eftersom tiden var begränsad till sex veckor så fick inte eleverna bestämma produkten själva. Emil ville koppla uppgiften till verkligheten och för att uppgiften skulle verka realistisk använde han moderna och trendiga uttryck från näringslivet och IT-branchen.

Han presenterade uppgiften som om att klassen hade ett mindre företag som tillverkade träprodukter, och nu hade de fått en beställning från en fiktiv kund. Kunden hade beställt 16 grytunderlägg och hade skickat med en skiss som visade att det skulle bestå av träklossar och rundstavar. Hur stora klossarna skulle vara eller rundstavarnas längd hade kunden dock inte bestämt, men de ville att underlägget skulle vara kvadratisk, sidan skulle vara mellan 14 och 17 cm, klossarna fick inte vara kubiska samt att det skulle målas blått, rött eller grönt. Eftersom kunden inte visste exakt hur underlägget skulle se ut ville man ha tre stycken prototyper, för att sedan kunna välja ett som skulle massproduceras.

Prototyp tillverkning

Eftersom kunden ville ha tre prototyper delades klassen in i tre prototypgrupper. Varje prototypgrupp hade en teamledare. Teamledarens uppgifter var att vara ordförande i gruppen och vara gruppens kontakt med Emil som själv utnämde sig till projektledare.

Varje grupp skulle alltså designa och tillverka en prototyp. Kunden ville även ha en dokumentation som beskrev materialåtgång, tillverkningspris och det som man behövde veta för att kunna tillverka den, exempelvis borrhjul och färg.

Det första som man bestämde i många av grupperna var hur lång sidan skulle vara. Efter det kunde man börja räkna på klossarnas- och rundstavarnas längder, för att få underlägget kvadratisk.

När Emil såg hur eleverna räknade tänkte han att nu räknar eleverna matteproblemlösning utan att veta om det.

Change request

När prototypgrupperna höll på att räkna som bäst så kallade Emil till sig teamledarna, och berättade att kunde hade en ändring i sin beställning. När man kommer med en ändring i en beställning så kallas det för *change request* berättade Emil. Kundens nya önskemål var att sidan på underlägget skulle vara 15-16 cm och alla kanter och hörn måste vara slipade, så man inte river sig.

Teamledarna gick tillbaka till sina respektive grupper och berättade om de nya förutsättningarna. Emil gick runt och tittade till grupperna och konstaterade att de flesta grupperna hade tur, eftersom de hade bestämt att ha sidan inom det nya intervallet. De grupper som hade otur fick justera sina beräkningar.

I slutet av lektionen samlades klassen och teamledarna fick lämna en lite rapport på hur mycket gruppen hade gjort och vad som var kvar. Emil berättade i sin tur att kunden ville ha prototyperna efter tre lektionspass, så det var alltså två kvar.

Lektion två och tre

Andra lektionspasset inleddes med en kort teamledarrapport och grupperna fortsatte arbeta. I en av grupperna var den ordinarie teamledaren sjuk, och därför utsågs en tillförordnad teamledare. Emil ville nämligen att alla grupper skulle ha en ansvarig, dels för kommunikationen till grupperna men även för att se till att städuppgifterna delades ut i slutet av lektionen.

Under andra lektionspasset började grupperna såga till rundstavarna och klossarna. Efter det så borrade, slipade och målade de för att sedan börja montera ihop det slutliga underlägget. Under det tredje lektionspasset monterade grupperna färdigt sina underlägg och färdigställde dokumentationen. De flesta grupperna hann precis bli klara i tid. I en av grupperna blev inte dokumentationen klar, men den lämdes in dagen efter, efter en liten inofficiell hemläxa.

Löpande bandet

Produktionsplanering

Fjärde lektionspasset användes till planering av det löpande bandet, där man, som bekant, skulle tillverka 16 stycken grytunderlägg, och nu skulle eleverna få olika arbetsuppgifter, eller som Emil valde att kalla det: fördela resurserna.

Emil hade bestämt att det skulle vara två nya teamledare för produktionen, samt att tillförordnade teamledare också utses. De två teamledarna hade varsitt ansvarsområde: tillverkning och montering. I monteringen ingick även målning.

Först fick teamledaren för tillverkning gå fram till tavlan, och med hjälp av sin tillförordnade teamledare fördela arbetsuppgifterna. Man utsåg två resurser som skulle markera sågstreck på brädor och rundstavar. Vidare utsågs tre resurser som skulle såga, en resurs som skulle markera borrhål, tre resurser som skulle borra, tre resurser som skulle sandpappra och en kontrollant som skulle ta stickprov på sågmarkeringarna och de sågade klossarna.

Efter det fick monterings-teamledaren gå fram till tavlan. Det man först bestämde var att man skulle montera hela underlägget innan man målade, eftersom träet svällde av färgen. Man bestämde även att man skulle doppmåla underläggen, eftersom det

gick snabbast. Efter det utsågs resurser som skulle montera underläggen. Man kom fram till att de som hade sågmarkerat, sågat och kontrollerat skulle vara klara med sina tillverkningsuppgifter först, och hamnade därför på monteringen. Vidare bestämde man att några av resurserna på sandpappningen och borrhningen skulle flyttas över till målning när de första underläggen var färdigmonterade.

Emil påpekade för klassen att den resursplanering de gjorde var givetvis det ideala fallet, och att teamledarna hade mandat att flytta resurserna mellan de olika arbetsuppgifterna. Eleverna accepterade detta och tyckte det var i sin ordning att teamledarna fick en cheffunktion i klassrummet.

Tillverkning

Den femte lektionen var det så dags för att starta det löpande bandet. Teamledaren för tillverkningen satte igång de som skulle markera sågstreck och på eget initiativ markerade en av dem sågstreck på på brädorna och den andra på rundstavarna så att båda typerna skulle tillverkas parallellt. Sågarna gjorde sig beredda och de som skulle borra ställde in bormaskinerna och satte i rätt borr.

Allteftersom arbetet flöt på tog kontrollanten stickprov på sågmarkeringarna och de sågade bitarna och fick vid några tillfällen kassera klossar som var för små, och påpeka för sågmarkerarna att de skulle vara noggrannare.

Alla i klassen arbetade på bra, och under första lektionspasset hann man såga till alla klossar och rundstavar och borra ungefär hälften av klossarna och sandpappra en knapp fjärdedel.

Under andra lektionspasset började man montera ihop underläggen för att sedan doppmåla dem. Eftersom det var sista lektionen för Emil fick han inte se alla färdiga underlägg, men fem hann bli helt färdiga. Det tredje lektionspasset användes till montering och målning av de sista 11 underläggen. Eftersom Emil var nyfiken på resultatet så gjorde han ett studiebesök i en av klasserna då.

Teknikämnet

I Skolverkets mål för teknikundervisningen⁴ i grundskolan kan man läsa att:

Skolan skall i sin undervisning i teknik sträva efter att eleven

- *utvecklar sina insikter i den tekniska kulturens kunskapstraditioner och utveckling och om hur tekniken påverkat och påverkar människan, samhället och naturen,*
- *utvecklar förtrogenhet med i hemmet och på arbetsplatser vanligt förekommande redskap och arbetsmetoder av skilda slag samt kännedom om den teknik som i övrigt omger oss,*
- *utvecklar förmågan att reflektera över, bedöma och värdera konsekvenserna av olika teknikval,*
- *utvecklar förmågan att omsätta sin tekniska kunskap i egna ställningstaganden och praktisk handling,*
- *utvecklar intresset för teknik och sin förmåga och sitt omdöme vad gäller att hantera tekniska frågor.*

⁴ www.skolverket.se

Den aktuella uppgiften tillgodoser många av dessa mål. Kopplingen till näringslivet och kundfokus var viktigt i uppgiften, liksom den kreativa processen med prototypframtagningen. Eleverna fick insikt i hur en produkt kommer till, från idé till färdigt resultat, och att det bakom ett grytunderlägg som man köper i affären finns många tankar och personer inblandade. När man designade sin prototyp och planerade för produktionen fick man göra avväganden för att hitta en bra praktiskt- och ekonomiskt gångbar kompromiss. Under själva produktionen fick man insikt i arbetsmetoder och överordnandes ställningstaganden.

Kapitel 5. Albert och tekniken kring oss

Inför en fortbildningsdag i teknik för lärare så funderade Albert mycket över vad han skulle behandla för moment. Fortbildningsdagen måste naturligtvis beröra aktuella aspekter på teknik och hur tekniken påverkade individ och samhälle, gärna ur ett *historiskt utvecklingsperspektiv*. Men det måste också behandla didaktik, dvs hur man i sin *undervisning* kan undevisa om och behandla olika aspekter av teknik.

Albert tyckte också att han måste, på något sätt, kunna visa hur tekniken fungerade på en *naturvetenskaplig grund*. Dessutom kände han att han måste kunna knyta de exempel som han lyfte fram till olika slag av skeedenden i såväl vårt vårt *närsamhälle* som i det *globala samhället*.

Albert kom till allt starkare insikt om att det skulle vara fruktbart att försöka belysa ett antal aspekter på teknik, utgående från tekniken omkring oss. Han ville emellertid försöka göra det med målsättningen att det skulle vara sådant som deltagarna skulle kunna känna och uppleva med hela kroppen.

Didaktiska och pedagogiska perspektiv

Albert funderade lite över de didaktiska och teoretiska aspekterna på de försök som han ville låta deltagarna utföra.

Learning by doing

För det första tänkte Albert på John Deweys något slitna, men ändå gångbara tes: *Learning by doing*

Visst det var naturligtvis viktigt att deltagarna bereddes tillfälle att göra och utföra experiment på egen hand. Men, som den engelske didaktikern Rosalind Driver, observerat så sade en elev till en annan vid begründandet av utfallet av ett experiment: *I do and I get more confused*.

Det gäller nog inte bara att låta eleverna göra en mängd experiment på egen hand. Det behövs någon kunnig lärare som hjälper eleven att komma underfund med det som sker på ett metaplan.

Fysikaliska lagar eller tekniska samband avslöjar sig inte själva. Man talar om att teorier är underbestämda av experiment. Det betyder att ett experiment kan förklaras på olika sätt, varav dock vissa är mer fruktbara än andra.

Man talar också om *distribuerad kognition*. Det är tankar som finns i artefakterna kring oss. Det är tankar som tidigare generationers konstruktörer har lagt in i artefakterna. Det behövs en lärare eller något annat slag av guide för att introducera en elev in i den redan konstruerade värld som omger henne.

Tekniska och naturvetenskapliga begrepp uttrycks med hjälp av en sk diskurs. I denna definieras begreppen med hjälp av varandra. Exempelvis definieras begreppet hastighet med begreppen sträcka och tid.

Ett annat problem som uppträder är att vetenskapliga begrepp ofta uttrycks med hjälp av vardagsspråk. De vetenskapliga begreppen har dock ett helt annat idéinnehåll än de vardagliga begreppen. Två exempel på detta är energi och kraft. Ifråga om kraft så är det en stor och avgörande skillnad mellan den fysiologiska kraften och den fysikaliska.

Sju intelligenser

En annan aspekt på lärande kom från Howard Gardner som talade om de sju, eller om det nu var åtta, olika intelligenserna. Dessa skulle vara: språklig - lingvistisk, logisk-matematisk, musikalisk, visuell-spstial, kroppslig – kunestetisk, självkänedom – intrapersonell och social – interpersonell. Alla deltagare lär sig inte enbart genom kognitiv verksamhet. Många elever får störst behållning genom att röra vid och manipulera olika saker och ting.

Så därför Albert ville försöka åstadkomma en situation för lärande som karakteriserades av att så många sinnen som möjligt aktiverades.

Fenomenografin

Inom den pedagogiska lära som går under namnet fenomenografi betonas vikten av att läraren strävar efter *variation* i undervisningen. En grundtanke är att våra elever kommer att verka under helt andra förhållanden än sådana som vi kan förutspå. De kommer i framtiden att behöva lösa problem som vi inte har någon aning om.

Men om de redan tidigt skolas in i att betrakta ett problem på ett flexibelt och variationrikt sätt så kommer de i framtiden att kunna applicera det sättet på de ny problem som de kommer att möta.

En annan aspekt som poängteras inom fenomenografin är att elever skall kunna urskilja *kritiska samband* eller faktorer. Vad är det egentligen som är väsentligt i en konstruktion? Vad är det som man bör fokusera på om man vill förbättra konstruktionen.?

Albert gick i tankarna igenom Carnots teori för verkningsgraden hos värmemaskiner. Den teorin, som är från år 1826, visar på hur de viktigaste faktorerna är förbättring av verkningsgraden är att man skall höja förbränningstemperaturen i cylindes samt samtidigt sänka temperaturen på avgaserna. Det är därför som dieselmotorn, i fråga om bränsleekonomi, är överlägsen den vanliga förbränningsmotorn.

Inför samhällsaspekten av nödvändighet att spara på fossila bränslen och av nödvändigheten av att minska koldioxidutsläppen så träder en motors verkningsgrad fram som en viktig faktor.

En annan viktig faktor är naturligtvis att bygga så små och lätta bilar som möjligt. Nackdelarna som framkommer då är naturligtvis säkerheten. Enligt naturvetenskapens lagar är en tyngre bil säkrare vid en krock än en liten bil. Det är kanske därför som vi har denna trend mot dessa stora och bensinslukande stadsjeepar? Om det bara är säkerhet som gäller så skulle en ökad säkerhet kunna uppnås redan genom att farten sänktes.

Förföreställningar och vardagstänkande

En annan aspekt som Albert ville fånga upp, var att nyttja deltagarnas förföreställningar om de artefakterna som ingick i de olika experimenten. Det var därför naturligt att försöka välja ut försök som deltagarna på något sätt var åtminstone lite bekanta med.

Kanske skulle utförandet av dagens experiment istället kunna göra så att deltagarna kunde betrakta det som de förut kände till på ett annat sätt?

Kanske skulle de på ett kvalitativt mer kvalificerat sätt kunna betrakta det som de utförde?

Exploration – explanation – computation

Albert hade vid en föreläsning i den gamla och anrika universitetsstaden Cambridge i England haft tillfälle att lyssna på den framstående didaktikern Richard Gregory.

Denne hade gjort ett starkt intryck med sin framställning av en modell för lärande som hade tre nivåer:

- **Hands on** eller *exploration*. Dvs Gregory framhöll att det var viktigt att utföra ett experiment med de egna händerna.
- **Hand waving** eller *explanation*. Därvid viftade Gregory i luften med sina händer och förklarade fenomenet på ett intuitivt sätt och utan hjälp av matematiska samband. Han varnade speciellt för att förklara något genom att hänvisa till en formel som någon auktoritet hade föreslagit.
- **Handle turning** eller *computation*. Först på den nivån kom matematiken in. Gregory betonade faran med att alltför tidigt introducera den matematiska behandlingen.

Det finns ett fackuttryck inom didaktiken: *Ontologisk omvändning*. Med det uttrycket vill man fästa uppmärksamheten vid faran av att betrakta den matematiska formeln som ersättning för eller lika med det studerade fenomenet.

Gregory framhåller i ett annat sammanhang: "If necessity is the mother of invention, play is the father of discovery, Science, indeed starts with the play of children."

Arvet från Vygotsky

Sen tänkte Albert på den just nu så populära sociokulturella aspekten på lärande. Den utgör ett arv från den ryske didaktikern och psykologen Lew Vygotsky. Enligt dennes lära så "medieras" kunskapen först socialt genom diskussioner i en aktiv grupp, för att sedan läras in kognitivt.

Den första fasen är interpersonell och social och äger rum mellan olika personer i en grupp medan den andra fasen är intrapersonell och sker på ett psykologiskt sätt inom en person.

Även om en lärare är en viktig person vid lärandeprocessen, så sker alltid den innersta delen av lärandet på ett individuellt sätt. Det går enligt det synsättet inte för elever att förklara sin brist på lärande på "dåliga lärare", även om det är lockande att skylla på lärarna då man inte fattar något eller ansträngt sig.

ZPD

Ett centralt begrepp hos Vygotsky var utvecklingszonen, *Zone of Proximal Development*. Enligt denna tankemodell så kan man föreställa sig att lärande sker inom tre zoner:

Den innersta innefattar det stoff om en studerande kan behärska och hantera själv. Att bara befinna sig i den kan emellertid vara uttråkande för en elev. En lärare bör således inte ge eleven för många rutinuppgifter. Samtidigt ger träning färdighet så det är inte lätt att riktigt veta hur man som lärare skall hantera en sådan situation. Den måste lösas från fall till fall.

Den yttersta zonen innefattar alltför svåra uppgifter för eleven. Det är ett område inom vilket hon inte behärskar ämnet. Det upplevs frustrerande för eleven att få uppgifter av det slaget.

Det gäller alltså för eleven att befinna sig i mellanrummet mellan dessa två zoner. Det är i det området som eleven, med hjälp av en lärare eller mer kunnig kamrat, kan lära sig mer.

Albert funderade mycket på hur det skulle kunna lösas, vad beträffar teknik. Han kom fram till att lösningen nog låg i att noga lyssna på vad eleven hade att säga om den förelagda uppgiften samt att med fingertoppskänsla anpassa förklaringarna till elevens tidigare kunnade.

Extended mind

Ett annat tänkvärt begrepp var tankarna som Vygotsky hade om det samarbete som kunde äga rum inom en grupp.

Vygotsky ansåg att samarbete mellan deltagare kunde höja gruppens kognitiva nivå. Denna höjning tog sig uttryck i form av något som han kallade för *utsträckt medvetande*.

Albert ville därför att deltagarna i fortbildningen skulle arbeta i grupper. Han var emellertid medveten om att det inte alltid gällde att insiktnivån i en grupp i alla fall höjdes genom samarbete. Man kunde mycket väl tänka sig att en talför person kunde dominera gruppen utan att för den skull kunna tillföra något av värde till den. En reflekterande person kanske inte säger så mycket men tänker desto djupare.

Här fick Albert en association till en tankemodell där variablerna: okunnighet-kunnighet sammankopplades med variablerna: omedvetenhet – medvetenhet.

Den lägsta nivån utgörs då av *omedveten okunnighet*. Då är eleven omedveten om sin egen okunnighet och kan, genom denna brist på insikt, anse sig kunnig. Det kan resultera i att eleven frimodigt framför personliga åsikter som kan vara dominerande, men insiktslösa.

En högre nivå kommer eleven till, då hon blir *medveten om sin egen okunnighet*. Det är en konstruktiv nivå som det kan vara tacksamt för en lärare att utgå från.

Om eleven däremot säger att hon inte förstår någonting alls, så tyder det istället på att eleven inte har gjort några ansatser till tänkande överhuvudtaget. Alla förstår något eller kan åtminstone med lite ansträngning försöka lokalisera vad det är som de inte förstår. Att säga att de inte förstår något tyder främst på intellektuell slapphet.

En ännu högre nivå uppkommer då eleven kommit upp till den nivå där de är *medvetet kunniga*. Det blir gärna ett slag av encyklopediskt kunnade som dock kan vara användbart i vissa lägen.

Den högsta nivån utgörs av att eleven är *omedvetet kunnig*. Då kan eleven gå in i en diskussion och problematisera stoffet utifrån en mängd olika aspekter. Mästaren karakteriseras just av att han inte vet varför han gör det rätta, men det blir ändå alltid rätt.

Tankestrukturer

Sen hamnade Albert i sina tankar hos den gamle epistemologen Jean Piaget som talade om tankestrukturer och om hur kunskapsfragment antingen assimilerades in i befintliga strukturer, eller via adaptation skapade nya sätt att betrakta ett kunskapsfragment.

Albert tyckte i det fallet att det var orättvist för många elever med en lärandeprocess som alltid gynnade dem som redan kunde mycket. Dessa elever hade många olika associationer och anknytningar att falla tillbaka på. Den som kunde lite hade inte alls samma möjligheter till lärande. Albert tyckte att i rättvisans namn så borde det egentligen vara tvärtom.

Men i naturen gäller inte lagen etikens lag utan evolutionens järnhårda lag som stadgar att den som är bäst anpassad till omgivningen krav har störst möjlighet att föra sina gener vidare.

Etik är något som angår oss människor.

För att utveckla samhällsanpassad teknik så måste man emellertid ta hänsyn till etik och moral. Man kan tala om *målrationalitet* och *värderationalitet*. Det är inte alltid förnuftigt att utföra allt det som tekniken ger möjligheter till. Här finner vi emellertid *det teknologiska imperativet*: ”Allt som kan konstrueras skall konstrueras!”

Poppers tre världar

Häriifrån gick Alberts reflektioner till vetenskapsfilosofen Carl Popper som har lanserat teorin om de tre världarna:

- *Poppers värld nr 1* var den yttre fysiska världen. Det är där som fysiker arbetar och det är där som teknikernas konstruktioner hamnar.
- *Poppers värld nr 2* var den inre mentala världen. Det är den värld som lärare strävar efter att utveckla hos sina elever. Lärarna försöker att lära eleverna att hantera olika slag av mentala verktyg för att de skall kunna strukturera upp en omfattande och svårövergripelig omvärld.
- *Poppers värld nr 3* som är den kunskapsvärld som är dokumenterad i böcker och databaser.

Det är en värld som blivit allt mer omfattande genom introduktionen av Internet som är en såväl saklig, objektiv som anarkistisk samling av information. En ny dimension uppkommer eftersom det, exempelvis, blir allt viktigare att kunna välja ut relevant information från Internet. Den gamla provfrågan blir allt mer aktuell: *Vem säger vad till vem och varför?*”

Lärarens arbete blir i allt högre grad att sortera och strukturera information än att som tidigare fungera som informationsgivare.

Menons paradox

I vår tid är det av värde, för överblickbarheten, att dela upp kunskap och information och att skilja dem åt. Det är fruktbart att föreställa sig att det inte finns någon kunskap i böcker eller på Internet. Det som finns där utgör bara information, som i sin tur innebär ett erbjudande om kunskap.

Kunskap behöver enligt denna definition en mänsklig bärare. Information förfinas till kunskap genom bearbetning av ett aktivt medvetande. Kunskap utgör redskap.

Här kan man emellertid stöta på något som kallas för *den hermeneutiska paradoxen*: ”Man kan inte lära sig något om man inte kan det innan.”

Det är en tankegång som går tillbaka till den antike filosofen Platon. Denne har i en av sina skrifter relaterat ett samtal mellan filosofen Sokrates och slavpojken Menon. Kontentan av detta samtal har fått namnet Menons paradox.

Den framhåller att man inte på något sätt kan nå fram till sanningen. Dvs lära sig något nytt. Sokrates argumenterar för denna ståndpunkt genom att framhålla att om man redan besitter sanningen så kan man ju inte nå den. Om man däremot inte besitter sanningen så känner man inte heller igen den då man stöter på den.

Genom vetenskapshistorien har denna paradox besannats gång på gång. Exempelvis då Svante Arrhenius år 1884 framlade sin teori om att kemiska ämnen uppträdde som joner i lösningar, så var det få som trodde på det. Nobelpriset som Arrhenius fick senare bekräftade dock det tankemässiga genombrottet.

Då Albert Einstein framlade sin speciella relativitetsteori, som grund för erhållande av doktorexamen så godkändes den inte – han var tvungen till att göra en enklare och mer traditionsbunden undersökning istället.

När de första rönen om lasern skulle publiceras så refuserades manuset. Troligen kan listan göras lång.

Experimentstationerna

Fysisk träning och ergonomi

En av de stationer som Albert tänkte sig att ställa upp skulle behandla fysisk träning. Till det momentet hade Albert plockat med sig följande apparater:

- En märklig träningssak – det var en ring, i form en torus som en kula kunde rulla i. Genom att röra ringen så fick man kulan att snurra runt i ringen. Man kunde träna olika muskler på det sättet. På ringen fanns också mätare så att man kvantitativt kunde avgöra bl a energiåtgången vid träningspasset.
- En *gyrosnurra* av det slaget som astronauter använder då de tränar sina muskler uppe i rymden. Det går ju inte att ta med sig vikter att träna med dem i tyngdlösheten. Men eftersom människokroppen är avsedd att fungera under förhållanden som förutsätter förekomsten av tyngdkraften, så måste muskler användas för att de inte skall börja tillbakabildas. Vi har sett hur ryska kosmonauter som återvänder till jorden efter att ha varit ute i rymden under en längre tid inte kan stå på sina ben.

En fråga som aktualiseras är då möjligheten för människan att göra längre rymdfärder. Är det samhällsutvecklande att hålla på med den kostsamma rymdtekniken? Vilka får fördelar och vilka får nackdelar av rymdforskningen?

- En motionscykel med vars hjälp Albert visar hur deltagarna kan mäta upp den effekt som de har. Det kan vara intressant att jämföra med den gamla enheten hästkraft eller också med effektbehovet i hemmet. Kan man driva en TV eller belysningen i hemmet genom att trampa på motionscyklar som är kopplade till generatorer för elektricitet?

Albert visade hur enheten effekt kunde härledas från de storheter som kvantifierades med hjälp av motionscykeln. Arbete eller energi, kan ur ett fysikaliskt perspektiv betraktas som en produkt av en kraft och en sträcka. Effekt utgör arbete per tidsenhet. Man låter således en person cykla en viss tid, lämpligen fem minuter, och noterar belastningen som motionscykeln är inställd på samt sträckan som personen

tillryggalägger. Dividera sen produkten av belastning, i enheten Newton, och sträckan i meter med tiden i sekunder.

Man blir förvånad över hur liten effekt en person kan utveckla under en längre tid.

Troligen kan man inte lösa några samhällsekonomiska problem genom att låta människor trampa fram elektrisk energi via motionscyklar.

Men det finns en annan sida av saken: Om en person tar fram sin cykel och cyklar till jobbet så kommer saken i ett annat läge. Det är inte ogörligt att utan styörre ansträngning cykla upp till tio kilometer. Det kan göras på ca en halv timme. Om personen gör samma cykeltur hem så har personen under en timme tillryggalagt 20 kilometer. En bil kostar ca 50 kronor per mil att köra, om alla utgifter tas med. Det innebär att personen har tjänat 100 kronor skattefritt. Med en skatt på 50 % så innebär det att personen tjänar ca 200 kronor i timmen på att cykla. Att personen på samma gång får motion och frisk luft får ses som en bonus.

- Vid en station finns det bara en låda. Ryggproblem är en folksjukdom numera tillsammans med SMS-tummen. Det är viktigt att lyfta rätt, dvs att lyfta med rak rygg. Det är en teknik som elever bör tränas i. Med tanke på att sjukvården skär ner sina resurser så är det allt mer viktigt att vi håller oss friska.

Under det passet bör man också framhålla för eleverna att den vanligaste dödsorsaken i vårt samhälle utgörs av hjärt- och kärlsjukdomar. Riskfaktorerna därvid är: rökning, stress, stillasittaande arbete och olämplig kost.

Kan man i teknikämnet på något sätt beröra dessa faktorer och betona vikten av livsstilsfrågor?

Att cykla

Albert hade också med sig en liten hopfällbar cykel. Deltagarna fick plocka ihop den och fundera över vilka fysikaliska begrepp och tekniska samband som cykeln kunde belysa.

Hur skulle en cykel kunna integreras in i ett annat transportsystem? Man cyklar kanske inte särskilt långt, men hur skulle det vara om man kunde ta med sig en liten cykel i en bag på tåget?

Att sitta

Albert hade med sig två utfällbara stolar av olika slag. I det ena fallet kunde man fälla ut stolen till en något så när bekväm fätölj. I det andra fallet blev det en trebent jägarstol.

Albert bad deltagarna att analysera hur konstruktörerna hade designat stolarna för att de skulle bli så lätta och starka till sin konstruktion som möjligt.

Friktion

Ett av de viktigaste fenomenen kring oss är friktionen. Det är den som gör att vi inte halkar omkring utan kan stå och gå. Men samtidigt måste vi hela tiden övervinna olika slag av friktion när vi rör oss.

Albert hade med sig en gammal hushållsvåg. Med hjälp av den visade han hur det var möjligt att mäta upp friktionen i olika fall. Albert ställde först en försöksperson på en våg och noterade dennes vikt. Sedan ställde sig försökspersonen på en platta som mellan sig och marken hade rullar. Albert placerade vågen mellan sig och personen och sköt på vågens ena sida medan den andra var i kontakt med personen. Albert noterade utslaget.

Med enkel matematik kunde Albert sen visa att om man dividerade det utslag som vågen visade i det senare fallet med personens vikt så fick man fram friktionskoefficienten. Då man inte har någon friktion alls så är friktionskoefficienten lika med noll och då man har maximal friktion så är den lika med ett.

Inom tekniken gäller det således att försöka minska friktionen så mycket som möjligt.

Det stora svenska företaget SKF är uppbyggt kring detta koncept.

Att snurra

Albert hade också tagit fram en platta som kunde snurra. Till plattan hörde ett cykelhjul som en deltagare kunde hålla, genom att hjulaxeln var förlängd till handtag på ömse sidor om hjulet.

Då en deltagare ställde sig på ”snurrplattan” och en annan satte fart på cykelhjulet så kunde deltagaren på plattan känna av en kraft då han lutade på hjulet. Det är en konstruktion som återfinns i bl gyrokompasser. Det är sådana kompasser som man måste använda i farkoster som är helt av metall, exempelvis u-båtar, eftersom vanliga kompasser inte fungerar i en sådan miljö.

I detta sammanhang kan man också diskutera funktionen hos en GPS mottagare som till viss del kan ersätta kompassen. GPS mottagare arbetar med hjälp av ett pärlband av satelliter i rymden ovanför oss.

Vem eller vilka är det som bestämmer över dessa satelliter?

Vad händer om satelliternas ägare förvägrar oss tillgång till dem?

Konserveringlagar

Albert tog fram två vikter på fem kilo vardera. En deltagare ställde sig på plattan, sträckte ut händerna med vikterna. Albert satte lite rotation på personen. Då denne drog in händerna så ökade rotationsfarten betydligt.

Med det försöket ville Albert åskådliggöra hur det i naturen finns vissa sk konserveringlagar.

I det här fallet rör det sig om bevarandet av rörelsemängdens moment, mvr. Där är m = massan hos vikten, v = periferihastigheten hos vikten och r = radien från rotationscentrum ut till vikten. Om nu radien minskar till hälften medan massan är konstant så måste, för rörelsemängdens bevarande, hastigheten fördubblas.

Inom tekniken nyttjar man alltid de möjligheter som de fysikaliska lagarna erbjuder. Fysikens lagar är inte förhandlingsbara.

Albert ville med ett par fysikaliska experiment visa på hur fysikens lagar genomsyrar tekniken omkring oss i vår trafikmiljö.

Att kollidera

Albert plockade fram en platt låda som såg ut som om den i ett tidigare liv hade fungerat som byrålåda. Han placerade den på ett bord så att ena ändan på lådan var

högre upp än den andra. Sen plockade han fram en bil som var byggd av Lego. På bilen satt en liten Legofigur. När Albert lät Legobilen rulla nedför det lutande plant och med en dov duns kollider med lådans nedre sida så kastades legifiguren framåt och av bilen.

Albert upprepade försöket, men fällde ut en liten fjädrande stötfångare framtill. När han upprepade försöket så kolliderade legobilen med en tyst och fjädrande stöt med lådans nedre sida. Legofiguren satt kvar på bilen.

Albert skissade en lag som han benämnde för impulslagen på tavlan. Den lagen visade hur krafterna, som verkar vid den stöt som uppstår vid en kollision, kan fås att minska genom att tiden för stöten förlängs.

Det kan ske genom att exempelvis säkerhetsbältet i bilen görs töjbart, eller genom att bilen har kollisionzoner som skrynklas ihop vid en kollision.

Återigen visade Albert på hur fysikens lagar, som beskriver skeenden i naturen, kan nyttjas för att i tekniska tillämpningar åstadkomma den åsyftade verkan. Det är i det här fallet att uppfylla önskemålet om att minimera de skador som kan uppstå vid en kollision.

Energiprincipen

Sedan tog Albert fram en katapultliknande anordning. Han visade hur man kunde skjuta iväg ett antal puckar av järn med den. Då han sköt iväg dessa så bildade de formen av en andragskurva. Kurvans form tydde på ett kvadratisk samband mellan fart och bromssträcka.

Vad hade det försöket för något att göra med trafiken?

Albert visade att då katapultens ena skänkel rörde sig, så var dess vilkelhastighet konstant. Järnpuckarna var placerade med på olika radiella avstånd från katapultarmens vridningscentrum. Det innebar att puckarna längs ut fick högst fart då de kastades ut. De snabbaste puckarna gled också längst på bordet.

Det var därigenom som det visade sig att bromssträckan för puckarna var proportionell mot farten i kvadrat.

Nu är emellertid bromssträckan också ett mått på energi. Rörelsen energi hos pucken som kastades iväg övergår till värme vid inbromsningen. Denna värme är proportionell mot bromssträckans längd.

Vad har nu detta resonemang för betydelse i trafiken?

Jo, här kan vi experimentellt göra det troligt att det råder ett kvadratisk samband mellan fart och energi. Det betyder att om vi fördubblar farten så får vi en fyrdubbling av den energi som måste bort vid en kollision. Det är alltså inte dubbelt så farligt att åka i 100 km/tim som vid 50 km/tim utan fyra gånger så farligt om en kollision skulle inträffa.

Albert visade också med ett enkelt räkneexempel, där han satte lägesenergin lika med rörelsen energi, att om man kör med farten 100 km/tim så motsvarar det att fritt fall från ca 30 meters höjd.

Om man har ett föremål i bilen som inte är fastspänt och man kolliderar i den farten så kan det innebära att man blir träffad av föremålet som om det har släppts från 30 meters höjd.

Flygning

Flyg intresserar många elever. Albert hade plockat fram ett par modellflygplan av olika konstruktion. Han demonstrerade med hjälp av ett papper som han blåste på varför ett flygplan kunde flyga.

Pappret var välvt på översidan. Då han blåste så böjde sig pappret uppåt. Luften över en välvd yta har en längre sträcka att gå än luften under ytan. Luften "tänjs" liksom ut och det skapas ett undertryck som ger upphov till lyftkraften.

Albert visade också på vilka roder det var som gjorde att ett flygplan kunde manövreras när det flög upp i luften. Dessa roder var för rörelse i:

- Girplanet: sidorodret i fenan
- Loopingplanet: höjdrodret i stabilisatorn
- Rollplanet: skevroden i vingarna.

Bröderna Wright var de första sv flygpionjärerna som kunde kontrollera ett flygplan fullständigt. Hemligheten var att de införde skevrodret.

Här hade Albert också en vattenraket i form av en rymdskyttel. Han gjorde ett experiment varvid han pumpade in luft i modellen av rymdskyttel och släppte ut luften hastigt. Med en liten puff flög skytten upp en liten bit i luften.

Sen gjorde Albert om försöket, men tog nu in lite vatten i modellen av rymdskytteln. Han pumpade in samma mängd luft som tidigare. När han frigjorde modellen så flög den med ett fräsande upp i taket. Hemligheten var tydligen att fylla på vatten som luftrycket sedan kastade ut.

Albert förklarade fenomenet med att det fanns ytterligare en konserveringslag i naturen. Den sade att rörelsemängden, mv bevaras. m är lika med massan och v är lika med farten.

I början har raketens rörelsemängden lika med noll. Rörelsemängden är också en vektoriell storhet. Det betyder att det har betydelse vilken riktning som den har. Om man kastar ut materia med en viss hastighet ur raketerna, så kommer raketerna att fara åt motsatt håll.

Enligt naturlagarna kommer raketens rörelsemängd att vara lika med, men motriktad raketstrålens. Det innebär naturligtvis att ju större massa det är som kastas ut, desto större rörelsemängd kommer man att få åt det andra hållet. Det gäller nu att maximera produkten av utkastad massa och dess hastighet.

Det är egentligen kärnpunkten för framdrivning av flygande farkoster. Man kan således kasta ut en liten massa med stor fart eller en stor massa med låg fart.

Nu är det emellertid så, att det som man betalar för är farten på den utkastade massan. Enligt sambandet för rörelseenergi och fart så är rörelseenergin proportionell mot farten i kvadrat. Det innebär att om farten är hög så går det åt mycket energi för att tillskapa denna fart. Det är den energin som vi betalar för.

Man kan se tydliga spår av detta i konstruktionerna av jetmotorer. De motorer som konstruerades före energikrisen i början av 70-talet hade små luftintag och kastade ut små mängder av förbränningsgaserna med hög fart.

De motorer som konstruerades efter energikrisen hade istället stora luftintag och kastade ut större mängder förbränningsgaser, men med lägre fart. På så sätt kunde man, genom optimering av tekniska konstruktioner förbättra ekonomin för flyget.

Albert tog sedan upp diskussionen om varför jetmotorer måste användas för att uppnå höga farter och berörde även de problem som uppstod vid passage av ljudvallen.

Kapitel 6. Albert på seminarium

För några dagar sedan hade Albert varit på ett seminarium på didaktikinstitutionen på universitetet. Titeln på seminariet hade varit lockande eftersom det rörde sig om språkvetares syn på fysiken.

In i seminarierummet trädde två damer, en var medelålders och en var lite äldre. De presenterade sig och den ena av damerna sade sig vara forskare på institutionen för svenska och den andra hade varit lärare under många år i naturvetenskapliga ämnen, dock inte fysik. Båda framhöll att de inte kunde någon fysik, men att de med stort intresse under en vecka hade studerat gymnasiets läroböcker i fysik. Deras syfte var att med lika, av fysikkunnande förstörda och påverkade ögon, som elever försöka förstå vad som stod i böckerna.

Postmodernism

Albert spetsade öronen – det lät ju intressant. Hans tankar vandrade fritt och kom att dra en parallell till den franske postmoderna filosofen Bruno Latour. Denna hade på 90-talet skrivit en kultbok, *Laboratory Life* om hur arbetet i Salklaboratoriet i Kalifornien gick till. Latour saknade naturvetenskaplig kunskap, biomedicinskt insikt, visste inget om naturvetenskapens arbetsmetoder och kunde inget ord engelska. Dessa tillkortakommanden betraktade han som en tillgång eftersom han då kunde göra helt förutsättningslösa observationer. Boken blev en succé bland postmoderna sociologer, men sågades jäms med fotknölnarna av fysiker och idéhistoriker med naturvetenskaplig bakgrund. Det skulle således bli mycket intressant att se hur de båda damerna skulle klara skivan.

Energi

Damerna började käckt med att påvisa hur energibegreppet och begreppen arbete och kraft behandlades olika i olika fysikböcker. Är arbete lagrad energi frågade en bok – eller är det tvärtom – eller är det något helt annat? När man läste texterna och försökte att tolka dem så fann man snabbt många motstridigheter och inkonsistenser.

Albert tänkte för sig själv. Varför välja ut just de allra svåra begreppen att behandla? Alla fysiker vet hur svårt det är att förklara vad energi, arbete och kraft är. Egentligen går det tillbaka på faktum att det är abstrakta storheter. Man kan inte plocka fram en kraft, ett arbete eller en energi ur ett skåp och visa för elever. De finns läroböcker där författarna helt undviker att använda såväl energi som kraft.

Medveten – omedveten & kunnig - okunnig

Albert tänkte tillbaka på ett annat seminarium där en kvinnlig professor från musikhögskolan hade presenterat en tankeväckande modell för lärande. Det var en trappa: På först steget var man omedvetet okunnig, sedan på nästa nivå var man medvetet okunnig, ett steg högre upp hade man blivit medvetet kunnig – det var den vanskligaste nivån. På den högsta nivån var man omedvetet kunnig. Albert grunnade lite på skillnaden mellan den tredje och den fjärde nivån. Den tredje kunde nog karakteriseras med att man kunde reproducera kunskap till skillnad från den fjärde nivån där man fritt kunde kombinera olika kunskapsbitar till en helt ny helhet. Albert undrade var de två damerna befann sig på den trappan.

Fysikens väsen

Seminariet gick vidare och damerna försökte att på olika sätt tolka texterna i böckerna. Albert kunde inte hjälpa att hans tankar gick till frågor om fysikens väsen.

Hade damerna verkligen förstått vad fysik innebar? Eller var det han själv som inte hade förstått det.

Pendeln – fönstret in i vetenskapen

Albert hade studerat vetenskapshistoria och från många håll fått sig föreskrivet hur väsentlig den italienske naturvetaren Galileo Galileis insatser var under medeltiden. Vad hade var det då som gjorde att Galilei kunde betraktas som en övergångsperson mellan den gamla naturfilosofin och den nya naturvetenskapen? Jo, erinrade sig Albert, det var pendeln. Galilei hade betraktat pendeln som ett fönster in i naturens skeenden.

Galilei hade en gång, enligt legenden, i sin ungdom bevistat en katolsk mässa i katedralen i Pisa. Hans tankar hade irrande lämnat prästens mässande på latin och hans uppmärksamhet hade fångats av en kandelaber i kyrkorummets tak, som en vindil från dörren hade satt i rörelse. Denna observation förföljde honom sedan, på ett undermedvetet plan under de påföljande dagarna. Slutligen tillverkade han en enkel pendel och genom experimenterande med den fann han att det rådde ett matematiskt samband mellan pendelnörets längd och svängningstiden för pendeln.

Detta var inte oproblematiskt. Kollegor till Galilei påvisade, att om man tillverkade pendlar av olika material som exempelvis kork eller bly så fick man inte alls dessa resultat.

Men Galilei vidhöll sin hypotes och framhöll att hans pendel inte svängde i den vanliga världen, utan i en idealiserad värld, där exempelvis luftmotstånd och friktion inte existerade.

Idealisering

Albert hade tidigt förstått att just idealisering var nyckeln till förståelsen av fysiken inneboende natur.

Albert tänkte också på hur Galilei, som var fostrad i den aristoteliska vetenskapens syn på naturen, tog till sin livsuppgift att påvisa de felslut som Aristoteles hade dragit från sina många observationer. Aristoteles beskrev skeenden i vardagsvärlden. Galilei strävade efter att förstå och beskriva samma fenomen, men i en idealiserad värld där matematik kunde användas som språk. "Naturens bok är skriven på matematikens språk." hade Galilei med emfas hävdad.

Kraft

Albert drog sig till minnes ett annat seminarium, där en engelsk forskare vid namn Maurice Eison hade presenterat en skrift med namnet "Aristotelian in heart but Newtonian in mind".

Kontentan var att vi såväl lever som tänker i vardagsvärldens tankemönster. Dessa är rent aristoteliska. Det fordras exempelvis i vardagsvärlden en kraft för att åstadkomma rörelse. Enligt Newton fordras det istället en kraft för att stoppa rörelsen. Man kan således betrakta samma fenomen, men komma med helt olika förklaringar. Albert kom också ihåg att teorier alltid är underbestämda av experiment. Man kan alltså välja olika teorier för att förklara samma sak. Frågan är då hur man skall välja ut en viss teori. Albert kom ihåg att en viss medeltida munk, William av Occham hade skapat begreppet "Occhams rakkniv". Med den skar man bort alla onödiga antaganden och valde den teori som var enklast och som saknade inre motsättningar. Sedan kom Kuhn på 1960-talet...

Kompassen

En annan viktig episod inträffade då Albert Einstein i fyraårsåldern låg sjuk och hans far gav honom en kompass att roa sig med. Den unge Einstein upptäckte hur kompassens nål hela tiden bibehöll sin riktning. Han insåg att det bakom det för sinnet fattbara fanns en annan och för honom okänd värld.

Denna minnesvärda episod beskrev Einstein i sin "nekrolog" vid 70 års ålder. Han ägnade sedan hela sitt liv åt att försöka förstå denna osynliga värld. På så sätt omskapade han vår världsuppfattning i grunden.

Uranium

Diktaren och poeten Harry Martinson talar också i andra versen av sin dikt Uranium om en spegelvärld av formler.

Bo Dahlin, som är lärare vid Karlstads Universitet har i boken "Den tunga vetenskapen" beskrivit hur studenter uppfattar skillnaden mellan Goethes färglära och Newtons optik. Goethe betraktar ytan, medan Newton går bakom ytan.

Experiment

Albert vaknade till ur sina funderingar, räckte upp handen, fick ordet och kunde inte låta bli att föreslå att damerna skulle göra ett litet experiment istället för att bedriva sina, som Albert ansåg, relativt fruktlösa hermeneutiska studier av texternas innehåll. "Känn efter om bordsskiva, som är av trä, eller bordsbenet, som är av järn, är kallast!"

Damerna ryggade till. Inte skall man väl behöva göra experiment! Albert kunde inte låta bli, att i lite insinuant ton, framhålla att fysiken bygger på experiment. Det är en experimentell vetenskap. Det gäller att genom experiment ställa frågor till naturen. Det var där som Galileis storhet låg. Det var där som skiljelinjen till den äldre och ofruktbara aristotelianismen drogs. Fysiken inneboende väsen kan bara nås via experiment. Albert drog sig till minnes ett uttryck på franska som skulle åskådliggöra karakteristiska drag i naturvetenskapen. Fysiken framhölls iscensätta: *Imagination de la creation*. Föreställningar om skapelsen. Det rör sig alltså, för det första om våra föreställningar. Och för det andra, om skapelsen...

Fysik - fysiologi

Alberts tankegångar avbryts av att damerna som, för att belysa hur svårt begreppet arbete är, talar om det arbete som utförs då man håller en väska med rakt utsträckt arm. Fysikaliskt uträttas inget arbete. Fysiologiskt är det dock tröttande. Det är ett klassiskt exempel som Albert undervisat om för decennier sedan.

Albert kan inte låta bli att på nytt ta ordet och berätta: Jag skall krångla till det ännu mer. Igår såg jag ett program på Discovery Channel. Det var ett stridsflygplan, Lockheed F35, som kunde stå alldeles stilla i luften. Jetströmmen från motorn vinklade neråt. Enligt fysikens lagar uträttas inget arbete, men nog måste det gå åt en massa energi för att få ett flygplan som väger ca 15 ton att stå stilla i luften! Albert frågande sig i sitt stilla sinne om det var lämpligt att föra in ett sådant exempel då man kunde tala om sin väska. Men kanske det kan tilltala fantasin väl så mycket om man tar sådana, lite mer fjärran exempel än bara vardagliga sådana. Visst kan det vara roligt att i naturkunskap prata om huskatten, men frågan är om inte barnen kan vara mer roade av dinosaurier?

Diskussionen kom igång kring svårigheterna att beskriva fysikaliska fenomen med hjälp av vardagsspråket. Det framhölls att orden i ett språk har konnotationer,

bibetydelser. Det gör att människor i vardagsvärlden kan förbinda en fysikalisk förklaring med helt andra grunder än vad som en lärare, eller författare önskar.

Albert citerade åter Bruno Latour som hade sagt: "The reader is the writer of the book". Det innebär att den som läser boken egentligen också ger boken det innehåll som läsaren uppfattar.

Hermeneutisk paradox

Det innebär således att fysikböcker är svåra att läsa om man inte har rätt förförståelse. Alberts tankar gick till det som kallas för den hermeneutiska paradoxen. Den innebär att man inte kan förstå något som man inte redan har förstått. Man kan på samma sätt gå tillbaka ända till filosofen Platon. Denna framhöll i en dialog som Sokrates hade med slavpojken Menon att man inte kan lära sig något nytt, dvs finna en ny sanning. Platon bevisade det genom att framhålla att om man redan hade funnit sanningen, så behöver man inte återfinna den. Om man däremot inte känner till sanningen, så kommer man inte att kunna känna igen den då man ser den. Man kan alltså inte lära sig något nytt...

Tre världar

Diskussionen fortsatte och man kom in på att olika fysikaliska lagar gällde i olika regioner av vår värld. Albert framhöll att det kunde vara fruktbart att föreställa sig att vår omvärld är uppdelad i tre olika regioner. Vi har vår vardagsvärld, där Newtons lagar gäller – men där vi är benägna att leva i enlighet med aristoteliska tankemönster. Denna vardagsvärld flankeras på ena sidan av makrokosmos, universum där relativitetsteorin gäller. Gränsen sätts av ljusets fart, 300 000 km/sekund. Åt det andra hållet, mikrokosmos, flankeras vår värld av kvantfysikens lagar. Gränsen sätts av Plancks konstant som är ytterst liten.

Kvanthopp

Den engelska didaktikern Joan Solomon har föreslagit att det fruktbara i det här sammanhanget är att lära sig att göra mentala kvanthopp mellan de olika världarna. Man kan lika lite klara sig i vår vardagsvärld med hjälp av relativitetsteori eller kvantfysik som att klara sig i mikro- eller makrokosmos med hjälp av Newtons lagar.

Det diskuterades vidare om fysikens värld kunde betraktas som en fortsättning av vardagsvärlden. Dvs att fysikaliska fenomen egentligen var en fortsättning av det som vi betraktar omkring oss.

Ett alternativt sätt att se på fysiken är att den är helt i opposition mot vardagsvärldens fenomen. Det är en åsikt som bl a hävdas av den engelske fysikern Lewis Wolpert i sin bok: "The unnatural nature of science." Det som talar för den senare hypotesen är att fysik som vetenskap utvecklades relativt sent, på 1700-talet. Det som nyttjades tidigare var teknik. Tekniken byggde på ett annat sätt på hantverk och observationer. Fysiken ville tränga bakom fenomenen.

Ja, Albert hade varit mycket nöjd med det han hade varit med om under seminariet. Frågorna som behandlades belyste fysikens väsen och hur vi människor uppfattar den samt kopplar den till tekniken omkring oss.

Kapitel 7. Albert på teknikkonferens

Albert hade varit på konferens i teknik och fortbildat sig. Teknik är ju ett ämne som attraherar allt mer intresse. Vi omges alla av teknik från vaggan till graven. Albert undrade lite försynt om det inte egentligen förhöll sig så att teknik var viktigare än naturvetenskap? Med en bakgrund i fysik insåg han att det var snudd på hädelse att tänka så – men ändå. Det är ju teknik som vi använder dagligen till allt möjligt. Naturligtvis vilar tekniken på en grund i kunnande om fenomen i naturen. Men det är den pragmatiska sidan av naturvetenskapen, så som den tar sig uttryck i tekniken som vi som medborgare nyttjar. Speciellt var Albert intresserad av att se hur designmomentet behandlades på olika skolor. Det har ju blivit högsta mode att plocka in design i teknikkurserna. Men vad är egentligen design?

På den nationella teknik konferensen hade det varit med ca 700 deltagare från hela Sverige. Det var trångt, men spännande med alla de kreativa utställningarna och inspirerande föredragen. Efteråt tog sig Albert tid till att begrunda och reflektera över det som han hade upplevt. Reflektion innebär ju att det nya får möta och växelverka med befintliga kunskaper och erfarenheter. Kanske kan något helt nytt uppstå då? Albert hade, vis av erfarenheten, förberett sig genom att läsa olika framställningar om design. Han fick en association till Louis Pasteur som hade sagt: *Slumpen gynnar det förberedda sinnet.*

Erfarande

Erfarenhet har i sig ordstammen *att fara*. Lärande kan också betraktas som en resa. Den lärande far ut och återvänder berest och mer lärd än då han reste ut. Den mest kände resenären är nog den antike, mytomspunne och legendariske sagohjälten Odysseus. Denne fick under sin hemfärd från Troja, efter det trojanska kriget, utstod många prövningar och fick många erfarenheter innan han kom tillbaka hem till sin troget väntande hustru Penelope.

Spegelvärld

Albert funderade vidare över lärande. Ett sätt att karakterisera lärande var ju att man efter att ha gått igenom en läroprocess kan betrakta världen med nya ögon. Omvärlden framstår efter lärande på ett kvalitativt mer kvalificerat sätt. Albert mindes någon som sagt att man inte ser med sina ögon, utan med sitt sinne. Istället för att bara betrakta ytan av föremålen, så kan man förhoppningsfullt skåda de djupa och sammanhang som tidigare varit fördolda.

Albert erinrade sig en undersökning som en didaktiker, Bo Dahlin, hade genomfört. Dahlin hade jämfört Goethes färglära, som utgick från det som man med sina ögon kunde se, med Newtons färglära. I motsats till Goethe så såg Newton *igenom spegeln* eller det som fanns bakom spegeln och skönjde då ljuskvanta och matematiska formler som karakteriserade ljusets egenskaper. Med hjälp av den engelske fysikern Thomas Young, så dök det också upp våglängder för ljuset så småningom. Ja, det var mycket som höll till där bakom spegeln.

Nobelpristagaren Harry Martinson hade varit inne på liknande tankar i sin dikt Uranium från 1946 där han i andra strofen beskriver hur kunskap om Heisenbergs osäkerhetsrelation leder till en värld av formler och samband.

Vad skulle Albert komma att kunna skåda bakom teknikspegeln? Eller var det bara en yta som reflekterade sin egen bild om och om igen? Var tekniken helt utan djupdimensioner i form av exempelvis ideologiska antaganden eller andra utomvetenskapliga samband?

Penelope

Vad gjorde då Penelope under de tio år som det Trojanska kriget varade och de ytterligare tio år som Odysseus hemfärd tog? Jo, hon var uppvaktad av ett antal friare. Hon lovade att gifta sig med en av dem så snart som hon blev färdig med den väv som hon höll på att väva. Med kvinnlig list repade hon dock på natten upp det som hon hade vävt under dagen.

Kanske borde vi ibland göra som Penelope – riva upp det som vi har lärt oss och sätta ihop det på ett annat sätt istället? Det var ungefär så som Albert tänkte då han for till konferensen. Kanske är det så att förgivettaganden och vanehandlande är det största hindret för lärande och tankeutveckling?

Design

Albert hade valt att främst delta i de seminarier som hade något att göra med design. Det var, för Albert, något nytt att koppla ihop teknik med design. Vad är nu design? Är det bara ett nytt modeord? Vad är det egentligen som döljer sig bakom begreppet design?

”Design på teknikprogrammet – varför det?”

Som första seminarium valde Albert att gå på ett föredrag som hade den något kryptiska titeln: *Design på teknikprogrammet – varför det?* Kanske skulle det kunna ge Albert någon ledtråd till vad design var? Kanske det rent av skulle kunna vara något matnyttigt?

In i det fulla seminarierummet trädde två ungdomliga herrar som utstrålade dådkraft. De presenterade sig som Per och Pål. De var lärare på ett tekniskt gymnasium i Göteborg. Per hade en bakgrund som civil ingenjör och Pål hade en bakgrund som bildlärare.

Trots de ämnesmässiga kulturskillnaderna så verkade de kunna dra jämt. De hade på eget initiativ fört in design på teknikprogrammet på gymnasieskolan. De förklarade att bakgrunden bl a var att de ville försöka locka fler flickor till det programmet, genom att föra in ett lite *mjukare* anslag i teknikundervisningen. Man blir ju inte oljig om händerna då man designar, inte heller riskerar man att få några elektriska stötar och inte heller innebär det några tunga lyft. Design medför inte heller några tråkiga matematiska beräkningar.

Den heliga nyfikenheten

Däremot kunde design kanske leda till att eleverna kunde finna utlopp för sin inneboende kreativa och skapande förmåga. Att alla människor är kreativa var en av Alberts käpphästar. Det gällde bara att som lärare försöka locka fram den ådran. Hans mer kända namne, Albert Einstein, skrev en del om *den heliga nyfikenheten* hos barn. En nyfikenhet som tyvärr det moderna samhället tenderar att förinta. Albert erinrade sig också en vers av Stig Dagerman:

Små barn är poeter – med tiden blir de dock avvänjda.

Nåväl – vad hade då Per och Pål att komma med?

De båda lärarna började, att med statistik över antagningar, visa på att införandet av design på schemat tydligen hade varit en fruktbar väg att gå fram på. Antalet flickor på teknikprogrammet hade nämligen ökat på ett markant sätt. Albert spetsade öronen, det lät intressant!

Designo och formgivning

Men vad var nu design? Albert fick sig till livs att design kommer från det latinska ordet *designo* som har betydelsen avbilda, framställa, beteckna, ange eller bestämma. Design kan vara lika med tecken eller identitet för någonting.

Internationellt är termen vanligen använd i betydelsen *formgivning*. Med det menas gestaltning av hantverksmässigt eller industriellt framtagna produkter eller miljöer. Det framhölls att i vardagligt språkbruk syftar ordet vanligen på en produkts form eller utseende. Albert förstod, eller snarare anade, att skillnaden mellan formgivning och design inte var helt klar.

Föredragshållaren, Per, berättade att den svenske designnestorn Rune Monö definierade begreppen industriell design och formgivning som att:

Formgivning innebär gestaltning av ett föremål, där utseendet prioriteras.

Industriell design, innebär istället en gestaltning av serietillverkade nyttoprodukter för att anpassa dem till människan, hennes förutsättningar och miljö.

Att ge form kan sägas utgöra det centrala i designarbetet. Industridesign innehåller dock mycket mer än det. Dit hör bland annat användningen av teknisk, social, ekonomisk kunskap. Dit hör också hur människan tolkar och behandlar det som hon upplever och uppfattar med sina sinnen, dvs varseblivning och semantik. Design innebär alltså mycket mer än bara ren kosmetik.

Rune Monö har skrivit en bok *Design för gemensamma resor*. I den sammanfattar han kontentan i design med att slå fast att industridesign innebär att till människan anpassa sådana nyttototing, som är avsedda att tillverkas i serie.

Anpassa till människan betyder att göra det bekvämt, brukbart och attraktivt för hela människan, dvs hela hennes fysik, intellekt och fantasi.

Design handlar om gestaltningens resonans i människans upplevelse och om trovärdigheten i logiken mellan form och innehåll.

God design?

Monö ställer frågan: Vad är god design? Han svarar själv med hypotesen att det är en gestaltning av en produkt, som gör den lätt att förstå, effektiv för sitt ändamål och behaglig att använda.

All utveckling av tingen eller artefakterna omkring oss måste utgå från människans behov och sluta i människans tillfredsställelse.

Den antike filosofen Protagoras ord *Människan är alltings mått* kastar fortfarande sin skugga över vår verksamhet.

Albert tankar gick till en annan gammal grek, Prokrustes. Denne hade, enligt sägnen, ett litet värdshus där de vägfarande kunde övernatta. Där fanns emellertid bara en enda säng. Om gästen var för lång för sängen, så högg Prokrustes helt sonika av fötterna på gästen. Om gästen var för kort så drog Prokrustes ut gästens lemmar så att han passade för sängen.

Prokrustes var allt en riktigt elak djävel, tänkte Albert. Albert kände emellertid igen sig i att han många gånger hade varit tvingad till att anpassa sig till tekniken omkring sig.

Mötespunkt

De tankar som Per och Pål framförde innebar att industriell design innefattar *ergonomiska, tekniska, semantiska, semiotiska, estetiska krav* och *aspekter*. En djupstruktur på design började framträda för Albert. Det innebar att en total överensstämmelse mellan form och funktion blev ett ideal att sträva efter.

Monö för in ett viktigt begrepp i diskussionen: *interface* eller *mötespunkt*. Det betecknar individens möte med ett annat system. Det är en punkt där det uppstår ömsesidiga handlingar och utbyte av information. Monö åskådliggör det med ett exempel:

Handtaget på en resväska är en mötespunkt, ett interface, mellan väskan och dess bärare. Där informerar *systemet* väskan om sin tyngd, sitt material och sin storlek. Bäraren av väskan ger i sin tur väskan information om läge och förflyttning. Manöverpanelen på en bil är också en mötespunkt. Det är ett område som är försett med don för kommunikation mellan förare och bil.

Monö framhåller att de kommunicerande donen måste vara *tydliga* – dvs lätta att avläsa; *entydiga* – dvs omöjliga att tolka på mer än ett sätt; *effektiva* – förmedla sitt budskap utan onödigheter; *logiska* – i förhållande till budskapet; *i harmoni* – med övriga designaspekter, som ekonomi, teknisk och praktisk funktion, sociala och kulturella faktorer mm.

Frågor av detta slag berörs och diskuteras också i boken *Teknisk Psykologi* av Mats Danielsson.

Form – funktion

Albert noterade hur begreppet design vidgade hans föreställningar om vad teknik innebar. *Semantik* refererar till betydelse och *semiotik* till tecken. Ordet teknik kommer ju av det, av den antike filosofen Aristoteles, lanserade grekiska ordet *techne* som åsyftar kunskaper för att göra något. Aristoteles lanserade också begreppen *episteme* för vetenskaplig kunskap och *fronesis* för vardagskunskap. Kanske tangerar designbegreppet fronesis? Albert avbröts i sitt reflekterande...

Per berättade vidare, att traditionellt har industriell design varit förknippad med formgivning av moderna produkter som var tillverkade i moderna material. Designerns uppgift blir följaktligen att försöka öka produkternas begärlighet hos konsumenten. Det kan ske genom ett bättre gestaltande av *formen* i förhållande till *funktionen*. Det innebär också ett förenklat handhavande och bättre förståelighet för just funktionen. Det gäller således även att ge produkten ett eget tecken eller ett eget uttryck. Helst skall föremålet också kunna tala om vilket företag det kommer ifrån. Formgivarens uppgift är således att dramatisera ändamålsenligheten och att göra bruksföremål attraktiva att använda och äga.

Objekt – process

Albert erinrar sig att Monö framhåller:

Skolboken säger att designern bör vara med från projektets början, även om arbetet inte i begynnelsen skulle innebära mer än att observera och ställa frågor. Ser man begreppet ”design” som ett objekt, ett resultat, kanske man inte tar så allvarligt på detta. Kosmetisk design kan ju säljas ändå för tillfället!

Uppfattar man design som en process är det uppenbart att gestaltningsaspekten måste tvinnas in i konstruktion och ekonomi från början. Det framstår ännu tydligare för dem som inser att design är mer än processen

Design är nämligen ett projekt! Det innebär att begreppet innefattar mycket mer än det analyserande, det kreativa, och det uppföljande arbetet i själva processen.

Design som projekt rymmer – utöver detta – diskussion av behov och förutsättningar före själva arbetsprocessen och objektets konsekvenser efter den.”

Monö ställer problemet på sin spets då han frågar:

Var finns t ex behovet av en ny produkt i verkligheten: hos brukaren, i samhällspolitik, i tillverkarens marknadsstrategi eller någon annanstans?

Är behovet en realitet eller en fiktion?

Kan det anses legitimt ut alla synpunkter?

Får produktdesignen positiva eller negativa följder för företaget?

För miljön? För samhället? Hur kan den missbrukas?”

Monö fortsätter att utveckla sina tankar kring designerns uppgift:

Designern är inställd på att ifrågasätta det som till synes är självklart. Tradition, rutin, vanetänkande och slentrian emaljerar efter hand det mesta som vi upprepar.

Genom att försöka komma under ytan på denna emalj kan nya lösningar och annorlunda former åstadkommas. Därför är industridesignerns metodiska behovsanalys viktig.

Monö beskriver designerns yrkessituation på följande sätt:

Vi lever i en teknisk acceleration i stort och smått, vars sammanhang och effekter vi får allt svårare att överblicka. I arbetet med att anpassa tingen till människa och samhälle växer kraven att designern måste leva sig in i de tekniska, praktiska, ergonomiska och moraliska konsekvenserna av sitt jobb. Arbetet kommer alltmer att kräva beredskap och öppenhet inför framtiden.

Volvo

Albert tänkte på ett annat föredrag då han hade hört en designer från Volvo, med bilder, åskådliggöra hur små, men utstuderade, detaljer i linjeföringen hos en bil kunde avslöja dess tillverkare och ge status till ägaren. En Mercedes är ju alltid en Mercedes och får inte på något sätt förväxlas med en Skoda. Samtidigt tillverkar samma koncern som gör Skodan även Seat som är något dyrare och Volkswagen Golf som är ännu dyrare.

Grundkonstruktionen skiljer sig dock inte på avgörande punkter hade Albert hört. Kan det verkligen stämma? Är det, så att de stora tillverkarna bygger sina bilar på samma plattform och av ungefär samma delar? Men sen ger dem en liten skillnad i finish och tar olika mycket betalt för produkten? Ett pris som egentligen bara grundar sig på designen? Albert undrade....

Metafunktioner

Monö kommenterar i det sammanhanget design med orden:

Vi ge allt fler ting "metafunktioner". Jag kan köpa och använda en bil med dåliga prestanda och en usel komfort, därför att jag vill annonsera en viss livsstil och kanske protestera mot något. Jag kan bruka en konservöppnare för att den ser rolig ut eller påminner mig om en resa till Frankrike. Jag kan välja ett vin, för att flaskan har en speciellt sober och elegant etikett. Jag kan köpa en skidutrustning för att "tuffa killar" har en sådan eller en bormaskin för att den inbillar folk att jag förstår mig på "proffsiga grejor".

Lokalt – globalt

Albert hade själv funderat mycket över konsekvenser av växande miljöproblem och fortskridande globalisering och var glad för att en av föredragshållarna, Pål, ställde några djuplodande frågor om industrialism, design och marknadsekonomi i fokus.

Framtid

Pål framhöll att vi inte längre kan *ånga på* i samma anda som tidigare. Vi kan inte heller låta utvecklingsländerna slå in på samma utvecklingslinje som de industrialiserade länderna redan har genomgått. De bör inte få göra om samma misstag som vi har gjort.

Albert log för sig själv då föredragshållaren retoriskt framhöll att framtiden måste se annorlunda ut. Det enda vi kan vara säkra på är att *framtiden inte är sig lik*. Det var ett budskap som Albert aldrig tröttnade på att predika i sina klasser: *Det enda vi vet med säkerhet om framtiden, är att vi inte vet något med säkerhet om framtiden*. Det är inte alls säkert att framtiden blir en kopia av det som vi har här och nu.

Albert fick en association till Internet. Det var en teknik som var okänd för de flest ända fram till ca år 1990. Sen har den tekniken förändrat och påverkat livet för många av oss. Helt säkert finns det liknande tekniska innovationer att vänta sig i framtiden. Det är nog bäst att inte lita till att vi kommer att få en överraskningsfri framtid.

Pål hade dock några tänkvärda och konstruktiva visdomsord att ge. Han framhöll att framtidens designer måste inrikta sig på att skapa föremål med hög kvalitet och med lång livslängd. Artefakterna måste även vara konstruerade så att de lätt kan destrueras eller återanvändas. Metaller kan ju, i motsats till energi, cirkulera i samhällets tjänst.

Termodynamik

Energi kan man å andra sidan tappa på dess exergi, eller arbetsförmåga, i små och väl avstämda steg som svarar mot behovet, tänkte Albert. Hurra för termodynamikens första och andra huvudsats!

Behov, miljö och hållbar tillväxt

Pål framhöll också att design måste bli ett idérikt och nyskapande redskap där många olika kunskapsgränar kan förenas. Design måste i framtiden vara inriktat på att fylla mänsklighetens reella behov.

Pål framhöll också den revolutionerande tesen att designers måste sätta människan och miljön i centrum och sluta att delta i förstörelsen av vår jord. Man kanske skulle kunna sätta ett pris på miljön, tänkte Albert.

Albert blev också något konfunderad då det framhölls att företagen måste ha ambitionen om att gynna hållbar tillväxt. Det är en tillväxt där ekologisk, social och ekonomisk hänsyn införlivas i produktionen. Skulle detta verkligen kunna vara möjligt? Levde inte företagen i en väldigt hårt styrd ekonomisk värld? I en värld där det gällde att överleva i det korta tidsspannet? *Eat lunch or be lunch!* Det var ett uttryck som Albert hört ifråga om företagsvärlden. Skulle vargen verkligen kunna skola om sig till ett lamm? Var det bara fria fantasier som presenterades? Skulle konkurrensen mellan företagen sättas ur spel?

Hur skulle företag, som månar om sina medarbetare, kunna hävda sig mot sådana företag som bara månar om att tjäna så mycket pengar som möjligt? Vad skulle aktieägarna och investerarna säga? Är vi inte alla aktieägare genom att våra pensionspengar är nerplöjda i aktiefonder? Vill vi inte alla få så höga pensioner som möjligt? Ja, Albert kunde inte få ekvationen att gå ihop.

Men ändå – finns det verkligen, på längre sikt, något alternativ till den programförklaring som presenterades i föredraget. Måste inte samhället, på grund av snäv egennytta i överlevnadssyfte, börja sträva efter att försöka uppnå hållbar utveckling? I varje fall på sikt. Och skulle det inte vara ytterst viktigt att redan i skolorna försöka få eleverna att omfatta sådana ideal?

476

Alberts tankar vandrade till det antika Väst-Rom, som enligt historikerna gick under år 476 efter Kristus. Peter Englund framhåller i boken *Tystnadens historia och andra essäer* att romarna inte själva märkte att deras civilisation gick under år 476. Visserligen erövrades de av en främmande makt, men det hade hänt förr. Visserligen blev livet lite svårare för varje år som gick, men det hade ju också hänt förr.

Peter Englund formulerar den träffande frågan: *Har vår egen civilisation gått under?* Kanske någon historiker i framtiden kommer att slå fast att 2004 var det märkesår då västerlandet gick under.

Die Untergang des Abendlandes

Alberts tankar gick till Oswald Spenglers roman från 1922: *Västerlandets undergång*. Spengler går i den igenom ett antal civilisationers öden och konstaterar kallt att inget av det tjugotal civilisationer som föregått vår varit medveten om sin egen undergång.

Den tyske 1800-tals filosofen Hegel framhöll: *Minervas ugglor börjar sin flykt först i skymningen*. Minerva var vishetens gudinna hos romarna. Hon sänder ut sin kunskapande ugglor för att studera civilisationens skymning och utröna orsakerna till den....Albert väcks i sina tankar av att Pål höjde rösten.

Breddutbildning

Pål gav en bakgrund till sitt agerande och förklarade att anledningen till att arbeta med design som inriktning berodde på att han tillsammans med Per fann att det fanns ett behov av att utbilda även gymnasieelever i designens betydelse för produkters utformning och funktion. Det har i många statliga utredningar framgått att det finns ett behov av att utbilda ”bredare” studenter och tekniker för fortsatta studier vid högskolorna och arbete i näringslivet.

Albert höll med om det. En alltför snäv yrkesutbildning kunde medföra, att då studenten ifråga var färdigutbildad, så kanske inte det fanns efterfrågan på hans yrkeskunnande. Vårt samhälle förändras snabbt och kunskaper åldras snabbare än deras bärare.

Kunskap – information

Albert tänkte på skillnaden mellan kunskap och information. Kunskap behöver, i motsats till information, någon mänsklig bärare. Kunskap finns i huvudet på en människa. Albert hade själv under hela sitt liv varit tvungen till att fortbilda sig. *Det finns duktiga, men paradigmatiskt felutbildade lärare.* Det var ett citat som osökt kom fram i hans minne. Kanske skall man istället för sk fasta kunskaper sträva efter att eleverna utvecklar olika förmågor? Det kan vara förmågor att kunna analysera och lösa problem, att sortera och bedöma information eller att kommunicera.

HDK

Per berättade att man från Högskolan för Design och Konsthantverk i Göteborg betonade behovet av att blivande sökande studenter hade ett mer insiktsfullt tekniskt kunnande.

Inom ramen för industridesign arbetar man i hög grad med avancerad teknisk apparatur. Det finns således ett behov av att de, som sysslar med att anpassa produkter till användare och marknader har kunskaper och förståelse för hur apparaturen fungerar rent tekniskt. Studenter måste även ha kunskaper om olika slag av material och känna till olika tillverkningsmetoder.

Industrin å sin sida ansåg att det var viktigt att ingenjörer och tekniker som arbetar med produktutveckling och konsumentprodukter lärde sig grunder i design. Design är en process. Blivande studenter måste kunna gå in i och kunna medverka en designprocess på ett tidigt stadium av produktutvecklingen. För att kunna göra det måste de ha förståelse för hur viktig produktens blivande formgivning är.

Digitalkameran

Albert log för sig själv då föredragshållaren framhöll att man inte skall behöva vara ingenjör för att kunna använda exempelvis en digitalkamera. Albert hade veckan innan köpt en digitalkamera, och med kameran hade han fått en mycket omfattande som svårbegriplig handbok som han varit tvungen att skriva ut från en CD Rom skiva. Albert mindes hur han svor för sig själv då han försökte fatta boken innehåll. Antingen måste kameratillverkare i framtiden anlita någon skrivkunnig pedagog för att utarbeta en läslig handbok, eller så måste en digitalkamera designas så att ingen handbok behövs. Albert skulle utan tvekan vilja rekommendera det senare.

Nog kan väl en pryl göras så användarvänlig att inga omfattande tekniska färdigheter behövs för dess handhavande. Biltillverkarna har ju egentligen lyckats rätt så bra. Ett stort steg har tagits då man på moderna bilar inte ens längre kan öppna motorhuven. Bilen ansåg Albert var till mer för transporter än för hobbymekande. Nu gick ju också utvecklingen i en riktning mot att allt mer elektronik monterades in i bilarna. Så den som hade mekande med bilar som hobby, måste nog fundera över om han inte borde byta hobby.

Gemet

Föredragshållarna åskådliggjorde sina tankar om design med att berätta lite om en av vardagens allra vanligaste artiklar. Gemet. Albert hade av en tillfällighet strax innan i Peter Englund's bok: *Tystnadens histori...*, läst om gemets historia, så han kände igen sig, då föredragshållaren berättade lite om gemet.

Föredragshållaren framhöll att ett gem är en *problemlösare*: ett gem kan på ett lika enkelt som raffinerat sätt hålla ordning på två eller fler papper utan att skada dem.

Såväl handhavandet som konstruktionen är lätt att förstå även för den helt otekniska användaren.

Det krävs ändå ordentliga kunskaper om olika material och deras egenskaper för att kunna välja ett material som uppfyller de krav som användaren kan ställa på gemet. Gemet kunde exempelvis utvecklas först då man fick fram en stålsort som behöll formen och spänsten.

Skall dessutom gemet kunna tillverkas kostnadseffektiv, så krävdes goda kunskaper om tillverkningsmetoder och om hur de maskiner som används fungerade.

Ett gems form är inte på något sätt självklar. Formen är en kompromiss mellan funktion, material, tillverkning, hantering, ergonomi och estetik.

Någon gång har någon reflekterat över och inventerat problematiken kring ett gem.

Någon har funderat och skissat, bestämt material och tillverkningsmetod.

Någon har slutligen kommit fram till en enkel och, inte minst, billig och kostnadseffektiv, lösning av problemet.

I gemet finns tidigare tänkares tankar bevarade. Här möter vi åter begreppet *distribuerad kognition*. De är ett kunnande som är förlagt utanför någon människas hjärna. Det är också ett kunnande som det behövs en kunnig lärare för att kunna identifiera och vidareförmedla till elever. Att kunna orientera sig i den tekniska världen är liksom att läsa en bok. Det är emellertid en bok utan de vanliga bokstäverna. Skriften utgörs av en väv av naturvetenskapliga begrepp och tekniska principer.

Artefaktens budskap

Albert reflekterade över hur det behövs en lärare eller en kunnig person för att berätta om artefaktens historia. Artefakterna talar inte själva. Läraren kan ge artefakten och dess tillverkare röst. Såväl lärare som gem behövs. Det behövs en kunnig lärare för att synliggöra den svåra vägen till ett så enkelt föremål som gemet.

Det ultimata gemet

Per fortsatte: Idag finns det många olika modeller av gem. Trots att en fungerande lösning på problemet funnits i många år, så fortsätter problemlösare världen över med

att utveckla gemet vidare. Den ultimata designen finns inte. Däremot strävar olika konstruktörer efter att få fram den bästa möjliga kompromissen för att finna en konstruktion som kan användas för att lösa ett speciellt problem.

Albert reflekterade över om inte det resonemanget på något sätt var allmängiltigt. Hur många olika cykelmodeller finns det inte? Ofta är de anpassade för ett visst slag av användning. Mountainbikes skiljer sig mycket från vanliga vardagscyklar....

Alberts tankar avbröts igen av en spännande fortsättning av föredraget.

Armageddon

Pål framhöll att med de stora och ofta globala problem som finns idag med växande sopberg, växthuseffekt, ökande sjukskrivningar och vidgade samhällsklyftor så kommer goda problemlösare att behövas, nu och framgent. Det behövs problemlösare med breda kunskaper och djupa insikter i samband i natur och samhälle. Problemlösare som kunde fånga upp ett utvecklingsskedes historiska bakgrund och projicera det in i en okänd framtid.

Albert kände att de två föredragshållarna var på rätt väg. Men hur i all världen skall man kunna komma från de högtravande visionerna till den krassa verkligheten? Men kanske måste man ändå ta sin utgångspunkt i visionerna? Var skulle det kunna ske annars?

Det är i mångt och mycket vår mentala bild av en företeelse som styr oss. Kanske det är mer bilden av verkligheten som betyder något än verkligheten i sig själv? Är det inte därför som det satsas så ofantligt mycket på exempelvis reklam? Reklamen bygger upp en föreställning om en produkt, som inte alltid stämmer överens med verkligheten.

Alberts tankar for iväg till ett besök som han hade gjort på Båtmässan i Göteborg. Det var en orgie i exklusiva motorbåtar. Han fick en association till ett uttryck av Ivar Lo Johansson, som hade famhållit att ”människan är inte där hennes fötter är, utan där hennes drömmar är.” Det som såldes på Båtmässan var inte båtar utan drömmar och föreställningar om något bortom den krassa verkligheten. Den mentala bilden styrde beteendet.

Poppers tre världar

Alberts tankar hamnade hos filosofen Popper som hade lanserat sin modell av världen genom att spalta upp vår värld i tre delar. Poppers värld nr ett var den yttre fysiska världen. Poppers värld nummer två var den inre mentala världen. Poppers värld nummer tre var den värld som man har i böcker och databaser. Albert och andra lärare arbetade företrädesvis i Poppers värld nummer två: Den mentala världen. En lärares uppgift är... Albert avbröts åter i sina tankar av Pål:

Det framhölls vidare att det i framtiden kommer att förefinnas ett stort behov av problemlösare med kunskaper om olika tekniker, om mekanik, om material, om tillverkningsmetoder, om material, om människan, om miljön, om estetiken om etiken etc.

Ja, Albert, som var en lärare på fältet suckade – varifrån skall vi kunna ta den tid som dessa visioner om kunskap och kunnande förutsätter. Och varifrån tar vi de lärare som har ett så brett kunnande att de kan greppa över hela det presenterade fältet?

Jaguar E-Type

Per gjorde sedan ett, av Albert uppskattat, kvantsprång från gemet till en bilmodell, Jaguar E-Type. Kan ett gem, i likhet med en fräsig bil se snyggt ut? Föredragshållaren svarade ja på den något retoriska frågan. Per hävdade med emfas att om ett föremål ser ut som vad den gör och uppfyller sina löften, så kan man säga att det ser snyggt ut. Ett plastgem är inte snyggt eftersom det inte uppfyller sitt löfte om att fungera väl – det går lätt sönder.

Per kontrasterade bilden av Jaguaren mot en bild av en lika fräsig bil, en Solon elbil. Den bilen var väldigt avancerat designad, med linjer som lovade farter på gott och väl över gott och väl över 250 km/tim. I själva verket kunde den bara göra 60 km/tim. Den lovade mycket mer än den kunde hålla. Den kunde, sin förföriska framtoning till trots, enligt Pers definition på skönhet, kallas för ful.

Föredragshållarna visade sig ha många fler strängar på sin lyra. Det rörde sig inte bara om teknik i snäv bemärkelse med miljöhänsyn *påkopplade*. ”Man brukar säga att den enda tvärsäkre är idioten,” sa en av herrarna på podiet. ”Ju mer man vet, desto mer vet man att man inte vet.”

Frågor

Föredragshållaren framhöll att om man har kunskaper om problemen och känner att man inte själv vet tillräckligt, men vet att andra vet, så är det lättare att söka rätt hjälp. En av designerns viktigaste egenskaper kan vara att kunna ställa och formulera rätt frågor för att kunna söka rätt på, för uppgiftens lösande, relevanta fakta.

Som tekniker är det viktigt att veta att den spetskompetens som man besitter behöver ett sammanhang att kunna tillämpas inom. All teknik ingår i ett sammanhang, i en kontext. Den gemensamma nämnaren är emellertid teknikanvändaren, människan. Det är du och jag. Vi delar alla på rummet och tiden här på vår ömtåliga planet.

Per framhöll lite ödmjukt att vi är medvetna om att vi har lite mindre inslag av traditionella teknikkunskaper. Om metoden i slutändan skapar *sämre* tekniker vet vi emellertid inte. Vi vet emellertid av våra elever i stor utsträckning hamnar både på tekniska – som designhögskolor. Det är kanske ett facit som är lika gott som något annat.

Design & produktion

Albert kände hur han hade insupit många kloka ord om design och skyndade vidare till nästa seminarium. Där handlade det om *design och produktion*.

Det skall bli roligt att höra lite om hur kunskaper i design kan utnyttjas i produktion av nyttigheter i form av olika slag av artefakter, tyckte Albert och såg fram emot seminariet.

Entreprenör

Det var ett intresseväckande föredrag. Det handlade om hur man i en gymnasieskola i Stockholms närhet bedrev undervisning i teknik. Man hade två målsättningar. För det första skulle eleverna kunna kvalificera sig för att kunna studera vidare vid en teknisk högskola. För det andra skulle de få lära sig teknik så att de skulle kunna bli entreprenörer för att, som egenföretagare, kunna starta något litet företag.

Design – tillverkning – försäljning

Föredragshållaren hette Karl och påvisade att det var ett omfattande inslag av datorstöd i undervisningen. Den var strukturerad så att den var uppdelad i tre, från varandra väl skilda delar. Dessa var *design*, *tillverkning* och *försäljning*.

CAD/CAM

Inom design visade det sig att eleverna fick lära sig att använda ett tredimensionellt CAD program. Eleverna kunde med hjälp av detta program designa, eller snarare formge en produkt i datorns minne.

Den artefakten kunde de sedan bearbeta på datorns skärm med de verktyg som programmet tillhandahöll. Där var det minsann ingen kladdig lera att smutsa ner sig med!

Marknadsundersökning

Ifråga om utvärderingen av designen hos en produkt så var det kutym att eleverna tog med sig en skiss av sitt föremål och frågade minst 100 personer på torget i staden om de kunde tänka sig att köpa en sådan vara. Samtidigt förhörde sig eleverna om vilket pris den tilltänkte konsumenten skulle kunna tänka sig att betala för varan.

Albert tyckte att det var intressant med detta slag av marknadsundersökning. Han blev imponerad av den ekonomiska aspekten som eleverna tränades eller tvingades till att anlägga på sina projekt redan från början. Ekonomi kan vara tråkigt, men ack så nödvändigt.

NC

Inom tillverkningsfasen fick eleverna lära sig att använda ett annat program, med vars hjälp de kunde överföra sin CAD konstruktion till en numeriskt styrd svarv eller fräs. Därefter earbetades ett stycke av ett lämpligt material så att en prototyp kunde tillverkas. Den prototypen kunde sedan modifieras efter testningar.

Även här tränades eleverna i ett ekonomiskt tänkande. Vad kostar materialet? Vad kostar maskinerna som tillverkar artefakten? Vad kostar arbetstiden för maskinoperatören?

Det gällde att lära sig att teknik innefattar mycket mer än bara den rent tekniska tillverkningsprocessen. Där finns avtalsmässiga löner, moms och andra skatter.

Företagsgrundande

Att teknik är en aktivitet som bedrivs i en social och ekonomisk kontext var en annan av Alberts käpphästar. En kurs i företagsgrundande och ekonomi var också något som eleverna tog del av.

Internet

Då det gällde försäljning så nyttjade eleverna Internet. De kunde på så sätt enkelt utföra värdefull forskning och få begrepp om vilka liknande produkter som marknadsfördes och vad priset på dem var.

Sedan kunde de via nätet bjuda ut sin vara till hugade spekulanter. Här gällde det således att kunna bjuda ut varan till ett konkurrenskraftigt pris så att kostnaden för tillverkning verkligen täcktes och gav upphov till inkomster för fortsatta investeringar.

Här var det inga löften om guld och gröna skogar utan en pragmatisk och jordnära inställning till tekniken. Om en produkt inte kan ge vinst så har man helt enkelt inte råd att tillverka den.

Examination

Examinationen omfattade att eleven visade upp prototypen, en bild av dess användning samt en noggrant förd rapport över tillverkningsprocessen. Rapporten skulle innehålla, förutom ritningar och materialval som var väl motiverade även ekonomiska kalkyler.

Modernism – postmodernism

Albert var mycket imponerad. Som föredragshållaren framhöll, så är det ju så, att det är inom småföretagen som de nya arbetsplatserna i framtiden förväntas komma att kunna skapas.

Modernismens stora fabriker kommer att ersättas av postmodernismens mindre företag. Det är små och kunskapsintensiva företag med en flexibel produktion. Den förändringsprocess som vårt samhälle genomgår behöver därför en ny generation av entreprenörer. Kanske kan dessa skolas fram inom ramen för gymnasieskolan?

Massproduktion

Massproduktion var nyckelordet vid den här presentationen. Det gällde genomgående att få fram en produkt som kunde tillverkas och marknadsföras med stöd av datorer i alla led. Det är kanske bara på så sätt som Sveriges näringsliv kan fortleva, den globala konkurrensen till trots.

Dinosaurier

Albert fick en association till de stora dinosaurierna som en gång i tiden dukade under, medan de små och lättroliga däggdjuren levde vidare. Storleken kan, som man brukar framhålla ge skaleffekter, dvs förbilliga kostnaden per enhet om den framställs i stora serier.

Men samtidigt kommer storleken att hämma flexibiliteten. Att stora företag har en benägenhet att falla offer för traditionellt tänkande hade Albert många exempel på: Facit Åtvidaberg som blundade för elektroniska räknare utan höll sig till sina välkända mekaniska kugghjul. Western Union som inte trodde på telefonen. AstraZeneca som inte trodde på Losec. Tack vare envisa medarbetare kunde dock världens mest använda medicin tas fram....Ja listan kan göras lång.

BC/AC

Albert drog sig till minnes att man talade om tiden före datorn BC, before computer och efter datorn AC, after computer. Ingen talade längre om before Christ och after Christ.

Kanske har just datorn kommit för att inte bara stanna, utan för att verkligen i grunden omvandla hela produktionsindustrin. Så det framstår allt viktigare att elever så tidigt som möjligt får bekanta sig med de möjligheter och problem som en dator medför.

USB-minne

Albert suckade, han tänkte på sitt USB-minne som han hade i fickan. Den hade en kapacitet att kunna lagra 128 megabyte. Det motsvarar ca 128 000 A4 sidor, dvs ca 1000 normala böcker. När Albert för inte så många år sedan började intressera sig för datorer så hade hans först dator ett minne på 1 kilo byte. Det motsvarar en A4 sida. Var skall detta sluta?

Visioner?

Albert reflekterade vidare och fann att det här seminariepasset emellertid inte fanns några visioner alls om miljöproblem eller om hållbar utveckling.

Utbildningen gick helt ut på att eleverna skulle lära sig att tillverka så många prylar som möjligt till så låg pris som möjligt, för att sedan sälja dem till så högt pris som möjligt i en global konkurrens med andra liknande företag. Förhoppningsfullt hade eleverna andra ämnen som motvikt till den massiva satsningen på produktion av prylar.

Imago Domini

Alberts tankar gick till den urgamla isländska dikten Havamal: *Bättre börda bär ingen på vägen än mycket vishet*. Vad är då vishet? Finns det någon skillnad mellan utbildning för ett yrke och bildning av den enskilda människan? Jo, kanske, men vi måste med vårt enormt kraftfulla tekniktänkande även beakta att detta tänkande måste sättas in utgående från en värdegrund av demokratiska mål. Med bildning menades på medeltiden att frammana den inneboende gudabilden, Imago Domini, som fanns hos varje människa.

Albert erinrade sig en bok som handlade om en jätte Golum som växte sig allt starkare för varje dag men inte hade någon styrsel alls utan kunde sätta in sina jättkrafter på vad som helst. Vad det en sinnebild för teknikens utveckling?

Den finländske filosofen och samhällskritikern Georg-Henrik von Wright skriver uppgivet att utvecklingen fortsätter sin backantiska dans mot framtiden, dragande med sig förvirrade nationalstater.

Industrisamhälle

Albert lät tankarna vandra vidare: Är det verkligen så att den materiella konsumtionen för all framtid måste vara ledstjärnan? Kan man på en planet med begränsade resurser tänka sig en inriktning mot icke-materiell produktion och konsumtion?

Eller var det som presenterades på seminariet en vision av en återgång till ett försvunnet industrisamhälle? Samma slag av samhälle som automatiserades och rationaliserades bort på 80-talet, men nu återkommet i lite förändrad form. Men kanske det ändå är av sådan tillverkning som man måste skapa sig ett levebröd?

Kategoriska imperativet

Alberts tankar gick till den gamle filosofen Immanuel Kant. Denne formulerade på 1700-talet sitt kategoriska imperativ: *Handla alltid så att ditt handlande kan upphöjas till allmän lag!* Vad händer om alla skolor följer detta exempel? Får vi inte en förskräcklig mängd av onödiga och onyttiga prylar. Prylar som sen krängs med hjälp av utstuderad reklam. Prylar som vi aldrig egentligen är riktigt nöjda med.

Fordismen

Alberts tankar gick till bilindustrin. Där hade Henry Ford en gång i tiden byggt ca 15 miljoner T-Fordar. Dessa bilar var både billiga och bra. Det gick utmärkt att sälja dem tills folk bara tröttnade på dem och föredrog andra bilmärken.

Fordfabrikerna var nära konkurs ett tag. Bilindustrin lärde sig emellertid en läxa. Den benämns fordismen. Med det menas att man aldrig skall bygga en bil som köparen är helt nöjd med mer än ett år. På nästa årsmodell skall det göras små ändringar så att köparen känner sig tvingad att köpa en ny bil.

Henry Ford är också känd för att ha yttrat: *History is bunk!* Historia är smörja. Antikens romare framhöll: *Historia est vita magistra.* Historia är livets lärare.

Henry Ford framhöll också: *Du kan få en Ford i vilken färg Du vill, bara Du väljer svart.* Det var mer välbetänkt. Han åsyftade att eftersom svart inte har några nyanser så kan svarta delar komma från vilken komponentfabrik som helst och sättas ihop till en T Ford.

Kina

Albert drömde sig bort och undrade hur det skulle kunna gå, en gång i den nära framtiden, då bilindustrin riktar sina blickar mot Kinas enorma potentiella köpkrets. Om levnadsstandarden där blir tillräckligt hög, så kommer naturligtvis även kineserna, och sen afrikanerna och indierna att vilja ha egna bilar.

Hur går det då med naturresurserna på denna lilla planet? Kan vi förbjuda vissa människor att skaffa sig bilar? Kan vi låtsas som om dessa dimensioner inte alls existerade? Kan vi fortsätta som förut? Eller var det helt oväsentliga tankespår som Albert var inne på? Har krigen om de sista oljedropparna redan börjat?

Produkter

I varje fall så visades ett antal exempel på elevernas produkter. Det var en osthyvel som kunde skära två ostskivor på en gång; en plexiplatta som man kunde grilla marsmallows på; inlineskridskor för terräng med stora hjul; en platta att hänga upp örhängen på; en kylare till datorns processor; en kedjesträckare till mountainbikes, en vred till kaviartuben.

Ja, på sätt och vis var det ingen hejd på kreativiteten tyckte Albert. Eleverna löste många av de problem som de stötte på i sin närmiljö.

Produkterna ingav emellertid Albert en bild av elevernas begränsade synrand. Hur skulle elevernas erfarenhetsvärld kunna vidgas till att omfatta vidare vyer i såväl rum som tid? I många fall tyckte Albert att det verkade som om en möjlig lösning sökte ett problem att lösa.

Fantasi

De produkter som presenterade var till största delen sådant som man utan svårighet kunde leva förutan. Var fanns den ungdomliga fantasin och dådkraften? Viljan att bryta ny väg och finna nya stigar inför en okänd framtid?

Kanske skulle eleverna må väl av att istället för avancerad programmering av datorer läsa lite samhällskritisk litteratur där samhällseliga och humanistisk perspektiv behandlades?

Albert kände på sig att meningen med människans jordevandring var mer än att bara tillverka onödiga prylar. Människans hjärna var en alldeles för avancerad konstruktion för att bara vara som ett bihang till maskiner, även om dessa hade ett visst mått av artificiell intelligens.

Här halkade Albert in på att fundera över skillnaden mellan en mänsklig hjärna och en dators hjärna. Kanske var den fundamentala skillnaden att människans hjärna hade förmåga till känslor, hat, kärlek...Datorn hade aldrig lidit eller varit förälskad...

Och var fanns de stora och eviga frågorna? Frågorna om hållbar utveckling? Frågorna om växthuseffekten? Frågorna om meningen med livet? På något sätt kändes det som om det under denna fantastiska presentation av elevernas verksamhet fanns en vision om att framtiden bara är en förstorad kopia av nuet, fast med mer- och fler prylar, som om tillverkades i rasande fart av automatiska maskiner styrda av tanklösa tekniker som likt legosoldater förr i tiden sålde sitt kunnande till den som betalade bäst.

Harry Martinson beskriver i rymdeposet ANIARA en ingenjör som var känd för att tillverka *yessirtuber*. Nu finns det inget som heter så, men dock ingenjörer som säger: *Yes Sir*, och som tillverkar vad som helst som uppdragsgivaren önskar, det må vara bomber eller giftgas. Skyddet mot ett sådant nyttjande av teknikens potential finns nog bara i en humanistisk bildning där värdegrundsfrågor lyfts fram tänkte Albert, i sin enfald.

Golfströmmen

Albert var således lite rädd för att denna teknikoptimism kunde urvattna teknikutbildningen, så att eleverna blev just trångsynta tekniker som bara löser närliggande problem. Det är ju det som de har erfarenhet av.

De är dock utan det avgörande steget, att kunna fatta det stora allvaret som just nu omger mänskligheten. Eller hade Albert själv fel? Att Golfströmmen på grund av växthuseffekten kan ta en annan väg hade framskyntat i pressen. Men är det verkligen något att hänga upp sig på i sin vardag?

Den ryske författaren Dostojevsky skriver i boken *Tankar från källarhållet: Skönheten skall rädda världen*. Kanske är det inte bara tekniken som skall kunna rädda världen. Kanske är det estetiken och kulturen?

Drömsamhället

Den danske framtidsforskaren Rolf Jensen framhåller i sin bok *The Dream Society*, att vi håller på att gå över från en materiell kultur till en immateriell. Man kan tillverka prylar av alla de slag på många olika platser, men bara säga dem med vinst i västvärlden.

Men för att kunna sälja produkterna behövs det en vision, en dröm som gör varan attraktiv. Jensen framhåller att det som vi köper egentligen är drömmar. Författarinnan Naomi Klein behandlar liknande tankar i sin bestseller: *No Logo*.

Liknande tankar återfann Albert då han studerade den statliga utredningen om gymnasieskolans fortsatta utveckling. Där betonades att elever nuförtiden snarare önskade utbilda sig till upplevelsemäklaren än till symbolanalytikern. Dvs en som arbetade inom mediebranschen hade en högre status än den som arbetade inom ingenjörsvetenskaperna. I varje fall tydde ungdomarnas val till gymnasierna på det.

Hur skulle då teknikundervisningen kunna utformas för att tillfredsställa såväl krav på kulturell insikt som teknisk färdighet?

Kosmiurg

Den finländske filosofen Georg Henrik von Wright betraktar i sin civilisationskritiska bok *Att förstå sin samtid* människan som en kosmiurg. Det är en omvärldsomskapande halvgud. Denne kan mobilisera enorma krafter för att omvandla världen på ett ändamålsenligt och ändamålsrationellt sätt. Det finns emellertid en sk värderationalitet också. En rationalitet som framhåller att allt som ser förnuftigt ut rent tekniskt inte alltid är det, sett ur ett allmänmänskligt perspektiv.

Konsument

Att människan är alltings mått framhölls på det tidigare seminariet. Här tyckte Albert, i sin oskuld, att människan ofta bara betraktades om en naiv och manipulerbar konsument. En konsument som kunde vara glad en liten stund åt en ny leksak, men som strax måste köpa en ny. På så sätt fås hjulen i samhället att snurra. Tills man nått taket. *Efter oss syndafloden* sade kung Ludvig XV. Den kom mycket riktigt år 1789 och sköljde bort den då härskande aristokratin. Kungen ersattes sock tio år senare av en kejsare. Efter dennes fall återinfördes kungadömet.

Risksamhället

När Albert såg denna nya sköna värld som framtonade genom den karismatiske föreläsarens framställning blev han därför lite betänksam: *Jag blir rädd när jag ser glittret i ögonen på världsförbättraren*. Så skriver den tyske filosofen Ulrik Beck i sin uppmärksammande bok ”Risksamhället”. Albert skyndade emellertid vidare till nästa seminarium.

Teknik, design och kreativitet

Nu var det en kvinnlig inredningsarkitekt, Brita, som ledde seminariet. Det handlade om: Teknik, design och kreativitet och det var en presentation som skiljde sig från de andra två.

Albert reflekterade över hur en manlig respektive en kvinnlig presentation kunde skilja sig åt. Han kom fram till att båda behövs. De ger genom sin kontrasterande verkan en djupdimension åt ämnet design.

Kreativitet

Brita började med att kort antyda vad hon menade med kreativitet. Det var en tankeprocess där man ställer en hypotes och sen kastar om den för att uppleva att saker kan vara konstruerade på ett annat sätt.

Alberts tankar hamnade åter hos Immanuel Kant. Denna hade framhållit att erfarenheten säger oss hur saker är, men inte hur de skulle kunna vara. Design som process innebär just att man prövar förgivettaganden och ställer etablerade sanningar på huvudet. Vad som nu menas med den processen?

En annan känd designer, Raymond Loewey hade karakteriserat sitt sätt att beskriva design som att han alltid försökte förverkliga tanken bakom ordet MAYA. Det stod för Most Advanced, Yet Acceptable.

Brita gick in på teknikens grundläggande funktioner som är att lagra, omvandla, transportera och kontrollera. Hon frågade framt auditoriet vad de tänker på då? Ingen svarade, alla grunnade säkert på djupsinniga svar.

Potatis

Potatis svarade Brita på sin egen retoriska fråga. Potatis måste lagras på ett lämpligt sätt; Potatis måste omvandlas till olika lämpliga varor. Potatis måste transporteras i lämpliga emballage. Potatis måste kontrolleras vid olika tillfällen.

Albert tyckte att det var så typiskt kvinnligt att ta ett exempel som var så näraliggande och vardagsanknutet. Han hade tänkt föreslå bränsle till rymdraketer.

Brita gick igenom potatisens livscykel och de olika produkter som kunde tillverkas av potatis. Det var stekt potatis, chips, potatismjöl, sprit....Det var en livfull och spännande framställning.

Tuber

Sen hade Brita tillverkat ett antal modeller till tuber. Hon lät auditoriet föreslå vad de olika tuberna skulle kunna innehålla. Inte kan man ha ketchup i en blekblå tub. Nej, livsmedel måste förvara i i en röd tub. Det talar till djupt kända sinnesintryck om att rött förknippas med många frukter.

Albert hade tidigare i ett annat sammanhang hört ett föredrag som framhöll hur vi kanske i generna har ett subtilt arv från den tiden då människorna var vegetarianer och levde av frukter och bär. Dessa signalerade med sin färg när de var ätliga.

Dokusåpagenen

Alberts tankar vandrade vidare och han hade alltid haft en hypotes om att vi har någon *dokusåpagen*. En gen som gör att vi gärna tar del av muntlig framställning och berättande. Under ca 100 000 generationer satt våra förfäder kring lägereldarna och förde erfarenheter vidare genom den muntliga traditionen. De i den unga och uppväxande generationen som lärde av de gamlas erfarenheter hade en bättre möjlighet att bli gamla och föra sina arvsanlag vidare....

Albert avbröts igen av Britas röst som visade på att om nu tuben skars av lite snett så såg det ut som om varan var mer exklusiv och man kunde då ta en tia mer för samma produkt. Det var intressant att se hur små förändringar kunde påverka en produkts uppskattade värde. Det var en skickligt genomförd framställning.

Sinnen

Sedan tog Brita upp att vi inte bara har våra fem sinnen utan även exempelvis ett muskelsinne. Vi upplever en vara genom att ta på den. Kanske är det därför som det går rätt trögt för Internetbutikerna att sälja exempelvis kläder. Tyger och passform är något som vi vill känna på med våra händer.

Tetrapack

Brita visade också på allt som man kunde göra med ett enkelt ark av exempelvis papp. Det blev, efter några vikningar en tetraeder. På den konstruktionen grundades det världsledande förpackningsföretaget Tetrapack.

Pilbågar

Albert hade nyligen läst en bok om historiska pilbågar som en av Tetrapacks ägare, Gad Rausing, hade skrivit. Tänk att en framgångsrik företagsledare kan ha sådana intressen! Men han kanske hade blivit framgångsrik just för att han hade haft en vidsyn som inte andra hade haft?

Sankt Andreas

Brita visade hur hon hade tillverkat en stilig lampa. Hon skissade förslag till hyllor och bord. Dessa kunde tillverkas av enkla material och kanske användas i något flyktingläger. Sådana är det ju gott om i vår oroliga värld. Och fler lär det bli, tänkte Albert. Människor tvingas på grund av befolkningsökningen att bosätta sig på marginella och potentiellt farliga ställen som vid översvämningshotade stränder och allt längre upp på vulkaners sidor. Undrar hur länge Sankt Andreas sprickan kommer att hålla ihop. Eller kommer Kalifornien att kana ut i Stilla Havet? Ja, tankar far omkring under en föreläsning...

Wellpapp

På ett bord hade Brita samlat en mängd förpackningslådor som hon hade fällt ut och plockat sönder. Gruppens deltagare fick välja ut var sin låda och vika ihop den. Sedan presenterade deltagarna sina lådor och beskrev dem utgående från deras olika funktioner. Skall lådan vara återanvändbar eller inte? Förlämnar lådan status åt innehållet? Vad kan man tänka sig att lådan är avsedd att innehålla? Kan man återvinna lådan.

Albert förundrade sig över hur mycket som man kunde få ut av att betrakta en enkel låda. Det var en övning som han gärna skulle göra med sina egna elever.

Neuroner

Det sista föredraget som Albert bevistade handlade om kunnande. Det var en kvinnlig föredragshållare Eva som med hjälp av olika modeller åskådliggjorde olika aspekter av sin uppfattning om vad lärande innebar. Eva började med att visa en bild av en det neurala nätet i hjärnan hos ett nyfött barn. Det var ganska glest. Bara två månader senare hade nätet vuxit till och tätat på ett markant sätt. Eva framhöll att lärande just innebar att människan skapar ett associativt nätverk i hjärnan.

Piaget

Albert undrade hur i all världen Eva hade kunnat få fram dessa illustrationer? Men OK. Det stämde med den kände psykologen Piagets tankemodell om att det i hjärnan finns tankestrukturer. Det är därför viktigt att det nya som tillfogas kommer att kunna ansluta till befintliga tankestrukturer. Det som inte ansluter kommer inte heller att kunna fungera som kunskap utan försvinner. Anknyt således till elevernas tidigare kunnande och erfarenhet.

Där fann Albert en anknytning till en annan av sina käpphästar. Försök alltid att lyssna till elevens egna erfarenheter och anknyt till dem. Egentligen var det inte Alberts egna tankar utan han hade det från en ofta citerad rad från den amerikanske didaktikern David Ausübel.

Kontext

Det som Eva ville få fram var att man måste försöka se teknik i ett sammanhang och ett sammanhang i tekniken.

Det fick Albert att tänka efter: *Vad är det för sammanhang som det kan åsyfta?* Jo, ett samhällligt sammanhang. Vi är alla beroende av tekniken. Det är en medborgerlig rättighet också för oss att försöka påverka teknikens utveckling. Det kan ske genom att vi lever i ett demokratiskt samhälle. Vi kan rösta för om vi vill att våra politiker tar upp några speciella frågor. Vi kan också väcka frågor genom att lämna dem till våra folkvalda. Men för att kunna göra detta så måste vi kunna förstå såväl de problem som tekniken kan skapa som lösa.

Det är därför som tekniken inte bara kan lämnas över till tekniker. Tekniken innehåller omfattande inslag av samhällskunskap och samhällsansvar. Teknik är varken tillämpad fysik eller något slag av slöjd. Tekniken grundas naturligtvis på gedigna kunskaper om företeelser i vår omvärld. Man nyttjar naturligtvis kunskaper i fysik, men bara för att kunna åstadkomma något i en samhälllig och social kontext.

Katedral – stenbrott – verktygstavla

Den engelske teknikdidaktikern David Layton har funderat över förhållandet mellan teknik och fysik. Han talar om en modell där han nämner katedral, stenbrott och verkstad.

Teknikern kan från fysiken ta användbara begrepp, men behöver, som i en katedral inte ta av sig hatten och buga av vördnad inför begreppen. Teknikern tar det som han finner lämpligt ur fysikens förråd av begrepp som om det gällde att gå till ett stenbrott och söka efter en vacker sten. Teknikern väljer ut ett verktyg i form av ett fysikaliskt begrepp som om det bara gällde att ta ner något från en verktygstavla.

Teknikern behöver inte känna till alla fysikaliska detaljer och förklaringsmodeller utan tar bara det som behövs. Teknikern måste emellertid kunna använda det fysikaliska verktyget på rätt sätt.

Erfarenhet

Eva slutade med att framhålla att erfarenheten utgör grunden för all förståelse. Det höll Albert med om.

Tankar i trappan

Sen åkte Albert hem. B

Han var berikad och mer erfaren. Han kom att tänka på det franska uttrycket *penceés dans l'escalier*, tankar i trappan. Nu kom han på att det var det väldigt många frågor som han skulle vilja ställa till de duktiga föredragshållarna.

Genom att reflektera över innehållet kände Albert att han hade blivit dubbelt berikad av konferensen. De tankeprocesser som konferensen startade var bara en början till en diskussion om teknikens mål, mening och innehåll. Kanske hade han varit lite väl kritisk i sina reflektioner kring innehållet i seminarierna.

Men antingen lever vi en värld med begränsade resurser eller så gör vi det inte. Popper skulle kanske ha framhållit att i hans första värld var resurserna naturligtvis begränsade. Men i den mentala värld, som en del föreläsare hade, fanns det inte några sådana begränsningar.

Var det Albert uppgift att påtala detta? Levde man inte lyckligare utan sådan kunskap? Resurser finns inte bara – de skapas ständigt. Mineral i jordskorpan blir användbart först då det omvandlats till metall.

Kan inte människans fantasi och förmåga överkomma eventuella brister – även om Golfströmmen skulle ta en annan väg? Som von Wright säger: *Ur ett kosmiskt perspektiv är människlighetens framtid bara en pipa snus.*

Kapitel 8. Albert och framtidens datorer

Framtidens datorer?

Albert skulle hålla ett föredrag på Chalmers Tekniska Högskola om framtidens datorer. Det var i samband med att en grupp lärare skulle få lite inspiration och idéer att förmedla till dem av sina elever som skulle vara med på en tekniktävling i årskurs 6 med temat Framtidens datorer.

Vad är nu en dator? Albert undrade om inte det isländska ordet för dator: *Tölva*, ganska väl beskrev vad en dator var. Tölva kommer av orden *tälja*, som betyder räkna och *völva* som betyder spåkvinna.

Vad skulle han ta upp då? Det var inte så enkelt som att bara fastslå att datorer kommer att utvecklas och bli allt snabbare eller att datorernas "hjärnor" snart skulle kunna överträffa människornas hjärnor. Var det bara en tidsfråga innan detta hände eller var det kanske så att det var en avsevärd skillnad mellan hur en dator fungerade och hur en människa tänkte?

Kunskap och information

Datorernas elektronhjärnor innehöll information som någon programmerare lagt in där. Men vad innehöll människornas neurala nätverk? Var det samma sak?

Albert erinrade sig att någon hade framhållit att människornas hjärnor innehöll kunskap. Men var kunskap detsamma som information? Eller var information råmaterialet till kunskap? Var kunskap sådant som krävde en mänsklig bärare? Skapades inte kunskap då en människa, med sina förförstållningar och livserfarenheter växelverkade med det erbjudande om kunskap som information innebar.

Om det förhåller sig på det sättet så kommer det alltid att finnas en markant skillnad mellan datorers- och människors minnen och hjärnor. Datorn minne kan i bästa fall bara liknas vid ett skafferi som man kan ta fram information ur. På tyska heter också ett datorminne "speicher", skafferi.

Men fanns det då inte datorer som kunde lära sig saker själva, dvs programmera sig själva? Albert erinrade sig försök att skapa läroaktiga datorer. Han hade sett förbluffande och spännande demonstrationer om hur datorer löser uppgifter inom ramen för givna förhållanden. Men steget därifrån till jämförelse med mänskligt agerande är nog långt. Kommer en dator någonsin att kunna skriva poesi med inlevelse? Att bara stapla ord kan den naturligtvis.

Men osvuret är bäst.

AC - BC

Klart var i alla fall att införandet av datorer och datorkraft på ett avgörande sätt hade påverkat livet i samhället. Skämtsamt hade man i engelsk text talat om BC och AC. Inte som förr i meningen "before Christ" och "after Christ" utan i bemärkelsen "before computer" och "after computer". Det kanske fanns en sanning i detta synsätt. Kanske gick det en vattendelare mellan generationerna som var födda före ca år 1980 och dem som var födda efter. Det var då som datorboomen verkligen tog sin början.

Förhistoria

Nåväl. Datorn måste väl som allt annat ha något slag av förhistoria, tänkte Albert, som var historiskt intresserad. Men hur började det egentligen? Vad består en dator egentligen av?

Alberts tankar vandrade tillbaka till 1600-talet då den unge Blaise Pascal tyckte synd om sin far, som var tulltjänsteman och hade långa räkneuppställningar att räkna sig igenom. Pascal ville på något sätt hjälpa sin far och konstruerade därför en mekanisk räknemaskin.

På samma sätt som senare ångmaskinen kom att avlasta människans muskler, så var räknemaskinen avsedd att avlasta människans hjärna. Egentligen påminns vi mer om Pascal då vi kollar trycket i våra bildäck än ifråga om datorer.

Olika andra slag av räknehjälpmedel såg också dagens ljus bl a räknestickan.

Albert log lite för sig själv vid minnet av hur eleverna i en av hans klasser en gång undrade över vad det var för ett märkvärdigt konstverk som hängde på väggen i en av mattesalarna. Det var en stor räknesticka.

Genombrott: Hårdvara & mjukvara

På Science Museum i London, erinrade sig Albert, att han hade sett en stor mekanisk konstruktion från 1800-talet. Det var prototypen till den mekanisk dator som den visionäre engelsmannen Charles Babbage hade konstruerat. Tillsammans med sin väninna Lady Ada Lovelace hade Babbage föresatt sig att bygga en apparat, som i princip kunde lösa samma uppgifter som dagens datorer.

Problemet var bara att istället för transistorer och chips, som ännu inte hade sett dagens ljus, så använde Babbage kugghjul och hävstänger. Även om Babbage i sina visioner var långt före sin tid, så hade han inte möjlighet att lösa de problem som han stötte på med de tekniska medel och den hårdvara som stod honom till buds vid den tiden. Hade han inte varit så omständlig så hade han kanske ändå kunnat komma närmare lösningen. I vilket fall som helst markerar hans insatser en milstolpe på vägen mot den moderna datorns hårdvarukonstruktion.

Den programmering som Ada Lovelace stod för innebar emellertid ett pionjärbete och innehöll grunden till de program som vår tids datorer använder. Det var ett viktigt genombrott. Ada Lovelace har fått ge namn åt det datorspråk Ada, som styr all datorstyrd amerikansk krigsapparat som missiler och kryssningsrobotar.

Många enskilda problem återstod emellertid att lösa innan Babbages visioner kunde ta funktionell form som fungerande apparater. Men man måste börja med visionerna.

Tankemönster

I våra hjärnor har vi präglat in olika slag av tankemönster, tänkte Albert- Lärande innebär att skapa tankemönster och associationsbanor som vi kan nyttja då vi stöter på problem. När vi skall räkna ut längderna på sidorna i en rätvinklig triangel så plockar vi fram Pythagoras sats ur minnet och använder den.

Men tänk om vi ställs inför ett problem som vi inte kan lösa med hjälp av inlärd standardlösningar?

Paradox

Alberts tankar vandrade till den gamle antike filosofen Platon som hade sagt att vi inte kan lära oss någon ny sanning. Platon argumenterade fullt logiskt genom att framhålla att om vi redan besitter sanningen så kan vi inte lära oss den. Om vi däremot inte besitter sanningen, så kan vi inte känna igen den då vi träffar på den. Så egentligen kan vi inte lära oss något nytt. Det är en paradox att vi faktiskt kan lära oss något.

Teknikhistorien är full av hugskott vars potential inte kunde anas förrän efter en lång inkubationstid. Telefonen, bilen och penicillinet har en sådan historia.

Albert funderade över vad det är för några tankefoster som exponeras på utställningar och mässor, men vars samhällsomvandlande potential fortfarande är förborgad?

Visioner

Innan Albert funderade vidare på paradoxen så reflekterade han över att om vi nu är mönstertänkande varelser som begränsas av de mönster som vi har i våra hjärnor, så skulle det väl vara bra om vi försökte att lägga en del mönster liksom utanför hjärnan i form av visioner.

Kanske just uppgiften att med våra elever försöka skapa visioner om framtidens datorer skulle göra det lättare för dem att känna igen sig i en obekant tekniska värld. Kanske skulle de kunna fundera över konsekvenserna av en viss utveckling innan den är över oss. Det är ju inte alls säkert att all teknisk utveckling enbart är positiv.

Genombrott: elektromekanik

När Albert hunnit så långt i sina tankar så gjorde han ett mentalt kvantsprång från den historiska och filosofiska nivån till modernare tid. Han erinrade sig att han hade läst hur tysken Konrad Zuse redan under andra världskriget hade konstruerat den apparat som kommit att kallas för världens första moderna dator, Z 3. Zuse kallades vid ett tillfälle in till krigstjänstgöring på östfronten. Han kommenterade detta med orden: ”När andra lämnade sin familj, så lämnade jag min Z3.” Han hade så små resurser att han var tvungen att bygga datorn hemma i sin lägenhet. Men han hade en vision att följa.

Albert hade faktiskt också sett den datorn demonstreras på Deutsches Museum i München. Den bestod av en hel vägg av knäppande elektromagnetiska reläer. Inför de tyska åhörarnas beundrande blickar hade maskinen på några sekunder adderat talen 17 och 35. Inte mycket jämfört med dagens maskiner som utför millioner beräkningar per sekund, men denna enkla bedrift innebar ändå ett enormt genombrott. Hjärnans arbete kunde nu ersättas med maskinellt utfört arbete.

Genombrott: elektronrör

Amerikanarna var inte långt efter med sin till omfånget stora dator ENIAC. Den var bestyckad med elektronrör och drog lika mycket ström som ett helt villaområde. Dessutom var elektronrören känsliga och gick lätt sönder. Dessa tidiga datorer var en förutsättning för de allierades lyckosamma krigsföring mot tyskarna. Med hjälp av dessa datorer kunde man nämligen avkoda de instruktioner som tyskarna sände till sina truppstyrkor.

Albert minde hur han på 1960-talet hade besökt ett datorlaboratorium och beundrande stått framför en vägg med blinkande elektronrör – vad tiden går! Det var emellertid ett enormt genombrott som skedde då elektronrör ersatte elektromekanik.

Från superdator till soffa

En bit ifrån, på Deutsches Museum, stod superdatorn Cray. Det var med den som det svenska planet Gripen hade konstruerats. Cray var världen snabbaste dator på 1970-talet. Nu tjänade den mest som en soffa att sitta på. Dess hölje omgavs nämligen av en soffliknande konstruktion. Från superdator till soffa på några decennier. Farten svindlar! Vart kommer det att leda?

Genombrott: transistoren

Albert erinrade sig att två viktiga genombrott skedde år 1947. En grupp forskare i USA had vid jultiden 1947 lyckats få den första moderna transistoren att fungera. Man kunde nu, med hjälp av en liten komponent, förstärka och påverka andra strömmar. Transistoren var bara bråkdelen så stor som ett elektronrör och drog nästan ingen ström alls. Den hade i motsats till ett elektromagnetiskt relä heller inga rörliga delar som kunde krångla.

Genombrott: Den integrerade kretsen

En bit därifrån fanns en modell av amerikanen Jack Kilby's konstruktion: den första integrerade kretsen. Kretsen innehöll ett par transistorer och några motstånd på en och samma platta. Det var inte mycket att komma med i jämförelse med dagens chips med millioner komponenter.

Men Kilby's konstruktion innebar det avgörande genombrottet för miniatyrisering av komponenter. Kilby's visioner kom att bli vägledande för den fortsatta utvecklingen. Han mottog sitt välförtjänta Nobelpris år 2001.

Återigen ser vi hur visioner öppnar nya och obanade vägar. Numera talar man inte bara om integrerade kretsar utan om SoC, system on a chip.

Genombrott: Datorarkitektur

Det andra stora genombrottet togs av matematikern John von Neumann. Denne föreslog ett nytt datorkoncept som innebar att man, i motsats till tidigare uppkopplingar med elektriska sladdar, skulle kunna koppla upp datorn med hjälp av program som finns i datorns minne.

Det var ett avgörande genombrott som innebar att bara mjukvara behövde hanteras då datorn skulle användas för olika ändamål.

Det konceptet har medfört att datorn blivit det flexibla hjälpmedel som det är numera. Albert reflekterade över att trots alla fräckt designade lådor till datorer så är alla datorer ändå von Neumann datorer från strax efter andra världskriget. Finns det ingen annan utveckling som skulle kunna vara möjlig därvidlag?

Innovationsprång

Med eftertanke erinrade sig Albert hur det svenska företaget Facit Åtvidaberg hade saknat såväl visioner som visionärer. Företaget var en tid världsledande inom tillverkningen av mekaniska räknemaskiner.

Ledningen för företaget insåg inte, eller ville inte inse, det hot som kom från Japan där små elektroniska räknemaskiner började tillverkas och lanseras. Dessa blev både snabbare och billigare än de mekaniska maskinerna. Att inte Åtvidabergsföretaget finns längre är en naturlig konsekvens av bristen på visioner.

Det kanske ligger något i det citat som tillskrivs Einstein: "Fantasi är viktigare än kunskaper." Visst behövs det mycket kunskaper men att inte tillmäta fantasin betydelse kan bara leda "kärprätt åt helvete." Om man nu, inför dessa allvarliga betraktelser, får använda ett genuint och kärvt svenskt ordstäv. Spåren förskräcker.

Genombrott: ZX81

Redan 1980 hade Albert tillsammans med sina elever beställt byggsatser från England till den lilla datorn ZX 81. Den kunde kopplas till en vanlig TV. Den var försedd med ett minne på 1k. Det betyder att dess minne kunde innehålla ca 1000 sk byte. En byte bestod av åtta bitar, dvs ettor eller nollor.

Det var inget att skryta med i jämförelse med dagens datorer som innehåller minnen som är miljarder gånger större.

Men återigen innebar ZX 81 ett avgörande genombrott. Datorn blev tillgänglig för stora grupper.

Som ett kuriosum erinrade sig Albert att han av skolledningen med viss svårighet hade fått de billiga datorbyggsatserna betalda. Det var något helt annat än den miljarddrullning inom skoldatavärlden som vi sett senare. Vikten av kunskap om datorer och deras potentiella möjligheter är således tydligen väldigt viktigt för utveckling av företagsamhet kring en innovation.

En annan sak som slog Albert såv ar det att egentligen kunde han med den lilla ZX81 'an utföra precis alla de konststycken som moderna datorer excellerar med. Man kunde koppla på olika externa enheter och styra och reglera processer.

Egentligen finns det vissa kärnkunskaper även inom den snabbt föränderliga datorvärlden som är invarianta. Det är ofta så att design fungerar som kosmetika medan funktionen är densamma som för decennier sedan.

Korsning: Skrivmaskin & TV

Ja, fortfarande var datorn en korsning mellan en skrivmaskin och en TV skärm. Albert erinrade sig hur ny teknik ofta i sig hade den tidigare tekniken utmärkande drag. Den första bilen såg ut som en hästvagn, men utan häst. Den första elektriska motorn såg ut som en ångmaskin. När skulle datorn kunna tänkas få sin egen unika form?

Genombrott: Internet

Ett avgörande genombrott kom då datorn även korsades med telefonen och Internet utvecklades.

Internet var ett arv från det kalla krigets dagar. Militären i USA, som fruktade ett atombombsanfall under 1960-talet, tog sig före att utveckla ett helt nytt kommunikationsnätverk.

Det byggde på att ett meddelande delades upp i små paket som sändes ut på ett nät som inte hade några förbestämda vägar för paketet. Det innebar att om en ledning blev sönderbombad så tog informationspaketen en helt annan väg. Dagens Internet är ett arv från detta koncept och möjliggör världsvid kommunikation mellan datorer som är anslutna till nätet. Kanske har datorn börjat finna sin unika form? Internet var en konstruktion som först på 1990-talet kom den stora allmänheten till del. Albert undrade om det någonsin har funnits någon teknisk funktion eller artefakt som så snabbt har börjat användas av så många?

Framtiden kommer med skutt

Albert funderade lite på visioner om framtiden. En framtid som dock kommer att byggas på den utveckling som redan har skett. En framtida utveckling måste ta hänsyn till såväl naturvetenskapliga lagar och begränsningar som möjliga tekniska utvecklingslinjer.

Albert funderade mycket över hur utvecklingen av datorn hade gått till. Det var ju inte alls en kontinuerlig utveckling utan resultatet av en följd av oförutsebara hopp och tekniska genombrott. Det kallas med finare språk innovationssprång.

Vad månne framtiden ha att bjuda på mer av sånt? På samma sätt som Platon en gång resonerade om vår oförmåga att känna igen framtida tekniska byggstenar så undrade Albert vad i vår tid det var som var så svårt att känna igen. Kanske var det just de unga eleverna som skulle kunna hjälpa till med denna igenkänningsprocess? De var inte förstörda av tyngande erfarenheter som hade låst deras tankebanor i speciella fåror

Lateralt tänkande.

För ca två hundra år sedan framhöll filosofen Immanuel Kant att erfarenheten lär oss hur saker förhåller sig, men inte hur de *skulle kunna* förhålla sig. Just vikten av att se framåt betonas av alltfler pedagogiska visionärer bl a av Edward de Bono som skrivit många böcker i ämnet. Han är kanske mest känd för att ha präglat uttrycket *lateralt tänkande*. Enligt detta gäller det att i sitt tänkande försöka ställa etablerade föreställningar på huvudet. ”Varför är inte hjul fyrkantiga?”, frågar han provocerande.

Byfånen

Albert återvände till Platon som i en dialog lät Sokrates beskriva skillnaden mellan tokiga och riktiga tankar. Vilken byfåne som helst kan komma med ett tokigt förslag. Skillnaden mellan det tokiga och det vettiga är, enligt Platon, att det vettiga kan förbindas med annat kunnande som är känt, etablerat och fungerande.

Det är ingen bra idé att bara komma med fantasifulla förslag – förslagen måste på något sätt också vara möjliga att förverkliga inom de ramar som naturvetenskapen och tekniken erbjuder. Med reservation naturligtvis för att tekniken utvecklas vidare. Det krävs emellertid fingertoppskänsla om man vill in-teckna en framtida utveckling.

Vad är det emellertid för trender inom IT och datorutvecklingen som vi kan skönja idag? Jo, enligt den rapport om IT som projekt Tekniks framsyn har tagit fram, så sker utvecklingen främst enligt följande linjer:

1. Det kommer att ske en *teknisk konvergens*. Den minskar eller utplånar skillnaderna mellan tele, data och media. Det innebär att gamla gränsdragningar luckras upp.

2. Det kommer att ske en *teknisk integration*. Den medger att text, tal, ljud, bild och video kan behandlas tillsammans eller parallellt i samma informationssystem. Det innebär att vi med mindre ansträngningar får ta del av mer.

3. Det kommer att ske en *teknisk transparens*. Den möjliggör att tjänster kan erbjudas och nås överallt. Att saker och ting blir transparenta innebär att vi måste vara snabba, handlingskraftiga och hederliga.

Projektets slutsatser är att den fortsatta IT-utvecklingen beror på satsningar som görs ut aspekterna: bred användning, kontinuerlig utveckling, nya tillämpningar och information som värdeskapande resurs.

Nyckelområden för utveckling är: Inbyggd IT överallt; Komplexa system; Gränssnitt; Arkitektur och infrastruktur; Upplevelseteknologi; Informatik; Säkerhetsteknologi.

Människan och tekniken

Det är lätt att glömma bort människan som biologisk varelse med en lång utvecklingshistoria bakom sig i en miljö utan datorer.

Albert undrade om det verkligen var förenligt med den mänskliga naturen att alltid kunna vara uppkopplad och tillgänglig via datorer, email, SMS och Internet? Själv stängde han av sina datorer i två månader under semestern och var mycket lycklig i sin självvalda elektroniska eremitillvaro.

Einstein ställde frågan: "Är den tekniska utvecklingen förenlig med vår biologiska natur?" Einstein framhöll också att medlen fullkomnats medan målet är oklart.

Den finländske filosofen Georg Henrik von Wright kunde inte begripa varför datorerna måste bli allt snabbare och snabbare. Han upplevde en konflikt mellan mål och medel. I den konflikten tog medlen över och strävandet efter snabbhet blev ett mål i sig.

Einstein eller Frankenstein

Hade Albert förmått formulera några visa tankar? Det avgörs nog den dag då elevernas under möda framfödda tankefoster skådar dagens ljus.

Kapitel 9. Albert i cyberrymden

Bredband

Idag är det självklart att alla har en dator hemma, och det är nästan lika självklart att man har tillgång till Internet. Albert var inget undantag. Han hade tidigare haft sin internetkoppling via ett telefonmodem, men numera hade han en bredbandsuppkoppling, av typen ADSL⁵. Albert brukade sitta och surfa den del på sin lediga tid, och mer surfande hade det blivit sen han skaffade bredband. Det som han uppskattade med bredbandsuppkopplingen var att den var snabbare än ett vanligt telefonmodem, och kostnaden var densamma oavsett hur länge han var uppkopplad.

Många av Alberts kollegor och vänner hade också bredband, och när Albert tänkte efter så fanns det många olika sätt att få tillgång till bredband på.

I hans eget fall, då han hade ADSL, så fick han bredbandet genom det vanliga telefonjacket. Det behövdes bara en lite dosa och ett speciellt modem för att det skulle fungera. Hastigheten var 2.5 MBit/s och det är 50 gånger snabbare än det vanliga telefonmodemet. Anledningen till att han kunde få ADSL berodde på att han bodde i en tätort, inte för långt ifrån en telestation. En av Alberts goda vänner hade en annan bredbandsleverantör, och råkade bo nära en telestation, så han kunde, med VDSL⁶, få hela 26 MBit/s

Albert visste att några av hans kollegor hade bredband genom sin kabel-TV-leverantör. Kabel-TV-uttaget hade då tre uttag, istället för två. De behövde också ett speciellt modem för att kunna koppla upp sig. En kollega som bodde i ett flerfamiljshus, och hade ett riktigt lokalt nätverk, LAN⁷, indraget till sin lägenhet. Han kunde koppla in datorn direkt i uttaget utan att det behövdes något modem.

En annan kollega bodde ute på landsbygden. Hon fick sitt bredband via satellit. Uppkopplingen skedde via vanligt telefonmodem och nedladdningen via parabol. Denna lösning hade, dock inte en fast månadsavgift, utan hon betalade för uppkopplad tid. I detta fall låg hastighetsvinsten i nedladdningen.

Albert log lite för sig själv när han tänkte på ordet *bredband*, eftersom det rent tekniskt avsågs basband, men likheten med det engelska ordet *broadband*, och faktumet att det är mer bandbredd, dvs hastighet, än ett telefonmodem så är ordet *bredband* idag ett vedertaget begrepp för en fast datoruppkoppling som är *snabbare* än ett vanligt telefonmodem.

Albert var mycket nöjd med att han skaffat bredband, även om han tvekade lite ibörjan. Han undrade om han verkligen skulle ha nytta av det. Men han upptäckte snabbt att den största fördelen var hastigheten. All kommunikation gick snabbare. En annan fördel, jämfört med telefonmodem var att man inte blockerade den vanliga telefonlinjen. I och med den högre hastigheten och obegränsad uppkopplingstid öppnades möjligheter för många olika tjänster och möjligheter.

E-mailens genombrott

Albert tänkte på alla de förändringar som Internet har medfört i våra kommunikationsvanor och kontaktytor. E-mail var det första, och fick fotfäste under mitten på 1990-talet. E-mailen har minskat volymerna av traditionell post, men även

⁵ ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line

⁶ VDSL = Very High Speed Digital Subscriber Line

⁷ LAN = Local Area Network

volymen av vanliga telefonsamtal. Korta telefonsamtal där man ställer en kort fråga eller bekräftar en uppgift ersätts också av e-mail.

Idag förväntas vi ha en e-mailadress, och vi förväntas läsa den regelbundet. Albert hade förresten tre e-mailadresser. Faktum är att vi ställer högre krav på att folk läser e-mail snarare än vanlig traditionell post. Ett av genombrotten med e-mail var möjligheten att få en gratis e-mailadress som man kunde läsa från en webbsida, och där var Hotmail⁸ föregångaren.

Albert tyckte att fördelarna med e-mail var stora. De största fördelarna var att meddelandet kommer fram omedelbart, och att inga extra kostnader tillkom, vilket det gör med traditionell post och fax. Tack vare snabbheten och priset kan man skicka många, både långa och korta meddelanden. Man kan även skicka med bilagor i form av dokument eller bilder.

Chattens genombrott

Albert hade dock märkt att det ibland kunde behövas mer än ett e-mail, och ibland kan det behövas ett antal e-mail, innan man hade avhandlat ett samtalsämne. Det tar en stund att skicka ett e-mail och ytterligare en stund innan mottagaren läst e-målet, eftersom denne inte nödvändigtvis förväntar sig ett e-mail vid en viss tidpunkt, och först då kan e-målet besvaras. I kölvattnet av denna problematik fick chatten sitt stora genombrott, och denna möjlighet hade även Albert tagit till sig.

Men chatt menas att man skriver korta meddelanden till varandra i realtid. De personer som chattar är uppkopplade direkt mot varandra och meddelandena kommer fram omedelbart precis som ett vanligt samtal. Chatten var förvisso ingen ny uppfinning, men den var runt 1998 som den fick ett folkligt genombrott. Många började även chatta på arbetsplatser, där man upptäckte att man kan ställa korta frågor och spara tid då man inte behöver gå och leta efter en person, eller ringa.

Albert använde olika chattprogram när han chattade. Chattprogrammen är, i sin tur, kopplade till en gemensam server som man loggar in på, och sedan har man en lista med de personer, kontakter, som man bestämt att man vill chatta med. Albert använde de tre vanligaste chattprogrammen MSN Messenger⁹, ICQ¹⁰ och Yahoo Messenger¹¹. ICQ har varit det största systemet, men MSN Messenger börjar komma ikapp i antal användare.

Chattprogrammets funktioner

Albert minns de första chattprogrammen. Då var de enkla och man kunde bara skriva text till varandra. Men de senaste åren hade chattprogrammen utökats med flera sofistikerade funktioner. Numera kan man både ha en ljudkonversation och se på varandra med webbkamera i chattprogrammen. Man kan även skicka filer direkt till den man chattar med eller kanske spela ett spel, exempelvis schack eller dam.

Både MSN Messenger och Yahoo Messenger har funktionaliteterna webbkamera och ljudkonversation. Det blir allt vanligare att man har webbkamera när man chattar med varandra.

En intressant reflektion Albert gjorde var attt är att om man använder webbkamera och ljudkonversation samtidigt så har man faktiskt nått fram till den

⁸ Webbsida: www.hotmail.com

⁹ Webbsida: messenger.msn.com

¹⁰ Webbsida: www.icq.com

¹¹ Webbsida: messenger.yahoo.com

gamla visionen från 70-talet: *bildtelefonen*, dock med en annan teknologi än det från början var tänkt.

När det gäller ljudkonversation så hade ofta Albert problem med MSN Messenger och Yahoo Messenger. Anledningen är att kommunikationen skedde via en server som man är uppkopplad emot, och den hade begränsad kapacitet. Han hade kommit fram till att om man vill ha en ljudkonversation var programmet Skype¹² det bästa. Skype är liknande MSN Messenger, men optimerat för ljudkonversation och man är kopplade direkt till varandra, såkallad Peer 2 Peer. Använder man headset så är det lika bra, om inte bättre, ljud än i en vanlig telefon.

Det som Albert tyckte var bra med en ljudkonversation mellan två datorer var att det kostade inget extra. Man kan alltså prata som i en telefon, med vem som helst i världen som har en dator till priset av ett lokalsamtal eller den vanliga månadskostnaden för bredbandet.

Massmedia

Tack vare Internet hade numera Albert fått tillgång till ett enormt massmedialt informationsflöde. Alla dagstidningar fanns på Internet och detta hade inneburit att dessa medier idag, liksom radion, var snabba medier, dvs man behöver inte ha pressläggningstider, utan kan publicera nyheter kontinuerligt.

Albert brukade även lyssna på radio på Internet. Han upptäckte att många radiostationer fanns tillgängliga, både svenska och utländska. Ibland när han var på dagstidningarnas hemsidor så hittade han, förutom skrivna nyheter och bilder, även animerade grafiska skisser och kortare reportage i form av radio och filmklipp.

Men det mest sofistikerade tyckte Albert var att vissa TV-bolag runt om i världen börjat sända sina program över Internet¹³. Webb-TV-utbudet består mest av små okända stationer, och nyhetsprogram, men den engelskspråkiga kinesiska kanalen CCTV9 brukade Albert titta på ibland. Det enda som erbjöds från Sverige var bandade nyhetsbulletiner från Rapport. Kvalitén på sändningarna över Internet var dock inte den bästa. Det kunde hända att bilden stannade men ljudet fortsatte, och ibland fungerade inte kanalen alls.

Tekniskt sett tyckte dock Albert att webb-TV-konceptet var intressant, eftersom många datorer idag är utrustade med hårdvara för att man skall kunna skicka ut datorbilden till en vanlig TV. Idag erbjuds även olika typer av bredbandsboxar, vilket en enklare dator som man kopplar till TVn och bredbandsuttaket. Men boxen kan man surfa, skicka e-mail, chatta och se på filmer på DVD och på bredbands-TV, och man sitter bekvämt i soffan men tangentbordet i knät, och kanske har man en storbilds-TV eller projektor.

Albert tänkte på att hur utvecklingen av bredbandstjänster kommer att ske vet vi inte idag, men vi vet att vi har en spännande tid framför oss.

¹² Webb sida: www.skype.com

¹³ Webb sida: www.wwitv.com

Kapitel 10. Alberts tankekors

Efter att ha undervisat i teknik under tio år så började Albert fundera över vilka samband som skulle kunna finnas mellan de i tekniken ingående olika delarna. Eftersom Albert hade ett utpräglat behov av att systematisera och strukturera ett stoff för att göra det översiktligt så försökte han att skapa sig en bild av hur de olika delarna i teknik kunde hänga samman.

Tidsperspektiv

Tekniken har varit ett ämnesområde som har utvecklats genom tiderna. Det måste alltså finnas ett utvecklingsperspektiv med i bilden. Albert placerade således **Tidsperspektiv** mitt i figuren. Egentligen skulle han ha viljat skriva historia, men eftersom de som sannolikt kom att studera den här uppställningen inte hade historia som ett favoritämne så undvek han det ordet. Kanske i onödan, men ändå. Med tidsperspektiv på tekniken menade Albert att tekniken hade ett förflutet som påverkade det som fanns nu, men samtidigt var det av yttersta vikt att även fundera över vad som skulle kunna komma i framtiden. Vilka tekniker skulle kommande elever behöva lära sig. Vilka konsekvenser skulle sådana tekniker kunna föra med sig för dem och för deras miljö. Om dess konsekvenser skulle visa sig vara problematiska så kanske man skulle kunna vidta åtgärder för att styra in utvecklingen mot en med fruktbar linje? Ett exempel som han tänkte på var den möjliga utveckling mot ”Hållbar utveckling” som Bruntlandkommissionen hade förslagit. Den menade att man skulle använda jordens resurser för att tillfredsställa den nuvarande generationens behov, men utan att äventyra kommande generationers behov. ”Vi ärver inte jorden från våra fäder – vi lånar den från våra barn.” Det var en slogan som han hade hört tidigare.

Teknik

Till vänster om Tidsperspektiv skrev Albert **Teknik**. Han kopplade ihop begreppen med ett tydligt streck för att markera att de hörde ihop. Albert tänkte på att det fanns ett otal olika definitioner på vad teknik var. Teknikundervisningen på grundskolan definierade teknik som det som man satte mellan sig och omvärlden samt de kunskaper och erfarenheter som man fick i den processen. Att teknik var oerhört omfattande visste Albert av erfarenhet. Vi är tekniker från vaggan till graven. Vi omger oss med alla möjliga och omöjliga artefakter. Men Albert tyckte ändå att den viktigaste tekniken var att kunna kommunicera och den viktigaste artefakten var språket. Just språk och kommunikation hade en gång i tiden räddat den nakna apan som hade ett mycket utsatt läge på savannen, omgiven av vilda och hungriga djur som hon var.

Naturvetenskap

Till höger om Tidsperspektiv skrev Albert **Naturvetenskap**. Tekniken måste i alla lägen grundas på naturvetenskapliga lagar. På samma sätt som tekniken hade ett utvecklingsperspektiv, så hade också naturvetenskapen ett sådant. Dete började hos de gamla grekerna. Den antike filosofen Aristoteles sammanfogade sin tids kunnande till världens första allomfattande världsbild. I den ingick elementen jord, vatten, luft och eld. Dessa bildade klotformiga sfärer som omslöt varandra. Denna världsbild

kännetecknades också av att ett antal lagar gällde där. Aristoteles framhöll att allt som var tillverkat av ett material som hörde till en viss sfär, sökte sig dit genom en naturlig rörelse. En sten som släpptes föll exempelvis till marken, en luftbubbla som blåstes i vatten steg upp till den luftsfär som omgav vattnet osv. Albert gjorde en reflektion över att det var den synliga världens fenomen som utgjorde fundamenten i den världsbilden. Han gjorde också den mentala anteckningen att det var bra att känna till detta sätt att betrakta världen eftersom barn och ungdomar inte kommer till skolan som "oskrivna blad" (Tabula rasa). De har en uppfattning om hur företeelser i vardagslivet hänger ihop. Dessa förföreställningar fungerar dock för det mesta bara i speciella sammanhang och under speciella förhållanden. Det är skolans uppgift att istället ge eleverna en naturvetenskaplig världsuppfattning som är mer generell och som överensstämmer med den naturvetenskapliga världsbilden. Albert drog en kraftig förbildningslinje mellan naturvetenskap och tidsperspektiv.

Nu insåg Albert att han hade konstruerat en horisontell linje med Teknik – Tidsperspektiv – Naturvetenskap, Det var den hårda vetenskapen som representerades där. En för många skrämmande och hämmande sammanställning. Men så fylld med intressanta inslag och helt avgörande för exempelvis frågor om människans överlevnad i en fientlig miljö.

Design

Det borde finnas en vertikal linje också. Efter att ha funderat ett tag så skrev Albert **Design** raakt ovanför Tidsperspektiv. Med design menade han att tillverkning av artefakter, men även den process som artefakterna åstadkoms genom.

Didaktik

Under Tidsperspektiv förde Albert in ordet **Didaktik**. Den tankemodell som han höll på att utarbeta baserades på hans erfarenheter som lärare på olika stadier. Didaktik är konsten att undervisa hade filosofen Jonas Amos Comenius framhållit redan på 1600-talet. Didaktik var alltså inte bara ett hatverk utan en konst. Det är en konst att fånga ett auditoriums uppmärksamhet och att kunna hålla dess intresse upp så länge att något slag av lärande kunde ske. Inom science center rörelsen talar man om att konstruera montrar som för det första skall ha "attraction power" och dra uppmärksamheten till sig. För det andra skall de ha "attention power" för att behålla uppmärksamheten för att för det tredje kunna utöva sitt "learning power". Egentligen är dessa tankar lika väsentliga för en lärares verksamhet. Man måste kunna få ett auditoriums uppmärksamhet, hålla den kvar och sen också kunna påverka den så att ett lärande kan ske.

Albert insåg att detta var den första och inre kärnan i denna översiktliga modell för hur teknik hänger ihop med andra ämnen. Han funderade vidare och fann att han skulle behöva en yttre krets av begrepp som belyste begreppen i den inre kärnan.

Teknologi

På den horisontella axeln skrev han till vänster om Teknik in ordet **Teknologi**. Han fundrade öve skillnaden mellan teknik och teknologi. För det första innehåller båda orden ordstammen Techne som går tillbaka till ett grekiskt ord för "att göra". Logos betyder i sin tur "ord". Man skulle således kunna säga att teknologi betyder "teknikens ord". Och vad är nu det? Jo man skulle kunna tolka det som den teknik

som mans tuderar på tekniska högskolor där man lär sig teknik meddels formler och teorier. Detta står i viss motsats till begreppet teknik som i sig innefattar med av medborgarkunskap eller ”vardagsvishet”.

Världsbilder

På samma sätt fann Albert att det till höger om Naturvetenskap skulle stå **Världsbilder**. Genom tiderna har olika världsbilder formulerats för att sammanfatta de olika kunskapsfragment som olika forskare kommit fram till. Människan strävar alltid efter att förstå sin omvärld. För att göra det så måste hon sammanfatta sin tids vetande vid olika tider till en enhet som hon sen kan utgå ifrån. Man kan tala om olika paradigmen. Det sker vid vissa tillfällen paradigmskiften. Den första allomfattande världsbilden var den Aristoteliska på 300-talet före Kristus. Den världsbilden varade i mer än 1500 år tills en ny sammanställning skedde som kunde kallas den Newtonska världsbilden. Sen tog det bara ca 300 år till en ny världsbild som man skulle kunna kalla den Bohr-Einsteinska kom. Dessa världsbilder har haft en enorm påverkan på teknikens utveckling. På samma sätt kan man se hur teknikens utveckling har föranlett utvecklingen av nya världsbilder.

Process-produkt-konst-hantverk

Sen lyfte Albert blicken till Didaktik. Han fann efter en stunds funderande att han där måste komplettera det begreppet med en liten figur som bestod av en horisontell linje med orden **process – produkt**. Denna horisontella linje skars av en vertikal linje med orden **konst-hantverk**. Designens historia har kännetecknats av diskussioner som utgått från dessa poler. Skall en designer ta sin utgångspunkt i konstnärlig verksamhet eller i hantverk. Skall design betraktas som en process av något slag, som även har utvecklats enligt en mall som innehåller begreppen: behovsinventering, forskning, analys, syntes, konstruktion, utprovning och kommunikation. Eller skall en designer för sin kund utveckla olika prototyper av produkter som sen kunden kan välja bland?

Kognition

På samma sätt ville Albert utveckla tankar kring didaktik. Han skrev under det ordet **kognition**. Det fackuttrycket står för de processer som försiggår i hjärnan. Tankar skulle kunna kallas för kognitiva handlingar. Tankar om hur man tänker kallas för metakognition.

Denna ansats leder också direkt till olika teorier för lärande. Här associerade Albert genast till den schweiziske pedagogen Jean Piaget som framhöll vikten av att betrakta lärande i form av utveckling av tankestrukturer. Dessa skulle med en metafor kunna beskrivas som nät. När i vilka ny information kan placeras. En ny informationsbit kan då antingen hamna i mellanrummet mellan nätmaskorna eller i en knutpunkt där nätets trådar möts. Om informationsbiten hamnar i ett mellanrum så försvinner den troligen. Om däremot informationsbiten hamnar i en knutpunkt så ansluter den till andra befintliga delar av nätet och byggs in i nätets struktur och gör det starkare. Detta är naturligtvis bara ett bildligt sätt att uppfatta lärande, men det kan ändå ge upphov till värdefulla insikter i hur undervisning bör bedrivas. Man måste försöka att infoga det nya till det gamla. Det innebär att man måste ta hänsyn till elevernas förförelse och bygga på det. Den amerikanske didaktikern David

Ausübel framhöll redan på 1960-talet att det viktigaste vid undervisning var: ”Tag reda på vad eleven kan – utgå från detta.” På sätt och vis är det en självklarhet för erfarna lärare. Den här metaforen kan också tjäna till att förklara hur förståelse sker. Förståelse inbegriper helt enkelt att eleven kan associera det nya till sina befintliga föreställningar. Dessa utgör de verktyg som förståelsen bygger på.

Albert skrev ned ner de didaktiska verktygen som utgörs av frågorna: Vad? Hur? Varför?

Enligt de svenska kurs – och läroplanerna så är bara nationella mål givna. Vägen till dessa kan emellertid läraren välja själv. De didaktiska verktygen kan ge vägledning: Vad skall jag välja för stoff? Hur skall jag framställa det? Varför väljer jag just det här stoffet? Varförfrågan är naturligtvis den viktigaste i det här sammanhanget. Den leder också vidare till forskningsfältet.

När Albert hade kommit så långt så började han fundera över om det inte kunde finnas några begrepp som skulle kunna sammanbinda **Teknik – Naturvetenskap – Design – Didaktik?**

Efter en stund kom han på att han skulle kunna rita en böjd linje från Didaktik till Teknik. På den linjen skrev han **Distribuerad kognition**. Med det uttrycket menade Albert att alla de artefakter som har tillverkats inom tekniken innehåller tidigare generationers tänkande och mödosamma utförande. Dessa artefakter kan emellertid inte själva framföra sitt budskap. Det behövs lärare för att beskriva dessa artefakters funktion samt den kontext, tid, eller sammanhang som de utvecklades i. Detta kan bara utbildade lärare göra. Därför är just läroutbildning viktig.

PCK

På samma sätt förband Albert Didaktik med naturvetenskap med en båglinje på vilken han korty skrev **PCK**. Vid närmare eftertanke skrev han ut det fulla uttrycket **Pedagogical Content Knowledge**. Det var ett uttryck som lanserades av den amerikanske pedagogen Lee Schulman år 1987. Med det menas att studenter i vanliga fall studerar ämneskunskap och utgår då från ett ämnesinnehåll, content knowledge. Men man står sig som lärare slätt om man bara direkt vill undervisa utgående från ett ämnesinnehåll. För att undervisningen skall kunna fungera så måste ämnesinnehållet omvandlas till något för de studerande förståeligt på deras villkor. Läraren måste kunna ta elevens perspektiv i relation till ämnesinnehållet. Det rena ämnesinnehållet som man undervisar om på universitet utgår från ett forskar- och ämnesperspektiv. Det går inte att överföra till studerande som är på en helt annan nivå. Det är ogörligt att rakt av möta elever som ofta har ett artistotelist perspektiv men skall tänka utgående från Newtons perspektiv. Den engelske didaktikern Maurice Ebinson har skrivit en tänkvärd artikel på det temat, redan titeln säger allt: *Newtonian in Mind but Aristotelian at Heart*.

SWOT

Ytterligare en cirkelbåge förband Design med Naturvetenskap. Där skrev Albert också helt kort: **SWOT**. Även detta kände han att han måste förtydliga. Han ville egentligen dra uppmärksamheten till de möjligheter och de begränsningar som de naturvetenskapliga lagarna innebar.

- **S** står för Strength. Hur nyttjar en viss konstruktion de möjligheter som naturvetenskaplig kunskap innebär?

- **W** står för Weakness: Håller sig designern inom de ramar som naturvetenskapen ger?
- **O** står för Options: Kan man lösa problemet på ett annat sätt?
- **T** står för Threat: Finns det någon svaghet i konstruktionen som hotar den?

Form och funktion

En sista cirkelbåge förenade Design med Teknik. På den skrev Albert **Form och Funktion**.

Det är väsentligt att diskutera dessa begrepp då man gör en konstruktion. Skall formen visa på funktionen? Kan man konstruera något så att man inte behöver en manual för att kunna hantera artefakten? Är formen till för att tillföra artefakten något påklistrat kosmetiskt som gör artefakten mer attraktiv bara? Albert tänkte på det uttryck som den kände amerikanske designern Raymond Loewy hade skapat för att känneteckna kärnan i sin verksamhet: MAYA. Det stod för Most Advances, Yet Acceptable. Med det menas att en designer ofta måste vara ledande ifråga om utseendet på produkter. Han måste kunna på ett visionärt sätt se det som ännu inte är synligt.

När Albert betraktade sin modell så fann han att den hårda linjen, som förband Teknik med Naturvetenskap korsade den mjuka linjen som förband Design med Didaktik i skärningspunkten där Tidsperspektiv befann sig. Det ett norskt uttryck kan man beskriva det som ett *tankekors*. Albert hade inte skrivit ut samhälle någonstans men tänkte sig att modellen som bakgrund hade samhället med alla dess aspekter av ekonomi, ideologi mm. Visst var det ett reduktionistiskt sätt att framställa och strukturera ett omfattande material.

Albert insåg till fullo att han hade gjort ett urval av faktorer och gestaltat dem. Men han tänkte i sitt stilla sinne att den som tar sig tid att studera modellen naturligtvis inte skall försöka lära sig den utan istället betrakta modellen som en utgångspunkt för sitt eget tänkande.

Ordlista

Lista över ord och begrepp i naturvetenskap och teknik.

Varför skriva en lista med ord och begrepp inom naturvetenskap och teknik?

I ordlistan utreds ett antal begrepp inom såväl skolämnet Teknik som den del av fysiken som utgör en lämplig grund för tillämpningar inom Teknik. Först presenteras några övergripande tankar. Därefter behandlas ett antal centrala begrepp. Efter detta ges exempel på vanligen förekommande laborativ utrustning. I förekommande fall behandlas konnotationer eller bibetydelser hos begreppen varvid skillnader mellan begreppens användning inom vetenskaplig- och vardaglig diskurs belyses.

Beskrivningen av begreppen syftar bl a till att dra uppmärksamheten till skillnader i begreppsanvändningen i vardagsspråk och i vetenskaplig framställning. Som metodik föreslås att de behandlade begreppen diskuteras av deltagarna varvid under diskussionens gång begreppens naturvetenskapliga kärna och användning i vardagen belyses. Av vikt är därvid att olika tolkningsmöjligheter av begreppens innehåll lyfts fram. Till ledstjärna tas lämpligen filosofen Ludwig Wittgensteins kända tes: *"Orden får sin betydelse genom sin användning i språket."* Språket är lärarens utan jämförelse viktigaste redskap. Språklig kommunikation utgör ett viktigt medel för undervisningens genomförande.

Ifråga om laborativ utrustning föreslås att några arbetspass, under sakkunnig ledning, förläggs till ett skollaboratorium. I denna miljö bör de i kursen deltagande lärarna få möjlighet till att praktiskt använda relevant laborativ utrustning. Till ledstjärna här tas lämpligen pedagogen John Deweys kända tes: *"Learning by doing."* Man lär det man gör. Denna presentation av laborativ utrustning tjänar också ändamålet att för ovana lärare presentera de möjligheter som samverkan med andra discipliner kan leda till.

Som övergripande maxim, för undervisningens genomförande, kan man ange filosofen David Ausubel's ofta citerade yttrande: *"Det viktigaste i pedagogiken är att ta reda på vad eleven kan. Ta detta som utgångspunkt för Din undervisning."* Att utgå från lärarnas egen bakgrund, deras egna mentala scheman är kanske den väsentligaste komponenten i den svåra processen av introduktion in i teknikens- och naturvetenskapens skolkultur. Kanske kan denna ordlista därvid hjälpa till att initiera den mental process som måste ske på ett metakognitivt plan. Man blir en reflekterande praktiker genom att reflektera över sin praktik och genom att i praktisk undervisning utgå från de teorier som bygger upp ämnesdisciplinen till såväl form som innehåll.

Övergripande tankar

Aristotelisk världsbild: Elever identifierar ofta naturvetenskapliga begrepp och resonerar om dessa begrepp på samma sätt som den grekiske filosofen Aristoteles gjorde för mer än två tusen år sedan.

Aristoteles utgick från världen som den framträdde för människornas sinnen. Det var ett antropocentriskt och empiristiskt synsätt där människan befann sig i centrum: *"Det som är, det är"*.

Aristoteles delade in världen omkring oss i fyra olika sfärer: Jordsfären, vattensfären, luftsfären och eldsfären. Inom dessa sfärer gäller olika lagar. Föremål av olika material söker sig till sin naturliga hemvist, dvs. den sfär som de kom ifrån.

Diskurs: Genomgående, i denna ordlista, görs en jämförelse mellan ord och begrepp som används inom naturvetenskapen och inom tekniken: Man kan uttrycka sig inom den *naturvetenskapliga och tekniska diskursen* som här förkortas till *NTD*. Man kan också uttrycka sig inom det vardagliga sättet att tala, dvs den s.k. *vardagliga diskursen* som här förkortas till *VD*. Begreppet diskurs betyder ett sammanfattande sätt att tala och kommunicera inom ett fackområde där begrepp är en entydigt beskrivna. De ingående begreppen definieras inom en diskurs så att de hänger ihop med varann.

Känt – okänt: En annan övergripande princip är att, inom naturvetenskaplig och teknisk diskurs, förklarar man det *kända* med hjälp av det *okända*. Exempelvis så beskriver man materiens beståndsdelar med hjälp av atomer som är så små att de är osynliga för människan.

Inom vardaglig diskurs, förklarar man istället det okända med hjälp av det kända. Man kan försöka förklara vad atomer är för någonting genom att ge dem vardaglig gestalt. Detta leder tyvärr, i många fall, fel.

Information – kunskap: Det är väsentligt att man gör klart för sig vad som är *information* och vad som är *kunskap*. Enligt den vedertagna definitionen på dessa begrepp gäller att information är det som finns tillgängligt i böcker eller i databaser. Det är sådant material som inte finns i någon människas mentala strukturer. Med kunskap åsyftas däremot kunnande som förutsätter ett mänskligt subjekt som använder kunskapen. Information kan således förfinas och utvecklas till för människor användbar kunskap.

Tre världar: En strukturering av materialet i ordlistan har skett utgående från att vår omvärld lämpligen kan delas upp i tre från varandra skilda delar. Dessa utgörs, sett ur ett fysikaliskt perspektiv av: *Makrokosmos* eller universum där relativitetsteorin gäller; *mikrokosmos* eller atomens värld där kvantfysikens lagar gäller samt *vardagsvärlden* där Newtons lagar gäller. Som underrubriker till dessa delar används i vetenskapen vedertagna rubriker, som optik, akustik mm.

Inom didaktisk teoribildning har det förts fram tankar om att en elev måste kunna utföra "*kvantsprång*" mellan de begrepp som gäller i den vetenskapliga diskursen och de begrepp som gäller och bekräftas i vardagsvärlden. Lika lite som ett vetenskapligt synsätt fullt ut kan nyttjas i vardagen gäller emellertid det omvända. Detta leder vidare in på diskussionen om ifall det råder artskillnad eller gradskillnad mellan vetenskap och vardagskunskap. Det är en fråga som man som lärare bör reflektera över. Ordlistan syftar till, att i ett antal enskilda fall, belysa den frågan.

Vetenskap -ovetenskap: En viktig *demarkation* eller avgränsning finns mellan det, som man betecknar som vetenskap och det som kan kallas för ovetenskap. Elever kan i sin vardagsvärld ha olika uppfattningar om gränsdragningen. I vardagsvärlden förekommer såväl slagrutor, horoskop som astrologi. Det finns således anledning till att diskutera vad som skiljer etablerad vetenskap från ovetenskap. Det är en fråga som engagerar ungdomar.

Vad skall man kräva att beprövad erfarenhet och tillförlitlig vetenskap skall uppfylla för kriterier för att man skall kunna utveckla en på sådan vetenskap fungerande teknik?

Frekventa begrepp.

Mekanik, ett sätt att hantera vissa fenomen i vardagsvärlden.

Namnet mekanik kommer från ett grekiskt ord som betyder "*att överlista naturen*". Med block och talja, lutande plan, hävstänger med mera trodde man, under antiken, att man kunde överlista naturen.

Senare, under tidig medeltid, utvecklades detta förhållningssätt till den tes som kom att kallas för "*mekanikens gyllene regel*". Regeln utsade att det som man vid utförande av ett arbete vann i kraft förlorade man i väg.

Numera betraktas denna regel som en tillämpning av det fysikaliska begreppet *arbete*. Mekaniken utgör grunden för mycket av den teknik som används i vår vardagsvärld. Det märkliga är hur det går att härleda alla mekaniska fenomen i vår omvärld till bara fyra lagar. Dessa härleddes av den kände fysikern Isaac Newton (1643-1727) och kallas följdriktigt för Newtons lagar. De förklarar inte bara mekaniska skeenden på jorden utan även rörelser på himlavalvet.

Arbete: Det är ett begrepp som är väl definierat inom NTD som produkten av kraft och sträcka. Det är därvid av vikt att skilja på *fysikaliskt* arbete (arbete i enlighet med fysikens lagar) och *fysiologiskt* arbete (det arbete som en människa utför med sin kropp). Det är exempelvis tungt att med rak arm hålla ut en vikt utan att förflytta den. Fastän detta är ansträngande att utföra fysiologiskt, så uträttas det därvid inget arbete i fysikalisk bemärkelse.

Arbete, i vardaglig bemärkelse, kan också vara en uppgift som det gäller att fullborda. Det kan vara ett tungt arbete i bemärkelsen svårt att utföra. Om man jämför detta med NTD så kommer man emellertid närmast till begreppet energi.

Acceleration: Begreppet har i naturvetenskaplig- och teknisk diskurs, NTD, en exakt given definition som uttrycks i form av hastighetsändring per tidsenhet.

I vardaglig diskurs, VD, talar elever om att accelerera i den vidare betydelsen att öka sin fart utan att specificera hur detta kan ske eller kvantifieras.

Centrifugalkraft: Begreppet används i VD för att beskriva den tröghetskraft som uppkommer exempelvis vid kurvtagning med bil. Centrifugen i en tvättmaskin är en välbekant apparat i hemmet. Inom tekniken talar man om en centrifugalregulator som används för att reglera varvtalet på en motor.

Inom fysik beskrivs fenomen av detta slag med begreppet "*centralkraft*". Inom fysiken säger man rent av att det inte finns någon centrifugalkraft. Här ser vi hur ytterligare en distinktion uppstår. Förutom naturvetenskaplig och vardagsdiskurs finns det en teknisk diskurs. Det är således viktigt, för att kommunikation skall fungera, att hålla reda på inom vilken diskurs man talar. Man talar i engelska om "repacking" då man gör om ett fysikaliskt begrepp till ett tekniskt.

Effekt: Begreppet är inom NTD definierat som energiutveckling per tidsenhet. Det är lätt att förväxla energi och effekt.

Exempelvis talar man inom VD om hästkrafter för en motor, detta är en effektenhet, men förefaller vara en energienhet eller också kan det förväxlas med beteckningen på kraft.

Numera uttrycker man hellre en motors effekt med enheten kW, kilowatt, som är en entydigt definierad effektenhet. Ett av problemen med denna beteckning är att läroböckerna använder bokstaven W för såväl begreppet energi som för enheten för effekt som är Watt.

Energi: Begreppet definieras inom naturvetenskaplig diskurs exempelvis som produkten av kraft och sträcka. Inom den diskursen talas det också om olika energiformer som lägesenergi och rörelseenergi.

Begreppet kan i vardaglig diskurs ta sin utgångspunkt i ett antropocentriskt resonemang varvid eleven utgår från sin egen kropp. Eleven kan därvid tala om att vara "energisk" i betydelsen av att vara fylld av verksamhetslust.

Friktion: Begreppet är väl definierat inom NTD som kvoten mellan två krafter, dragkraft och normalkraft. Dess storlek uttrycks med hjälp av ett tal, friktionskoefficienten, som ligger mellan 0 och 1.

Inom VD används begreppet på ett mindre precist sätt. När man talar om friktion så betecknar man i allmänhet något som gör motstånd mot rörelse.

Att arbete genom friktion övergår till värme kan man lätt pröva genom att gnida händerna mot varandra. I detta försök upplever man hur ett experimenterande och utforskande arbetssätt leder till resultat som kan förklaras på ett intuitivt sätt, men därvid dock ej kvantifieras och göras till föremål för de matematiska beräkningar som behövs för att fenomenet skall kunna nyttjas i tekniken där *optimeringar* (att få något att fungera så bra som möjligt) är en förutsättning för ett lyckat resultat.

Kraft: Begreppet beskrivs inom naturvetenskaplig diskurs som produkten av massa och acceleration i enlighet med Newtons andra lag. Inom VD talar elever om att de är "kraftiga" i bemärkelsen av att exempelvis orka mycket. En elev kan ha mycket kraft i betydelsen av att vara stark. Dvs. eleven har en potentiell möjlighet till att utveckla kraft.

Kraft och rörelse: Inom NTD gäller enligt Newtons lagar att det för att åstadkomma förändring av ett rörelsetillstånd erfordras en kraft.

Eftersom elever ofta tänker i aristoteliska termer så har de i många fall en uppfattning av att det fordras en kraft för att ett föremål skall röra sig. Det senare betraktelsesättet kan på sätt och vis vara funktionellt i vardagsvärlden och bekräftas där. Detta synsätt är emellertid inte förenligt med det synsätt som vetenskapen förordar och på vilket fungerande teknik är utvecklad.

Massa: Det är ett begrepp som är väl definierat inom NTD. Massa är ett mått på mängden materia som en kropp består av. I sin enklaste form är massan proportionellt mot antalet atomära partiklar som finns i kroppen. Massan har egenskapen "*tröghet*". Inom VD kan massa betyda olika saker; exempelvis talar man om en "massa partiklar" i bemärkelsen en mängd partiklar. Massa kan också betraktas som något lite diffust som exempelvis som pappersmassa.

Tyngd: Begreppet definieras inom NTD, i enlighet med Newtons andra lag som produkten av massa och tyngdacceleration. Tyngd betyder således den kraft med vilken föremålet ifråga dras mot jordens medelpunkt.

Inom VD betyder tyngd att något är tungt och detta har ofta en utgångspunkt i kroppsliga, fysiologiska eller antropocentriska perspektiv.

Tröghet: Inom NTD gäller att en massa har två egenskaper, den har tyngd och den har tröghet. Tröghet beskrivs som en produkt av massa och acceleration.

I VD uppfattas tröghet som exempelvis att något är svårt att få igång. Ett annat exempel är att en skruv kan vara svår att lossa, den är trög.

Ordet trög används också, i vardagslag, utgående från ett antropocentriskt synsätt: Man kan säga att någon är trögtänkt i bemärkelsen att personen tänker långsamt.

Ellära

Inom denna del av naturvetenskapen finns många av de tekniska tillämpningar som omger oss i vår vardagsvärld. Trots att alla formler inom elläran skulle kunna återföras till Maxwells fyra ekvationer så är det enklare att i den matematiska beskrivningen av ämnet använda olika specifika formler, av vilka Ohm's lag är den mest kända.

Här finner vi också stor skillnad mellan det som beskrivs inom NTD och det som uttrycks inom VD. Det går ju inte att med våra sinnen uppfatta särskilt många av de begrepp och fenomen som beskrivs inom elläran. Vi kan emellertid få elektriska stötar. För att utveckla en vetenskap på vilken teknik kan baseras måste exakta begrepp skapas. Dessa skiljer sig från de fenomen som vi med våra sinnen kan uppfatta och beskriva i vår vardagsvärld.

Fält: Inom elläran talar man om olika slag av fält: det kan vara elektriska eller magnetiska. Det vanligaste fältet är dock det tyngdkraftsfält som omger jorden och som vi känner av hela tiden. Små barn testar om tyngdkraftsfältet är samma överallt genom att ständigt släppa sina nappar. Till föräldrarnas förargelse eftersom de inte inser att forskning pågår.

I vardagligt tal kan ordet fält däremot beteckna exempelvis en äng eller en stor gräsmatta.

Laddning: Inom elläran talar man om laddningar som rör sig i fält. Det är då i första hand elektroner som man syftar på.

I vardagslag kan man tala om laddade situationer i bemärkelsen att det är en spännande situation.

Magnetism: Då en laddad partikel förflyttar sig uppstår ett magnetfält omkring laddningen. Detta fenomen kan nyttjas för att exempelvis konstruera elektromagneter. Det finns emellertid också permanentmagneter som alltid är magnetiska. En vanlig användning av dessa är som s.k. kylskåpsmagneter.

Magnetism har också en antropocentrisk betydelse i bemärkelsen av att någon person kan ha en magnetisk personlighet. Med detta menas att personen på något sätt utövar attraktion på andra människor i sin omgivning.

Motstånd: Begreppet beskriver, då det används inom VD, såväl motstånd mot rörelse, i bemärkelsen friktion eller också motstånd i bemärkelsen att bromsa strömmar av exempelvis vatten.

Motstånd som bromsar en elektrisk ström betecknas inom ellära med begreppet resistans.

Elever kan också uppvisa mentalt motstånd mot att exempelvis lära sig begrepp inom ellära.

Elektrisk spänning: Spänning är svårt att åskådliggöra utan för ändamålet speciellt utvecklade instrument, voltmetrar. Man kan emellertid i undervisningssyfte hänvisa till en modell som består av en ledning med vatten. I denna modell utgörs spänningen av trycket på det strömmande vattenflödet.

Ordet spänning används också i vardagslag för att beskriva mänskliga emotioner och känslor - något är spännande i bemärkelsen uppjagande. Man kan också spänna upp ett rep mellan två träd.

Elektrisk ström: Med elektrisk ström menas ett tänkt flöde av elektriska laddningar som går från den positiva polen på ett batteri till den negativa polen genom en yttre sluten elektrisk krets. Av historiska skäl bibehålls detta beteckningssätt fast man vet att det som strömmar är elektroner och att de rör sig i motsatt riktning.

I vardagslag talar man om ström i bemärkelsen av att exempelvis vatten strömmar.

Termodynamik eller värmelära

Detta är ett ämnesområde med många tekniska tillämpningar. All kunskap om energi kan hänföras hit. Man kan exempelvis med hjälp av Carnot's formler beräkna verkningsgraden för en motor av det slag som finns i våra bilar.

Termodynamikens första huvudsats: Energiprincipen. Enligt denna huvudsats gäller att energi varken kan nyskapas eller förstöras utan bara omvandlas.

I VD upplever elever istället hur energi kan ta slut. Det gäller således att spara på energi.

Eftersom det enligt NTD inte är möjligt att förstöra energi så förefaller det emellertid inte att tjäna något till att spara på något som inte kan ta slut.

Här finns en inneboende konflikt mellan de två diskurserna. Man måste göra klart för sig vad det är som man vill spara. Det är i det här fallet energins arbetsförmåga eller dess *exergi*.

Termodynamikens andra huvudsats: Exergiprincipen: Enligt denna huvudsats har energi av olika temperatur olika kvalitet. Satsen utsäger också i vilken riktning som värme kan strömma.

I vardagslag skiljer man emellertid inte alltid på energi av olika kvalitet. Exempelvis så kan ett glas ljummet vatten, ett värmeljus och ett batteri innehålla lika *mängd* energi. Det är dock enligt NTD en skillnad i kvalitet hos dessa energiformer. Detta kan enklast testas med ett tankeexperiment: vilken energiform kan uträtta mest arbete? Då finner man att batteriet kan få en lampa att lysa, en motor att snurra eller värma upp en mindre mängd vatten. Man kan också, med denna huvudsats belägga att värme av låg temperatur är den lägsta kvaliteten på energi. Alla energiomvandlingar inom tekniken leder på sikt till att energi av högre kvalitet övergår och blir till energi av låg kvalitet, dvs värme.

Termodynamikens tredje huvudsats: Satsen utsäger att det finns en s.k. absolut nollpunkt, dvs. en allra lägsta temperatur. Denna temperatur ligger vid ca 273 grader under nollpunkten enligt den Celciuskala som vi använder till vardags.

Detta strider uppenbarligen mot vårt vardagstänkande och våra vardagserfarenheter: även då något är nollgradigt så finns det enligt NTD mycket värme kvar. Att temperaturen i universum ligger på tre grader över den absoluta nollpunkten är också märkligt. Detta faktum anses vara ett av bevisen för att Big Bang har inträffat. I läroböckerna finner man också ofta antydningar om att atomerna ligger stilla vid den absoluta nollpunkten. Det är emellertid ett felslut och strider mot Heisenbergs onoggrannhetsprincip som beskriver rörelsetillstånd i mikrokosmos.

Termodynamikens fjärde huvudsats: Enligt denna huvudsats är det omöjligt att konstruera ett "perpetum mobile", dvs. en evighetsmaskin.

Satsen strider mot de uppfattningar som råder i vardagsvärlden. Människor ger sig ofta på en sådan uppgift. Det som sätter stopp för sådana konstruktioner är de oundvikliga friktionsförluster som alltid uppstår.

Temperatur: I NTD är temperatur relaterat till atomers rörlighet, varvid hög fart betyder hög temperatur. Temperatur är således en inre egenskap hos en massa. I vardagligt språk är det lätt att förväxla temperatur med värme.

Värme: Värme kan i tekniken betraktas som en energiform. För det första så är det den energiform som har lägst kvalitet. Begreppet kvalitet relaterar till arbetsförmåga. I fysiken definieras värme som energi i rörelse.

I vardagslag är begreppet värme inte noga preciserat. Man talar om att något är varmt utan att definiera eller kvantifiera vad man menar. Man kan också höra uttryck som: Stäng dörren så att inte värmen släpps ut!

Värme enligt NTD relateras till den absoluta nollpunkten medan värme i VD ofta relateras till kroppstemperaturen.

Vågrörelselära eller svängningslära.

Inom detta ämnesområde beskrivs grunder och begrepp som tillämpas inom de dynamiska och tidsberoende förlopp som äger rum i naturvetenskap och teknik.

Amplitud: Inom svängningsläran talar man om amplitud eller maximalt utslag från ett jämviktläge. En pendel har en amplitud på samma sätt som ljud av en viss styrka kan tillordnas en amplitud. Det största utslaget som en gunga gör från sitt jämviktläge kallas också för ampliud.

Frekvens: Med det begreppet menas hur många gånger ett förlopp upprepas per sekund. Enheten för frekvens är Hertz, förkortat till Hz. Exempelvis har vi i Sverige en 50 periodig växelström. Detta kan uttryckas med att växelströmmen är på 50 Hz. Eftersom ljud enligt det synsätt som företräds av NTD består av en serie förtätningar och förtunningar i luft kan begreppet frekvens tillämpas även där. Det hörbara ljudet har då ett omfång från ca 20 till ca 20.000 Hz. Ett tecken på ålder är när man inte längre under sensommarkvällar kan höra syrsorna spela eftersom man med stigande ålder hör höga frekvenser sämre.

Interferens: Det är ett fenomen som uppträder då två vågsystem med samma frekvens växelverkar med varandra. Detta ger upphov till ställen i rummet där vågor förstärks och till ställen i rummet där vågor försvagas. Ett enkelt experiment kan göras genom att två lika stämgaflar som står på resonanslådor bringas att ljuda. Då man håller för ena örat och rör sig i rummet kan man uppleva hur ljudet på vissa

ställen är starkt och på andra svagt. Ett annat exempel utgörs av antireflexbehandlade glasögon som också fungerar enligt denna princip.

Svängningstid: Med svängningstid menas den tid som en fullständig svängning tar. Man kan mäta svängningstiden för en pendel och därvid komma fram till resultatet att svängningstiden bara beror på pendelnörets längd. Inom tekniken används pendlar för att hålla en frekvens konstant.

Våglängd: Vågor har olika våglängder. Med detta menas den sträcka som finns mellan två partiklar som rör sig på samma sätt. I vardagsvärlden kan man studera vågrörelse på vattenytan. Inom NTD inför man matematiska modeller för vågor. Man karakteriserar exempelvis olika slag av elektromagnetisk vågrörelse enligt våglängd. För radiosändningar har man: Kortvåg, mellanvåg och långvåg. Vågor med olika längd har olika egenskaper som nyttjas för olika tekniska tillämpningar. En mikrovågsugn kan värma upp mat. Andra våglängder ger upphov till exempelvis TV.

Akustik eller ljud

Inom detta område behandlas ljud och hörsel. Även här upplever man hur begrepp i vardagsvärlden skiljer sig från begrepp i den vetenskapliga diskursen. Allt ljud är inte heller hörbart för oss människor. Elever vistas ofta i ljudmiljöer som är farliga genom att miljöerna kan ge upphov till livslånga skador i form av exempelvis "tinnitus". Det yttrar sig genom att elever som fått tinnitus ständigt hör ett störande ljud i sina öron. Ett problem är att ljud som framställts på digital väg kan låta som ljud framställt på akustisk väg. Vågformen skiljer sig dock vilket för örat resulterar i att den "vanliga ljudet" inte är lika skadligt som det "digitala ljudet" eftersom ljudvågen har en annan form. Det digitala ljudets vågform stiger så snabbt att örats automatiska skyddsmekanism inte hinna träda i funktion. Det är således en fördel att med instrument, exempelvis oscilloskop, studera hur vågformer på ljud skiljer sig från varann och att i undervisningen beakta hur dessa aspekter överskrider våra sinnens begränsningar.

Tonhöjd: När man lyssnar på ljud beskriver man fenomenet på olika sätt. Inom NTD beskriver man ljud genom att ange dess frekvens. Inom VD motsvaras hög frekvens av det mindre preciserade begreppet hög tonhöjd. Här kommer det obestämda begreppet höjd in. Detta begrepp anger egentligen hur högt någonting är i vertikalled i rummet. Det har en överförd betydelse ifråga om ljud.

Tonstyrka: Ett ljud kan också beskrivas efter hur starkt det låter. Inom NTD beskrivs det med att ljudet har stor amplitud. Inom VD talar man om tonens styrka istället. Detta med styrka kan leda till att associera till antropocentriska egenskaper.

Resonans: Inom NTD är resonans ett viktigt begrepp. Man kan tala om medsvängning. Meddels resonans kan energi överföras mellan system som är avstämda till varandra. Detta begrepp får i vardaglig användning inte förväxlas med att exempelvis resonera. Om man kör bil med obalanserade däck så kan man vid vissa farter uppleva kraftiga vibrationer. Det är ett resonansfenomen.

Elektromagnetism, optik eller ljus

Inom det området beskrivs fenomen som på ett avgörande sätt förändrat vår livsmiljö. Här finns radiovågor, TV - sändningar, mobiltelefoner, röntgen- och gammastrålning samt synligt ljus. Vi kan med våra sinnen bara uppfatta en liten del av den elektromagnetiska strålning som omger oss. Samtidigt är det väsentligt att elever bibringas kunskap och insikt om såväl naturvetenskapliga möjligheter som tekniska tillämpningar inom detta område.

Fotoner: Enligt moderna teorier består elektromagnetisk strålning av fotoner. Dessa har en energi som utgörs av produkten av strålningens frekvens och Plancks konstant. Fotonen har såväl partikel som vågkaraktär. Långa vågor kännetecknas av vågkaraktär medan korta vågor har mer av partikelkaraktär. Detta skiljer sig helt från fenomen som vi kan uppleva i vardagsvärlden.

Inom VD talar man om antingen vågor eller partiklar.

Inom NTD gäller att en företeelse kan ha båda egenskaperna samtidigt.

Färg: Enligt fysikens synsätt utgörs färg av fotoner med olika frekvens. Dessa fotoner sänds ut från atomers elektronskal då energirika elektroner hoppar mellan olika kvantiserade nivåer kring atomkärnan. Man kan studera hur vitt ljus delas upp i spektrums färger med hjälp av ett prisma. Vitt ljus utgörs således av en sammansättning av ljus av olika färger.

Detta strider mot de uppfattningar om ljusets natur som man kan ha i vardagsvärlden då man betraktar fenomenen omkring sig så som de framträder.

Ljus: Inom NTD definieras synligt ljus som den del av det elektromagnetiska spektrat som vi kan uppfatta med våra ögon.

Inom VD är ljus en mer obestämd kvantitet. På dagen är det ljust och på natten är det mörkt. Från solen kommer också strålning som kallas för ultraviolett ljus. Det är en energirik och skadlig form av strålning vars farliga egenskaper vi inte kan uppfatta med våra sinnen.

Polariserat ljus: Ett specialfall av ljus är polariserat ljus. I det fallet är ljuset så behandlat att dess svängningar sker i ett plan. Eftersom reflekterat ljus är polariserat så är det fördelaktigt att använda polariserade glasögon med vilka man kan undvika reflexer.

Även här finner man hur våra sinnen och våra uppfattningar som har stöd i vardagsvärldens företeelser inte förslår för att beskriva fenomen omkring oss.

Syn: Inom VD talas det ibland om att man kastar blickar. Därmed menas att det är som om ögat sände ut någonting som kan kallas för synstrålar. Detta är ett synsätt som har sitt ursprung i antikens förståelse av hur syn fungerar.

Enligt NTD är det istället så att vi uppfattar omvärlden genom att fotoner sänds ut från en ljuskälla till ett föremål som sedan i sin tur reflekterar dessa fotoner in i ögat för att med dem avbilda föremålet på näthinnan i ögat.

Atom- och kärnfysik eller läran om fenomen i mikrokosmos

Inom denna del av fysiken och tekniken beskrivs materiens minsta delar och även till viss del hur de kan användas inom tekniken.

Aktivitet: Begreppet beskriver inom NTD antalet radioaktiva sönderfall som sker per sekund i en given mängd av ett visst radioaktivt ämne. Ett sönderfall på en sekund kallas för en bequerel.

Inom VD är det lätt att förväxla aktivitet med att någon människa är aktiv, dvs. gör mycket eller många saker på en gång.

Atom: Från grekiskans atomos som betyder "odelbar". I naturvetenskaplig och teknisk diskurs används begreppet för att beskriva materiens minsta delar. Nuförtiden är inte längre atomen odelbar utan den kan klyvas och har även en inre struktur. Begreppet kan i vardaglig diskurs förväxlas med begreppet "atomisera" som innebär att dela upp något i små delar.

Halveringstid: Det är ett mått på hur snabbt ett radioaktivt ämne sönderfaller. Det är således inte en tid som halveras utan den tid det tar för aktiviteten hos ett radioaktivt ämne att minska till hälften.

Kärnkraft: Begreppet för tankarna till kraft som kan fås ur atomernas kärnor. Istället är det ett uttryck för den energi som fås ur reaktorer i ett kärnkraftverk.

Radioaktiv strålning: Detta begrepp är direkt missledande. Strålningen från atomkärnor som klyvs eller sönderfaller är inte radioaktiv utan *joniserande* vilket betyder att den kan slita bort elektroner och skapa laddade partiklar, joner. Strålningen är lika lite radioaktiv som en elektrisk montör är elektrisk.

Stråldos: Med stråldos menas den energi som joniserande strålning ger föremål i dess väg. Begreppet dos eller dosering återfinns i vardagligt språkbruk för att beteckna en mängd av något.

Astronomi: läran om universum eller om fenomen i makrokosmos

Rymden består, som vi föreställer oss den enligt Einsteins allmänna relativitetsteori av tre rumsdimensioner som är förenade med en tidsdimension. Man talar därvid om "rum-tiden". Dessutom gäller här att massan i rummet kröker rum-tiden omkring sig. Dessutom utvidgar sig denna fyrdimensionella rumtid alltifrån sin början vid universums skapelse.

Att detta är svårt att beskriva i en vardaglig diskurs är givet. Samtidigt måste lärare ändå försöka att överföra en tolkning av den naturvetenskapliga världsbilden till sina elever.

Big Bang: Detta är en vetenskaplig teori som utvecklats utgående från Einsteins allmänna relativitetsteori. Teorin utsäger att universum skapades i en allomfattande explosion, varefter universum ständigt utvidgas. Moderna observationer visar att denna utvidgning fortsätter. Synsättet är svårförenligt med perspektiv som baseras på vardagliga föreställningar eller på religiös tro.

Ljusår: Här finns det ett språkligt problem. Ett ljusår är så långt som ljuset kan gå på ett år och inte som ordet utsäger en tidsangivelse.

Planet: Med planet menas en himlakropp som rör sig omkring en sol eller en stjärna. I detta sammanhang finns en fråga från babylonier ärvd s.k. vetenskapstradition, astrologi.

Enligt denna kan man förutsäga skeenden på jorden och enskilda människoöden genom att studera planeternas lägen. Detta synsätt är naturligtvis i konflikt med den vetenskapliga synen på himlakroppar och deras rörelser. Det är ett påtagligt exempel på ovetenskap eller övertro. Icke förty finns det i många tidningar horoskop som tydligt läses mer eller mindre på allvar.

Stjärna: Det är självlysande objekt på himlavalvet. Avstånden till dem är oerhört stora.

I motsats till populära föreställningar är det inte möjligt för en människa att färdas till någon stjärna eller till någon planet i dess närhet eftersom mänskligt liv är för kort för att räkna till för en rymdfärd en till den närmaste stjärnan som ligger på ca femm ljusårs avstånd från oss. I rymdeposet *Aniara* jämför Harry Martinsson rymdresor med den fart som en luftblåsa gör i en skål av glas. Glas är flytande och blåsan rör sig hela tiden som en luftbubbla rör sig i vatten. Det är en bra liknelse som för belyser människans jordbundenhet.

Så, *Star Trek* och andra TV-serier är bara sagor för vuxna om man anlägger ett naturvetenskapligt och tekniskt perspektiv. De kan dock vara roande – men det var sagan om Rödluvan också för tidigare generationer.

Vintergatan: Uttrycket betecknar det band av stjärnor som kan beskådas, under mörka nätter, på himlavalvet. Enligt det astronomiska synsättet är det ett resultat av att, då vi i vår galax blickar ut mot världsrymden, så möter blicken olika täthet av stjärnor. Eftersom vår galax är diskusformad så är stjärnmängden störst i riktningen längs med skivans diameter. I andra kulturer har Vintergatan andra namn: Milky Way eller Silverfloden mm.

Laborativ utrustning

I detta avsnitt nämns exempel på laborativ utrustning som har olika användningsområden. I distanskursen upp till 60 poäng är det lämpligt att man besöker en kollega på skolan som visar funktionen hos följande utrustning och förklarar hur den kan användas.

I princip är det emellertid en fördel om man i sin undervisning kan använda sig av utrustning som elever är bekanta med i sin vardagsmiljö. Det finns exempelvis många verktyg i hemmet som bygger på grundläggande principer från mekaniken.

Det finns också många leksaker som bygger på naturvetenskapliga lagar grundläggande tekniska principer.

Vi omges i vår vardagsvärld av tekniska *artefakter* dvs av människan skapade föremål. Det bör vara möjligt att använda sig av dessa i undervisningen och att, med hjälp av dem, demonstrera grundläggande lagar och principer.

En cykel innehåller exempelvis en mängd tekniska tillämpningar som visar hur naturvetenskapliga lagar och samband som genom tekniken omsätts i praktiken. Man kan med hänvisning till cykeln åskådliggöra principer ur hållfasthetslära, dynamik, statik, ellära mm.

Ibland är det emellertid lämpligt att använda utrustning som utvecklats speciellt för att åskådliggöra vissa naturvetenskapliga och tekniska samband. Här skall några exempel på sådant nämnas:

Datorstöd: Det börjar komma fram undervisningsmateriel för skolbruk som använder stöd av datorer. Den enklaste varianten bygger på att man via ett interface ansluter sensorer till en programmerbar räknare.

I mer avancerade system används persondatorer som meddels A/D (analog till digital) och D/A (digital till analog) omvandlare kan åskådliggöra fysikaliska och tekniska fenomen.

Med sådan utrustning kan man exempelvis visa hur en rörelse i rummet direkt kan omvandlas till s-t, v-t, och a-t diagram genom att en elev får röra sig mot eller från en ultraljudsensor. Med denna utrustning skapas en brygga mellan NTD och VD i *realtid*, dvs genast, och på ett för eleven påtagligt sätt.

Dynamometer: Det är ett vanligen använt instrument för att mäta krafter. Förlängningen av en fjäder är proportionell mot en kraft. Man kan använda en dynamometer såväl för statiska mätningar, dvs belastning då fjädern bara dras ut eller för dynamiska mätningar, då en vikt svänger upp och ner. Detta ger svängningstiden för ett svängande system.

Elektriska kopplingar: Det är viktigt att eleverna bibringar kunskaper och färdigheter om vad som gäller elektriska kopplingar. På olika skolor finns olika slag av materiel för elektriska kopplingar. Från att använda lampor och batterier för att koppla ihop elektriska kretsar utvecklas elevernas insikter till att kunna mäta strömmar med amperemetrar och spänningar med voltmetrar. Mätmetoderna utvecklas sedan vidare så att eleverna kan använda instrumenten i kombination för att få data med vars hjälp resistanser kan beräknas.

Väsentligt är att man också berör elektricitetens faror. Elever måste kunna inse att de inte får ge sig på den elektriska installationen som finns i hemmen. Avgränsningen mellan skolans NTD och den praktiska tillämpningen måste markeras.

Geiger-Müller rör: Med ett GM-rör som är kopplat till en räknare kan egenskaper hos radioaktiv strålning visas. Avlänkning i ett magnetfält skiljer olika laddade partiklar från varann. Plattor av olika material visar på hur olika slag av strålning har olika egenskaper vid sin växelverkan med materia. Med ett GM-rör som räknar på bakgrundsstrålningen, dvs. den strålning som alltid finns omkring oss, kan man avdramatisera populära föreställningar om den radioaktiva strålningens faror.

Optisk bänk: Med en optisk bänk kan växelverkan mellan ljus och materia i form av linser åskådliggöras för elever. Här är det viktigt att läraren beaktar att det är han som *konstituerar*, dvs. skapar eller bildar begrepp inom en diskurs, av de fenomen som eleverna kan iaktta. Begreppen finns inte omkring oss - de uppstår genom kommunikation mellan kompetenta deltagare i en forskande process.

Oscillograf eller oscilloskop: Det är ett instrument som kan användas för att studera snabba förlopp. En elektronstråle styrs av elektriska eller magnetiska fält och kan då avbilda exempelvis en växelströmsperiod. Vanliga tekniska tillämpningar av detta fenomen är TV-skärmar.

Stroboskop: Det är ett instrument som utsänder ett blinkande ljus vars frekvens kan ändras. Med stroboskopets hjälp kan man "frysa" en rörelse så att den ser ut att stå stilla. En stroboskopisk effekt upplever vi då vi på TV ibland kan se hur hjulen på en rullande bil ibland står stilla och ibland snurrar baklänges.

Stämgauffel: Med en stämgauffel kan ljud av en viss frekvens framställas. Om man har två likadana stämgaufflar som är monterade på resonanslådor så kan ljud från de ena stämgauffeln överföras till den andra via ett fenomen som betecknas resonans. Ordet stämgauffel är sammansatt av vardagsbegreppen gaffel och stämma men har ingen koppling till ordens ursprungliga betydelse.

Tempograf: Instrument som används för att mäta korta tidsintervall. Markeringen sker på en pappersremsa i form av punkter. Dessa alstras genom att en 50 periodig växelström åstadkommer ett varierande magnetfält som drar till sig ett järnok som bringas i svängning. Oket har en spets som trycker mot en pappersremsa och ger en prickad rad. Mellan två punkter är det en tidsskillnad på en hundraedels sekund. Inom fysiken används instrumentet för att studera hur en rörelse sker varvid hastighet och acceleration mäts som funktion av tiden.

Tongenerator: Med en tongenerator kan ljud av olika frekvenser, olika tonhöjd, undersökas. Man kan också variera tonstyrka, dvs. intensitet. Man kan även visa på de begränsningar som vår hörsel har eftersom vi bara kan uppfatta ljud inom ett relativt begränsat ljudintervall.

Vågapparat: Med denna apparat kan de i vågrörelseläran beskrivna storheterna åskådliggöras varvid såväl våglängd, frekvens som interferens kan visas experimentellt för elever. Med ett stroboskop som ansluts till apparaten kan vågor fås att "stå stilla".

Kapitel 11. Litteratur

Det blir allt svårare att sammanställa en litteraturlista som:

för det första är aktuell, eftersom det utkommer ny litteratur ständigt.

för det andra tillgodoser den studerandes förväntningar och intressen, inom ramen för de mål som skall uppnås.

Därför har litteraturlista delats upp i tre delar:

1. Litteratur som man på ett traditionellt sätt sammanställer så att såväl kursplanens mål som egna önskningar tillgodoses.

2. Material som man har adresserna till på nätet.

3. Material som man själv söker reda på från nätet och till viss del grundar sin läslista på.

På så sätt kan man få fram, ännu ej i traditionella litteraturlistor infört material.

Sök på nätet och föreslå en lista och diskutera den med kursledaren.

Jag undrar emellertid om inte punkt 3 ovan är det modernaste sättet att sammanställa en läskurs på?

Samtidigt övar man förmågan att navigera bland Internets alla blindskär.

1. Tryckt litteratur, böcker

Teknik kopplas ofta samman med miljöfrågor. Några aktuella böcker är:

Björndahl, G. , Borg, J. & Thyberg, M. (2003). *Miljökunskap*. Liber AB.

Persson, T. & Persson, C. (Red.). (2003). *Miljöstrategi och hållbart ledarskap-ekologi och ekonomi i samverkan*. Studentlitteratur.

Sandell, K. , Öhman, J. & Östman, L. (2003). *Miljödidaktik. Naturen, skolan och demokratin*. Studentlitteratur.

Sundqvist, G. (2003). *Uthållig utveckling – mänsklighetens framtid*. Studentlitteratur.

Hur vet vi att något är sant. Frågor av det slaget behandlas i följande böcker som ger en introduktion i **vetenskapsteori**:

Wallén, G. (1996). *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*. Studentlitteratur.

Thurén, T. (1997). *Vetenskapsteori för nybörjare*. Liber AB.

Naturen har under den senaste månaden visat sina krafter. Att behandla frågor om **överlevnad** kan passa inom teknikämnets ram. Du kanske känner till någon annan bok med samma tema?

Fält, L. , Källman, S. & Sepp, H. (1994). *Överleva på naturens villkor*. ICA Bokförlag

Att kunna undervisa **om ett ämne** känns viktigt. Nedanstående bok kan vara till hjälp:

Brody, D. E. & Brody, A. R. (1997). *Upptäckterna som förändrade världen och människorna bakom dem*. Månocket, Wahlström & Widstrand.

Lärorollens förändring **diskuteras i nedanstående böcker**:

Hargreaves, A. (1998). *Läraren i det postmoderna samhället*. Studentlitteratur.

Hargreaves, A. (2004). *Läraren i kunskapssamhället – i osäkerhetens tidevarv*. Studentlitteratur.

2005 är kallat **Designåret**. Design behandlas ur olika perspektiv i nedanstående böcker.

De Bono, E. (2004). *Konstruktivt tänkande*. Svenska Förlaget.

Ahl, Z. & Olsson, E. (2002). *Svensk smak*. Ordfront Pocket.
Birgerstam, P. (2000). *Skapande handling – om idéernas födelse*. Studentlitteratur.
Klein, N. (2000). *No Logo. Märkena Marknaden Motståndet*. Ordfront Pocket.
Norman, D. A. (2004). *Emotional Design*. Basic Books. New York.
Vihma, S. (2003). *Designhistoria – en introduktion*. Raster Förlag.
Österlin, K. (2003). *Design i fokus på produktutveckling. Varför ser saker ut som de gör?* Liber

Olika aspekter läggs på **undervisningen i teknik** i antologin:

Rogala, W. & Selander, S. (Ed.) (2003). *Technology as a challenge for school curricula*. HLS Förlag, Box 34 103, 100 26 Stockholm.

2. Känd nätbaserad och kursrelaterad information

Bioteknik kan studeras ur olika perspektiv med hjälp av material som kan hämtas från exempelvis webplatserna:

www.tekniskframsyn.nu

www.bionetonline.org

3. Ännu icke känd kursrelaterad information: Att ”googla”

Intressant är att med hjälp av Internet söka efter värdefull information.

Man kan exempelvis ”googla” orden ”*celebrate learning*”.

Celebrate kommer av: ”Context e-learning with Broadband Technologies”.

Ett googlande av ”*Open Learning Environments*” and ”*Hannu Salmi*” gav en intressant artikel från 2004; *Meaningful Science learning in Open Learning Environments . Tools for Public Understanding of Science.*”

Ordet ”*Biomimetik*” gav också ett flertal intressanta träffar.

Orden ”*Learning and postmodernism*” ledde till en oerhört omfattande informationsmängd.

Testa ordet ”*kasam*”.

Här kommer den viktiga distinktionen in mellan information och kunskap. Från nätet kan vi erhålla en oerhört rik skörd av information – men för att det skall bli kunskap av det så krävs det en mänsklig bärare: Du!

En inträngande analys av **skillnaden mellan kunskap och information** görs i boken:

Liedman, S-E. (2002). *Ett oändligt äventyr*. Bonnier Pocket