

ÄMNESDIDAKTIK I PRAKTIKEN –
NYA VÄGAR FÖR UNDERVISNING I NATURVETENSKAP
NR 8, SEPTEMBER 2008

ATT UNDERVISA OM
LJUD, HÖRSEL OCH HÄLSA
KUNSKAPSBAS, UNDERVISNINGSFÖRSLAG
OCH KOPIERINGSUNDERLAG

Eva West

Enheten för ämnesdidaktik,
Institutionen för pedagogik och didaktik
Göteborgs universitet, Box 300, SE-40530 GÖTEBORG
ISSN 1651-9531, Redaktörer: Anita Wallin och Björn Andersson

© Författaren och Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.
Elevuppgifter får kopieras av lärare och användas i hans/hennes undervisning.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<i>FÖRORD</i>	7
<i>INLEDNING</i>	9
<i>1. HÄLSA OCH ATTITYDER</i>	11
1.1 Ljudmiljön - en allt viktigare samhällsfråga.....	11
1.2 Hur argumenterar elever i en ljudmiljöfråga?.....	14
1.3 Att undervisa om hörselhälsa.....	15
<i>2. LÄRO- OCH KURSPLANER</i>	17
2.1 Läroplan och Kursplaner 2000 för det obligatoriska skolväsendet	17
<i>3. LJUD OCH HÖRSEL GENOM HISTORIEN¹</i>	21
3.1 Ljudets uppkomst.....	21
3.2 Ljudöverföring	21
3.3 Ljudhastighet	23
3.4 Örat och hörseln.....	25
3.5 De senaste 100 åren	26
<i>4. MATERIA OCH LJUD</i>	27
4.1 En partikelteori för undervisning	27
4.2 Att förstå ljud med hjälp av partikelteori.....	29
4.3 Hur ljud uppkommer och överförs.....	30
4.4 Ljud kan överföras, absorberas och reflekteras	30
4.5 Ljudets egenskaper	32
<i>5. HÖRSELN</i>	35
5.1 Örats anatomi och fysiologi.....	36
5.2 Hörselhälsa.....	43
<i>6. DJUR, LJUD OCH HÖRSEL¹</i>	47
6.1 Vad betyder ljud och hörsel för djur?	47
6.2 Öronens utseende och funktion hos däggdjur.....	47
6.3 Vad hör djur?	48
6.4 Lyssna på ljud	49
<i>7. FÖRESTÄLLNINGAR OM LJUD OCH HÖRSEL</i>	51
7.1 Ljudets uppkomst.....	51
7.2 Ljudöverföring	51
7.3 Ljudhastighet	55
7.4 Ljudets reflektion och absorption	55
7.5 Örat och hörseln.....	55
7.6 Konsekvenser för undervisningen	56
7.7 Sammanfattning av olika föreställningar om ljud och hörsel.....	59

8. MÅL FÖR UNDERVISNINGEN	63
8.1 Förkunskaper	63
8.2 Mål	63
8.3 Anknytningar till svenska, matematik och andra ämnen	66
8.4 Förslag på betygskriterier	67
9. ELEVEN OCH FORMATIV UTVÄRDERING	71
9.1 Vad kan vara problematiskt?	71
9.2 En framgångskultur	72
10. UNDERVISNINGSFÖRSLAG	75
10.1 Inledning	75
10.2 Formulera mål	77
10.3 Hur uttrycker sig eleverna?	78
10.4 Ljud omkring oss	79
10.5 Ljud uppkommer när föremål vibrerar	80
10.6 Vilka ämnen överför ljud?	83
10.7 Hur överförs ljud?	92
10.8 Ljudets utbredning tar tid	94
10.9 Varför låter ljud olika?	95
10.10 Hur hör vi?	98
10.11 Varifrån kommer ljudet?	100
10.12 Hur kan man skydda sin hörsel?	101
10.13 Ljudet träffar olika ytor	104
10.14 Teknik	105
10.15 Att vara medveten om sina värderingar och kunna argumentera	106
10.16 Utvärdering	110
11. ERFARENHETER VID UTPRÖVNINGEN	113
11.1 Inledning	113
11.2 Formativ utvärdering	113
11.3 Kommunikationsstrategier	115
11.4 Den professionella lärarens språk	115
11.5 Elevernas lärande	116
11.6 Elevernas attityder	116
NOTER	118
MATERIELFÖRTECKNING	121
REFERENSER	123
BILAGOR – ÖVERSIKT	127
Preliminär tidsåtgång	130
Vad har jag lärt mig?	132
Cymbalen	137
Går det att spela in musik på månen?	138

Är det möjligt att höra på månen?	139
Barnen och den skällande hunden	140
Klockan i tysta rummet.....	141
Under vattnet.....	142
Går det att höra ljud under vatten?.....	143
Torsken gillar klassiskt!.....	144
Simhallen	145
Karin tjuvlyssnar.....	146
Staketet.....	147
Behållarna	148
Vilka ämnen kan överföra ljud?.....	149
Vilka idéer är vetenskapliga?.....	150
Biet.....	152
Flöjttonen	153
Varför kallar man det ljudvågor?.....	154
Blixten.....	155
Djur och hörsel - kopieringsunderlag	156
Trumpetarna, del 1	162
Trumpetarna, del 2	163
Trumpetarna, del 3	164
Trumpetarna, del 4.....	165
Ekoberget, del 1	166
Ekoberget, del 2	167
PRAO-veckan	168
Strängen	169
Sångerskan.....	170
Högtalartonen ändras	171
Ljudhastighet och frekvens	172
Mysterier med ljud och ljudhastighet	173
Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?	174
Förklaring - Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?	175
Gitarren	176
Hur hör vi?.....	177
Hur fungerar hörseln?	178
Hunden.....	179
Tinnitus	180
Kortkopieringsunderlag till "Vetenskap och tyckande"	181
Kommentarmaterial till "Vetenskap och tyckande"	189
Valet är mitt eget.....	193
Ljudnivån på diskon - Muntlig introduktion.....	194
Ljudnivån på diskon - elevblad.....	196
Vad tycker elever?	198

FÖRORD

Detta idématerial, avsett för grundskolan men även som stödmaterial till förskolans arbete med frågor om ljudmiljöer och hälsa, har från början utvecklats inom ett projekt för kompetensutveckling 2001-2003, finansierat av dåvarande Skolverket. I ett skede har även Institutionen för Pedagogik och Didaktik (IPD) vid Göteborgs universitet gett ekonomiskt stöd. Arbetet med utprovning och revision har delvis också finansierats av ISSUE-projektet (Integrating Subject Science Understanding in Europe), ett EU-projekt, där samarbete sker mellan sex länder i syfte att designa och validera undervisningssekvenser inom olika områden. Ljud, hörsel och hälsa utgör det svenska bidraget, varvid en tidigare version av materialet finns översatt till engelska och spanska. Denna version har prövats i Spanien. Myndigheten för Skolutveckling har under 2006 och 2007 finansierat vidareutvecklingen av materialet mot grundskolans senare år.

Professor Björn Andersson stod för ursprungsidén och universitetsadjunkt Eva West skrev den första versionen 2001. Under ledning av Eva West har idématerialet sedan prövats i både fortbildning och grundutbildning och genomgått ett flertal revisioner.

Åtskilliga lärare, lärarstuderande och kollegor har läst och gett synpunkter. Ett flertal lärare och lärarstuderande har också provat hela eller delar av materialet. De har gett mig möjlighet att ta del av sin undervisning, delat med sig av sina erfarenheter och framfört synpunkter på innehåll och uppläggning.

Ett särskilt tack till lärare och elever på Lerlyckeskolan i Göteborg som visat ett stort engagemang i de utprovningar de deltagit i. Det är Eva Carlsson-Landström, Linda Stråhle och Anna Andersson samt de fyror de hade läsåret 2005-2006. Tommy Hagen, Gunilla Trapp, Lotten Svensson och Sara Jansson samt deras elever i skolår sex har också aktivt deltagit i utprovningar av materialet nämnda läsår.

I det projekt som finansierats av Myndigheten för Skolutveckling har verksamma lärare och deras elever från de skolor i Kungälv som har inriktning mot grundskolans senare år deltagit. Cristine Lysell, Ytterbyskolan, Ulrika Hanse och Susanne Westin, Thorildskolan samt Lise-Lott Stiig från Munkegårdeskolan har lagt ner ett mycket omfattande arbete i planeringen av de två utprovningar, revideringar samt utvärderingar som skett av materialet under projekttiden.

Göteborg i augusti 2008

Eva West

TILLKÄNNAGIVANDE

Figur 4.1 på sid. 33 är från AMMOT (2002).
Bilderna på sid. 82 och 91 är hämtade från Jardine (1964).
Bilderna överst på sid. 89 och de två översta bilderna på sid. 90 är hämtade från LMN-projektet (1975), avdelning 8, kapitel 1.
Modellen i bilden på sid. 86 är utformad och byggd av Anna Andersson, Linda Stråhle och Eva Carlsson-Landström.

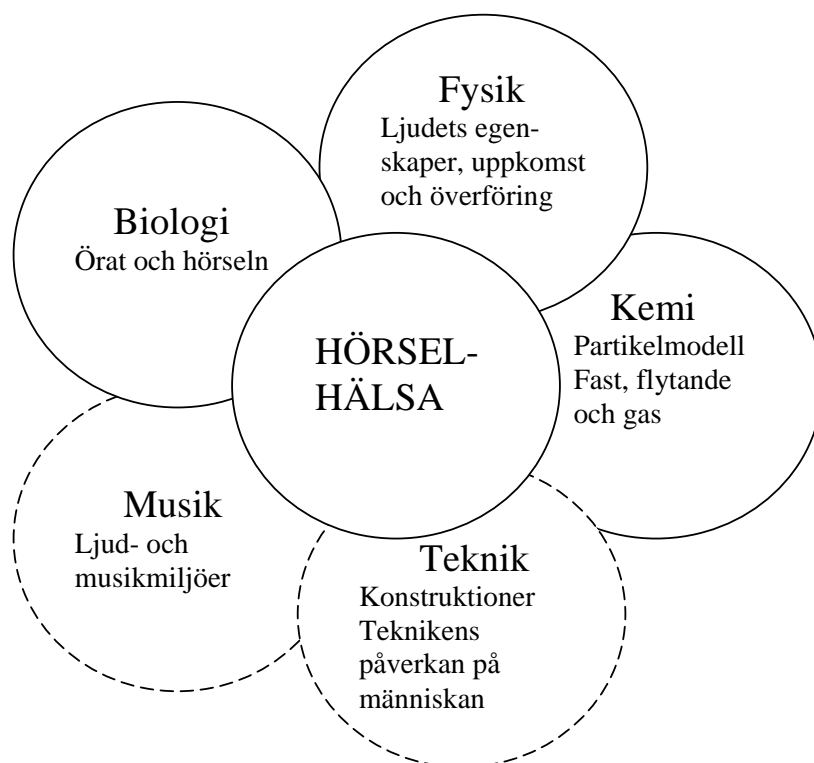
I bilagorna finns frågor som har hämtats från eller inspirerats av andra personer än enbart författaren:

Behållarna och Trumpetarna del 1-4 är utformade av Björn Andersson
Blixten. Frågan är från TIMSS-studien 2003, Skolverket (2004).
Cymbalen och *Under vattnet* är utvecklade av Linda Stråhle, Eva Carlsson-Landström och Tommy Hagen.
Djur och hörsel – kopieringsunderlag har gjorts av Cristin Lysell.
Klockan i tysta rummet, Skällande hunden, Lisa och hunden, Flöjttonen samt Ekoberget 1 och 2 är utformade efter idéer av Björn Andersson.
Strängen kommer från Assessment of Performance Unit, APU (1989).
Simhallen har formulerats av Ulrika Hanse och bilden har ritats av Cristine Lysell.
Torsken gillar klassiskt. Bilden är hämtad från Kamratposten, (1997).
Vad har jag lärt mig? är utformad av Cristin Lysell och Susanne Westin.
Varför kallar man det ljudvågor och *Förklaring – Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?* Bilderna är hämtade från Jardine (1964).
Är det möjligt att höra på månen? Huvudfrågan kommer från Viennot (2001).

INLEDNING

Inom området ljud, hörsel och hälsa integreras kunskaper från olika skolämnen för att skapa en helhet i vilken ingår ökat ansvarstagande för egen och andras hörselhälsa. De skolämnen som huvudsakligen behandlas i detta material är biologi, fysik och kemi men även musik och teknik ingår. Många andra ämnen kan också integreras i området.

Akustik betyder läran om ljud och innefattar ljudets uppkomst, överföring samt hur ljud kan detekteras och varseblivas. Innebörden av begreppet ljud definieras ibland på olika sätt, och används oftast för att beskriva två saker: en hörselförnimmelse och/eller den störning i ett medium som ger upphov till denna. Mer korrekt borde följaktligen detta material kallas för ”Att undervisa om akustik och hörselhälsa”, men eftersom termerna ljud och hörsel sannolikt är mer vardagsnära för elever än innebörden av begreppet akustik används inte det senare. Innebörden av termen ljud i detta idématerial motsvarar ljudets uppkomst och överföring.



Denna handledning om ljud, hörsel och hälsa tar upp följande aspekter:

- kunskap om ljud och hörsel ur ett historiskt perspektiv
- hur barn och elever samt studenter resonerar om ljud
- en ämnesdidaktisk kunskapsöversikt inom kemi, fysik och biologi som ger ett stöd för läraren inför undervisningen
- vilket innehåll som anges i kursplanerna och sedan ett antal lektionsförslag
- idéer, diskussions- och utvärderingsfrågor
- barns och ungdomars attityder gentemot den ljudmiljö som är vanlig i dagens ungdomskultur samt andra aspekter som påverkar hörselhälsan.

Handledningen innehåller inget enhetligt recept på hur undervisningen skall gå till utan utgör snarare ett verktyg för fortsatt kunskapsbygge för den undervisande läraren. Eftersom undervisningen, enligt det koncept som här redovisas, genomsyras av formativ utvärdering kommer denna att fortlöpande påverka undervisningens innehåll och genomförande. Med formativ utvärdering avses att läraren fortlöpande gör utvärderingar av elevernas kunskapsutveckling och begreppsförståelse, samt formar den fortsatta undervisningen utifrån dessa resultat.

De siffernoter som förekommer i texten anknyter till använda referenser. Notförteckningen finns på sidorna 118-120.

1. HÄLSA OCH ATTITYDER

Det finns många forskningsrapporter som berör ljudmiljöer och hörselproblematik. I detta kapitel redovisas ett antal studier, vilka kan utgöra ett stöd för undervisning om hörseln och därtill hörande hälsofrågor.

1.1 Ljudmiljön - en allt viktigare samhällsfråga

Miljöer med höga ljudnivåer* har blivit allt vanligare, vilket resulterat i att många människor har någon form av hörselnedsättning. Extra bekymmersamt är att hörselskador som tinnitus och ljudöverkänslighet ökar bland barn och ungdomar, vilket sannolikt leder till att andelen människor med hörselskador kommer att bli än större i framtiden. En ny riskfaktor i sammanhanget är den massiva ökningen av antalet MP3-spelare. En högre andel hörselskador innebär en ökad kostnad för samhället och ett stort lidande för dem som drabbats.¹

Studier visar att 12 % av barnen i första klass har erfarenheter av tinnitus, dvs. de hör ljud i öronen eller huvudet som inte är verkliga ljud.² Mer än var tredje 12-åring lyssnar ibland på stark musik i hörlurar. Efter att ha lyssnat på stark musik eller andra starka ljud besväras var femte 12-åring av att det ringer, piper, tjuter eller susar i öronen. Drygt var tionde uppger att de ibland hör sämre efteråt och 3% i denna åldersklass uppger att de ofta eller alltid har tinnitus.³

I åldersgruppen 13-19 år har mer än var femte haft längre tillfällig tinnitus och sex av tio har upplevt smärta i öronen i samband med höga ljudnivåer, främst i samband med konserter och diskotek. Nästan hälften av ungdomarna rapporterar att de upplevt tillfälliga pip eller surrande ljud efter att de varit på konsert eller diskotek. En tiondel rapporterar att de har permanent tinnitus, och en knapp femtedel har blivit ljudkänsliga. De som rapporterar att de har tinnitus och andra hörselrelaterade symtom skyddar sin hörsel i högre utsträckning och de är också mer oroliga, medan få av dem utan hörselproblem är oroad. Nästan dubbelt så många flickor som pojkar är oroliga för att råka ut för hörselbesvär.⁴

Många forskare menar att det är viktigt att preventiva åtgärder vidtas för att bevara hörselhälsan hos barn och ungdomar. Undervisning om förhållningssätt gentemot höga ljudnivåer och buller bör ges tidigt.⁵ Problemet är att vi själva inte kan avgöra vilken ljudnivå örat tål, eftersom örat inte är utrustat med något varningssystem. Kunskap är det viktigaste skyddet.

* Med hög ljudnivå avses stark ljudvolym. I vardagsspråk används även hög musik och hög ljudvolym synonymt. Motsatsen är låg ljudnivå, svag ljudnivå, låg musik eller låg ljudvolym. Dessa termer måste skiljas från höga toner, hög tonhöjd resp. låga toner och låg tonhöjd, eftersom dessa enbart syftar på ljudens frekvens.

På arbetsplatser och i skolan

Enligt WHO⁶ bör inte bakgrundsljuden i lokaler där undervisning bedrivs vara mer än 35 decibel, dB(A)**. En arbetstagare som arbetar i ljudnivåer på 80 dB(A) under en åttatimmars arbetsdag skall informeras om riskerna med buller och erbjudas hörselskydd. Samma direktiv gäller inom hela EU.

Risken att råka ut för hörselskador i ett vanligt klassrum är inte stor, däremot ökar risken på lektioner i musik, gymnastik och träslöjd där ljudnivåerna är betydligt högre. Även i matsal och uppehållsrum är ljudnivån så hög att den kan förorsaka hörselskador.⁷

På fritiden

Många ungdomar utsätter sig för höga ljudnivåer på fritiden. Oftast genom att de lyssnar på musik i sina egna MP3-spelare, men de utsätts även för starka ljud på diskotek, vid musikfestivaler och konserter, på fester, på bio, vid träningsaktiviteter, idrottsevenemang, av nyårs- och påsksmällare m.m.

Ungdomar i åldern 14-20 år lyssnar på musik i snitt över 3 timmar per dag, och mycket av lyssnandet sker via MP3-spelare. I takt med att kvaliteten på MP3-spelarna har blivit allt bättre har det blivit möjligt att lyssna på musik med bibehållen ljudkvalitet även vid höga ljudnivåer⁸. Studier visar att man gärna höjer ljudvolymen extra mycket i bussen eller bilen eller i andra miljöer där störande ljud runt omkring förekommer, när man vill vara i fred för andra, när den egna favoritlåten kommer eller när man bara vill slappna av. Eftersom den tekniska utformningen av MP3-spelarnas hörlurar har förbättrats är det numera möjligt att lyssna till hög ljudvolym bland andra människor utan att de störs. Många ungdomar som tränar och i övrigt anser sig leva ett hälsosamt liv tänker inte alls på att de utsätter sig för höga ljudnivåer när de t.ex. är ute och joggar, cyklar eller rider och samtidigt lyssnar på stark musik i sina hörlurar. MP3-spelarna har gjort musiklyssnandet till en individuell sysselsättning där det endast är individen själv som har kontroll över hur länge och vid vilken ljudnivå lyssnandet sker. Den egna kunskapen och de egna ställningstagandena blir helt avgörande. Flera studier visar att kunskaper om att höga ljudnivåer inte bara tillfälligt utan även permanent skadar hörseln har stor betydelse. Men det räcker inte. De flesta ungdomar som vet att starka ljud kan skada hörseln anser ändå inte att deras eget MP3-lyssnande utgör någon risk. En av de viktigaste frågorna att aktivt bearbeta i undervisningen är sålunda att göra ungdomarna medvetna om sin egen sårbarhet.⁹ Enligt WHO bör ljudnivån på musik som avlyssnas under en timme i hörlurar inte överstiga 85 dB(A).¹⁰

** Ljudvolymen mäts i en enhet som kallas decibel (dB). När man mäter ljud använder man ett speciellt filter (ett A-filter) som gör att ljudnivåmätaren (= decibelmätaren) uppfattar ljudet ungefär på samma sätt som det mänskliga örat. Man säger därför att ljudnivån mäts i decibel A, dB (A).

Det finns freestyles och liknande apparater som av designen att döma är avsedda speciellt för barn och därmed regleras i EU:s leksaksdirektiv. Enligt direktivet får den varaktiga ljudnivån i bärbara musikspelare som är avsedda för barn inte överstiga 90 dB(A). Tester visar att redan efter några minuter utsätts barnet för samma risk som en person som arbetar i en bullrig miljö en hel dag. Värstingen av de testade MP3-spelarna hade så hög ljudnivå att den kan ge hörselskada efter ett enda tillfälle.¹¹

Ungdomar riskerar även hörselskador, som tinnitus och ljudkänslighet, vid besök på diskotek där det ofta spelas musik med för höga ljudnivåer. Ljudnivån under en diskotekskväll höjs oftast successivt för att kulminera mot slutet. Trots att många ungdomar och discjockeys vet att höga ljudnivåer kan orsaka skador, är kunskapen om hur dessa uppkommer, och vid vilka ljudnivåer, ytliga. Det är ett skäl till att de inte oroar för att musiken kan ge hörselskador. I vissa fall finns det mytbildningar som behöver utmanas i undervisningen. Ett sådant exempel är att musik inte kan vara skadligt därför att ”man tycker om den”.¹²

Barn som är 13-14 år eller yngre påverkas mer än ungdomar mellan 18 och 20 år. Ju yngre barnen är desto känsligare är de för höga ljudnivåer. WHO:s rekommendation är att den genomsnittliga ljudnivån bör begränsas till 90 dB(A) i aktiviteter som är avsedda för barn till och med 12 år, och att maximinivån högst får vara 110 dB(A). ”Knattediskon” och liknande är exempel på sådana aktiviteter. Rekommendationerna för vanliga konserter är att medelnivån inte bör överstiga 100 dB(A) och maximinivån bör högst vara 115 dB(A).¹³

Studier av ungdomar i åldern 13-19 år visar att hälften av eleverna tycker att ljudnivåerna är lagom på diskon, medan nästan 40 % anser att ljudnivåerna är för höga. Det är betydligt fler flickor än pojkar som anser att man spelar för starkt, och det är också fler flickor än pojkar som skyddar sin hörsel. De yngre är mer okritiska mot höga ljudnivåer än de äldre. Endast cirka en tiondel av eleverna skyddar sin hörsel när de går på disko, däremot skyddar de sin hörsel i betydligt högre grad på andra ställen och mest vid utomhuskonserter (drygt en tredjedel). Främst skyddar man sig genom att använda öronproppar. En stor andel undviker att gå nära högtalarna eller också går de ut och vilar öronen. Endast ett litet fåtal försöker påverka ljudtekniker eller discjockey att sänka.¹⁴

Även de som spelar musik drabbas. Tre av fyra musiker, såväl yngre som äldre, har tinnitusbesvär ofta kombinerat med andra hörselskador. Så gott som alla fortsätter med sin musik, oftast med hörselskydd.¹⁵ Om både musiker och ungdomar har besvär av höga ljudnivåer, så är frågan: Varför spelar man så starkt?

1.2 Hur argumenterar elever i en ljudmiljöfråga?

I den nationella utvärderingen av den svenska grundskolan år 2003¹⁶ förekom bland annat en uppgift i problemlösning som gavs till drygt 900 12-åriga elever. Eleverna skulle ta ställning i en fråga om ljudnivåer på ett tänkt klassdisko och argumentera för sitt val. Resultaten visar att två tredjedelar av eleverna endast använder stödargument för att motivera sina ställningstaganden. En dryg tiondel ger både stöd- och motargument i ett mer nyanserat resonemang. Resten underbygger inte alls sitt ställningstagande. Det är naturligtvis viktigt att elever får lära sig att lyfta fram både argument för och emot ett ställningstagande när de arbetar med den här typen av uppgifter i skolan.

Höja eller sänka?

De som väljer att höja ljudet motiverar det med att hög ljudnivå är definitionen på ett disko och att det ger en egen skön positiv upplevelse med stark musik. Som motargument anförs risk för människors hälsa, men det väger lätt för dem som vill höja.

De som väljer att sänka motiverar det med människors hälsa och med hänsyn till dem som inte vill eller inte kan vistas i en stark ljudmiljö. Ett motargument är att det förstås inte blir ett riktigt disko, men det väger lätt för dem som vill sänka.

En del av eleverna visar enbart ett egocentriskt perspektiv, dvs. de visar omedvetenhet om andras hälsa. Andra visar att de endast tar hänsyn till andra, och inkluderar inte alls sig själva i problematiken. En fjärdedel förenar på ett tydligt sätt egot med ”alla andra”. De bedöms visa tecken på att förstå att alltför hög ljudnivå faktiskt inte bara är riskabelt för andra utan också för dem själva.

Hur eleverna löser en konflikt om ljudnivåer

Många elever ger förslag på hur man kan göra för att lösa en konflikt om ljudnivån på klassdiskot. Majoriteten av förslagen innehåller lösningar som direkt kan verkställas. Det handlar om

- särskiljande av elever t.ex. i två rum, där stark musik spelas i det ena och mindre stark i det andra
- tekniska lösningar som att elever som inte tål stark musik skall ta på sig öronproppar
- lösningar där ljudnivån växlar mellan stark och mindre stark ljudvolym, t.ex. att man kan ha en låt med hög nivå och en låt med låg nivå.

Samtliga dessa typer av lösningar visar tecken på elevernas aningslöshet när det gäller hälsan. Andra förslag är av indirekt karaktär, dvs. beslutet om ljudnivån hänskjuts till en procedur där vad som helst kan hända. Sådana lösningar är att rösta om ljudnivån eller att singla slant om den. I lösningsförslagen kan man urskilja dem som låter någon slags demokratisk aspekt eller rättvisaspekt gå före en hälsoaspekt.

Det är överväldigande många som accepterar att de som gillar stark musik kan ha stark musik. De lyfter sällan fram hälsoaspekten på ett djupare plan. Eleverna tycks ganska lätt se att hörselbesvär kan drabba andra, men har svårare att inse att det faktiskt kan gälla även dem själva. Konfliktlösningarna bygger inte på kunskaper om det tvisten gäller. Eleverna använder inte naturvetenskaplig kunskap när de skall fatta beslut om ljudnivån. Med en förståelse för örats funktion och en kunskap om örats känslighet samt om ljudnivåers effekter på örat skulle kanske eleverna ha föreslagit andra lösningar. Om eleverna skall kunna skilja på vetenskaplig kunskap och värderingar behöver de också ges möjligheter att utveckla denna färdighet i skolan.

Flickor och pojkar

Flickorna visar i något högre grad än pojkarna omsorg om andra och detta samspelar med deras val. Det är dubbelt så många flickor som pojkar som tar hänsyn till andra eller till andras hälsa. Dessa elever väljer till 90 % att sänka ljudnivån på diskot. Av de elever som inte bryr sig om andra, dvs. visar brist på omsorg gentemot andra, är dubbelt så många pojkar som flickor. Majoriteten av dessa elever vill istället höja ljudnivån på diskot.

1.3 Att undervisa om hörselhälsa

Hörselbesvär betraktas numera som ett folkhälsoproblem, och de redovisade studierna visar att undervisning om hörselhälsa är en mycket viktig del i hälsoarbetet. Goda kunskaper är en förutsättning för att eleverna ska ha möjligheter till att göra hälsobefrämjande val i miljöer med höga ljudnivåer. Dock är frågan komplex, och det finns flera olika faktorer förutom rena kunskaper som påverkar elevernas val. Individens egen uppfattning om sig själv som sårbar eller osårbar är en viktig faktor när det handlar om att ta risker som att exempelvis utsätta sig för stark musik. Det finns försvarsmekanismer som används för att hålla kvar uppfattningen av osårbarhet. Antingen sätter man upp ett försvar som säger att man inte påverkas av de negativa konsekvenser som kan följa av beteendet (t.ex. hörselbesvär) eller ett försvar mot att förändra själva beteendet (t.ex. att börja använda hörselskydd). En annan faktor är den sociala norm som gäller i kompisgruppen. Exempelvis är professionella musiker beroende av att bibehålla en god hörsel och det ingår i den sociala normen att använda hörselskydd. Därför upplevs skäl för att använda hörselskydd som starkare än de barriärer som finns mot att inte använda hörselskydd. Ytterligare en faktor är det riskövertvägande individen gör, dvs. var individen förlägger ansvaret; hos sig själv eller hos omgivningen. Om jag själv har ansvar för min framtida hörsel så är det också mitt ansvar att agera (använda hörselskydd, undvika ställen med stark musik, skruva ner ljudvolymen o.s.v.), men om ansvaret förläggs någon annanstans så behöver ju inte jag göra något. Då är det de andras fel, exempelvis MP3-tillverkarens, diskjockeyns eller samhällets.¹⁷

Undervisningen kan utformas på olika sätt, men oavsett hur detta görs pekar forskningen på ett antal punkter som bör finnas med i en undervisning om hörselhälsa. Eleverna behöver

- kunskaper om att det finns risk att råka ut för permanent tinnitus av starka ljud
- insikt om att jag själv kan drabbas, dvs. frågan om sårbarhet/icke sårbarhet
- bli medvetna om sina riskövertaganden genom att när tillfälle ges bearbeta var ansvaret/kontrollen för den egna hörselhälsan förläggs
- kunskaper om hur man kan använda MP3-spelare på ett hälsobefrämjande sätt.

2. LÄRO- OCH KURSPLANER

I första kapitlet har givits ett antal argument för att undervisa om ljud, hörsel och hälsa. I följande kapitel analyseras styrdokumenterna i relation till området.

2.1 Läroplan och Kursplaner 2000 för det obligatoriska skolväsendet

Vår gemensamma ljudmiljö anknyter till de värdegrundsfrågor som fått en central roll i grundskolans läroplan, Lpo94. Där talas om människolivets ”okränkbarhet, ... alla människors lika värde, jämställdhet mellan kvinnor och män, samt solidaritet med svaga och utsatta ... rättskänsla ... tolerans och ansvarstagande... förmåga till inlevelse ... förmåga att förstå och leva sig in i andras villkor och värderingar”. Eleverna skall ”utveckla sin förmåga att utöva inflytande och ta ansvar”. Eleverna skall också utveckla sin känsla för ”solidaritet och ansvar för människor också utanför den närmaste gruppen”.

I kursplanerna finns mål att sträva mot som uttrycker den inriktning undervisningen skall ha när det gäller att utveckla elevernas kunskaper. Dessa mål utgör det främsta underlaget för planeringen av undervisningen.

Uppnåendemålen anger den miniminivå av kunskaper som alla elever skall uppnå det femte respektive det nionde skolåret. Målen uttrycker därmed en grundläggande kunskapsnivå i skolämnena vid dessa bägge tidpunkter. Mål att uppnå för det nionde skolåret ligger till grund för bedömningen om en elev skall få betyget Godkänt.

Här nedan presenteras både strävans- och uppnåendemål i de berörda ämnena vilket gör att listan med mål blir lång. Listan ger en överblick och visar hur undervisningsområdet anknyter till mål i olika kursplaner, samtidigt som den utgör ett underlag för konkretisering av undervisningsmål och formulering av för eleverna förståeliga betygskriterier. Av sammanställningen framgår också att ett antal mål inom de olika naturvetenskapliga skolämnena, exempelvis mål under den naturvetenskapliga verksamheten och kunskapens användning, liknar varandra.

Strävansmål

I ämnena biologi, fysik kemi, teknik och musik finns ett antal mål att sträva mot som på ett eller annat sätt berör ljud-hörsel-hälsa:

Naturvetenskap

Skolan skall i sin undervisning i naturvetenskap sträva efter att eleven

beträffande natur och människa

- utvecklar kunskap om människokroppens byggnad och funktion (biologi)
- utvecklar kunskap om grundläggande fysikaliska begrepp inom områdena/.../akustik och värme (fysik)
- utvecklar kunskap om energi och energiformer, energiomvandlingar (fysik)
- utvecklar kunskap om grundämnen, kemiska föreningar (kemi).

beträffande den naturvetenskapliga verksamheten

- utvecklar kunnande i de olika arbetssätten inom biologin, som fältobservationer och laborationer, samt kunskap om hur de växelspelar med de teoretiska modellerna (biologi)
- utvecklar kunskap om den fysikaliska vetenskapens kunskapsbildande metoder, särskilt vad gäller formulering av hypoteser samt mätningar, observationer och experiment (fysik)
- utvecklar kunskap om växelspelen mellan undersökningar och experiment å ena sidan och utveckling av begrepp, modeller och teorier å den andra (fysik, liknande i kemi).

beträffande kunskapens användning

- utvecklar förmågan att diskutera frågor om hälsa och samlevnad utifrån relevant biologisk kunskap och personliga erfarenheter (biologi)
- utvecklar sin förmåga att göra kvantitativa, kvalitativa och etiska bedömningar av konsekvenser av mänskliga verksamheter och olika tekniska konstruktioner från miljö-, energi- och resurssynpunkt (fysik)
- utvecklar kunskap om hur kemiska teorier och modeller samt personliga erfarenheter kan användas för att behandla miljö-, säkerhets- och hälsofrågor (kemi).

Musik

Skolan skall i sin undervisning i musik sträva efter att eleven

- blir förtrogen med musikens beröringspunkter med andra kunskapsområden.

Teknik

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 förmågan att reflektera över, bedöma och värdera konsekvenserna av olika teknikval
- utvecklar förmågan att omsätta sin tekniska kunskap i egna ställningstaganden och praktisk handling.

Uppnåendemål i skolår 5

Målen i skolår 5 skall utgöra en avstämningsstation. Avsikten är att målen skall utvärderas och den elev som inte når upp till målen i skolår 5 skall få möjlighet att inhämta de kunskaper som brister.

I ämnena biologi, fysik, kemi och teknik för skolår 5 finns ett antal mål att uppnå som berör arbetsområdet. I musik saknas sådana mål.

Naturvetenskap

Eleven skall

beträffande natur och människa

- känna till viktiga organ i den egna kroppen och deras funktion (biologi)
- ha insikt i grunderna för ljudets utbredning, hörseln (fysik)
- ha kunskap om begreppen fast och flytande form, gasform (kemi).

beträffande den naturvetenskapliga verksamheten

- ha inblick i genomförandet av laborationer samt av återkommande observationer i fält i sin närmiljö (biologi)
- ha egna erfarenheter av systematiska observationer, mätningar och experiment (fysik)
- kunna göra iakttagelser om olika material (kemi).

beträffande kunskapens användning

- ha inblick i och kunna diskutera betydelsen av goda hälsovanor (biologi).

Teknik

Eleven skall

- kunna med handledning planera och utföra enklare konstruktioner.

Uppnåendemål i skolår 9

I ”uppnåendemålen” i biologi, fysik, kemi, musik och teknik för skolår 9 finns tydligare mål som berör ljud-hörsel-hälsa.

Naturvetenskap

Eleven skall

beträffande natur och människa

- ha kännedom om den egna kroppens organ och organsystem samt hur de fungerar tillsammans (biologi)
- ha kunskap om olika energiformer och energiomvandlingar (fysik)
- ha kunskap om tryck, värme och temperatur i sammanhang med materiens olika former (fysik)
- ha insikt i hur ljud skapas, utbreder sig och kan registreras (fysik)
- ha kunskap om egenskaper hos luft och vatten (kemi).

beträffande den naturvetenskapliga verksamheten

- kunna genomföra observationer i fält och laborativa undersökningar samt ha insikt i deras utformning (biologi)

- kunna utföra och tolka enkla mätningar av miljöfaktorer (biologi)
- kunna genomföra mätningar, observationer och experiment samt ha insikt i hur de kan utformas (fysik, kemi)
- kunna genomföra experiment utifrån en hypotes och formulera resultatet (kemi).

beträffande kunskapens användning

- kunna föra diskussioner om betydelsen av regelbunden motion och goda hälsovanor (biologi)
- kunna använda såväl naturvetenskapliga som estetiska och etiska argument i frågor om fysikens tillämpningar i samhället och i tekniska anordningar som förekommer i elevens vardag (fysik)
- ha inblick i hur experiment utformas och analyseras utifrån teorier och modeller (fysik)
- kunna använda resultat av mätningar och experiment i diskussioner om miljöfrågor (kemi).

Musik

Eleven skall

- vara medveten om olika ljud- och musikmiljöers påverkan på människan och vikten av hörselvård.

Teknik

Eleven skall

- kunna göra en teknisk konstruktion med hjälp av egen skiss, ritning eller liknande stöd och beskriva hur konstruktionen är uppbyggd och fungerar.

Man kanske inte i första hand tänker på att undervisning om ljud, hörsel och hälsa anknyter till kemiämnet, men eftersom ljudöverföring sker via olika ämnen som i sin tur kan finna sig i olika tillstånd (fast, flytande och gasform) finns naturliga kopplingar till kemiämnet.

ATT DISKUTERA

Vad innebär läroplanens formuleringar för undervisningen om ljud, hörsel och hälsa?

I vilken grad anser du att kursplanernas mål att sträva mot anknyter till och påverkar planeringen av området ljud, hörsel och hälsa?

Hur anser du att kursplanernas mål att uppnå skall kunna omsättas så att alla elever når grundläggande kunskaper inom området ljud, hörsel och hälsa?

3. LJUD OCH HÖRSEL GENOM HISTORIEN¹

De tidigaste historiska tecknen på att människor har brottas med funderingar om ljud går tillbaka till antikens Grekland. Skrifter finns bevarade där välkända filosofer nedtecknat sina idéer om ljud och hörsel. Så småningom och främst under renässansen vidtog mer vetenskapliga studier och i mitten av 1600-talet inrättades den första vetenskapliga tidskriften där vetenskapsmän kunde publicera sina resultat i form av artiklar. Den öppna, kritiska, vetenskapliga debatten hade påbörjats.

Intressant är att filosofer och senare vetenskapsmän genom historien har brottats med samma problem som eleverna gör när de försöker att förstå vad ljud och hörsel är. Samtidigt är perspektivet fascinerande. En elvaåring kan t.ex. liksom Platon fundera på om starka ljud överförs snabbare än svaga ljud. Historiska utblickar kan följaktligen ge eleverna perspektiv på deras eget lärande; tänk att kunna mer än Platon eller Aristoteles!

Den historiska resumén följer ungefär samma struktur som finns i kapitel 7, vilket handlar om hur barn, elever och studenter föreställer sig ljud och hörsel. Samma struktur går även igen i kapitlet om undervisningsförslag, kapitel 11. Intentionen är att det ska vara lätt för läraren att fånga upp och använda sig av historiska jämförelser i undervisningen.

3.1 Ljudets uppkomst

Pythagoras (580-500 f.Kr.) intresserade sig för vibrationer och gjorde försök med strängar av olika längd. Han kom fram till att det fanns ett samband mellan tonhöjden och den vibrerande strängens längd. En längre sträng gav en lägre ton än en kortare sträng av samma tjocklek. Hans undersökningar är ursprunget till den harmoniska tonskala som vi idag använder. I slutet av 1500-talet återupptog Galileo Pythagoras försök, varvid han kunde finjustera teorin genom att visa att det i själva verket var antalet svängningar per tidsenhet hos strängen som gav upphov till olika tonhöjd. Visserligen svänger en sträng av samma tjocklek snabbare ju kortare den är, men antalet vibrationer är ett mer exakt mått på tonhöjden än strängens längd.

3.2 Ljudöverföring

Teorin om att ljudöverföring sker via ett medium föddes redan under antiken. De lärde uppfattade ljud som något som utbreder sig från källor, men hade olika idéer om naturen hos detta något. Tydliga uttryck för att ljud betraktas som något materiellt finns. Demokritos (430-371 f.Kr.) tänkte sig att röst var luft som hade

en viss form och som förflyttades. Grekerna hade dock inte tillgång till ett modernt gasbegrepp och det är inte så lätt att veta vad de menade med "luft" och hur de tänkte sig olika processer i denna. Aristoteles (384-322 f.Kr.) menade att luft måste pressas samman för att ljud skall kunna förflytta sig; att det är någon form av små luftpaket, en liten vind, som rör sig framåt. Aristoteles tycks också vara den som för första gången i historien skriver om vågor, som liknas vid vattenvågor, i samband med ljudöverföring. Ljud, luft och hörsel kopplades samman av Chrysippus (280-206 f.Kr.). Han antog att ljudet sprids likt en sfär från en ljudkälla, och att man kan höra eftersom luften sätts i rörelse mellan det som låter och det som hörs. Romaren Lucretius (97-55 f.Kr.) menade att när en person skriker starkt passerar "röstens atomer" den smala strupen i så stor mängd att de ger upphov till smärta.

I början av 1600-talet fanns det fortfarande vetenskapsmän som tydligt uttryckte uppfattningen att ljud innebär en förflyttning av materia från en plats till en annan. Pierre Gassendi (1592-1655) tänkte sig att ljudöverföring innebär att ett flöde av atomer sänds iväg från en ljudkälla, och vidare att ljudhastigheten utgörs av atomernas hastighet samt att frekvensen är densamma som det antal atomer som sänds ut per tidsenhet. Liknande uppfattning uttrycker Isaac Beeckman (1588-1637), som menade att varje vibrerande föremål delar upp den omgivande luften i små runda luftfyllda kroppar som skickas iväg i alla riktningar och som uppfattas som ljud när de når örat. Föreställningen att ljud är detsamma som en nettoförflyttning av materia har således funnits under lång tid och därför är det knappast förvånande att vi ofta hittar liknande föreställningar bland dagens unga.

Ett bevis på att ljudöverföring har med materia att göra, utan att för den skull vara detsamma som en nettoförflyttning av materia, framlades av Boyle och Hooke (1660-talet). De lyckades att konstruera en fungerande vakuumpump i vilken man hängde upp en tickande klocka och sedan pumpade de ut all luft. Ljudet från klockans tickande upphörde då trots att visarna rörde sig. När luften släpptes in igen kom tickandet tillbaka. I början av 1700-talet var vetenskapsmännen helt överens om att ljud behöver ett medium för sin utbredning.

I mitten av 1800-talet lyckas en tysk skollärare, Philipp Reis, omvandla ljudvibrationer till elektrisk ström. Det blev embryot till våra dagars telefon. Alexander Graham Bell, dövlarare under 1800-talets senare del, använde sina kunskaper om ljud, tal och hörsel för att få sina elever att uppleva ljud. Han använde olika membran och andra anordningar för att få dem att "känna" ljud. Detta inspirerade honom till vidare arbete och 1876 hade han utvecklat den första telefonen. Thomas Alva Edison lyckades 1877 att tillverka en enkel grammofon. Han satte fast ett litet stift på ett membran, höll sedan anordningen över ett nyvaxat papper och skrek sedan "hallå" framför membranet, samtidigt som han drog pappret under stiftet. Spår ritsades i det mjuka vaxet när membranet vibrerade. Därefter drog han pappret genom apparaten ytterligare en gång när vaxet stelnat och den lilla nålen följde ritsorna i vaxet. Membranet vibrerade, och åhörarna runt omkring uppfattade ett ljud som med lite god vilja kunde tolkas som "hallå". Edison kallade sin lilla apparat för fonograf.

3.3 Ljudhastighet

Ljudhastigheten har under lång tid förbryllat mänskligheten. Redan ca 400 f.Kr. formulerade den grekiske filosofen Platon hypotesen att ljudhastigheten är beroende av ljudstyrkan, dvs. ju starkare ljud desto högre hastighet. Aristoteles (ca 350 f.Kr.) uttryckte en liknande uppfattning, dvs. att en och samma ton av olika ljudstyrka skulle ha olika hastighet. Det skulle dock dröja långt mer än tusen år innan problemet fick sin lösning, och idag vet vi att ljudhastigheten i luft är oberoende av ljudstyrkan. Sett ur detta historiska perspektiv är det kanske inte så konstigt att dagens elever ibland tänker likt Platon.

En annan aspekt av ljudhastigheten är ljudets hastighet i relation till tonhöjden, dvs. frekvensen. Den tidigast kända teorin har formulerats av en grekisk filosof, Archytas (ca 375 f.Kr.). Han menade att höga toner överförs snabbare än låga toner. Ganska snart kritiserades denna teori av en lärjunge till Aristoteles, Theophrastus (ca 370-285 f.Kr.), som tvärtom menade att olika toner kan uppfattas samtidigt, dvs. att alla toner följaktligen måste ha samma hastighet. Den teorin håller än idag.

Aristoteles hade också funderingar över sambandet mellan åskans blixtnad och mullret och han menade, tvärtemot vad vi vet idag, att åskmullret ger upphov till blixten. Det var först 400 år senare som Plinius den äldre (ca 50 e.Kr.) förstod att blixtnad och åskmuller uppkommer samtidigt, men att ljuset rör sig snabbare och når en betraktare före ljudet.

Under renässansen utvecklade man metoder för att utforska omgivningen med hjälp av systematiskt planerade och kontrollerade experiment. Visserligen hade man redan under antiken gjort observationer, men inte på det systematiska sätt som utvecklades under renässansen. Leonardo da Vinci (1452-1519) gjorde försök med resonanseffekter och fann att ljudet från en ringande klocka gav ifrån sig ett ljud som fick en annan klocka i närheten att ljuda svagt, och vidare att strängen på en luta fick en sträng på en annan luta att ljuda med samma ton. Han utförde även experiment med eko och upptäckte det fenomen som ligger bakom dagens moderna sonarteknik (ekolod). Leonardo da Vinci ansåg att allt ljud har en absolut utbredningshastighet.

Ljudets hastighet fortsatte dock att förbrylla många vetenskapsmän. Vilken var då ljudets utbredningshastighet? Pierre Gassendi (1592-1655) ifrågasatte Aristoteles teori om att ljudhastigheten är beroende av ljudstyrkan, och designade försök för att pröva denna teori. Man valde vapen som kunde ge olika ljudstyrka, en stor kanon och en liten musköt. Försöket utfördes en vindstilla dag. Man sköt med vapnen och observerade mynningsflamman i samband med avfyrningen samt lyssnade efter ljuden ungefär en halvmil bort. Den tid det tog för ljudet att nå till en lyssnare mättes både med hjälp av hjärtats pulsslag och med en pendels svängningar. Oavsett val av vapen fann man att ljudöverföringen tog lika lång tid.

Slutsatsen blev att olika ljud rör sig med samma hastighet i luft. Ljudhastigheten beräknades till 478 m/s.

Marin Mersenne (1588-1648) mätte den tid det tog innan ett eko från en ljudkälla kunde uppfattas. Eftersom sträckan var känd kunde man beräkna ljudets hastighet i luft och man fick fram värdet 448 m/s på ljudhastigheten i luft. Av detta drog Mersenne slutsatsen att en trumpetstöt skulle vara möjlig att höra var som helst på jorden inom 10 timmar! Han var inte medveten om att ljudet sprids åt alla håll och att ljudöverföring även innefattar en omvandling av rörelseenergi till värmeenergi. Ljudet "släcks ut". Mersenne kallas ibland för "akustikens fader", kanske för att han var den förste som gjorde en bestämning av frekvensen för ett hörbart ljud. Något senare (1650) mätte Borelli och Viviani upp ett värde, 350 m/s, på ljudhastigheten som ännu mer närmade sig det värde på ljudhastighet vi räknar med idag.

Under 1600-talet började man också att använda sig av teoretiska, matematiska modeller för att formulera hypoteser och teorier om olika fenomen. Ett känt exempel är Newton (1642-1727) som presenterade en beräkning av ljudets hastighet i sitt kända verk Principia, vilket stimulerade andra forskare till att hitta på experiment för att pröva Newtons teori. Cassini och en grupp franska vetenskapsmän gjorde (1738) ett noggrant experiment med hjälp av två kanoner. De placerade kanonerna på drygt tre mils avstånd från varandra och avfyra dem växelvis. Ett listigt upplägg eftersom de ville eliminera vindens påverkan på försöket, genom att beräkna vilken tid det tog för ljudet att förflytta sig åt vardera hållet och sedan beräkna medelvärdet. Dessutom noterade de vid vilken temperatur försöket genomfördes fastän man då inte hade en aning om att temperaturen faktiskt påverkar ljudhastigheten. Tack vare att noggranna anteckningar fördes vid försöket har man senare kunnat räkna ut den ljudhastighet de faktiskt mätte upp. Omräknat till 0 °C fick de resultatet 332 m/s, vilket överensstämmer med vad vi vet idag.

Frågan om ljudhastigheten påverkas av luftens temperatur eller inte löstes några år senare. Italienaren Bianconi mätte ljudets hastighet i Bologna sommaren och vintern 1740, och fann att ljudets hastighet ökar med temperaturen. Resultaten bekräftades några år senare av fransmannen Condamine som jämförde mätresultat från ett kallt Quito, Ecuadors huvudstad, med mätningar av ljudets hastighet i ett mycket varmare Cayenne, Franska Guyana.

Eftersom ljudhastigheten började bli känd under 1700-talet kunde man börja använda sig av den i andra beräkningar. Derham kunde på så vis räkna ut hur långt bort åskan var genom att mäta tiden mellan blixtnedslaget och dunderet.

De första mätningarna i andra medier än luft redovisades i början av 1800-talet. Man fann att ljudhastigheten i metaller var mycket högre än hastigheten i luft. Det första seriösa försöket att mäta ljudhastigheten i vatten genomfördes sannolikt i Genève sjöns vatten av en schweizare.

Av sammanställningen framgår att ljudets hastighet uppenbarligen har varit en mycket svår nöt att knäcka.

3.4 Örat och hörseln

Från antiken finns även dokument som visar att man funderade på mekanismen bakom hörseln. Femhundra år före Kristus menade Anaxagoras att hörandet beror på att ljud tränger in i hjärnan. Han menade även att ett djurs hörsel var beroende av öronstorleken. Hypotesen var att stora djur med stora öron skulle kunna höra långväga, starka ljud, medan små djur med små öron endast skulle kunna uppfatta näraliggande ljud med kort varaktighet. Platon (427-347 f.Kr.) skriver om människans hörsel att²:

Det tredje av våra sinnen som ska undersökas är hörseln. Vi kan säga vad som orsakar hörselintryck. Låt oss allmänt förutsätta att ljud är ett slag mot hjärnan och blodet, utgående från luften, förmedlat via öronen och vidarebefordrat ända till själen, medan hörsel är en av slaget igångsatt rörelse som börjar i huvudet och slutar där levern sitter.

Theophrastus (370-285 f.Kr.), vilken tidigare nämnts i samband med ljudhastigheten, kopplade samman ljudöverföring med vad som händer med ljudet inuti örat. Hans tes var att eftersom hörselorganen har kontakt med den omgivande luften borde även luften inuti örat röra sig på samma vis.

Det var först på 1500-talet som kunskapen om örats funktion tog fart när man började använda döda kroppar vid anatomiska studier. Tidigare var kunskapen om örat begränsad till de yttre, synliga delarna. Kunskapen om örats anatomi och funktion härstammar från en rad italienska läkare. I början av 1500-talet finner de Capri två små hörselben i mellanörat, varvid det ena är fäst i trumhinnan. De små benen benämns senare hammaren och städet. Han formulerar utifrån sin upptäckt en teori om hur örat fungerar. Han menade att luftrörelserna i hörselgången får trumhinnan att vibrera och att rörelsen överförs till hörselbenen så att de slår mot varandra. Ingrassia finner under samma århundrade det tredje lilla hörselbenet, stigbygeln. Ytterligare en italienare Eustachio upptäcker ett litet fint rör, örontrumpeten, som förbinder mellanörat med svalget, och beskriver det så oerhört väl att det därefter fått bära upptäckarens namn, det eustachiska röret.

I slutet av 1500-talet kunde man börja skilja på hörselnedsättningar som orsakats av bristande ljudöverföring i olika delar av örat. Den italienske läkaren Caprivaccio var först med att diagnostisera nedsatt hörsel och dövhet. Han undersökte i vilken del av örat hörselskadan fanns genom att patienten fick hålla en liten järnstav mellan sina framtänder. En vibrerande sträng från ett musikinstrument bringades i kontakt med staven. Hörde patienten ett ljud när strängen anslogs måste följaktligen hörselnedsättningen sitta i trumhinnan. Ljudvibrationerna överfördes via järnstaven vidare genom skallbenen till hörselbenen utan att behöva passera trumhinnan och kunde därför uppfattas av

patienten. Om ingen ton hördes måste hörselnedsättningen istället finnas i hörselbenen eller längre in i örat.

I slutet på 1700-talet redovisar Cortugno i sin avhandling att innerörat innehåller en vätska och konstaterar att ljudöverföringen i denna del av örat måste ske via vätska.

En första mätning i början av 1800-talet av den högsta frekvens som människans hörsel kan uppfatta gav resultatet 24 000 vibrationer per sekund, vilket är nära det värde vi räknar med idag, dvs. 20 000 vibrationer per sekund. Något senare skrev Hermann von Helmholtz att enskilda nervfibrer fungerar som vibrerande strängar, var och en med sin egen resonansfrekvens.

3.5 De senaste 100 åren

Under 1900-talet har kunskapen om, och användningen av ljud, utvecklats i rasande takt och vi har fortlöpande mötts av ny teknik såsom radio, TV, bandspelare, dator, CD-spelare, mobiltelefon och MP3-spelare. Även vår biologiska och medicinska kunskap har utvecklats på en avancerad detaljnivå. Det var först på 1940-talet von Békésy kunde visa hur det är möjligt att örat kan skilja på olika ljud genom att basilarmembranet i innerörats snäcka vibrerar. Nu vet vi så oändligt mycket mer om örats funktion och nervimpulsernas överföring till hörselcentrat i hjärnan. Kirurger kan göra avancerade operationer i hörselorganen. Det finns olika hjälpmedel för hörselskadade samt specialdesignade hörselskydd mot buller och stark ljudvolym. Många arbetsmiljöer har ljudmässigt förbättrats avsevärt. I kölvattnet av den tekniska utvecklingen följer efterhand nya problem som måste lösas. Mera ljud och ökande ljudnivåer blir ett allt större problem som följer i takt med att flyg- och biltrafiken ökar. I tidigare tysta havsvikar, floder och sjöar dånar mullrande motorbåtar fram. Över de ödsliga fjällvidderna i norr hörs brummandet från allt fler skottrar på miltals avstånd. Frågan är hur vi skall hantera ljudmiljön i framtiden? Vi vill ju kunna njuta av både ljud med bevarad hälsa och tystnad.

4. MATERIA OCH LJUD

4.1 En partikelteori för undervisning

I samband med utprövningen av undervisningssekvensen om ljud, hörsel och hälsa har försöklärare påpekat fördelen med att använda en partikelteori för materia för att förklara hur ljud utbreder sig. När begreppet partikelteori nämns i detta material avses en partikelteori för undervisning*.

Partikelteorin

All materia består av mindre beståndsdelar. Vi har vid utprövningen valt att tänka oss att all materia är uppbyggd av ”partiklar”, men bortser ifrån om det är atomer, molekyler, joner eller ännu mindre beståndsdelar. För undervisning i naturvetenskap finns dock material där man istället för partiklar valt att enbart använda molekylbegreppet. I det här undervisningsmaterialet skulle det kunna bli problematiskt eftersom eleverna kan möta ämnen som inte består av molekyler t.ex. järn. Därför har vi istället valt partiklar. Det är upp till den enskilda läraren att avgöra vilket/vilka begrepp som är lämpligast med tanke på elevernas ålder och förkunskaper. Oavsett val av begrepp, bör det användas enhetligt.

I det här materialet tänker vi alltså att luft består av ”luftpartiklar”. Luft består av ca 78 % kvävemolekyler och 21 % syremolekyler men även andra molekylslag och atomer. Det innebär att någon enhetlig ”luftpartikel” inte existerar utan begreppet ”luftpartikel” innefattar alla luftens beståndsdelar. Om eleverna ska kunna skilja på gas, luft och syre behöver innebörden av ”luftpartikel” diskuteras. Vidare säger vi att vatten består av ”vattenpartiklar”, järn av ”järnpartiklar”, trä av ”träpartiklar” o.s.v. All materia består utifrån denna definition av partiklar. Om det inte finns några partiklar är det vakuum, dvs. helt tomt. Partiklarna kan åskådliggöras med hjälp av olika modeller som plastkulor, ritade prickar, pingisbollar m.m. Modeller har dock alltid sina begränsningar, men är till hjälp för att åskådliggöra materia i vår omvärld. Det är väsentligt att med eleverna fortlöpande diskutera modellbegreppet i undervisning i naturvetenskap och låta eleverna fundera över olika modellers för- och nackdelar.

I vårt vardagliga språk använder vi termen partikel med en annan innebörd, t.ex. sotpartiklar. Det är synliga, makroskopiska partiklar. Visserligen är det fråga om små enheter, men jämfört med partikelteorins partiklar är dessa partiklar ändå mycket stora. Enligt partikelteorin består en sotpartikel (makroskopisk) bland

* Fysiker använder dock oftast partikelbegreppet med hänseelse till subatomära partiklar, dvs. partiklar som är mindre än atomer sk. elementarpartiklar.

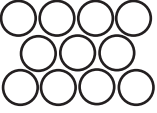
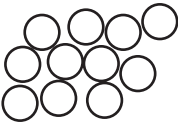
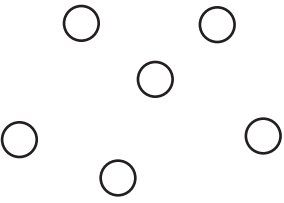
annat av miljontals små "kolpartiklar" (submikroskopiska). I det här fallet motsvaras "kolpartiklarna" av kolatomer.

Många barn/elever tänker inte på att luft är "något". Luft går ju inte att se! Ändå är luft något. Luft är materia som består av partiklar, och en liter (1 dm³) luft har en massa av ca. 1 gram. Luften i en låda vars alla sidor är 1 meter har alltså en massa av ungefär 1 kilogram. Man kan med ganska enkla medel visa att luft är något. Om man håller en stor skiva av hårdpapp eller plywood framför sig och prövar att springa med den så märker man att det tar emot. Det är luften som hindrar framfarten. Ett annat sätt är att sticka ut handen genom sidorutan under en bilfärd. Då kan man också känna att luften tar emot. Eller när man en vindstilla dag cyklar med uppnäppt jacka.

Luften runt omkring oss är i gasform och det är ett av materiens tillstånd. Man säger att materien kan vara i gasformigt, flytande eller fast tillstånd. Tänk på en isbit som man tar ut ur frysen. Från början har den samma temperatur som frysen, t.ex. -18 °C. Om isbiten får ligga i ett rum stiger dess temperatur sakta till 0 °C. Då börjar isen smälta och blir vatten. Om vi håller vattnet i en kastrull och värmer den på en platta på spisen kommer så småningom vattnet att börja koka (vid 100°C). Låter vi kastrullen med vatten stå kvar blir kastrullen så småningom tom, vattnet har kokat bort, dvs. övergått till vattenånga som är vatten i gasformigt tillstånd.¹

Låt oss sammanfatta partikelteorin för fast, flytande och gasformigt tillstånd med hjälp av modeller av mycket, mycket små runda klot (tabell 4.1). Partiklarna är atomer, joner eller molekyler.

Tabell 4.1. En partikelteori för fast, flytande och gasformigt tillstånd (Andersson, 2005).

<p>FAST</p> 	<p>Partiklarna...</p> <ul style="list-style-type: none"> • sitter tätt ihop och på bestämda platser. • rör sig på sin plats; ju högre temperatur, desto mer rör de sig. • dras till varandra av ganska starka krafter.
<p>FLYTANDE</p> 	<p>Partiklarna...</p> <ul style="list-style-type: none"> • är tätt ihop men rör sig om varandra. • rör sig fortare när temperaturen ökar. • dras till varandra, men inte så starkt som i fast tillstånd.
<p>GAS</p> 	<p>Partiklarna...</p> <ul style="list-style-type: none"> • är ganska långt ifrån varandra. • rör sig med hög fart tills de kolliderar med andra partiklar i samma eller angränsande ämne. Då ändrar de riktning och fart. Ju högre temperatur, desto högre fart. • rör sig åt alla möjliga håll.
<p>ALLA TRE TILLSTÄNDEN</p>	<p>Partiklarna...</p> <ul style="list-style-type: none"> • har en given storlek och form, som inte ändras. • är materia; det finns ingen materia mellan dem, bara tomrum. • är mycket, mycket små (en miljondels millimeter i diameter).

Vakuüm innebär att partiklar helt saknas, det är med andra ord fullständigt tomt!

4.2 Att förstå ljud med hjälp av partikelteorin

Ljud uppstår då något vibrerar, t.ex. en gitarrsträng eller våra stämband. När ett föremål vibrerar stöter det till omgivande partiklar som i sin tur stöter till andra partiklar i omgivningen osv. Det är alltså rörelsen i det vibrerande föremålet som överförs till de omgivande partiklarna. På ett vetenskapligt språk säger man att rörelseenergi överförs. Ljudöverföring handlar alltså enbart om energiöverföring via de partiklar som bygger upp det ämne genom vilket ljudet passerar. Ofta använder man i ljudsammanhang begreppet medium, och det betyder helt enkelt att det finns materia, dvs. partiklar av något slag.

Ju närmare partiklarna befinner sig varandra desto snabbare överförs vibrationen, rörelsen (rörelseenergin). Något förenklat innebär det att ljud vid samma

temperatur överförs snabbast i fasta ämnen, långsammare i flytande ämnen, ännu långsammare i gaser och inte alls i vakuum! Men i ett och samma medium t.ex. luft har luftpartiklarna högre rörelseenergi i varm luft än kall. Luftpartiklar i den varma luften rör sig alltså redan från början fortare, och när de tillförs ytterligare rörelseenergi i samband med en ljudvibration kommer denna vibration följaktligen att överföras snabbare i varm luft. Ljudhastigheten är alltså något högre i varm luft jämfört med kall luft. Analogt är ljudhastigheten högre i varmt vatten jämfört med kallt, och den är högre i en uppvärmd järnbit än i en kall. Exempel på en vanlig vardagsföreställning, som försvårar förståelsen av ljudöverföring, är att ljud överförs av "ljudenheter" som har egen massa eller i form av ett litet luftpaket, en liten vind som förflyttas. Historiskt sett känner vi igen denna idé bland annat ifrån Aristoteles. Konsekvensen av detta tänkande blir naturligtvis att de partiklar som materien består av är i vägen, dvs. om det inte finns någon materia, inga partiklar alls, då förflyttas "ljudenheter" eller "vinden" obehindrat. Det här innebär i sin tur att ljud skulle överföras snabbast i vakuum eftersom ingenting finns i vägen, långsammare i gaser, ännu långsammare i flytande ämnen och långsammast i fasta ämnen. I verkligheten är det precis tvärtom!

Ljudhastigheten i luft (20 °C) är ca. 340 meter på en sekund (ljushastigheten är 300 000 000 m/s). I vatten är ljudets medelhastighet ca 1 500 m/s, i trä 4 000 m/s och i järn 5 100 m/s.

4.3 Hur ljud uppkommer och överförs

Vi vet nu att ljud överförs genom att partiklar överför en rörelse från ett vibrerande föremål. Man brukar säga att när ljud rör sig så sker det genom att vibrationer, dvs. förtätningar och förtunningar rör sig bort från ljudkällan med en konstant hastighet. Det innebär att en vibration ger många partiklar en samtidig knuff (=rörelseenergi överförs) som resulterar i en förtätning och en förtunning av partiklar. Det är sådana förtätningar och förtunningar som rör sig bort från ljudkällan, och inte själva partiklarna i sig. Begreppet ljudvåg innebär just detta, men termen är dock mycket förbryllande för både elever och till och med för universitetsstudenter i fysik. En del elever har tidigare mött begreppet ljudvåg och använder det i olika betydelser, men ytterst få har någon förståelse för vad det egentligen innebär. Om man vill ge eleverna en möjlighet till fördjupad förståelse för ljudöverföring behöver de få tillfälle att diskutera och reda ut hur vibration, partiklar och ljudvåg hänger ihop. Annars finns det t.ex. risk för att ljudvågen i sig uppfattas som något materiellt som rör sig i luften och krockar med luftpartiklarna, varvid det blir helt omöjligt för eleverna att bygga upp någon begreppslig förståelse av ljudöverföring.

4.4 Ljud kan överföras, absorberas och reflekteras

När ljud träffar en yta kan rörelsen överföras i det nya ämnet, absorberas eller reflekteras. Materialets egenskaper bestämmer vad som händer med ljudet.

Kunskapen om olika materials ljudegenskaper används när man bygger hus, bilar, tåg m.m.

Reflektion och eko

Vi har tidigare talat om att ljudvibrationer kan överföras i materia och mellan olika slags materia. Men ljudvibrationer kan också reflekteras eller absorberas. En hård yta, såsom en brant bergsvägg eller en betongvägg, reflekterar ljudvibrationer och kan på detta sätt ge upphov till ett eko. Detta uppstår endast om ljudkällan, t.ex. en person som ropar ”hej”, är på minst 17-18 meters avstånd från den hårda väggen. I detta fall dröjer det ca 0,1 s innan ljudet kommer tillbaka till utropsplatsen. Personen kan då höra både sitt eget rop och det reflekterade ljudet. Om personen står närmare väggen kommer det reflekterade ljudet tillbaka så snabbt att hjärnan inte kan urskilja den korta tidsfördröjningen mellan ljuden. Inget eko hörs. Ett eko är alltså ett och samma ljud som uppfattas två eller flera gånger. Ett ljud kan exempelvis höras flera gånger i en större grotta när det reflekteras fram och tillbaka i tak och väggar. I ett litet rum med hårda väggar, t.ex. ett badrum, kan ett ljud reflekteras så många gånger att den ovan beskrivna tidsfördröjningen också uppkommer och ett eko hörs.

Nästan allt ljud reflekteras i samband med eko, men en liten del överförs vidare genom väggen, dock i en försumbar omfattning. Rum som är konstruerade av hårda material blir bullriga och fyllda med eko-effekter. Eftersom ljudet ligger kvar en stund när vibrationerna överförs fram och åter kommer de att påverka varandra så att ljudet kan uppfattas som otydligt och det blir svårt att höra vad en person säger.

Ekon används för avståndsmätning. Båtar använder sig av sk. ekolod för att mäta vattendjupet eller för att leta efter stora fiskstim. Ekolodet sänder ut ett ljud, ett så kallat ultraljud (se avsnitt 4.5), genom vattnet som reflekteras mot botten resp. fiskstimmet och därefter registreras av instrumentet vid ytan. Tidsskillnaden mellan utsänt och registrerat ljud används för att räkna ut avståndet med hjälp av ljudets hastighet i vatten.

Ljudet absorberas

I ett möblerat rum uppstår inget eko eftersom ljudet reflekteras och sprids i olika riktningar samt absorberas av möblerna. Mjuka ytor som möbler, gardiner, mjuka mattor och liknande kan således användas när man vill dämpa ljud eller minska buller. En mjuk yta kan emellertid absorbera alltför mycket ljud i ett rum när det täcker stora ytor, och en avvägning mellan olika typer av ytor är viktig beroende på vad rummet skall användas till.

Resonans

Resonans betyder kort och gott återljud. Det innebär att någonting som vibrerar/svänger kan sätta något annat i vibration/svängning. Ett exempel som eleverna kan stöta på i undervisningen är när man håller en ljudande stämgaffel eller en speldosa mot ett bord vilket får bordet att svänga med så att ljudet blir starkare. Andra exempel är stränginstrument som akustiska gitarrer eller fioler. En vibrerande sträng kan i sig inte sätta en tillräckligt stor luftvolym i rörelse för att ge erforderlig ljudstyrka. Däremot kan vibrationerna från en sträng på ett instrument i sin tur både få luften inuti instrumentet och locket att vibrera, vilket bidrar till ett starkare ljud.

4.5 Ljudets egenskaper

Ett ljud har tre olika egenskaper – tonhöjd, ljudvolym och kvalitet (klangfärg). Det är lätt att blanda ihop dessa begrepp. Utsagan ”ett högt ljud” används i vardagsspråket i olika betydelser. Ibland betyder det att ljudet har hög frekvens och andra gånger att det är hög ljudvolym. Därför är det viktigt att hålla ordning på dessa begrepp, och att i undervisningen vara noga med att använda ord med naturvetenskaplig innebörd.

Tonhöjden (frekvensen) bestäms av det antal vibrationer som varje sekund sänds ut från en ljudkälla som svänger fram och tillbaka. Tonhöjden mäts i enheten hertz (Hz). Ett ljud med hög tonhöjd (diskanttoner, ”pipiga” ljud) orsakas av många vibrationer per sekund, dvs. hur snabbt ljudkällan rör sig fram och tillbaka, medan ett ljud med lägre tonhöjd (bastoner, dova ljud) orsakas av färre vibrationer per sekund. Normaltonen a (ettstrukna a) uppkommer genom att ljudkällan vibrerar 440 gånger fram och tillbaka på en sekund. Man säger att frekvensen är 440 Hz. Sammanfattningsvis; en *låg* ton har *låg* frekvens och en *hög* ton har *hög* frekvens.

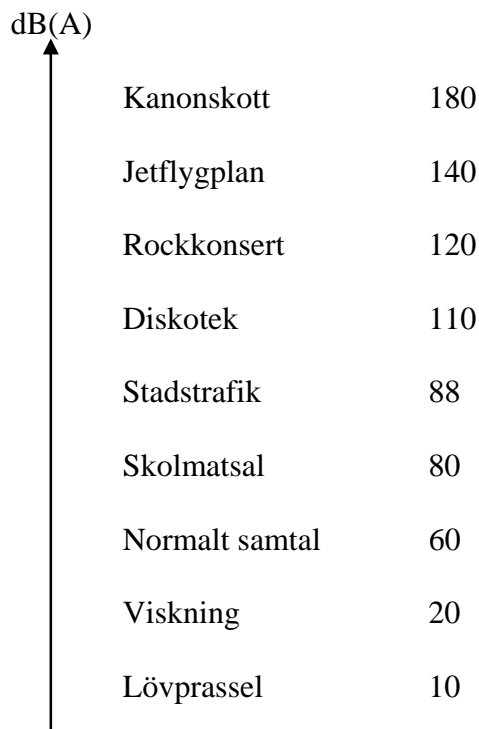
Människor uppfattar ljud med frekvenser inom området 20–20 000 Hz. De frekvenser som är högre än 20 000 Hz kallas för ultraljud och frekvenser lägre än 20 Hz kallas för infraljud. Det kan här vara av intresse att notera att de toner som används i musik ligger mellan ca 30 Hz och 4 000 Hz, vilket också på ett ungefär motsvarar pianots omfång.

Ljudhastigheten i luft är densamma för alla frekvenser vid en och samma temperatur. Däremot är det vissa skillnader i flytande och fasta ämnen beroende på vilken frekvens ljudet har. Att det ibland sjunger i isen då man åker skridskor är ett resultat av detta.

Ljudvolymen (ljudstyrkan, ljudnivån) hos ett ljud påverkas av vibrationens utslag när en ljudkälla vibrerar. Ju större utslag, desto starkare ljudvolym. Det avstånd som t.ex. en gitarsträng flyttas från ”medelläget” kallas för vibrationens amplitud. Ljudvolymen mäts i en enhet som kallas decibel (dB). Man kan mäta ljud med olika filter (A, B och C-filter) beroende på vad och hur man vill mäta. Ett vanligt filter för mätning av ljud i mänskliga sammanhang är A-filtret, vilket

gör att ljudnivåmätaren (= decibelmätaren) mäter ljudet, särskilt svaga ljud, på ett sätt som liknar hur det mänskliga örat uppfattar olika ljudnivåer. Man säger därför att ljudnivån mäts i decibel A, dB (A). I en del idrottshallar, skolmatsalar och gym finns ibland ett "ljudnivåöra" (Sound Ear) som mäter ljudvolymen. Det kan ställas in så att gröna små lampor lyser vid lämplig ljudvolym, orange gränsar till riskabel volym och röda lampor lyser när det är för stark volym.

Här nedan följer några exempel på ljudnivåer (ljudstyrkor)², se figur 4.1.



Figur 4.1. Exempel på ljudnivåer. Skalan är logaritmisk och det betyder att en ökning med ca 3dB(A) motsvarar en fördubblad ljudstyrka! En höjning med 10 dB(A) innebär en tiodubbling av ljudstyrkan!

Sammanfattningsvis; ett *starkt* ljud har *stark* ljudstyrka och ett *svagt* ljud har *svag* ljudstyrka.

Ljudhastigheten i luft är oberoende av ljudstyrkan. Ett starkt ljud (t.ex. från ett kanonskott) överförs med samma hastighet som ett svagt ljud (t.ex. lövprassel). Allt ljud vid en rockkonsert, oavsett om musiken är stark eller svag, överförs följaktligen också med samma hastighet.

Klangfärg är skillnaden i ljud eller ton mellan två musikinstrument. Ett och samma musikinstrument ger samtidigt ifrån sig ljud med olika frekvenser. Det ljud som har den lägsta frekvensen kallas för grundton (lägst tonhöjd). De andra ljuden av högre frekvens (högre tonhöjder) har dubbelt, tredubbelt, fyrdubbelt

osv. så hög frekvens som grundtonen, och de kallas för övertoner. Ljudets klangfärg bestäms av antalet övertoner och deras inbördes intensitet.

5. HÖRSELN

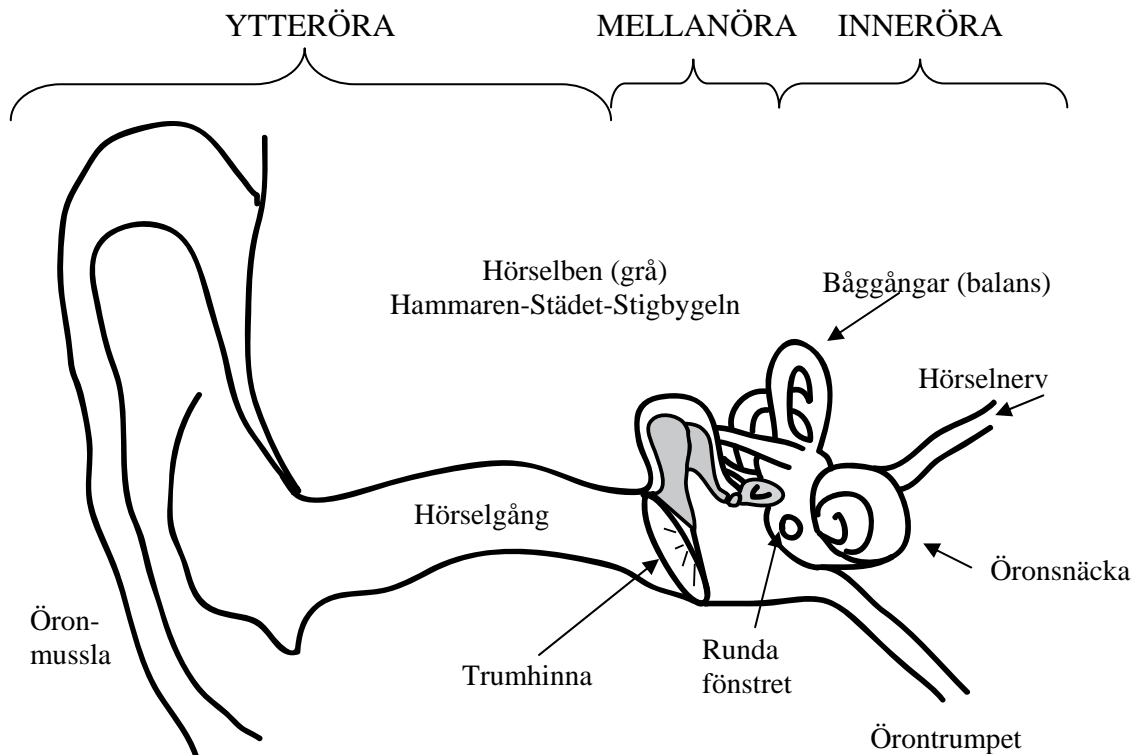
Redan under fosterlivet har hörseln stor betydelse. Fostret hör mammans röst – visserligen i ett förändrat skick men ändå – via fostervattnet. När barnet föds har det fortfarande en del vätska i hörselgången och hör allt från ett undervattensperspektiv. Under fosterutvecklingen lär sig barnet alltmer att känna igen ljud från sin omgivning. Det kan vara mammans, pappas och syskonens röster eller musik som ofta spelas därhemma. Det sägs att barn som får lyssna på musik när det ligger i mammans mage blir mer musikaliska. Den viktigaste perioden i en människas liv när det gäller att stimulera talet är under de första tre åren. Ljud vi inte fått höra som spädbarn kan bli svåra att uppfatta som vuxna. Detsamma gäller om en hörselnedsättning, som går att åtgärda hos ett barn, upptäcks för sent. Då blir det svårigheter för barnet att lära sig att uppfatta talet.¹

Människan har fem sinnen: hörseln, synen, känseln, smaken och lukten, vilka har sensorer (sinnesceller) som kan registrera vad som händer i omvärlden. Hörseln är viktig ur flera olika aspekter²:

- *Hörseln som kommunikationssystem*
Hörseln är förmodligen det sinne som är viktigast för kontakterna med andra människor. Tal och hörsel är en viktig förutsättning för att vi skall kunna fungera som sociala varelser.
- *Hörseln som orienterings- och varningssystem*
Med hörselsinnet kan vi uppfatta vad som händer i vår omgivning och det fungerar även som ett effektivt varningssystem, som inte ens vilar när vi sover. Men varför två öron? Med avseende på vår förmåga att höra olika ljud spelar det inte så stor roll om vi har ett eller två öron. Två öron är däremot en förutsättning för en god riktningshörsel, så att vi kan ta emot information och avgöra om den kommer bakifrån, från sidorna eller framifrån. Att vi kan avgöra vilket håll informationen kommer ifrån beror på att det blir en liten tidsskillnad mellan när ett ljud når de båda öronen och denna lilla tidsskillnad kan registreras och uppfattas. Jämfört med synen fungerar hörseln lika bra på natten som på dagen.
- *Hörseln för avkoppling och njutning*
Hörseln är också en viktig källa för avkoppling och njutning och vi lyssnar gärna på ljud som vi tycker om såsom musik, fågelsång eller vågornas kluckande.
- *Hörseln och vila*
Efter en dag eller kväll i ljudfyllda miljöer behöver hörseln återhämta sig i tysta miljöer, vilket också är en viktig förutsättning för vila och sömn.

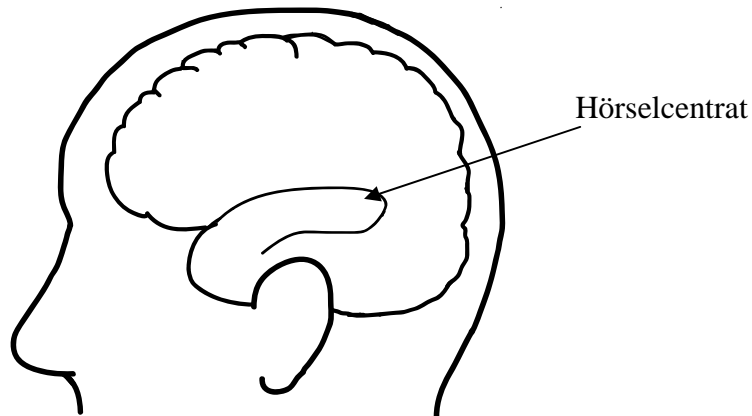
5.1 Örats anatomi och fysiologi

Människans öra är ett litet underverk i sig, vars delar fungerar med en fantastisk precision. Vi kan skilja på alla ljuden i talet tillsammans med ungefär ytterligare en halv miljon andra ljud. Ljudkänsligheten gör att vi kan upptäcka ett ljud så svagt att trumhinnan endast rör sig en tiondel av en molekyls diameter³. Dessutom kan vi klara av ljud som är tio miljoner miljoner, dvs. 10^{13} , gånger starkare – men inte allt för länge om man är rädd om sin hörsel. Örat och hörseln omfattas av en yttre och en inre del. Det yttre hörselsystemet består i sin tur av tre delar: 1) ytterörat och den yttre hörselgången, 2) mellanörat med de tre små hörselbenen och 3) innerörat med öronsnäckan och hörselnerven (fig 5.1).



Figur 5.1. Människans öra brukar delas in i ytter-, mellan- och inneröra.

Hörselnerven går till hjärnstammen där det inre hörselsystemet tar vid. I hjärnan löper hörselbanan från hjärnstammen via de centrala delarna av stora hjärnan till hörselcentrum i hjärnbarken i storhjärnans tinninglob. Det är först när ljuden registreras här som impulserna tolkas, vi "hör" (fig. 5.2).



Figur 5.2. Hörselcentrat är beläget i hjärnans tinninglob.

Runt hörselcentrat ligger också ett hörselminnescentrum som gör att vi kan känna igen ljud som vi tidigare har hört. Tur är väl det annars skulle vi inte förstå om det är en hund som skäller eller om det är bästa vännen som pratar! Information utbyts även med andra centra i hjärnan vilket gör det möjligt för oss att associera ljudet från en välkänd person till ett speciellt ansikte, till doften av en parfym eller kanske till förväntan om en kram.

Mellan- och innerörats delar är mycket små och de skulle tillsammans få plats i en liten låda av en sockerbits storlek. Bilder visar därför ofta örats olika delar i inbördes felaktiga proportioner.

Ytterörat och den yttre hörselgången

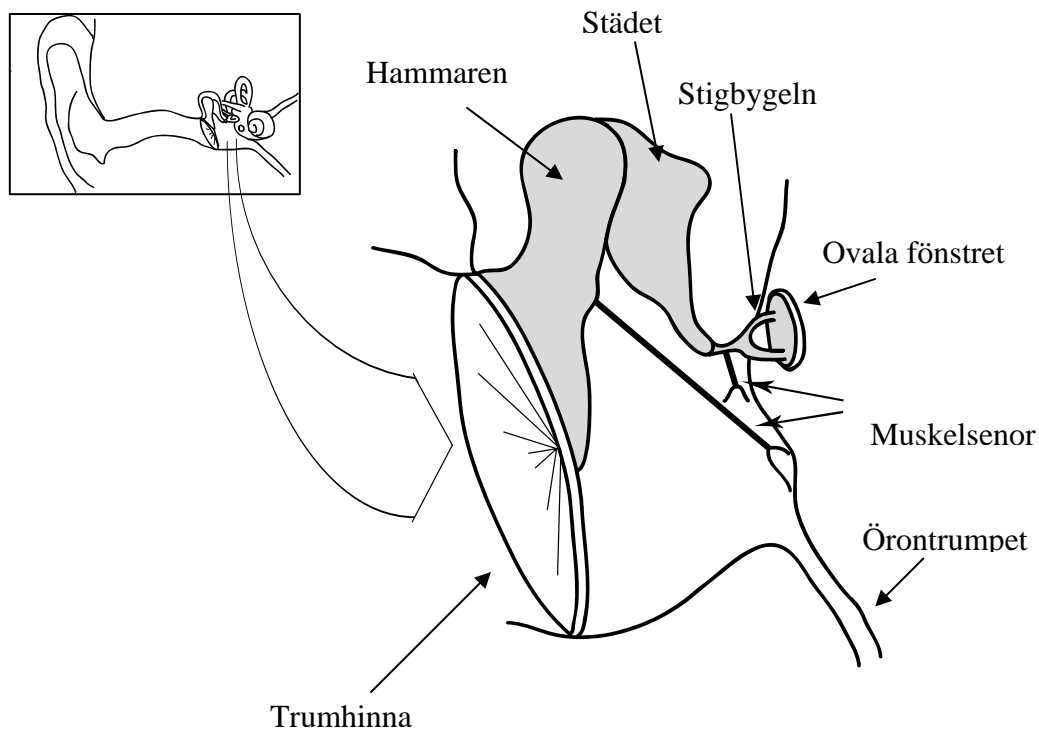
Ytterörat består av öronmusslan och hörselgången där ljudvibrationerna överförs till trumhinnan. Hörselgången bidrar till att ljud inom det frekvensområde där talet ligger koncentreras något, vilket innebär att talljud förstärks genom resonans ungefär två till fyra gånger. Hörselgången är ca 3 cm lång hos en vuxen och huden i hörselgången innehåller körtlar som bildar öronvax så att den inte torkar ut. Det finns även små hår som filtrerar bort damm och dylikt. Många människor har råkat ut för ”vatten i örat” och det beror på att vatten ligger kvar i hörselgången efter ett bad eller en dusch.

Mellanörat

Mellanörat (fig. 5.3) är en luftfylld hålighet belägen inuti kroppens hårdaste ben. Trumhinnan består av ett tunt, sträckt och konformat membran ungefär som membranet i en högtalare och detta överför vibrationerna från luften till de tre hörselbenen i tur och ordning. Hos en vuxen är trumhinnan nästan en centimeter i diameter och en knapp millimeter tjock. Spänningen i trumhinnan kan justeras med hjälp av två små muskler, den ena fäst vid det första hörselbenet (hammaren) och den andra fäst vid det tredje hörselbenet (stigbygeln). För att trumhinnan skall

kunna vibrera ordentligt måste luften på båda sidorna av trumhinnan, dvs. i hörselgången och i mellanörat, ha samma tryck. Det finns ett litet rör som förbinder mellanörat och svalget där luft kan passera ut och in beroende på den omgivande luftens tryck. Det lilla röret brukar kallas för örontrumpet och hos vuxna är det ungefär 4 cm långt. Ett annat ord är det eustachiska röret. Normalt är örontrumpeten stängd, vilket är tur för annars skulle alla andnings- och talljud överföras direkt till mellanörat. Örontrumpeten kan dock öppnas för justering av lufttrycket genom en liten muskel som används när vi rör käken vid svälj- och gäsprörelser. När det knastrar i öronen under en flygning är det ett tecken på att tryckutjämnningen i mellanörat fungerar. Vid dykning måste man lära sig att tryckutjämna för att inte spräcka trumhinnan. När man är förkyld blir ofta örontrumpetens slemhinna irriterad vilket kan försvåra luftpassagen, och då kan det bli olika tryck runt trumhinnans ut- och insida. Man brukar säga att "det slår lock för öronen".

En kedja av tre sammanhängande hörselben, hammaren, städet och stigbygel, överför ljudvibrationerna från trumhinnan till innerörat via ovala fönstret, som är ett litet hål i benet till innerörat täckt av ett fint tunt membran. Hammaren är fäst vid trumhinnan och är dessutom ledad mot städet, som i sin tur har kontakt med stigbygel. När trumhinnan och därmed hörselbenen vibrerar kommer stigbygelns fotplatta att trycka på ovala fönstret och då förs vibrationerna vidare till vätskan i innerörat. Mellanörat har en ljudförstärkande effekt på 25-30 decibel (dB) beroende på att arean på stigbygelns fotplatta är mycket mindre än trumhinnans area. De tre benen i mellanörat är dessutom förbundna med varandra på ett sätt som ytterligare ger en liten förstärkning (en s.k. hävstångseffekt). Sammanfattningsvis förstärks alltså talade ljud både i hörselgången och vid passagen genom mellanörat. Tack vare förstärkningarna kan vi uppfatta ljud inom talområdets frekvenser, vilka annars skulle vara 1000 gånger svagare än de ljud vi överhuvudtaget kan uppfatta.

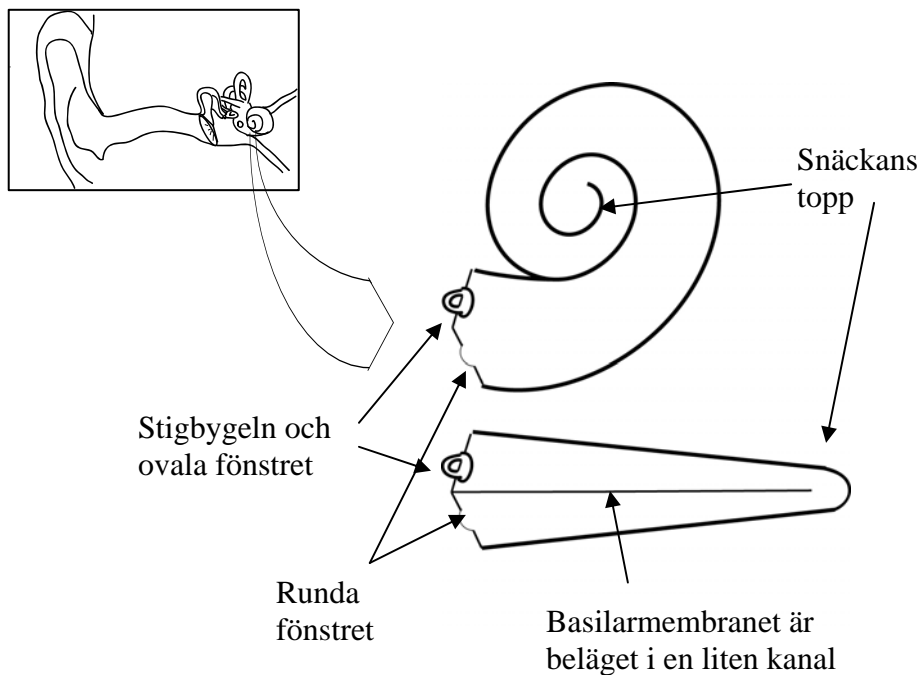


Figur 5.3. Delförstoring av örat - mellanörat. Bilden visar hur öronmuskelnas senor fäster på de båda hörselbenen, hammaren och stigbygeln.

Många barn har upprepade infektioner i mellanörat, och om de är allvarliga och förekommer väldigt ofta kan barnets hörsel bli nedsatt, vilket i sin tur är negativt för barnets språkutveckling. Ett barn som inte kan uppfatta de ord som uttalas i omgivningen kan inte heller lära sig att uttala orden på rätt sätt, vilket i sin tur kan ge upphov till andra svårigheter. En orsak till att barn drabbas mycket oftare av öroninfektioner än vuxna är att deras örontrumpet är kort och nästan horisontell jämfört med örat hos en vuxen person. Därför kan infektioner i svalget lätt sprida sig till mellanörat. Bokstavligt talat kan man säga att snuvan rinner ut i mellanörat. Dessutom svullnar örontrumpetens väggar lättare vid infektioner hos barn och snuvan blir instängd i mellanörat. Upprepade eller kroniska öroninflammationer är den vanligaste orsaken till nedsatt hörsel hos barn.

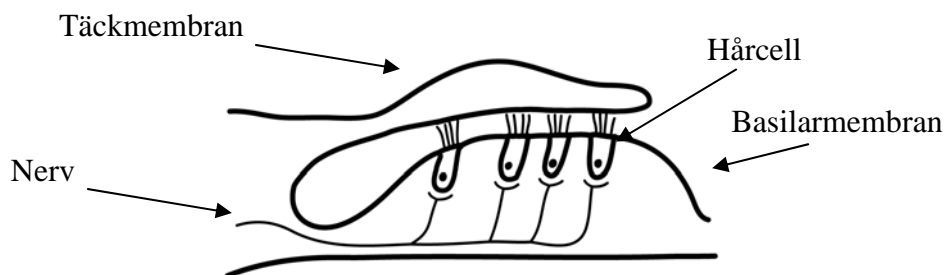
Innerörat

Innerörat ligger skyddat i en hålighet i tinningbenet och består egentligen av två delar, balansorganet och snäckan. I snäckan finns de sinesceller som registrerar vibrationer. Ingången till snäckan är det tidigare nämnda ovala fönstret. Egentligen är snäckan bara en enda ca 35 mm lång vätskefylld kanal som slutar med ett runt membran, runda fönstret. Kanalen är "dubbelvikt" och formad som en spiral och därav namnet snäckan, se figur 5.4.



Figur 5.4. Modell av öronsnäckan. Den övre figuren visar snäckan i den form som finns i innerörat och den undre figuren visar hur snäckan skulle se ut om man sträcker ut den.

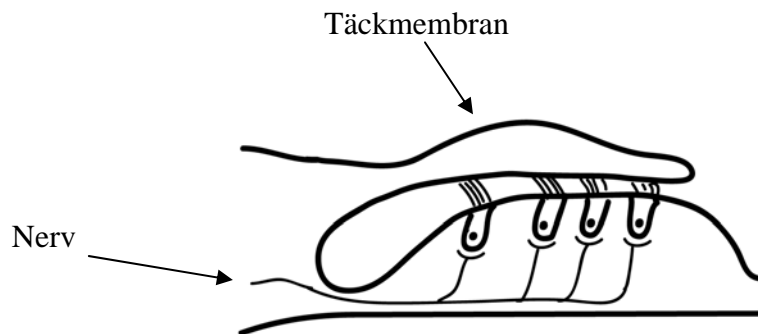
Mellan den övre och undre kanalen, dvs. i ”dubbelvikningen” finns ytterligare en liten kanal. I botten av denna finns ett membran som kallas basilarmembran och där finns alla de sinnesceller, hårceller, som registrerar vibrationer (figur 5.5). Denna del av innerörat brukar kallas det Cortiska organet.



Figur 5.5. Ett tvärsnitt av basilarmembranet inuti snäckan, det s.k. Cortiska organet. Ett litet geléartat membran, täckmembran, är beläget ovanför hårcellerna.

Normalt finns det 15 000 – 20 000 hårceller som är arrangerade i rader. Vi föds med en komplett uppsättning av hårceller som redan är färdigutvecklade i den 24:e fosterveckan. Hårcellerna nybildas inte om de förstörs och de hårceller vi förlorar får vi leva utan.

När ovala fönstret vibrerar förs vibrationerna vidare genom snäckan via vätskan varvid vibrationernas olika frekvenser får olika delar av snäckans membraner att vibrera, vilket i sin tur gör att de små hår som finns på hårcellerna stimuleras till att skicka iväg elektriska * impulser när de böjs mot täckmembranet (figur 5.6). Impulserna skickas genom hörselnerven via hjärnstammen till hörselcentrat i hjärnan, där de tolkas som ljud. Vi ”hör”. Det är alltså först i innerörats hårceller som vibrationerna, dvs. den rörelseenergi som överförts av luftpartiklar, trumhinna, ben och vätska, omvandlas till elektriska impulser dvs. elektrisk** energi.

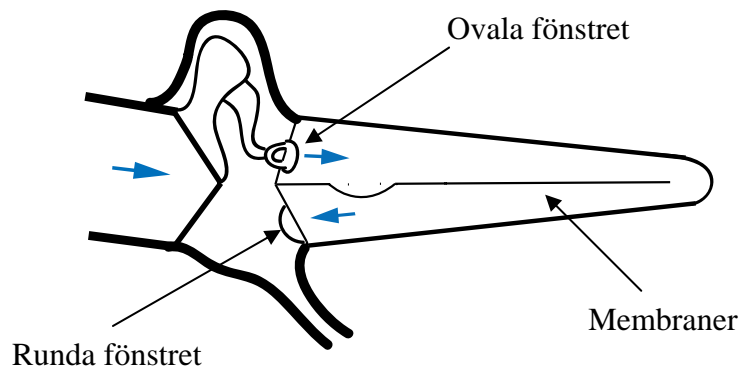


Figur 5.6. Bilden visar hur de små håren i hårcellerna böjs mot täckmembranet när membranerna vibrerar. Elektriska impulser alstras då i hårcellerna och impulserna skickas vidare via hörselnerven.

Hur kan olika toner registreras? Jo, basilmembranet nära ovala fönstret är mycket lättörligt och känsligt för höga toner (= diskanttoner, höga frekvenser) medan de låga tonerna (=bassoner, låga frekvenser) registreras längre in i kanalen. Höga toner registreras därför bara ett kort stycke in i snäckan, ljud inom de frekvenser där talet ligger når upp till mellanvindlingen och de lägsta tonerna registreras först nära snäckans topp. Basilmembranet fungerar på så sätt som en frekvensanalysator, vilket i princip innebär att var ton har sin plats i snäckan. Beroende på vilka sinnessceller som skickar impulser till hörselsinnescentrat tolkar hjärnan impulserna som olika toner.

* Med elektriska impulser i detta sammanhang avses egentligen elektrokemiska impulser dvs. de jonströmmar som ger upphov till aktionspotentialer i nervcellernas membraner. Följaktligen kan inte elektriska impulser i detta sammanhang jämföras med strömmen i en elektrisk krets.

** Mer korrekt är egentligen *elektrokemisk* energi.



Figur 5.7. Ljudet överförs via trumhinnan och hörselbenen till ovala fönstret i snäckan och vidare in genom snäckan. I figuren visas att höga toner påverkar basilarmembranet i snäckan nära ovala fönstret.

Ett öra hos en ung person kan uppfatta ljud inom frekvensområdet 20 - 20 000 Hz, men hos äldre försämras långsamt ljudupptagningen framförallt i det högre frekvensområdet. Det är anledningen till att äldre personer sällan hör syrsornas sång eller fåglarnas högsta toner. Våra öron har bäst ljudupptagningsförmåga, dvs. är känsligast för frekvenser mellan 500 - 8 000 Hz. Inom detta frekvensområde ligger också talet, vilket brukar ligga ungefär mellan 500 - 4000 Hz.

Hörselnerven från vardera örat består egentligen av mer än 30 000 nervfibrer från det Cortiska organet. Hörselnerverna från de båda öronen kan utbyta information med varandra vid tre olika "stationer" på väg från innerörat till hjärnbarken. Hörselnerven uppfattas i vanliga fall enbart som en inåtleddande nerv dvs. att impulser går från örat till hjärnan. Detta är nästan sant eftersom 98 % av den information som går i hörselnerven går till hjärnan. Ett antal nervfibrer skickar dock impulser från hjärnan till örat. En väsentlig del av denna information sänds till de tidigare nämnda hårcellerna i snäckan och resultatet blir bland annat att deras känslighet minskar. Denna reglering resulterar i att oväsentliga ljud inte registreras lika effektivt, vilket hjälper oss att sälla bort oviktiga bakgrundsljud och öka uppmärksamheten på för oss betydelsefulla ljud. Impulser i andra nerver går till de muskler i mellanörat som hjälper till att skydda öronen mot starka ljud, men impulser kan även påverka hörselbenskedjan så att den blir känslig för svaga ljud.

Nedsatt hörsel

Omkring hörselcentrat i hjärnbarken finns ett hörselminnescentrum som lagrar våra hörselupplevelser och kopplar dem till ett sammanhang. Den som tidigare hört en gitarr, sett en gitarr och lärt sig att det heter gitarr kan känna igen ett gitarrljud och veta att det är en gitarr. Under hela livet lär vi oss "nya" ljud på det

här viset. Vi kan alltså inte höra utan hjärna, även om alla delar i örat fungerar perfekt. En del människor (och djur) har nedsatt hörsel av andra skäl. Det kan bero på att vibrationerna inte fångas upp av örat, vibrationerna inte passerar genom hörselgången (t.ex. vax i hörselgången) eller genom trumhinnan (t.ex. öroninflammation) eller via hörselbenen eller via vätskan i innerörat, vibrationerna inte registreras av de små håren eller att hörselnerven är skadad.

5.2 Hörselhälsa

Under senare år har undervisningen om hälsofrågor ändrat karaktär. Man har infört ett hälsobefrämjande s.k. salutogent synsätt, vilket innebär att man förskjuter perspektivet från att leta efter det som orsakar svårigheter, problem och sjukdom till att öka kunskapen om det som befrämjar självkänsla, motståndskraft och hälsa. Naturligtvis behåller man en god hörsel helt enkelt genom att undvika starka ljud. Barn och ungdomar med goda kunskaper om ljud, hörsel och hälsa har grundläggande förutsättningar att själva välja lämplig ljudnivå i sin MP3-spelare, musikanläggning eller vid skoldiskon. Om man inte kan påverka en hög ljudnivå vid en konsert eller på ett gym finns det olika varianter av hörselskydd att köpa. De enklaste skyddar mot höga ljudnivåer i allmänhet. Om man vill ha bra ljudkvalitet när man lyssnar eller spelar musik finns det speciella musikhörselskydd (ER-hörselskydd) som dämpar ljudet med en väl bibehållen ljudkvalitet. Helst bör man undvika att använda föremål som ger upphov till starka impulslyd såsom smällande raketer och knallpulverpistoler, men om man ändå väljer att använda dem bör man naturligtvis använda hörselskydd. Gräsklippare, hammarslag och slipmaskiner är andra vardagsexempel på föremål som ger upphov till starka ljud. Man bör även vara uppmärksam på att det finns leksaker som ger ifrån sig så starka ljud att de är skadliga för små barn.

Arbetsmiljön i skolan är en annan viktig faktor som går att påverka på olika sätt. Naturligtvis är lokalernas utformning betydelsefull. Exempel på inredning som dämpar ljud och bidrar till en bättre ljudmiljö är ljudabsorbenter i tak och väggar, gardiner, mattor, växter samt filtassar på bord och stolar. Listan kan göras lång. Men de som arbetar i lokalerna, all personal såväl som elever, behöver också vara medvetna om att var och en bör bidra till en bra ljudmiljö, både för sin egen och för andras skull.

Om vi alla hjälps åt i vår strävan efter en god ljudmiljö och försöker ta vårt ansvar för att reagera på människor som i sin okunskap spelar för starkt kan vi nå goda resultat. Det kan vara att påverka på skoldiskon, gym eller ljudtekniker på konserter. Föräldrar är också en viktig målgrupp i arbetet, särskilt när de är ansvariga för klass- eller skoldiskon. De måste ta sitt vuxenansvar och se till att ljudnivån hålls inom rimliga gränser, vilket är särskilt viktigt om de barn som deltar i diskot är under 12 år.

Människor som utsätter sig för höga ljudnivåer oavsett om det är på arbetet eller på fritiden behöver vila öronen för att återhämta sig. Bland annat behöver musklerna i öronen vila. Därför brukar man ange vilka nivåer människor som

mest bör utsätta sig för räknat under en dag. Om man har varit i en miljö med höga ljudnivåer under en arbetsdag bör man undvika att besöka en ljudstark konsert samma kväll. Gravida kvinnor bör vara försiktiga med starka ljudnivåer eftersom fostrets hörsel redan är färdigutvecklad vid den 24:e graviditetsveckan.

Se även kapitel 1 angående forskning om barn, ungdomar, ljudmiljöer och hörselproblematik.

Tinnitus

”Namnet tinnitus kommer från latinets *tinnere* som betyder ringa./.../ Att ha tinnitus innebär att man hör ljud i öronen eller huvudet som inte är verkliga ljud. Exakt var ljudet kommer ifrån vet man inte, men det finns gissningar om att det är hörselcellerna som till följd av att de skadas skickar ut falska impulser till hjärnan som vi tolkar som ljud. Tinnitus kan yttra sig på olika sätt och ha olika orsaker. Det kan låta som ett svagt susande, brusande, pipande, tjutande ljud eller kombinationer av ljud. Det kan också vara så att man hör tinnitus bara i ena örat, i båda öronen eller någonstans mitt i huvudet”.⁴

Både tillfällig och permanent tinnitus kan orsakas av för starkt ljud vid ett enda tillfälle; vid en rockkonsert, av en smällare, under ett disko eller av starka ljud under en längre tid från t.ex. freestyle, minidisk, MP3-spelare eller bullrig arbetsmiljö. Det kan även finnas andra möjliga orsaker såsom depression eller andra sjukdomstillstånd, mediciner, stress, stigande ålder och t.o.m. olycklig kärlek. Det finns dock ingen bot mot permanent tinnitus som orsakats av starka ljud, men det finns flera behandlingar som kan ge lindring. En sådan är kognitiv terapi där den skadade får lära sig att bli medveten om sina tankar, och insikten används till att ändra på negativa tankemönster. Patienten tränas i att fokusera på annat än det störande ljud som finns i huvudet. Överdriven rädsla för tinnitus kan också orsaka eller förstärka tinnitus. Det händer att personer blivit så oroliga över en upplevd ljudnivå att de blir hyperstressade av rädslan, och bara detta kan ge upphov till tinnitus. Skrämselpropaganda är därför inte att rekommendera. Informationen om tinnitus måste vara saklig. Forskning visar att det är viktigt att eleverna får kunskaper om att de kan riskera att få inte bara tillfällig utan permanent tinnitus av starka ljud. Lika viktigt är insikten att jag själv kan drabbas. Det har visat sig att ungdomar oftast förlägger sårbarheten hos andra men inte hos sig själva. Att ha och leva med tinnitus kan för vissa människor vara irriterande, särskilt när det är tyst runt omkring, medan det för andra personer kan innebära ett mycket svårt handikapp.

Ljudöverkänslighet (Hyperakusis)

I samband med tinnitus är det även vanligt med ljudöverkänslighet, vilket innebär att vanliga vardagliga ljud låter olidligt starkt t.ex. skrap av stolar, klirr av porslin, surret från en overheadapparat, barnskrik m.m. En konsekvens av ljudöverkänslighet är att det kan bli svårigheter med att lokalisera varifrån ett ljud

kommer, vilket kan vara problematiskt i trafiken. Ljudöverkänslighet kan uppstå tillfälligt, men den kan också vara bestående.

6. DJUR, LJUD OCH HÖRSEL¹

6.1 Vad betyder ljud och hörsel för djur?

Ljud och hörsel är viktiga för djur, och särskilt för många vattenlevande djur. I oceanernas djup härskar ständigt mörker, och hörseln har större betydelse för de djur som lever i djupen än vad synen har. Det finns arter av blinda groddjur, kräldjur, fiskar och däggdjur, men ännu har man inte funnit något ryggradsdjur som saknar hörsel. Djuren är beroende av sin hörsel för att kunna kommunicera, försvara revir, skrämma fiender, hålla samman gruppen, navigera eller söka föda.

Ljudmiljön är annorlunda eftersom ljudöverföringen går mycket snabbare genom vatten, ungefär fem gånger så fort som i luft, och ljudet når mycket längre. I havet finns förutom djurens ljud många andra, såsom regnets smattrande mot ytan, brytande vågor, undervattensvulkaner och även ljudföroreningar från mänskliga aktiviteter som fartyg, ekolod eller oljeborrningsaktiviteter. Vattenvärlden är dessutom fylld med en mängd eko-effekter.

6.2 Öronens utseende och funktion hos däggdjur

Hos många däggdjur fungerar ytterörat som en ljuduppfångande hudflik. Särskilt tydlig är denna funktion hos däggdjur med välutvecklade öron såsom hästar, älgar, rådjur, harar, kaniner och vargar. När ytteröronen dessutom är rörliga underlättar det för djuret att bestämma varifrån ljudet kommer. Särskilt bland fladdermössen finns arter med mycket speciella veckbildningar som bidrar till effektiv ljudmottagning.

Ytteröronen har även andra biologiska och sociala funktioner. Hundar och katter visar sin sinnesstämning med hjälp av öronen, och de använder dem även för att signalera social ställning gentemot sina artfränder. Elefanternas stora synliga öron har också en social funktion när de fälls ut som hotfull gest, men de har även en viktig temperaturreglerande funktion eftersom den stora ytan kan avge överskottsvärme när det är varmt.

Valar, delfiner och tumlare som tillbringar hela sitt liv i vatten uppfattar ljud på andra sätt än däggdjur som lever på land. Principen är densamma, dvs. att ljudvibrationer överförs till sinnesceller i innerörat, men vägen dit är annorlunda. De saknar ytteröron, men de har en hörselgång som man inte tror fungerar eftersom den är fylld med vax och inte heller har någon kontakt med trumhinnan. Hur kommer då ljudvibrationen till mellanörat? Jo, benet i deras underkäke står i kontakt med mellanörat och den vägen kan vibrationer från vattnet ledas vidare till mellanörat och innerörat.

6.3 Vad hör djur?

De flesta däggdjur (inklusive människan) uppfattar ljud med frekvenser inom området 20 – 20 000 Hz. Elefanter kan uppfatta ljud ner till 16 Hz, medan fladdermöss kan uppfatta frekvenser ända upp till 200 000 Hz! Vissa arter av valar och delfiner producerar och uppfattar ljud inom ett mycket brett frekvensområde, från under 10 Hz och upp till över 200 000 Hz. Hundar kan höra ljud med frekvenser upp till 45 000 Hz. Många gnagare kommunicerar också med ultraljud, ofta med frekvenser kring 45 000 Hz. Ibland förekommer det en sammanblandning mellan begreppen tonhöjd (frekvens) och ljudstyrka (volym) när man talar om att djur hör bra.

Fladdermöss utnyttjar ultraljud (över 20 000 Hz) för sin navigering genom att de skickar ut ljud som reflekteras mot föremål i omgivningen, och med hjälp av det reflekterade ljudet, eko-ljudet, kan de snabbt bedöma hur de skall flyga. De använder även denna teknik när de söker efter föda. Med hjälp av de höga frekvenserna kan de leta upp mycket små byten, t.ex. flygande insekter. Valar ger ifrån sig knäppningar och andra kortvariga ljud, och med hjälp av de ekon som kommer tillbaka kan de upptäcka byten och navigera i djupen. Delfiner kan på liknande sätt använda ljud för att upptäcka och identifiera ett föremål av en golfbolls storlek på ett avstånd av 100 meter. Dessa djurs hörselsinnen fungerar alltså ungefär som ekolodet på en båt.

Elefanter och valar kommunicerar med hjälp av infraljud (under 20 Hz) på långa avstånd. Valar kommunicerar på detta sätt främst för att söka efter en partner men även för att hålla samman gruppen. De lägre frekvenserna använder valarna när de är nära varandra för att upprätthålla det sociala samspelet mellan mor och avkomma, för att visa sin aggression eller helt enkelt för att identifiera varandra. Under senare år har forskare upptäckt att valarnas kommunikation störs av allt det buller som orsakas av mänskliga aktiviteter på och i vattnet, och främst av alla de fartyg som trafikerar haven. Störst är problemet på norra halvklotet, av den enkla anledningen att fler aktiviteter sker där. Tänk om valarna inte hittar varandra eller inte hör vad den andre ”säger”!

Valar och delfiner är särskilt kända för att använda ljud, men även många fiskar och ryggradslösa djur som räkor och humrar använder sig av ljud för sin överlevnad. Fiskar kan uppfatta ljudvibrationer via den s.k. sidolinjen, som finns synlig utefter fiskens sidor. De har även ett organ som fungerar ungefär som däggjurens inneröra och med hjälp av detta kan de uppfatta vibrationer i vattnet. Ytteröron, hörselgång och mellanöra saknas helt och hållet. Man vet att vissa sillar kan uppfatta ljud ända upp till 180 000 Hz, och havskatten kan uppfatta ljud över 3 000 Hz.

På våren kväker grodorna sin parningssång. Den vanliga grodan låter nästan som en knattrande, mindre motorcykel och åkergrodans läte kan liknas vid skällande hundar. De kan uppfatta kväkanden via den trumhinna som är synlig strax bakom

ögonen. Ett annat vårtecken är myllret av melodier från alla hormonstinna fågelhannar. Varje art har sin speciella sång, och hannen sjunger för att markera revir, dvs. skrämma bort alla andra hannar av samma art. Men naturligtvis också för att locka till sig en hona, och då gäller det att sjunga bäst av alla hannar i trakten! Fåglarna har även en mängd andra läten för att kommunicera sinsemellan. Det kan vara varningsläten vid en hotande fara eller ungarnas tjatter efter föda. Hur fungerar livet om man är fågel och döv?

Även insekter har hörselorgan i form av en trumhinna och därunder sinnesceller som kan registrera vibrationer. "Öronen" sitter på insekternas kropp eller i benen som hos gräshoppor.

6.4 Lyssna på ljud

Det finns band och CD-inspelningar av ljud från olika djur såsom fåglar, grodor, paddor, däggdjur m.fl. Inspelningar av andra av naturen skapade ljud såsom havsbrus och "sjungande våris" finns också. Det finns även ett antal resurser på Internet. Några exempel:

- Du kan lyssna på undervattensljud via ljudgalleriet www.dosits.org/gallery/intro.htm [Tillgänglig: 2008-01-15].
- Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik har en webbplats som innehåller ljudinspelningar av några vanliga fåglar, vanlig groda, åkergroda och padda. www.bioresurs.uu.se/myller/
Klicka på länken "multimediagalleri" [Tillgänglig: 2008-01-15]
- Ljudinspelningar från kon, ankan, grisen och andra djur finner du på Musiknet, som drivs av Stiftelsen Musiknet. www.musiknet.se/mla/sve/ [Tillgänglig: 2008-01-15].

7. FÖRESTÄLLNINGAR OM LJUD OCH HÖRSEL

I forskningslitteraturen finns ett antal studier som berör olika ålderskategorier, allt ifrån barn i fyraårsåldern till studenter som läser fysik på högskolenivå. De studier som är gjorda har olika fokus. Vissa behandlar enbart elevuppfattningar om ljud och hörsel utan koppling till undervisning, medan andra relaterar begreppsförståelse och kunskapsutveckling till undervisningens utformning. En sammanfattning av denna forskning redovisas nedan. I avsnitt 7.7 finns även en sammanfattande översiktstabell som visar vilka föreställningar inom skolans naturvetenskap som motsvarar de vardagsföreställningar som läsaren möter i forskningsöversikten.

7.1 Ljudets uppkomst

En engelsk studie¹ visar att förskolebarn och elever i de tidigare skolåren använder olika sätt att förklara hur ljud uppkommer. Antingen sätter de ljudkällans egenskaper i fokus (t.ex. att föremålet är av plast eller gummi, att det är tjockt, tunt, spänt eller hårt), eller så utgår de ifrån den påverkan som gör att det blir ljud (t.ex. att en person slår på en trumma och att det krävs påverkan av en kraft för att ljudet skall uppstå). Ytterligare en förklaringsmodell är att barnen talar om vibrationer när de beskriver hur ljud uppkommer. Ju äldre de är desto bättre är de på att förklara mekanismen bakom ljudet.

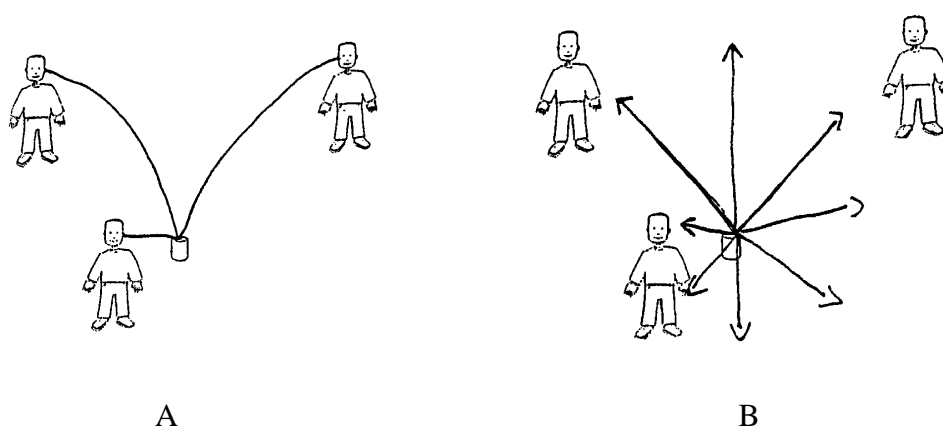
En annan studie² av drygt 200 engelska barn i åldern 4-16 år visar liknande resultat. Dock visar denna studie ännu tydligare att barnens och elevernas uppfattningar är kopplade till vilken sorts föremål det är som ger ljud ifrån sig. Det är lättare för dem att beskriva ljudets uppkomst när det handlar om gitarrsträngar och cymbaler än att beskriva samma sak när man slår ihop två stenar. Många barn, även yngre barn, kopplar uppkomsten av ljud till vibrationer hos gitarrsträngarna och cymbalen, medan ytterst få av de 16-åriga eleverna associerar stenarnas ljud till vibrationer. Forskarna drar slutsatsen att eleverna saknar en *generell* förståelse för att ljud alstras genom vibrationer.

7.2 Ljudöverföring

Många barn i förskolan³ tycks inte tänka på att ljud överförs. Deras förklaringar till att man kan höra ljud från olika föremål utgår istället från ljudkällans egenskaper, vad de själva gör eller örats betydelse. Sådana utsagor kan exempelvis vara att man hör en klocka därför att den tickar, för att man lyssnar eller för att man har öron. Piaget⁴ har även beskrivit att fyra- till femåringar tänker sig att ljudet finns vid ljudkällan, och vid sexårsåldern att ljudet går någonstans

för att därefter återvända till ljudkällan. Ytterligare något år senare finns föreställningen att ljud utbreder sig i alla riktningar, och efter 11-årsåldern innehåller förklaringarna luft, antingen genom att ljud sprids via luft eller att ljud i sig själv betraktas som luft.

Att barn i denna ålder uppfattar att ljud sprids i alla riktningar framkommer också i en intervjustudie⁵ av 89 barn och elever i åldern 6-10 år. Barnen/eleverna fick en bild som föreställde tre personer och en ljudkälla där de skulle rita hur ljudet sprids som svar på frågan ”Sprids ljudet bara till människor eller sprids det också i andra riktningar”? De flesta sexåringar och mindre än hälften av 8-åringarna illustrerar på olika sätt att ljudet bara sprids till de människor som finns på bilden. Ett sådant exempel (A) visas i figur 7.1.



Figur 7.1 Exempel på bilder som svarar på frågan ”Sprids ljudet bara till människor eller sprids det också i andra riktningar”?

Nästan alla 10-åringar ritar att ljudet sprids i alla riktningar, oavsett om någon lyssnar eller inte (B). Barn/elever i en annan undersökning⁶ ritar på liknande sätt.

Många studier⁸ visar att det är vanligt att ljud uppfattas som något materiellt, alltså ett objekt i sig. Denna föreställning uttrycks på olika sätt bland förskolebarn och skolelever men även hos universitetsstuderande i fysik. Dessutom förekommer det bland förskolebarn⁹ beskrivningar som tyder på att barnen tänker sig ljudet såsom något levande, som har avsikter i vad det gör. Sådana föreställningar kallas för animistiska.

I studien¹⁰ med barn och elever i 4–16 årsåldern fick deltagarna lyssna på en tickande klocka som sedan täcktes över på olika sätt. De skulle svara på hur det kommer sig att de kan höra klockan, trots att den är övertäckt. Här följer några exempel på elevsvar:

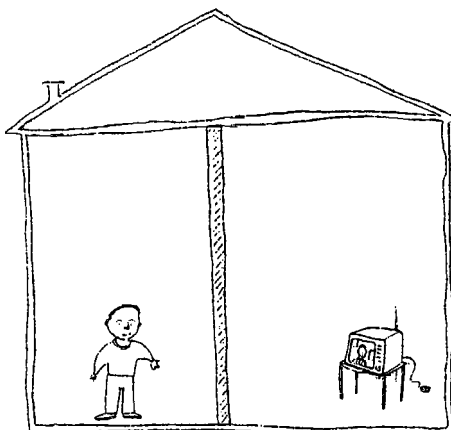
Ljudet kommer ut med luften. Det kommer ut ur akvariet och det kryper ut under öppningen, i luften (5 år – som svar på varför hörs ljud genom ett plastakvarium).

Det kan komma ut lite "liksom under bottnen" (8 år – som svar på varför hörs ljud genom en tehuva).

En del smiter genom sprickor (16 år – som svar på varför hörs ljud genom en papperslåda).

Svaren visar att barnen/eleverna tänker sig att ljud är något materiellt, ett objekt i sig, som behöver utrymme eller fri väg för att ta sig fram.

I en studie¹¹ av barn och elever i 6-10 årsåldern menar majoriteten av förskolebarnen att man kan höra ljudet genom väggen från ett annat rum bara för att det passerar genom små osynliga hål eller springor. Ljudet kan annars inte komma ut, dvs. det blir instängt i rummet. En dryg tredjedel av 8-åringarna och en fjärdedel av 10-åringarna har denna förklaring. Barnen fick också, med hjälp av en bild rangordna, hur lätt ljudet från en TV passerar genom väggar av olika material t.ex. trä, papp, järn, plast, betong och glas (figur 7.2).



Figur 7.2 Barnen fick med hjälp av denna bild rangordna hur lätt ljudet från en TV kan passera genom väggar av olika material t.ex. trä, papp, järn, plast, betong och glas.

Ofta anser de att ljudet överförs bäst genom väggar av plast, papp eller trä och sämst genom järn. En tredjedel av 8-åringarnas och en mindre andel av 10-åringarnas förklaringar är att ljud bara kan överföras genom ett material om ljudet är "hårdare" än materialet. Det "materiella" ljudet tar sig igenom väggen likt en kastad sten genom en glasruta. Inga förskolebarn har denna idé. Andra tecken på ett materiellt tänkande är föreställningar om att ett ljud är något bestående eller att ljud väger. Majoriteten av de äldre barnen tänker sig dock att ljud så småningom släcks ut*, och även att en ljudkällas tyngd inte ändras när den avger ljud. Hälften av 10-åringarna använder inga förklaringar alls av materiell natur. Här finns de

*Ljud' är rörelseenergi som överförs och som efterhand omvandlas till värmeenergi.

som istället liknar ljud vid spöken och andra immateriella väsen. En knapp tredjedel av 10-åringarna har förklaringar av denna typ. Lika många förklarar ljudöverföring med hjälp av termen ”vibrationer”.

I en israelisk intervjustudie¹² fick 10 elever i skolår 8 rita och förklara vad ljud är och hur de tänkte om ljudöverföring genom luft, vatten, mark och vakuum. Samtliga elever uttrycker på ett eller annat sätt att ljud är något materiellt som förflyttas från en plats till en annan. Resultaten visar att eleverna använder olika sätt att förklara ljud och ljudöverföring, men även att en och samma elev nyttjar olika förklaringsmodeller beroende på i vilket sammanhang ljudöverföringen diskuteras. Ett sådant exempel är den elev som ritar ljud som bubblor i luft men som vågor i marken. Följaktligen saknar eleverna en generell teori för ljudöverföring. Vanliga idéer är att ljud på något sätt knuffas framåt, till exempel genom att luften knuffar fram ljudet från en talande person eller att vattnet knuffar fram ljudet under vattenytan. Det sistnämnda illustreras av följande elevsvar¹³:

Ljudet inuti bubblorna bärs fram av vattnet.

Svaret visar dessutom att eleven tänker sig att ljud förflyttas inuti någon form av bubblor i vattnet. I andra studier¹⁴ motiverar en del av de elever i åldern 11-16 år, som anser att ljud kan överföras genom vatten, sitt svar med att vattnet måste innehålla gas, luft eller syre. När elever svarar att ljud kan överföras genom vatten kan det följaktligen finnas olika alternativa förklaringar till hur detta sker.

Andra vanliga materiella förklaringar utgår ifrån att olika ämnen bjuder olika mycket motstånd. Detta synsätt känns igen hos de universitetsstuderande i fysik¹⁵ som menar att ljud överförs i vakuum eftersom det inte möter något motstånd. Denna uppfattning hänger ofta samman med idén att ljud inte kan överföras genom fasta ämnen. Det tycks vara så att ju tätare ett medium är desto svårare anses ljudöverföringen bli. Tidigare har beskrivits att en och samma elev kan ha olika förklaringsmodeller för ljudöverföring beroende på i vilket sammanhang denna beskrivs. Detta är något som även återfinns bland fysikstudenterna. Förklaringsmodeller som används är beskrivningar på mikronivå t.ex. att ljud är små ”saker” som förflyttas av de enskilda molekylerna eller att ljud är något abstrakt som överförs från en molekyl till en annan. Andra utgår ifrån egenskaper hos själva mediet t.ex. att ljud är en ”avgränsad samling molekyler” (luft, vind...) som förflyttas. Dessa förklaringar har likheter med dem som tidigare har beskrivits bland skolbarnen.

Olika studier visar¹⁶ hur ljudöverföring ritas och beskrivs på en mängd olika sätt. Det är böjda linjer, streck, bubblor, vågor, spiralformade mönster, runda ringar, ord, nottecken, blixtar, pilar, skuggor, virvlar, kontinuerliga linjer m.m. De äldre eleverna ritar ibland linjer vinkelrätt mot ljudets utbredning, när de noggrant ska rita hur ljudet rör sig. Man¹⁷ antar att skolans fysikundervisning har bidragit till detta sätt att rita. I intervjustudien¹⁸ av elever i skolår 8 beskriver samtliga ljudöverföring i något sammanhang med hjälp av vågor, samtidigt som de också illustrerar ljudöverföring på andra sätt. Resultaten visar att de dock inte kan

koppla samman vågformen med de andra illustrationerna. Väldigt många studier¹⁹ beskriver just det problematiska med begreppet ljudvågor. Begreppet används i olika betydelser, och elever har mycket sällan någon uppfattning om dess egentliga innebörd. Ljudvågor kan också beskrivas som något materiellt som krockar med luftpartiklarna vilket innebär att de är i vägen för ljudvågorna. Oftast liknas ljudvågor vid vattenvågor.

7.3 Ljudhastighet

När eleverna så småningom förstår att ljud rör sig har de ofta en idé om att det rör sig med konstant hastighet oavsett medium²⁰. Det är ganska vanligt att både yngre och äldre elever samt studenter anser att ljudhastigheten är beroende av ljudvolymen, dvs. ett starkare ljud skulle ha högre överföringshastighet än ett svagt ljud. Vi känner igen dessa föreställningar från historien. Många elever vet att ljudhastigheten är beroende av mediet, men de ordnar dem i omvänd ordning; ljud överförs snabbare i vakuum än i vatten och stål. Efter undervisning svarar fortfarande en dryg tredjedel av elever i åldern 11–15 år att ljud av olika ljudstyrka har olika hastighet²¹. Även universitetsstuderande²² i fysik brottas med samma problem när de tror att molekylerna i ett medium utgör ett hinder, antingen genom att de är stora eller genom att de befinner sig nära varandra, vilket skulle resultera i att ljudet skulle röra sig snabbare och snabbare ju mer man närmar sig vakuum.

7.4 Ljudets reflektion och absorption

Olika studier²³ visar att elever i åldern 7-12 år använder termen eko med olika innebörder. ”Eko” kan exempelvis betyda repetera, vibration, ljud i allmänhet, resonans (”det blir ett eko inuti gitarren när man slår på strängen”) eller ljudöverföring. De elever som uppfattar ljud som ett materiellt ”objekt”, vilket rör sig från en plats till en annan, beskriver eko med att ”objektet” studsar på väggar eller bord. Många elever känner till att ljud blir starkare i ett rum med hårda väggar än i ett rum med mjuka väggar, men de vet inte varför.

7.5 Örat och hörseln

I en undersökning²⁴ av 1900 engelska 11-16 åringars tänkande om ljus och ljud fick eleverna bl.a. svara på frågan ”Hur tror du att ljudet rör sig så att personen kan höra radion?”. Endast en elev påstod under intervjun att ljudet kom ut från örat, medan betydligt fler tänkte sig att ljusstrålar strålade ut från ögonen när det gäller seendet.

Många förskolebarn²⁵ tror att man hör för att man lyssnar. De vet oftast inte hur de hör, bara att ljud helt enkelt kommer in genom örat och då hörs det. Ett fåtal anser att ljudet går till hjärnan, och att hjärnan talar om vad det är för ljud. I de studier²⁶ som gjorts parallellt med framtagandet av detta material fick eleverna svara på frågan: ”Vad händer med ett ljud som har nått örat? Rita hur du tänker

just nu.” Före undervisningen visade det sig att eleverna oftast tar med hjärnan även om de inte känner till att det finns några inre delar i örat. När de nämner någon del av örat är det oftast trumhinnan. Hörandet beskrivs oftast genom att en impuls går från örat till hjärnan. Få elever nämner de små känsliga hårcellerna som omvandlar vibrationer till nervimpulser. I en engelsk studie²⁷ av elever i de tidigare skolåren nämnde en femtedel av eleverna att trumhinnan, och en tiondel att hjärnan, har en koppling till hörandet. En del av dessa elever nämnde att trumhinnan vibrerar. En elev beskrev att det finns små ben inuti örat.

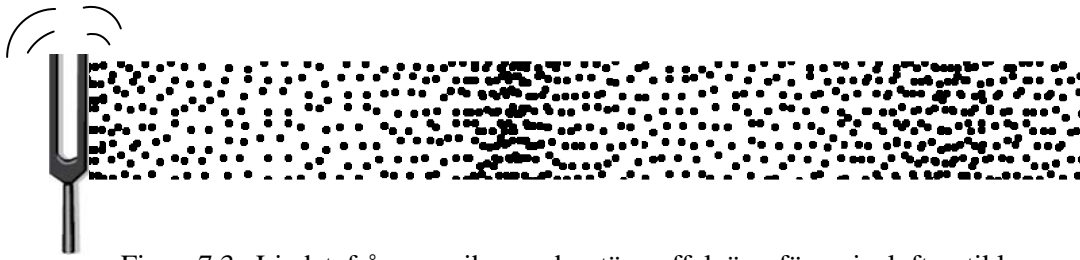
När elever möter termerna trumhinna, hammare, städ, stigbygel och örontrumpet försöker de att hänga upp dessa på den tidigare förståelse de har, vilket kan ge associationer som är väl värda att diskutera i klassrummet. Eleverna uttrycker²⁸ att hammaren slår på trumman, att det finns sadel och stall i örat (dvs. associationer utifrån termen stigbygel), att det finns en trumpet i örat m.m. Ord kan ha olika innebörder i olika sammanhang, och de termer som används på örats delar härstammar från att de har vissa utseendemässiga likheter med de föremål de associerar till.

Många elever i åldern 10-16 år²⁹ tror att de klarar sin hörselhälsa bara det inte gör ont i örat av stark musik vilket är oroande. En annan uppfattning är även att hörseln klarar tillfälliga starka ljud, vilket naturligtvis också är bekymmersamt. Efter undervisningens slut visar fler elever ett ökat intresse av att använda öronproppar på bio, rockkonserter och discon. De är också mer kritiska till ljudnivån på discon och mer motiverade att mäta denna. Ställda inför en konflikt angående ljudnivån på ett disco har deras benägenhet att avgöra frågan med omröstning eller någon form av lottdragning minskat.

7.6 Konsekvenser för undervisningen

Många forskare³⁰ rekommenderar att undervisningen om ljud förs in i ett större sammanhang: ljudkälla, ljudets överföring, öra, hörselnerv och hjärna.

I början av detta kapitel visas att både yngre och äldre elever saknar en generell teori för ljudets uppkomst som de kan använda och tillämpa i nya situationer. För att eleverna ska kunna utveckla en allmängiltig förståelse måste de ges tillfällen till att öva på och reflektera över hur ljud uppkommer både i uppenbara och mindre uppenbara situationer. Nästa steg är att eleverna ges möjligheter till att konstruera en generell teori för ljudöverföring. Forskarna³¹ konstaterar att om eleverna skall ha möjlighet att bygga upp vetenskaplig kunskap om ljudöverföring behöver de även förstå vad luft är. Elever som inte uppfattar luft som materia, utan tänker på den som ”ingenting” eller ”tomrum”, kan inte utveckla idén om att materia behövs för att ljud skall kunna överföras. Eleverna behöver en förståelse av att ljud är vibrationer i materia och att dessa vibrationer överförs till materien bredvid. De elever som arbetar utifrån en partikelteori för materia har möjligheter att förstå att ljud överförs genom att vibrationer överförs via partiklar (se figur 7.3).



Figur 7.3. Ljudet från en vibrerande stämgaflö överförs via luftpartiklar. Man brukar säga att stämgaflöns vibrationer ger upphov till förtätningar och förtunningar. (OBS! I en mer verklighetstrogen modell skulle luftpartiklarna vara längre ifrån varandra! Dessutom sprids ljudet åt alla håll!)

I en studie³² där eleverna undervisats om att ljudöverföring sker via molekylerna i ett ämne fick eleverna efter undervisningens slut bedöma om ljudet kunde överföras genom vatten, stål eller inget alls, dvs. vakuum. De flesta elever förklarar helt korrekt att ljud inte kan överföras i vakuum. Men det finns fortfarande många som anser att ljud inte heller kan överföras via flytande eller fasta ämnen, och de tänker sig då att molekylerna inte kan röra sig tillräckligt. Exempel på elevsvar³³:

Stål och vakuum: inget ljud spelas in. Ljudet överförs bara i medier där molekyler kan röra sig. I vakuum finns det inga molekyler, och i stål sitter molekylerna fast.

I undervisningen kan läraren förebygga detta genom att uppmärksamma eleverna på att partiklarna i både flytande och fasta ämnen inte sitter fast utan att de är i ständig rörelse. Den knuff de får av ett vibrerande föremål kan därför överföras vidare till nästa partikel o.s.v. Inga partiklar är någonsin helt stilla, såvida inte temperaturen är vid absoluta nollpunkten, dvs. $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Begreppet ljudvågor används av många elever men i olika betydelser. Det är ett ord de hört och som de försöker att använda, men det är abstrakt och svårt för dem att hantera. Om eleverna skall utveckla en förståelse för ljudets överföring behöver de hjälp med att koppla ihop vibration och partikeltänkande med ljudvågor, så att de kan förstå att ljudvågor är ett sätt att uttrycka att vibrationer överförs i luft via luftpartiklar. Bokstavligt talat finns det inte några ljudvågor, utan det är snarare ett sätt att fysikaliskt/matematiskt uttrycka fenomenet ljudöverföring. Utifrån de forskningsresultat som tidigare redovisats är det med högsta sannolikhet så att, oavsett ålder, ytterst få elever kommer att förstå innebörden av ljudvågor om inte tid avsätts för detta i undervisningen.

Eleverna kan få en felaktig uppfattning om storleken på örats delar när de ser en bild eller modell av örat, eftersom proportionerna mellan de olika delarna ofta avviker från verkligheten. Läraren kan diskutera detta med eleverna. En "funktionell" öronmodell som visar hur vibrationer överförs genom örats olika delar är att föredra för att underlätta elevernas förståelse av örats funktion, något som en statisk, anatomisk "strukturell" modell inte kan visa. En "funktionell"

modell kan även bidra till ökad elevförståelse för att hörselnedsättningar kan orsakas av att vibrationer inte passerar genom örat på vanligt vis, och att detta i sin tur påverkar de impulser som hörselnerven vidarebefordrar till hjärnan. En hypotes är att elevernas förståelse av örats funktion, och vikten av att vara rädd om hårcellerna, bidrar till ökad omsorg om den egna hörselhälsan.

Det kan vara problematiskt att använda analogier av olika slag för att förklara ljudfenomen. En studie³³ av portugisiska läro- och faktaböcker avsedda för elever i åldern 13-15 år visar att analogier är vanligt förekommande. Eftersom man inte kan "se" ljud är det extra svårt att illustrera innehållet bildmässigt. Trots att läromedelsförfattarens avsikt är att illustrera texten med förtydligande bilder åstadkommer de snarast motsatsen. Bilderna krånglar till det för eleverna, förstärker vardagsföreställningar eller ger ingen hjälp alls. De illustrationer som anses underlätta elevernas förståelse av ljud visar alla ljudets utbredning på partikelnivå. Ibland används dominobrickor, vattenvågor eller en stor metallspiral, s.k. slinky, för att visa ljudets utbredning. Författarna till studien anser att detta i sin tur riskerar att underbygga föreställningen om att ljud enbart överförs i en viss riktning via kollisioner mellan partiklar. Olika forskare³⁴ menar att dessa och andra analogier snarare kan bevara eller bidra till begreppsförvirring hos elever särskilt om inte läraren är väl medveten om riskerna med dessa analogier.

Den forskning som på olika sätt har redovisats i detta kapitel utgör utgångspunkten för de förslag som finns i den föreslagna undervisningssekvensen om ljud, hörsel och hälsa. Några för undervisningen om ljud kritiska aspekter framträder tydligt. Det är barns, elevers och studenters uppfattningar om att ljud är något materiellt och det problematiska med att oreflekerat använda begreppet ljudvågor.

7.7 Sammanfattning av olika föreställningar om ljud och hörsel

Utifrån den forskning som är gjord över hur elever och studenter tänker om ljud kan man identifiera olika innehållsaspekter för att få en uppfattning om vilka vardagsföreställningar som är vanligt förekommande. Som tidigare nämnts finner man de flesta av dessa föreställningar i historien bland kända filosofer och vetenskapsmän. Kunskaper om elevers vardagsföreställningar utgör en viktig utgångspunkt för läraren i hans/hennes strävan att möjliggöra för eleverna att närma sig en naturvetenskapligt baserad förståelse.

Ibland undervisar man om ljud/hörsel och ljus/syn som ett gemensamt ämnesområde. Då måste man vara uppmärksam på skillnaden mellan ljud och ljus, eftersom elever ofta tänker sig att ljud och ljus har likadana egenskaper.

Tabell 7.1 utgör en sammanställning av olika innehållsaspekter av ljud och hörsel samt de vanliga vardagsuppfattningar som forskningen och utprovningarna har pekat på. Undervisningen i skolans naturvetenskap syftar till att utvidga elevens vardagliga begreppsvärld mot en vetenskaplig. Olika aspekter behandlas såsom hur ljud uppkommer, ljudets natur, ljudöverföring, ljudets hastighet, ljud möter olika ytor och slutligen hörsel och hörselhälsa.

Tabell 7.1 Aspekter av ljud och hörsel i vardagstänkandet och i skolans naturvetenskap.

<i>Innehållsaspekt</i>	<i>Vardagsföreställning</i>	<i>Skolans naturvetenskap</i>
Hur ljud uppkommer	Yngre elever anser att ljudets uppkomst har att göra med deras eget agerande. Ljudets uppkomst har att göra med egenskaper hos instrumentet/materialet som gör ljud.	Ljud uppkommer genom att föremål vibrerar.
Ljudets natur	Mindre barn betraktar ofta ljud som något animistiskt, dvs. ljudet är något levande med egna avsikter. Ljud är något materiellt, små "saker", ett "objekt".	Ljud är vibrationer som överförs (=rörelseenergi som överförs).

<i>Innehållsaspekt</i>	<i>Vardagsföreställning</i>	<i>Skolans naturvetenskap</i>
Ljudöverföring	<p>Ljud är en egenskap hos ljudkällan, inget som överförs.</p> <p>Ljud är något materiellt, ett "objekt" som rör sig från en plats till en annan.</p> <p>Ljud är en avgränsad substans, "en avgränsad samling partiklar eller molekyler", som förflyttas, t.ex. luft, vind.</p> <p>Ljud sprids genom tomma utrymmen i mediet.</p> <p>Ljudöverföring har inget med materia att göra (luft eller annan materia nämns ej).</p> <p>Ljud överförs i vatten för att det finns syre eller luft i vatten.</p> <p>Ljud överförs i föremål via små hål eller öppningar inuti föremålet.</p> <p>Ljud sprids enbart i en viss riktning, t.ex. dominoeffekten.</p> <p>Ljudvågor är något materiellt som överförs, och de kan t.ex. krocka med varandra eller stöta emot luftpartiklarna.</p>	<p>Ljud sprids genom att vibrationer (rörelseenergi) överförs i olika typer av materia inklusive luft (genom att partiklar kolliderar med varandra).</p> <p>Ljud överförs i vatten och andra flytande ämnen.</p> <p>Ljud överförs genom fasta ämnen som trä, stål e.d.</p> <p>Vibrationer sprids i alla riktningar.</p> <p>Ljudöverföring kan ritas på olika sätt. Ljudvågor, dvs. vågformen, är ett matematiskt sätt att åskådliggöra ljud.</p>

<i>Innehållsaspekt</i>	<i>Vardagsföreställning</i>	<i>Skolans naturvetenskap</i>
Ljudets hastighet	<p>Lågfrekventa (dova) ljud rör sig med annan hastighet än högfrekventa (pipiga) ljud.</p> <p>Ljud med hög ljudvolym (starka ljud) överförs fortare än ljud med låg ljudvolym (svaga ljud).</p>	Ljudhastigheten i luft av en viss temperatur är densamma oavsett frekvens och ljudstyrka.
Ljudet möter olika ytor	<p>Ljud kan inte passera ytan mellan två olika medier, t.ex. ljudet blir instängt.</p> <p>Ljud är något materiellt som studsar på olika saker. Eko orsakas av att ljudet kolliderar med ett hinder. Eko kan betyda lite av varje, t.ex. upprepning.</p>	<p>Vibrationer i ett material kan överföras till ett annat material.</p> <p>Eko innebär att ljud efter att ha reflekteras mot en yta/ytor uppfattas av örat något senare än det ursprungliga ljudet.</p> <p>Ljud överförs, absorberas eller reflekteras av olika material.</p>
Hörsel Hörselhälsa	<p>Ljudet går från örats synliga del till hjärnan.</p> <p>Höga ljudnivåer är inte skadliga för hörseln om man gillar musiken.</p> <p>Det är bara när det gör ont i örat som starka ljud är farliga.</p> <p>Tillfälligt starka ljud skadar inte hörseln.</p>	<p>Ljudvibrationer överförs via örats delar till sinnesceller i innerörat. Där omvandlas vibrationerna till elektriska impulser som i sin tur skickas till hjärnan. I hjärnan sker varseblivningen – vi hör.</p> <p>Rörelseenergi omvandlas till elektrisk (eg. elektrokemisk) energi i sinnescellerna.</p> <p>Höga ljudnivåer skadar hörseln (sinnescellerna) oavsett om man gillar musiken eller inte.</p> <p>Starka ljud kan vara skadliga oavsett om det gör ont i örat eller inte.</p> <p>Tillfälligt starka ljud kan skada hörseln.</p>

ATT DISKUTERA

Vilka av ovanstående vardagsföreställningar känner du själv igen?

Vilka vardagsuppfattningar om ljud och hörsel kommer du förmodligen att möta hos eleverna i din målgrupp?

8. MÅL FÖR UNDERVISNINGEN

8.1 Förkunskaper

Den ämnesdidaktiska forskning om ljud och hörsel som redovisats visar på att eleverna behöver ha ett materiabegrepp. Erfarenheter från försöksundervisningen befäster att eleverna behöver ha en förståelse för att gasformiga ämnen såväl som flytande och fasta ämnen är uppbyggda av materia. Med hjälp av partikelteorin ges eleverna möjlighet att förstå materiabegreppet samt skillnaden mellan materiaens olika faser. Dessa förkunskaper underlättar förståelsen av att ljud är beroende av materia för sin utbredning.

8.2 Mål

Nedan presenteras ett antal mål som formulerats med hjälp av den ämnesdidaktiska forskning som tidigare presenterats. Avsikten är att läraren/lärlärolaget utifrån läroplaner och gällande kursplan väljer lämpliga mål beroende på elevernas ålder.

Möjliga innehållsliga mål beträffande natur och människa

Eleven skall

- ha generell kunskap om att ljud uppstår när föremål vibrerar.
- ha kunskap om att ljud behöver materia (fast, flytande eller gasformig) för att utbreda sig och att utbredningen sker åt alla håll från källan.
- veta att det är vibrationer som överförs i mediet, inte något materiellt (t.ex. "ljudpartiklar").
- kunna beskriva ljudöverföring med hjälp av olika modeller samt reflektera över modellernas förtjänster och begränsningar.
- ha insikt om att när ljud träffar en yta så kan det överföras, absorberas eller reflekteras (eko).
- veta att ljud har olika egenskaper: tonhöjd (frekvens) och ljudstryka (ljudvolym).
- kunna visa hur tonhöjden och ljudstyrkan kan ändras.

- ha insikt om vad resonans är.
- veta att ljudets utbredning tar tid, att hastigheten i luft inte beror av tonhöjd, ljudstyrka eller hur långt ljudet gått.
- veta att ljudvibrationer som når ytterörat får trumhinnan att vibrera och att dessa vibrationer överförs till ben i mellanörat och sedan till innerörat.
- veta att vibrationerna registreras av hårceller (dvs. sinnesceller) i innerörat som omvandlar vibrationerna (rörelseenergin) till elektriska impulser (elektrisk* energi) som överförs till hjärnan.
- veta att varseblivningen av ljud sker i hjärnan och att ljudminnen lagras där.
- ha kunskaper om att problem med olika delar av örat (t.ex. skadade hårceller) kan ge upphov till hörselbesvär.
- ha kunskaper om hur man bibehåller en god hörselhälsa (särskilt hur hårcellerna kan skyddas dvs. hur tinnitus kan förebyggas).
- kunna designa och bygga instrument som producerar ljud och beskriva hur de fungerar.

Möjliga mål beträffande den naturvetenskapliga verksamheten

Eleven skall

- kunna utföra enkla systematiska observationer, mätningar och experiment samt jämföra sina förutsägelser med resultatet.

Möjliga mål beträffande kunskapens användning

Eleven skall

- lära sig att lyssna, diskutera, argumentera och använda sina kunskaper som redskap för att
 - formulera och pröva antaganden och lösa problem,
 - reflektera över erfarenheter och
 - kritiskt granska och värdera påståenden och förhållanden.

* Egentligen elektrokemisk energi.

- ha inblick i hur en argumentation i en vardagsanknuten miljö- och hälsofråga om ljud kan byggas upp med hjälp av personliga erfarenheter och naturvetenskapliga kunskaper.
- kunna diskutera betydelsen av en god ljudmiljö.

ATT DISKUTERA

Jämför målen med de mål som finns i läroplaner och gällande kursplan för din målgrupp. Vilka av ovanstående mål anser du då vara lämpliga för din målgrupp?

Anser du att det bör finnas andra mål än de här föreslagna när du jämför med läroplaner och gällande kursplan? I så fall vilka?

8.3 Anknytningar till svenska, matematik och andra ämnen

Undervisningen om ljud, hörsel och hälsa anknyter både till musik och teknik. I uppnåendemålen i skolår 9 så är exempelvis ett av musikmålen tydligt hälsorelaterat och anknyter till olika musikaktiviteter. I teknik kan eleverna konstruera olika musikinstrument med vilka de t.ex. kan visa på sin förståelse av tonhöjd och ljudvolym.

Undervisningen i naturvetenskap ger möjligheter för eleverna att använda svenska som redskap i lärandet. Man kan också uttrycka det som att ett naturvetenskapligt innehåll kan användas i svenska för att eleverna ska nå målen i svenska. I kursplanerna står att skolan skall i sin undervisning i svenska sträva efter att eleven

- utvecklar en språklig säkerhet i tal och skrift och kan, vill och vågar uttrycka sig i många olika sammanhang samt genom skrivandet och talet erövrar medel för tänkande, lärande, kontakt och påverkan
- utvecklar sin förmåga att i dialog med andra uttrycka tankar och känslor som texter med olika syften väcker samt stimuleras till att reflektera och värdera
- utvecklar förmåga att utnyttja olika möjligheter för att hämta information, tillägnar sig kunskap om mediers språk och funktion samt utvecklar sin förmåga att tolka, kritiskt granska och värdera olika källor och budskap.

Naturligtvis är kommunikation lika viktigt vid lärande och tillämpning av naturvetenskapliga begrepp, som det är i alla andra ämnen. Varje elev behöver ges många tillfällen att formulera sin naturvetenskapliga förståelse genom att tala, skriva och rita. Detta bidrar i sin tur till ökad begreppsförståelse av det innehåll eleven arbetar med. När eleverna uttrycker sina idéer i ord eller bild ges läraren tillfälle att notera vad eleven förstått eller inte förstått, vilket i sin tur öppnar för goda möjligheter till att utforma den fortsatta undervisningen. Loggböcker, laborationsrapporter eller dylikt kan vara viktiga redskap i undervisningen.

Kommunikation handlar naturligtvis inte bara om att lämna ifrån sig information utan lika mycket om förmågan att lyssna, att förstå, att värdera och ta till sig information från skrivna källor. I undervisningsförslagen finns ett antal konkreta övningar där eleverna får träna på att värdera, ta ställning och argumentera.

När eleverna genomför undersökningar och sammanställer resultat kan matematik, t.ex. grafer, diagram och tabeller, vara ett viktigt redskap.

8.4 Förslag på betygskriterier

Kursplaner 2000 anger kriterier för bedömning av elevernas måluppfyllelse med avseende på Naturvetenskaplig förståelse av omvärlden, Naturvetenskapens karaktär och Naturvetenskapen som mänsklig och social aktivitet. Betygskriterier för området Ljud, Hörsel och Hälsa måste formuleras och tolkas i relation till de nationella kursplanemålen och bedömningskriterierna.

Eleverna skall känna till vilka mål och betygskriterier som gäller för arbetsområdet innan undervisningen startar. Ett av de grundläggande bedömningskriterierna inom skolans naturvetenskap är att eleverna skall kunna uttrycka sina tankar och frågor med hjälp av begrepp, modeller och teorier. En annan bedömningsgrund är elevernas medvetenhet om växelspelet mellan utvecklingen av begrepp, modeller och teorier å den ena sidan och erfarenheter från undersökningar och experiment å den andra. Det förslag på betygskriterier som här formulerats syftar till att utgöra ett underlag för läraren i dennes kriterieformulering till eleverna, och därför har ett enkelt språk eftersträvat. Av samma skäl har generella formuleringar angående begrepp, modeller och teorier undvikits. Dock bygger innehållet på begreppsforståelse, teorier för ljudöverföring och modelltänkande samt ovan nämnda växelspel, vilket är viktigt för läraren att uppmärksamma vid bedömningen.

Bilagan "Vad har jag lärt mig?" är anpassad till nedanstående mål och betygskriterier och kan användas av läraren som hjälp för att formulera ett avstämningsunderlag för eleverna. Eleverna får underlaget efter ett lämpligt antal lektioner och de reflekterar enskilt över vad de lärt sig (självvärdering, s.k. metareflektion, se även avsnitt 9.2) och vad de har kvar att lära sig i relation till uppsatta mål. Läraren går runt och diskuterar med eleverna.

För GODKÄNT skall eleven

1) ha naturvetenskapliga kunskaper om:

- att ljud uppkommer genom vibrationer
- att vibrationer överförs via materia i gasformiga, flytande och fasta ämnen
- hur modeller kan användas för att förklara ljudöverföring
- att ljudets utbredning sker i alla riktningar och tar tid
- vad det är för skillnad på tonhöjd (=frekvens) och ljudvolym (=ljudstyrka)
- att ljud kan reflekteras när det träffar en yta samt vad ett eko är
- praktiska exempel där resonans används
- hur ljudvibrationer överförs till innerörat och hur de registreras och omvandlas till elektriska impulser i denna del av örat
- att varseblivningen av ljud sker i hjärnan och att ljudminnen lagras där
- att problem med olika delar av örat kan ge upphov till hörselnedsättning
- hur olika hörselskador (särskilt tinnitus) kan förebyggas.

2) kunna genomföra:

- en praktisk undersökning/ett experiment t.ex. en ljudmätning genom att formulera en undersökningsfråga, formulera förutsägelser, göra observationer, redovisa metod och resultat.

samt känna till

- vad som är typiskt för ett vetenskapligt arbetssätt och att detta är viktigt för att få fram ny kunskap.

3) kunna använda naturvetenskapliga kunskaper i vardagsdiskussioner om ljud, hörsel och hörselhälsa genom att :

- lyssna på andra vid diskussioner i grupp
- ta ställning i olika frågor och formulera argument som stöder OCH argument som talar emot ställningstagandet.
- skilja på vetenskaplig kunskap och värderingar ("tyckande").

För VÄL GODKÄNT skall eleven

1) ha naturvetenskapliga kunskaper

- så att hon/han kan använda de kunskaper som krävs för godkänt i nya situationer för att beskriva och förklara förlopp och företeelser i omvärlden som har med ljud, hörsel och hälsa att göra.

2) kunna genomföra:

- det som krävs för godkänt samt kunna reflektera över undersökningsresultatet och dra rimliga slutsatser.

3) kunna använda naturvetenskapliga kunskaper i vardagsdiskussioner om ljud, hörsel och hörselhälsa genom att:

- behärska godkäntnivån
- använda naturvetenskapliga kunskaper för att granska och värdera ställningstaganden i frågor som rör ljud, hörsel och hälsa.

För MYCKET VÄL GODKÄNT skall eleven

1) ha naturvetenskapliga kunskaper

- så att hon/han kan använda de kunskaper som krävs för godkänt och väl godkänt för att skapa nya frågeställningar och ställa hypoteser om företeelser i omvärlden.

2) kunna genomföra:

- det som krävs för godkänt och väl godkänt samt att vara öppen för flera möjliga förklaringar till resultatet och reflektera över mätmetodens tillförlitlighet.

3) kunna använda naturvetenskapliga kunskaper i vardagsdiskussioner om ljud, hörsel och hörselhälsa genom att:

- behärska godkänt och väl godkäntnivån
- använda naturvetenskapliga kunskaper för att granska en argumentation om ljud, hörsel och hörselhälsa samt de intressen och värderingar som ligger bakom.

ATT DISKUTERA

Vilka begrepp, teorier och modeller kan vara möjliga för eleverna att använda för att uttrycka sina tankar och frågor inom området?

Hur kan bedömningen av elevernas kunskaper om begrepp, teorier och modeller göras på kvalitativt olika betygsnivåer?

9. ELEVEN OCH FORMATIV UTVÄRDERING

Under senare år har betydelsen av formativ utvärdering betonats alltmer. Formativ utvärdering innebär att utvärdering används som ett redskap av läraren för att forma den fortsatta undervisningen. Det finns ett stort antal studier från hela världen kring formativ utvärdering. Alla dessa pekar på att formativ utvärdering förbättrar elevernas motivation, självkänsla och lärande. Många av studierna visar dessutom att formativ utvärdering särskilt gynnar svaga elever. Spännvidden mellan eleverna minskar samtidigt som gruppens totala prestationsnivå ökar. Detta kapitel bygger på den forskningsöversikt som Black och Wiliam gjort.¹

9.1 Vad kan vara problematiskt?

Black och Wiliam visar i sin forskningsöversikt att vissa strategier som används i undervisning eller vid utvärderingar kan få negativa effekter för elevernas lärande. Strategier som riskerar att ge negativa effekter kan vara att:

- Tester som används uppmuntrar utantill- och ytligt lärande trots att läraren anser att hon/han vill utveckla elevernas förståelse. Många lärare tycks inte vara medvetna om denna bristande överensstämmelse.
- Utvärderingsfrågor och andra utvärderingsmetoder inte diskuteras lärare emellan på samma skola, och att de inte är kritiskt granskade i förhållande till vad de faktiskt utvärderar.
- Tonvikten läggs på kvantitet och presentation av arbeten istället för att fokusera på kvaliteten i lärandet.
- Betydelsen av poäng och betyg överskattas, och vikten av att ge användbara råd angående själva lärandet underskattas.
- Eleverna stimuleras med hjälp av konkurrens snarare än personlig uppmuntran. En konsekvens blir att lågpresterande elever lär sig att de saknar "förmåga" vilket gör att de tror att de inte är tillräckligt duktiga för att lära. Därför undviker de att satsa på lärande eftersom det bara leder till besvikelser. De försöker istället att bygga upp sin självkänsla på andra sätt.

Lärarens roll att stödja och uppmuntra eleverna är naturligtvis viktig, men ibland används den på ett sätt som inte främjar lärandet.

Det kan vara att läraren

- ger en återkoppling till eleverna som mera har en social och uppmuntrande funktion än en lärande funktion
- anser det vara viktigare att samla in poängunderlag än att analysera elevernas arbete för att bli medveten om elevernas behov av lärande
- inte uppmärksammar tidigare utvärderingar som andra lärare har gjort av elevernas kunskande och lärande
- vet för lite om sina elevers behov och oreflekterat använder eller imiterar tidigare använda tester.

När klassrumsarbetet fokuseras på belöningar i form av guldstjärnor, betyg eller klassranking söker eleverna vägar att få belöning istället för att förbättra sitt lärande. Forskning visar att konsekvensen blir att eleverna undviker svåra frågor om de kan välja. De lägger tid och energi på att söka efter ledtrådar för att finna "rätta" svaret. Faktiskt blir många ovilliga att ställa frågor för att de är rädda att misslyckas.

9.2 En framgångskultur

Vad som behövs är en framgångskultur, kopplat till en tro att alla elever kan lyckas. Feedback till elever skall handla om elevens speciella kvaliteter i hennes/hans arbete, med råd om vad eleven kan göra för att utvecklas i sitt lärande. Hur kan en sådan framgångskultur komma till stånd?

Självutvärdering

En viktig komponent av formativ utvärdering är att träna eleverna i att själva utvärdera sitt eget lärande. Det kan ske först när eleven har en klar bild över vilka lärandemål som skall uppnås. Dessutom behöver eleven information om hur långt hon/han kommit på vägen och ha någon form av förståelse för hur hon/han skall kunna komma vidare.

Formulera den egna förståelsen

Diskussioner där eleverna ges rika tillfällen att formulera sin egen förståelse skapar gynnsamma förutsättningar för ökad förståelse och främjar lärandet. Läraren kan använda olika strategier i sin undervisning. Här ges några exempel.

- Ge eleverna tid att svara. När läraren svarar på sin egen fråga efter bara två eller tre sekunder och när en minut av tystnad inte tolereras finns det ingen möjlighet för eleven att tänka ut ett svar. De enda frågor som kan ge svar på så kort tid är faktafrågor och dessa kommer oftast att dominera. En uppenbar risk är att många elever inte ens försöker tänka ut ett svar eftersom de vet att de inte hinner, och resultatet blir att ett fåtal elever i

klassen svarar på lärarens frågor. Lektionen kan på så vis flyta på utan att majoriteten av eleverna egentligen förstår innehållet.

- Be eleverna att diskutera hur de tänker antingen parvis och/eller i små grupper och låt därefter en elev i paret/gruppen berätta vad de kommit fram till. Black och William hävdar att elevernas möjligheter att uttrycka sin förståelse skall ingå i varje del av undervisningen eftersom denna växelverkan mellan undervisning och formativ utvärdering leder till ett effektivare lärande.
- Ge eleverna ett val mellan olika möjliga svar och be dem att rösta på de olika förslagen.
- Be alla skriva ner ett svar och låt därefter några av dem läsa upp för klassen vad de skrivit.

Dialogen mellan lärare och elever bör vara tankeväckande, reflekterande och fokuserad för att utmana och utforska elevernas förståelse samt genomföras så att alla elever har en möjlighet att tänka och uttrycka sina idéer. Det är först då någon form av formativ process kan starta. En viktig förutsättning är att klassrumsklimatet är öppet och tillåtande, och att både lärare och elever visar respekt för elevens försök att forma sina tankar i ord.

Tester och hemarbete

Det är bättre att ofta ha fler korta tester än ett långt. Varje nytt lärande bör testas tidigast en vecka efter det att eleven stött på innehållet första gången. Ett bra test kan vara ett tillfälle till lärande. Hemarbete och tester ger möjligheter för läraren att ge eleven återkopplingar. Kvaliteten på testfrågorna kräver noggranna överväganden angående deras relevans i förhållande till lärandemålen och hur dessa kommuniceras till eleven. Goda frågor är svåra att göra och det är en fördel om lärare kan samarbeta på skolan eller med andra resurspersoner utanför skolan. Lärarens återkoppling är viktig och forskning visar att lärandet förbättras när återkopplingen ger varje elev vägledning angående hans/hennes styrkor och svagheter, helst utan att elevens resultat poängsätts.

När eleven får återkoppling angående ett test, sitt skolarbete eller hemarbete skall varje elev få vägledning i hur hon/han skall kunna gå framåt. Varje elev måste få hjälp och möjlighet till att arbeta på sitt lärande.

Hinder

Det finns inget enkelt sätt att utveckla formativ utvärdering, och varje lärare som försöker förändra sin praxis mot ett mer formativt sätt att arbeta kommer med all sannolikhet att stöta på en del svårigheter i början. Väsentligt för all formativ utvärdering är dock lärarens inställning samt att läraren är realistisk och konfronterar sig själv med frågan "Vet jag verkligen tillräckligt om mina elevers förståelse så att jag kan hjälpa var och en"?

När eleverna möter en form av utvärdering de inte är vana vid kan man förvänta sig att de reagerar med motstånd och osäkerhet eller upplever det nya som hotfullt. Eleverna tror automatiskt inte på ett förbättrat lärande förrän de själva har upplevt fördelen med detta arbetssätt. Förändring tar tid!

Läraren måste kunna hantera två grundläggande frågor som ofta ställer till problem när skolpraxisen skall styras om mot ett system av formativ utvärdering. Det första handlar om lärarens tänkande och uppfattning om lärande. Meningen är inte att den enda lösningen skall vara individuell undervisning utan det handlar om att utveckla en ny frågekultur och att stimulera till djuptänkande där eleverna lär av gemensamma diskussioner mellan läraren och klasskamraterna. Den andra problematiska frågan är den uppfattning läraren har om alla sina elevers potential för lärande. Om läraren utgår ifrån att elever har en "outnyttjad potential" hjälper det alla elever att lära och det kan vara till särskild hjälp för de elever som har det kämpigt.

ATT DISKUTERA

Hur kan du som lärare göra för att få veta tillräckligt om dina elevers förståelse så att du kan hjälpa var och en?

10. UNDERVISNINGSFÖRSLAG

10.1 Inledning

Kapitlet innehåller förslag till undervisning som har utarbetas efter den utprövning som skett tillsammans med verksamma lärare i olika omgångar. Forskningsdata som samlats in och analyserats under utprövningarna har också använts.

Undervisningsförslagen som följer är indelade utifrån en progression av ett innehåll, och avsikten är *inte* att varje enskild underrubrik skall vara en lektion. Det finns förslag på ett antal moment där den enskilda eleven får möjlighet att bearbeta, reflektera över innehållet samt formulera sina tankar i ord. Sådana aktiviteter är en mycket väsentlig del av undervisningen. Diskussioner i mindre grupp om två till fyra elever är en sådan aktivitet och det kan vara lätt att förbise den potential till lärande som finns i smågruppsdiskussioner. Diskussioner kan naturligtvis också förekomma i helklass med läraren som ledare, och många lärare tycker att det blir effektivare och sparar tid. Forskning visar dock att smågruppsdiskussioner är viktiga för att utmana och utveckla den enskilda elevens begreppsförståelse, eftersom alla elever ges möjlighet att formulera och pröva sina egna idéer gentemot de andra i gruppen. Det innebär att diskussionerna behöver styras av läraren, så att det inte bara blir diskussioner i allmänhet.¹

Undervisningssekvensen bygger på formativ utvärdering, dvs. att läraren fortlöpande gör utvärderingar av elevernas kunskapsutveckling och begreppsförståelse (se kap 9, Formativ utvärdering). Naturligtvis påverkar utvärderingarnas resultat lektionsinnehållet, och det är därför omöjligt att från början utforma en exakt undervisningssekvens. Det är först när de enskilda eleverna har utvecklat en tillräckligt god förståelse av det innehåll de arbetat med som det är dags att gå vidare med undervisningen. En rekommendation är att inleda varje lektion med en enskild fråga som utvärderar förståelsen av föregående lektions/lektioners innehåll. Ett annat alternativ är att avsluta lektionen med en enskild utvärderingsfråga som prövar elevernas förståelse av det innehåll som behandlats (se kap 11, Erfarenheter vid utprövningen). Det finns ett antal förslag på utvärderingsfrågor i problemsamlingen som kan vara till hjälp och inspiration. Läraren kan välja bland frågorna och använda dem vid för- och eftertester, som underlag för diskussioner i grupp samt till formativ utvärdering. Formativ utvärdering gynnar, vilket tidigare nämnts, alla elever och i synnerhet de svagare. Läraren kan också få besked om vilka elever som tidigt nått uppsatta mål varvid dessa elever kan ges möjligheter att arbeta med mer utmanande uppgifter.

Vid analyser av elevernas eftertester i samband med försöksundervisningen framkom att de elever som själva fått formulera sin förståelse av olika begrepp

hade en bättre förståelse än de som inte hade haft den möjligheten (se även kap. 11). Lärarnas skriftliga respons till den enskilda eleven på formativa utvärderingsfrågor och liknande bidrog ytterligare till en kvalitativt bättre förståelse. Detta understryker vikten av att den enskilda eleven ges möjligheter till att formulera sig i tal och skrift.

I undervisningen är det väsentligt att elevernas vardagsuppfattningar lyfts fram för bearbetning och att de kan utgöra underlag för diskussioner. Kunnande är lika mycket att veta vilka teorier som inte är accepterade och varför som att veta vad som är accepterat som kunskap idag. Frågorna i problemsamlingen (se bilaga) kan även användas för detta. Ett annat förslag är att läraren helt enkelt väljer ett antal olikartade elevsvar från förtestet av en lämplig fråga och låter eleverna diskutera och ta ställning till vilka svar som kan vara rimliga. I problemsamlingen finns också argumentationsövningar för att eleverna skall få möjlighet att öva på att ta ställning och att bli medvetna om de argument som finns för och emot ett val. Denna del syftar också till att öka elevernas kompetens att skilja på värderingar och vetenskaplig kunskap samt att öva dem i att använda naturvetenskapliga kunskaper i ett vardagssammanhang. En viktig aspekt i sammanhanget är naturvetenskapens framväxt. Dagens forskare och forskarlag lägger fram sina teorier på vetenskapliga konferenser och i vetenskapliga tidskrifter där andra forskare kritiskt granskar och diskuterar det som redovisas. Ibland händer det att teorin faller och nya teorier får sökas, prövas och diskuteras. På liknande sätt har den naturvetenskapliga kunskap vi har idag vuxit fram genom historien. Redan långt före Kristus diskuterade filosoferna på liknande sätt sina teorier, och den vetenskapliga diskussionen har därefter förfinats mer och mer. Ett exempel på en sådan historisk argumentation är den tidigare beskrivna diskussionen om ljudets hastighet i luft där det tog långt över 1000 år innan man nådde konsensus. Ett helt annat välkänt exempel är teorin om att jorden skulle vara världsalltets centrum, och den teorin ifrågasattes i början av 1500-talet. Efter många diskussioner och astronomiska observationer bland dåtidens forskare växte en ny teori fram som istället satte solen i centrum. Denna teori möttes av stor skepsis under hela 1500-talet, innan den så småningom accepterades. Den naturvetenskapliga kunskap som finns i vårt samhälle idag har vuxit och växer fram på liknande sätt, vilket är viktigt för ungdomar att förstå. Annars finns det risk för att de via massmedia uppfattar motstridiga forskningsresultat som oseriösa och att forskare är opålitliga. Den vetenskapliga kunskap vi har är den som finns just idag.²

En viktig del av naturvetenskapens framväxt är som tidigare nämnts vetenskapliga undersökningar. I skolan gör eleverna på liknande sätt egna undersökningar för att söka förstå sin omvärld. Då behöver de liksom forskaren ha kunskaper om hur en vetenskaplig undersökning genomförs för att de framgångsrikt skall kunna få fram vettiga resultat och hantera dem. De behöver kunna formulera en undersökningsfråga utifrån en hypotes de har, planera sin undersökning (t.ex. kontrollerat experiment), göra förutsägelser, genomföra observationer och mätningar, bearbeta data, dra slutsatser, reflektera över resultaten och mätmetodens tillförlitlighet. I samband med att eleverna arbetar enligt ovan öppnar sig möjligheten för läraren att lyfta fram och diskutera vetenskapliga

undersökningars betydelse för framväxten av den naturvetenskapliga kunskap som finns idag. Laborationsrapporten har sin motsvarighet i en artikel i en vetenskaplig tidskrift. I denna undervisningssekvens förutsätts att eleverna genomför eget utformade undersökningar enligt ovan vilket också är i linje med gällande kursplaner.³

I bilagedelen finns en översikt över en preliminär tidsåtgång som kan ligga till grund för en grovplanering av området (se bilaga, Preliminär tidsåtgång).

Ett tips inför planeringen är att det kan bli alltför många olika ljud samtidigt i en och samma lokal om flera experiment utförs samtidigt. Det finns också aktiviteter som kan ge upphov till alltför starka ljud och en rekommendation är att förebygga detta.

10.2 Formulera mål

Innan undervisningen startar är det viktigt att sätta upp lämpliga mål. Vilka mål som väljs är naturligtvis beroende av elevernas ålder och gällande kursplaner. Utifrån uppsatta mål väljer läraren lämpligt undervisningsinnehåll. Kapitel 8 i detta idématerial ger förslag på olika mål som kan väljas. Den föreslagna undervisningen bygger på en integration mellan olika ämnen (se även inledningsavsnittet). Forskning visar att en av riskerna med integrerad undervisning är att lärandet av ett begreppsligt innehåll åsidosätts, varför val av mål och ett medvetet arbete för måluppfyllelse är väsentlig⁴. Ytterligare forskning inom designområdet understödjer vikten av tydliga mål⁵.

I inledningen av varje avsnitt i detta kapitel presenteras det/de mål som bearbetas. I huvudsak presenteras innehållsmål. Målen beträffande den naturvetenskapliga verksamheten och kunskapens användning är av mer övergripande karaktär och de presenteras därför ej i varje enskilt avsnitt.

Elevernas lärande

Ta gärna fram de för området uppsatta målen och betygskriterierna efter ett antal lektioner. Låt den enskilda eleven fundera över sitt eget lärande, sk. metarefleksion. Använd ev. bilagan "Vad har jag lärt mig?" som underlag. Den bygger huvudsakligen på mål för godkäntnivån. Detta prövades under försöksundervisningen och eleverna upplevde det som mycket positivt eftersom det blev tydligt för dem vad de lärt sig. De fick också möjlighet att reflektera och diskutera med läraren över sitt lärande i relation till betygskriterierna.

10.3 Hur uttrycker sig eleverna?

Det är viktigt att veta hur eleverna uttrycker sig om ljud och hörsel. Med tanke på den forskning som presenterats tidigare (se kap. 7) finns det naturligtvis många vardagsföreställningar hos eleverna som skiljer sig från skolans naturvetenskapliga mål.

Börja undervisningen med att ställa följande frågor:

- Vilka vardagsföreställningar uttrycker eleverna?
- Vilka eventuella vetenskapliga föreställningar har eleverna innan undervisningen börjar?
- Vilka konsekvenser får svaren på dessa frågor för undervisningen?

Introducera området med någon intresseväckande sak som hörs. En "ljudleksak", ett instrument, ett läte, en populär låt e.d. Berätta därefter för eleverna att du vill veta hur de tänker om några frågor om ljud innan ni startar arbetsområdet, att deras svar är viktiga eftersom de skall användas som hjälp vid planeringen av den kommande undervisningen och att resultatet därför kommer att bestämma vad de skall lära sig i klassen framöver. Elever i senare skolår bör ha kunskaper sedan tidigare undervisning eftersom det redan i skolår 5 finns uppnåendemål som anknyter till ljud. Poängtera att det inte är någon kunskapskontroll för bedömning och/eller betygsättning! Vid försöksundervisning har det visat sig att elever som är ovana vid att läraren tar reda på vad eleverna kan inför den kommande undervisningen lätt blir frustrerade över att de får frågor som de inte kan "rätt" svar på. Därför är introduktionen av diagnosfrågorna, förtestet, viktig. Vid utprovningen av denna sekvens användes efterhand därför benämningen "lärarhjälpreda" på förtestet. Låt gärna eleverna läsa de svar de gett vid förtestet ännu en gång när hela undervisningssekvensen är avslutad (se avsnitt 10.16 Utvärdering). Ofta blir de förvånade över hur de själva tidigare svarat, och det blir uppenbart för dem att de faktiskt lärt sig många nya saker. Att själv upptäcka att man lärt sig bidrar till ökad motivation (se avsnitt 9.2 om självutvärdering).

Välj frågor ur problemsamlingen eller formulera egna frågor utifrån de uppsatta målen och sätt ihop dem till ett förtest, en lärarhjälpreda. Välj förslagsvis en fråga för varje målområde som testar hur eleverna uttrycker sitt tänkande. I bilagedelen ger "Bilagor – översikt" en översikt över målområden med tillhörande frågor som finns i detta material. Jämför sedan dina elevers föreställningar med de uppfattningar som är vanliga bland andra elever och fundera på vilka vardagsföreställningar som behöver utmanas i relation till uppsatta mål (se avsnitt 7.7).

10.4 Ljud omkring oss

Mål: Att bli medveten om att vi lever i en omgivning fylld av ljud. Ljud har betydelse för människor och djur på olika sätt.

Lektionen startar med att eleverna enskilt får fundera på:

Vilka ljud kan du höra när det är helt ”tyst” i fem minuter?

Eleverna lyssnar och antecknar enskilt vilka ljud de uppfattar. När tiden är ute antecknar läraren de olika svar som finns bland eleverna. Därefter får eleverna, i grupper om två eller tre elever, försöka att sortera alla dessa ljud i olika kategorier. Eleverna väljer själva hur de vill dela in ljuden. Efter en stund berättar grupperna för resten av klassen hur de valt att sortera ljuden. Avsluta med att låta eleverna gruppvis diskutera vilken betydelse ljud har för oss människor, och vilken betydelse ljud har för olika djur (se även avsnitt 6.1), samt vilka ljud vi upplever som behagliga respektive obehagliga.

Ett annat alternativ är att låta eleverna gå ut på ljudpromenad och anteckna alla de olika ljud de hör. Denna övning följs upp på liknande sätt som förslaget ovan.

10.5 Ljud uppkommer när föremål vibrerar

Mål: Förstå att allt ljud uppkommer genom vibrationer.

Varje elev får ett gummiband att försöka göra olika ljud med. Frågan är:

Hur blir det ljud?

Eleverna diskuterar sedan två och två. Därefter redogör eleverna för sina olika idéer och dessa noteras på tavlan. Finns det gemensamma idéer? Resultatet påverkar hur läraren förhåller sig till fortsättningen. Det är viktigt att alla elevers förslag tas till vara så att de vågar uttrycka sina tankar nu och i fortsättningen (se även avsnitt 9.2 om en framgångskultur). Eleverna har säkerligen förslag som innebär att gummibandet rör sig, vibrerar e.d. och nästa steg blir att undersöka rörelsen hos andra föremål som kan ge ljud ifrån sig.

Det är viktigt att gå vidare med föremål som *tydligt* vibrerar när de ger ljud ifrån sig. Enkelt material att använda är plastlinjaler och metallsträngar. Plastlinjalen läggs över en bordskant och den del som sticker ut sätts i rörelse. Metallsträngen spänns mellan två spikar på en bräda. Den ena änden binds fast i en av spikarna och den andra änden viras ett par varv runt den återstående spiken. Eleverna kan på så vis lätt ändra på spänningen i strängen. Ett annat alternativ är förstås att använda stränginstrument. Eleverna får arbeta i små grupper så att alla elever ges möjlighet att pröva. Alternativt kan denna senare del sparas till avsnitt 10.9 där begreppet frekvens bearbetas.

Frågan är:

Hur ser rörelsen ut som gör att det blir ljud?

Läraren samlar förslag på tavlan och diskuterar med eleverna samt inför begreppet "vibration" om det inte tidigare kommit upp. Om det är lämpligt, beroende på val av mål, elevgrupp, tid m.m., kan nästa uppgift bli att göra olika ljud med linjalen resp. metallsträngen. Frågan är då:

Hur blir det olika ljud i linjalen resp. metallsträngen?

Ljudet påverkas av hur lång del av linjalen som sätts i svängning - ju kortare bit som sticker ut utanför bordet desto högre ton. Ju hårdare strängen spänns desto högre ton. Ljudstyrkan påverkas också - ju kraftigare linjalen/strängen sätts i

svängning desto starkare ton*. Eleverna kan se och höra att ett och samma föremål kan ge upphov till olika ljud beroende på hur det vibrerar.

Avslutningsvis kan klassen i smågrupper eller gemensamt undersöka andra föremål som ger ljud ifrån sig. Man kan slå med en träpinne mot ett vanligt, lite större grytlock (eller ännu hellre använda en cymbal om sådan finns) och känna med fingrarna hur det vibrerar (akta öronen!). På samma sätt kan man känna vibrationerna hos en stämgaflöjt som anslås med en gummiklubba eller demonstrera med triangel, mungiga, gitarrsträng, trumma o.d. Det går att känna att själva membranet i en högtalare vibrerar när det blir ljud (enklast att demonstrera bastoner). Eleven kan göra ljud med sina egna stämband och känna vibrationen från dem på halsen. Möjligheterna är oändliga.

Varje elev behöver uppleva hur ljud uppkommer på många olika sätt, alltifrån tydliga vibrationer till mindre tydliga vibrationer, för att hon/han skall kunna bygga upp en *generell* teori över hur ljud uppkommer.

Om läraren vill koppla samman ljud med teknik kan eleverna få tillfälle att tillverka egna saker som genererar ljud och demonstrera dem vid nästa lektion (se ytterligare möjligheter i tekniken i avsnitt 10.14). Ett annat alternativ är att de får bygga egna instrument i skolan. Uppgiften kopplas till att eleven skall kunna redovisa:

Vad är det som vibrerar i mitt "instrument" när det hörs ljud?

Exempel på undervisningsmaterial som kan läggas fram är strängar av olika tjocklek, kapsyler, glasspinnar, metallöglor, snören, olika trästavar, brädbitar, sand, ärtor, häftstift, sandpapper, plastburkar, ballonger, spik av olika storlek, sax, lim, hammare m.m.

Klassen tittar på de instrument som konstruerats och diskuterar vad det är som vibrerar och ger upphov till ljudet. Man kan också undersöka vad det är som vibrerar i vanliga instrument.

Elevernas lärande utvärderas innan undervisningen går vidare. Läraren tar reda på hur väl de enskilda eleverna lärt sig att ljud uppkommer när föremål vibrerar. Avsikten är att varje elev skall få möjlighet till att tänka efter och formulera sitt svar.

Läraren gör ljud med 1) något föremål (där det är enkelt att förstå att det handlar om vibrationer) som eleverna tidigare inte stött på och 2) slår ihop två stenar.

* Med hög ljudnivå avses stark ljudvolym. I vardagsspråk används även hög musik och hög ljudvolym synonymt. Motsatsen är låg ljudnivå, svag ljudnivå, låg musik eller låg ljudvolym. Dessa termer måste skiljas från höga toner, hög tonhöjd resp. låga toner och låg tonhöjd, eftersom dessa enbart syftar på ljudens frekvens.

Eleverna får svara på frågan:

Hur blir det ljud?

Varje elev skriver enskilt ner sitt svar (läraren samlar in svaren) och diskuterar sedan gruppvis. Diskussionen i elevgrupperna bidrar till elevernas begreppsutveckling genom att den enskilda eleven lär sig själv när hon/han skall formulera sin egen förståelse och diskutera den med andra personer. Det finns sannolikt en del elever som inte tänkt på att även ljud från stenar beror på vibrationer.



10.6 Vilka ämnen överför ljud?

Mål: Ha kunskap om att ljud överförs via materien i fasta, flytande och gasformiga ämnen.

Ljudöverföring via materien i olika ämnen, gasformiga (luft), flytande och fasta ämnen, behandlas i tur och ordning i avsikt att eleverna så småningom skall kunna bygga upp en generell teori för ljudets överföring.

Överföring via gasformiga ämnen

Avsnittet inleds med en demonstration som har visat sig intressera elever. Här ges förslag på några olika alternativ. (Fråga 2, i de olika alternativen nedan, om vad som finns mellan föremålet och öronen syftar till att göra eleverna medvetna om det finns "något", dvs. luft däremellan. Materien för ljudöverföring sätts så att säga i fokus):

- Alternativ 1
Spela en populär låt på en CD-spelare och ställ i tur och ordning frågorna 1) "Hur kommer ljudet från CD-spelaren till era öron?" och 2) "Vad finns mellan CD-spelaren och era öron?"
- Alternativ 2
Berätta något roligt eller spännande som fångar uppmärksamheten 1) "Hur kommer ljudet från min röst till era öron?" och därefter 2) "Vad finns mellan min röst och era öron?"
- Alternativ 3
I försöksundervisningen mycket intresseväckande men lite mer komplicerat. Placera en virveltrumma i klassrummet (se till att metallsträngarna vid det undre skinnet är spända) och spela en lämplig baston på en förstärkaransluten elbas en bit därifrån (pröva ut en lämplig ton i förväg). Bastonen får trumskinnen att vibrera och eftersom det undre skinnet vibrerar mot metallsträngarna hörs det ett tydligt ljud från trumman. Vibrationerna kan även kännas med fingrarna. Ställ i tur och ordning frågorna 1) "Hur kommer ljudet från elbasen till trumman?" och 2) "Vad finns mellan elbasen, trumman och era öron?"

Fenomenet kallas för resonans, men det införs inte här. Försöket är endast till för att visa att vibrationer överförs via luft!

Oavsett vilken introduktion som väljs får eleverna fundera på de valda frågorna och diskutera två och två eller i mindre grupper. Varje grupp presenterar sina idéer. Samla förutsättningslöst de olika idéerna på tavlan.

Eleverna kommer sannolikt att ha många olika förklaringar till hur ljudet överförs (se kap 7 om elevföreställningar).

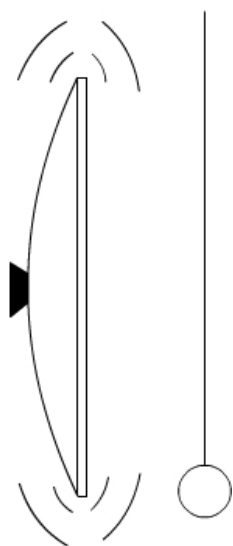
1. Det första steget att förstå är att ljud kan överföras via luft. Om det finns elevuppfattningar som kan utmanas med nya försök är det lämpligt att göra det. I exemplet med elbasen och trumman fanns det i försöksundervisningen elever i varje grupp som trodde att ljudet gick från elbasen till trumman via golvet och trumstativet! För att utmana denna föreställning hängde lärarna vid nästa lektion upp trumman i ett snöre i taket!
2. Nästa steg att bearbeta är "Hur överförs ljud i luft?" Eleverna har säkerligen uttryckt detta i sina förklaringar. Sådana kan vara "det kommer vibrationer", "ljudvågor", "det blir eko", "elbasen/CD-spelaren spelar ut toner som blir till vågor som följer strömmen", "till slut kommer ljudvågorna till örat", "ljudet åker med luften", "det är luft som går" o.s.v. Elevsvaren grupperas på lämpligt sätt i t.ex. vibrationer, ljudvågor, luft förflyttas o.s.v. Uppföljningen av dessa svar görs senare. Se avsnitt 10.7.
3. Det sista steget för gruppen att diskutera är "Vad är luft? Är det något eller är det tomrum?" Syftet är att eleverna skall få en insikt i att luft är "något" och genom detta "något" överförs ljud.

Kommentar: Det är en fördel om eleverna har kunskap om att luft är "något". Om eleverna inte mött partikelteorin och användandet av partikelmodeller tidigare är det viktigt att läraren lägger extra tid på att försöka förklara varför man inom naturvetenskapen använder modeller. Att det med hjälp av en modell är möjligt att illustrera sådant vi inte kan se, såsom luftens minsta beståndsdelar. Luft och allt annat som finns runt omkring oss består av mindre delar. Dessa smådelar kan kallas partiklar (se kap. 4). Eleverna ges möjlighet att så småningom förstå att ljud överförs genom att partiklar vibrerar på ett bestämt sätt, som i sin tur får andra partiklar i närheten att vibrera på samma sätt.

4. Eleverna har nu arbetat med att ljud överförs genom luft och att det finns olika idéer om hur det sker, dvs. genom vibrationer, ljudvågor, luft förflyttas o.s.v. Den fortsatta undervisningen kommer att bearbeta dessa föreställningar.

Eleverna behöver hjälp med att utveckla en förståelse av hur ljud överförs, och att det sker genom att många partiklar samtidigt knuffar på varandra. Vibrationer överförs på så vis genom luften. Man kan visa denna överföring genom att använda enkla modeller med vardagskopplingar där "saker" knuffar på varandra. Det kan vara bollar som kolliderar eller elever som trängs i en kö till matsalen. Läraren bör dock vara medveten om att det finns risker med dessa analogier (se avsnitt 7.2). Eleverna kan tro att partiklarna bara rör sig åt ett håll, att de helt förflyttas o.s.v.

Här följer förslag på ett antal experiment som kan användas för att arbeta med ljudets överföring i luft.



Luften består av miljarder, miljarder små partiklar. Om man tar en enda av alla dessa och förstörar upp den många, många gånger skulle det gå att se den. Vi tänker oss nu att pingisbollen är en sådan partikel. (Pingisbollen är alltså en synlig modell av en luftpartikel). Sätt ett större grytlock, en cymbal eller en stämgaffel i svängning. Därefter kan man visa hur vibrationer överförs till en luftpartikel (pingisbollen) när den kommer i kontakt med det vibrerande föremålet. (Håll grytlocket eller cymbalen lodrätt - se bilden). Utgå ifrån följande frågor:

Vad händer med luftpartikeln när grytlocket/cymbalen ger ljud ifrån sig?

Vad händer med alla de andra luftpartiklarna runt omkring som vi inte ser?

Elever som inte uppfattar luft som materia, utan tänker på den som ”ingenting” eller ”tomrum”, kan inte heller utveckla idén om att ljud behöver materia för att spridas. En annan svårighet att uppmärksamma är att materia inte är kontinuerlig dvs. att det är vakuum, tomrum, mellan partiklarna.

Vid utprovningen av undervisningssekvensen hade eleverna och lärarna i en av klasserna byggt en modell av luft (se bild 10.1). Den bestod av ett antal partiklar, pingisbollar, som hängde en liten bit ifrån varandra och på lite olika höjder. Pingisbollarna var fastejpade i sytrådar och dessa var i sin tur fästade i botten, knutna runt tändstickor, av en papplåda. När läraren placerade en stämgaffel bland luftpartiklarna kunde eleverna tydligt se hur dessa knuffades åt olika håll.

Modellen har liksom alla modeller sina begränsningar, vilket ger läraren ett utmärkt tillfälle till att diskutera denna modells fördelar och nackdelar. Naturligtvis är partiklarna i luft inte vita och de sitter inte fast i trådar. Avståndet mellan partiklar i luft är av storleksordningen 10 gånger partikeldiametern. Modellen visar inte heller att partiklar i luft (och andra gaser) ständigt rör sig med hög fart tills de kolliderar med andra partiklar och att de dessutom rör sig åt alla möjliga håll. Det är också helt tomt mellan partiklarna.

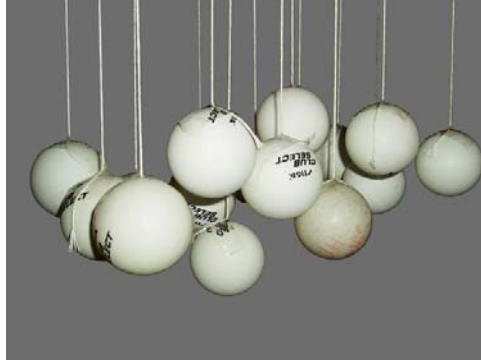


Bild 10.1. En enkel partikelmodell av luft där varje pingisboll representerar en luftpartikel. Bilden till höger är en detaljförstoring. (OBS! En av nackdelarna med denna modell är att partiklarna är så nära varandra att avståndet snarare representerar det avstånd som gäller för flytande ämnen. En annan nackdel är att det inte existerar någon enhetlig luftpartikel. Se avsnitt 4.1).

Ingen gas - vakuum

I rymden är det i princip vakuum och på månen likaså. Månens dragningskraft är så liten (vilket i sin tur beror på att månen är liten) att den inte förmår att hålla kvar någon atmosfär. Ett förslag till utvärderingsfråga (skrivfråga) kan vara:

Finns det ljud i rymden?
eller
Kan man prata med varandra på månen?

En möjlig uppföljning av denna fråga är helt enkelt att efterlikna rymden (månens "atmosfär") dvs. pröva om ljud kan överföras utan partiklar, alltså i vakuum. En tickande klocka, ringande mobil e.d. placeras i en vakuumpump och luftpartiklarna sugas ut. (Lägg en bit skumgummi mellan klockan/mobilen och botten för att undvika att ljudet överförs den vägen. Eller häng upp klockan/mobilen med hjälp av en bit tejp). Vid genomförandet av försöket finns det risk för att eleverna tänker att "vakuum tar bort ljudet" om inte eleverna har föreställningen att luft är "något" och att vakuum är avsaknaden av detta "något".

Försöksundervisningen har gång på gång visat på att eleverna ofta lägger exakt samma innebörd i begreppen luft, syre och gas. En rekommendation är därför att låta eleverna fundera på och bena ut vad de olika begreppen står för.

För att utvärdera hur eleverna tänker om ljudets utbredning i luft finns det användbara frågor i problemsamlingen. Se "Bilagor- översikt", där det i del 3 hänvisas till ett antal bilagor under rubrikerna "Vakuum" och "Luft".

Överföring via flytande ämnen

Det är enkelt att använda sig av vatten för att exemplifiera överföring genom flytande ämnen. Eleverna får först enskilt skriva en hypotes till frågan:

Kan ljud överföras i vatten? Förklara ditt svar.

Därefter får de diskutera sina hypoteser i mindre grupper och sedan försöka designa ett eller flera experiment för att testa dem. Eleverna har säkerligen många idéer och det är kanske fullt tillräckligt. Innan eleverna sätter igång redovisas för läraren vilka försök de tänkt göra.

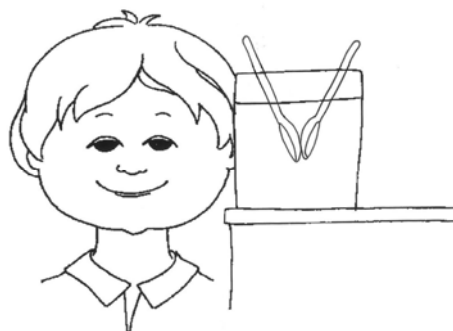
De elever som har badkar hemma kan passa på att pröva olika försök när de badar! Eller varför inte ett simbadsbesök med hela klassen? Under försöksundervisningen besökte en klass simbadet under en idrottslektion och de hade då fått med sig uppgiften att undersöka om ljud kunde överföras i vatten. De genomförde olika tester bl.a. knackade en av eleverna i badstegen medan de övriga provade att lyssna under vattnet.

I försöksundervisningen har det visat sig att eleverna i regel tror att ljud kan överföras i vatten, men det är många elever som anser att det beror på att det finns luft eller syre i vattnet. Ett sätt att utmana detta är att de får pröva om ljudöverföring kan ske genom fler flytande ämnen än vatten. Försök kan göras med vatten, matolja och T-sprit. Dessutom bidrar försök med olika flytande ämnen till att det är enklare för eleverna att bygga upp en generell teori för ljudets överföring i flytande ämnen.

Eleverna skriver först hypoteser till frågan:

Kan ljud överföras i vatten, matolja och T-sprit? Varför, varför inte?

Fyll tre likadana bägare, plåtburkar eller dylikt med vardera lika mycket vatten, olja och T-sprit. Eleven trycker ett öra mot bägarna i tur och ordning, och håller för det andra örat för att utestänga ljud från omgivningen. En annan elev slår ihop två skedar under ytan i burkarna. Lyssna noga! Vilka flytande ämnen kan överföra ljud? Elever vill gärna tala om hur bra eller hur fort ljudet överförs, men det går inte att avgöra med dessa försök. Syftet är endast att de skall kunna pröva om ljud kan överföras eller inte.



Flytande ämnen är också uppbyggda av mindre delar. Man kan säga att vatten består av "vattenpartiklar", olja av "oljepartiklar" och T-sprit av "T-spritpartiklar". Ljudvibrationer kan överföras genom dessa ämnen genom att partiklarna puttar på varandra.

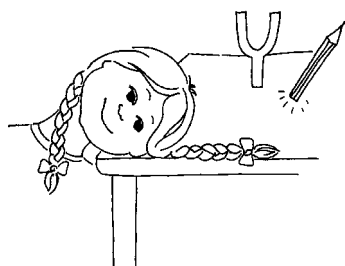
Överföring via fasta ämnen

Erfarenheten visar att elever gärna blandar in ljudets hastighet även i försöken med fasta ämnen, men det är inte heller möjligt att i dessa försök avgöra vilka ämnen som överför ljud snabbare än andra. Syftet är enbart att eleverna skall ges möjlighet till att pröva om ljud kan överföras via dessa material eller inte. Vi använder partikelteorin och säger att trä består av "träpartiklar", järn av "järnpartiklar", plast av "plastpartiklar" o.s.v.

Eftersom det handlar om att ta reda på vilka olika ämnen, som överför ljud och inte vilka föremål som överför ljud, gäller det att fokusera på själva ämnet. Eleverna kan exempelvis komma fram till att ett bord, ett fönster och en stol överför ljud. Frågan är då vilket ämne i resp. föremål de provat, och i det nämnda exemplet kanske det var träet (bordsskivan, stolsitsen och fönsterkarmen). Bordsskivan består av trä som i sin tur är uppbyggt av "träpartiklar".

Eleverna funderar enskilt, och skriver en egen hypotes. De diskuterar två och två eller i liten grupp. Vilka experiment kan man hitta på för att pröva sina hypoteser? Innan eleverna sätter igång redovisar de för läraren hur de planerat att göra sina försök (se även avsnitt 10.1).

Här följer också några förslag som hjälp:



En elev knackar med en penna e.d. mot ett bord. En annan elev står en bit bort och lyssnar med ena örat tätt mot bordet. Håll för det andra örat.

Om det finns en stämgaffel kan man slå på den ena skänkeln med en gummiklubba så att den vibrerar och ger ljud ifrån sig. Därefter håller man skaftet mot ett bord såsom bilden visar, och genomför försöket på samma sätt som det föregående.

Andra enkla försök är att med pennan knacka på olika material som järn (element), glas (fönster), plast (stor plastlåda) o.s.v. Lyssna på samma sätt som ovan.

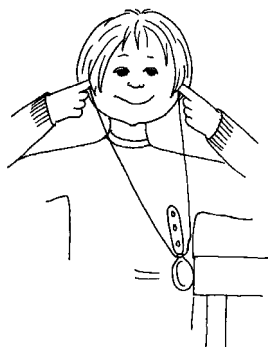
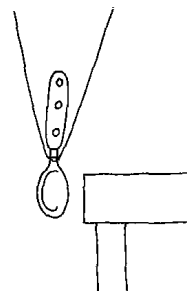
Försöket kan också genomföras med små speldosor vilket visat sig vara populärt. En elev håller speldosans botten mot bordet, elementet, plastlådan o.s.v. och spelar på den samtidigt som en annan/andra elever lyssnar en bit bort. Det lyssnande örat måste hållas tätt mot materialet (järnet/elementet o.s.v.) för att man skall kunna avgöra om ljudet överförs i detta eller ej.



(När man spelar med dosan mot exempelvis ett bord och lyssnar i luften hörs ljudet bättre än om man spelar med speldosan i luften. Eleverna noterar ofta detta. Det beror på att bordet förstärker ljudet s.k. resonans. Skälet till att det inte behandlas här är att fokus ligger på själva ljudöverföringen).

Det är lätt att pröva om skelettben leder ljud. Böj vänstra armen och slå lätt med en fingertopp mot armbågen (mot benet) och lyssna (via luften) hur det hörs. Gör samma sak igen, men sätt denna gång det vänstra långfingret i hörselgångens yttre öppning. Experimentet visar på ett enkelt sätt att armens ben överför ljud. Om det finns några skelettben från djur på skolan så kan man även pröva de tidigare föreslagna försöken med dem.

Knyt fast en metallsked i ett snöre. Låt skeden svänga så att den slår mot bordskanten. Lyssna noga!



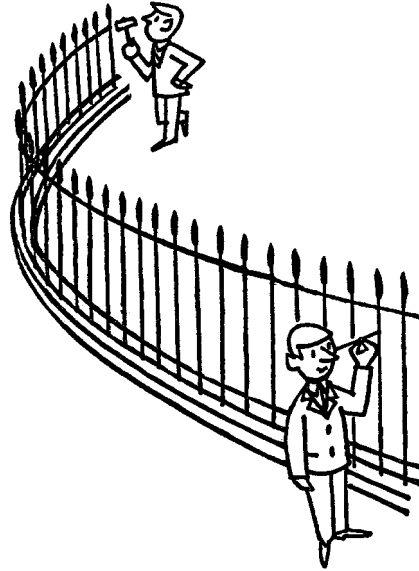
Håll sedan de två snörändarna med hjälp av ett finger i vardera örat och slå skeden, dinglande i snöret, mot bordskanten. Kan ljud överföras genom snöret?

Vad hör man för skillnad? (Man hör ett klockliknande ljud, som är ganska starkt då man håller snörändarna i öronen).

Genom experiment med trådtelefoner kan eleverna pröva att överföra vibrationer via en tråd och de kan dessutom pröva vad som händer när någon håller i tråden så att den inte kan vibrera. En trådtelefon tillverkas med hjälp av två plastmuggar, två tändstickor och en lång, minst 5 m, stark tråd. Man gör ett hål i botten på plastmuggarna, lägger en tändsticka inuti vardera muggen, sticker in tråden genom hålen i botten och knyter fast den runt tändstickorna. Sedan är det bara att pröva med att prata eller lyssna i muggen med spänd tråd. Tråden skall gå rakt ut ifrån botten. Håller eleven muggen vinkelrätt mot tråden blir ljudöverföringen sämre om tråden går emot muggens botten. Vad händer när tråden slackar?



Passa gärna på att göra experiment utomhus, men se upp med ljudstyrkan! Man kan t.ex. pröva om ljudet hörs genom ett järnstaket en bit ifrån en person som knackar på det, genom att lägga örat emot och lyssna.



När eleverna gjort sina försök görs en gemensam sammanfattning om att ljud kan överföras i fasta ämnen. Ljudvibrationer överförs genom att partiklarna puttar på varandra.

Nu har eleverna gjort olika experiment som visar att ljud kan överföras genom gaser (luft), flytande ämnen och fasta ämnen. I problemsamlingen finns en bilaga "Vilka ämnen kan överföra ljud?" där eleverna kan notera sina gemensamma resultat från sina försök. Avsikten är att tydliggöra att all materia kan överföra ljud. Nu har eleverna erfarenheter som kan användas för att bygga upp en generell teori för ljudets överföring.

Sammanfattning:

- **Ljud uppkommer när ett föremål vibrerar.**
- **Materia i gasformiga, flytande och fasta ämnen överför vibrationer.**
- **All materia kan överföra ljud.**

För att utvärdera hur eleverna uttrycker sina idéer om ljudets utbredning i fasta ämnen finns det användbara frågor i problemsamlingen. Se "Bilagor- översikt", där det i del 3 hänvisas till bilagor under rubriken "Fasta ämnen" En av frågorna handlar om ljudöverföring genom en stängd dörr. Det är vanligt att elever uttrycker att ljud går igenom trä för att det finns små hål, springor etc. där ljudet passerar! Men tänker de på att ljudet även överförs via materien i själva dörren?

Det finns även en fråga om ljudöverföring via gasformiga, flytande och fasta ämnen som är lämplig att använda: ”Behållarna”. Låt eleverna svara enskilt och sedan diskutera två och två eller i en mindre grupp som vanligt.

10.7 Hur överförs ljud?

Mål: Kunna beskriva ljudöverföring med hjälp av olika modeller samt reflektera över modellernas förtjänster och begränsningar.

Den stora utmaningen har, i den genomförda försöksundervisningen, visat sig vara begreppet ljudvågor. En framgångsrik väg har varit att bearbeta förståelsen av detta begrepp ordentligt, dels genom att låta eleverna ”rita ljud” och att i grupp låta dem diskutera påståenden/frågor där vanliga vardagsföreställningar lyfts fram (se kap. 7). Att veta något är lika mycket att veta varför det är på ett visst sätt som att veta varför det inte är på ett annat sätt. Denna del av undervisningssekvensen utgör en av nyckelkomponenterna i hela ljudundervisningen, och en väl genomtänkt strategi tycks helt nödvändig. Det är nu dags att bena ut vilka olika begrepp som finns och hur de hänger ihop. Det kan vara partiklar (molekyler och atomer), luft, syre, gas, flytande, fast, materia, vibrationer, förtätningar och förtunningar, ljudvågor och kanske andra ord eller begrepp som eleverna för fram.

Hur skall man kunna ”rita” något som vi inte kan se? Hur löser olika grupper av människor detta problem? Läraren ritar två gubbar på tavlan och berättar att en av dem ger ljud ifrån sig på olika sätt och den andre lyssnar. Eleverna placeras i små grupper (helst två och två) för att alla elever ska bli delaktiga och för att så många uppfattningar som möjligt ska komma fram. De får följande uppgift samt därtill hörande frågeställningar:

Rita så många exempel som möjligt på hur kan man rita ljudet.

- När ritar man ljud på de olika sätten?
- Vem ritar ljud på de olika sätten?
- Vilka för- och nackdelar finns med att rita ljud på dessa olika sätt?

Elevernas alla olika sätt att illustrera ljud sammanställs på tavlan. Det kan vara pratbubblor, lodräta eller vågräta streck, cirklar, noter, prickar, små luftpaket som far iväg, vågor etc. Ett exempel från försöksundervisningen på hur det kan se ut på tavlan när eleverna har presenterat sina förslag visas (se bild 10.2). Därefter diskuteras de tre sista frågorna tillsammans. Om eleverna har sparat förslag från tidigare undervisning (se avsnitt 10.6) tar de fram dem för att ytterligare komplettera bilden av hur elever kan tänka om ljudöverföring.

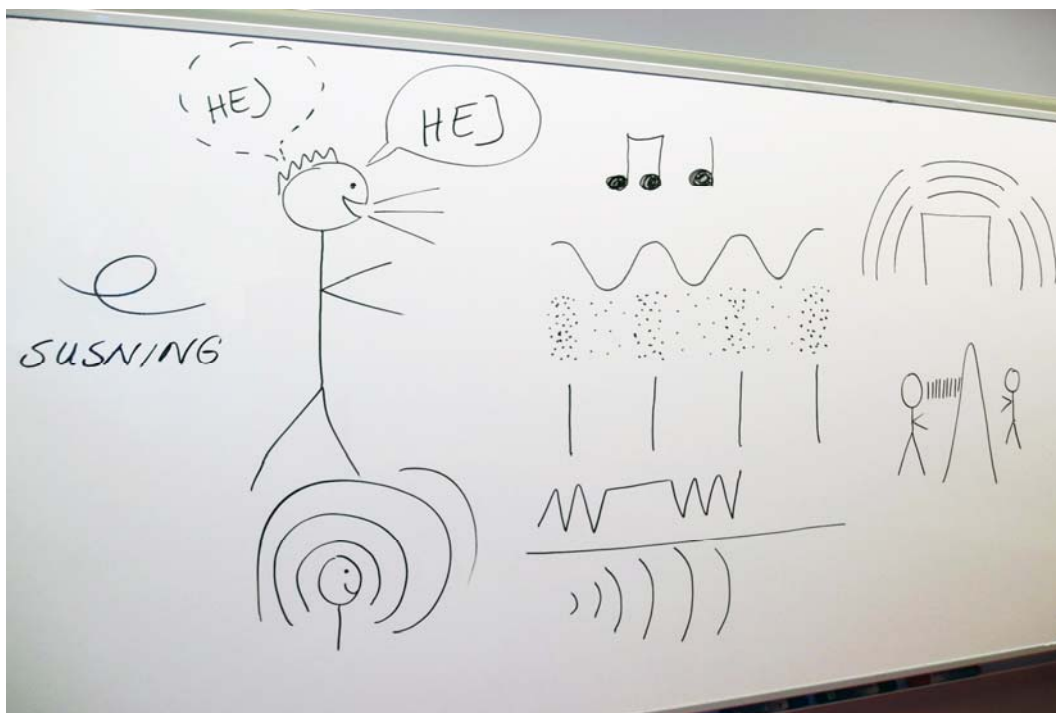


Bild 10.2 En sammanställning av elevernas olika sätt att illustrera ljud i den genomförda försöksundervisningen.

Eleverna har tidigare undervisats om att ljud uppkommer genom vibrationer, och att vibrationer överförs via materia i gasformiga, flytande och fasta ämnen. Med hjälp av partikelteorin säger vi att ljudöverföringen sker genom att partiklar krockar och puttar på varandra. Det här kan förstås illustreras på olika sätt. Syftet är att visa att ett och samma ljud kan illustreras på en mängd olika sätt, men att det i grund och botten ändå handlar om en och samma sak, nämligen att vibrationer överförs via materia.

Det är dags att reda ut vad ljudvågor egentligen är för något. Om eleverna inte har ritat några ljudvågor ser läraren till att själv rita dit sådana. En del elever tänker t.ex. att ljudvågor är något eget som rör sig i luften och krockar med luftpartiklarna (se kapitel 7). Andra elever använder olika innebörder av ljudvågor huller om buller. Men begreppet ljudvågor är bara ett sätt som naturvetare och matematiker har valt för att prata om och rita hur vibrationer överförs. Man kan säga att det är en matematisk modell som används för att illustrera ljud. Fördelen med detta sätt att illustrera ljudvågor är att det är enklare att använda sig av en matematisk modell när frågor om ljud skall hanteras på en mer avancerad nivå. Det finns förstås andra sätt att professionellt illustrera ljud. Musiker har enats om att rita vibrationerna som noter, och serietecknare kan använda pratbubblor med innesluten text. Däremot är det inte så praktiskt att rita hjärtljud med hjälp av noter, mopedljud som pratbubblor, ett hej på ett vykort med hjälp av vågor eller fågelsång med hjälp av partikelmodeller. Oavsett vilket sätt som används är det fortfarande överföring av vibrationer genom materia det handlar om.

Alla elevillustrationer handlar följaktligen om en och samma sak; att ljudöverföringen i luft sker via luftpartiklar och att detta kan illustreras på en mängd olika sätt.

I problemsamlingen finns diskussionsfrågor ”Vilka idéer är vetenskapliga?” som utmanar vanliga elevuppfattningar (se även kap 7). I övningarna blandas dessa föreställningar med vetenskapliga föreställningar. Frågan är vilka vetenskapliga förklaringar som skulle kunna ersätta de formuleringar som används i texten. Följande vardagsuppfattningar som *inte* är i överensstämmelse med de vetenskapliga uppfattningarna förekommer:

- ljudvågor är i sig något materiellt
- ljud överförs i vatten bara för att det finns luft/syre
- det finns bubblor med ljud
- luftpartiklar är i vägen för ljudvågor
- vatten eller väggar utgör hinder för ljudöverföring
- ljud kan endast överföras genom väggar och dörrar om det finns någon form av springor, hål eller öppningar som släpper igenom ljudet
- eko används synonymt med ljudöverföring eller att man hör.

Det är bra att på detta sätt eller i någon annan form låta eleverna bearbeta sin förståelse av de olika sätten att illustrera eller tala om ljud (se även kap. 11). Läraren kan välja en eller flera av påståendena. Eleverna får diskutera vad av det som sägs som bygger på naturvetenskaplig kunskap. OBS! Det är dock *absolut* nödvändigt att läraren följer upp elevernas diskussioner och hjälper till att reda ut begreppen!

10.8 Ljudets utbredning tar tid

Mål: Ljudets utbredning tar tid.

Många elever har noterat att de hör ett ljud en stund efter det att det ”uppkommit”. De kan t.ex. undersöka hur det blir när en kamrat står en bra bit bort (mer än 150 m) och slår ihop två grytlock (hørselskydd!) e.d. Man måste kunna ”se” när ljudet uppkommer. (Ljudöverföringen sker med en hastighet av ca 340 meter på en sekund. Ljusöverföringen, dvs. att eleverna ser när grytlocken slås ihop, är i princip omedelbar eftersom ljusets hastighet är 300 000 000 meter på en sekund).

Eleverna kan också fundera på tidsskillnaden mellan blixtnedslaget och åskmuller. Ljudet går alltså ungefär en kilometer på tre sekunder. Räkna 101 (tar ca 1 sekund), 102, 103 osv. I problemsamlingen finns frågor om ljudets hastighet, se ”Bilagor-översikt”, där det i del 3 hänvisas till ett antal bilagor under rubriken ”Ljudets utbredning tar tid”.

10.9 Varför låter ljud olika?

Mål: Veta att ljud har olika egenskaper: tonhöjd (frekvens) och ljudstryka (ljudvolym) samt veta att ljudets utbredning tar tid. Hastigheten i luft är beroende av mediet men inte av tonhöjd, ljudstyrka eller hur långt ljudet gått.

Låt eleverna göra experiment med föremål som ger ljud ifrån sig. En enkel variant är att ge varje elevgrupp en öppen burk eller en öppen plastlåda och ett gummiband som träs över burken/lådan. Uppgiften är att först formulera en hypotes och sedan undersöka:

1. Hur kan man få en hög resp. låg ton?
2. Vad är det för skillnad på en hög och en låg ton?
3. Hur kan man göra för att få samma ton men olika ljudstyrka?

Läraren följer upp elevernas arbete och inför begreppen frekvens och ljudstyrka (ljudvolym) (se avsnitt 4.5 och 7.3). Inom naturvetenskapen används modeller för att åskådliggöra fenomen som inte syns. Tidigare har partikelmodeller använts för att förklara ljudöverföring, men att förklara överföring av olika frekvenser och framförallt ljudstyrkor med hjälp av partikelmodeller kan bli krångligt. Alla modeller har någonstans sina begränsningar. Läraren kan eventuellt nöja sig med att diskutera hur den vibration ser ut som ger upphov till olika toner resp. olika ljudstyrka. Fysiker använder oftast en matematisk modell för att visa dessa fenomen.

Människor kan inte höra alla ljud av alla frekvenser utan endast dem mellan ca 20 – 20 000 Hz. Om det finns en tongenerator passar det utmärkt att låta eleverna lyssna på olika frekvenser och pröva hur låg ton resp. hög ton de kan höra. Det är också enkelt att visa vad det är för skillnad på begreppen ljudstyrka (starka/svaga ljud) och frekvens (låga/höga toner). Eleverna kan också med hjälp av tongeneratoren pröva om de kan höra infra- resp. ultraljud.

I försöksundervisningen uppskattade eleverna en diskussionsövning i grupp där de fick lära sig om hörseln hos olika djur samtidigt som de fick bearbeta sin förståelse av begreppen frekvens (tonhöjd), hertz (Hz), ljudstyrka, decibel, infraljud och ultraljud med hjälp av ”djurkort”. Eleverna fick i uppgift att fundera ut:

På vilka sätt hör djur annorlunda än människor?

Därefter fick gruppen en mängd kort med information om djurs hörsel. Texten på ett kort i taget lästes högt, eleverna diskuterade och antecknade. När alla korten var genomgångna summerade först gruppen och därefter hela klassen tillsammans på vilka sätt djur hör annorlunda samtidigt som de ovan nämnda begreppen lyftes fram, bearbetades och förtydligades (se även kap. 6). Avslutningsvis diskuterade man lämpliga svar på ursprungsfrågan. Innan eleverna startar med övningen är det bra om de vet inom vilka frekvenser människor hör. Underlag för tillverkning av kort finns i bilagan "Djur och hörsel – kopieringsunderlag".

För de elever som är intresserade av att lära sig mer finns det en svårare övning, avsedd att genomföras i mindre grupp, som visar på hur partikelteorin och fysikers sätt att illustrera ljudöverföring med hjälp av matematisk representation hör samman "Varför kallar man det ljudvågor?" För att lösa de två sista uppgifterna i övningen behövs en tongenerator. Det finns ytterligare en övning med högre svårighetsgrad "Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?" som handlar om ljudets överföring i luft vid olika temperatur. I denna övning ritas ljud istället med hjälp av böjda streck, alltså ytterligare ett sätt att illustrera ljudets överföring. Det finns en förklaring till frågan som eleverna kan få när de är klara med sina förslag. Se bilaga "Förklaring - Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?".

Låt därefter eleverna diskutera och bearbeta sin förståelse av om ljudhastigheten påverkas av förändrad frekvens eller ljudstyrka. Förslag på diskussionsfrågor finns i följande bilagor i problemsamlingen: "Ljudhastighet och frekvens", diskussionsfråga 5 i "Vilka idéer är vetenskapliga?" samt "Mysterier med ljud och ljudhastighet". (Av påståendena i övningen "Mysterier med ljud och ljudhastighet" är 1=falskt, 2=falskt, 3=sant, 4=falskt, 5=sant och 6=falskt).

Läraren följer upp diskussionsfrågorna när eleverna har diskuterat färdigt. Elevförståelsen kan utvärderas nu eller något senare genom att eleverna t.ex. skriver ett svar på följande fråga:

Laura och Johan står hand i hand vid ena målet på skolans fotbollsplan och väntar på Ludvig. Plötsligt får de syn på Ludvig som kommer gående bakom det andra fotbollsmålet. Båda ropar samtidigt. Laura med ljus röst och Johan med sin mörka stämma. Ludvig hör ropen men vem av dem hör han först?

I samband med detta avsnitt kan eleverna, i smågrupper, göra mätexperiment med en ljudnivåmätare (bullermätare). Inled med att eleverna får berätta var de har upplevt att det kan finnas starka ljud och var de har upplevt att det är nästan tyst. Visa sedan hur man kan mäta ljudnivåer med en ljudnivåmätare. Här passar det också bra att diskutera att ljudstyrkan minskar med avståndet bl.a. beroende på att ljudet sprider sig i alla riktningar. Det är t.ex. skillnad på att mäta ljudnivån från biltrafiken på 5 och 100 meters avstånd, något som är viktigt att tänka på när de genomför sina mätningar.

Man mäter ljudnivåer i bel eller egentligen i den mindre enheten *decibel*, dB. Man kan jämföra med att man kan mäta avstånd i *decimeter* och volym i *deciliter*. Örat uppfattar inte alla de frekvenser vi hör lika bra. Vi uppfattar t.ex. ljud vid lägre ljudnivåer i de frekvenser där talet ligger. Därför använder man oftast ett sk. A-filter, som registrerar ljudnivåerna på ett sätt som mer liknar örats. Femtio decibel A (dB(A)) är ungefär ljudnivån i normal hemmiljö, en starkt trafikerad gata ger ca 70 dB(A), intill högtalarna på ett diskotek kan det vara 120 dB(A) och ett gevärsskott nära örat 160 dB(A)! (Se även kap. 4.5: Ljudets egenskaper).

Eleverna kan exempelvis arbeta utifrån frågeställningen:

Var i skolan eller i skolans omgivningar kan det finnas starka ljud?
--

Eleverna diskuterar i mindre grupper var de anser att det är lämpligt att mäta, lär sig hur mätaren används (t.ex. ställer in mätaren på dB(A)), planerar hur mätningen skall gå till, visar planeringen för läraren och genomför sedan sina mätningar (se även avsnitt 10.1). Mätningarna och redovisningen förenklas om de antecknar sina observationer och mätvärden i en tabell. Rubrikerna i tabellen kan t.ex. vara Föremål/Plats, Avstånd till ljudkälla och Ljudnivå (dB(A)).

Ljudnivåmätningarna kan även sparas eller utökas i avsnitt 10.12 när eleverna har arbetat med hörseln.

10.10 Hur hör vi?

Mål: Veta att vibrationer som når örat får trumhinnan och andra delar av örat att vibrera. Vibrationerna registreras av små sinnesceller, hårceller, som omvandlar vibrationer till elektriska impulser. De elektriska impulserna överförs via hörselnerven till hjärnans hörselcentrum där impulserna tolkas. Vi hör.

Först en liten uppföljning av tidigare avsnitt. Låt eleverna enskilt fundera på:

Varför hör patienten tandläkarens borr bättre än vad tandläkaren själv gör?

Samla in de enskilda svaren. Låt eleverna diskutera i grupp. Klassuppföljning och repetition av att luft (gas), ben (fast) och vatten (flytande) kan leda ljud.

Undervisningen om örat inleds t.ex. med frågan:

Hur det går till när ljud som kommer till örat blir något som vi hör?

Låt eleverna först diskutera i mindre grupper, gärna två och två. Därefter diskuterar läraren och eleverna tillsammans hur örat och hörseln fungerar. Eleverna kommer att ha många förslag på hur vibrationerna överförs genom örat. Förslag på frågor: "Hur överförs luftens vibrationer till örat?", "Hur överförs vibrationerna genom mellanörat?", "Hur överförs vibrationerna till innerörat?", "Hur överförs vibrationerna i innerörat?" o.s.v. Det är viktigt att läraren fokuserar elevernas förståelse av örat på de delar som överför och tar emot vibrationer, istället för att eleverna lär sig namnen på örats delar utan sammanhang. En funktionell öronmodell som visar hur vibrationer kan överföras via örats olika delar gör det enklare för eleverna att förstå. En sådan modell hjälper eleverna att förstå att hörselnedsättningar kan orsakas av att vibrationer inte passerar genom örat som de borde, och att detta i sin tur påverkar de elektriska impulser som hörselnerven vidarebefordrar till hjärnan. Den vanligast förekommande öronmodellen brukar dock vara en anatomisk, strukturell modell, och den är ett utmärkt komplement till en funktionell öronmodell. Det är svårt för eleverna att förstå hur små örats delar egentligen är när de ser på öronmodeller eller på vanligt förekommande bilder av örat. Det finns små modeller av hörselben i plast som är av naturlig storlek, vilka har visat sig fascinera eleverna. Oavsett om läraren har tillgång till små hörselbensmodeller eller inte är det värdefullt att reflektera över hur små dessa ben är och var i örat de är belägna. Här ges läraren ånyo ett tillfälle att diskutera olika naturvetenskapliga modellers för- och nackdelar.

Om det inte finns några öronmodeller eller hörselbensmodeller utgår läraren istället från en bild av ett öra.

Var förberedd på att eleverna kommer att ställa en mängd olika frågor vid genomgången. Faktastöd för läraren finns i kapitel 5 om hörseln.

Trumhinnan vibrerar, de små hörselbenen vibrerar, ovala fönstret vibrerar, vätskan i snäckan överför vibrationer som sedan registreras av de små sinnescellerna; små, små hår som kallas hårceller, inuti snäckan. När de små hårcellerna registrerar vibrationerna omvandlar de rörelsen till elektriska impulser som skickas via hörselnerven till hjärnan. Det är först när impulserna uppfattas och tolkas av hjärnans hörselcentrum som vi hör.

Det är avgörande att de små, känsliga hårcellerna fungerar som de skall för att vibrationerna skall kunna omvandlas till elektriska impulser. Det är följaktligen viktigt att vara *rädd om sina hårceller*, så att hörseln fungerar bra. Många barn och ungdomar tror att det är först när starka ljud gör ont i öronen som det är risk för skador, men det är en myt. En liten jämförbar men drastisk historia: Om man plötsligt skadar handen så illa att man mister ett finger så gör det inte ont i förväg, men det gör ont efteråt när fingret är borta. Då är det försent! Ungefär så är det med hårcellerna också. Man måste vara rädd om dem *innan* det gör ont i öronen av stark musik. En annan myt är att sådan musik som man gillar inte är skadlig för hörseln trots att ljudnivån är hög. Människor är olika känsliga för starka ljud, och man kan aldrig i förväg veta hur känslig man är!

Låt eleverna bearbeta sin egen förståelse av örats funktion med följande fråga:

Tänk dig att du hör en katt jama. Skriv en liten berättelse om vad som händer när ljudvibrationerna når ditt öra och överförs vidare genom örat tills du uppfattar att det är en katt.

En rekommendation är att låta eleverna använda en bild av ett öra som stöd där de olika delarnas namn finns med. Uppgiften finns i problemsamlingen: ”Hur fungerar hörseln?” Under försöksundervisningen visade det sig att de elever som övat på att formulera sin förståelse av örats funktion på detta sätt, som fått diskutera med en kamrat och därefter fått respons av läraren nådde mycket goda resultat på eftertesterna.

Bilagan ”Hur hör vi?” i problemsamlingen syftar till att utvärdera elevernas förståelse av hörseln. För att utvärdera eller låta eleverna bearbeta hur de tänker om hörseln och varseblivningen finns bilagan ”Hunden”.

I avsnitt 10.15 beskrivs olika argumentationsövningar, och någon av dem passar utmärkt att använda i detta sammanhang.

10.11 Varifrån kommer ljudet?

Mål: Förstå att två öron bidrar till att ljudets riktning kan avgöras.

Börja med att kort låta eleverna diskutera två och två samt komma med förslag på svar till frågan:

Vilken nytta har vi av två öron?

Här ges förslag på en övning som kan genomföras i elevgrupper av olika storlek. Placera en elev på en stol mitt i rummet och täck för ögonen med en ögonbindel. Be henne/honom att hålla för det ena örat med ett finger. De andra eleverna sitter i en ring några meter ifrån eleven på stolen. Eleverna i ringen gör ljud med en ljudkälla (ärtor i en liten burk, en triangel, en penna som knackas med en plåtburk e.d.) så att ljudet kommer från olika håll i rummet. Eleven på stolen pekar varifrån ljuden kommer. Gör sedan om samma försök men låt nu eleven lyssna med båda öronen. Märker eleven någon skillnad?

Det är svårt att med endast ett öra avgöra varifrån ett ljud kommer. När vi lyssnar med två öron kommer ett ljud från höger sida att nå höger öra något före det vänstra. Denna lilla tidsskillnad uppfattas av vår hjärna när ljuden tolkas, och det går att avgöra varifrån ljudet kommer. De ljud som kommer rakt framifrån eller rakt bakifrån når visserligen båda öronen samtidigt, men det går ändå att avgöra varifrån sådana ljud kommer tack vare ytteröronens utseende. Öronen ser ju trots allt olika ut framifrån resp. bakifrån. Vi har vant oss att leva med de ytteröron vi har, och om en person skadar dem så svårt att de får en något annorlunda form tar det ett litet tag innan personen vant sig att lyssna med de nya ytteröronen så att det är möjligt att skilja på ljud framifrån och bakifrån.

Övningen kan avslutas med att eleverna diskuterar:

Kan du komma på exempel när det är bra att kunna veta varifrån ljudet kommer?

10.12 Hur kan man skydda sin hörsel?

Mål: Att veta hur man förebygger hörselskador.

Barn och ungdomar utsätts idag för höga ljudnivåer (starka ljud) i en stor omfattning. Ungdomar riskerar hörselskador och tinnitus bl.a. vid besök på diskotek där det ofta spelas alltför stark musik. Ljudnivån skruvas ofta upp under en diskotekskväll för att kulminera mot slutet. Barn som är 13-14 år eller yngre påverkas mer än ungdomar mellan 18 och 20 år. Ju yngre barnen är desto känsligare är de för starka ljudnivåer. WHO:s rekommendation för barn till och med 12 år är att genomsnittsvärdet för ljudnivån begränsas till 90 dB(A), och att maximinivån får vara högst 110 dB(A).

Ungdomar lyssnar ofta på musik i hörlurar. Enligt gällande EU-direktiv bör inte ljudnivån i hörlurarna överstiga 85 dB(A) när en person lyssnar på musik upp till en timma.

Det är inte så stor risk att drabbas av hörselskada av klassrummets buller, förutom på lektioner i musik, gymnastik och träslöjd där ljudnivåerna är betydligt högre. Även i matsal och uppehållsrum kan ljudnivån vara så hög att den förorsakar hörselskador såsom tinnitus (se även kap. 1 och avsnitt 5.2).

Förslag på en enskild utvärderingsfråga där elevernas förståelse av örats funktion kan tillämpas (se även avsnitt 5.2, Nedsatt hörsel):

På vilka olika sätt kan ljudöverföringen från ytterörat till hjärnan påverkas så vi inte hör?

Eleverna diskuterar frågan i grupp och läraren följer upp.

Nu är det dags att arbeta mera med hörselhälsa och starka ljud (se avsnitt 5.2).

Börja med frågan:

När, var och hur har du upplevt starka ljud i din vardag?

Eleverna antecknar sina svar. Därefter får eleverna diskutera och ge förslag på hur man kan undvika att bli skadad av starka ljud, dvs. hur de skall kunna bibehålla sin hörselhälsa imorgon, nästa vecka och nästa år.

Ibland finns det ett s.k. ljudnivåöra (Sound Ear) på skolan, i matsalen eller kanske i idrottshallen. Det är egentligen ett instrument som mäter ljudnivån och det

brukar sitta på väggen i utsatta lokaler. Med hjälp av ljudnivåörat kan eleverna pröva vilka ljudnivåer det blir när de viskar, pratar, skriker, spelar musik m.m. (Undvik alltför starka ljud!). Hur stark är ljudvolymen i klassrummet? Kanske kan klassen få låna ljudnivåörat under en vecka? Ljudnivåörat är ett utmärkt hjälpmedel att använda när/om diskon anordnas för eleverna på skolan. (Den ljudnivå som ljudnivåörat ska reagera på, visa rött, ställs in på baksidan. Då visas ett orange sken ca 5 dB(A) innan den inställda nivån nås).

Om det finns vanliga ljudnivåmätare (decibelmätare) kan eleverna göra undersökningar av föremål som ger upphov till starka ljud, men även av lokaler eller platser där det finns risk för sådana ljud (se även avsnitt 10.9). Eleverna diskuterar i mindre grupper var de anser det är lämpligt att mäta, lär sig hur mätaren används, planerar hur mätningen skall gå till, visar planeringen för läraren och genomför sedan sina mätningar (se även avsnitt 10.1). Att tänka på: om de t.ex. väljer att mäta i slöjdsalen när en elev spikar måste de mäta vid personens öra för att få veta vilken ljudnivå personen utsätts för.

Det är viktigt att göra eleverna medvetna om hur de kan använda sina MP3-spelare på ett hälsobefrämjande sätt (se även kap. 1). Om de vill mäta ljudnivån från hörlurarna till en MP3-spelare, efterliknar de hörselgången med ett ca 3 cm långt plaströr där en av hörlurarna placeras. Plaströret gör så att ljudet inte sprids åt alla håll, annars finns risk för att mätningen ger ett mindre utslag än vad det verkliga örat utsätts för. Låt gärna eleven ställa in den ljudvolym som vanligtvis används genom att först lyssna på tre favoritlåtar i följd. Ett annat sätt att öka elevernas medvetenhet om ljudnivån är att de noterar vilken ljudnivå de lyssnar till när de åker tåg, buss eller bil och sedan prövar med samma ljudvolym i ett tyst rum. För de allra flesta upplevs denna ljudnivå alltför hög när bakgrundsbullret plötsligt tas bort.

Följande lilla historia är ett exempel på vad som kan hända när eleverna gör sina mätningar:

Vid tidigare försöksundervisning med yngre barn hade några 10-åriga flickor planerat att de skulle undersöka ljud i slöjdsalen, idrottshallen och i matsalen. Men de hade otur – det pågick ingen undervisning i någon av salarna och det fanns inga elever i matsalen. Modstulet gick de vidare. De såg några barn leka utanför förskolans lokaler, och då passade de på att gå in där. En liten treårig flicka satt innanför dörren och lekte med ett skrällande gosedjur som hon tagit med hemifrån. Flickorna blev nyfikna och mätte ljudnivån vid barnets öra. Mätaren visade 90 dB(A)! Flickorna blev upprörda och pratade genast med personalen om sin mätning. De uppmanade också personalen att informera barnets föräldrar. Flickornas intresse för ljudande leksaker, inklusive de egna småsyskonens leksaker, var väckt och de undrade över vilket ansvar en leksakstillverkare egentligen tar!

Det finns olika hörselskydd t.ex. öronkåpor eller öronproppar. Vilka erfarenheter har eleverna av dessa? När tycker de att man bör använda dem? En rekommendation är att visa olika typer av hörselskydd och låta eleverna diskutera

i vilka sammanhang de passar bra. Många känner nog igen de gula öronpropparna av skumplast eller liknande, som skyddar hörseln på ett utmärkt sätt t.ex. vid konserter. Skumplastpropparna dämpar ljudet rejält, men ljudkvaliteten blir försämrade. Därför är det bra att känna till att det också finns speciella musikhörselskydd som sänker volymen med bibehållen kvalitet (se avsnitt 5.2). Visa gärna sådana för eleverna! Detta så att de inte struntar i öronproppar om de inte är nöjda med skumplastproppar. Det gäller att bevara hårcellerna!

I bilagorna finns en diskussionsövning som anknyter till hörselhälsa: ”Tinnitus”. Övningen börjar med att eleverna enskilt väljer svarsalternativ, och därefter diskuterar de frågorna i mindre grupper. Eftersom övningen innehåller kontroversiella påståenden, som är avsedda att *utmana* elevernas tänkande, är det viktigt att läraren följer upp övningen tillsammans med eleverna. Det är t.ex. *direkt olämpligt* om eleverna i fortsättningen tror att om man bara lyssnar på musik som man gillar så slipper man få tinnitus även om ljudet är starkt eller att det är bara om det gör ont i öronen av den starka musiken som det finns risk att få tinnitus. Bilagan ”Tinnitus” kan naturligtvis användas på annat sätt, t.ex. i utvärderingssyfte.

10.13 Ljudet träffar olika ytor

Mål: Ha erfarenheter av att ljud som träffar en yta kan överföras, absorberas eller reflekteras.

Vilka material absorberar ljud?

Eleverna diskuterar och ger förslag på material som används för att dämpa ljud, dvs. sådana som överför ljud mindre bra. De kan hitta på försök och pröva sina hypoteser, eller gå runt i olika lokaler, rum, korridorer e.d. för att undersöka om ljud dämpas lite eller mycket. Hur ser det ut där ljudet dämpas mer?

Porösa material med ojämn yta överför inte vibrationerna lika bra som andra material. Det kan vara svårt att förklara varför med hjälp av partikelmodeller, med risk för att det hela blir alltför krångligt (Partiklarna krockar åt alla möjliga håll och den regelbundna rörelsen dör ut). Det räcker med att eleverna lär sig att det finns material som absorberar ljud.

Förslag på uppföljningsfrågor: Hur används sådana material? Finns det sådana material i klassrummet? Hemma? På andra ställen?

Försök att beskriva vilka egenskaper ett material har som absorberar ljud bra.

Hur kan ljud reflekteras?

Det har visat sig att många elever använder begreppet eko med olika innebörder (se avsnitt 7.4) och det är nu dags att närma sig en naturvetenskaplig innebörd av detta begrepp (se avsnitt 4.4). När eleverna vet vad som avses är det dags att söka efter platser där ekon kan uppkomma. Många elever har tidigare erfarenheter av ekon, och de kan kanske förutsäga på vilka platser det skulle vara möjligt att höra ett eko.

Hårda jämna ytor reflekterar ljud t.ex. en bergvägg. En del vibrationer går visserligen vidare i materialet, men många vibrationer reflekteras, dvs. ”vibrationerna kommer tillbaka”, och det blir ekon. Tack vare att det tar viss tid för ljudet att överföras kan vi höra ekon, annars skulle det inte vara möjligt. Det måste vara 0,1 s mellan det ljud som sänds ut tills det kommer tillbaka igen för att människans öra skall kunna registrera skillnaden. Eftersom ljudet utbreder sig med en hastighet av 340 m/s, måste ljudet alltså förflytta sig minst 34 m. Detta motsvarar sträckan fram och åter till väggen. Avståndet till ”eko-väggen” måste alltså vara minst 17 m. Om man befinner sig i utrymmen där ljudet kan reflekteras fram och tillbaka får man eko-effekter utan att befinna sig så långt bort, eftersom ljudet reflekteras fram och tillbaka flera gånger. Många har kanske upplevt hur vacker sången blir i badrummet? Eleverna kan leta efter utrymmen där de får eko-effekter.

Vilken skillnad är det på material som absorberar resp. reflekterar ljud?

Låt gärna eleverna ge förslag på hur ett mysrum kan inredas så att det blir en behaglig ljudmiljö.

Man kan undersöka hur ljud reflekteras genom att använda en metallhink eller plasthink eller båda. Man sätter en hink över huvudet och sjunger eller pratar. ”Hur låter ljudet inuti hinken jämfört med utanför?” och ”Vad kan det bero på?”.

Ljudet reflekteras inuti hinken, och ljudets karaktär påverkas av de ekan som uppkommer inuti hinken. Metallhinken låter annorlunda än plasthinken eftersom den reflekterar ljudet bättre, och därför att plasten absorberar de högre frekvenserna så att ljudet får en annan klang. Att sjunga i duschen liknar att sjunga i plåthinken eftersom badrumsväggarna är goda ljudreflektorer, och det lilla utrymmet skapar eko-effekter när ljudet studsar fram och tillbaka.

10.14 Teknik

Mål: Eleven skall

- **kunna designa och bygga instrument som producerar ljud och beskriva hur det fungerar**
- **kunna visa hur tonhöjden (frekvensen) och ljudstyrkan (ljudvolymen) kan ändras**
- **ha insikter om resonans och veta var den uppkommer i instrumentet.**

Teknikämnet erbjuder goda möjligheter för eleverna att tillämpa och utveckla de kunskaper de fått om ljud. Det finns lämpliga uppnåendemål i teknik både i skolor 5 och 9. Ett mål att uppnå i skolor 9 är att eleven ska kunna göra en teknisk konstruktion med hjälp av egen skiss, ritning eller liknande stöd och beskriva hur konstruktionen är uppbyggd och fungerar. I denna sekvens tillämpas detta mål vid tillverkning av instrument. Dessutom kopplas konstruktionen ihop med tillämpning av kunskaper om ljud och ljudöverföring (se kap. 4 och 7).

Vid utprovningen av denna sekvens fick eleverna i uppgift att designa och konstruera ett instrument. Förutsättningen, förutom snygg design, var att 1) det skulle gå att spela minst tre olika toner på instrumentet, 2) ljudstyrkan skulle gå att variera och 3) ljudet från instrumentet skulle förstärkas genom resonans. Eleverna skulle kunna förklara hur och varför det blev olika frekvenser, olika ljudstyrka samt kunna resonera om resonansen i instrumentet.

10.15 Att vara medveten om sina värderingar och kunna argumentera

Mål: Eleven skall

- **ha inblick i hur en argumentation i en vardagsanknuten miljö- och hälsofråga om ljud kan byggas upp med hjälp av personliga erfarenheter och naturvetenskapliga kunskaper**
- **öva på att självständigt formulera ståndpunkter grundade på såväl kunskaper som förnuftsmässiga och etiska överväganden.**
- **kunna diskutera betydelsen av en god ljudmiljö**
- **träna på att bli medveten om sina egna värderingar.**

Människor måste göra många personliga och etiska ställningstaganden om naturvetenskapliga frågor i vardagen. Elever möter en mängd information via Internet, TV, press eller andra media, men också via kamrater och andra människor i sin närhet. Att ha ett kritiskt förhållningssätt gentemot detta informationsflöde är inte lätt och särskilt inte i känsliga frågor. Det kräver både en medvetenhet om vilka ställningstaganden man själv har och på vilka grunder man tar ställning. Därför är det viktigt att öka kvaliteten av unga människors förståelse av argumentation i allmänhet men också deras kompetens att bygga argument med hjälp av vetenskaplig kunskap.

En annan aspekt är hur naturvetenskaplig kunskap har vuxit och växer fram i samhället genom den argumentation som ständigt pågår mellan olika forskare (se avsnitt 10.1).

Eleverna har nu goda förutsättningar för att förstå hur ljud uppkommer och överförs genom olika material. De har också förutsättningar att förstå hur ljud överförs genom örats olika delar och att vibrationer omvandlas i hårcellerna till elektriska impulser som går vidare till hjärnan. Vi hör först när impulserna tolkas av hjärnan. De vet förmodligen att nedsatt hörsel kan bero på att ljudöverföringen inte fungerar som den skall, och att detta i sin tur kan bero på flera olika saker. Ungdomar utsätts eller utsätter sig själva många gånger i dagens samhälle för starka ljud. Kan de då omsätta sina kunskaper i aktiv handling i sin vardag? En bra början är att bli medveten om sina val och kunna skilja på vetenskapliga kunskaper och värderingar.

För att ge eleverna möjlighet till att ytterligare bearbeta sina kunskaper och stimulera dem till att utveckla färdigheter som främjar deras utveckling till ansvarskännande människor och samhällsmedlemmar har ett antal olika övningar konstruerats. Övningarna bygger på vetenskaplig kunskap och på vanliga vardagsföreställningar som finns hos elever, ungdomar och allmänhet. Gedigen kunskap och förståelse är en produkt av att veta varför vissa idéer är korrekta och att kunna bedöma varför vissa idéer är felaktiga.

Den här delen av undervisningssekvensen är viktig eftersom eleverna ges möjlighet till att bearbeta sin inställning i t.ex. frågor där de i vardagslivet kan välja hur de skall agera i situationer med höga ljudnivåer. Övningarna ger även eleverna ökade möjligheter till att fördjupa sin kunskap om ljudnivåer och hälsa när de arbetar med innehållet.

Här nedan ges förslag på många olika övningar och uppgifter. Avsikten är inte att eleverna skall göra alla dessa, utan läraren gör ett lämpligt urval som passar elevernas nivå. Någon av dessa övningar kan mycket väl göras tidigare i sekvensen t.ex. i samband med avsnitt 10.10.

Vetenskap och tyckande

Eleverna möter dagligen en mängd information som de medvetet eller omedvetet påverkas av. Det kan vara via nyhets-, nöjes- eller reklamprogram i TV eller radio. Det kan vara via Internet, böcker, tidningar eller reklambroschyrer. Det kan vara låttexter i musik som de gillar eller vad kamrater, föräldrar och andra människor säger till dem.

Vad kan man lita på av allt vi hör? Det kan vara svårt att veta, och det är viktigt att kunna sortera bland all information vi möter. Vad bygger på vetenskaplig kunskap och vad bygger enbart på ”tyckande”? Det är en så svår fråga att många vuxna heller inte klarar att hantera den. Övningen skall således ses som en introduktion till att utveckla denna kompetens, dvs. att eleverna överhuvudtaget blir medvetna om att det finns vetenskap och ”tyckande”. I denna övning liksom i vardagen kan vi möta utsagor som liknar rena värderingar men som ändå bygger på vetenskaplig kunskap och vice versa!

Denna övning syftar till att träna elevernas medvetenhet och kompetens i att

- 1) skilja på vetenskaplig kunskap och annan information
- 2) kunna ta beslut som rör den egna personen och andra utifrån vetenskaplig kunskap
- 3) skilja etiska och moraliska ställningstaganden från andra ställningstaganden.

Eleverna får en bunt med kort som innehåller utsagor av olika slag. En del utsagor baseras på den vetenskapliga kunskap vi har idag och andra baseras på värderingar, ”tyckanden”. Det finns också elevcitat som härrör från den nationella utvärderingen 2003.⁷ Kopiera alla sidorna med utsagor, gärna i uppsättningar av olika färger, och klipp isär utsagorna. Gör olika färgbuntar med kort och låt varje elevgrupp om 2-5 elever arbeta med en bunt.

Eleverna börjar med att lägga ut de två sorteringskortet ”Vetenskaplig kunskap” och ”Tyckande” var för sig. Därefter går de igenom en utsaga i taget och

- a. diskuterar vad de tycker om påståendet som sådant samt

- b. diskuterar om de anser att påståendet bygger på vetenskaplig kunskap eller ”tyckande” eller kanske både och. Om de anser att utsagan hör hemma i båda dessa kategorier eller alternativt inte hör hemma i någon av dem lägger de kortet åt sidan så länge.

Det finns inget exakt rätt svar till alla utsagorna, utan bedömningen beror på hur texten tolkas. Avsikten är att elevernas diskussioner skall bidra till ökad kunskapsutveckling och ökad medvetenhet om hur man kan skilja ut vetenskaplig kunskap. Syftet är alltså inte att eleverna skall komma på vad som är ”rätt” eller ”fel”. Ett problem med övningen som visat sig under utprovningen är att elever gärna vill sortera så fort som möjligt, varvid syftet med övningen förloras. Därför behöver eleverna uppmärksammas på att det är *diskussionerna kring varje kort* som är det viktiga. Läraren behöver följa elevgruppernas arbete så att de håller sig inom dessa ramar. Denna övning har varit mycket uppskattad av elever i alla de åldrar som deltagit i utprovningen.

Eftersom övningen innehåller kontroversiella påståenden, som är avsedda att utmana elevernas tänkande, är det viktigt att läraren följer upp övningen tillsammans med eleverna. Det är t.ex. direkt olämpligt om eleverna i fortsättningen tror att det räcker med att sänka basen i stark musik om man vill skydda sin hörsel. (Se bilaga: ”Kommentarmaterial till ”Vetenskap och tyckande”).

Vid uppföljningen kan också etiska och moraliska kopplingar göras till denna övning såsom t.ex. ”Den som inte vill ha stark ljudvolym på ett disko kan gå hem”. Om ljudnivån är stark men ändå inte överskrider satta gränsvärden och en person är ljudöverkänslig (se avsnitt 5.2), skall ljudnivån sänkas eller bör personen gå hem?

Utsagorna finns i bilaga: Kortkopieringsunderlag till ”Vetenskap och tyckande”. Det finns också ett kommentarmaterial som stöd för läraren ”Kommentarmaterial: Vetenskap och tyckande”

Ljudnivån på diskon

Nedan anges två alternativa sätt att arbeta med denna del. Lämpligt är att välja en av övningarna.

Alternativ 1

Övningen syftar till att öva eleverna i att ta ställning och att formulera rikligt med argument för och emot ett ställningstagande angående ljudvolymen på ett disko.

Först får eleverna enskilt ta ställning till och motivera hur de vill göra med ljudvolymen på ett tänkt disko. Läraren introducerar uppgiften genom att högt läsa en text om ett skoldisko. Därefter tar eleverna ställning till, utan att titta på varandra, hur de skulle vilja göra med ljudnivån i en sådan situation som utmålas i den upplästa texten samt anger sina argument för och mot detta ställningstagande

Övningen fortsätter med att eleverna bedömer kvaliteten på sina argument. Använder de endast värderingar? Kan de argumentera med hjälp av sina ämneskunskaper? Är de medvetna om argument som talar mot det egna ställningstagandet? För att göra detta placeras eleverna i smågrupper där var och en redovisar sitt val och sina argument. Nästa steg är att de i gruppen går igenom vilka av de redovisade argumenten som sannolikt bygger på vetenskaplig kunskap (markeras med understrykningar) och vilka som enbart bygger på tyckande. Därefter försöker gruppen gemensamt komma på så många nya vetenskapliga argument som möjligt för och emot olika ställningstaganden. När detta är klart avslutas övningen med att eleven kompletterar och förbättrar kvaliteten på sina argument, både vetenskapliga och andra, som finns för och emot det gjorda ställningstagandet. Det är viktigt att den enskilda eleven kan formulera argument både för och mot sitt ställningstagande. Man får tycka vad man vill, men man skall vara medveten om vilka argument som finns för och emot ställningstagandet samt kunna argumentera med hjälp av vetenskapliga kunskaper.

Bilagor: "Ljudnivån på diskon - Muntlig introduktion" och "Ljudnivån på diskon – elevblad".

Alternativ 2

En enklare alternativ övning är att låta eleverna ta ställning till sådana argument som elever i skolår 5 formulerat i den nationella utvärderingen av den svenska grundskolan 2003.⁸ Eleverna tar enskilt ställning till de olika alternativen. Därefter diskuterar de i grupp och elevdiskussionerna följs avslutningsvis upp av läraren. De grundtankar som anges i alternativ 1 är även tillämpliga på denna övning.

Bilaga: "Vad tycker elever?"

Valet är mitt eget

Syftet är att öka elevernas medvetenhet om att de själva ständigt gör egna val som påverkar deras och andras liv. Gruppträck, den egna sårbarheten och riskövertväganden är viktiga aspekter som eleverna behöver reflektera över, se även avsnitt 1.3.

Övningen inleds med att varje elev enskilt tar ställning till de uppsatta handlingsalternativen genom att sätta kryss i lämplig ruta. De alternativ som ges kan tolkas på olika sätt, vilket också är meningen eftersom de skall användas som ett diskussionsunderlag för fortsättningen. Därefter diskuterar de en fråga i taget i smågrupper. Varje elev redovisar i tur och ordning sitt ställningstagande och anger vilka skäl som ligger till grund för det valda alternativet (argumentationsövning). Gruppens uppgift är att försöka enas om ett gemensamt ställningstagande (markeras med en ring runt vald ruta) med stöd av de olika argument som kommit fram under diskussionen. Om de inte är ense konstaterar de helt enkelt att de är oense. Övningen syftar till att den enskilda eleven skall ges möjlighet till att tänka efter vad den tycker och varför samt bearbeta sina värderingar.

Ett alternativt sätt att arbeta med denna uppgift är att läraren läser varje handlingsalternativ inför klassen. Eleverna får visa om de väljer eller inte väljer handlingsalternativet eller kanske väljer vet ej på följande vis. De som väljer att hålla med ställer sig upp och de som inte håller med sitter kvar på sin stol men håller båda armarna högt och tydligt upp i luften. Om man är osäker sitter man kvar och lägger armarna tydligt i kors. Läraren går vidare först när samtliga elever markerat sitt ställningstagande.

En fråga att låta eleverna fundera på när övningen är genomförd är hur ärliga de varit i sina svar. Har de vågat att visa sitt ställningstagande om få eller inga andra kamrater tycker likadant? Det kan vara känsligt för eleverna att diskutera, men det viktiga är att var och en funderar över hur de egna ställningstagandena har förankrats. Hur ärlig vågar man vara mot sig själv?

Bilaga: ”Valet är mitt eget.”

10.16 Utvärdering

Eftersom formativ utvärdering är invävd som en röd tråd genom hela undervisningssekvensen har sannolikt både den enskilda eleven och läraren en god uppfattning av vad den enskilda eleven lärt sig. En rekommendation är ändå att avsluta med ett eftertest, dvs. samma test som användes som förtest den s.k. lärarhjälpredan. Resultaten används av läraren som en utvärdering av hela undervisningssekvensen och för att förbättra nästa undervisningsomgång.

Låt också eleverna göra en självutvärdering genom att de jämför vad de svarat på sina för- respektive eftertester. Elevens eget lärande blir tydliggjort, vilket i sin tur

bidrar till stärkt självkänsla och ökad motivation. Utgångspunkten är att den enskilda eleven formulerar exempel på *vad* hon/han lärt sig. Eleverna får därefter sitta två och två för att tillsammans kunna diskutera och utvärdera sitt eget lärande gentemot uppsatta mål och betygskriterier.

Vid utprovningen av sekvensen hände det flera gånger att elever blev mycket förvånade när jämförde sina egna svar på för- och eftertester. Elever kunde t.ex. kommentera sina svar från förtestet med:

Har jag verkligen skrivit detta? (Fniss).

11. ERFARENHETER VID UTPRÖVNINGEN

11.1 Inledning

De undervisningsförslag som finns i detta idématerial är resultatet av ett flertal utprövningar som genomförts av yrkesverksamma lärare och deras elever. De forskningsresultat som utprövningarna resulterat i har fortlöpande vävts in vid revisionen av detta idématerial. Avslutningsvis följer här en kort sammanfattning av de erfarenheter som är av mer generell karaktär.

11.2 Formativ utvärdering

Formativ utvärdering är den del i arbetet som i särklass har betytt mest för lärarnas eget lärande. Man kan säga att den formativa utvärderingen har varit nyckeln till ett annat synsätt på undervisning och elevernas lärande. Det har förekommit lektioner där läraren har varit övertygad om att eleverna har utvecklat en god förståelse av det innehåll som behandlats, men vid utvärdering av elevförståelsen har den sett annorlunda ut än förväntat. Den formativa utvärderingen har öppnat ögonen för att många elever inte alls är där läraren tror, vilket i sin tur gett läraren möjlighet att bearbeta innehållet ytterligare och utifrån andra ingångar.

En lärare kommenterar formativ utvärdering enligt nedan vid två olika tillfällen:

Det jag lärt mig allra mest själv idag är att denna undervisningsmetod känns fantastiskt bra. Jag fick ju tillfälle att förklara för dem idag att syftet med förtestet var att jag ville veta vad de redan kunde och vad de behövde lära sig – och att mina ”slutfrågor” kommer att ha samma syfte. Vad har de förstått. En kille sa då ”Så du menar att om alla hade kunnat alla frågor perfekt så hade vi inte gjort detta”. Då sa jag att han hade rätt i det – för vi är ju här för att lära oss nya saker. Han trodde mig inte... Usch, vad säger det om skolan! En sådan här bra förkunskap om elevernas förståelse har jag aldrig haft förr – även om jag gjort lite förtester har de inte varit så givande.

När jag gjorde lektion 2 med den andra klassen upptäckte jag alltså i labböckerna att deras förståelse inte alls blivit densamma som den första klassens. Följande förklaringar finns: Första gänget fick lektionen i halvklass 60 min, medan den andra fick bli en helklass 40 min. Jag hoppade därför över momentet där de fick olika saker att själva skapa ljud av samtidigt som de funderade på varför ljud fick saker att röra sig. Denna uppgift verkar ha givit den första klassen bättre koll på att ljud skapas genom vibration - som sedan fortplantas. Jag lärde mig: Det finns ingen genväg till den djupa förståelsen - jag tänkte mig nog att det gick bra att ”hasta på lite” - att den

där övningen inte var så betydelsefull. Men i kombination med helklass och kortare tid för deras eftertanke och frågor straffade det sig. Jag får ta det med dem på måndag.

En annan lärare skriver om den formativa utvärderingen:

I och med den formativa utvärderingen har eleverna tvingats till att tänka efter i stort sett varje lektion. Jag har ju gjort utvärderingarna på lite olika sätt, muntligt, skriftligt, enskilt eller i grupp. Men sammanfattningsvis är det så att ingen har ”kommit undan” genom att gömma sig bakom någon annan. Jag hade ju inget prov eller stort test på detta, endast ett läxförhör. Till min förvåning accepterade eleverna detta, att det räckte med vad de presterade på lektionerna

En variant av formativ utvärdering som lärare utvecklat under arbetets gång är ”dagens fråga”, vilken visat sig vara uppskattad av eleverna. Läraren formulerar mot slutet av lektionen en fråga till eleverna som prövar förståelsen av det innehåll som man bearbetat. Frågan har ofta anknytning till elevens vardag, men innehållet har satts i ett annat sammanhang än det som behandlats. Varje elev har enskilt svarat på frågan, läraren har läst och i mån av tid gett enskild respons på svaret. Responsen har varit positiv, dvs. eleven har fått sitt lärande bekräftat, blivit ombedd att förtydliga något, fått en motfråga o.s.v., men läraren har undvikit att kritisera eller ifrågasätta eleven. Resultatet har blivit att läraren har fått en mycket god uppfattning om var eleverna står, feedback på genomförd undervisning samt idéer inför den fortsatta undervisningens upplägg. Ett exempel på dagens fråga är följande citat:

Lektionen igår började med en formativ fråga: *Vad händer med ljudet från en moped tills du hör att det är en moped som låter?* Eleverna skrev i sina skrivböcker. Efter att ha läst elevernas svar känner jag att det är vissa saker som jag måste förtydliga och ta en gång till.

Lärarna konstaterar utifrån resultaten på för- och eftertester att de elever, som fått formulera och bearbeta sin förståelse av ett fenomen skriftligt eller muntligt, tycks ha en bättre förståelse än de elever som inom samma område inte fått göra detta. Med ökad insikt om betydelsen av smågruppsdiskussioner för elevernas lärande har lärarnas förhållningssätt gentemot eleverna i dessa sammanhang efterhand förändrats. Tidigare ville man i regel gå in och styra ämnesinnehållet i diskussionerna, men fokus ligger numera oftare på att stimulera den enskilde eleven till att formulera sin egen förståelse, lyssna av de uppfattningar som finns samt att låta eleverna diskutera dessa. Det kan också finnas svårigheter i början med detta förändrade synsätt. En lärare skriver:

Huruvida eleverna lärde sig något på diskussionsuppgifterna tror jag berodde mycket på deras inställning. Om man tror att man kan lära sig på att prata med varandra lär man sig mer än om man sitter och tycker att läraren lika gärna kan säga hur det är direkt. Detta gäller alla ämnen och områden

och är inte specifikt för vårt ljudprojekt utan ännu mer tydligt i t.ex. matematik. Vad skall man göra åt detta? Hur får vi eleverna att tro på att de kan lära sig även vid diskussioner med varandra?

Två av lärarna uttrycker spontant oberoende av varandra vid intervjuer efter undervisningen att fler elever når målen när undervisningen bygger på formativ utvärdering. Läraren ser tydligt vad de förstått och inte förstått och kan på så vis hjälpa de enskilda eleverna redan från början. Eleverna vet också att läraren fortlöpande tar reda på vad de lärt sig, vilket bidragit till att eleverna är mer aktiva i sitt frågande. Följande lärarcitat får tjäna som ett sådant exempel:

En av mina elever sa idag att det är ju lika bra att fråga från början för du kollar ju ändå om jag har fattat.

11.3 Kommunikationsstrategier

Ett vanligt kommunikationssätt i klassrummet är att läraren ställer en fråga, eleven ger ett svar och läraren ger därefter någon form av feedback.

En lärarutmaning har varit att i vissa helklassituationer göra olika elevuppfattningar, oavsett om de är vetenskapligt korrekta eller inte, i sig till ett lektionsinnehåll (se t.ex. avsnitt 10.7). Det kan exempelvis vara vad eleverna tänker om hur ljud överförs i vatten eller innebörden av ett begrepp som t.ex. ljudvåg. Läraren värderar inte och är inte ute efter att eleven skall gissa vad läraren vill ha för svar, utan är enbart intresserad av att lyfta fram de olika elevuppfattningar som finns samt att under ledning låta eleverna diskutera dessa. Denna lärarroll är svår, och kräver en hel del övning. Denna kommunikationsstrategi är också en variant av formativ utvärdering, och syftar också till att öka elevernas lärande i och med att olika uppfattningar av ett fenomen ventileras.

Ibland behöver läraren ta kommandot vid t.ex. en begreppsintroduktion, vid en uppföljning eller sammanfattning av genomfört arbete. Under utprövningsomgångarna har det hänt att läraren antingen varit så mån om att eleverna skall få ge sina svar på ställd fråga eller att läraren väntat på att få ett önskat svar som inte kommit, att man till sist missat att knyta ihop säcken.

11.4 Den professionella lärarens språk

Vid utvärderingar av elevernas för- och eftertester samt andra skriftliga elevarbeten konstaterar lärarna gång på gång att de ord och begrepp som eleverna använder är ett resultat av vilken lärare de haft. Lärarna känner igen sina egna ordval i elevernas svar. Det finns elever som uppenbarligen förstått ett fenomen men som saknar ord för att uttrycka sig. Elevernas skriftliga formuleringar var tydligare och mer naturvetenskapligt korrekta ju mer läraren använt sig av väl definierade begrepp och ju mer läraren varit konsekvent i sitt sätt att uttrycka sig.

I det här sammanhanget har det naturligtvis betydelse hur väl medveten läraren är om vilka vardagsföreställningar elever ofta kan ha och vilka av dem som kan vara problematiska och behöva hanteras. Språket är således en mycket viktig länk till en naturvetenskaplig förståelse av vår omvärld.

En lärare utbrast spontant vid ett av utvärderingsmötena:

Hjälp, hur skall jag våga undervisa igen! Vilken enorm betydelse jag har!

11.5 Elevernas lärande

Den forskning som redovisats i kapitel 7 visar att det är viktigt för eleverna att förstå att ljud uppkommer när ett föremål vibrerar och att dessa vibrationer överförs via materiens beståndsdelar, t.ex. luftpartiklar. I en tidig version av idématerialet bearbetades inte begreppet ljudvåg speciellt mycket. Trots att lärarna inte utgått från begreppet ljudvåg i sin undervisning försökte ändå många elever vid formativ utvärdering eller vid eftertester att använda detta begrepp dock med alla möjliga olika innebörder. Det fanns elever som tänkte att ljudvågor var något materiellt som for omkring i luften och krockade med luftpartiklarna. Utifrån analys av elevsvar har det visat sig att elevernas uppfattningar har kommit närmare en naturvetenskaplig uppfattning när begreppet ljudvåg istället lyfts fram och bearbetas ordentligt (se avsnitt 10.7).

Många elever trodde före undervisningen att ljud överförs i vatten via syre eller luft. Denna uppfattning försvinner inte heller av sig själv utan behöver bearbetas och utmanas, något som har lyfts fram i samband med revisionsarbetet.

Elevernas förkunskaper om hörseln låg på en lägre nivå än vad lärarna hade förväntat sig. Många elever tänkte inte alls på att ljudet överförs genom örats inre delar utan trodde att ljudet gick direkt till hjärnan. Medvetenhet om örats funktion och att örat innehåller inre, känsliga sinnesceller saknades nästan helt. Av denna anledning har detta lyfts fram och betonats i undervisningsförslagen. Efter undervisningen är svaren rikhaltiga och visar på en helt annan förståelse.

11.6 Elevernas attityder

Elevernas attityder till frågor om hälsa kopplade till ljud har utvärderats före och efter genomförd undervisning. Det har t.ex. varit fråga om deras medvetenhet om ljudnivåer vid olika typer av musiklyssnande eller inställning till användande av hörselskydd. Eftertester har visat att elevernas attityder har påverkats i en riktning som är positiv för hörselhälsan. Dock visar utprovningssomgångarna att de elever som arbetat med diskussionsövningar kopplade till attitydfrågor visar ett mer hälsobefrämjande förhållningssätt gentemot ljud och ljudnivåer efter undervisningen än de elever som inte gjort sådana övningar. Det tycks krävas mer än enbart ökad kunskap om ljud och hörsel för att elevernas attityder skall påverkas i någon större omfattning.

Eleverna har vid ett av eftertesterna svarat på frågan ”Vilken användning har du av det du lärt dig inom undervisningen av ljud, hörsel och hälsa?” Här följer några exempel på typiska elevsvar:

Man ska vara rädd om hörseln till man blir gammal.

Jag har faktiskt lärt mig en massa. Jag trodde att jag visste allt, men så var det inte. Jag vet nu vad jag utsätter mina öron för och jag kan därför ändra på det. Jag är fullt medveten om vad som händer om man gör si eller så. Den kunskap som jag nu fått kan jag nu göra större. Det är ett viktigt ämne som alla ska veta mer om för sitt eget bästa.

Jag har lärt mig hur känslig hörseln är. Jag lyssnar fortfarande på stark musik men jag är medveten om konsekvenserna.

På diskon, rockkonserter eller när jag lyssnar på musik.

Elevsvaren visar att elevernas medvetenhet om sin egen hörselhälsa har ökat, vilket i sin tur är en förutsättning för att de skall kunna välja hälsosammare handlingsalternativ i framtiden. Hur eleverna i realiteten kommer att agera vet vi dock ingenting om. En aspekt är att vara medveten och ha kunskap, men andra faktorer såsom självbild, tidigare erfarenheter, sociala normer samt elevens egen tolkning av hur hon/han tror man skall vara påverkar i realiteten de val som görs i frågor om starka ljud.

NOTER

KAPITEL 1

1. Chung, Des Roches, Meunier och Eavey, 2005; Hörselskadades riksförbund, 2007; Vogel, Brug, van der Ploeg och Raat, 2007; Vogel, Brug, Hosli, van der Ploeg och Raat, 2008.
2. Holgers, 2003.
3. Socialstyrelsen, 2005.
4. AMMOT, Artister och Musiker Mot Tinnitus, 2002; Olsen Widen och Erlandsson, 2004a, 2004b.
5. Olsen Widen och Erlandsson, 2004b Socialstyrelsen, 1996, 2003; Vogel, Brug, Hosli, van der Ploeg och Raat, 2008.
6. Berglund, Lindvall, Schwela och Goh, 2000.
7. Arbetsmiljöverket, 2005.
8. Vogel, Brug, Hosli, van der Ploeg och Raat, 2008.
9. Vogel, Brug, van der Ploeg och Raat, 2007; Vogel, Brug, Hosli, van der Ploeg och Raat, 2008; Socialstyrelsen, 2005.
10. Berglund, Lindvall, Schwela och Goh, 2000.
11. Konsumentverket, 2005.
12. Arlinger, Uhlén, Hagerman, Kähäri, Rosenhall, Spens et al., 2007; Socialstyrelsen, 2003.
13. Berglund, Lindvall, Schwela och Goh, 2000; Socialstyrelsen, 2005.
14. AMMOT, Artister och Musiker Mot Tinnitus, 2002; Olsen Widen och Erlandsson, 2004a, 2004b.
15. Kähäri, 2002.
16. Kärrqvist och West, 2005.
17. E. Widén, 2006; Kärrqvist och West, 2005; Vogel, Brug, Hosli, van der Ploeg och Raat, 2008.

KAPITEL 3

1. De källor som använts vid den historiska sammanfattningen är Brown, 1991; Caleon and Subramaniam, 2007; Eshach and Schwartz, 2006; Hunt, 1978; McGinnis och Oliver, 1998; Pappas, 2000; Rossing, 2007; Sundin, 1991; Westerlund, 1995.
2. Citat från Platon, 2007, s. 481.

KAPITEL 4

1. Delar av innehållet om en partikelteori för materian är hämtat från Andersson, 2005.
2. AMMOT, 2002.

KAPITEL 5

1. Rosenhall, 2005.
2. Lagercrantz, 2005.
3. Perkins och Kent, 1986.
4. Citat från Arbetslivsinstitutet Väst, 2004, s 18.

KAPITEL 6

1. De källor som använts är Nationalencyklopedin, 2000 och University of Rhode Island, 2005.
2. Perkins och Kent, 1986.

KAPITEL 7

1. Watt och Russel, 1990
2. Asoko, Leach och Scott, 1991, 1992.
3. Ibid.
4. Piaget och Garcia, 1974.
5. Mazens, 1997, 2003.
6. Mazens, 2003.
7. Boyes och Stanisstreet, 1991; Watt och Russel, 1990.
8. Eshach och Schwartz, 2006; Mazens, 1997, 2003; Watt och Russel, 1990; Wittman, Steiberg och Redish, 2003.
9. Mazens, 2003.
10. Asoko, Leach och Scott, 1991, 1992.
11. Mazens, 1997, 2003.
12. Eshach och Schwartz, 2006.
13. Ibid.
14. Maurines, 1993 och vid pilottester och utprövning av handledningen.
15. Linder 1992, 1993; Linder och Erickson, 1989.
16. Eshach och Schwartz, 2006; Watt och Russel, 1990 samt vid pilottester och utprövning av handledningen.
17. Watt och Russel, 1990.
18. Eshach och Schwartz, 2006.
19. Eshach och Schwartz, 2006; Leite och Afonso, 2001; Linder 1992 och 1993; Linder och Erickson, 1989; Watt och Russel, 1990 samt vid pilottester och utprövning av handledningen.
20. Linder 1993; Viennot, 2003; Wittman, Steiberg och Redish, 2003 samt vid pilottester och utprövning av handledningen.
21. Maurines, 1993.
22. Wittman, Steiberg och Redish, 2003.
23. Eshach och Schwartz, 2006; Watt och Russel, 1990 samt vid pilottester och utprövning av handledningen.
24. Boyes och Stanisstreet, 1991.
25. Asoko, Leach och Scott, 1991, 1992.
26. West, Andersson och Lustig, 2006 samt vid utprövningar i senare åldrar av handledningen.
27. Watt och Russel, 1990.
28. West, Andersson och Lustig, 2006.
29. West, 2007 och vid pilottester och utprövning av handledningen.
30. Boyes och Stanisstreet, 1991; Driver, Squires, Rushworth och Wood-Robinsson, 1994; Tiberghien, 2000.
31. Driver, Squires, Rushworth och Wood-Robinsson, 1994.
32. Maurines, 1993.
33. Ibid.
34. Leite och Afonso, 2001.
35. Leite och Afonso, 2001; Linder 1992.

KAPITEL 9

Innehållet i kapitlet baseras i huvudsak på Black och Wiliam, 1998, men även på Black, Harrison, Lee, Marshall och Wiliam, 2003.

KAPITEL 10

1. Barnes och Todd, 1977; Mercer, Daws, Wegerif och Sams, 2004; Treagust, Jacobowitz, Gallagher och Parker, 2001.
2. Newton, Driver och Osborne, 1999; Osborne, Erduran och Simon, 2004.
3. Newton, Driver och Osborne, 1999.
4. Czerniak, 2007; Venville, Wallace, Rennie och Malone, 2001.
5. Millar, Leach, Osborne och Ratcliffe, 2006.
6. Kärrqvist och West, 2005.
7. Ibid.
8. Ibid.

MATERIELFÖRTECKNING

Här följer en förteckning över materiel som på ett eller annat sätt nämns i undervisningsförslagen. I vissa fall anges inköpsställe och ungefärligt pris (nov 2007), men det finns oftast fler inköpsställen varifrån materielen kan köpas. Förslagen bygger inte på någon marknadsundersökning med prisjämförelser, utan syftar bara till att den som är tveksam skall ha möjlighet att se vad det är för materiel som avses.

Ljud och ljudöverföring

Bastrumma

Brädbitar

Bägare 11, 3st

CD-spelare

Cymbal eller stort grytlock

Elbas

Gummiband

Gummiklubbor till stämgaflar

Linjaler av plast och/eller stål

Ljudnivåmätare

En enkel, av ljudexperter rekommenderad, ljudnivåmätare finns att köpa hos

Monacor Sverige AB. Hemsida: <http://www.monacor.se>. Telefon: 0435-56330.

Ljudnivåmätaren heter SM-4 och har artikelnummer: 29.1790. Pris ca. 1 100 kr.

Ljudnivåöra – Sound Ear 2000.

Går att beställa från Sagitta.

Hemsida: www.sagitta.se. Artikelnummer: 61552. Pris: ca 3 200 kr.

Matolja

Matskedar

Metallhink

Metall- eller gitarrsträng

Mungiga

Pingisbollar

Plasthink

Plastmuggar

Plåtburk

Skelettben

Snöre

Speldosa

Finns att köpa eller beställa på Universeum i Göteborg.

E-post: info@universeum.se. Pris ca. 70 kr.

Spik

Stetoskop

Stämgaflar

Tongenerator

Triangel

T-sprit

Vakuumpump
Virveltrumma
Ärtor
Div. material för teknikuppgifter

Örat och hörseln

Hörselben i naturlig storlek.

Kan beställas från The Evolution Store i New York.
Hemsida: www.evolutionnyc.com. Sök på: Life-size Auditory Ossicles.
Artikelnummer: MM2506. Pris: ca. 400 kr

Hörselskydd (öronproppar och öronkåpor) för demonstration.

För att du skall få exakt information, tycker jag att du skall vända dig till Bellman och Symfon i Göteborg.

Hemsida: www.bellman.se. Telefon: 031-68280.

De tillverkar både individuella musikhörselskydd och säljer standardhörselskydd. De bästa hörselskydden är de individuella. De är dock dyra och man bör vara färdigvuxen.

Apoteket har ett urval av olika hörselproppar. Gula skumplastproppar kan fungera för konserter, men det finns även enklare musikproppar för ca. 30 kr eller lite mer avancerade för ca. 80 kr. De finns i olika storlekar eftersom det är, som med alla andra hörselskydd, viktigt att de sitter bra. För mer information se apotekets hemsida: www.apoteket.se/rd/d/4775

AB Widex i Malmö tillverkar också hörselskydd.
Hemsida: www.Widex.se. Telefon: 040-6801400.

Öronmodell, anatomisk.

Går att beställa från Kebo Undervisning.

Hemsida: <http://se.vwr.com>. Artikelnummer: 191006-220 6-delar. Pris ca: 1 000 kr.
761-0004 3-delar. Pris ca: 750 kr.

Öronmodell, funktionell.

Modell av örat som visar funktionen av trumhinnan, hörselbenen och innerörat med snäckan och basilarmembranets svängningar.

Går att beställa från Kebo Undervisning.

Hemsida: <http://se.vwr.com>. Artikelnummer: 191115-400. Pris ca: 2 500 kr.

REFERENSER

- Arlinger, S., Uhlén, I., Hagerman, B., Kähäri, K., Rosenhall, U., Spens, K.-E., et al. (2007). Höga ljudnivåer på konserter kan ge hörselskador för livet. *Läkartidningen*, 41(104).
- AMMOT. (2002). *Höga ljudnivåer – ungdomars beteenden, kunskaper och attityder*. Stockholm: Socialstyrelsen.
- Andersson, B. (2005). *En partikelteori för materian*. Projektet NUDU, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.
- Arbetslivsinstitutet Väst. (2004). *Hörselhälsa. Ett studiematerial för grundskolan*. Se <http://www.av.se/dokument/teman/buller/horselhalsa.pdf> [2008-05-26].
- Arbetsmiljöverket. (2005). *Buller*. Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2005:16. Solna: Arbetsmiljöverket.
- Assessment of Performance Unit, APU. (1989). *National assessment: The APU Science Approach*. London: HMSO.
- Asoko, H.M., Leach, J.T., & Scott, P.H. (1991). Classroom research as a basis for professional development of teachers: a study of students' understanding of sound. New prospects for teacher education in Europe II. *Proceedings of the 16th annual conference of ATEE*, September 1991 in Noordwijkerhout (The Netherlands).
- Asoko, H.M., Leach, J.T., & Scott, P.H. (1992). *Sounds interesting: working with teachers to find out how children think about sound*. TOPIC, Practical Applications of Research in Education, NFER, September 1992.
- Barnes, D., & Todd, F. (1977). *Communication and learning in small groups*. London, Routledge & Kegan Paul.
- Berglund B., Lindvall T., Schwela D., & Goh, K T. (Eds.) (2000). *Guidelines for community noise*. Geneva, World Health Organization. Press.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2003). *Assessment for learning*. Berkshire: Open University Press.
- Black, P., & William., D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), pp. 139 – 148.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1991), Development of pupils' ideas about seeing and hearing. *Research in Science and Technological Education* 9(2), 223-244.
- Brown, R. A. (1991). Humanizing Physics Through Its History. *School Science and Mathematics*, 91(8), 357-361.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2007). Fromo Othagoras to Sauveur: tracing the history of ideas about the nature of sound. *Physics Education*, 42(2), 173-179.
- Chung, J. H., Des Roches, C. M., Meunier, J., & Eavey, R. D. (2005). Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. *Pediatrics*, 115(4), 861-867.
- Czerniak, C. M. (2007). Interdisciplinary Science Teaching. In S.K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Teaching* (pp. 537-559). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinsson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. London: Routledge.
- E. Widén, S. (2006). *Noise and Music – A Matter of Risk Perception?* Doctoral Dissertation, Department of Psychology, Göteborg: Göteborg University.
- Eshach, H., & Schwartz, J. L. (2006). Sound Stiff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound. *International Journal of Science Education*, 28(7), 733-764.
- Holgers, K.-M. (2003). Tinnitus in 7-year-old children. *European Journal of Pediatrics*, 162(4), 219-287.
- Hunt, F. V. (1978). *Origins of Acoustics*. London: Yale University Press Ltd.
- Hörselskadades riksförbund. (2007) *Äh det var inget viktigt... om hörselskadades situation i Sverige*, årsrapport 2007. Stockholm.
- Jardine, J. (1964). *Physics is fun*. London: Heinemann Educational Books Ltd.
- Konsumentverket. (2005). Test: Hörlurleksaker (bullertest). *Råd & Rön nr 6*, juni 2005. www.radron.se/templates/test___5602.asp [Tillgänglig 2007-11-30].
- Kähäri, K. R. (2002). *The influence of Music on Hearing. A study in Classical and Rock/Jazz Musicians*. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Kärrqvist, C., & West, E. (2005). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003 (NU-03). Problemlösning*. Ämnesrapport till rapport nr 252. Stockholm: Skolverket.
- Lagercrantz, H. (2005). *I barnets hjärna*. Stockholm: Bonnier.
- Leite, L., & Afonso, A. (2001). Portuguese school textbooks' illustrations and students' alternative conceptions on sound. In R. Pinto & S. Surinach (Eds.). *Physics Teacher Education Beyond 2000* (pp. 167-168). Paris: Elsevier
- Linder, C. J., & Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11, 491-501.
- Linder, C. J. (1992). Understanding sound: so what is the problem? *Physics Education*, 27(5): 258-264.
- Linder, C. J. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 15(6), 655-662.
- LMN-projektet. (1975) *Växelverkan, system, livscyklar*. Mölndal: Na-centrum, Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet.
- Maurines, L. (1993). Spontaneous reasoning on the propagation of sound. *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics Publication*. Ithaca. Misconceptions Trust.
- Mazens, K. (1997). Conceptual change in Physics: Naive representations of sounds in 6- to 10-year old children. *Paper presented at the EARLI conference*, Athens, August 1997: 1-9.
- Mazens, K., & Lautrey, J. (2003). Conceptual change in physics: children's naive representations of sound. *Cognitive Development*, 18, 159-176.

- McGinnis, J.R., & Oliver, S. (1998). Teaching About Sound: A Select Historical Examination of Research. *Science Education*, 7, 381-501.
- Mercer, N., Daws, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Millar, R., Leach, J., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2006). *Improving Subject Teaching – Lessons from research in science education*. Oxon: Routledge.
- Nationalencyklopedin. (2000). *Nationalencyklopedin multimedia 2000 plus*. Malmö.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education* 21(5), 553-576.
- Olsen Widen, S.E., & Erlandsson, S.I. (2004a). Self-Reported Tinnitus and Noise Sensitivity among Adolescents in Sweden. *Noise and health*, 7(25), 29-40.
- Olsen Widen, S.E., & Erlandsson, S.I. (2004b). The Influence of Socio-Economic Status on Adolescent Attitude to Social Noise and Hearing Protection. *Noise and health*, 7(25), 59-70.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Pappas, D. G. (2000). Otology – Unfolding a Speciality. In Canalis, R. F., & Lambert, P. R. (Eds.), *The Ear: Comprehensive Otology* (pp. 1-16). Philadelphia: Lippincott Williams & Williams.
- Perkins, W. H., & Kent, R.D. (1986). *Functional anatomy of Speech, Language and Hearing*. Needham Heights: Allyn and Bacon.
- Piaget, J., & Garcia, R. (1974). *Understanding causality*. New York: Norton.
- Platon. (2006). *Skrifter. Bok 4, Parmenides; Theaitetos; Sofisten; Statsmannen; Timaios; Kritias; Filebos*. (J. Stolpe, Övers.) Stockholm: Bokförlaget Atlantis AB.
- Rosenhall, U. (2005). *Hörseln och hörselskador*. Konferensbidrag presenterat vid konferensen Med musik ett helt liv – arbetsmiljökonferens. Arbetslivsinstitutet och Musikhögskolan, Göteborg, november 2005.
- Rossing, T. D. (2007). A Brief History of Acoustics. In T. D. Rossing (Ed.). *Handbook of Acoustics* (pp. 9-24). New York, Springer Science+Business Media.
- Skolverket. (1994). *Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet - Lpo 94*. Tillgänglig via: <http://www.skolverket.se/> [2008-01-22]
- Skolverket. (2000). *Kursplaner och betygskriterier 2000. Grundskolan*. Tillgänglig via: <http://www.skolverket.se/> [2008-01-22]
- Skolverket. (2004). *NO-uppgifter i TIMSS 2003*. Uppgiftsrapport till RAPPORT 255, 2004. Stockholm: Skolverket.
- Socialstyrelsen. (2003). *Uppdrag att utvärdera om regelverket kring höga ljudnivåer ger avsedd effekt*. Dnr 7679/02. Stockholm.
- Socialstyrelsen. (2005). *Miljöhälsorapport 2005*. Stockholm: Socialstyrelsen.
- Socialstyrelsen. (2005). *Socialstyrelsens allmänna råd om höga ljudnivåer (SOSFS 2005:7)*. Stockholm: Socialstyrelsen.

- Sundin, B. (1991). *Den kupade handen*. Stockholm: Carlssons.
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In Millar, R., Leach, J., & Osborne, J. (Eds), *Improving Science Education. The contribution of research* (pp. 27–47). Buckingham: Open University press.
- Treagust, D., Jacobowitz, R., Gallagher, J., & Parker, J. (2001). Using Assessment as a Guide in Teaching for Understanding: A Case Study of a Middle School Science Class Learning about Sound. *Science Education* 85, 137-157.
- University of Rhode Island. (2005). *Animals and Sound in the Sea*. Tillgänglig via: www.dosits.org/animals/intro.htm [2008-01-15].
- Venville, G.J., Wallace, J., Rennie, L.J., & Malone, J.A. (2001). *Curriculum Integration: Eroding the High Ground of Science as School Subject?* Paper presented at the Annual Conference of the Australian Association for Research in Education, December 2001, Fremantle. Tillgänglig via: <http://www.aare.edu.au/01pap/ven01542.htm> [2008-01-15]
- Viennot, L. (2001). *Reasoning in Physics. The Part of Common Sense* (141-148). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Vogel, I., Brug, J., van der Ploeg, C., & Raat, H. (2007). Young People's Exposure to Loud Music: A Summary of the Literature. *American Journal of Preventive Medicine*, 33(2), 124-133.
- Vogel, I., Brug, J., Hosli, E., van der Ploeg, C., & Raat, H. (2008). MP3 Players and Hearing Loss: Adolescents' Perceptions of Loud Music and Hearing Conservation *The Journal of Pediatrics*, 152(3), 400-404.
- Watt, D., & Russel, T. (1990). *Sound*, Primary SPACE Project Research Report, Liverpool: University Press.
- Westerlund, S. (1995) Rätten till naturens tystnad. I Karlsson, H. (Eds.), *Svenska ljudlandskap. Om hörseln, bullret och tystnaden* (s. 44-53). Stockholm: Kungliga Musikaliska akademien.
- West, E., Andersson, B., & Lustig, F. (2006). Pupils' (Age 10 – 12) conceptions of hearing. *Paper presented at the 6th Conference of ERIDOB (European Researchers In Didactics Of Biology)* sept. 11th – 15th 2006, London.
- West, E. (2007). Pupils' (age 10 - 11) attitudes to loud sounds. *Paper presented at the 6th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*, August 2007, Malmö, Sweden.
- Wittman, M.C., Steinberg, R.N., & Redish, E.F. (2003). Understanding and affecting student reasoning about sound waves. *International Journal of Science Education*, 25(8), 991-1013.

BILAGOR – ÖVERSIKT

Bilagorna är inte numrerade, eftersom de flesta utgörs av kopieringsunderlag som kan användas på olika sätt. Bilagorna är uppdelade i tre delar.

DEL 1

Preliminär tidsåtgång

Bilagan innehåller underlag för planering utifrån ungefärlig tidsåtgång för olika aktiviteter. Beräkning av den preliminära tidsåtgången påverkas naturligtvis av vilka mål som satts upp.

Bilaga: Preliminär tidsåtgång

DEL 2

Självutvärdering – elever

Denna bilaga utgör underlag för elevens egen reflektion över sitt eget lärande gentemot uppsatta mål. Underlaget används i diskussioner med läraren.

Bilaga: Vad har jag lärt mig?

DEL 3

Problemsamling, diskussionsfrågor och frågor för formativ utvärdering - översikt

Här följer en sammanställning över utvärderingsfrågor som kan användas till för- och eftertester och som underlag till formativ utvärdering. Vissa av frågorna förutsätter att eleverna diskuterar med varandra och är därför avsedda att användas till gruppövningar. Dessa är markerade med *. Det finns några uppgifter där det är viktigt att eleverna startar enskilt och därefter diskuterar i grupp innan läraren följer upp. Dessa är markerade med **. Övriga kan användas enskilt men också som underlag för gruppövningar.

Bilagor

Ljud uppkommer när saker vibrerar
Cymbalen

Ljudets utbredning i olika medier

a) Vakuum

Går det att spela in musik på månen? (vakuum)

Är det möjligt att höra på månen?

b) Luft

Barnen och den skällande hunden (var finns det ljud, luft)

Klockan i tysta rummet (var finns det ljud, luft)

c) Vatten

Under vattnet (vatten)

Går det att höra ljud under vatten? (vatten)

Torsken gillar klassiskt! (vatten)

Simhallen (luft, vatten)

d) Fasta ämnen

Karin tjuvlyssnar (fast ämne, trä)

Staketet (fast ämne, järn)

e) Flera medier

Behållarna (luft, vatten, vakuum)

Vilka ämnen kan överföra ljud?

Vilka idéer är vetenskapliga?*

Hur överförs ljudet?

Biet

Flöjttonen

Varför kallar man det ljudvågor?*

Ljudets utbredning tar tid

Blixten

Djur och hörsel – kopieringsunderlag*

Trumpetarna, del 1 (Ljudets utbredning, olika ljudstyrka och ljudets hastighet)

Trumpetarna, del 2 (Ljudets utbredning och hastighet)

Trumpetarna, del 3 (Ljudets utbredning, olika ljudstyrka och ljudets hastighet)

Trumpetarna, del 4 (Ljudets utbredning och hastighet)

Ekoberget, del 1

Ekoberget, del 2

PRAO-veckan (ekolod)

Strängen (frekvens)

Sångerskan (frekvens)

Högtalartonen ändras (frekvens)

Ljudhastighet och frekvens*

Mysterier med ljud och ljudhastighet (ljudhastighet, ljudstyrka, och frekvens)*

Hörs biltrafiken bättre vissa dagar? (ljudhastighet och temperatur)*

Förklaring - Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?*

Resonans

Gitarren

Hörseln och varseblivningen i hjärnan

Hur hör vi?

Hur fungerar hörseln?

Hunden

Tinnitus**

Att vara medveten om sina värderingar och kunna argumentera

Kortkopieringsunderlag – Vetenskap och tyckande*

Kommentarmaterial: Vetenskap och tyckande *

Valet är mitt eget

Ljudnivån på diskon – muntlig introduktion**

Ljudnivån på diskon – elevblad**

Vad tycker elever**

Preliminär tidsåtgång

De förslag som följer anger en preliminär tidsåtgång för undervisningen och de baseras på en progression av elevernas lärande inom området. Varje innehållsavdelning är således inte kopplad till en lektion utan måste anpassas till elevernas ålder och de lokala förutsättningar som gäller.

I undervisningssekvensen finns det ett antal förslag på aktiviteter där eleverna ges tillfälle till att formulera sina idéer i olika sammanhang, diskutera i mindre grupp och reflektera över innehållet. Denna del av undervisningen är väsentlig för elevernas förståelse och lärande av innehållet. Det är i så fall bättre att fokusera på färre innehållsmål om tiden inte räcker. Undervisningssekvensen baseras på formativ utvärdering, d.v.s. att läraren fortlöpande utvärderar elevernas förståelse och begreppsutveckling samt baserar den fortsatta undervisningen på detta. Följaktligen går det inte att ange något exakt innehåll för olika lektioner och inte heller den exakta tidsåtgång som är lämplig för undervisningen.

Tidsåtgången för det innehåll som anges nedan varierar, beroende på elevernas ålder och förkunskaper, från ungefär 14 till 20 timmar. Ju högre prioritet desto fler stjärnor (*).

<i>Innehåll</i>	<i>Kapitel</i>	<i>Aktiviteter</i>	<i>Tidsåtgång (minuter)</i>	<i>Prioritet</i>
Hur tänker eleverna?	10.3	Förtest ("lärarhjälpreda")	20-40	***
"Tysta" ljud	10.4	Lyssna Diskussioner i smågrupp	Ca 20	**
Ljud uppkommer när föremål vibrerar	10.5	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete Formativ utvärdering	60-100	***
Vilka ämnen överför ljud?	10.6 -Luft (gasformiga ämnen)	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete Formativ utvärdering	60-100	***
	10.6 -Flytande ämnen	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete Formativ utvärdering	40	
	10.6 -Fasta ämnen	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete Formativ utvärdering	60-100	
	10.6 -Sammanfattning	Diskussioner i smågrupp Formativ utvärdering	30-40	

<i>Innehåll</i>	<i>Kapitel</i>	<i>Aktiviteter</i>	<i>Tidsåtgång (minuter)</i>	<i>Prioritet</i>
Hur överförs ljud?	10.7	Formativ utvärdering Ritaktiviteter Diskussion	30	***
Hur hör vi?	10.8	Formativ utvärdering Diskussion i helklass Diskussioner i smågrupp Demonstration av öronmodeller alt. arbete i grupper	60	***
Varifrån kommer ljudet?	10.9	Praktiskt arbete i grupp Diskussioner i smågrupp	20-40	*
Hur kan man skydda sin hörsel?	10.10	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete Formativ utvärdering	40-100	***
Ljudet träffar olika ytor	10.11	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete Formativ utvärdering	40-80	**
Att vara medveten om sina värderingar och kunna argumentera	10.13 <i>- Vetenskap och tyckande</i>	Diskussioner i smågrupp Praktiskt arbete (kortsortering) Diskussion, uppföljning och sammanfattning	60-80	***
	<i>- Hur tycker du att man skall göra om man är oense om ljudnivån på ett disko?</i>	Individuellt Diskussioner i smågrupp Sammanfattning	10-15 25-40 10	
	<i>- Vad tycker elever?</i>	Individuellt Diskussioner i smågrupp Sammanfattning	10-15 25-40 10	
	<i>- Valet är mitt eget</i>	Individuellt Diskussioner i smågrupp Sammanfattning	10-15 25-40 10	
Hur tänker eleverna?		Eftertest Utvärdering av elevernas begreppsförståelse och kunskapsutveckling	20-40	***
Återkoppling		Reflektion över eget lärande Individuellt Feedback från läraren gentemot självreflektionen inkl. resultat av eftertest	20-40	***

Vad har jag lärt mig?

Namn:

Klass:

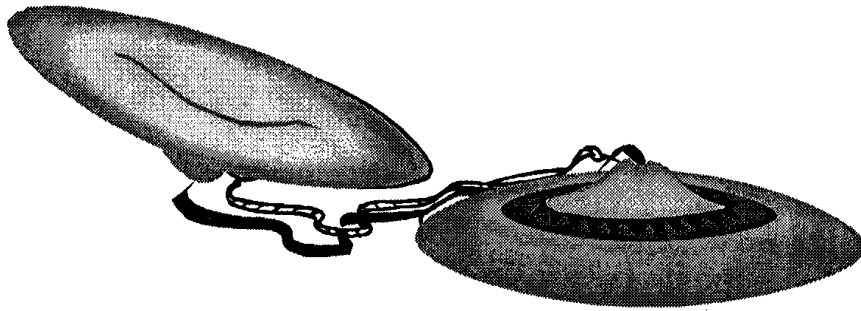
<i>KUNSKAPSMÅL</i>	<i>DET HÄR ÄR JAG SÄKER PÅ</i>	<i>DET HÄR KAN JAG LITE OM</i>	<i>DET HÄR KAN JAG INTE ÄN</i>
<i>Ha kunskap om:</i>			
Att ljud uppkommer genom vibrationer			
Att vibrationer överförs via materia i gasformiga, flytande och fasta ämnen			
Hur modeller kan användas för att förklara ljudöverföring			
Att ljudets överföring kan illustreras på olika sätt			
Att ljudets utbredning sker i alla riktningar och tar tid			
Att man kan visa och förklara hur tonhöjden (=frekvensen) och ljudvolymen (=ljudstyrkan) kan ändras			
Att ljudets hastighet i luft inte beror av tonhöjd, ljudstyrka och hur långt ljudet gått			
Hur man kan få fram ett eko			
Hur man kan visa på resonans			
Hur ljudvibrationer överförs till innerörat			
Hur vibrationerna i innerörat registreras och omvandlas till elektriska impulser som överförs till hjärnan			
Att varseblivningen av ljud sker i hjärnan och att ljudminnen lagras där			
Hur olika hörselskador (särskilt tinnitus) kan förebyggas			

<p style="text-align: center;">MÅL: KUNNA GENOMFÖRA OCH KÄNNA TILL</p>	<p style="text-align: center;">DET HÄR ÄR JAG SÄKER PÅ</p>	<p style="text-align: center;">DET HÄR KAN JAG LITE OM</p>	<p style="text-align: center;">DET HÄR KAN JAG INTE ÄN</p>
Hur undersökningar/experiment planeras, genomförs och redovisas			
Hur undersökningar/experiment har bidragit till att öka den naturvetenskapliga kunskapen			
<p style="text-align: center;">MÅL: KUNNA DISKUTERA OCH ARGUMENTERA</p>			
Att lyssna på andra vid diskussioner i grupp			
Hur man kan skilja på ställningstaganden och argument			
Att formulera argument som både stöder OCH talar emot ett ställningstagande			
Hur man kan skilja på vetenskaplig kunskap och värderingar ("tyckande")			
<p>Övriga kommentarer</p>			

*Problemsamling, diskussionsfrågor och frågor för formativ
utvärdering*

Cymbalen

Annas klass hade musiklektion. Jonas tog fram en cymbal och slog på den så att alla kunde höra ett ljud.



a) När Jonas hade slutat att slå på cymbalen hördes det ändå ett ljud från den. Vad tror du det beror på?

b) När det fortfarande hördes ett tydligt ljud från cymbalen gick Anna fram till cymbalen och lade sina händer på den för att känna hur det kändes.

Vad tror du hände med ljudet när hon lade sina händer på cymbalen?
Sätt ett kryss i en av rutorna.

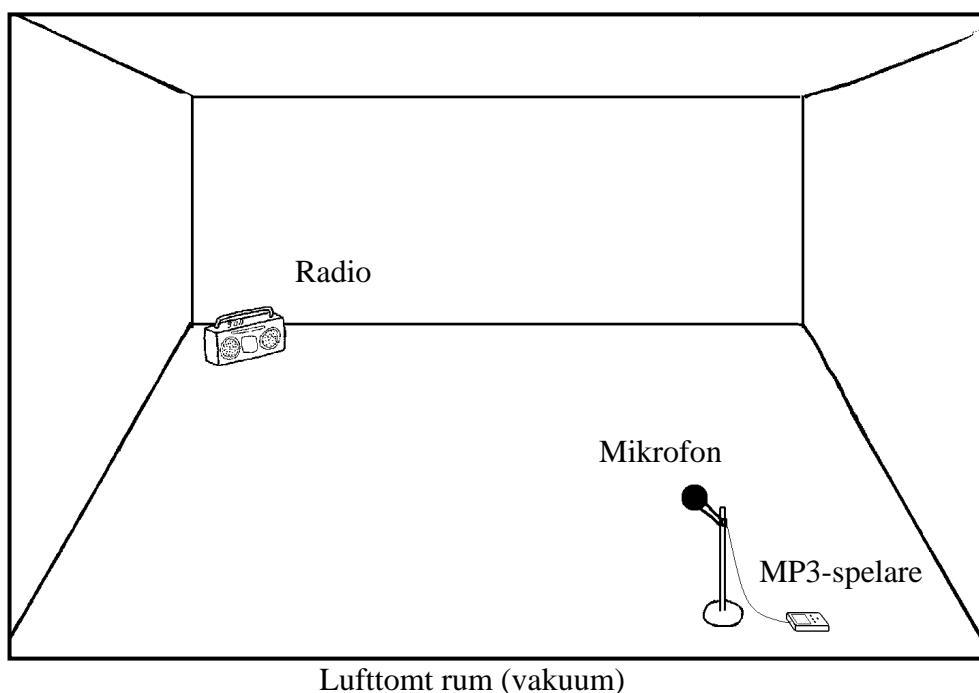
- Ljudet blev starkare
- Ljudet blev svagare och slutade snabbt
- Ljudet blev svagare men fortsatte länge
- Det blev ingen skillnad på ljudet

Berätta varför du valde den ruta du valt.

Går det att spela in musik på månen?

Lisa och Ludvig sitter vid frukostbordet och lyssnar på musik från radion som står på andra sidan rummet. Lisa håller en mikrofon i sin hand, och hon spelar in musiken på sin MP3-spelare.

De funderar på om man kan spela in musik på månen. Ludvig tror att det går, men det tror inte Lisa. De vet att det inte finns någon luft på månen, det är alltså vakuum där. De fantiserar om hur de kan pröva detta genom att ställa radion och MP3-spelaren med mikrofon i ett lufttomt rum. Då skulle det bli precis som på månen.



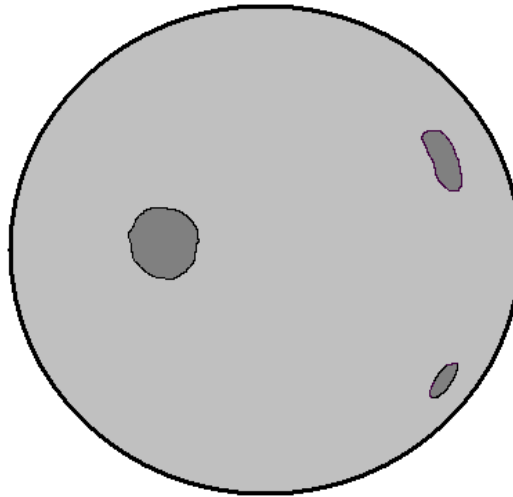
Tror du att ljud kan överföras i ett lufttomt rum?

Kryssa i den ruta du tycker stämmer bäst

Ja, det tror jag därför att

Nej, det tror jag inte därför att

Är det möjligt att höra på månen?



Om en katastrof skulle inträffa på månen t.ex. att en jättelik meteorit träffar månens yta med stor kraft, skulle en astronaut som åker runt i en bana kring månen kunna höra det?

Ja

Nej

Förklara hur du tänkte.

Skulle vi kunna höra det på jorden?

Ja

Nej

Förklara hur du tänkte.

Barnen och den skällande hunden

Eva, Mia, Jan och hunden Karo står på en öppen plan. Det är alldeles tyst. Men så börjar Karo skälla. Eva, Mia och Jan hör detta.



Eva



Mia



Karo



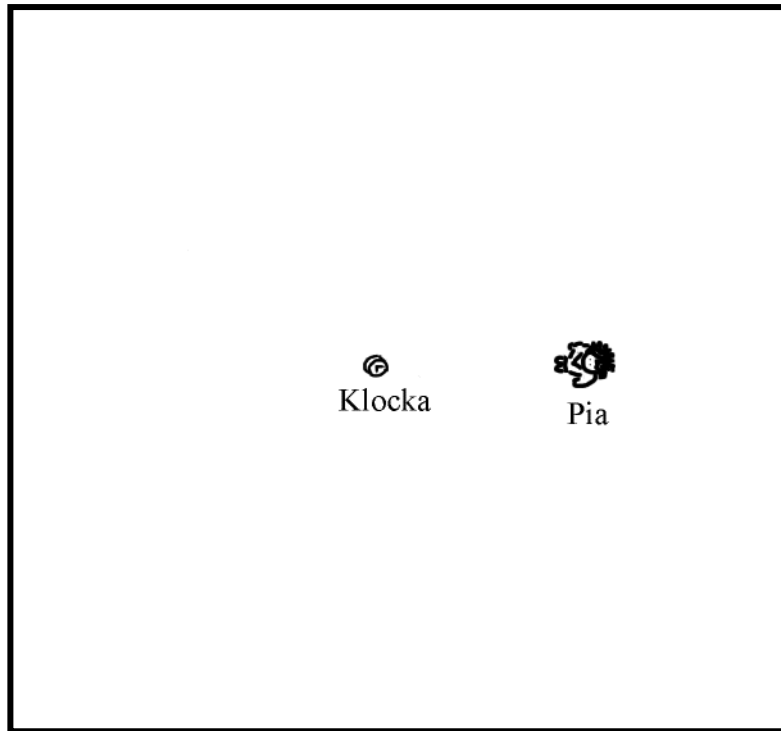
Jan

a) Rita var på planen det finns ljud när Karo skäller.

b) Förklara hur du tänkte när du ritade!

Klockan i tysta rummet

Pia är i ett rum. Det är helt tyst. Bara en liten klocka i mitten av rummet tickar. Se bilden som är sedd uppifrån!



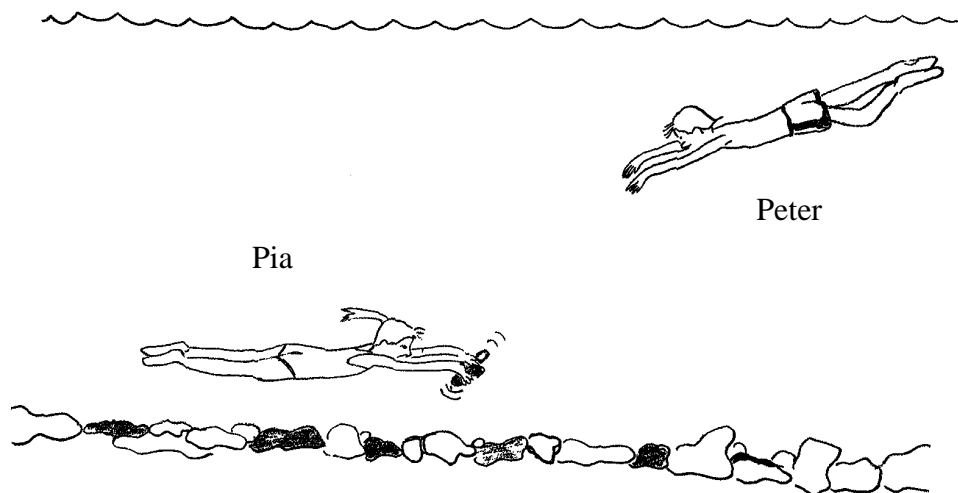
Pia testar hur långt bort från klockan hon kan höra den. Gränsen går där hon står på bilden.

a) Rita var i rummet det finns ljud från klockan!

b) Förklara ditt svar!

Under vattnet

Pia och Peter simmar i Stensjön. Pia dyker ner till botten och Peter strax därefter. Pia plockar upp två stenar och slår dem mot varandra under vattenytan.



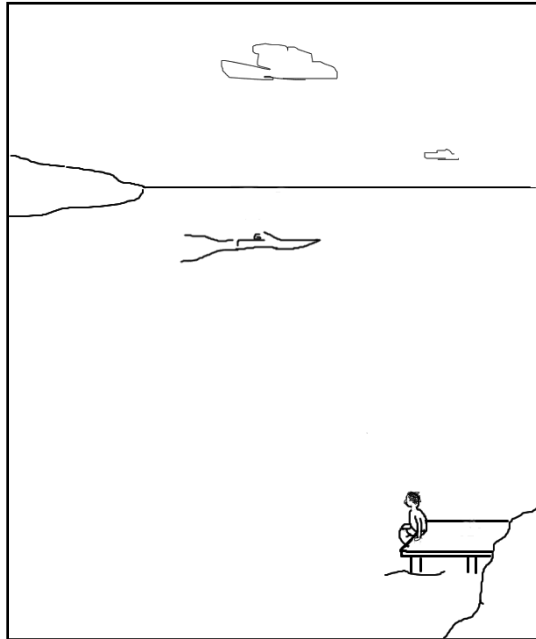
Tror du att ljudet från de två hopslagna stenarna kan överföras genom vattnet så att Peter kan höra det? Kryssa i den ruta du tycker stämmer bäst.

Ja, det tror jag därför att

Nej, det tror jag inte därför att

Går det att höra ljud under vatten?

Pelle sitter på bryggan och skall just hoppa i vattnet för att bada en varm sommardag när han plötsligt hör ett väldigt oväsen. Han upptäcker att det starka ljudet kommer ifrån en motorbåt som susar fram över vattnet. Tänk att den kan ge ett så starkt ljud ifrån sig!



Pelle funderar på om det fortfarande går att höra ljudet om man dyker ner och håller huvudet under vattnet?

Tror du att ljudet från motorbåten kan överföras genom vattnet? Kryssa i den ruta du tycker stämmer bäst.

Ja, det tror jag därför att

Nej, det tror jag inte därför att

Torsken gillar klassiskt!

I ett av Kamratpostens nummer 1997 kan man läsa att torsk gillar klassisk musik!

Så här står det i tidningen:

300 hungriga norska torsk har fått musik till maten. Forskare spelade Edvard Griegs "Bergakungens sal" för fiskarna varje gång de skulle äta. Och torskarna var med på noterna. Redan efter fyra, fem lyssningar förstod de att musik var lika med ett skrovsmål och tog sig igenom en lång tunnel som ledde fram till godsakerna.

Forskarna provade många olika musikstycken. Men fiskarna gillade "Bergakungens sal" bäst. Det förklarar forskarna med att just den låten passar bra för undervattensspelning eftersom den innehåller så mycket bastoner. Det borde innebära att torskarna skulle gilla riktigt rå rock, men den typen av musik testades aldrig.



*Norska torsk gillar norsk musik
(Bild från Kamratposten)*

Är det här ett aprilskämt om att norska torsk kan höra musik? Eller är det sant det som står i texten? Kan musikkjud överföras i vatten? Kan torsk uppfatta ljud? Hur märker torskarna ljuden i så fall? Vad tror du?

a) Tror du att musikkjud kan överföras i vatten? Sätt ett kryss!

Ja

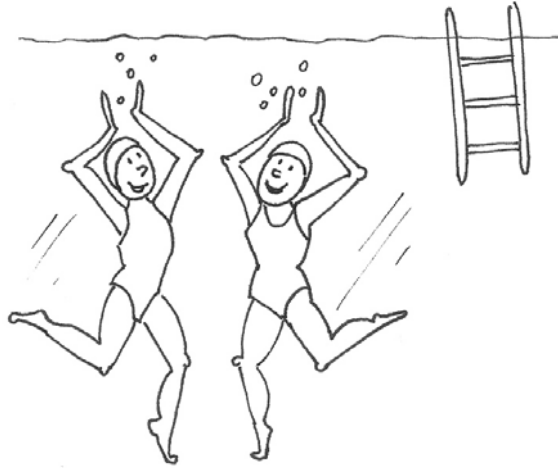
Nej

Förklara hur du tänkte!

b) Tror du att torsk och andra fiskar kan uppfatta ljud?

Simhallen

När Ulrika tittade på sin dotter som tränade simhopp i Simbergabadet hörde hon ett taktfast metalliskt ljud som lät i hela simhallen. Det hördes även musik. Det visade sig vara en grupp med konstsimmare som tränade i en annan del av simhallen. (Konstsim är en sport där man till största delen är under vatten och utför en sorts dans till musik.) Det metalliska ljudet kom från konstsimmarnas tränare som stod och slog i badstegen i takt till musiken.

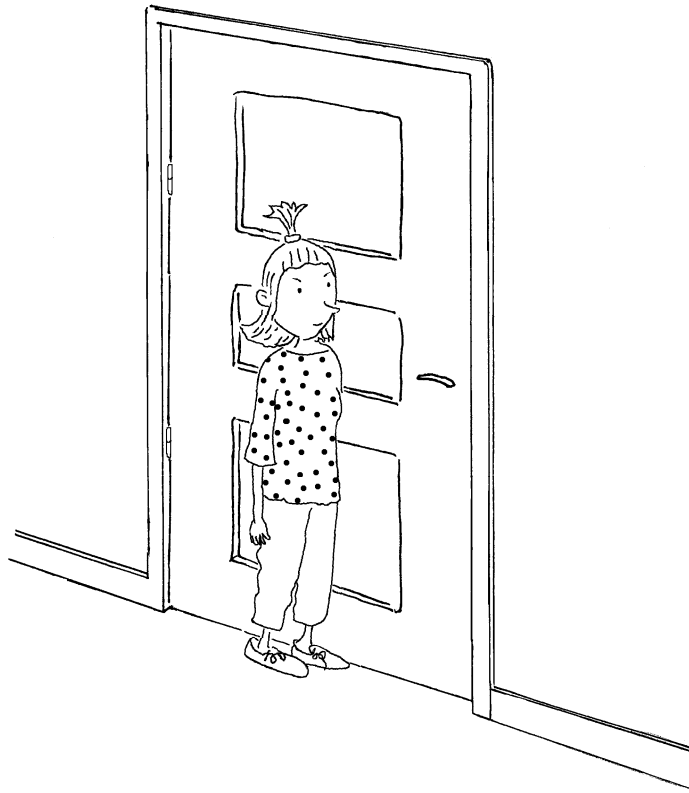


- 1) Förklara så noggrant du kan med hjälp av dina naturvetenskapliga kunskaper varför Ulrika kunde höra det metalliska ljudet trots att det kom från en annan del av simhallen.

- 2) Förklara så noggrant du kan med hjälp av dina naturvetenskapliga kunskaper hur konstsimmarna under vattnet fick hjälp av att deras tränare slog takten i badstegen.

Karin tjuvlyssnar

Karins storebror har tagit med sig en tjej hem ifrån klassen. De sitter inne på hans rum. Karin är väldigt nyfiken och kan bara inte låta bli att försöka lyssna på vad de gör därinne. Hon ställer sig med örat tätt tryckt emot dörren av trä.



Hon hör ljud! Åh, det är jättespännande! Hur kommer det sig att Karin kan höra ljud som kommer från andra sidan dörren? Kan ljud överföras genom trä? Vad tror du?

Kan ljud överföras genom trä? Sätt ett kryss!

Ja

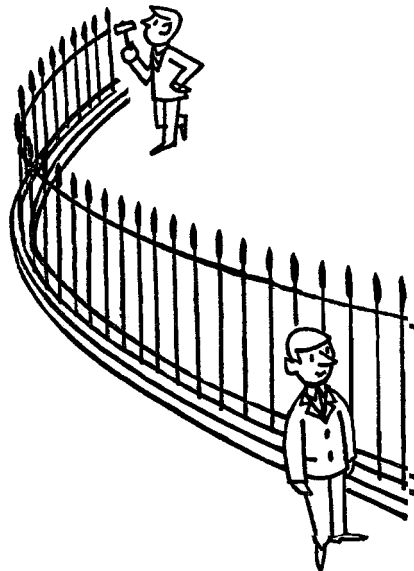
Nej

Förklara hur du tänkte!

Staketet

Utanför Pers hus finns det ett högt järnstaket. Per undrar om han kan höra när Lars slår med en träklubba i andra änden av staketet. Först står Per bredvid staketet (som på bilden) och då hör han ingenting.

Lars



Per

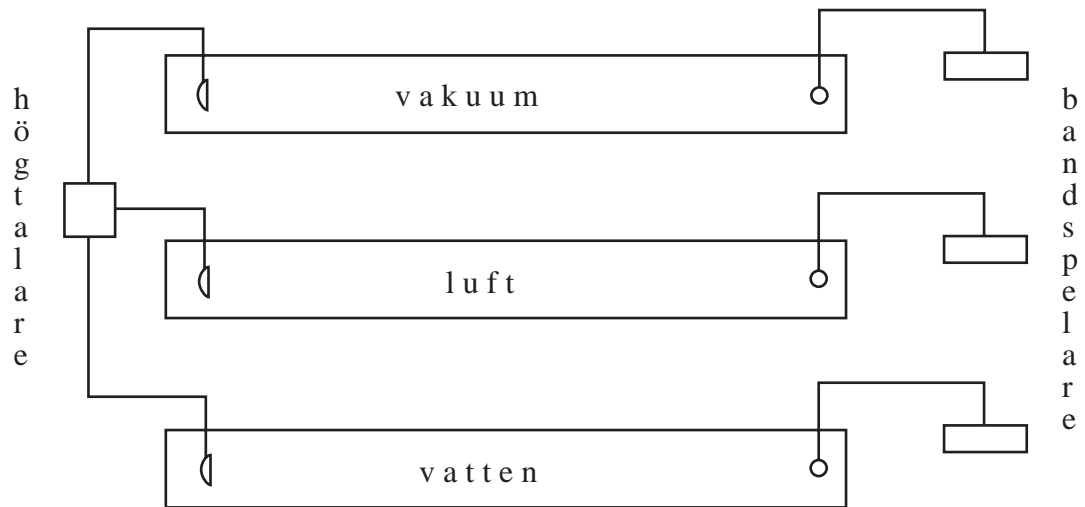
Sedan sätter han örat mot staketet, och hur blir det då?

Tror du att ljud kan överföras genom järn? Kryssa i den ruta du tycker stämmer bäst.

Ja, det tror jag därför att

Nej, det tror jag inte därför att

Behållarna



Bilden visar tre stora och helt täta behållare. I den ena är det vakuum. I de andra är det luft samt vatten.

I varje behållare sitter en liten högtalare på en sida. På den andra sidan sitter en mikrofon, som är kopplad till en bandspelare. Alla bandspelare går och är satta på inspelning.

De tre högtalarna börjar spela en ton samtidigt. De slutar också spela samtidigt.

Vilken eller vilka bandspelare kommer att spela in ljud från högtalarna? Sätt kryss i tabellen

	spelar in	spelar <u>inte</u> in
A (vakuum)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B (luft)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C (vatten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Förklara ditt svar!

Vilka ämnen kan överföra ljud?

		Överför ljud	
		Ja	Nej
GASFORMIGA ÄMNEN			
Luft.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 FLYTANDE ÄMNEN			
Vatten.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olja.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 FASTA ÄMNEN			
<u>Föremål</u>	<u>Ämne</u>		
Bord	Trä.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fönsterruta	Glas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vilka idéer är vetenskapliga?

Diskutera vilka av nedanstående uttalanden som bygger på naturvetenskapliga idéer.

1. Man kan höra ljud mycket bättre på månen än på jorden. Det beror på att det inte finns någon luft där. Ingenting är i vägen för ljudvågorna. Därför kan de åka runt på månen hur som helst och till och med ut i rymden.

2. Kalle och hans kusin är på väg till badplatsen nere vid viken när Kalle säger: Tror du att abborrarna kan höra om jag fiser? Alltså när jag badar? Kusinen fnissar glatt.

- Typiskt dig! Vattnet är så tjockt så det är klart att det inte hörs!

Kalle hör ett gapskratt och vänder sig om. Han blir alldeles illröd i ansiktet.

- Sååå pinsamt! tänker han när han ser Lisa, Ellen och Laura från parallellklassen. Det blir ju inte mindre pinsamt eftersom han spanat in Laura sedan ett tag. Om han ändå kunde sjunka genom jorden och försvinna!

- Ha, ha, säger Lisa. Du vet väl att abborrar kan höra!

- Och att det finns molekyler i vattnet som knuffar till andra molekyler, utropar Ellen glatt.

- Jamen finns det inte ljudvågor i vattnet? undrar Laura och ser frågande ut.

- Men jag tror att det finns luft i vattnet som gör så att ljudet kan höras, svarar Lisa. Jag menar att utan luft i vattnet skulle inte ljudet höras. Jag vet att det finns luft och syre och sånt i vatten annars så skulle ju både abborrar och gäddor dö.

- Men är det nån slags bubblor med ljud då, undrar Laura.

3. Kalle och Ludvig byter om inför idrotten. Att det alltid skall vara så kallt i omklädningsrummet! Plötsligt hör de hur deras idrottslärare Johan blåser i sin visselpipa. Idrottssalen ligger precis bredvid omklädningsrummet.

- Tänk att det hörs så väl genom väggen när Johan blåser i sin visselpipa, säger Ludvig.

Nää, svarar Kalle. Det går väl inte att höra visselpipan genom väggen heller. Ljudet måste gå genom springan under dörren och säkert genom nyckelhålet också!

Patrik som står bredvid lägger sig i samtalet: Jag tror att det ekar genom väggen!

- Ekar genom väggen? kommenterar Kalle. Eko är väl nåt annat?

4. Lisa och Ludvig får plötsligt syn på en liten hund som springer rakt över gatan framför en bil. Det tjuiter i bildäcken när bilen bromsar och som tur är klarar sig hunden.

- Hur kan man höra när det tjuiter från däcken egentligen? undrar Ludvig.

- Jag tror att det är för att det kommer ljudvågor som trycker undan luften, gissar Lisa. Och så blir det ett eko i örat sen...hmm.
- Är ljudvågor små saker som åker omkring i luften menar du? fortsätter Ludvig. Och kan det eka i örat?

5. Klass 8 F har musiklektion. Nästan alla har fått varsitt instrument. Lisa spelar på en bastrumma, den där stora med dova, låga toner. Boom, boom... Laura spelar höga, klara toner med en tvärflöjt. Hon har blivit riktigt bra på att spela flöjt nu för tiden. Den populära elbasen har Ellen fått och Pelle klinkar på en vanlig elgitarr. Tillsammans med alla de andra i klassen låter det som om en hel orkester är igång och spelar. Fredrik har brutit armen och sitter med sin gipsade arm längst ner i salen tillsammans med Lina.

- Tänk vad häftigt ändå, säger Fredrik.
 - Vadå, undrar Lina?
 - Jo, att det där dova ljudet från bastrumman och elbasen inte rör sig med samma hastighet genom luften som de klara tonerna från tvärflöjten! svarar Fredrik.
- Lina ser konfunderad ut och säger: Men hur blir det med ljudet på musikfestivalen då? Jag menar om ljudet går olika fort? Eller går olika toner lika fort, men starka ljud med hög ljudvolym går kanske fortare?

Biet

Solen skiner, äntligen är det sommarlov! Lisa och Ludvig sitter i trädgården och fikar när ett litet bi plötsligt sätter sig mitt i marmeladen på den macka Lisa just skall stoppa i munnen. Lisa lägger ifrån sig mackan igen.

– Sådan tur att du såg biet, ropar Ludvig!

– Men jag såg det inte! Jag hörde det! säger Lisa.



Ludvig funderar: Jag vet att ljudet går från biet till mina öron. Men vad är det som går? Vad är det som händer mellan biet och mitt öra när jag hör?

Hur skulle du svara på Ludvigs fråga?

Flöjttonen

Ludvig och Lisa spelar tvärflöjt. Lisa blåser ett långt C. Tonen klingar rent och klart.

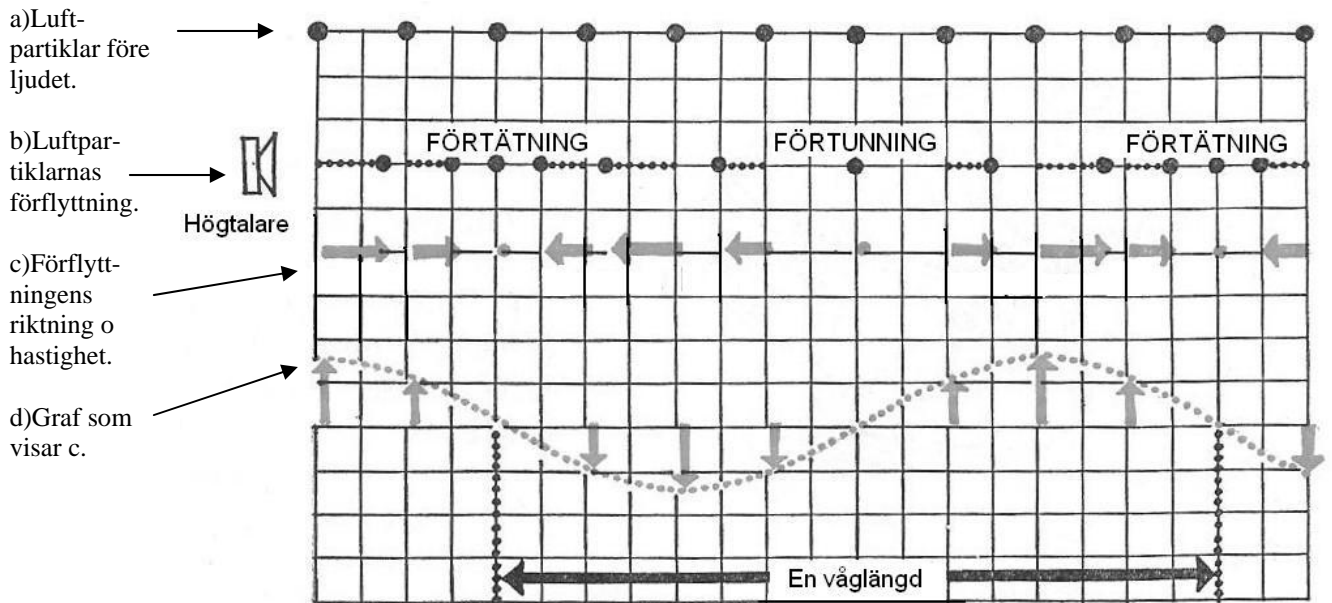


Ludvig funderar: Jag vet att ljudet går från flöjten till mina öron. Men vad är det som går? Vad är det som händer mellan flöjten och mitt öra då Lisa blåser och jag hör?

Hur skulle du svara på Ludvigs fråga?

Varför kallar man det ljudvågor?

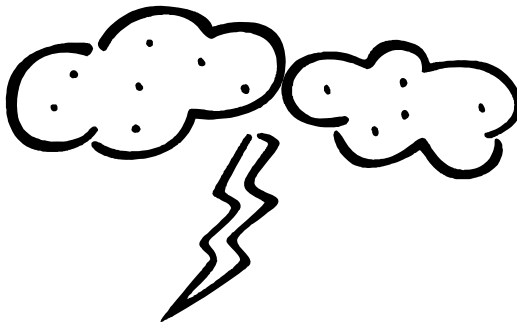
Ofta hör man talas om ljudvågor, och det beror på att man matematiskt beskriver hur luftpartiklarna förflyttas. Ibland ritar man en sorts figur som kallas för graf. Man kan säga att det i det här fallet är en matematisk översättning av partiklarnas rörelser som de ser ut när ett ljud passerar genom luften.



- A. Titta på bilden och försök tillsammans med en kamrat att reda ut hur det hela hänger ihop. Vad är det bilden visar?
- B. Diskutera med en kamrat och rita på ett rutigt papper hur grafen skulle se ut om
- om ljudvolymen höjs kraftigt?
 - om ljudvolymen sänks?
 - om tonhöjden höjs (dvs. ljudets frekvens höjs)?
 - om tonhöjden sänks (dvs. frekvensen sänks)?
- C. Använd ett oscilloskop (med ansluten mikrofon) och pröva om dina grafer från föregående uppgift stämmer med de bilder oscilloskopet visar. Använd din röst, försök att framkalla en så ren ton (ett pip) som möjligt. Pip starkt och svagt, högt och lågt. Hur väl stämmer det? Om det inte stämmer får du en extra utmaning att fundera på. Varför stämmer det inte?
- D. Hitta på en egen uppgift, som är kopplad till figuren ovan eller till oscilloskopet. Kan någon kamrat lösa uppgiften?

Blixten

Marie tittade ut genom fönstret under en ovädernatt. Hon såg en blix och några sekunder senare hörde hon muller.



Förklara varför hon såg blixten innan hon hörde mullret.

Djur och hörsel - kopieringsunderlag

Hunden har förmåga att höra ljud med högre tonhöjd än människan (tonhöjd är samma sak som frekvens alltså antalet svängningar per sekund).



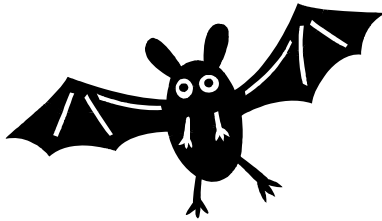
En hund kan skilja mellan två toner som ligger så nära varandra som endast ett åttondels tonsteg. Det är därför den känner igen ljudet av husets bil bland alla andra ljud.



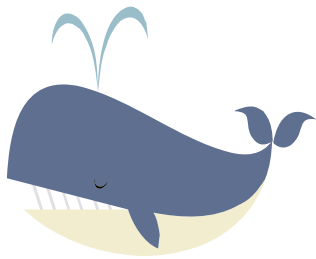
Katter har en mycket bra hörsel. Ytterörat är mycket rörligt och det kan vridas ca 180° och riktas mot en speciell ljudkälla.



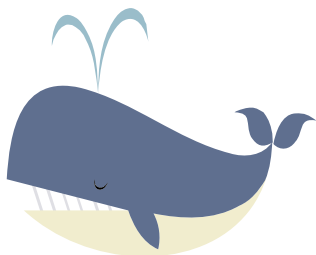
Det räcker egentligen med att titta på en fladdermus för att inse att den bör höra bra. Öronen är i många fall stora och i vissa fall, som hos vår långörade fladdermus (namnet är ingen slump), så dominerar de utseendet helt.



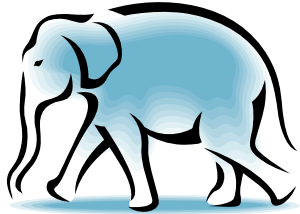
Bardvalar kommunicerar med hjälp av ljud över enorma avstånd. De ger ifrån sig ljud med relativt låg tonhöjd som används för kommunikation. Ljuden har mycket hög ljudstyrka och mycket lång räckvidd.



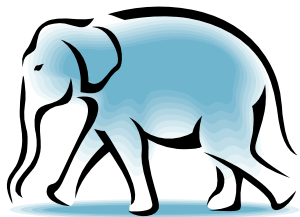
Det har påståtts att blåvalens visslingar har en ljudstyrka på 188 decibel och en räckvidd på ca 80 mil! Viktiga orsaker till att ljudet har så lång räckvidd är, förutom den höga ljudstyrkan, att vatten leder ljud bättre än luft och att ljud med låg frekvens (d.v.s. låg tonhöjd) har en längre räckvidd än ljud med hög frekvens (d.v.s. hög tonhöjd).



Elefanter och nötkreatur kan även höra i infraljudsområdet (strax under människans hörselområde) till så lågt som 16 hertz (Hz).



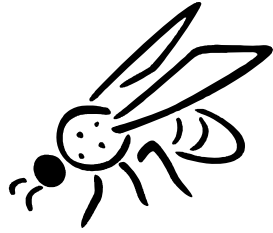
Eftersom låga frekvenser når längre, kan elefanter kommunicera på en halv mils avstånd.



Människor kan höra ljud som har en frekvens mellan 20 och 20 000 hertz (svängningar per sekund). Ljud som har en lägre frekvens än 20 hertz (Hz) kallas infraljud och sådana som har högre frekvens är 20 000 Hz kallas för ultraljud.



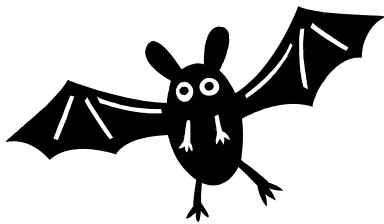
Vissa insekter hör med känsliga hårstrån som inte bara reagerar för hörbara ljud, utan också för de allra minsta rörelser i luften, till exempel de som uppstår när vi rör handen. Den här känsligheten är förklaringen till att det är så svårt att smälla till en fluga!



Hos många däggdjur är ytterörat mycket viktigt för hörseln. Många kan forma sina öron på olika sätt. Kan ni komma på något sådant djur?



Fladdermöss kan uppfatta frekvenser ända upp till 200 000 hertz (Hz). Men den hör även väldigt låga frekvenser.



Hundar kan höra i området 40 till 46 000 Hz.



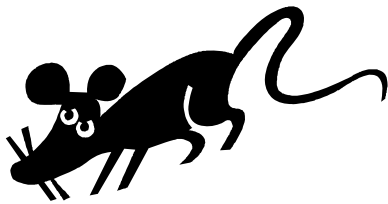
Hästar kan höra ljud med frekvenser upp mot 40 000 hertz (Hz).



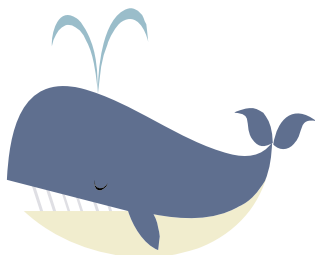
Katter kan uppfatta mycket högre frekvenser än vi kan. Därför kan de lättare höra höga toner från muspip och fågelkvitter Ljud som har högre frekvens än vad vårt öra kan uppfatta kallas för ultraljud.



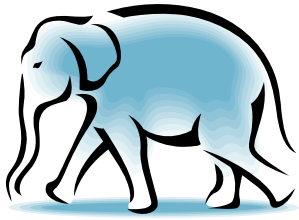
Många gnagare (möss och råttor) kan höra ljud upp mot 45 000 hertz (Hz).



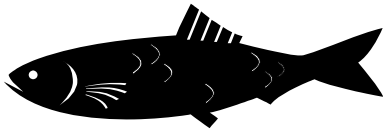
Valar kommunicerar med låga frekvenser.



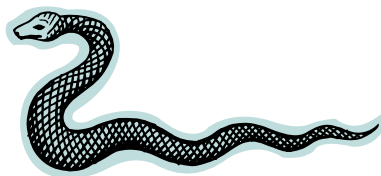
Elefanter kommunicerar med låga frekvenser.



Sillar kan uppfatta ljud ända upp mot 180 000 hertz (Hz). Den hör alltså ljud som har högre frekvenser än de vi kan uppfatta, sådana ljud kallas för ultraljud.



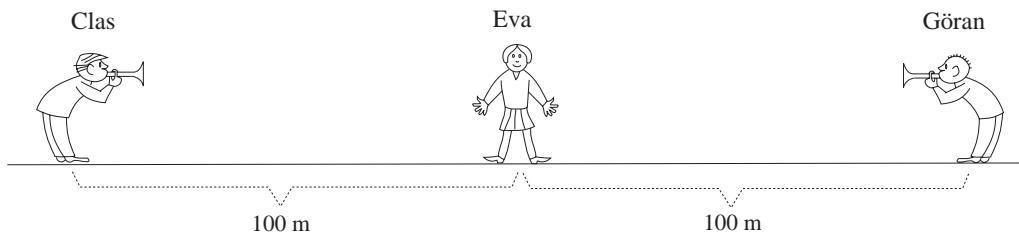
Ormar saknar både ytteröra med hörselgång och mellanöra. Men innerörat finns kvar inne i skallen och ormar kan höra låga toner (100-700 hertz (Hz)). Ormar är också känsliga för vibrationer i marken.



De flesta ödlor har dålig hörsel. Geckoödlan är ett undantag. Den kommunicerar med ljud.



Trumpetarna, del 1



Clas, Eva och Göran står på en rak väg som är omgiven av öppna fält. Det är vindstilla.

Clas och Göran är båda 100 meter från Eva. De börjar precis samtidigt att blåsa samma ton (ett A) på sina trumpeter. Båda blåser i exakt 3 sekunder.

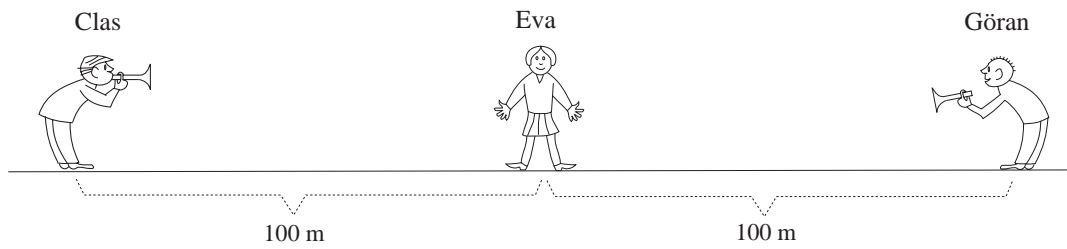
Clas blåser som vanligt. Men Göran tar i allt vad han orkar. Hans ton är alltså starkare än den som Clas blåser.

Hur blir det för Eva? (Sätt ett kryss!)

- Hon hör Clas trumpet före Görans
- Hon hör båda trumpeterna samtidigt
- Hon hör Görans trumpet före Clas

Förklara ditt svar!

Trumpetarna, del 2



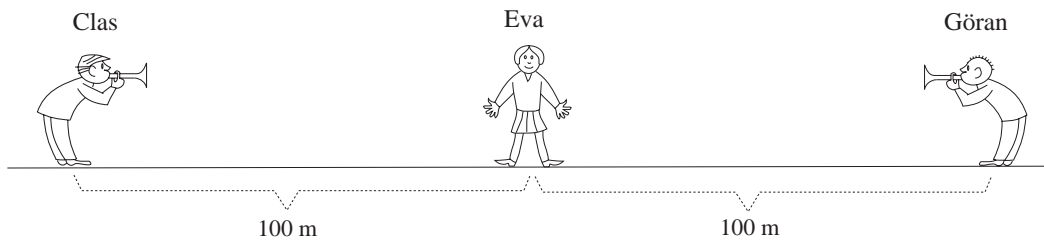
Nu är det bara Clas som blåser (ett A) på sin trumpet. Han blåser i exakt 3 sekunder.

Hur blir det för Eva (sätt ett kryss!)

- Hon hör Clas trumpet kortare tid än 3 sekunder
- Hon hör Clas trumpet i 3 sekunder
- Hon hör Clas trumpet längre tid än 3 sekunder

Förklara ditt svar!

Trumpetarna, del 3



Nu blåser båda igen. De börjar precis samtidigt och blåser samma ton (ett A). Båda blåser i exakt 3 sekunder.

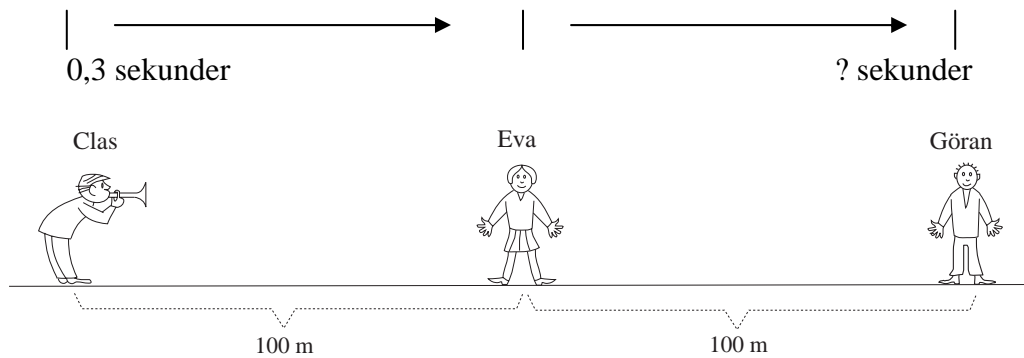
Clas blåser som vanligt och Göran tar i allt vad han orkar. Hans ton är alltså starkare än den som Clas blåser.

Hur blir det för Eva? (Sätt ett kryss!)

- Hon hör Clas trumpet kortare tid än Görans trumpet
- Hon hör Clas trumpet lika lång tid som Görans trumpet
- Hon hör Clas trumpet längre tid än Görans trumpet

Förklara ditt svar!

Trumpetarna, del 4



Nu är det bara Clas som blåser en stark och kort trumpetstöt.

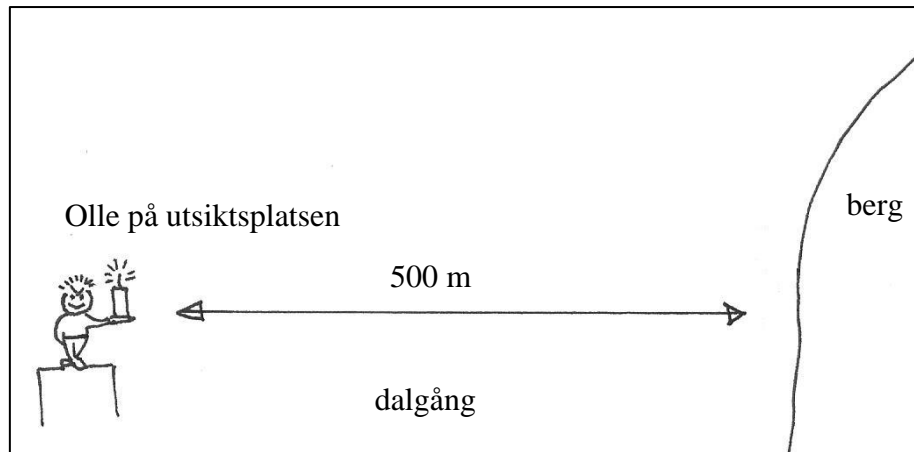
Det tar 0,3 sekunder ("tre tiondelar") för ljudet att gå från Clas till Eva.
Hur lång tid tar det för ljudet att gå från Eva till Göran? Sätt ett kryss!

- Mer än 0,3 sekunder
- Lika med 0,3 sekunder
- Mindre än 0,3 sekunder

Förklara ditt svar!

Ekoberget, del 1

Olle står på en utsiktsplats. Framför sig har han en dalgång och sedan ett berg. Det är stort, högt och brant. Det växer inga träd på det.



Olle smäller av en påskbomb på utsiktsplatsen. PANG! Efter tre sekunder hörs ett eko av smällen.

Sedan smäller Olle en kraftigare bomb på samma ställe som den första.

PANG!

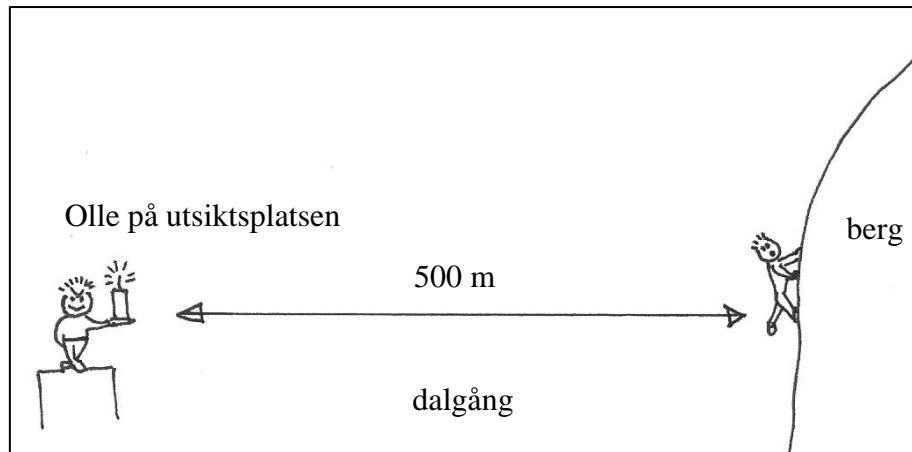
Hur lång tid tar det nu innan han hör ekot från den kraftiga smällen?

- mindre än tre sekunder
- ungefär tre sekunder
- mer än tre sekunder

Förklara ditt svar!

Ekoberget, del 2

Som du minns tog det tre sekunder innan Olle hörde ekot av sin första bomb.



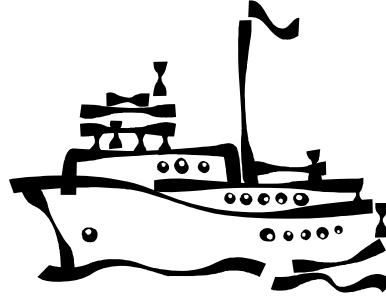
Hur lång tid tar det innan en bergsklättrare hör smällen av denna bomb?

- mindre än en och en halv sekund
- ungefär en och en halv sekund
- mer än en och en halv sekund

Förklara ditt svar!

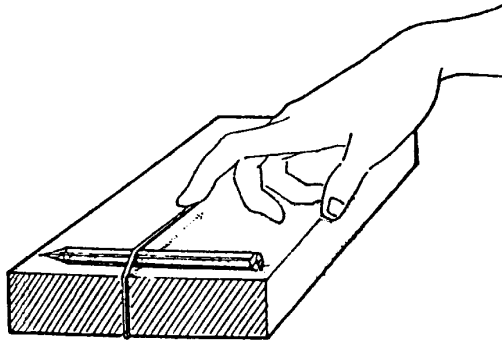
PRAO-veckan

Lisa har haft tur och fått en PRAO-plats på kustbevakningen. Hon sitter hos kaptenen i styrhytten och tittar på en skärm med några mystiska kurvor. Kaptenen berättar att de mystiska kurvorna faktiskt är havsbottnens konturer och att man alltså kan mäta djupet med apparaten. Och man använder ljud för att mäta djupet.



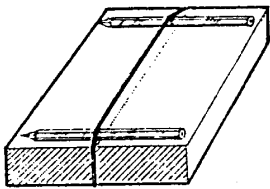
Lisa undrar hur man kan använda ljud för att mäta djupet. Hur skulle du vilja förklara för Lisa hur det kan fungera?

Strängen

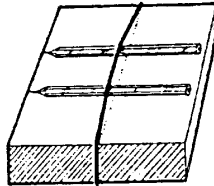


Ola sätter en metalltråd hårt runt en låda. Sedan skjuter han in två pennor under metalltråden på lådans ovansida. När Ola knäpper på metalltråden mellan pennorna hör han ett ljud.

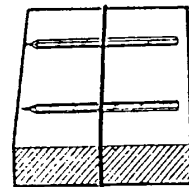
När Ola flyttar pennorna på lådan märker han att ljudet ändras när han knäpper på metalltråden. Det blev så här:



låg ton



hög ton



mellanton

Förklara hur längden på metalltråden mellan pennorna hänger ihop med den ton som man kan höra?

Sångerskan



En duktig sångartist är bra på att sjunga med olika rena toner. Men vad händer i högtalarna när hon sjunger med olika toner?

Du har lärt dig att då något vibrerar svänger det fram och tillbaka gång på gång. Ju fler svängningar fram och tillbaka som sker på en sekund, desto snabbare vibrerar det. Ju längre vägen fram och tillbaka är, desto större är vibrationen.

Tänk nu på en av de högtalare som används för att sången skall höras bra. Sångartisten sjunger med en låg ton, dvs. en ton långt ner på skalan. Med fingret kan man känna att högtalaren vibrerar. Nu ändras tonen så att den blir hög, dvs. den ligger högt upp på skalan. Ljudvolymen ändras inte. Hur ändras då högtalarens vibrationer?

Sätt två kryss

- Högtalaren vibrerar snabbare
- Högtalaren vibrerar lika snabbt som förut
- Högtalaren vibrerar långsammare
- Högtalarens vibrationer blir större
- Högtalarens vibrationer är lika stora som förut
- Högtalarens vibrationer blir mindre

Förklara ditt svar

Högtalartonen ändras

Då något vibrerar svänger det fram och tillbaka gång på gång.

Ju fler svängningar fram och tillbaka som sker på en sekund, desto snabbare vibrerar det.

Ju längre vägen fram och tillbaka är, desto större är vibrationen.

Tänk nu på en högtalare. Den avger en viss ton (ett A). Med fingret kan man känna att högtalaren vibrerar. Nu ändras högtalaren så att tonen blir stark. Det gör nästan ont i öronen. Men det är fortfarande samma ton (ett A). Hur blir då högtalarens vibrationer?



Sätt två kryss

- Högtalaren vibrerar snabbare
- Högtalaren vibrerar lika snabbt som förut
- Högtalaren vibrerar långsammare
- Högtalarens vibrationer blir större
- Högtalarens vibrationer är lika stora som förut
- Högtalarens vibrationer blir mindre

Förklara ditt svar

Ljudhastighet och frekvens

Solen lyser lite svagt mellan några molntussar och bofinken sjunger sin vårsång när Ellen sakta kommer gående till skolan. Hon ser ut som om hon är i en annan värld. Plötsligt stannar hon under trädet där bofinken sitter! Kalle, som kommer cyklande från ett annat håll, stannar till och undrar:

– Hej Ellen, säger Kalle. Men Ellen reagerar inte.

– Hej, hej, hej...ropar Kalle! Ellen rycker till och ser alldeles förskräckt ut.

– Vad du skräms! Ellen vänder blicken mot Kalle och ser förvånad ut. Jag funderar..., säger Ellen...jag var på konsert i lördags och lyssnade på "The Face". Men...vad de är bra...men...har du varit på konsert någon gång och stått en bit bort från en högtalare och lyssnat?

– Ja, visst har jag stått en bit bort och lyssnat på musik från högtalare, men vadå undrar Kalle?

– Ja, eller lyssnat på någon som pratar, fortsätter Ellen. Kommer du ihåg förra skolavslutningen när rektorn höll det där avslutningstalet till oss...du vet när hon hade hittat på att skolan skulle fortsätta en vecka till. Då stod vi ju längst ner och hörde vad hon sa. Och högtalarna var längst fram. Det minns du väl?

Mmm, hummar Kalle.

– Men har du nånsin tänkt på att ljudet överförs från högtalaren till ditt öra med samma hastighet oavsett om dom spelar starkt eller svagt? fortsätter Ellen. Eller om nån pratar starkt eller svagt! Jag har aldrig tänkt på det förut. Inte förrän nu.

– Nej, det kan jag inte påstå, svarar Kalle.

– Och har du tänkt på att det inte spelar någon roll vilka toner som ingår heller! fortsätter Ellen. Alltså att de låga tonerna, dom där dova, kommer lika fort till örat som dom höga, pipiga tonerna gör!

– Hm... Kalle funderar så att man nästan kan höra hur han tänker, och sedan utbrister han:

– Det är ju för häftigt! Nej, det har jag aldrig tänkt på! Men tänk om det inte hade varit så, hur skulle musiken låtit då? Och hur skulle det låta om man hör på körsång? Eller när några pratar och man hör det på avstånd!

Ellen och Kalle sätter sig på bänken under trädet och börjar fantisera allt medan solen lyser klarare och klarare. Bofinkens sång blandar sig med Ellens och Kalles bubblande skratt.

Ja, hur skulle det låta om starka och svaga ljud skulle ha olika ljudhastighet? Och om höga och låga toner skulle ha olika hastighet? Vilka idéer har du?

Mysterier med ljud och ljudhastighet

Här följer ett antal påståenden. Vilka av dessa är sanna och falska? Varför?

1. Om jag skriker i 100 dB(A) kommer ljudet att färdas snabbare genom luften än om jag pratar normalt, i ca 70 dB(A).
2. Om en tjej skriker med hög frekvens (ljus ton) kommer ljudet att färdas snabbare än om en kille skriker lika starkt men med lägre frekvens (mörk ton).
3. Ett rytande lejon låter både mörkt (låg frekvens) och starkt (många dB(A)). Ändå färdas ljudet lika fort genom luften som ljudet från en mus som piper ljusare (hög frekvens) och tystare (lägre dB(A)).
4. Musikläraren sitter i musiksalen och ni sitter på stolar runt omkring. Hon slår an G-strängen på gitarren, mycket löst. Sedan gör hon samma sak igen, fast mycket hårt. Om man kunde se strängens vibrationer så skulle man kunna se att den svänger många fler gånger fram och tillbaka på en sekund när hon slår an den hårt än när hon slår an den löst.
5. Musikläraren sitter i musiksalen och ni sitter på stolar runt omkring. Hon slår an G-strängen på gitarren, mycket löst. Sedan gör hon samma sak igen, fast mycket hårt. Om man kunde se strängens vibrationer så skulle man kunna se att den svänger kraftigare (längre ut) men ändå lika många gånger fram och tillbaka på en sekund som när hon slår an den löst.
6. Båtföraren i den nya, fina racerbåten kör alldeles för fort, är ouppmärksam och brakar rakt in i ett grund. Det hörs en kraftig smäll på långt håll, både under och över vattnet. En ubåt och en fiskebåt befinner sig på precis samma avstånd från olyckplatsen. Fiskaren som rensar sina nät på fiskebåtens däck hör ljudet tidigare än den sjöman som följer omgivningens ljud i ubåten.

Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?

Lisa och Ludvig är på väg hem från skolan. Solen skiner, talgoxen sjunger sitt "lite hö, lite hö". Ja, biologiläraren säger att man kan känna igen talgoxen på det sättet. Luften är lite kylig, det är fortfarande senvinter, men det känns nästan ändå som vår. Snödropparna har till och med slagit ut fastän det bara är februari.

- Jag har tänkt på en sak, säger Lisa. När jag sitter på bänken utanför där jag bor så hör jag biltrafiken jättebra vissa dagar men inte alls bra andra dagar.

- Det är väl för att det blåser från olika håll förstås, svarar Ludvig.

- Ja, det kan man tänka, men det var inte så jag menade, mumlar Lisa medan hon suger på en seg råtta. När jag har tänkt på det här har det varit vindstilla. Varje gång! Hon fortsätter:

- En gång var det ett program på TV, ja det var nog Hjärnkontoret eller nåt, där de pratade om det här, men jag minns ju inte hur det hängde ihop. Det var nåt med varm och kall luft ovanpå varandra eller under på något vis...men jag minns ju inte hur det var.

Ludvig vecklar av ett papper från en kola och stoppar den i munnen. Han funderar så det knakar i de små nervcellerna inne i huvudet samtidigt som han kliar sig i den mörka kaluften.

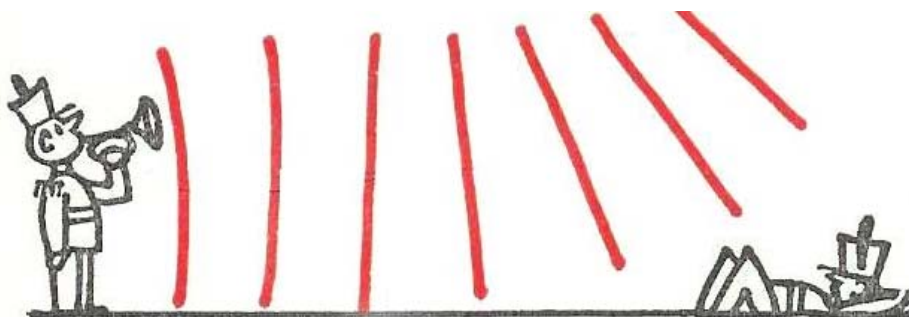
- Hmm... säger han.

Lite krångligt det här. Diskutera hur ni tror att det här kan förklaras. Skriv ner de olika förklaringar ni kommer fram till.

Förklaring - Hörs biltrafiken bättre vissa dagar?

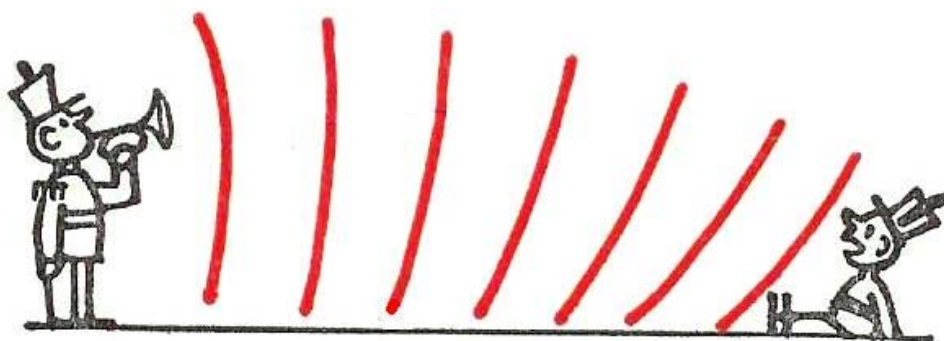
En varm yta värmer luften och ljudet överförs fortare i luften, medan en kall yta kyler luften och ljudet överförs långsammare. Ljudets riktning ändras därför när luftens temperatur inte är densamma i de luftskikt som ljudet passerar. I luft (gaser) ökar ljudets hastighet med temperaturen.

En varm dag värms marken upp av solens strålar och det blir varmare ju närmare marken man kommer, vilket i sin tur gör att ett ljud rör sig snabbare ju närmare marken det rör sig. Ljud från samma föremål kommer att röra sig lite långsammare ju kallare luften blir ovanför marken. Det här gör att ljudet "böjs" av bort från marken. Resultatet blir att ljudet från biltrafiken överförs sämre utefter marken sådana här dagar.



Figur 1. En varm dag

En kall dag eller de nätter när luftlagret närmare marken kyls av mer än ovanliggande luft blir ljudets hastighet lägre utefter marken än i de varmare områdena ovanför. Ljud från samma föremål kommer därför att röra sig fortare i den varmare luften lite högre upp. Det här gör att ljudet "böjs" ner mot marken, och resultatet blir att ljudet från biltrafiken överförs bättre utefter marken sådana här dagar.



Figur 2. En kall dag

Gitarren

Ludvigs lillebror Lillen har byggt en enkel gitarr med hjälp av en platt bräda och sex strängar som han satt fast på brädan. Han har sågat till brädan så att den nästan liknar Ludvigs riktiga gitarr. Lillen är mycket stolt! Nu vill han ha ett band ihop med Ludvig. Men när de skall spela ihop blir Lillen besviken när han hör ljudet ifrån Ludvigs gitarr för det låter så mycket mer än Lillens gitarr!



Lillens gitarr

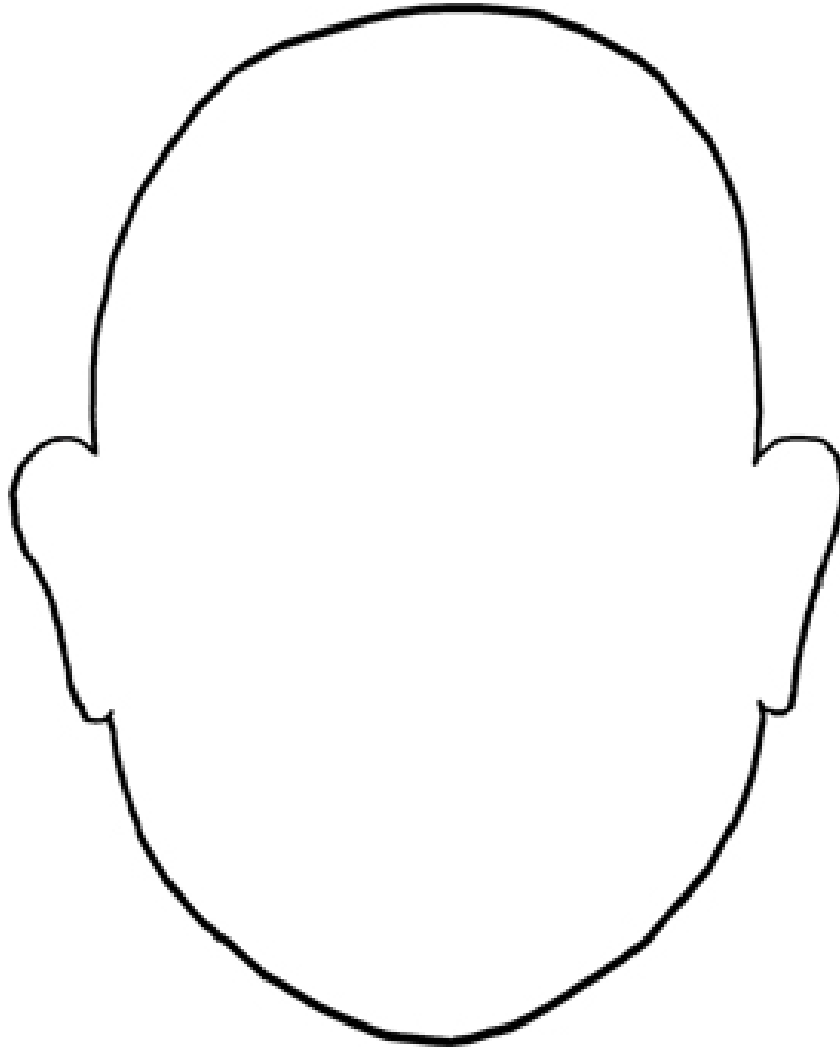


Ludvigs gitarr

Hur skulle du vilja förklara för Lillen vad det beror på att Ludvigs gitarr låter mycket mer?

Hur hör vi?

Vad händer med ett ljud som har nått örat? Rita hur du tänker just nu.

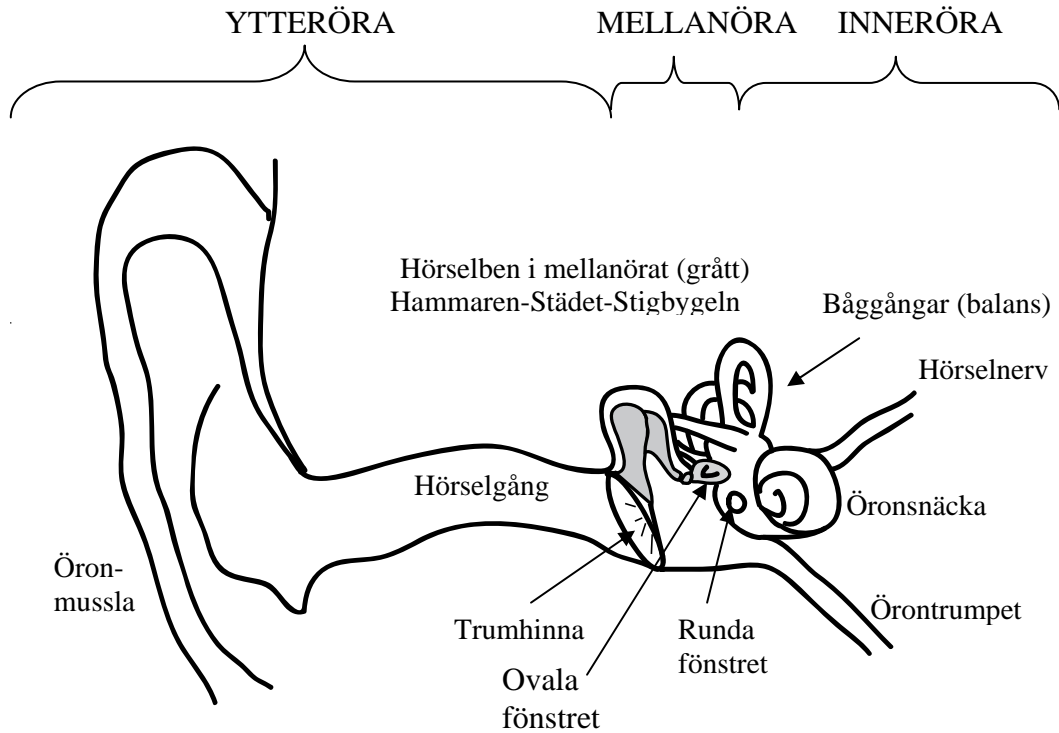


Skriv en liten text till bilden som kan förklara hur du tänkt när du ritat.



Hur fungerar hörseln?

Tänk dig att du hör en katt jama. Skriv en berättelse om ljudets väg från katten till ditt öra och vidare genom örat tills du uppfattar att det är en katt. Använd följande bilder som hjälp och stöd i din berättelse.



Hunden

Anna och hennes bror Erik sitter och fikar. Det är kväll och utanför fönstret är det alldeles mörkt. Plötsligt hörs ett ljud där ute i mörkret. Trots att varken Anna eller Erik kan se vad det är för något som ger upphov till ljudet är de ändå helt överens om att det är en hund. Det kunde väl lika gärna ha varit en katt eller en bil eller ett flygplan eller något annat?



Hur kan de veta att det är en hund de hör? Alltså att det är en hund som skäller.

Tinnitus

Tinnitus innebär att man hör ljud i öronen eller huvudet som inte är verkliga ljud. Det kan låta som brusande, pipande eller tjutande ljud. Tinnitus kan vara tillfällig eller långvarig, dvs. pågå hela tiden. Sätt kryss för ja eller nej! Diskutera därefter svaren i grupp.

	Ja	Nej
En rockkonsert kan orsaka tinnitus.		
Man kan få tinnitus genom att lyssna på stark musik i freestyle eller MP3-spelare.		
Om man bara lyssnar på musik som man gillar så slipper man få tinnitus även om ljudet är starkt.		
Små barn kan få tinnitus om de utsätts för starka ljud.		
Bara om det gör ont i öronen av den starka musiken finns det risk att få tinnitus.		
Stress, oro och trötthet kan också bidra till tinnitusbesvär.		
Ett enda tillfälle med höga ljud kan orsaka tinnitus.		
Stark musik kan ge tinnitus som är till besvär i många år.		
Det går alltid att helt bota långvarig tinnitus.		
Man kan få hjälp med att stå ut med långvarig tinnitus.		

Kortkopieringsunderlag till ”Vetenskap och tyckande”

OBS! i avsnitt 10.15 finns viktiga lärarinstruktioner inför denna övning!

Socialstyrelsen säger att ljudnivån inte bör vara mer än 90 decibel vid diskon och konserter där ungdomar under 12 år deltar. De är känsligare eftersom deras hörselgång är kortare.

Den som inte vill ha stark ljudvolym på ett disko kan gå hem.

En discjockey kan hyra en ljudutrustning som skadar hörseln på kort tid. En del människor anser att det borde krävas ”ljudkörkort” för den som skall hyra sådan utrustning!

Om vi lägger vår hand på en brännhet platta rycker vi genast undan handen. Men vårt öra saknar denna förmåga till skydd. Vi kan inte känna när ljudnivån är skadlig.

Örat tål en viss mängd ljud, men sedan måste det vila. Om man varit i miljöer med mycket ljud är det viktigt att vara i en tystare omgivning under resten av dagen.

Tinnitus orsakad av starka ljud går inte att bota, men däremot finns det hjälp man kan få för att stå ut med sin tinnitus.

Gravida skall inte utsätta sig för starka ljudnivåer eftersom fostret kan få hörselskador. Man vet att hörseln är färdigutvecklad redan när fostret är 6 månader.

Ett sätt att skydda hörseln på diskon är att höja ljudvolymen på de häftiga låtarna och sänka på de lugna.

En forskare, Kim Kähäri, fann att 74 % av rockmusikerna hade någon form av hörselnedsättning i den studie hon gjorde 2003.

Vuxna skall ta sitt ansvar och se till så att det inte är för höga ljudnivåer på diskon i skolan.

Man kan alltid lita på att discjockeyn ser till att ljudvolymen inte blir så stark att det kan vara skadligt.

Det inte är bra att ha stark musik för det finns små hårstrån i hörselnäcken. Om det går av allt för många strån kan man bli hörselskadad. Stråna vippar framåt och tillbaka. Vid låg musik vippar det lite och ju starkare ljud desto mer vippar dom. Till slut går de sönder.

Den medicinska definitionen på tinnitus är: Ljud som alltid hörs men som inte kommer från en yttre ljudkälla.

Det är bättre att musiken är för svag än att några får ont i öronen.

Om jag var på ett disko skulle jag ha gått fram och sänkt volymen om den var för stark både för min och andras skull. De som lyssnar på för stark musik kan få tinnitus som är mycket vanligt. Över en miljon människor har idag tinnitus i Sverige, och det är därför man inte skall utsätta sina kompisar med att spela stark musik.

Enligt Arbetsmiljöverkets allmänna råd från oktober 2005 bör inte bakgrundsljuden vara mer än 35 decibel i lokaler där undervisning bedrivs.

Det är lämpligt att skruva ner basen i CD-spelaren eller musikanläggningen så blir det inte så farligt med stark ljudvolym.

Man bör sätta högtalarna högt upp på en hylla så att dom som dansar inte får ljudet rakt in i öronen. Ljudvolymen minskar ju längre bort från högtalaren man är.

Om man är oense om ljudvolymen på en fest eller ett disko bör man rösta. Då blir det ett bra och rättvist beslut som ingen kan överklaga.

Jag tycker att den som har besvär av tinnitus på ett disko bör gå hem för att må bättre eller ta en promenad med en kompis. Och sen komma tillbaka om det känns bättre. Alla andra som vill sänka kan klara av att ha stark volym, för dom har inte tinnitus. Om de skulle ha det kunde de ändå gå hem eller ta en promenad tills de mår bra. För jag tycker det är oschyst att gå och säga: "Sänk volymen! Jag har tinnitus, för det är ett disko". Om jag skulle vara en av dem som ville att det skulle vara hög volym, då skulle det vara långtråkigt. Om jag skulle ha tinnitus på ett disko skulle jag inte gå och störa dem som har roligt. Jag skulle gå hem för att må bättre

Socialstyrelsen fann vid en studie 2003 att nästan hälften av diskoteken hade för hög ljudnivå. Flera träningslokaler hade också för höga ljudnivåer.

Många tonåringar anser att ljudnivån på diskon är för hög enligt den undersökning som Socialstyrelsen gjorde 2003.

Arbetsmiljöverket mäter den dagliga bullerdosen på arbetsplatser, eftersom man inte bör komma över en viss dos (mängd ljud) under en dag. Örat behöver tid för att återhämta sig.

En smällare typ påsk- eller nyårsraket kan orsaka hörselskada om man står för nära. Ett antal människor har skadat sin hörsel på detta sätt.

Forskning visar att ljudnivån oftast höjs under kvällens lopp på diskon.

De som är känsliga för starkt ljud kan ta med sig öronproppar, oavsett om de skall på en hockeymatch eller på ett musikevenemang. Då slipper man problemet med att hålla koll på ljudnivåer.

Studier visar att musiker vill ha starkt ljud men att de samtidigt är oroliga för sin hörsel.

Det finns musikhörselskydd som dämpar ljudet olika mycket. Dämpningen kan vara 9, 15 eller 25 decibel. Fördelen med dessa öronproppar är att de dämpar alla toner lika mycket, vilket de flesta andra hörselskydd inte gör. Därför låter musiken lika bra som i verkligheten fast bara lite svagare.

Många kan få hjälp med att stå ut med tinnitus genom att träna på att tänka på annat än det störande ljudet. Metoden fungerar ganska bra, men det kan ta lång tid att ändra på sättet att tänka.

Oro och stress (till och med olycklig kärlek) förvärrar oftast tinnitusbesvär.

Hörselexperter använder ibland en s.k. ljudsimulator som hjälp för tinnitusskadade. Den skadade bär apparaten som ger ifrån sig ljud så att man inte bara hör tinnitusljudet. Hjärnan får då hjälp att koncentrera sig på andra ljud än tinnitusljudet. Om man går med apparaten 8 timmar per dag tar det ungefär 1-2 år och sedan kan många leva ett bra liv trots att de har en svårare tinnitusskada.

Vi föds med ca 20 000 hårceller och de som förstörs nybildas aldrig. Det är hårcellerna i innerörat som registrerar alla ljud.

Snacket om starka ljudnivåer är överdrivet. Jag lyssnar ofta på stark musik och jag har minsann inte fått någon hörselskada.

Man kan få livslång tinnitus genom att lyssna på stark musik i MP3-spelare.

Det spelar ingen roll om man gillar den musik man lyssnar på eller inte. Man kan få tinnitus i alla fall.

Forskning visar att barn och ungdomar som lyssnar på för stark musik i MP3-spelare är omedvetna om detta. Och de tror inte heller att de själva riskerar att drabbas av hörselskador.

Det vanligaste sättet att tänka bland ungdomar är: Det är bara ”andra” som riskerar att få hörselskador som tinnitus av stark musik, men inte ”jag”.

Det finns ungdomsgrupper där man omedvetet tänker ”att vara ung, frisk och stark är detsamma som att klara av höga ljudnivåer”. För att känna sig accepterad i en sådan grupp använder man inte hörselskydd även om det skulle behövas.

VETENSKAPLIG KUNSKAP

TYCKANDE

Kommentarmaterial till ”Vetenskap och tyckande”

Det finns inget exakt rätt svar till alla utsagorna, utan bedömningen beror på hur utsagorna tolkas. Avsikten är inte att eleverna i första hand skall komma på vad som är ”rätt” svar, utan att deras diskussion av de olika utsagorna skall bidra till att utveckla deras kompetens i att bedöma vad som är vetenskaplig kunskap och inte. Dessutom bidrar övningen till att eleverna lär sig mer om hälsofrågor i relation till ljudmiljöer.

Följande utsagor bygger på vetenskaplig kunskap:

Socialstyrelsen säger att ljudnivån inte bör vara mer än 90 decibel vid diskon och konserter där ungdomar under 12 år deltar. De är känsligare eftersom deras hörselgång är kortare.

Om vi lägger vår hand på en brännhet platta rycker vi genast undan handen. Men vårt öra saknar denna förmåga till skydd. Vi kan inte känna när ljudnivån är skadlig.

Örat tål en viss mängd ljud, men sedan måste det vila. Om man varit i miljöer med mycket ljud är det viktigt att vara i en tystare omgivning under resten av dagen.

Tinnitus orsakad av starka ljud går inte att bota, men däremot finns det hjälp man kan få för att stå ut med sin tinnitus.

Gravida skall inte utsätta sig för starka ljudnivåer eftersom fostret kan få hörselskador. Man vet att hörseln är färdigutvecklad redan när fostret är 6 månader.

En forskare, Kim Kähäri, fann att 74 % av rockmusikerna hade någon form av hörselnedsättning i den studie hon gjorde 2003.

Det inte är bra att ha stark musik för det finns små hårstrån i hörselsnäcken. Om det går av allt för många strån kan man bli hörselskadad. Stråna vippar framåt och tillbaka. Vid låg musik vippar det lite och ju starkare ljud desto mer vippar dom. Till slut går de sönder.

Den medicinska definitionen på tinnitus är: Ljud som alltid hörs men som inte kommer från en yttre ljudkälla.

Enligt arbetsmiljöverkets allmänna råd från oktober 2005 bör inte ljudnivån i lokaler där undervisning bedrivs vara mer än 35 decibel.

Man bör sätta högtalarna högt upp på en hylla så att dom som dansar inte får ljudet rakt in i öronen. Ljudvolymen minskar ju längre bort från högtalaren man är.

Socialstyrelsen fann vid en studie 2003 att nästan hälften av diskoteken hade för hög ljudnivå. Flera träningslokaler hade också för höga ljudnivåer.

Många tonåringar anser att ljudnivån är för hög på diskon enligt den undersökning som Socialstyrelsen gjorde 2003.

Arbetsmiljöverket mäter den dagliga bullerdosen på arbetsplatser, eftersom man inte bör komma över en viss dos (mängd ljud) under en dag. Örat behöver tid för att återhämta sig.

En smällare typ påsk- eller nyårsraket kan orsaka hörselskada om man står för nära. Ett antal människor har skadat sin hörsel på detta sätt.

Forskning visar att ljudnivån oftast höjs under kvällens lopp på diskon.

Studier visar att musiker vill ha starkt ljud men att de samtidigt är oroliga för sin hörsel.

Det finns musikhörselskydd som dämpar ljudet olika mycket. Dämpningen kan vara 9, 15 eller 25 decibel. Fördelen med dessa öronproppar är att de dämpar alla toner lika mycket, vilket de flesta andra hörselskydd inte gör. Därför låter musiken lika bra som i verkligheten fast bara lite svagare.

Många kan få hjälp med att stå ut med tinnitus genom att träna på att tänka på annat än det störande ljudet. Metoden fungerar ganska bra, men det kan ta lång tid att ändra på sättet att tänka.

Hörselexperter använder ibland en s.k. ljudsimulator som hjälp för tinnitusskadade. Den skadade bär apparaten som ger ifrån sig ljud så att man inte bara hör tinnitusljudet. Hjärnan får då hjälp att koncentrera sig på andra ljud än tinnitusljuden. Om man går med apparaten 8 timmar per dag tar det ungefär 1-2 år och sedan kan många leva ett bra liv trots att de har en svårare tinnitusskada.

Oro och stress (till och med olycklig kärlek) förvärrar oftast tinnitusbesvär.

Vi föds med ca 20 000 hårceller och de som förstörs nybildas aldrig. Det är hårcellerna i innerörat som registrerar alla ljud.

Man kan få livslång tinnitus genom att lyssna på stark musik i MP3-spelare.

Det spelar ingen roll om man gillar den musik man lyssnar på eller inte. Man kan få tinnitus i alla fall.

Forskning visar att barn och ungdomar som lyssnar på för stark musik i MP3-spelare är omedvetna om detta. Och de tror inte heller att de själva riskerar att drabbas av hörselskador.

Det vanligaste sättet att tänka bland ungdomar är: Det är bara ”andra” som riskerar att få hörselskador som tinnitus av stark musik, men inte ”jag”.

Det finns ungdomsgrupper där man omedvetet tänker ”att vara ung, frisk och stark är detsamma som att klara av höga ljudnivåer”. För att känna sig accepterad i en sådan grupp använder man inte hörselskydd även om det skulle behövas.

Följande utsagor är enbart tyckande:

Den som inte vill ha stark ljudvolym på ett disko kan gå hem.

Ett sätt att skydda hörseln på diskon är att höja ljudvolymen på de häftiga låtarna och sänka på de lugna. *(Kommentar: Alltför hög ljudvolym är lika skadligt oavsett val av musik).*

Man kan alltid lita på att discjockeyn ser till att ljudvolymen inte blir så stark att det kan vara skadligt.

Det är lämpligt att skruva ner basen i CD-spelaren eller musikanläggningen så blir det inte så farligt med stark ljudvolym. *(Kommentar: Diskantljuden är farligare för hörseln än basljuden, eftersom talet ligger inom detta område).*

Om man är oense om ljudvolymen på en fest eller ett disko bör man rösta. Då blir det ett bra och rättvist beslut som ingen kan överklaga. *(Kommentar: Bör ett demokratiskt förhållningssätt i den egna klassen/gruppen vara viktigare än hälsofrågor? Vad avser ljudvolymfrågor så finns det demokratiskt beslutade lagar baserade på kunskap om vad som är skadligt. Resultatet från den nationella utvärderingen (2003) i skolor 5 visade att många elever satte demokrati före hälsofrågor).*

Jag tycker att den som har besvär av tinnitus på ett disko bör gå hem för att må bättre eller ta en promenad med en kompis. Och sen komma tillbaka om det känns bättre. Alla andra som vill sänka kan klara av att ha stark volym, för dom har inte tinnitus. Om de skulle ha det kunde de ändå gå hem eller ta en promenad tills de mår bra. För jag tycker det är oschyst att gå och säga: ”Sänk volymen! Jag har tinnitus, för det är ett disko”. Om jag skulle vara en av dem som ville att det skulle vara hög volym, då skulle det vara långtråkigt. Om jag skulle ha tinnitus på ett klassdisko skulle jag inte gå och störa dem som har roligt. Jag skulle gå hem för att må bättre.

Snacket om att starka ljudnivåer är överdrivet. Jag lyssnar ofta på stark musik och jag har minsann inte fått någon hörselskada. (*Påståendet syftar till att lyfta diskussionen om den egna sårbarheten, se även avsnitt 1.3*).

Följande utsagor kan tolkas på olika sätt:

Här finns ett antal utsagor som går att tolka på olika sätt.

En discjockey kan hyra en ljudutrustning som skadar hörseln på kort tid. En del människor anser att det borde krävas "ljudkörkort" för den som skall hyra sådan utrustning! (*Kommentar: Utsagan baseras på experters tyckande, samtidigt som deras tyckande baseras på vetenskaplig kunskap*).

Vuxna skall ta sitt ansvar och se till så att det inte är för höga ljudnivåer på diskon i skolan. (*Någon tycker, men tyckandet kan vara baserat på kunskap om ljudnivåer*).

Om jag var på ett disko skulle jag ha gått fram och sänkt volymen om den var för stark både för min och andras skull. De som lyssnar på för stark musik kan få tinnitus som är mycket vanligt. Över en miljon människor har idag tinnitus i Sverige, och det är därför man inte skall utsätta sina kompisar med att spela stark musik. (*Någon tycker, men tyckandet är baserat på kunskaper*).

De som är känsliga för starkt ljud kan ta med sig öronproppar, oavsett om de skall på en hockeymatch eller på ett musikevenemang. Då slipper man problemet med att hålla koll på ljudnivåer. (*Det finns personer som blivit överkänsliga för ljud, oftast i samband med tinnitus, och utifrån det perspektivet är utsagan vetenskaplig. Utsagan kan också tolkas som att personen har kunskap om att öronproppar skyddar när ljudnivåerna blir alltför höga. Men påståendet att man slipper problemet med att hålla koll på ljudnivåer bygger enbart på tyckande*).

Valet är mitt eget

Här kommer ett antal förslag på hur man kan tänka eller hur man kan göra i olika situationer. Var riktigt ärlig mot dig själv och fundera på hur du väljer att göra? Sätt ett kryss i den ruta som passar bäst.

	Ja, så väljer jag	Ja, så väljer jag kanske	Vet ej	Nja, så väljer knappast jag	Nej, så väljer jag inte
Om jag anser att ljudvolymen på ett disko är för stark så säger jag till någon som kan påverka ljudvolymen.					
Jag tycker det är pinsamt att säga till om ljudvolymen även om jag tycker att den är för stark, så jag säger inget.					
Om man röstat om ljudvolymen och att höja vinner tycker jag det är ok att höja fastän jag egentligen vill sänka. Demokrati är viktigare än hälsan.					
Jag kommer att använda öronproppar på konserter om ljudvolymen är för stark.					
Egentligen vill jag använda öronproppar på konserter, men det känns pinsamt. Därför använder jag dem inte.					
Jag sänker ljudvolymen i hörlurar från t.ex. MP3-spelare om jag tror att den är för stark trots att jag egentligen gillar när det är starkt.					
Jag tänker sällan på att min hörsel kan skadas av stark ljudvolym. Därför bryr jag mig inte.					
Jag låter ljudvolymen på en fest vara stark även om det kan finnas viss risk för att kamraternas hörsel kan skadas.					

Ljudnivån på diskon - Muntlig introduktion

SKOLDISKOT

Sara hällde upp sista påsen chips i en stor skål och slängde den tomma påsen.

– Äntligen klara, tänkte hon och tillade högt. Nu börjar de andra att komma om tjugo minuter.

Hon såg sig omkring i matsalen. Alla bord hade burits ut och stolarna hade placerats längs väggarna. Flera skålar med godis, popcorn, chips och flaskor med dricka var framdukade. Sara kände hur det vattnade sig i munnen och kunde inte motstå några läckra chips. I ett hörn stod ett litet bord, som de lämnat kvar. Där skulle diskjockeyn stå och spela skivor. Hon och de andra i förberedelsegruppen hade gjort ett kanonjobb! De hade haft en omröstning på skolan om vem som skulle få vara diskjockey. Det var många som ville och frågan var vem som skulle få vara discjockey. Till slut hade elevrådet föreslagit att det skulle vara någon från nian och att man skulle ha en omröstning. Patrik hade vunnit. Han var ganska populär och det var flera tjejer på skolan som var hemligt kära i honom. Kanske var det därför som han fått så många röster...

Lisa kammade igenom håret en sista gång, satte upp luggen med ett hårspänne och log mot sig själv i spegeln. Hon älskade att dansa och tyckte att det var jättekul att gå på diskon! Pirrigast var det att dansa tryckare, särskilt om det var med någon som man tyckte om lite grand.

– Liiiiisa, vi måste åka nu annars kommer du för sent till diskot! Lisas mamma ropade från köket och Lisa studsade ner för trappan till hallen och satte på sig ytterjackan.

Anders sparkade argt till en sten och suckade. Han och hans mamma hade precis haft ett stort bråk. Anders ville ha sina favoritjeans på diskot, men det ville hans mamma inte gå med på eftersom det var ett hål i dem.

– Dumma, knäppa mamma, mumlade han. Vad spelar det för roll om jag har ett pyttelitet hål på knäet som knappt syns?

Det hade slutat med att Anders hade smitit ut genom altandörren, utan att hans mamma hade märkt det, iklädd sina favoritbyxor. Nu kände han en viss triumf av glädje, samtidigt som han var både ledsen och arg.

Klockan åtta skulle diskot börja och väldigt många kom på en gång. Många hade klätt upp sig lite extra inför diskot och plötsligt kändes alla skolkamraterna lite mer spännande. Det pratades och skrattades förväntansfullt i det överfulla kapprummet, medan jackorna åkte av. Minuterna innan hade förberedelsegruppen dragit för alla gardiner, släckt ljuset och tänt de diskolampor som de lånat. Patrik hade satt på musik på låg volym och matsalen såg verkligen helt annorlunda ut än den brukade göra på dagtid. Nu kunde diskot börja på allvar och Patrik satte på en häftig låt och höjde volymen. Efter några låtar hade dansandet kommit igång ordentligt och nästan alla var med på dansgolvet. Anders, som fortfarande var på dåligt humör satt på en stol och åt chips. Han var inte det minsta sugen på att

dansa och hade inte särskilt kul. Lisa och Sara däremot, dansade för fullt och hade hur kul som helst.

Efter ett tag tyckte Lisa att musiken kändes för hög. Hon fick nästan ont i öronen och gick ut i kapprummet för att ta lite luft och vila lite. Då kände hon att det surrade i öronen och blev lite orolig. Sara fortsatte att dansa och njöt av att röra på kroppen till riktigt bra musik. Hon gjorde tummen upp till Patrik som stod och grejade med sina skivor.

– Så bra allt hade blivit, tänkte hon och kände sig lite stolt över att hon hade varit med och ordnat diskot.

Hon avbröts i sina funderingar av att musiken plötsligt sänktes och hon tittade bort mot Patrik. Lisa stod där borta och pratade med honom.

– Høj! ropade Sara.

När inget hände gick hon bort till diskjockeybordet.

– Hör ni dåligt, eller...? frågade hon och rynkade pannan.

– Lisa tycker att det var för högt, svarade Patrik.

– Det var det ju inte alls, mumlade Sara argt tillbaka. Det var ju precis lagom! Förresten så vänjer sig örat efter ett tag!

Anders, som fortfarande satt och åt chips, hörde vad det handlade om och gick dit. Han log lite inombords och sa med retsam röst.

– Det har ju varit för lågt hela tiden – om det inte är hög volym så blir det ju inget disko, det förstår du väl! Om du inte tål det så får du väl gå hem!

Anders fick medhåll av några andra. Patrik kliade sig i nacken, suckade tyst och höjde försiktigt ljudet igen.

– Det är ju bara töntar som vill ha hög volym, sa Erik och tog fram en ny CD-skiva till Patrik. Jag tycker att ni kan gå ut och skrika istället. Det går ju inte ens att prata om det skall vara den ljudvolym som ni vill ha!

Patrik såg frågande ut och kände sig osäker på hur han skulle göra. Plötsligt sänkte han ljudet och sa med ett glatt leende.

– Vi röstar om vi skall höja eller sänka! Hur många vill sänka?

– Stopp! Kan vi inte ha på mittemellan, så det blir lagom för alla, avbröt någon.

– Det går väl inte, för en tycker lagom är för lågt. Och en annan tycker lagom är för starkt, så det går inte att säga lagom. Så lagom kan ju inte finnas!

– Då måste vi i alla fall bestämma om vi skall höja eller sänka. Antingen höjer vi eller så sänker vi. Hur många vill sänka?

Tolv händer åkte snabbt upp.

– Och hur många vill...

Patrik kom inte längre förrän Nina, som just kommit in, avbröt.

– Skall vi ha ett demokratiskt beslut, så kan vi väl lika gärna singla slant?

Sara tyckte att nu fick det vara nog och utbrast med otålig röst.

– Finns det ingen som kan låna ut hörselproppar till dem som har... tinus! Annars får ni väl hålla för öronen! Så häääär!

Hon stoppade demonstrativt pekfingerarna i öronen och skakade på huvudet.

– Tinnitus, heter det... och det vet väl du inget om... eller? undrade Lisa.

– Högt ljud är inte farligt om man tycker om musiken, det har jag hört, sa Sara.

– Det har du fått om bakfoten, all stark musik kan skada hörseln! inflikade Erik.

– HÖJ! skrek Anders.

– SÄNK! skrek Erik.

Ljudnivån på diskon - elevblad

Människor gör ständigt en mängd val av olika slag. Det kan vara vilket godis som skall köpas, vilken film som skall ses, när läxan skall läsas o.s.v. För att du skall kunna göra bra och genomtänkta val i viktiga frågor är det enklare om du är medveten om vilka argument du har både för och mot ett val.

Kanske har du varit på ett disko och funderat på musikens ljudvolym. Kanske har du funderat på den ljudvolym du väljer att lyssna till när du själv lyssnar på musik. Eller så har du helt enkelt inte tänkt på ljudvolymen.

Tänk dig att du är på ett disko och samma problem uppstår som i berättelsen du just hört. Ni är oeniga om vilken ljudvolym som är lämpligast. Några vill höja volymen och några vill sänka? Hur skall ni göra? Vad anser du och varför?

Mitt val är (sätt ett kryss):

Höja ljudvolymen Sänka ljudvolymen Inte göra något alls

Argument för mitt val är:.....

.....

.....

.....

.....

.....

Argument mot mitt val är:.....

.....

.....

.....

.....

Mina tillägg eller ändringar av argument efter gruppdiskussionen är (stryk under vetenskapliga argument):

Nya argument för mitt val är:.....
.....
.....
.....
.....
.....

Nya argument mot mitt val är:.....
.....
.....
.....
.....

Mitt val efter diskussionerna är (sätt ett kryss):

Höja ljudvolymen Sänka ljudvolymen Inte göra något alls

Vad tycker elever?

Så här har elever formulerat argument som är för en höjning av ljudnivån på ett disko. Vad tycker du om dessa argument? Sätt ett kryss i den ruta som du tycker stämmer bäst.

<i>Argument för höjd ljudvolym.</i>	<i>Ja, så tycker jag</i>	<i>Ja, lite så tycker jag</i>	<i>Vet ej</i>	<i>Nja, så tycker knappast jag</i>	<i>Nej, så tycker jag inte alls</i>
1. Man bör ha hög ljudvolym, det är mesigt att sänka.					
2. Man hör takten bättre, det är roligare, man släpper loss, mer spänning...					
3. Ljudet bör vara starkt (125dB) för om man har svagare ljud blir det ungefär som en pensionärsfest!					
4. Om det är för svagt så hör man när dom andra pratar med varandra. Och om man börjar sjunga hör dom andra och då kan dom börja skratta.					
5. Man dansar mer och kan hålla takten mycket bättre.					
6. Utan hög ljudvolym är det inte alls något disko.					
7. Var och en skall väl kunna få som den vill.					
8. Det är ingen fara med mina öron eftersom jag tål hög ljudvolym.					

Så här har elever formulerat argument som är för en sänkning av ljudnivån på ett disko.
 Vad tycker du? Sätt ett kryss i den ruta som du tycker stämmer bäst.

<i>Argument mot höjd ljudvolym.</i>	<i>Ja, så tycker jag</i>	<i>Ja, lite så tycker jag</i>	<i>Vet ej</i>	<i>Nja, så tycker knappast jag</i>	<i>Nej, så tycker jag inte alls</i>
9. Det är bättre att sänka än att höja för då förstör man ju hela sitt liv typ. Annars är det ju som att ha en dammsugare på 75 decibel i öronen dygnet runt.					
10. Hög musik kan skada örat, och man borde inte rösta om en sådan sak. För musik är inte viktigare än hälsan!					
11. Ljudvolymen är ju ett problem för vissa elever och om det finns någon som inte mår bra kan man inte bara skita i det utan man måste gör så att alla mår bra. Alla skall också tycka att volymen är okej.					
12. Man skall inte behöva skrika till kompiserna som står 30 centimeter ifrån.					
13. Om man sänker är det mindre risk för att få ont i öronen i framtiden. Men hög volym orsakar mer än ont i öronen det orsakar tinnitus också. Och det kan även försämra stämbanden för om man pratar högt så blir ju rösten sämre. Och försämras hörseln blir det ju riktigt stora problem i framtiden.					
14. Man får ju tänka på att det är ett SKOLDISKO, och inte någon pub eller bar. Och på ett skoldisko skall ju alla kunna vara utan att få hörselskada					