



ÅK 9

Kvävets väg genom en våtmark

kemi och bioindikatorer i Alhagens avloppsvåtmark

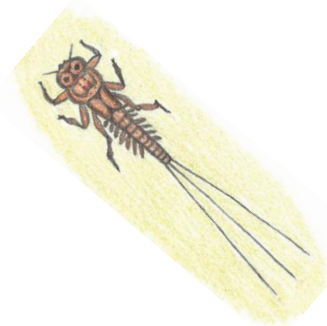


Förord

Som en av de största våtmarkerna för rening av avloppsvatten i Sverige är Alhagens våtmark ett utmärkt ställe för studier av reningsprocesser, naturens kretslopp och den biologiska mångfalden. Denna handledning syftar till att ge lärarna i NO i åk 9 den information som behövs inför förarbetet, fältdagen i Alhagen och i efterarbetet. Här finns fakta om bland annat reningsprocesserna och bioindikatorer. Undersökningarna i fält skall leda fram till diskussioner om kvävet kretslopp, nitrifikation, denitrifikation, bioindikatorer, ekosystemtjänster och hur människan påverkar ekosystem i Östersjön. Indirekt är det blåstången och de arter som är beroende av den som har huvudrollen denna dag.

Fältarbetet i Alhagen skall vara en del av arbetet med det centrala innehållet inom kemi och biologi för åk 7 - 9 enligt läroplanen Lgr 11. Se aktuella citat ur kursplanerna för kemi och biologi nedan.

Om besöket i Alhagen sätts in i ett sammanhang och fältstudierna blir en del av ett tema där skolans ordinarie skolarbete och läromedel ingår, kan elevernas kunskap fördjupas. När andra ämnen integreras och relevanta lektionspass läggs i anslutning till fältdagen får eleverna sina kunskaper sätta i ett större sammanhang.



Vid frågor om denna handledning, kopior eller dylikt hör av er till Nynäshamns Naturskola på nedanstående telefonnummer eller adress.

Tack till VA-förvaltningen som möjliggör studierna vid våtmarken i Alhagen.

Robert Lättman-Masch, Mats Wejdmark
Nynäshamns kommun
Naturskolan
149 81 Nynäshamn
Tel, 08 52073708, 08 52073709



Robert Lättman-Masch och Mats Wejdmark

© Nynäshamns Naturskola, rev dec 2019

Postadress Nynäshamns kommun Naturskolan 149 81 Nynäshamn	Besöksadress Sjöudden Slutet på Storeksvägen Ösmo	Tel 08 520 73709 08 520 73708	Fax 08 520 38590	Mobil Mats 08 520 73709 Robert 08 520 73708	E-post mats.wejdmark@nynashamn.se robert.lattman-masch@nynashamn.se
Hemsida www.nynashamnsnaturskola.se					

Lgr 11

Genom arbetet i Alhagens våtmark får eleverna möjlighet att träna sina förmågor att:

- använda kunskaper i kemi för att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor som rör energi, miljö, hälsa och samhälle
- genomföra systematiska undersökningar i kemi, och
- använda kemins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara kemiska samband i samhället, naturen och inuti människan.

Centralt innehåll inom ämnet kemi i årskurs 7 - 9

Kemin i naturen

- Kemiska föreningar och hur atomer sätts samman till molekyl- och jonföreningar genom kemiska reaktioner.
- Vatten som lösningsmedel och transportör av ämnen, till exempel i mark, växter och människokroppen. Lösningar, fällningar, syror och baser samt pH-värde.
- Några kemiska processer i mark, luft och vatten ur miljö- och hälsosynpunkt.

Kemin i vardagen och samhället

- Processer för att rena dricksvatten och avloppsvatten lokalt och globalt.
- Innehållet i mat och drycker och dess betydelse för hälsan. Kemiska processer i människokroppen, till exempel matspjälkning.
- Vanliga kemikalier i hemmet och i samhället, till exempel rengöringsprodukter, kosmetika, färger och bränslen samt hur de påverkar hälsan och miljön.
- Aktuella samhällsfrågor som rör kemi.

Kemins metoder och arbetssätt

- Systematiska undersökningar. Formulering av enkla frågeställningar, planering, utförande och utvärdering.
- Dokumentation av undersökningar med tabeller, diagram, bilder och skriftliga rapporter.

Centralt innehåll inom ämnet biologi i årskurs 7 - 9

Natur och samhälle

- Människans påverkan på naturen lokalt och globalt. Möjligheter att som konsument och samhällsmedborgare bidra till en hållbar utveckling.
- Ekosystems energiflöde och kretslopp av materia. Fotosyntes, förbränning och andra ekosystemtjänster.

Biologin och världsbilden

- Historiska och nutida upptäckter inom biologiområdet och deras betydelse för samhället, människors levnadsvillkor samt synen på naturen och naturvetenskapen.

Biologins metoder och arbetssätt

- Fältstudier och experiment. Formulering av enkla frågeställningar, planering, utförande och utvärdering.
- Dokumentation av undersökningar med tabeller, diagram, bilder och skriftliga rapporter.

De 17 globala målen

Elevernas arbete i Alhagen är en del av lärandet för hållbar utveckling vilket berör mål 4.

DELMÅL 4.7 UTBILDNING FÖR HÅLLBAR UTVECKLING OCH GLOBALT MEDBORGARSKAP

Senast 2030 säkerställa att alla studerande får de kunskaper och färdigheter som behövs för att främja en hållbar utveckling, bland annat genom utbildning för hållbar utveckling och hållbara livsstilar, mänskliga rättigheter, jämställdhet, främjande av en kultur av fred, icke-våld och globalt medborgarskap samt värdesättande av kulturell mångfald och kulturens bidrag till hållbar utveckling.



Alhagens våtmark, som en del i Nynäshamns kommuns arbete med avloppsrening och skyddandet av Östersjöns ekosystem, berör främst dessa tre globala mål.

DELMÅL 6.3 FÖRBÄTTRA VATTENKVALITET OCH AVLOPPSRENING SAMT ÖKA ÅTERANVÄNDNING

Till 2030 förbättra vattenkvaliteten genom att minska föroreningar, stoppa dumpning och minimera utsläpp av farliga kemikalier och material, halvera andelen obehandlat avloppsvatten och väsentligt öka återvinningen och en säker återanvändning globalt.



DELMÅL 6.6 SKYDDA OCH ÅTERSTÄLL VATTENRELATERADE EKOSYSTEM

Senast 2020 skydda och återställa de vattenrelaterade ekosystemen, däribland berg, skogar, våtmarker, floder, akviferer och sjöar.

DELMÅL 14.1 MINSKA FÖRORENINGARNA I HAVEN

Till 2025 förebygga och avsevärt minska alla slags föroreningar i havet, i synnerhet från landbaserad verksamhet, inklusive marint skräp och tillförsel av näringsämnen.

DELMÅL 14.2 SKYDDA OCH ÅTERSTÄLL EKOSYSTEM

Senast 2020 förvalta och skydda marina och kustnära ekosystem på ett hållbart sätt för att undvika betydande negativa konsekvenser, bland annat genom att stärka deras motståndskraft, samt vidta åtgärder för att återställa dem i syfte att uppnå friska och produktiva hav.



DELMÅL 15.9 INTEGRERA EKOSYSTEM OCH BIOLOGISK MÅNGFALD I NATIONELL OCH LOKAL FÖRVALTNING

Senast 2020 integrera ekosystemens och den biologiska mångfaldens värden i nationella och lokala planerings- och utvecklingsprocesser, strategier för fattigdomsminskning samt räkenskaper



ALHAGENS VÅTMARK

Bakgrundsfakta

Övergödningen

De senaste decennierna har övergödningen av Östersjön blivit en fråga som tagits på allt större allvar. Utslagna blåstångbälten och syrefria bottenar är indirekta symptom på ett för stort tillflöde av näringsämnen. Detta drabbar i sin tur fortplantningen hos många djurarter som utnyttjar blåstången som "barnkammare". Även torskens fortplantning är i fara då rommen, som kräver en salthalt som bara finns på stora djup, dör av syrebrist. Det var bland annat denna vetenskap som gjorde att riksdagen 1991 beslöt att de stora kustnära reningsverken skulle sänka sina kväveutsläpp till hälften.

Alhagen, en konstgjord våtmark

Nynäshamns reningsverk, som saknade det biologiska reningssteget för kvävereduktion, blev ålagt att komplettera sin anläggning för att klara de nya villkoren innan 1999. Nynäshamns kommun beslutade då att anlägga en våtmark som kvävefälla. Alhagen ligger i en dalgång som sträcker sig 2,5 km i SV/NO riktning. Innan våtmarken anlades fanns en naturlig kärrmark i den norra delen närmast utloppet till Östersjön. Den södra delen utgjordes av igenvuxen åkermark och det var där som man 1997 anlade ett antal grunda dammar.

Våtmarken som kvävefälla

Målet med processen är att hälften av kvävet i det renade avloppsvattnet som kommer till våtmarken, till stor del i form av ammonium, skall omvandlas till vanligt luftkväve. Från klarningsbassängerna i våtmarkens södra del leds det kväverika vattnet ut till de två inloppsdammarna, östra och västra. Dessa två dammar fylls på och töms växelvis (varannan dag) för att öka syrehalten i vattnet. På så sätt gynnas de bakterier som omvandlar ammonium, via nitrit till nitrat, det vill säga den syrekrävande process som kallas nitrifikation. Syresättningen ökar också när vattnet rinner ner via översilningsytan på väg ner mot "Skålpussen" (se karta).

Från dessa syrerika dammar kommer sedan vattnet till nedre delen av våtmarken, "Starrträsk" och "Vasträsk". Växtligheten tillför ytterligare syre via fotosyntesen men på grund av att vattennivån i denna del är relativt stabil och vattnet är relativt stillastående ges förutsättning för en syrefattig miljö i de djupare partierna. Detta gynnar bakterier som har förmågan att utnyttja det syre som finns i nitrat (NO_3). Nitrat omvandlas på så sätt, via nitrit (NO_2), till luftkväve (N_2) genom så kallad denitrifikation. Växtligheten fungerar, förutom som syreproducent, också som tillväxtplats och kolkälla för de viktiga bakterierna.

Bakteriernas arbete med att omvandla kväveföreningar till luftkväve är ett exempel på en reglerande ekosystemtjänst. Alhagen som område bidrar också till en kulturell ekosystemtjänst genom bland annat att ge förutsättningar för friluftsliv. Läs mer om ekosystemtjänster [här](#).

SBR-anläggningen

Under 2003 startades en ny biologisk reningsanläggning som ytterligare ett steg innan våtmarken. Anläggningen tar emot brunns slam inom kommunen sedan varje kommun i Sverige blivit ålagda att ta hand om sitt eget slam. Brunns slammet kommer från invånare med enskilt avlopp och från sommarstugor. Den nya anläggningen kommer också att ta emot det vanliga kommunala avloppet under vinterhalvåret när våtmarkens funktion till viss del försämras och vid tillfällen under övriga året när det är låg belastning av brunns slammet. SBR betyder satsvis biologisk rening och fungerar som en nitrifikationsdamm men också som nedbrytare av organiskt material (BOD). Syre pumpas in och ammonium omvandlas till nitrat. Det gör att de stora mängderna ammonium som förr kom till våtmarken nu till stor del har ersatts av nitrat (se tabell s 6).

Nitrifikation och denitrifikation

Nitrifikationen är en aerob process. Det innebär att processen endast äger rum om det finns syre i vattnet. Ammonium omvandlas i detta skede av reningen till nitrat. Processen sker i två steg med nitrit som mellansteg. Båda stegen sker med hjälp av bakterier (Nitrosomas respektive Nitrobacter).

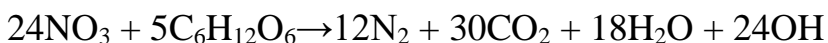
reaktionsformel:



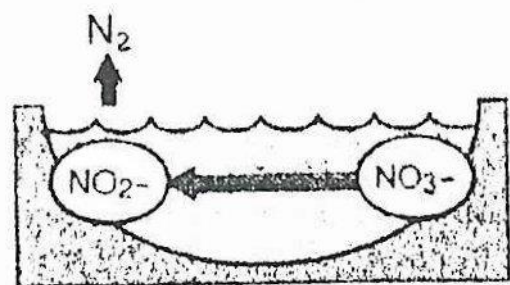
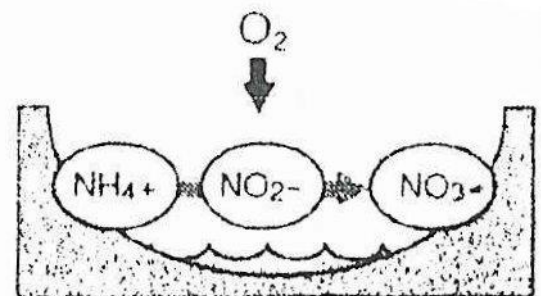
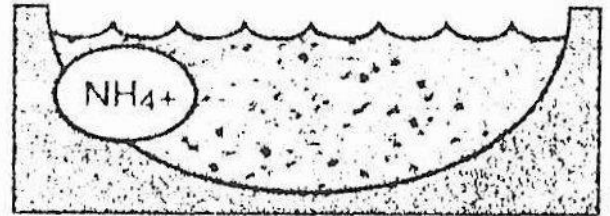
Bakterierna använder NH_4^+ och NO_2^- som energikälla och behöver inget organiskt kol. Däremot behövs koldioxid som kolkälla vid uppbyggnad av cellerna. Syret som krävs för processen tillförs på flera ställen i reningssystemet. Innan våtmarken i SBR-anläggningen pumpas syre in, i inloppsdammarna syresätts vattnet genom att dammarna växelvis töms och fylls på, i översilningsytan diffunderar ytterligare syre in i vattnet och slutligen i de nedre delarna av våtmarken, där det till stor del skall råda syrebrist, tillförs en del syre med hjälp av fotosyntesen hos vattenväxterna. När avloppsvattnet kommer in i inloppsdammarna kommer de positiva ammoniumjonerna att sätta sig på de negativt laddade markpartiklarna. När vattnet sedan töms kommer syret in och gör det möjligt för bakterierna att nitrifiera ammoniumet. Eftersom vätejoner (H^+) frigörs har processen en viss försurande effekt.

Denitrifikationen av nitrat sker också med nitrit som mellanform (även dikväveoxid, lustgas, är en mellanform) innan slutprodukten N_2 (luftkväve) avges till atmosfären. I denna process behöver bakterierna en energikälla. Kolkällan i detta fall kommer från de växter som finns i våtmarken. I formeln nedan är glykos energikälla. Glykos är en av de sockerarter som våtmarkens växter byggs upp av genom fotosyntesen. När växterna dör bryter bakterierna ner sockret i sin ämnesomsättning till koldioxid och vatten (jämför med kompostering).

reaktionsformel:



Reaktionen sker bara under syrefria förhållanden. Bakterierna kommer att börja använda vanligt syre om det finns tillgängligt. Eftersom bakterierna använder växterna som kolkälla (energi källa) behöver växtligheten inte skördas då de ändå bryts ner enligt formeln ovan. Reaktionen frigör hydroxidjoner (OH^-) som kompenserar den försurande effekt som nitrifikationen hade i reningens inledning.



Rening av kväve och fosfor - statistik

Kommunen får, från och med 2015, släppa ut högst 10 mg totalkväve per liter (årsmedelvärde) från våtmarken och reningsverket direkt ut i Mysingen. Tidigare låg gränsen på 15 mg. På Nynäshamns kommuns vattenlaboratorium mäts ammonium, totalfosfor och pH kontinuerligt på två provpunkter i våtmarken.

Statistiken nedan kommer från de miljörapporter som vattenlabbet på VA-avdelningen sammanställt.

År	Ammonium mg/l	
	Till Alhagen	Från Alhagen till Östersjön.
2000	34	8,8
2001	36	9,9
2002	28	9,8
2004	14	3,3
2005	14	2,6
2011	16	5,8
2014	16	2,2

I tabellen ovan syns skillnaden i mängden ammonium som kommer till Alhagen från reningsverket efter att SBR-anläggningen sattes i bruk. Ammonium omvandlas till nitrat i SBR med hjälp av bakterier som förses med syre med hjälp av pumpar. De första åren i Alhagen fick eleverna späda sina prover med destillerat vatten för att testutrustningen skulle klara de höga halterna av ammonium.

År	Kväveutsläpp från Alhagen		Fosforutsläpp från Alhagen		Krav på rening Gränsvärde för utsläpp av kväve
	Totalkväve mg/l	Reduktion i Alhagen	Totalfosfor mg/l	Reduktion i Alhagen	
2000	17 mg	70 %	0,25 mg	?	15 mg/l
2001	20 mg	70 %	0,23 mg	75 %	15 mg/l
2002	17 mg	63 %	0,19 mg	?	15 mg/l
2003	16 mg	?	0,12 mg	?	15 mg/l
2004	8,0 mg	67 %	0,08 mg	82 %	15 mg/l
2005	6,6 mg	66 %	0,08 mg	67 %	15 mg/l
2006	6,8 mg	67 %	0,07 mg	74 %	15 mg/l
2007	6,2 mg	72 %	0,06 mg	83 %	15 mg/l
2008	7,1 mg	67 %	0,07 mg	81 %	15 mg/l
2009	7,7 mg	66 %	0,06 mg	74 %	15 mg/l
2011	8,2 mg	67 %	0,07 mg	81 %	15 mg/l
2013	7,9 mg	72 %	0,06 mg	79 %	15 mg/l
2014	6,9 mg	76 %	0,06 mg	89 %	15 mg/l
2015	5,9 mg	78 %	0,09 mg	91 %	10 mg/l
2016	10 mg	71 %	0,08 mg	89 %	10 mg/l
2017	14 mg	56 %	0,12 mg	86 %	10 mg/l
2018	10 mg	60 %	0,12 mg	84 %	10 mg/l

I tabellen syns tydligt att den nya SBR-anläggningen som byggdes 2003 gav resultat. De totala kväveutsläppen minskade med hälften.

Från 2016 syns tydligt förhöjda halter som släppts ut till Östersjön. 2017 överskreds det tillåtna värdet på 10 mg kväve per liter vatten. Orsaken till detta var bristande underhåll vilket bland annat ledde till att en del av flödet från en damm till en annan stoppades. Det innebär att en del av våtmarken snörptes av och vattnet "hoppade över" delar av dammarna. För att reningen ska fungera behövs alla de ytor som finns i Alhagen. Det är på ytorna som bakterierna sitter och gör sitt viktiga jobb. Snabba åtgärder gjorde att trenden vände och återigen hamnade under riktvärdet på 10 mg.

Undersökningar för årskurs 9



Undersökningar som alla fem grupper ska göra

- Kemiska mätningar
- Håvning efter bottenlevande djur

Kemiska mätningar

För att kunna avgöra om en våtmark som den i Alhagen fungerar som det är tänkt går det att göra ett antal kemiska analyser. Anledningen till att våtmarken anlades var att minska kväveutsläppen till hälften, därför är det kvävet som är mest intressant att mäta. Eftersom kvävet antar olika former på olika ställen i våtmarken är det också intressant att mäta de olika formerna av kväve. Ammonium, nitrit och nitrat är därför relevant att mäta i de olika dammarna. För eleverna kommer resultatet av nitritprovet bli ett bevis för att nitrifikationen sker i två steg. Nitrifikationen, som är effektivast mellan pH 7 och 8, har en försurande effekt då vätejoner frigörs från ammonium (NH_4). Vattnets pH-värde är därför också av intresse.

I våtmarken finns nästan obegränsad tillgång på kväve men eftersom fosfor tas bort i reningsverket kan fosforbrist hämma den biologiska produktionen. Det skulle kunna innebära att våtmarkens funktion försämras. Därför är det av intresse att även mäta fosfathalten. Ofta finns det emellertid tillräckligt med fosfor i marken, men det är inte säkert att den är tillgänglig för växterna. För elevernas del blir fosfatprovet framförallt ett bevis för att det kemiska reningssteget i reningsverket är mycket effektivt.

Klassen kommer att ha sex provpunkter (på fem grupper) i våtmarken. För att vi ska få med alla dammarna i undersökningen måste gruppen som är i Stordammen ta prover även i Inloppsdammen (se slutprotokoll). Det är viktigt att provpunkterna ligger på samma plats varje år för att få så jämförbara resultat som möjligt. Var provpunkterna är belägna framgår av kartan.

Kemisk provtagningsmetod

Varje grupp kommer att använda ett testkit med vilket man kan mäta ammonium, nitrat, nitrit, fosfat och pH. Testkitet består av en plastlåda med ett antal provrör, reagenser och en färgmatchningskarta. Instruktionerna finns i elevhandledningen. Provrör och reagensburkar för ammonium har grön färg och är därför lätt att skilja från de andra som har andra färger. Resultaten förs in i varje grupps fältprotokoll. Direkt solljus på provrören bör undvikas vid testerna och vanlig försiktighet gäller vid hantering av kemikalierna. De använda lösningarna hålls slutligen i burkarna för lösningsrester. Dessa rester kommer sedan att lämnas in på miljöstation.



Bottenlevande djur som indikatorer på syrebrist

Ett sätt att undersöka om det råder syrebrist i vatten är att undersöka det biologiska livet. Fördelen med att undersöka ett vattendrags innehåll av till exempel bottenlevande djur är att resultatet inte fluktuerar från dag till dag som en kemisk parameter kan göra. En undersökning av djurlivet är alltså en relativt stabil parameter som kan ge en indikation på hur ett vattendrag mår eller fungerar.

Vid arbete med indikatorarter för att påvisa syrebrist erhålls ingen information om halter. Däremot finns det möjlighet att göra en gradering vid jämförelse mellan olika dammar.

Genom håvning av bottendjur kan eleverna undersöka om syreförhållandena är lämpade för nitrifikation eller denitrifikation. Håvningarna blir alltså en funktionstest där resultaten kan jämföras med de kemiska testerna och förhoppningsvis bli ett bevis för att det är syrehalten i dammarna som påverkar vilken av de två processerna som är aktiv. Det blir också en övning i hur en håvningsmetod fungerar.

Det som gör bottenfaunan intressant att undersöka är att olika bottendjur är olika känsliga för syrebrist. En extremt syrekrävande art eller grupp av bottendjur är de som först försvinner från ett vattendrag där syrehalten minskar. En extremt tålig grupp av djur försvinner sist från ett syrefattigt vattendrag. De tåliga bottendjuren finns även i syrerika miljöer varför dessa djurs närvaro inte ensamt kan fungera som indikator på syrebrist. Det är tillsammans med avsaknaden av de känsliga arterna som man kan få en indikation på syrebrist.

De fem nedersta arterna eller grupperna på fältprotokollet är tåliga; röda maskar(Tubifex), sötvattengråsugga, fjädermygglarver, sävsländelarv och snäckor. De två översta på fältprotokollet är känsliga arter; dagsländelarver och nattsländelarver.

Håvningsmetod

Håvningarna efter bottendjur görs på ett förenklat sätt men med utgångspunkt från en standardiserad metod. Metoden för provtagning med handhåv i rinnande vatten finns beskriven av SIS. Principen för håvning vid låg strömhastighet eller stillastående vatten är att handhåven (i detta fall en sil med förlängt skaft) förs genom vattnet, vegetationen eller mjukbotten efter att botten rörts upp av provtagaren. Botten rörs upp antingen genom att håven förs snabbt genom vattnet nära botten för att skapa turbulens eller genom att röra upp med något annat hjälpmedel. Omrörning och håvning sker omväxlande under 1 minut. Därefter töms håven noga på sitt innehåll i en plastvanna. Djuren läggs i en vattenfylld burk. Hela proceduren görs tre gånger. Därefter räknas djuren och alla grupper tar med sig djuren i burkar som bevis till "lusthuset" där stereolupporna står (även om de har antecknat ute i fält vad de hittat). Sortering och räkning av de på fältprotokollet angivna djuren sker sedan med hjälp av stereolupp och bestämningslitteratur.



Förarbete (i skolan)

Innan dagen vid Alhagens våtmark är det viktigt att eleverna förbereder sig.

- Klassen delas in i fem grupper (alla gör samma sak, men vid olika dammar).
- Kopiera elevhandledning (se bilaga s 14-15). Låt grupperna läsa igenom sina uppgifter.
- Kopiera karta (se bilaga s 13) åt varje grupp eller gå igenom på smartboard. Eleverna kommer att bli vägleda till sina provpunkter under fältdagen men det kan vara bra att studera kartan över våtmarken med de olika dammarna och den väg vattnet rör sig ner mot Östersjön. Det är viktigt att förstå storleken på Alhagen och att det är de stora ytorna som gör att det finns plats för så många bakterier som gör själva jobbet.
- Gå igenom avloppets väg från toalett, via reningsverk och våtmark, till Östersjön. Vad händer i reningsverket och vad innehåller det reade avloppsvattnet när det kommer därifrån till våtmarken. Det är viktigt att kunna hur nitrifikation och denitrifikation fungerar (se s 6 och bilagor på s 23-24).
- Gå igenom hur bottendjur kan fungera som indikatorer på syrebrist.
- Låt alla grupper bestämma sig för en hypotes (se bilaga s16-17).
- Bekanta er med de aktuella bottendjuren för att underlätta artbestämningen under fältdagen.
- Tips: Arbeta med Vett och Etikett på Toalett (se bilaga s 21).

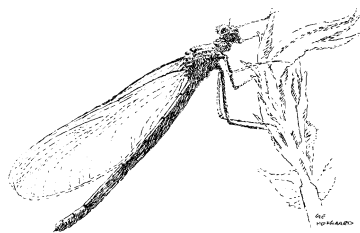


Naturskoledagen i Alhagen

Vi börjar med en genomgång av kvävet kretslopp och demonstration av de olika metoderna som skall användas. Efter fikarasten börjar grupperna sina arbeten med provtagning och håvning i våtmarken. Efter lunchen ägnas tiden åt artbestämning och sammanställning av resultaten.

OBS! Allt arbete sker ute i fält. Lusthuset (regnskyddet) där stereolupparna kommer att finnas, är inte stort nog att alla får plats (dessutom är det inte uppvärmt). Klä er därför varmt efter väderlek. Glöm inte heller matsäck till fikapausen. Lunch kommer från Gymnasiet.

Schema för dagen (cirkatider)



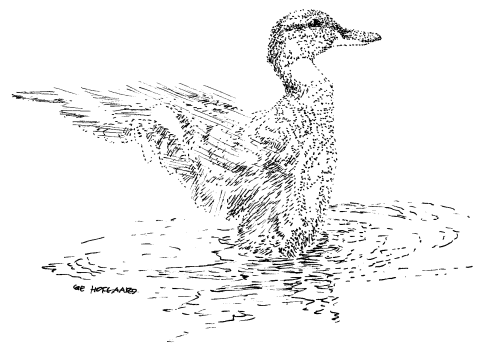
Samling vid parkeringen	09.00
Intro., kretslopp, metod	09.10
Fika	09.40
Provtagning, håvning, inv.	10.00
Lunch	11.30
Artbestämning och analys	12.00
Genomgång	13.00
Klassen lämnar Alhagen	13.30

Varje grupp kommer att ha tillgång till följande materiel:

- Bioindikatorer (s 19), laborationsinstruktion (s 18) och elevhandledning finns i gruppväskan (tillsammans med utrustningen nedan).
- Slutprotokoll delas ut under fältdagen.
- Testkit för kemisk provtagning (klocka för tidtagning måste varje grupp ha).
- En håv (sil med förlängt skaft), planktonhåv och en vanna.
- Burkar för smådjur.
- En kikare.
- En stereolupp per grupp.
- Boken "Vad jag finner i sjö och å".

Följande provtagningar och bearbetning skall göras av varje grupp:

1. Kemisk provtagning med testkit.
2. Håvning efter bottenlevande djur.
3. Resultaten förs in i slutprotokollet.



Efterarbete (i skolan)

- **Analys av resultaten på slutprotokollet** (orsaker och eventuella felkällor)

Stämde gruppens hypotes?

Exempel på felkällor:

- Botten där håvningarna gjordes var inte representativ för hela dammen.
- Spöregnet dagen innan gjorde att dagvattnet påverkade avloppsvattnets kemiska innehåll.
- De som gjorde mätningarna missade att hålla tiden eller skakade inte provröret tillräckligt länge för att reagensen skulle lösas upp.

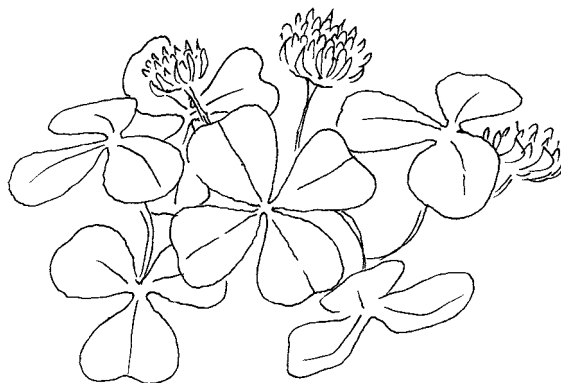
- **Diskussion**

Exempel på frågeställningar:

- Var kommer kvävet ifrån och vart tar det vägen?
- Hur skiljer sig kvävet kretslopp i avloppshanteringen från kvävet naturliga kretslopp utan mänsklig inblandning? Se bilaga s 20.
- Vad menas med att vår mat är gjord av olja? (vi förbränner olja vid tillverkning av kvävegödsel).
- Vilka alternativ till konstgödsel (handelsgödsel) finns (t.ex. grüngödsling med klöreväxter)?
- Finns det något annat sätt att förhindra kvävet att hamna i Östersjön? (t.ex. urinseparering).
- Var kommer fosfor ifrån och vart tar det vägen? (från brytning till slam och ev. åker).
- Hur skiljer sig fosfor och kväve som näringsämne och som naturresurs när det gäller tillgång och hantering?
- Hur länge räcker fosfor som naturresurs och vad skulle konsekvenserna kunna bli för framtida generationer om det skulle ta slut?

- **Slutsats**

- fungerar våtmarken som den ska?
- klarar Nynäshamns kommun utsläppsvillkoren?
- har den biologiska mångfalden ökat sedan dammarna anlades?



Klöver är bra för grüngödsling p.g.a. de kvävefixerande bakterier som finns i rötterna.

Förarbete (i skolan)

- Alla fem grupper (gör samma sak i olika dammar) läser denna elevhandledning.
- Studera kartan över Alhagen med gruppernas provpunkter.
- Lär er hur nitrifikation och denitrifikation fungerar.
- Bekanta er med de bottendjur som ni ska håva efter och gå igenom hur man med hjälp av bottendjuren kan få reda på om det är syrebrist i vattnet.
- Kom överens inom gruppen och skriv ner en hypotes (teori, antagande) om hur ni tror att mängden av de olika ämnena kommer förändras på väg ner genom dammarna till Östersjön. (se bilaga med hypotes).

Fältdagen i Alhagen

Varje grupp har tillgång till följande utrustning i sin ryggsäck:

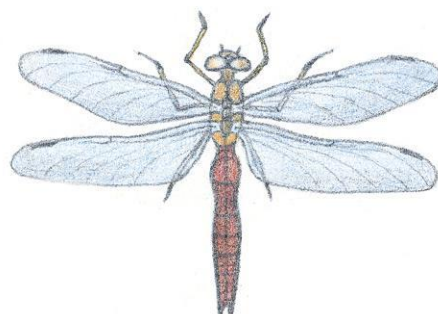
- En elevhandledning, fältprotokoll och en instruktion till kemiska mätningar
- Kemisk testutrustning
- En håv (sil med förlängt skaft) och en vanna (bytta)
- En planktonhåv
- En burk för smådjur
- En kanna för provvatten
- En kikare
- En stereolupp per grupp
- Boken "Vad jag finner i sjö och å".

Följande skall göras av varje grupp:

1. Kemiska provtagningar (ammonium, nitrit, nitrat, fosfat, pH)
2. Håvning och räkning av bottenlevande djur (kontroll av syrebrist)
3. Resultaten protokollförs och presenteras för de andra grupperna

Schema för fältdagen

Samling vid parkeringen	8.30
Introduktion, kretslopp och metoder	ca 8.30
Fika	ca 9.15
Provtagning, håvning och inventering	9.30-11.30
Lunch	11.30-12.00
Artbestämning och analys	12.00-13.00
Avslutning	13.00-13.30



OBS! Allt arbete sker ute i fält. "Lusthuset" (regnskyddet) där stereolupporna kommer att finnas är inte stort nog att alla får plats (dessutom är det inte uppvärmt). Klä er därför varmt efter väderlek. Glöm inte heller matsäck till fikapausen. Lunch kommer från Gymnasiet.

Metoder

Håvning

1. Håven (silen med förlängt skaft) förs genom vattnet nära botten under en minut.
2. Därefter töms håven i en vanna.
3. Alla bottendjuren läggs i den vattenfyllda burken och tas med till ”lusthuset” som bevis.
4. Hela proceduren görs tre gånger (punkt 1-3).
5. De smådjur som står angivna på fältprotokollet räknas.



Bottendjuren

Med hjälp av vissa bottendjur kan man få reda på om det är syrebrist i vattnet eller inte. Det beror på att olika bottendjur är olika känsliga för syrebrist. Om det är gott om bottendjur som är känsliga för syrebrist i en damm innebär det att det är god tillgång på syre. Slutsatsen blir det omvända om det bara är tåliga bottendjur i dammen och de känsliga saknas. Bottendjuren ni ska räkna finns på bild i fältprotokollet och där syns det vilka som är känsliga för syrebrist.

Kemiska tester

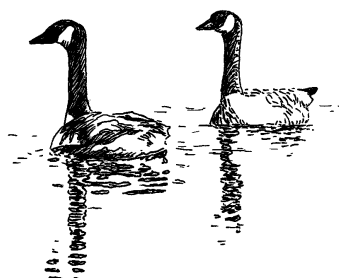
Varje grupp kommer att ha tillgång till två olika testlådor med provrör, reagenser och färgmatchningskarta. Instruktionen (se bilaga) finns i er grupps ryggsäck. Eftersom det finns sex provpunkter men bara fem grupper får gruppen som är vid Stordammen också göra kemiska mätningar i Inloppsdammen. Undvik direkt solljus vid de kemiska testerna eftersom det kan leda till fel färgomslag. Testerna tar ca 45 min att göra.

Redovisning

- Alla grupper redovisar sina resultat.
- Alla grupper deltar i diskussionen om resultaten. Diskussionen kan ligga till grund för den rapport eller annan typ av redovisning som sedan ska göras i skolan.

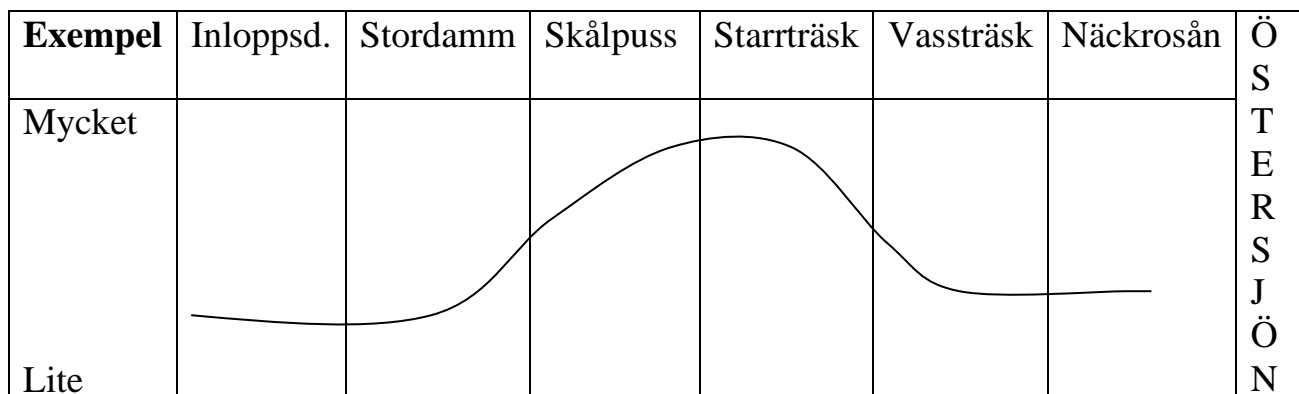
Efterarbete (i skolan)

- **Analys av resultat.** Orsaker till resultatet och eventuella felkällor.
- **Diskussion.** T.ex. vad innebär resultatet för Östersjön? Kvävet kretslopp. Kvävet påverkan på ekosystemen och blåstångens nyckelroll. Finns det andra värden i Alhagens våtmark förutom reningen av kväve?
- **Slutsats.** Fungerar våtmarken som den ska?



Hypotes

Rita en kurva över hur du/ni tror att mängden av olika ämnen förändras i vattnet på väg genom de olika dammarna till Östersjön. Kurvan behöver inte vara exakt, det viktiga är att det syns om det minskar eller ökar. Se exempel nedan.



Syre O ₂	Inloppsd.	Stordamm	Skålpuss	Starrträsk	Vasträsk	Näckrosån	Ö S T E R S J Ö N
Mycket							
Lite							

Ammonium NH ₄	Inloppsd.	Stordamm	Skålpuss	Starrträsk	Vasträsk	Näckrosån	Ö S T E R S J Ö N
Mycket							
Lite							

Nitrat NO ₃	Inloppsd.	Stordamm	Skålpuss	Starrträsk	Vassträsk	Näckrosån	Ö S T E R S J Ö N
Mycket							
Lite							

Nitrit NO ₂	Inloppsd.	Stordamm	Skålpuss	Starrträsk	Vassträsk	Näckrosån	Ö S T E R S J Ö N
Mycket							
Lite							

Fosfat PO ₄	Inloppsd.	Stordamm	Skålpuss	Starrträsk	Vassträsk	Näckrosån	Ö S T E R S J Ö N
Mycket							
Lite							

Vätejoner pH	Inloppsd.	Stordamm	Skålpuss	Starrträsk	Vassträsk	Näckrosån	Ö S T E R S J Ö N
Mycket							
Lite							

Instruktionen finns i gruppens ryggsäck under fältdagen

INSTRUKTION TILL KEMISKA MÄTNINGAR

Lilla kemilådan	Stora kemilådan			
	Ammonium NH ₄ (gröna markeringar)	Nitrit NO ₂ (röda markeringar)	Fosfat PO ₄ (blåa markeringar)	pH-värde (pH-stickor)
Nitrat NO ₃				
<p>1. Fyll båda provrören med provvatten upp till markeringen.</p> <p>2. Ställ båda provrören i den svarta hållaren.</p> <p>3. Ta flaskan med reagensvätska och tillsätt 5 droppar i provrör B. Skaka om.</p> <p>4. Tillsätt 1 sked av reagenspulvret (liten svart sked) i provrör B och skaka i en minut.</p> <p>5. Låt stå i 5 minuter och ställ behållaren med provrören på provkartan. Läs av.</p> <p>6. Skriv in resultatet i protokollet.</p>	<p>1. Fyll provröret med provvatten upp till markeringen 5 ml.</p> <p>2. Tillsätt 10 droppar av reagens nr 1 och skaka lätt.</p> <p>3. Tillsätt 1 sked (sked sitter i locket) av reagens nr 2. Skaka och låt sedan stå i 5 minuter.</p> <p>4. Tillsätt 6 droppar av reagens nr 3. Skaka lätt och låt sedan stå i 5 minuter.</p> <p>5. Jämför färgen med provkartan (ställ provet på vita fältet).</p> <p>6. Skriv in resultatet i protokollet.</p>	<p>1. Fyll provröret med provvatten upp till markeringen 5 ml.</p> <p>2. Tillsätt 1 sked av reagensen och skaka lätt. Skeden sitter i locket.</p> <p>3. Låt stå i 5 minuter.</p> <p>4. Ställ provröret utan lock på nedre gula cirklarna och titta uppifrån. Jämför färgen i provröret med färgen på övre färgade cirklarna.</p> <p>5. Skriv in resultatet i protokollet.</p>	<p>1. Fyll provröret med provvatten upp till markeringen 5 ml.</p> <p>2. Tillsätt 5 droppar av reagens nr 1 och skaka lätt.</p> <p>3. Tillsätt 1 sked av reagens nr 2. Skeden sitter i locket.</p> <p>4. Skaka med locket på och låt sedan stå i 2 minuter.</p> <p>5. Jämför färgen med provkartan (ställ provröret utan lock på vita fältet och titta uppifrån).</p> <p>6. Skriv in resultatet i protokollet.</p>	<p>1. Doppa pH-stickan i provvattnet i en halv sekund.</p> <p>2. Jämför färgerna med färgkartan.</p> <p>3. Skriv in resultatet i protokollet.</p>

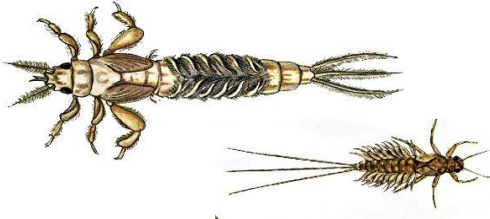
OBS! Som vanligt vid hantering av kemikalier ska ni vara försiktiga. Undvik kontakt med hud och ögon. Efter användning hålls lösningarna i burkarna för lösningsrester!

Denna finns i gruppens ryggsäck under fältdagen

Bioindikatorer i Alhagens våtmark

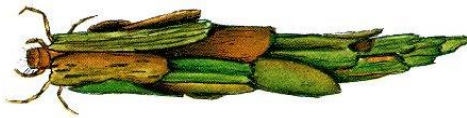
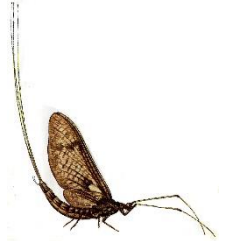
Bottenlevande djur som är känsliga för syrebrist

Hittar ni dagsländelarver eller nattsländelarver är det gott om syre på den plats ni har håvat.



DAGSLÄNDELARV (0,5 - 2,5 cm). Har gälar på ryggen och tre spröt. Kan vara mycket små och likna andra arter av sländor.

Blir som vuxen en dagslända med vingar som lever en dag på land.



NATTSÄNDELARV (Rörhus 1 - 5 cm). Bor i ett rör av växtdelar. Larven ligger gömd inne i växtröret.

Blir som vuxen en nattslända med vingar som lever på land.



Bottenlevande djur som tål syrebrist

Hittar ni några av nedanstående djur kan det både vara syrebrist eller gott om syre.



SNÄCKOR

Olika arter med olika former av skal och olika storlekar.



RÖDA FJÄDERMYGGSLARVER (högst 2 cm). Är illröda och kan inte förväxlas med något annat.

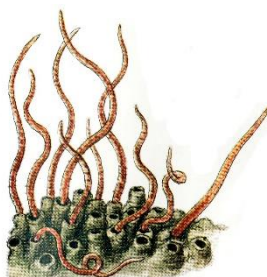
Tål syrebrist bra eftersom den tar upp syre effektivt genom att den har hemoglobin i blodet precis som människor.



SÖTVATTENGRÅSUGGA (1.5 - 2 cm).

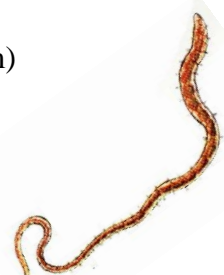
Ett kräftdjur som är släkt med landgråsuggorna.

Mycket viktiga nedbrytare på botten.



RÖDA MASKAR, Tubifex (3 - 8 cm)

Sitter i rör på botten.



Grupperna får detta
protokoll under fältdagen

SLUTPROTOKOLL ALHAGENS VÅTMARK

Datum _____ Klass, skola, lärare _____

ANTAL BOTTENLEVANDE DJUR

	Stordammen GRUPP 1	Skålpussen GRUPP 2	Starrträsk GRUPP 3	Vasträsk GRUPP 4	Näckrosån GRUPP 5
DAGSLÄNDELARV					
NATTSLÄNDELARV					
SNÄCKOR					
SÖTVATTENGRÅSUGGA					
SÄVSLÄNDELARV					
RÖDA MASKAR					
FJÄDERMYGGLARV					

RESULTAT AV KEMISKA MÄTNINGAR

	Inloppsdammen GRUPP 1	Stordammen GRUPP1	Skålpussen GRUPP 2	Starrträsk GRUPP 3	Vasträsk GRUPP 4	Näckrosån GRUPP 5
NITRAT (NO ₃) mg/liter						
AMMONIUM (NH ₄) mg/liter						
NITRIT (NO ₂) mg/liter						
FOSFAT (PO ₄) mg/liter						
pH-VÄRDE (H ⁺ vätejoner)						

Väderförhållanden (temperatur, nederbörd, vind): _____

Vett och Etikett på Toalett

Kampanjen ”Vett och Etikett på Toalett” genomförs med några års mellanrum som ett led i att öka kunskapen om vad man får och inte får spola ner i toaletten. Det långsiktiga syftet med kampanjen är att reningsverkets slam ska bli så rent att det kan användas som gödsel på åkrarna och att skona sjöar och hav från miljögifter.



Avlopp och slam

Hushållen släpper idag ut mer kemikalier än vad industrierna gör. Tungmetaller som släpps ut i avloppet och som är skadliga för människan är till exempel kadmium som finns i vissa färger och tobak (askkoppar som töms i toaletten) och kvicksilver från bland annat tandfyllningar. Ämnen som försämrar reningsverkets funktion genom att de påverkar mikroorganismerna är bland annat bensin, oljor, avfettningsmedel, läkemedel och rengöringsmedel. Örontops, tamponger, bindor och dylikt är saker som gör att det kan bli stopp i rören och pumpstationerna.

Allt detta gör att slammet som bildas i reningsverket blir förorenat och därmed oanvändbart. Det är slammets stora innehåll av näringsämnen som gör att det kan fungera bra som gödsel. Särskilt viktigt är att ta vara på innehållet av fosfor som är en ändlig resurs och som enligt Naturvårdsverkets beräkningar bara kommer räcka mellan 100 och 400 år till.

Miljömärken

När ni köper tvätt- och diskmedel, tvål, schampo och balsam eller andra rengöringsprodukter som sedan hamnar i avloppet – köp produkter med dessa miljömärken.



Bra Miljöval



Svanen



EU-blomman

Farosymboler

Produkter med dessa symboler får inte hållas ut i avloppet. De ska till en miljöstation.

Nya symboler från 2015

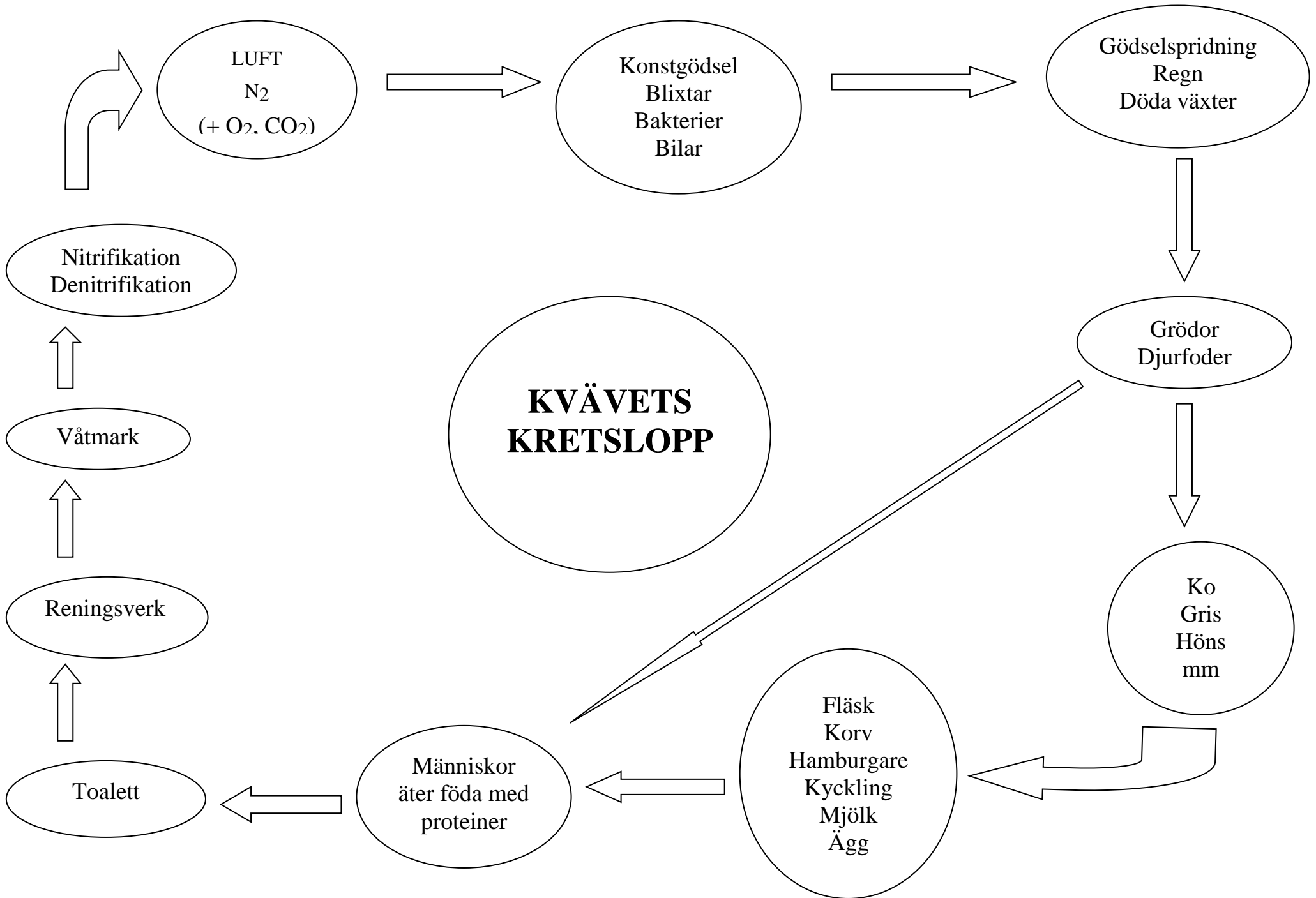


Gamla symbolerna före 2015

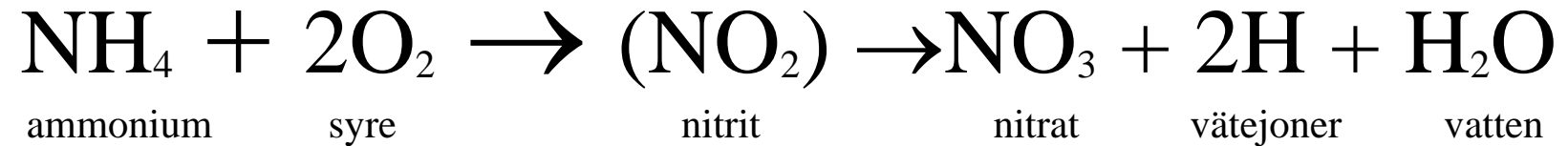


Handledningen till Vett och Etikett på Toalett finns på Naturskolans [hemsida](#).

Det är Nynäshamns Naturskola i samarbete med VA-avdelningen som driver kampanjen Vett och etikett på toalett.



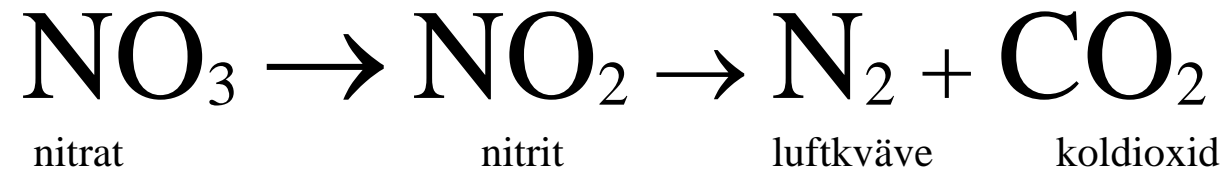
NITRIFIKATION



Under första fasen i nitrifikationen bildas nitrit NO₂, men det omvandlas snabbt till NO₃

Nitrifikationen sker med hjälp av bakterier i en syrerik miljö

DENITRIFIKATION



Obs! ej balanserad formel. Var kommer kolet i CO₂ från?

Denitrifikationen sker med hjälp av bakterier i en syrefri miljö

Balanserad formel: $24 \text{NO}_3 + 5 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ger $12 \text{N}_2 + 30 \text{CO}_2 + 24 \text{OH} + 18 \text{H}_2\text{O}$