



Biologi 24.9.2020

Slutgiltiga beskrivningarna av goda svar 12.11.2020

Grunderna enligt vilka bedömningen gjorts framkommer i de slutgiltiga beskrivningarna av goda svar. Uppgiften om hur bedömningsgrunderna tillämpats på examinandens provprestation utgörs av de poäng som examinanden fått för sin provprestation, de slutgiltiga beskrivningarna av goda svar och de föreskrifter gällande bedömningen som nämnden gett i sina föreskrifter och anvisningar. De slutgiltiga beskrivningarna av goda svar innehåller och beskriver inte nödvändigtvis alla godkända svarsalternativ eller alla godkända detaljer i ett godkänt svar. Eventuella bedömningsmarkeringar i provprestationerna anses vara jämfällbara med anteckningar och sålunda ger de, eller avsaknaden av markeringar, inte direkta uppgifter om hur bedömningsgrunderna tillämpats på provprestationen.

Biologin är en naturvetenskap som undersöker strukturen, funktionerna och interaktionsförhållandena inom den levande naturen i biosfären, och den sträcker sig ända till cell- och molekylnivån. Insikt i frågor och fenomen som rör människans biologi spelar också en central roll. Typiskt för biologin som vetenskap är insamling av information genom observationer och experiment. Biovetenskaperna är snabbt växande vetenskapsgrenar vars tillämpningar utnyttjas på många sätt i samhället. Biologin för fram ny information om mångfalden i den levande naturen och uppmärksammar inverkan av mänsklig aktivitet på miljön, i säkerställandet av naturens mångfald samt i främjandet av en hållbar utveckling.

I studentexamensprovet i biologi bedöms hur utvecklade examinandens biologiska tänkesätt och kunskap är, samt examinandens förmåga att presentera de saker som krävs i rätt sammanhang och på ett strukturerat sätt. I provet bedöms examinandens förmåga att beakta växelverkan mellan företeelser och förhållandet mellan orsak och verkan. Förutom behärskan av grundläggande begrepp och företeelser bedöms också examinandens förmåga att tolka bilder, figurer, statistik och aktuell information samt att motivera sitt svar. Ett gott svar behandlar företeelser mångsidigt och belyser dem med exempel. Ett gott svar är baserat på fakta och inte på ogrundade åsikter. I ett gott svar presenteras tabeller, övrig data och illustrationer på ett överskådligt sätt.



Del I: 20-poängsuppgift

1. Flervalssuppgift (20 p.)

1.1. På dagen (2 p.) (flervalssvar)

- frigör klyvöppningarna i bladet hos en växt vatten utåt. (2 p.)

1.2. Mossor tar främst upp vatten med (2 p.) (flervalssvar)

- sina blad. (2 p.) ELLER
- sina rhizoider. (2 p.)

1.3. Då en röd blodkropp läggs i 0,9-procentig saltlösning (fysiologisk saltlösning) (2 p.) (flervalssvar)

- förblir cellen oförändrad. (2 p.)

1.4. Glukos kommer in i en djurcell (2 p.) (flervalssvar)

- med hjälp av bärarproteiner. (2 p.)

1.5. Vilket av följande påståenden gällande cellandningen är felaktigt? (2 p.) (flervalssvar)

- Koldioxid binds i citronsyracykeln. (2 p.)

1.6. Transport-RNA som deltar i proteinsyntesen (2 p.) (flervalssvar)

- hämtar en viss aminosyra till ribosomen vid translationen. (2 p.)

1.7. Vid en punktmutation (2 p.) (flervalssvar)

- förändras en av nukleotiderna i genen till en annan. (2 p.)

1.8. I en familj är båda föräldrarna friska bärare av en autosomt och recessivt nedärvd sjukdom. Enligt principerna för nedärvning är barnen (2 p.) (flervalssvar)

- friska, sjuka och bärare i förhållandet $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$ och $\frac{1}{2}$. (2 p.)

1.9. Ett hanbi, det vill säga en drönare, har en dominant allel som nedärvs autosomt och som orsakar en viss sjukdom. Drönarna är alltid haploida. Bidrottningen har inte ifrågavarande sjukdomsallel. Den lägger tusen ägg som befruktats av spermier från denna drönare. Hur stor andel av de arbetarbin som föds insjuknar? (2 p.) (flervalssvar)

- Alla arbetarbin är sjuka. (2 p.)

1.10. Röd-grön färgblindhet orsakas av en recessiv allel i människans X-kromosom. Vilket av följande påståenden är riktigt? (2 p.) (flervalssvar)

- Fadern till en röd-grön färgblind kvinna är alltid röd-grön färgblind. (2 p.)



Del II: 15-poängsuppgifter

2. Arter av organismer och celltyper (15 p.)

2.1. (5 p.)

Art 1: spillkråka

Art 2: liljekonvalj

Art 3: väggmossa

Art 4: vit flugsvamp

Art 5: järv

2.2. (10 p.)

För varje bild ger rätt kombination 1 p. och motiveringen 1 p.

Bild A – art 1 eller art 5

Bild B – art 2

Bild C – art 4

Bild D – art 1 eller art 5

Bild E – art 3 (även art 2 godkänns. I detta fall kan högst 4 poäng erhållas för kombinationerna, eftersom varje bild kan kombineras endast en gång.)

På bild A visas **muskelceller**, som finns hos ryggradsdjur. Av arterna i uppgiften är spillkråkan och järven ryggradsdjur.

På bild B visas ett **tvärsnitt av en växtstam** och **ledningsvävnad** i den. Av arterna i uppgiften är liljekonvaljen en kärlväxt, för vilka ledningsvävnad är typiskt.

På bild C visas celler i **svamphyfer**. Svampar, till exempel vit flugsvamp, är uppbyggda av svamphyfer.

På bild D visas en **nervcell**. Nervceller finns hos spillkråkan och järven.

På bild E visas **växtceller** som innehåller **kloroplaster**. Sådana celler är typiska för till exempel mossor (i uppgiften väggmossa).

Vanliga fel: I svaret motiveras inte varför cellerna på bild C är svampceller (på bilden syns hyfer) eller cellerna på bild E är växtceller (på bilden syns kloroplaster).



3. Livet erövrar landmiljön (15 p.)

I ett gott svar behandlas både växter och djur i punkterna 3.1.– 3.3.

3.1. (4 p.)

Bland växterna var mossorna (1 p.) och ormbunksväxterna (1 p.) de första grupperna förutom algerna som tog sig upp på land från vattnet. Bland djuren var det de ryggradslösa djuren, till exempel leddjuren, spindeldjuren och insekterna (1 p.), och groddjuren (1 p.), som hör till ryggradsdjuren och har utvecklats från fiskarna, som först tog sig upp på land.

Vanligt fel: grodorna (godkänns inte).

3.2. (7 p.)

Sammanlagt 7 poäng till exempel av följande:

Stadigare vävnad (stödjevävnad, förvedad cellvägg) utvecklades i landväxternas stammar så att de kunde hållas upprätta utan stöd från vattnet och så att de bättre kunde uthärda torka (2 p.). Hos ormbunksväxterna utvecklades rötter, vilket främjade upptagningen av vatten och näringsämnen (1 p.). De första landväxterna måste också anpassa sig till att sprida sina sporer med vinden (1 p.). Mossorna och ormbunksväxterna behöver dock fortfarande en viss mängd vatten för att kunna föröka sig (1 p.). Hos djuren utvecklades extremiteter, med vilka de kunde röra sig på land (1 p.). Huden hos djuren måste anpassa sig till att tåla torka (1 p.). Djuren utvecklade lungor att andas med (1 p.) i stället för gälar. Landdjuren anpassade sig även till att föröka sig på torra land (1 p.), fastän groddjuren fortfarande delvis är beroende av vatten för sin förökning (1 p.). Kräldjuren och fåglarna, som utvecklades senare, förökar sig med hjälp av ägg som har ett hårt skal (1 p.).

3.3. (4 p.)

Sammanlagt 4 poäng till exempel av följande:

De organismer som tog sig upp på land undvek predatorer som levde i vattnet (1 p.). I början, då bara få organismer levde på land var också konkurrensen mindre (1 p.). På torra land kunde djuren och växterna erövra nya livsmiljöer (1 p.). Senare, då komplexa ekosystem hade uppstått på land, kunde landdjuren utnyttja nya näringskällor, till exempel växter och andra landdjur (1 p.). På land fick växterna mera ljus än i vattnet (1 p.).



4. Beståndsdelarna i en trädstam (15 p.)

4.1. (12 p.)

Energiinnehållet i kolhydraterna, sammanlagt 9 poäng av följande:

Björkveden har genom fotosyntesen fått bindningsenergin i kolhydraterna från energin som finns i det synliga ljuset (2 p.). Klorofyllmolekylerna i kloroplasterna fångar ljusenergi vid fotosyntesens ljusreaktioner (2 p.). Ljusenergin behövs vid fotolysen av vatten, då vattenmolekylerna spjälkas (1 p.) och protoner, elektroner och syreatomer frigörs ur dem. Protonerna från vattnet hamnar till slut i kloroplasterna hos NADP, som omvandlas till NADPH (1 p.). Elektronerna som frigörs från vattnet rör sig genom elektrontransportkedjan (1 p.) i kloroplastens membranstrukturer, och energin i dem överförs till protongradienten (1 p.). Energin används för att bilda ATP (1 p.). ATP:t överför sedan energin till mörkerreaktionerna (1 p.) och bildandet av glukos (1 p.).

Vätet, syret och kolet i kolhydraterna, sammanlagt 3 poäng av följande:

I fotosyntesens mörkerreaktioner binds koldioxid (CO_2) ur atmosfären i organiska föreningar, i sista hand glukos, som fungerar som utgångsämne för cellulosa, hemicellulosa och lignin. Kol- och syreatomerna i kolhydraterna kommer sålunda från koldioxiden. (2 p.)

Vätet i kolhydraterna har lösgjorts från vattnet i fotolysen och i sista hand från vätebäraren NADPH som bildats som slutprodukt i ljusreaktionerna. (1 p.)

4.2. (3 p.)

Sammanlagt 3 poäng till exempel av följande:

Det finns mycket cellulosa i cellväggarna i veden (1 p.). Cellväggen stöder växtcellen (1 p.). Cellväggen åstadkommer tillsammans med turgortrycket en stadig struktur (1 p.). Stammens tjocklekstillväxt bygger på att vävnader som innehåller cellulosa bildas då kambieskiktet delar sig (1 p.). Cellväggen skyddar mot sjukdomsalstrare. (1 p.)
Vanligt fel: Cellulosa fungerar som växtens energiförråd.

5. Naturskyddsområden (15 p.)

5.1. (5 p.)

I ett gott svar behandlas både nationalparker och naturreservat, sammanlagt 5 poäng av följande:



Nationalparkerna är öppna för allmänheten, och därför tjänstgör de förutom för naturskyddet även som rekreationsområden (1 p.). I nationalparkerna får man röra sig med muskelkraft (1 p.) förutom på områden med restriktioner. Det är oftast tillåtet att plocka bär och svamp (1 p.) och att meta och pimpelfiska (1 p.) i nationalparkerna. Nationalparkerna täcker ofta en stor yta (1 p.).

Naturreservaten är oftast inte öppna för allmänheten (1 p.) eller så finns det begränsningar för hur man får röra sig på dem. De stöder i första hand forskning och naturskydd (1 p.). Naturreservatens yta är i medeltal mindre än nationalparkernas (1 p.).

5.2. (10 p.)

Sammanlagt 10 poäng av följande:

Nationalparkerna 1 och 2 är till ytan små medan nationalpark 3 är stor (1 p.). I en stor nationalpark kan antalet populationer av en och samma art vara stort (1 p.) eller så kan antalet individer i populationerna vara stora (1 p.). I en stor nationalpark kan det finnas många olika livsmiljöer (1 p.) och i dem kan det finnas många utrotningshotade arter (1 p.).

Nationalparkerna 1 och 3 är enhetliga till formen medan nationalpark 2 är splittrad (1 p.) Då området är enhetligt är det lätt för individer att ta sig från en population till en annan (1 p.). På ett splittrat område rör sig individerna inte lika mycket från en population till en annan (1 p.), vilket leder till ett mindre genflöde mellan populationerna (1 p.). Detta minskar den genetiska mångfalden och populationens förmåga att anpassa sig till förändringar i miljön (1 p.). Typiskt för ett splittrat område är metapopulationer (1 p.), som är delpopulationer som står i kontakt med varandra (1 p.). Ekologiska korridorer mellan splittrade fläckar kan främja individernas rörlighet (1 p.).

Enhetligheten och mångfalden hos livsmiljöerna kring nationalparken inverkar på hur livskraftiga populationerna av en utrotningshotad art är (1 p.). Kanteffekten är större i små eller splittrade nationalparker (1 p.) I ett gott svar kan även skillnaderna i yta och enhetlighet mellan nationalparkerna i norra och södra Finland behandlas (1 p.).



6. Cellbiologi (15 p.)

6.1. (4 p.)

Det är frågan om mitosen (även meiosens mognadsdelning/andra delning godkänns) (1 p.). Skedena inträffar i ordningen 3, 4, 2, 1. (3 p.)

Poängsättning: 2 skeden i rätt ordning ger 1 poäng och alla 4 skeden i rätt ordning ger 3 poäng.

Vanliga fel: Händelsen namnges som mitosen d.v.s. celldelningen eller enbart celldelningen.

6.2. (6 p.)

På bilden visas mitosens metafase, d.v.s mellanskede. (1 p.)

Struktur 1: centriol (centrosom) (1 p.)

Struktur 2: tråd i kärnspolen (kärnspole, mikrotubulus) (1 p.)

Struktur 3: systerkromatid (kromosom, mittplan) (1 p.)

Sammanlagt 2 poäng av följande:

Centriolerna finns i var ända av cellen (1 p.). Kärnspolens trådar har fäst sig i centriolen och i de vid varandra sammanfästa centromererna hos systerkromatiderna (1 p.).

Kromosomerna dras mot cellens mittplan (1 p.) av kärnspolens trådar (1 p.).

6.3. (5 p.)

Sammanlagt 5 poäng till exempel av följande:

Efter händelsekedjan som visas på bild 6.A bildas kärnhöljet på nytt (1 p.) och cellen delar sig (1 p.). Cellmembranet omger cytoplasman som delar sig, vilket ger upphov till två celler (1 p.). Organellerna delas upp mellan de två cellerna (1 p.). Cellerna som bildas är genetiskt likadana dotterceller (1 p.). Cellerna som bildas befinner sig i interfase (1 p.). Under interfasen byggs organeller upp (1 p.) och innan följande mitos fördubblas DNA:t (1 p.).

7. Pollen och allergi (15 p.)

7.1. (3 p.)

Sammanlagt 3 poäng av följande:



Pollen är kärnväxternas hanliga (1 p.), haploida (1 p.) könsceller (1 p.) som bildas i blommans ståndare (ståndarblad) (1 p.).

7.2. (4 p.)

Sammanlagt 4 poäng till exempel av följande:

Björken är en vindpollinerad växt (1 p.). Pollen kan med vinden spridas en lång väg (1 p.) från ett träd till ett annat, vilket leder till korspollinering (1 p.). I björkens hanliga blomställningar, d.v.s. hanliga hängen bildas stora mängder pollenkorn som sprids med vinden till honhängena (1 p.). Pollenkornen befruktar äggcellerna i honhängena (1 p.). Efter detta utvecklas frön (1 p.).

Vanligt fel: Björken sprids med hjälp av pollen till nya växtplatser.

7.3. (6 p.)

Sammanlagt 6 p poäng av följande:

Vid en allergisk reaktion leder exponering för ett normalt ofarligt ämne som dock kan orsaka överkänslighet, d.v.s. en allergen (1 p.), till exempel ytstrukturen hos björkpollen (1 p.), till en kraftig antigenreaktion (1 p.).

Bakom allergin ligger en felaktig aktivering av B- eller T-celler (1 p.) samt produktion av immunoglobulin E (IgE) -antikroppar (1 p.). Med dessa reaktioner försöker kroppen försvara sig mot en felaktigt identifierad inkräktare (1 p.).

Allergi som förmedlas genom B-celler kallas omedelbar allergi eftersom den utlöses genast (1 p.). Allergiska symptom som uppkommer till följd av aktivitet hos T-cellerna syns först efter några dagar och därför talar man om fördröjd allergi (1 p.).

En allergisk reaktion och IgE stimulerar utsöndring av histamin (1 p.) från mastcellerna/basofilerna (1 p.), vilket i sin tur ökar blodflödet till det inflammerade området och främjar ansamling av vita blodkroppar i vävnaden. Detta leder till svullnad, rodnad och klåda (1 p.).

Ersättande kunskap: Det finns rikligt med histaminer i huden, matsmältningskanalen och luftvägarna samt även i hjärnan (1 p.).

7.4. (2 p.)

Sammanlagt 2 poäng av följande:



Antihistaminer inhiberar histaminreceptorerna som finns i cellmembranet (1 p.) och förhindrar därmed histaminernas funktion (1 p.). Antihistaminer förhindrar inflammationsreaktionen och andra allergisymptom (1 p.).

8. Vattnet i människokroppen (15 p.)

8.1. (3 p.)

Sammanlagt 3 poäng till exempel av följande:

Vatten behövs för transporten av näringsämnen, hormoner och vitaminer (1 p.). Vattnet späder ut blodet och hjälper kroppen att upprätthålla homeostasen (1 p.). De metaboliska reaktionerna sker i vattenmiljö (vatten är ett bra lösningsmedel) (1 p.). Vatten är utgångsämne eller slutprodukt för vissa ämnesomsättningsreaktioner (1 p.).

8.2. (6 p.)

Sammanlagt 6 poäng av följande:

Hypotalamus följer med blodets salthalt och kontrollerar känslan av törst (1 p.). Det antidiuretiska hormonet (ADH ur hypofysen) (1 p.) ökar upptagningen av vatten, vilket gör att blodet späds ut och blodtrycket ökar (blodets volym ökar) (1 p.). Om det finns mycket vatten i kroppen minskar utsöndringen av ADH och en stor mängd svag urin avsöndras ur kroppen (1 p.). Om det inte finns tillräckligt med vatten ökar utsöndringen av ADH (1 p.). Urinen är då mycket koncentrerad eftersom vatten återupptas tillbaka till blodet i njurkanalerna (1 p.). Vid saltbrist ökar aldosteron (1 p.) återupptagningen av natrium i njurarna (1 p.) och blodtrycket ökar då vatten återupptas i kroppen (1 p.).

8.3. (6 p.)

Sammanlagt 6 poäng av följande:

Avsöndring av vatten som urin:

Överflödigt vatten avsöndras i huvudsak som urin, som utsöndras i njurarna (1 p.). I njurarnas nefroner bildas primärurin då vätska filtreras ut i den omgivande kapseln ur kapillärnystanet (1 p.). Primärurinen leds längs njurkanalen mot njurbäckenet. I njurkanalen återupptas nyttiga ämnen och också vatten (1 p.). I delen som kallas Henles slinga koncentreras urinen då vatten avgår (1 p.). I slutet av njurkanalen regleras återupptagningen av hormoner (1 p.). Urinen leds längs samlingsrör till njurbäckenet (1 p.). Urinen avlägsnas ur kroppen genom urinledaren (1 p.) och vidare genom urinblåsan och urinröret (1 p.).



Avsöndring av vatten på andra sätt:

Vatten avsöndras ur kroppen med avföringen (1 p.). Vatten avsöndras också som svett (genom svettkörtlarna) speciellt vid fysisk ansträngning (1 p.). Födans kvalitet inverkar på mängden ämnen som avsöndras med urinen och då man svettas (1 p.). Vatten avgår genom munnen och näsan vid utandning (1 p.). Små mängder vatten avgår även med tårvätskan (1 p.).

Del III: 20-poängsuppgifter

9. Naturens mångfald (20 p.)

9.1. (6 p.)

Genetisk mångfald syns som genetisk variation inom en art i dess olika populationer. (2 p.)

Artmångfald innebär antalet olika arter samt individrikedomen i olika livsmiljöer. (2 p.)

Ekosystemmångfald innebär antalet ekosystem (livsmiljöer) på ett visst område. (2 p.)

9.2. (8 p.)

I ett gott svar behandlas skogar (4 p.) samt minst en annan livsmiljö (sammanlagt högst 4 p.). Poängsättning: 1 p./aspekt.

Faktorer som inverkar nedsättande på skogarnas mångfald kan behandlas till exempel från följande synvinklar: överavverkning, skogsbilvägar, minskningen av gamla skogar, utdikning av kärrskogar och skogsbränder.

Faktorer som inverkar nedsättande på mångfalden i vattendrag, på stränder och myrar kan behandlas till exempel ur följande synvinklar: eutrofiering, torrläggning av våtmarker, igenväxning, utdikning av myrar, byggande av kraftverk samt muddring av bäckar och forsar. I svaret kan även aspekter som berör Östersjön behandlas.

Faktorer som inverkar nedsättande på mångfalden i traditionslandskap (vårdbiotoper) kan behandlas till exempel ur följande synvinklar: igenväxning, täckdikning, bete och invasiva arter.

Faktorer som inverkar nedsättande på mångfalden på kalfjällen kan behandlas till exempel ur följande synvinklar: klimatuppvärmningen och den rörliga skogsgränsen samt renbetet.



9.3. (6 p.)

I ett gott svar bedöms problemen som orsakas av den minskande mångfalden i naturen för livsmedelsproduktionen och människans hälsa ur olika synvinklar. Poängsättning: 1 (-2) p./aspekt.

Problemen som orsakas av livsmedelsproduktionen kan behandlas till exempel ur följande synvinklar: mängden pollinerare, genetiska tillgångar och förädling, klimatuppvärmningen, urlakning av näringsämnen från odlingsmark, förorening av marken, det allt med ensidiga fiskartbeståndet och den minskande fångsten samt idkandet av intensivt jordbruk.

Problemen som orsakas av människans hälsa kan behandlas till exempel ur följande synvinklar: utnyttjandet av läkeväxter, immunresponsen och exponering för mikrober samt rekreationsanvändningen av naturen.

10. Hörselsinnet (20 p.)

10.1. (10 p.)

Skede A: Ljudvågorna leds genom örongången (1 p.) till trumhinnan som börjar vibrera till följd av detta (1 p.)

Skede B: Hörselbenen i mellanörat, som ligger i kontakt med trumhinnan, för vibrationerna vidare (1 p.). Det sista hörselbenet, stigbygeln, ligger i kontakt med ovala fönstret (1 p.), genom vilket vibrationerna leds till innerörat (1 p.).

Skede C: I snäckan (1 p.) förändras den mekaniska rörelsen till vätskevibrationer (1 p.). Håren på hörselsinnescellerna i snäckan böjer sig (1 p.) då de träffar täckmembranet till följd av att basalmembranet vibrerar (1 p.)

Skede D: Nervimpulsen (1 p.) som uppkommer i hörselsinnescellerna överförs längs hörselnerven (1 p.) till hörselcentrum i storhjärnans tinninglob (1 p.).

10.2. (10 p.)

Sammanlagt 10 poäng till exempel av följande:



Åldrandet (1 p.) inverkar gradvis nedsättande på hörseln då hårcellerna i innerörat (1 p.) och hörselnerven (1 p.) degenererar. Hörseln kan också nedsättas då trumhinnan styvnar (1 p.). Då man åldras uppfattar man speciellt högfrekventa ljud sämre (1 p.) Hörselnedsättningen på grund av höga ljud (1 p.) kan vara tillfällig, men den kan också bli permanent (1 p.) om man utsätts för alltför höga ljud under en för lång tid (1 p.). Höga ljud leder till att hårcellerna (sinnescellerna) i innerörat skadas (1 p.). Tinnitus, det vill säga ett ständigt ringande i öronen, kan också uppkomma till följd av utsättande för buller (1 p.).

Dessutom kan hörseln nedsättas på grund av olika sjukdomar (1 p.), till exempel inflammation i mellan- eller innerörat samt excessiv bildning av benvävnad i hörselbenen, d.v.s. otoskleros (1 p. per exempel). En tumör i hjärnan kan också leda till hörselnedsättning om den bildas i hörselcentrum i tinningloben (1 p.).

11. Tillämpningar inom bioteknologin (20 p.)

11.1. (8 p.)

Livsmedelsindustrin

I ett gott svar bedöms utnyttjandet av bioteknologin inom livsmedelsindustrin med hjälp av exempel. Ämnen som behandlas kan vara till exempel användning av jäst, alkohol- och mjölksyrejäsning, användning av enzymer samt sötningsmedel. Poängsättning: 1 p./väl behandlad aspekt. Poäng för saker som berör växt- och djurförädling ges endast om de behandlas ur livsmedelsindustrins synvinkel.

11.2. (6 p.)

Skogsindustrin

I ett gott svar bedöms användningen av bioteknologin inom skogsindustrin med hjälp av exempel. Ämnen som behandlas kan vara till exempel användningen av mikrober inom skogsindustrin, produktion av biobaserade material, användning av skogsindustrins biprodukter till exempel som energikällor samt produktion av nanocellulosa. Poängsättning: 2 p. / väl behandlad aspekt. Poäng för saker som berör skogsförädling ges endast om de behandlas ur skogsindustrins synvinkel.

11.3. (6 p.)

Rening av avloppsvatten

Sammanlagt 6 poäng till exempel av följande:

Avloppsvattnet från hemhushållen och industrin innehåller stora mängder organiska ämnen och näringsämnen. Efter den mekaniska reningen av avloppsvattnet följer



biologisk rening (1 p.). Där använder nedbrytarbakterier organiska ämnen som löst sig i vattnet och aktivslammet som näring (1 p.). Då bryts en del av kolföreningarna ned till vatten och koldioxid (1 p.). Bakterierna kan delvis också använda sig av kväve- och fosforföreningar (1 p.). Avlägsnandet av kväve ur avloppsvattnet bygger på nitrifikation (1 p.) och denitrifikation (1 p.). Vid nitrifikationen oxiderar bakterier ammoniumkväve till nitrit och vidare till nitrat (1 p.) Vid denitrifikationen reducerar bakterierna nitrat till kvävgas i anaeroba förhållanden (1 p.). Metan kan produceras genom rötning av slammet som bildas vid reningen av avloppsvattnet (1 p.).