

EEN EI HOORT ERBIJ



Een ei hoort erbij

Het ei is een slimme uitvinding van de natuur. Een bevruchte eicel komt niets te kort en kan zich rustig ontwikkelen tot een jonge vogel of ander dier. Welk slimme eigenschappen heeft het ei? Waarom heeft een ei altijd dezelfde vorm? En wat zit er allemaal in? Het ei is een eindeloze bron om mee te experimenteren. Zoek zelf het antwoord op deze vragen en ga met je klas op onderzoek uit om het ei van Columbus te ontdekken.

LESSUGGESTIES

De anatomie van het ei – deel 1

Groep 3-6

Duur: 20 minuten

Leerdoel: De anatomie van het ei.

Materiaal: rauw kippenei (liefst wit), wc-rolletje, zaklantaarn (staafmodel), plakband

Het is onmogelijk de opbouw van een ei te bestuderen zonder iets aan die opbouw te wijzigen. Breken we een rauw ei open, dan scheuren vrijwel altijd de eivliezen en verliest de inhoud zijn oorspronkelijke vorm volledig. Er blijft een drillerig snothoepje achter. Koken we een ei echter, dan krijgen we ook een vertekend beeld. De vorm en plaats van de verschillende onderdelen ten opzichte van elkaar blijven wel min of meer intact, maar dooier en eiwit hebben een volledig andere, stevige gedaante aangenomen. De echte anatomie van een ei kunnen wij dan ook alleen doorgronden door zoveel mogelijk verschillende waarnemingen te doen, en aan de hand daarvan de opbouw te reconstrueren.

De meest eivriendelijke manier om de opbouw van het ei te doorgronden is het schouwen. Hiervoor is een schouwlamp nodig, die eenvoudig te maken is van een wc-rolletje en een zaklamp. Bevestig het kokertje met plakband op de voorkant van de zaklamp. Neem bij voorkeur een wit ei en zoek een donkere ruimte op. Laat het ei met de stompe kant naar de lichtstraal toe in het kokertje zakken. Meestal is de luchtkamer (hoe minder vers het ei, hoe groter) duidelijk en de dooier enigszins wazig te zien. Barstjes en scheurtjes in de schaal zijn op deze manier eenvoudig op te sporen. De spikkels in de eierschaal bestaan uit opeengehoopt eiwit. Schouwen wordt in de pluimveepraktijk vooral gebruikt om schaalbreuken op te sporen in consumptie-eieren. Bij broedeieren kan men zo de embryonale ontwikkeling goed volgen,

EEN EI HOORT ERBIJ

zonder het ei te beschadigen. Reeds na zes dagen broeden kan in een bevrucht ei een klein embryo, de zogenaamde 'rode spin', worden waargenomen.

De anatomie van het ei – deel 2

Groep 3-6

Duur: 20 minuten

Leerdoel: De anatomie van het ei.

Materiaal: rauw ei, plat bord

Het inwendige van een ei kan eenvoudig bestudeerd worden door een rauw ei te breken en op een plat bord te laten uitvloeien. Meestal is midden op de gele dooier een wit rondje te zien van een paar millimeter doorsnee. Dit is de kiemschijf waaruit, indien het ei bevrucht was, een kuikentje zou groeien. Het verschil tussen dik en dun eiwit is duidelijk te zien. Het dikke eiwit vormt duidelijk een compacte, meestal cirkelvormige massa rondom de dooier, terwijl het dunne eiwit veel verder uitvloeit. Het dikke eiwit bevat een bacteriedodende stof, waardoor de dooier en de kiem beschermd worden. Hoe minder vers een ei is, hoe meer dik eiwit is omgezet in dun eiwit en hoe groter de kans op infecties. Een ei dat ver in de koekenpan uitvloeit is dus minder vers dan een compact, bol spiegelei.

In het dikke eiwit zijn ook eenvoudig de witte hagelsnoeren te herkennen. Aan de spitse kant van het ei zitten drie hagelsnoeren (in elkaar gedraaide strengen eiwit) en aan de stompe kant twee. De hagelsnoeren houden de dooier in het midden van het ei.

De anatomie van het ei – deel 3

Groep 3-6

Duur: 20 minuten

Leerdoel: De anatomie van het ei.

Materiaal: gekookt ei (10 minuten), plat bord, eiersnijder

Voer eerst met de klas deel 1 en 2 uit van de anatomie van het ei. Neem daarna een gekookt ei om doorsnede van te gaan tekenen. Een doorsnede is een belangrijk hulpmiddel bij het doorgronden van een voorwerp. Leg het gepelde, hardgekookte ei onder de eiersnijder, waarbij

EEN EI HOORT ERBIJ

je zelf kunt kiezen voor lengte, dwars, of schuine doorsneden. Met alle voorafgaande kennis moet het nu mogelijk zijn om een redelijk betrouwbare reconstructie van het ei in zijn natuurlijk staat te maken.

Een ei ademt

Groep 6-8

Duur: 20 minuten

Leerdoel: De anatomie van het ei.

Materiaal: rauw ei, kaars, lucifers, klein handboortje, dun limonaderietje, glas water

Een ei ademt en dan kun je zien! Je kunt een ei onder water te laten 'uitademen', zodat de poriën -net als bij een lekke fietsband- worden verraden door luchtbelletjes, die met het blote oog te zien zijn. Neem een rauw ei en zet het stevig op de spitse punt. Het beste kun je het ei daarvoor in het oorspronkelijke doosje zetten. Boor met een klein handboortje voorzichtig een gaatje in de bolle kant van het ei; het is daarbij de bedoeling dat je uitkomt in de luchtkamer. Maak het gat zo groot dat je het rietje er een eindje in kunt steken. De kieren tussen boorgaatje en rietje dicht je af met een paar druppels kaarsvet. Plaats het ei nu in een glas met water en blaas door het rietje. Vooral aan de bolle zijde zul je talloze belletjes zien ontstaan. Zoals door de aanwezigheid van de luchtkamer te verwachten was zitten juist aan het stompe ei-uiteinde veel en grote poriën. Een groot deel van de 10.000 poriën is echter zo piepklein dat ze ook bij deze proef niet zichtbaar worden. Alle poriën van het kippenei samen komen ook maar tot een totaal doorsnede-oppervlak van twee vierkante millimeter.

Spuwend ei

Groep 8

Duur: 20 minuten

Leerdoel: Kom erachter dat het ei kan ademen.

Materiaal: rauw ei, kaars, lucifers, klein handboortje, dun limonaderietje, glas water

Een poging een ei uit te broeden in warm water leidt tot niets. Omdat water niet genoeg zuurstof bevat, komt de ademhaling van het ei in de problemen en gaat het ei over tot het

EEN EI HOORT ERBIJ

‘drinken’ van water. Dit kun je zelf zien met het volgende experiment.

Maak aan de spitse kant van het ei met het handboortje een klein gaatje waar net een rietje doorheen past. Tik daarna voorzichtig aan de bolle kant van het ei een klein stukje van de schaal kapot en verwijder de schilfers zonder de onderliggende vliezen te beschadigen. Schuif het rietje nu zover het ei in dat het uiteinde ongeveer in de dooier zal liggen. Dicht het gat in de eischaal rondom het rietje zorgvuldig met enige druppels kaarsvet. Zet u dit ei nu met het rietje omhoog in een glas leidingwater, dan zal het gaan werken als een zogenaamde osmometer. Het eigeel stijgt in het rietje en deze kan zelfs gaan ‘spuwen’. Een verschijnsel dat wordt veroorzaakt door osmose.

Hei ei in de fles

Groep 1-8

Duur: 15 minuten

Leerdoel: Spelen met luchtdrukverschillen.

Materiaal: gekookt ei (10 minuten), melkfles of vergelijkbare glazen fles en kokend water (of spiritus met lucifers).

De truc waarbij een gepeld ei door de te smalle hals van een melkfles wordt gedwongen is een ware klassieker. Een proefje dat in ieders jeugd meestal wordt gedemonstreerd door een goedaardige, maar enigszins onhandige oom. Het basisrecept is eenvoudig. Men neme een melkfles waarvan de hals iets smaller is dan het gekookte ei. De keuze van eigroote is erg belangrijk voor een succesvol optreden; het ei mag zeker niet te groot zijn, en te klein is natuurlijk geen kunst. Pel het ei en zet het op de mond van de fles. Het lijkt eenvoudig om het ei nu gewoon door de hals te duwen, maar een onzichtbare hand lijkt hiertegen in verzet te komen. Doordat het ei de lucht in de fles afsluit, duwt de samengeperste lucht het ei weer naar buiten. Bruut geweld is hier geen oplossing, het zorgt er alleen voor dat het ei geprakt in de fles terechtkomt.

De luchtdruk in de fles vormt het probleem, maar biedt tegelijk de oplossing. Als we de luchtdruk in de fles kunnen verkleinen, zal het ei vanzelf naar binnen worden gezogen. Plaats de open fles enige minuten in kokend water, zet het ei er weer op en laat het geheel afkoelen. Doordat de lucht in de fles na afkoeling inkrimpt, ontstaat er een onderdruk en floept het ei vanzelf de fles in. Een andere methode gaat uit van hetzelfde principe. Giet een beetje

EEN EI HOORT ERBIJ

spiritus in de fles en steek het aan met een lucifer. Zet het ei op de mond van de fles en het zal eveneens naar binnen worden geslurpt. Ook hier is de luchtdruk gedaald, maar nu omdat bij de verbranding zuurstof aan het afgesloten luchtvolume is onttrokken. In de lagere groepen kun je dit experiment demonstreren, in de hogere groepen kunnen de leerlingen zelf aan de slag!

Hei ei weer uit de fles

Groep 1-8

Duur: 15 minuten

Leerdoel: Spelen met luchtdrukverschillen.

Materiaal: Proef 'het ei in de fles'

Zorg eerst ervoor dat je een ei in de fles hebt gekregen met de proef 'het ei in de fles'. Hoe krijg je dat ei er in hemelsnaam weer uit? Simpel. Houd de fles op z'n kop zodat het ei in de flessenhals terecht komt. Blaas (!) krachtig lucht in de fles, waarbij het ei als een soort ventiel functioneert. De samengeperste lucht in de fles duwt het ei door de hals naar buiten!

Ei souvenir maken

Groep 5-7

Duur: 2x 10 minuten en een aantal uur wachten

Leerdoel: Zuur lost de eischaal op.

Materiaal: slagroomflesje (brede hals), azijn, water, ongepeld hardgekookt ei

Een wonderlijk ei-souvenir kan gemaakt worden door een ongepeld ei in een slagroomflesje te toveren. Hiervoor is meer geduld nodig en succes niet altijd verzekerd. Laat het hardgekookte ei een aantal uur in warme azijn weken. De zure azijn lost de kalk langzaam op, waardoor de schaal zachter wordt. Dit geweekte ei kan op een van de bovenstaande wijzen in het slagroomflesje gezogen worden. Vaak is de schaal door het zuur echter zo poreus geworden dat de fles niet goed wordt afgesloten. Eventueel kan het ei dan worden ingesmeerd met vaseline. Is het gelukt het ei in de fles te krijgen, vul de fles dan met koud water zodat de schaal weer harder wordt. Het is weliswaar geen driemaster maar ook een simpel ei in een fles wekt altijd verbaasde gezichten.

EEN EI HOORT ERBIJ

Het draaiende ei

Groep 1-8

Duur: 10 minuten (demonstratie) of 20 minuten zelf onderzoeken

Leerdoel: Het verschil tussen een rauw ei en een gekookt ei kun je waarnemen.

Materiaal: rauw ei, hardgekookt ei, glad oppervlak (tafel bijvoorbeeld)

Neem een rauw ei, leg het op een glad oppervlak (linoleum, parket, aanrecht) en probeer het ei aan het draaien te krijgen door er een slinger aan te geven. Binnen zeer korte tijd ligt het ei weer stil. Doet u hetzelfde met het gekookte ei, dan merkt u dat dit veel langer blijft ronddraaien. Maar het rauwe ei kan weer iets wat het gekookte niet kan. Als u het rauwe ei een flinke slinger geeft en even daarna het ei remt door er even uw vinger op te leggen, zult u merken dat het ei na een moment stil gelegen te hebben weer langzaam begint te draaien. Beide eigenschappen van het rauwe ei hebben te maken met de stroperige inhoud. In principe remt die de draaiende beweging, maar eenmaal in beweging gebracht heeft de inhoud een zodanige traagheid dat het ei ook weer op gang geholpen kan worden. De wijze waarop de dooier in het ei hangt versterkt deze traagheidseffecten.

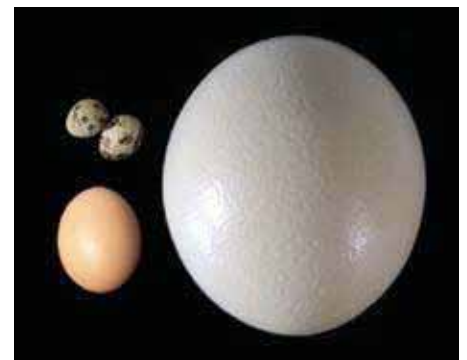
Ronduit fascinerend is de ontdekking dat het mogelijk is het hardgekookte ei zodanig op zijn zijkant te laten ronddraaien dat het ei zich opricht en op zijn spitse (en soms ook zijn stompe) kant verticaal gaat staan ronddraaien. Enige oefening is hier wel voor nodig en eieren die men rechtop heeft laten koken schijnen het beste te voldoen. De verklaring van dit opstandig gedrag van het ei, dat ook bij sommige tollen voorkomt, is verre van eenvoudig. Door het ronddraaien ontstaat er tussen vloeroppervlak en de bolronde schaal een glijdende wrijvingskracht, die het oprichten van het ei veroorzaakt.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Wat is een ei?

Het is een vergissing te denken dat vogels, laat staan kippen, het alleenrecht op eieren hebben. Het principe van een ei, een eencellig voortplantingsproduct waaruit een geheel nieuw individu kan ontstaan, is in het overgrote deel van de dierenwereld zichtbaar; van worm tot mens.

Het ei, voorzien van een dooier, omringd door eiwit en omsloten door een stevige schaal — kortom, het ei zoals dat de meeste mensen voor ogen staat — is wèl beperkt tot een zeer select



Een kippe-ei naast een struisvogelei.

Bron: wikipedia.org

EEN EI HOORT ERBIJ

gezelschap. Alleen vogels, reptielen en enkele zoogdieren (vogelbekdier en mierenegel) kunnen dit eitype produceren.

De geschiedenis van het ei

De ontwikkeling van een ei met schaal maakte het voor de gewervelde dieren mogelijk, vanuit het water, het land te veroveren. Het betekende dat dieren voor de voortplanting niet meer naar het water terug hoefden te keren. In het Carboon-tijdperk (340-280 miljoen jaar geleden) waren er nog geen echte landbewonende gewervelde dieren. Wel leefden er in de vele moerassen amfibieën (de diergroep waartoe de huidige kikkers en salamanders behoren) die door het bezit van pootjes in staat waren zich op het land voort te bewegen en naar voedsel te zoeken. De typerende wijze van voortplanten van een amfibie is echter in belangrijke opzichten nog gelijk aan die van de voorouderlijke vissen. De eieren van een amfibie — denk bij voorbeeld aan kikkerdril — worden in het water afgezet en hieruit ontwikkelen zich waterbewonende, kieuwdragende larven (het 'kikkervisjesstadium'). Slechts bij de volwassen vorm hebben longen de kieuwen vervangen, is er sprake van poten, en wordt leven op het land mogelijk. Een amfibie is door deze wijze van voortplanting als het ware geketend aan het water. Hij leidt een waar dubbelleven, zoals ook in de naam amfibie (letterlijk: 'tweeslachtig leven') verankerd ligt.

Het ei als minivijver

Ergens tijdens het Carboon moet er een amfibie zijn geweest die er als eerste in slaagde eieren op het land te leggen die niet uitdroogden. Een belangrijke doorbraak, omdat in het water gelegde eieren nauwelijks veilig waren voor andere moerasbewoners. Op het land was het waarschijnlijk eenvoudiger om nog een beschermd plekje te vinden. Een belangrijke voorwaarde voor een succesvolle ontwikkeling van op het land gelegde eieren is natuurlijk dat zulke eieren volledig zelfvoorzienend zijn. Een ei dat aan deze eisen voldoet, is het zogenaamde 'amniote ei'. Een dier dat zo'n ei legt wordt hiermee overigens per definitie ingedeeld bij de reptielen. Het reptieleëi vormt een belangrijke doorbraak in de evolutie van de gewervelde dieren: het land werd de echte thuisbasis.

Nieuwe verpakking

Het 'nieuwe' aan het amniote ei is, zoals bij zoveel producten, gelegen in de verpakking. Het embryo dat zich in zo'n ei-type bevindt, wordt niet alleen beschermd door een schaal, maar ook door een aantal vliezen. Een grote dooierzak voorziet het jong van ruim voldoende voedsel.

EEN EI HOORT ERBIJ

Zo kan het jonge dier zich binnen het ei ontwikkelen tot een minivolwassene en hoeft niet, zoals kikkervisjes, in een larvaal stadium op zoek te gaan naar voedsel. Het belangrijkste vlies is misschien wel het zogenaamde amnion. Het amnion sluit het embryo in met een met vocht gevulde ruimte. Hiermee beschikt het jong over een mini-vijvertje, waar de ontwikkeling zich kan afspelen. Ook aan de voorzieningen voor ademhaling en afvalafvoer is gedacht. Een ander vlies (allantois) functioneert enerzijds als een soort afvalzak en anderzijds als een ademhalingsorgaan. De zuurstof die door de poreuze schaal kan binnendringen wordt door bloedvaten in dit vlies naar het embryo gevoerd, terwijl kooldioxide aan de omgeving wordt afgegeven. De schaal van reptieleëieren kan, afhankelijk van het gehalte aan kalkzouten, in stevigheid uiteenlopen van perkamentachtig tot hard.

Het dinosaurusei

Ook eieren met een stevige schaal blijven kwetsbare en breekbare objecten. Het is dan ook niet verbazingwekkend dat er relatief weinig fossiele eieren gevonden worden. Gelukkig is over het eileggedrag van een zeer populaire reptielengroep, de dinosauriërs, wel het een en ander bekend. Over de wereld zijn een aantal zeer rijk gevulde vindplaatsen van fossiele dinosauriëreieren (onder andere in de Gobi-woestijn van Mongolië en China, in de noordelijke staat Montana van de Verenigde Staten en in de buurt van Aix-en-Provence in Zuid-Frankrijk). Vaak zijn de eierschalen gebroken en kan alleen een expert zien dat het om oeroude eierschalen gaat. De eieren van dinosauriërs zijn niet reusachtig groot. Het grootste ei zou een inhoud hebben gehad van ruim drie liter. Scharreleieren in de supermarkt zijn gelegd door het directe nageslacht van de dinosauriërs en hebben een inhoud van ongeveer ... liter.

Nesten met eieren van dino's

De vondst van een aantal complete nesten met eieren in Amerika heeft sterk bijgedragen aan onze kennis over het nestelgedrag van dinosauriërs. Duidelijk is dat bij deze dieren al enige mate van broedzorg aanwezig was. Zo zijn veel van de eieren gevonden in komvormige uithollingen waarin zo'n twintig tot dertig eieren cirkelvormig geordend bijeenlagen. Amerikaanse onderzoekers denken dat deze nesten misschien werden overdekt met plantresten, zoals ook krokodillen dat doen. Met behulp van de warmte die vrijkomt bij de rotting in dergelijke hopen worden de eieren uitgebroed. Ook zou tevens sprake zijn geweest van kolonievorming en een jaarlijkse terugkeer naar dezelfde nestelplaats. De vondst van skeletresten van dinosauriërs uit verschillende leeftijdsgroepen binnen de kolonie wijst op



Nest met fossiele hadrosauruseieren.

Bron Wikipedia.org

EEN EI HOORT ERBIJ

het bestaan van een geordende sociale structuur. Jonge dieren bleven nog enige tijd rondom het nest hangen totdat zij oud genoeg waren om er, mogelijk in kuddes, op uit te trekken. Het beeld van een gelukkige, zorgzame dinosaurïërfamilie vergt een aanzienlijke bijstelling van het traditionele beeld van uitsluitend bloeddorstige en rovende monsters.

Ei fabriek

In tegenstelling tot bij voorbeeld zilvermeeuwen, die per legsel maximaal drie eieren produceren, kan men de kip verleiden tot het blijven leggen van eieren door de reeds gelegde eieren weg te halen. Op deze manier is de pluimveehouder in staat zijn kippen te 'melken'. Het produceren van een ei is voor een kip geen eenvoudige taak en neemt in principe één etmaal in beslag.

Record eieren leggen

Het absolute record in het leggen van (vogel) eieren is in handen van een hoen van het legras Leghorn met 371 eieren in 364 dagen. Dit is zeer verwonderlijk omdat het hoen van nature geen grote legger is.



EEN EI HOORT ERBIJ

Hoe ontstaat een ei?

De eisprong (ovulatie) staat bij de kip onder invloed van een hormoon dat, meestal na middernacht, wordt vrijgegeven door een klier in de hersenen. De eisprong, het losspringen van de dooier (=eicel) van de eierstok, vindt hierdoor altijd overdag plaats. De dooier wordt in de trompetachtige uitmondung van de eileider opgevangen en begint zijn tocht naar de uitgang. Een eventuele bevruchting moet geheel aan het begin van het traject plaatsvinden omdat al snel lagen eiwit tegen de dooier worden afgezet. Voordat het ei in wording het deel van de eileider betreedt dat wordt aangeduid als schaalklier, worden de twee eivliezen om het eiwit aangelegd. Het grootste deel van de tijd zal het ei nu doorbrengen in de schaalklier (ook wel 'baarmoeder' genoemd). Vijf uur lang wordt het ei min of meer opgepompt, zodat het strak in de vliezen komt te zitten. Daarna begint het proces van de kalkafzetting, dat in totaal zo'n vijftien uur in beslag zal nemen.



Opoffering voor nageslacht

Bij de vorming van de eierschaal blijkt pas tot welke opofferingen de kip bereid is ten behoeve van haar nageslacht. Een groot deel van de kalk die nodig is voor het vormen van de eierschaal onttrekt de hen aan haar eigen beendergestel, waarbij zij wel tot 10 procent van haar botgewicht kan onttrekken. Het leggen van een ei is daarmee een ongekende daad van zelfopoffering.

Dunne schalen

Bij vogels die onder stress leven kunnen verstoringen van het hormoonstelsel ervoor zorgen dat zij eieren leggen met zeer dunne schalen. De eierschalen worden hierdoor zó dun dat de embryo's niet genoeg kalk eraan konden onttrekken om hun eigen beendergestel op te bouwen.

Een ei ademt

Wat weegt zwaarder: een onbebroed ei of hetzelfde ei wanneer er een bijna volgroeid kuikentje in zit? Met deze vraag kunt u veel mensen in verlegenheid brengen. U ziet ze denken: Dat kuikentje was er eerst nog niet, dus moet het ei zwaarder zijn geworden, of: Het heeft zich allemaal binnen de schaal afgespeeld dus het gewicht zal wel gelijk gebleven zijn. De meesten kiezen uiteindelijk voor 'gelijk'. Dat hebben ze echter niet. Een gemiddeld kippeëi van 60 gram zal na ruim twintig dagen broeden nog slechts 51 gram wegen (waarvan het kuikentje ongeveer

EEN EI HOORT ERBIJ

39 gram voor zijn rekening neemt). Het ei heeft dus ongeveer 15 procent van zijn gewicht verloren in de vorm van water. Lang bebroede eieren blijven daarom drijven in een bak water, terwijl onbebroede eieren nog zinken.

Het water kan als waterdamp het ei verlaten door de poriën in de kalkschaal. Door dezelfde poriën gaat zuurstof naar binnen en wordt kooldioxide aan de omgeving afgegeven. Het ei ademt. Dit geldt in mindere mate ook voor een rauw ei, waarvan de versheid immers ook met de dompelproef kan worden aangetoond (hoe meer het ei zich met de bolle kant van de bodem opricht, hoe minder vers het is).