

De natuurwetenschappen in het Sovjet-onderwijs

II – Leerboeken – handleidingen – toetsen*

A. J. TREFFERS,

Biologisch Centrum Rijksuniversiteit Groningen

Samenvatting

Over leerboeken, handleidingen en toetsen op het gebied van de natuurwetenschappen zijn de volgende opmerkingen te maken:

- Typisch voor de leerboeken in de Sovjet-Unie zijn: de grote oplage, de lage prijs, de uniformiteit, het gedrukt zijn in een groot aantal verschillende talen en het feit dat alle uitgaven staatsuitgaven zijn.
- Leerlingen op de tienjarige school in de Sovjet-Unie zijn in het bezit van boeken voor kennis der natuur en biologie die:
 - a. een geleidelijke opbouw vertonen wat organisatieniveau betreft, hoewel het leerboek voor anatomie en fysiologie van de mens op dit punt tekortkomingen laat zien
 - b. wat kennisniveau betreft een sterk accent leggen op begrippen en definities, maar hiermee vergeleken de hogere kennisniveaus verwaarlozen
 - c. het natuurwetenschappelijk onderzoek als een gefaseerd proces beschrijven, maar aan de verschillende fasen niet evenveel aandacht schenken
- Voor verschillende vakken kunnen docenten gebruik maken van uitvoerige handleidingen die nauwkeurig het doel van een les, de didactische werkvormen en het verloop van een les omschrijven, maar waarin bepaalde werkvormen niet of nauwelijks zijn uitgewerkt.
- Bij de eindexamens in natuurkunde en schei-

kunde worden verschillende typen toetsen gebruikt, waaronder het verrichten van laboratoriumwerk. Bij het afnemen van toetsen in biologie, scheikunde en natuurkunde valt meer de nadruk op kennis dan op begrip, toepassing en analyse. De door Bloom c.s. op een nog hoger niveau geplaatste kennisoperaties zoals synthese en evaluatie blijven zo te zien buiten het gebied dat getoetst wordt.

1. Inleiding

De gegevens die in dit artikel zijn verwerkt, zijn ontleend aan leerboeken, handleidingen en opgaven die in de Sovjet-Unie worden gebruikt. De gegevens zijn helaas niet compleet. Het onderzoek van de leerboeken kon slechts worden uitgevoerd met de boeken voor kennis der natuur en biologie. De leerboeken voor natuur- en scheikunde zijn door mij niet verzameld en zijn, zoals met vrijwel alle boeken in de Sovjet-Unie het geval is, enige tijd na het verschijnen moeilijk te krijgen. De studie van de handleidingen is alleen verricht met behulp van handleidingen voor botanie, zoölogie en algemene biologie. Wat de toetsen betreft, is het onderzoek beperkt gebleven tot eindexamenopgaven voor natuur- en scheikunde, en, omdat voor biologie geen eindexamen bestaat, tot opgaven voor schriftelijk werk voor algemene biologie in de tiende klas.

Bij de beoordeling van leerboeken, handleidingen en toetsen is in de eerste plaats gebruik gemaakt van de taxonomie van Bloom. Daarnaast is gelet op de criteria van Lagerweij, zoals die voorkomen in 'Het beoordelen van leerboeken'

* Artikel I (P.S. 1974 (51) 144–156) gaat over de kenmerken van het onderwijs en de leerprogramma's voor de natuurwetenschappen. Artikel III zal gewijd zijn aan vernieuwingen in de didactiek.

	<i>kennis der natuur</i>	<i>botanie</i>	<i>zoölogie</i>	<i>anatomie en fysiologie van de mens</i>	<i>algemene biologie</i>
aantal schrijvers	1	1	7 ¹	2	7 ²
oplage	1.000.000	?	1.000.000	?	1.200.000
prijs ³	42 kop.	46 kop.	60 kop.	44 kop.	58 kop.
bestemd voor klas	4	5 en 6	6 en 7	8	9 en 10
ordening leerstof ⁴	thematisch	systematisch	systematisch	—	thematisch
opgaven en vragen:					
voorafgaande aan de tekst	+	—	—	—	—
tussen de tekst	+	—	—	—	—
aan het einde v. d. par.	+	+	+	+	+
aan het einde v.h. hoofdst.	+	—	—	+	—
register aanwezig	—	—	+	—	—

Overzicht 1 – Enkele gegevens over de boeken voor de vakken kennis der natuur en biologie

1. 1961: 1; 1964: 2

2. 1964: 1.

3. 1 kopeke = \pm 4 ct.

4. thematisch/systematisch, d.w.z. groepering van onderwerpen op grond van de aard van het natuurwetenschappelijk probleem/groepering op grond van de biologische systematiek.

(Lagerweij, 1973), zonder dat het beoordelingsmodel in zijn geheel is overgenomen. Tenslotte zijn nog andere, speciaal op leerboeken voor de natuurwetenschappen afgestemde maatstaven ontworpen en gehanteerd.

Bij de bestudering van leerboeken, handleidingen en toetsen is een analytische werkwijze toegepast. Het materiaal dat op de scholen gebruikt wordt, is punt van uitgang geweest. De theorie die hierachter staat, komt in het volgende artikel aan de orde.

2. Leerboeken

Over de leerboeken die op de tienjarige school in de Sovjet-Unie in gebruik zijn, worden eerst enkele *algemene opmerkingen* gemaakt. Vervolgens komen de resultaten van een *analyse* van enkele leerboeken voor de natuurwetenschappen aan de orde. Bij deze analyse is gelet op de volgende voor het onderwijs in de natuur-

wetenschappen belangrijke vragen: Welk niveau van organisatie staat in de boeken centraal? Is de leerstof longitudinaal gepland? Welk kennisniveau wordt geaccentueerd? Welke fasen van een natuurwetenschappelijk onderzoek komen in de leerboeken aan de orde?

2.1. Algemene opmerkingen

Enkele algemene gegevens die betrekking hebben op de leerboeken voor kennis der natuur (Skatkin, 1972), botanie (Korčagina, 1963), zoölogie (Bychovskij, 1971), anatomie en fysiologie van de mens (Cuzmer, 1969) en algemene biologie (Poljanskij, 1971), zijn in een overzicht bijeengebracht (Overzicht 1). Dit overzicht kan tevens dienen als illustratie van onderstaande opmerkingen die slaan op de leerboeken voor middelbare scholen in het algemeen.

– De meeste schoolboeken verschijnen in de Russische taal en in de taal van een aantal republieken. Dit hangt samen met de mogelijkheid van te kiezen tussen onderwijs dat in het

	kennis der natuur	botanie	zoölogie	anatomie en fysiologie van de mens	algemene biologie
atomen					+
moleculen				+	+
macromoleculen				+	++
organellen			+	+	++
cellen		+	+	++	++
weefsels		+	+	++	+
organen		++	++	++	+
organismen	+	++	++	++	+
populaties					+
biocoenosen	+	+	+		++
ecosystemen					++
aarde	+				
zonnestelsel	+				

Overzicht 2 – Niveau van organisatie waarop in de leerboeken voor de vakken kennis der natuur en biologie het accent valt (+ geaccentueerd, ++ sterk geaccentueerd)

- Russisch gegeven wordt, en onderwijs dat gebracht wordt in de taal van de republiek. Als beide mogelijkheden bestaan, wordt meestal gekozen voor onderwijs in de streektaal. Dit is met name in Georgië het geval, maar ook in de Baltische landen.
- Overal in de Sovjet-Unie worden dezelfde leerboeken gebruikt. De vertaalde edities verschillen slechts op detailpunten van de Russische uitgaven.
 - De oplagen zijn zeer groot. Desondanks zijn leerboeken snel uitverkocht.
 - Leerboeken zijn, uiteraard, staatsuitgaven. De Russischtalige edities worden gedrukt door de uitgeverij Prosveščenie (letterlijk: onderwijs) in Moskou.
 - Wanneer er nieuwe leerboeken moeten worden vervaardigd, wordt in het algemeen door de Academie van Pedagogische Wetenschappen (A.P.N.) een concours uitgeschreven (zie Delhaas 1971, pag. 116).
 - De inhoud van de leerboeken is nauwkeurig afgestemd op de officiële programma's. De titels van de paragrafen zijn gelijk aan de hoofdpunten van het leerprogramma. Een verandering van het programma heeft onmiddellijk een wijziging van het leerboek

tot gevolg.

- Het laaghouden van de prijs – ± 50 kopeken (f 2,00) is normaal – gaat ten koste van de kwaliteit van papier, foto's en illustraties.

2.2 Niveau van organisatie

Op welk niveau van organisatie valt in de leerboeken voor het onderwijs in de natuurwetenschappen het accent? Wordt de nadruk gelegd op atomen en moleculen of op meer complexe structuren als bijvoorbeeld die van een organisme of een ecosysteem?

Voor de vakken kennis der natuur en biologie is met betrekking tot deze vraag een leerboek-analyse uitgevoerd. De resultaten van deze analyse zijn te vinden in een overzicht (Overzicht 2). Uit deze resultaten kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- In de eerste plaats zien we dat het gebied dat de boeken bestrijken, zich geleidelijk verbreedt. In de vierde klas wordt alleen aandacht geschonken aan organismen en hun directe omgeving. In de vijfde klas wordt de kennis over de bouw van organismen verdiept tot op het niveau van de cel. Bij het vak anatomie en fysiologie van de mens – de leerlingen hebben als dit vak gedoceerd wordt, een jaar

scheikunde achter de rug – komen voor het eerst nog lagere niveaus van organisatie aan de orde, zoals submicroscopische structuren en de chemische samenstelling van eiwitten. Alleen bij de algemene biologie worden alle niveaus van organisatie die in Overzicht 2 zijn aangegeven – de aarde en het zonnestelsel even buiten beschouwing gelaten –, in het onderwijs betrokken.

- Het terrein van de relaties tussen organismen van één soort, het niveau van de populatie dus – bijvoorbeeld capita uit de ethologie en de populatie-biologie – wordt alleen bij het vak algemene biologie bestudeerd.
- Het menskundeboek dat in de achtste klas gebruikt wordt, is strikt beperkt tot de anatomie en fysiologie van de mens. Er wordt geen aandacht besteed aan onderwerpen als de toename van de wereldbevolking of een op de mens toegespitste ecologie.

2.3 Leerstofplanning

Bij de analyse van leerboeken voor kennis der natuur en biologie is ook onderzocht in hoeverre er sprake is van integratie en longitudinale planning van leerstof. Het onderwerp dat voor dit gedeelte van het onderzoek is uitgekozen, is *kringlopen in de natuur*. De gegevens die over dit onderwerp in de verschillende leerboeken zijn verzameld, zijn in vier rubrieken gerangschikt. Het betreft hier: elementen die een schakel vormen tussen de levenloze en de levende natuur, relaties tussen organismen, kwesties die op een energieketen betrekking hebben, en beschrijvingen, hoe beknopt ook, van een kringloop in de natuur. Kort samengevat zijn de voornaamste gegevens die hierover in de leerboeken te vinden zijn, weergegeven in een overzicht (Overzicht 3). Uit de resultaten van het onderzoek kunnen twee conclusies getrokken worden:

- Bij de vakken kennis der natuur en botanie wordt kennis verschaft over een aantal componenten van een kringloop, zonder dat een kringloop in zijn totaliteit aan de orde komt. Pas aan het eind van de periode waarin botanie gedoceerd wordt, wordt deze kennis geïnte-

greerd in een groter geheel. Bij het vak algemene biologie wordt de omgekeerde werkwijze gevolgd. De behandeling van detailpunten vindt eerst plaats nadat een globaal overzicht is gegeven van het geheel.

- Het ontbreken van gegevens over kringlopen in het zoölogieboek en het boek voor anatomie en fysiologie van de mens toont aan dat, althans op dit speciale gebied, van longitudinale leerstofplanning geen sprake is.

2.4 Kennisniveau

Met behulp van de leerboeken voor kennis der natuur en biologie is nagegaan met welke categorie van kennis de leerling wordt geconfronteerd. Zijn het, uitgedrukt in de termen die Bloom c.s. gebruiken voor de taxonomische structurering van het laagste niveau van cognitief handelen – de hogere niveaus zijn voor een leerboekenanalyse minder relevant –, voornamelijk symbolen, begrippen en definities die de leerling voorgezet krijgt, dan wel structuren en theorieën, of andere, tussen deze twee uitersten in gelegen niveaus van kennis (Overzicht 4)? Aangezien de resultaten van de analyse die is uitgevoerd om bovenstaande vraag op te lossen, zich niet helemaal in een schema laten onderbrengen, volgt eerst een toelichting bij Overzicht 4. Pas daarna trekken we enkele conclusies. Wat de *symbolen* betreft: Wanneer we afzien van namen als symbolen voor organismen, van symbolen als cm en g, en het gebruik van symbolen voor de onderdelen van een bloem in een bloemformule, wordt alleen in de boeken voor anatomie en fysiologie van de mens en algemene biologie gebruik gemaakt van symbolen. In deze beide boeken worden symbolen gebruikt voor chemische elementen, de zuurgraad van een oplossing, quanta van energie, maten, kenmerken van organismen, en de graden van verwantschap bij organismen.

Begrippen en definities nemen in alle boeken die bij de analyse zijn betrokken, een zeer centrale plaats in. In verschillende boeken worden ze vetgedrukt, van een duidelijke markering voorzien of in een speciaal kadertje geplaatst.

	<i>kennis der natuur</i>	<i>botanie</i>	<i>zoölogie</i>	<i>anatomie en fysiologie van de mens</i>	<i>algemene biologie</i>
schakels tussen de levende en de levenloze natuur	betekenis van zonlicht, lucht en water voor plant en dier; betekenis van de bodem; verarming/bemesting	water, lucht, bepaalde temperatuur en de aanwezigheid van bepaalde zouten in de bodem als levensvoorwaarden voor de plant			betekenis van abiotische milieufactoren optimum/minimum samenhang; van milieufactoren
relaties tussen organismen	de planten en dieren in een bepaald gebied vormen mede het milieu van een organisme; in het water vormt de ene groep organismen het voedsel voor een andere groep	betekenis van bacteriën voor de afbraak van organische stoffen wieren produceren zuurstof die weer verbruikt wordt door de dieren	betekenis van roofvogels als eindpredator		voedingsrelaties in een biocoenose voedselketens biotische milieufactoren trapsgewijze afbraak van organische stoffen door bacteriën
energieketens					de zon als energiebron betekenis van de fotosynthese; bioproductie; pyramide van biomassa energieverlies in een voedselketen
kringloop als totaliteit		kringloop van stoffen in het bos; geleidelijke verarming van de grond			niveaus in een voedselketen kringloop van chemische elementen afwisseling van autotrofe en heterotrofe organismen

Overzicht 3 – De voornaamste gegevens over kringlopen of componenten daarvan, zoals die vermeld worden in de leerboeken voor de vakken kennis der natuur en biologie

	<i>kennis der natuur</i>	<i>botanie</i>	<i>zoölogie</i>	<i>anatomie en fysiologie van de mens</i>	<i>algemene biologie</i>
theorieën	—	+	+	+	++
structuren	—	+	++	+	++
principes	+	+	++	+	++
methoden	++	+	—	+	+
classificaties en criteria	—	+	++	—	++
volgorden	+	+	+	+	+
begrippen en definities	++	++	++	++	+
symbolen	—	—	—	+	+

Overzicht 4 – Het kennisniveau in de boeken voor kennis der natuur en biologie (— geen aandacht, + redelijk vertegenwoordigd, ++ geaccentueerd)

Volgorden, bijvoorbeeld processen, komen we in alle leerboeken tegen, maar de beschrijving ervan komt niet uit boven het niveau van de begrippen en definities. Waarschijnlijk hangt dit samen met het feit dat de bekende delen van een proces duidelijk uitgelegd worden, maar onopgeloste gedeelten niet genoemd worden. Een uitzondering hierop vormt het leerboek voor het vak kennis der natuur.

De beschrijvingen van *criteria en classificaties* gaan in de boeken hand in hand. Het botanieboek, dat ingedeeld is op grond van de botanische systematiek, somt een groot aantal kenmerken van planten op. Vergelijken met dit boek wordt in het zoölogieboek dieper op de achtergrond van de biologische systematiek ingegaan. Nog sterker is dit het geval in het leerboek voor de algemene biologie.

De *methoden*, de manieren bijvoorbeeld waarop in de natuurwetenschappen onderzoek wordt verricht, komen vooral in het leerboek voor kennis der natuur goed naar voren. Op verschillende plaatsen is een experiment of een vraag aan het begin van een paragraaf geplaatst, waarmee het belang van onderzoek voor het verkrijgen van kennis onderstreept wordt (verg. Overzicht 1).

Een uitzondering hierop vormt in dit boek het hoofdstuk over biologie. Noch bij het bota-

nisch gedeelte ervan, noch bij het zoölogisch gedeelte worden experimenten beschreven.

In het botanieboek worden enkele experimenten op het gebied van de fotosynthese besproken en wordt de werking van de microscoop uitgelegd. Van zoölogische experimenten krijgen de leerlingen tijdens de zoölogielessen geen beeld. Alleen in het leerboek voor anatomie en fysiologie van de mens worden een paar experimenten met dieren beschreven: de contracties van pootspieren bij kikkers ten gevolge van een elektrische prikkel, het combineren van bloedvatenstelsels van honden in het kader van een onderzoek over de regulatie van de ademhaling, en de klassieke proeven van Pavlov. Ook bij het vak algemene biologie is de beschrijving van de methoden van het wetenschappelijk onderzoek op een enkele uitzondering na, meestal niet ver uitgewerkt. (Verg. 2.5.)

De kennis van *principes* wordt geleidelijk opgebouwd. Gaan we er van uit dat we onder natuurwetenschappelijke principes verstaan de fundamentele overeenkomsten in structuur en gedrag bij stoffen, voorwerpen, individuen, groepen of systemen, dan komen we principes tegen in alle leerboeken. Daarbij valt op dat in de boeken voor kennis der natuur en botanie de inductieve methode gevolgd wordt. Het voorwerk of het organisme staat voorop, pas daarna komen algemene principes (verg. 2.3). In het zoölogie-

	<i>kennis der natuur</i>	<i>botanie</i>	<i>zoölogie</i>	<i>anatomie en fysiologie van de mens</i>	<i>algemene biologie</i>
gegevens verzamelen	—	—	—	—	+
problemen stellen	+	+	—	+	+
hypothesen opstellen	—	—	—	—	+
experimenten uitvoeren	++	+	—	+	+
resultaten verzamelen	—	+	—	—	+
conclusies trekken	++	+	—	+	+
evalueren en toepassen	+	—	—	—	+

Overzicht 5 – Fasen in een natuurwetenschappelijk onderzoek die aan de orde komen in leerboeken voor de vakken kennis der natuur en biologie (— komt niet aan de orde, + krijgt aandacht, ++ wordt geaccentueerd)

boek wordt, uitgaande van organismen, duidelijk gestreefd naar inzicht in algemene principes. Bouwplannen bijvoorbeeld nemen in het boek een centrale plaats in. Bij de algemene biologie wordt de deductieve werkwijze gevolgd. Het algemene principe staat voorop; incidenteel worden organismen als voorbeeld gebruikt.

Van *structuren en theorieën* tenslotte kan worden opgemerkt dat deze alleen in het leerboek voor de hoogste twee klassen – en dan nog slechts op enkele plaatsen – beschreven worden als een samenstelling van eenheden van lagere orde, als iets dat voortdurend verandert, aanvechtbaar is en vatbaar voor verschillende interpretaties.

Uit *Overzicht 4* en de daarbij gegeven toelichting kunnen we aangaande het kennisniveau van de Russische leerboeken voor kennis der natuur en biologie het volgende concluderen:

- De door Bloom c.s. genoemde categorieën van kennis zijn alle vertegenwoordigd in de leerboeken, maar er bestaat een duidelijke tendens de taxonomisch lager geplaatste categorieën meer gewicht toe te kennen.
- Uit een analyse van de leerboeken blijkt dat bij de kennisontwikkeling eerder sprake is van een in de hoogste klas integreren van elementen die in de lagere klassen afzonderlijk zijn ontwikkeld, dan van een geleidelijke diffe-

rentiatie van een eenvoudig gestructureerde totaliteit van onderling geïntegreerde elementen.

2.5 Fasering van het wetenschappelijk onderzoek

Als nadere uitwerking van hetgeen er onder punt 2.4 is gezegd over methoden, is in de leerboeken voor kennis der natuur nagegaan welke van de verschillende fasen waarin natuurwetenschappelijk onderzoek verdeeld kan worden, in de tekst voorkomen.

Dit onderdeel van de leerboekenanalyse moet ook geplaatst worden tegen de volgende achtergrond: In het kader van ons onderzoek dat tot doel heeft de intellectuele en manuele vaardigheden die binnen het onderwijs in de natuurwetenschappen ontwikkeld kunnen worden, duidelijk te definiëren en te ordenen, hebben Van der Cingel en ik de plaats die een bepaalde vaardigheid inneemt in het geheel van een natuurwetenschappelijk onderzoek, als criterium gekozen. Dit betekent niet dat alle vaardigheden vanuit deze gezichtshoek beoordeeld moeten worden, wel dat een aantal vaardigheden gaan passen in een voor het onderwijs in de natuurwetenschappen zinvol geheel. (Verg. 'Overdrukken als didactisch hulpmiddel', Treffers, 1974.)

De voornaamste fasen in een natuurwetenschappelijk onderzoek en de aandacht die er in de Sovjet-Unie op de middelbare school aan geschonken wordt, zijn voor de vakken kennis

der natuur en biologie in een overzicht aangegeven (Overzicht 5).

Voordat wij uit dit overzicht conclusies trekken, moeten drie opmerkingen worden gemaakt met betrekking tot de vakken kennis der natuur en algemene biologie. In de eerste plaats heeft hetgeen er in Overzicht 5 staat in de kolom over experimenten bij het vak kennis der natuur, betrekking op het fysisch gedeelte van het leerboek. Biologische experimenten worden in dit boek niet besproken.

In de tweede plaats worden in het boek kennis der natuur de conclusies uit bepaalde experimenten wel toegepast op andere situaties; van een echte evaluatie van een onderzoek is echter nog geen sprake.

In de derde plaats moet worden opgemerkt dat het voorkomen van alle fasen van een onderzoek in het leerboek voor algemene biologie – in de paragraaf over het ontstaan van het leven gebeurt dit – een incidentele zaak is.

Over de wijze waarop een wetenschappelijk onderzoek in een aantal Russische leerboeken wordt beschreven, kunnen we het volgende zeggen:

- De manier waarop men in de Sovjet-Unie het natuurwetenschappelijk onderzoek bij het vak kennis der natuur introduceert, een methode waarbij het wetenschappelijk onderzoek wel als een gefaseerd proces wordt beschouwd, maar waarin de fasen nog niet sterk gedifferentieerd naar voren komen, wordt niet gecontinueerd in het biologieonderwijs dat erop aansluit.
- De geringe aandacht voor het opstellen van hypothesen en het evalueren van een onderzoek doet vermoeden dat in het Russische onderwijs in de natuurwetenschappen weinig aandacht geschonken wordt aan de door Bloom c.s. in de hoogste niveaus van cognitief opereren ondergebrachte vermogens.

3. Handleidingen

Van de handleidingen zullen eerst de *typen* die

er bestaan, en de *samenstelling* ervan worden besproken. Daarna volgen de resultaten van een analyse betreffende de verschillende *didactische werkvormen* die we in de handleidingen aantreffen.

3.1 Typen en samenstelling

Onder het in de Sovjet-Unie verzamelde materiaal treffen we twee soorten handleidingen aan: de handleidingen in boekvorm en de brochures met methodische aanbevelingen.

De eerste zijn soms geschreven door een of meer schrijvers van het boek waarop de handleiding betrekking heeft, soms door een team van didactici. De oplagen zijn groot. Ze variëren van 100.000–125.000 exemplaren. Deze boeken bevatten grondig uitgewerkte lesschema's. Achtereenvolgens wordt van een les aangegeven: het doel, de werkvormen, de leermiddelen, het verloop, de manier waarop kennis samengevat kan worden, en het huiswerk. Onder het punt 'verloop van de les' worden de verwerking van de stof van de vorige les, de introductie van het nieuwe onderwerp en, zo er zelfstandig werk door de leerlingen kan worden verricht, instructies voor de leerlingen in de handleiding beschreven. Soms vinden we in de handleidingen alternatieve voorstellen voor een bepaalde les.

Handleidingen in brochurevorm zijn publicaties van instituten voor her- en bijscholing van leraren. Deze brochures hebben een veel kleinere oplage dan de handleidingen in boekvorm: 3000 exemplaren. Gedeelten ervan zijn reeds als concept gepubliceerd in tijdschriften als 'Biologija v škole' (Biologie op school), en besproken op bijeenkomsten die de instituten voor her- en bijscholing van leraren organiseren. Als gevolg van deze werkwijze kan commentaar van docenten worden verwerkt in de definitieve versie. De brochures bevatten lesmodellen in schemavorm, literatuuropgaven, vragen voor leerlingen, technische adviezen voor het uitvoeren van experimenten, en modellen voor overzichten waarmee op het bord de leerstof kan worden samengevat. De wijze waarop in de brochures een lesmodel wordt gepresenteerd, is

DE CEL EN DE INDIVIDUELE ONTWIKKELING VAN ORGANISMEN
CYTOLOGIE. 20 uur. PERIODE VAN BESTUDERING: 1/IX-12/XI

nummer van de les	thema en inhoud van de les	methoden en methodische werkwijzen	inrichting van de les
1	2	3	4

I. De cel – het elementaire levende systeem dat ten grondslag ligt aan de bouw en de ontwikkeling van levende organismen

<ol style="list-style-type: none"> 1. Geschiedenis van de ontdekking van de cel en de ontwikkeling van de cytologie. 2. Huidige methoden van cytologisch onderzoek. 3. Vormen en afmetingen van cellen. Opmerking: Er is een televisieuitzending over het thema 'Methoden van cytologisch onderzoek' op 1/IX. 	<p>Werken met een film of een diafilm</p> <p>Doceerles met vertoning van microscopische preparaten van verschillende soorten cellen, weefsels of levende eencellige organismen.</p>	<p>Portretten van Hooke, Schwann, etc. Epidiascoop. Diafilm 'Cellen van weefsels van meercellige organismen'. Film 'Cellen en weefsels van een meercellig organisme', eerste gedeelte. Foto's of tekeningen van een elektronenmicroscop Microscopische preparaten van weefsels en eencellige organismen. Levende objecten: eencelligen</p>
--	---	--

Overzicht 6 – De eerste pagina van deel II van de lerarenhandleiding bij algemene biologie voor de cursus 1971/1972, uitgegeven door het Instituut voor her- en bijscholing van leraren te Moskou

in een overzicht overgenomen (zie Overzicht 6).

3.2 Didactische werkvormen

Voor de vakken botanie, zoölogie en algemene biologie is met behulp van de handleidingen een overzicht opgesteld van de voornaamste didactische werkvormen die op de scholen in gebruik zijn (Overzicht 7).

Vervolgens is, voor twintig lessen per vak, nagegaan hoe vaak een bepaalde didactische werkvorm gebruikt wordt. Daarmee is antwoord verkregen op de vraag op welke didactische werkvormen de klemtoon valt. We komen tot de volgende conclusies:

- Leraren in de natuurwetenschappen beschikken, althans voor biologie, over lesmodellen, waarin wat het didactisch handelen betreft, weinig aan het toeval wordt overgelaten.
- In de lagere klassen is de verscheidenheid in didactische werkvormen groter dan in de hogere klassen; het overzicht wekt de indruk

dat in de hoogste klassen, waar algemene biologie wordt gegeven, minder zelfstandig werk door de leerlingen wordt uitgevoerd.

- Het gesprek, waarbij meer de experimentele techniek dan het met het onderzoek bereikte resultaat op de voorgrond staat, en de discussie worden als didactische werkvorm verwaarloosd. Deze conclusie sluit aan bij de laatste van de onder punt 2.5 getrokken conclusies.

4. Toetsen

Voor het bijeenbrengen van de gegevens die hier worden vermeld over het toetsen in het onderwijs in de natuurwetenschappen zijn twee bronnen geraadpleegd. In de eerste plaats de *Opgavenlijsten* (Bilety) voor het eindexamen van de middelbare school voor de cursus 1969/1970, uitgegeven door het Ministerie van Onderwijs

<i>didactische werkvorm</i>	<i>botanie</i>	<i>zoölogie</i>	<i>algemene biologie</i>
verhaal	20	16	10
gesprek	25	4	8
gesprek m.b.v.			
– demonstratie van levende en dode organismen, eenvoudige experimenten etc.	15	11	10
– wandplaten	4	12	11
– leerboeken	1	2	3
– bordtekeningen	3	1	1
– dia's en filmstroken			6
– films	4	1	7
– schema's en overzichten	4	3	2
gesprek over experimentele techniek	1		
discussie	1		
zelfstandig werk van de leerlingen			
– tekeningen maken	1	2	
– overzichten en schema's maken	3	5	1
– opgaven maken n.a.v. een film	4		
– studie van kranten	1	1	
– studie van populair-wetenschappelijke literatuur	1	2	
– studie van materiaal over het vijfjarenplan	4		
– voordrachten houden; rapporteren	5	1	4
– werken met het leerboek	1	5	4
– anatomisch-morfologisch practicum	7	5	
– cytologisch practicum	2	1	1
– fysiologisch practicum	1	4	1
– genetisch practicum			2
– practicum over gedragingen van organismen		2	
– fenologische aantekeningen maken	1		
excursie	1		1
schooltuin	1		

Overzicht 7 – De voornaamste didactische werkvormen in de handleidingen voor botanie, zoölogie en algemene biologie, en het aantal malen dat we deze werkvormen tegenkomen bij een analyse van twintig lessen per vak

van de RSFSR. Deze lijsten zijn te vinden in de Nederlandse vertaling van een excursieverslag van de Universiteit van Londen. In de tweede plaats zijn in dit onderzoek de *Vragen* verwerkt die staan in de handleiding voor het vak algemene biologie in de tiende klas, uitgegeven door het Instituut tot her- en bijscholing van leraren te Moskou.

4.1 Algemene gegevens

Volgens de inleiding bij de opgavenlijsten wordt op de tienjarige school eindexamen afgenomen

in de vakken Russische literatuur, geschiedenis van de USSR, maatschappijleer, geometrie, natuurkunde, scheikunde en vreemde talen. Dit geldt voor de Russische dagscholen. Bij het eindexamen op niet-Russische scholen, scholen met schriftelijke opleidingen en avondschole vervallen enkele vakken. Het bezit van een einddiploma middelbare school geeft niet zonder meer recht op toelating tot de universiteit. Een abiturient van een tienjarige school dient, alvorens hij wordt toegelaten tot een instituut voor hoger onderwijs, een toelatingsexamen af te

leggen. Delhaas geeft voor een aantal richtingen binnen het tertiair onderwijs een overzicht van de vakken waarin toelatingsexamen moet worden afgelegd. Hij vermeldt tevens welke eisen daarbij gesteld worden voor biologie, scheikunde en natuurkunde (zie Delhaas, 1971).

Aan het begin van het examen in een bepaald vak kiest de leerling die examen doet, een nummer. Dit nummer correspondeert met een opgavenlijst die als basis voor het examen in dit vak fungeert. Voor elk vak dat geëxamineerd wordt, bestaan vijftientig opgavenlijsten. De leerlingen kennen deze lijsten niet, de docenten wel, aangezien de laatste tot taak hebben van te voren opgaven te maken bij de onderwerpen die op de lijsten zijn vermeld.

4.2 Het eindniveau

Om een indruk te geven waar het bij de eindexamens in natuur- en scheikunde om gaat en wat voor typen opgaven de leerling krijgt voorgezet, volgen hier uit de inleiding die voorafgaat aan de opgavenlijsten, de alinea's die betrekking hebben op de natuurwetenschappen.

'In de fysica- en chemie-examens moet bijzondere aandacht worden besteed aan het begrip van de kandidaten van het materiële karakter der wereld, van haar eenheid, van de correlatie en de onderlinge afhankelijkheid van de natuurverschijnselen en eveneens aan het begrip van de materialistische leer van de waarneembaarheid der wereld en van de objectieve wetten van haar ontwikkeling.

In de opgavenlijsten van fysica en chemie wordt de examinandus gevraagd laboratoriumwerk uit te voeren, proeven te doen, rekenproblemen op te lossen en berekeningen bij experimenten uit te voeren. In de afzonderlijke gevallen is het noodzakelijk om berekeningen uit te voeren in het kader van demonstratieproeven en het laboratoriumwerk.

Als in de scholen de noodzakelijke stoffen en apparatuur niet aanwezig zijn, mogen de in de opgavenlijsten aangegeven proeven en laboratoriumwerk worden vervangen door ander gelijkwaardig werk. Het laboratoriumwerk verrichten de examinandi bij de voorbereiding van de beantwoording en bij het beantwoorden brengen zij verslag uit over het ver-

loop en de resultaten van het werk waarbij, als dat verlangd wordt, de bijbehorende theoretische vragen worden beantwoord en waarbij een demonstratie van de opstellingen, die voor het laboratoriumwerk gebruikt zijn, verplicht is.

In de opgavenlijsten voor fysica en chemie zijn slechts types van laboratoriumwerk, van proeven en van opgaven aangegeven. De leraren in deze vakken kunnen de opdrachten zelf opstellen of uit bestaande opgavenboeken kiezen. In de opgavenlijsten moeten opgaven zijn opgenomen waarvan de oplossing het mogelijk maakt om het vermogen te toetsen van een doelbewuste toepassing van de theoretische kennis door de leerlingen.'

(Opgavenlijsten voor eindexamens van de tienjarige school, leerjaar 1969-1970; bijlage bij: Universiteit van Londen, Excursie naar de Sowjet-Unie.)

Het eindniveau dat voor *scheikunde en natuurkunde* verlangd wordt, blijkt uit de tekst van de opgavenlijsten. Voor beide vakken volgt hier de inhoud van drie opgavenlijsten, willekeurig gekozen uit de serie die is opgenomen in het verslag van de Universiteit van Londen.

'Natuurkunde

Opgavenlijst nr. 3

1. De wet van de zwaartekracht. De gravitatieconstante. De afleiding van de formule van de ontsnappingsnelheid.
De circulatiesnelheid van een lichaam om de aarde.
De successen van de Sowjet-wetenschap en -techniek bij het veroveren van de kosmos.
2. De golf- en kwanteneigenschappen van het licht.
3. Laboratoriumwerk: de bepaling van de inwendige weerstand van een stroombron.

Opgavenlijst nr. 11

1. De aard van de elektrische stroom in vacuüm.
Thermo-elektronenemissie. Het gebruik ervan in elektronische apparaten.
2. De ontwikkeling van de leer van de bouw van de stof; de waarneembaarheid van natuurverschijnselen.
3. Een vraagstuk over de wet van gelijkheid van arbeid met berekening van het nuttig effect van een proces.

Opgavenlijst nr. 22

1. Het spectrum van de elektromagnetische golven. De eigenschappen van de afzonderlijke delen van het spectrum van de elektromagnetische golven en het praktische gebruik ervan. Materie en golven, het dualistisch karakter van de materie.
2. De beweging van een lichaam dat weggeschoten wordt onder een hoek met de horizon.
3. Laboratoriumwerk: de montage van een eenvoudige radio-ontvanger uit gereedstaande onderdelen.

Scheikunde

Opgavenlijst nr. 3

1. Zuren, de classificatie ervan en hun karakteristieke chemische eigenschappen in het licht van de theorie der dissociatie van elektrolyten.
2. De toepassingsgebieden van ethyleen. De eigenschappen van ethyleen waar deze toepassingen op berusten.
3. Experimentele opgave: met behulp van de karakteristieke reacties elke afzonderlijke stof bepalen uit twee opgegeven organische stoffen.

Opgavenlijst nr. 11

1. De productie van gietijzer. De chemische reacties waarop het hoogovenproces is gebaseerd.

2. Amino-zuren, hun molecuulbouw en eigenschappen.
3. Proef: reacties uitvoeren waarmee de kwalitatieve samenstelling van een gegeven anorganische stof kan worden vastgesteld.

Opgavenlijst nr. 22

1. Zetmeel als vertegenwoordiger van de natuurlijke hoogmoleculaire verbindingen, de eigenschappen ervan en een toepassing.
2. De belangrijkste zouten van zwavelzuur en een toepassing ervan.
3. Proef: reacties uitvoeren die kenmerkend zijn voor de chemische eigenschappen van zuren.'

Het eindniveau dat bij *biologie* bereikt wordt, kan worden afgeleid uit de vragen voor het toetsen van kennis, ontleend aan de handleiding bestemd voor het vak algemene biologie in de tiende klas. Met behulp van deze vragen wordt kennis van verschillend niveau getoetst. Bepaalde vragen corresponderen met een van de categorieën waarin Bloom het meest basale niveau binnen zijn taxonomie van cognitieve operaties heeft opgesplitst (vergelijk 2.4). Een aantal van deze vragen en de kenniscategorie waarop in deze

vragen	kenniscategorie
Noem de belangrijkste hypothesen over het ontstaan van het leven op aarde.	theorieën
Teken een schema van de bouw van een cel. Welke bijzonderheden in de bouw van een bepaalde cel zeggen iets over de functie van deze cel?	structuren
Hoe komt de 'zelfvernieuwing' in de cellulaire organisatie tot stand?	principes
Leg het wezen uit van de experimenten van Pasteur.	methoden
Noem de algemene kenmerken van virussen en eencellige organismen. Welke fundamentele kenmerken zijn karakteristiek voor de verschillende fasen in de levenscyclus van organismen?	classificaties en criteria
Noem de stadia in de energiewisseling in de cel. In welke fasen verloopt de eiwitsynthese in de cel?	volgorden (processen)
Waarom noemen we eiwitten 'informatiepolymeren'? Wat verstaan we onder 'vegetatieve voortplanting' en 'dubbele bevruchting bij planten'?	begrippen en definities

Overzicht 8 – Enkele vragen uit de handleiding voor algemene biologie en het niveau waarop wordt getoetst

vragen het accent valt, zijn in een overzicht bijeengebracht (Overzicht 8).

De vraag dringt zich op, of de examenopgaven voor scheikunde en natuurkunde en de opgaven voor biologie zich beperken tot het onderste niveau in de taxonomie van Bloom, dat wil zeggen tot kennis, of dat zij zich ook uitstrekken tot de hogere niveaus van cognitief handelen – begrip, toepassing, analyse, synthese, evaluatie. Op deze vraag is moeilijk een antwoord te geven. Immers, elke toets die is afgestemd op vermogens die thuishoren op een van de hogere niveaus, toetst in wezen slechts kennis wanneer het probleem aan de leerling van te voren bekend is. Of dit het geval is, kan zonder ter plaatse onderzoek te verrichten, niet worden vastgesteld.

Desondanks wekken opgavenlijsten en vragen de indruk dat naast kennis ook intellectuele vermogens worden getoetst die op het niveau van begrip, toepassing en analyse staan. Aanwijzingen dat nog hogere niveaus bij de toetsing aan bod komen, zijn in de opgavenlijsten en vragen niet te vinden.

Literatuur

Bloom, B. S. c.s., *Taxonomy of educational objectives I* (New York, 1969).

Belov, I. G., Korčagina, V. A., *Uroki Botaniki* (Moskva, 1968).

Bychovskij, B. E. c.s., *Zoologija, Učebnik dlja 6–7 klassov* (Moskva, 1971).

Cuzmer, A. M., Petriščina, O. L., *Anatomija, fiziologija, gigiena, Učebnik dlja 8 klassa* (Moskva, 1969).

Delhaas, R. J., *Over onderwijs en maatschappij in de Sowjet-Unie*, *Pedagogische Studiën* 1971 (48) 107–118.

Filatova, N. S., c.s., *Uroki zoologii* (Moskva, 1969).

Korčagina, V. A., *Botanika, Učebnik dlja 5–6 klassov* (Moskva, 1963).

Lagerweij, N. A. J., *Het beoordelen van schoolboeken*, *Didactische analyse 3b* (Groningen, 1973).

Moskovskij Gorodskoj Institut Usoveršenstvovanija Učitelej, *Primernoje Planirovanie školnogo Kursa Botaniki na 1971–1972 uč. god; 5 klass* (Moskva, 1971).

—, *Primernoje Planirovanie školnogo Kursa Botaniki na 1971–1972 uč. god; 6 klass* (Moskva, 1971).

—, *Primernoje Planirovanie Urokov Obščej Biologii v 10 klasse srednej školy na 1971–1972 uč. god* (Moskva, 1971).

Poljanskij, J. I. c.s., *Obščaja Biologija, Učebnik dlja 9–10 klassov* (Moskva, 1971).

Programno-Metodičeskoe Upravlenie Ministerstva Prosveščeniya RSFSR, *Biletj dlja vypusknych ekzamenov za kurs srednej školy na 1969/70 uč. god* (Moskva, 1970).

Skatkin, M. N., *Prirodovedenie, Učebnik dlja 4-go klassa* (Moskva, 1972).

Treffers, A. J., *Overdrukken als didactisch hulpmiddel*, in: *Natuurwetenschappen, literatuur en onderwijs* (Heerlen, 1974).

Universiteit van Londen, Instituut voor Onderwijs, *Excursie naar de Sowjet-Unie voor vergelijkende onderwijskunde* (Den Haag, 1971).