

140 miljoen jaar). De eerste primaten verschijnen omstreeks 32 miljoen jaar geleden, waarna de oudste resten van hominide levensvormen (*Australopithecus*) worden aangetroffen in afzettingen met een ouderdom tussen 4 en 4,5 miljoen jaar.

Enkele belangrijke tijdstippen in de evolutie van de atmosfeer en leven zijn schematisch weergegeven in Fig. 2.

De maan

De Apollo en Luna expedities hebben sinds enige jaren ook maangesteenten voor direct onderzoek toegankelijk gemaakt. Hierdoor weten wij thans onder andere dat de grote maregebieden omstreeks 4.000 miljoen jaar geleden zijn gevormd door de inslagen van grote massa's interplanetair materiaal. Tussen 3.950 en 3.150 miljoen jaar geleden vond in de maren op grote

schaal basaltisch vulkanisme plaats, maar tot dusverre zijn er geen aanwijzingen voor jongere vulkanisme op de maan. Wel zijn er ook in jongere tijd nog grote inslagkraters gevormd.

De belangrijkste tot dusverre bekende gebeurtenissen in de ontwikkelingsgeschiedenis van de maan zijn schematisch weergegeven in Fig. 4.

Enige Literatuur

H.N.A. Priem (1970), Radioactieve chronometers. *Natuur en Techniek* 38, 2-14.

H.N.A. Priem (1973), Isotopen-geochronologie: methoden en resultaten. *Intermediair* 9e jaargang, 49, 14 december 1973.

D. York & R.M. Farguhar (1972), *The Earth's age and geochronology*, Pergamon Press.

De Kristalsystemen

door C. van der Krift

Mineralen kristalliseren uit in kristallen. Al naar gelang de vorm van het kristal zijn deze in te delen in zeven kristalsystemen. De kristalsystemen zijn:

1. het regulaire (of kubische) systeem,
2. het hexagonale systeem,
3. het tetragonale systeem,
4. het trigonale systeem,
5. het rhombische systeem,
6. het monokliene systeem en
7. het trikliene systeem.

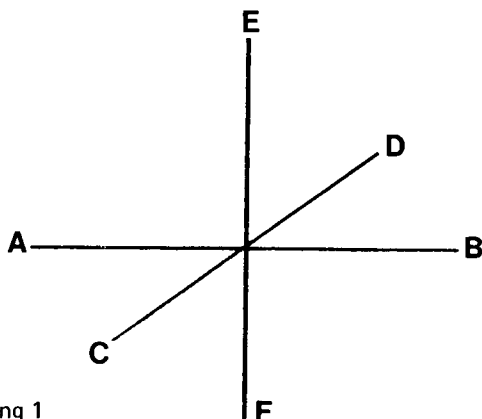
1. HET REGULAIR (OF KUBISCHE) SYSTEEM

In dit systeem (of stelsel) is in ieder kristal drie assen te trekken. De eigenschappen (meetkundig gezien) zijn door die drie assen te ontdekken. In dit systeem zijn de assen \overline{AB} , \overline{CD} en \overline{EF} even lang. Meetkundig gezien kunnen we zeggen:

$$\overline{AB} = \overline{CD}$$

$$\overline{AB} = \overline{EF} \text{ hieruit volgt dat } \overline{CD} = \overline{EF}$$

een ander belangrijk punt is dat de drie assen elkaar snijden onder hoeken van alle 90° . Meetkundig gezien:



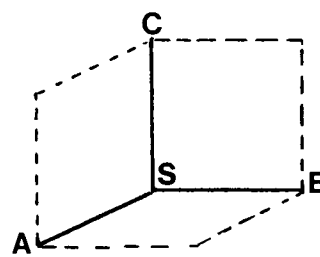
afbeelding 1

$$\overline{AB} \perp \overline{CD}$$

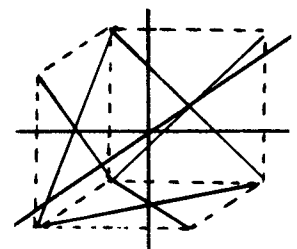
$$\overline{AB} \perp \overline{EF} \text{ hieruit volgt dat } \overline{CD} \perp \overline{EF}$$

als volgend belangrijk punt noemen we hier, dat \overline{AB} \overline{CD} precies middendoor snijdt, dat \overline{AB} \overline{EF} precies middendoor snijdt, waaruit volgt dat \overline{CD} \overline{EF} middendoor snijdt.

Een goed voorbeeld is de kubus, of regelmatig zesvlak. In de hier afgebeelde kubus zijn drie assen getekend. Deze assen zijn dezelfde als de hierbovengenoemde assen, doch slechts de helft ervan. In de meetkunde zijn assen ingedeeld in een negatief en een positief gedeelte. In de kubus staan alleen de positieve gedeeltes afgebeeld. $\angle A = \angle B = \angle C = 90$ graden. $\overline{AS} = \overline{BS} = \overline{CS}$. Indien men de assen trekt door het midden van het vlak waar deze assen loodrecht opstaan, dan snijden de assen elkaar precies middendoor. Zie daarvoor afbeelding 3.



afbeelding 2



afbeelding 3

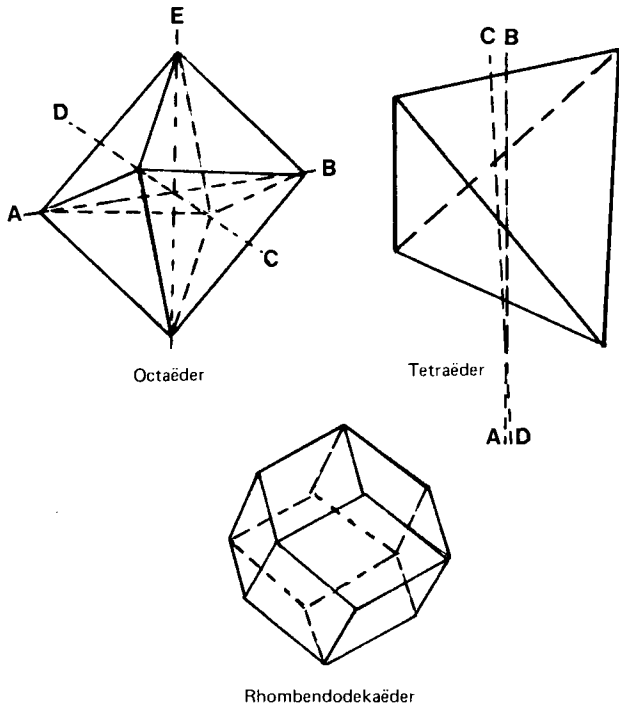
In het regulaire stelsel komen de volgende vormen voor:

Kubus (of hexaëder)
 Octaëder
 Rhombendodekaëder
 Tetrakisheksaëder

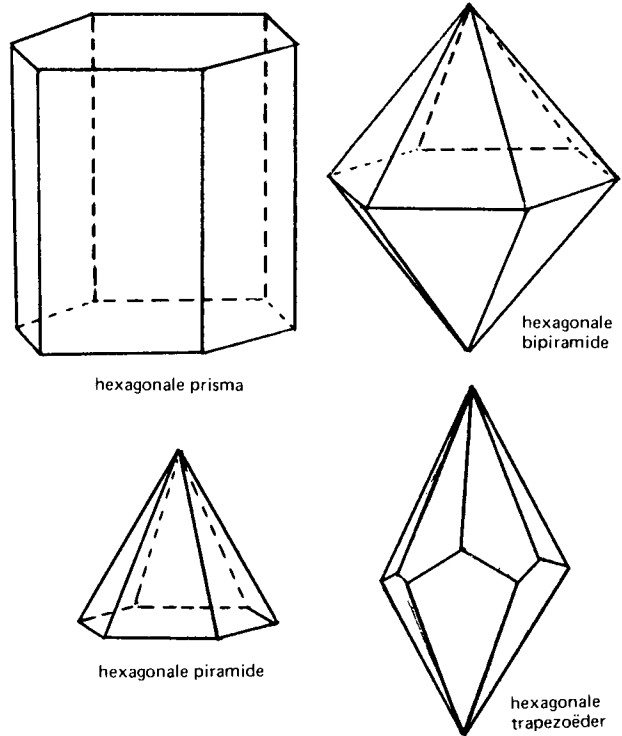
Pentagonikositetraëder
 Tetraëder

Triakisoktaëder
 Hexakisoktaëder

e.a. tamelijk ingewikkelde vormen.



Kristalvormen van het hexagonale stelsel zijn o.a. de hexagonale bipiramide, de dihexagonale prisma, dihexagonale bipiramide, hexagonale trapezoëder, hexagonale piramide en dihexagonale piramide.

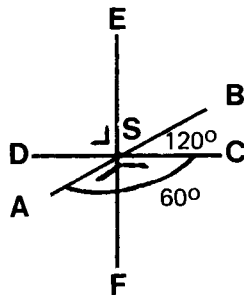


2. HET HEXAGONALE SYSTEEM

De drie assen, die in alle kristallen zijn te trekken hebben andere eigenschappen dan bij het vorige systeem. As A ligt weer loodrecht op as C en as B ligt ook weer loodrecht op as C, maar as A ligt niet loodrecht, doch met een hoek van 120 graden op as B. De as A is even lang als as B, maar as C is langer of korter van deze beide assen. De grondvorm van het reguliere systeem was de kubus, van dit systeem is het de zeskantige prisma met als voorwaarde dat de zeshoek die het boven en ondervlak begrenzen een regelmatig zesvlak moet zijn. In het assenstelsel zien we het volgende:

$$\begin{aligned} \overline{AB} &= \overline{CD}, \\ \overline{EF} &\neq \overline{AB}, \\ \overline{EF} &\neq \overline{CD} \text{ en} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \angle ASC &= \angle DSB = 60 \text{ gr.} \\ \angle BSC &= \angle ASD = 120 \text{ gr.} \\ \angle ASE &= \angle CSE = \angle BSE = \angle DSE = \angle ASF = \angle BSF = \\ \angle CSF &= \angle DSF = 90 \text{ gr.} \end{aligned}$$



Bovendien deelt \overline{AB} de beide assen \overline{CD} en \overline{EF} middendoor. Zo ook met \overline{CD} t.o.v. \overline{AB} en \overline{EF} en met \overline{EF} t.o.v. \overline{AB} en \overline{CD} , zodat we kunnen zeggen:

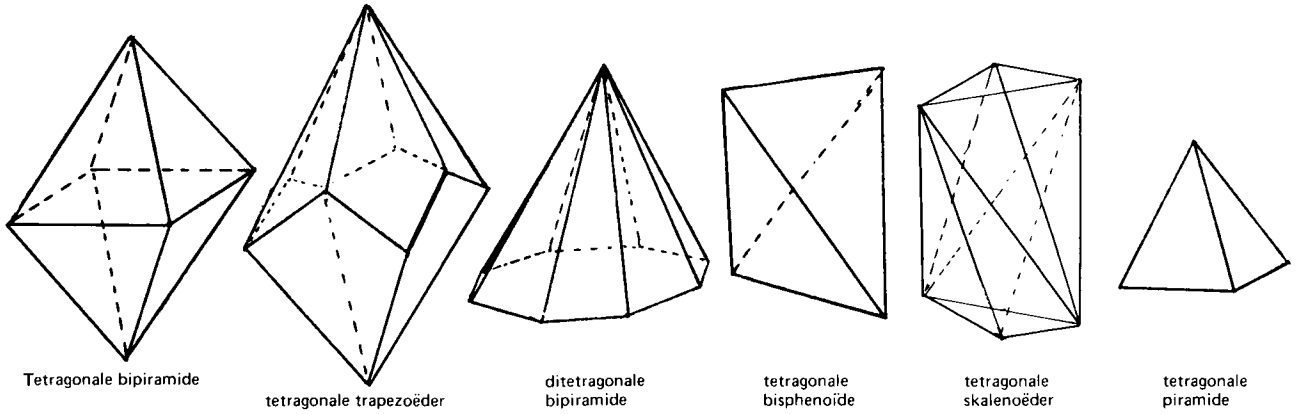
$$\begin{aligned} \overline{AS} &= \overline{BS} = \overline{CS} = \overline{DS} \\ \text{en } \overline{ES} &= \overline{FS}, \text{ maar ook dat:} \\ \overline{ES} &= \overline{FS} \neq \overline{AS} \neq \overline{BS} \neq \overline{CS} \neq \overline{DS}. \end{aligned}$$

3. HET TETRAGONALE SYSTEEM

In dit systeem zullen we weer drie assen in de kristallen trekken. Ook hier gebruiken we de assen \overline{AB} , \overline{CD} en \overline{EF} . Hier staan net zoals in het reguliere systeem alle assen loodrecht op elkaar. De assen \overline{AB} en \overline{CD} zijn ook hier even lang, maar as \overline{EF} is langer of korter. \overline{CD} wordt door de assen \overline{AB} en \overline{EF} doormidden gedeeld, zo ook met \overline{AB} , die middendoor wordt gedeeld door \overline{EF} en \overline{CD} en met \overline{EF} , die door \overline{AB} en \overline{CD} door midden wordt gedeeld. We kunnen dus de volgende overeenkomstige punten noteren:

- $\overline{AB} = \overline{CD} \neq \overline{EF}$
- $\overline{AB} \perp \overline{CD}$
 $\overline{AB} \perp \overline{EF}$, hieruit volgt dat: $\overline{CD} \perp \overline{EF}$
- $\angle ASC = \angle CSB = \angle BSD = \angle ASD =$
 $\angle ASE = \angle CSE = \angle BSE = \angle DSE =$
 $\angle ASF = \angle CSF = \angle BSF = \angle DSF = 90^\circ$
- $\overline{AS} = \overline{BS} = \overline{CS} = \overline{DS} \neq \overline{ES}$
 $\overline{ES} = \overline{FS}$, hieruit volgt dat:
 $\overline{AS} = \overline{BS} = \overline{CS} = \overline{DS} \neq \overline{FS}$

De kristalvormen van dit systeem zijn de navolgende:
 Tetragonale bipiramide
 Ditetragonale bipiramide
 Tetragonale piramide
 Ditetragonale piramide
 Tetragonale trapezoëder
 Tetragonale bisphenoïde
 Tetragonale skaloëder

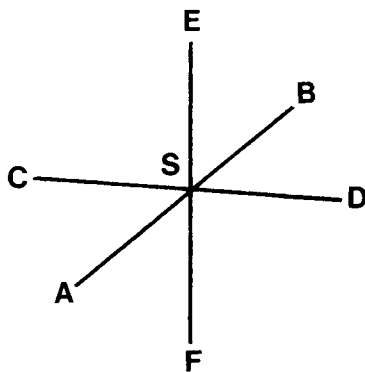


4. HET TRIGONALE SYSTEEM

In dit systeem zijn alle assen even lang en snijden ze el-
kander precies middendoor. De as \overline{AB} en de as \overline{CD} liggen
allebei scheef op de as \overline{EF} , doch as \overline{AB} ligt niet lood-
recht op as \overline{CD} , deze hoek kan variëren, daar deze niet
zoals bij het hexagonale systeem konstant een zelfde
waarde blijft behouden. Hoek $\angle CSB$ heeft dus een waarde
die varieert tussen 90 graden en 180 graden, terwijl in
dit geval $\angle ASC$ tussen 0 gr. en 90 gr. varieert. Zowel
 $\angle ASC$ tesamen met $\angle CSB$ en $\angle BSD$ tesamen met
 $\angle ASD$ hebben een gezamenlijke waarde, (de beide waarden
van de hoeken op geteld) van 180 graden. De beide
hoeken mogen niet precies 90 of 180 graden zijn, daar
bij 180 gr. de beide assen \overline{AB} en \overline{CD} samenvallen tot
één lijn. Ook hier worden de assen weer alle
middendoor gedeeld door de beide andere assen.

Hier kunnen we het volgende stellen:

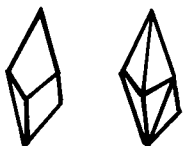
- $\overline{AB} \not\perp \overline{EF}$
- $\overline{AB} \not\perp \overline{CD}$
- $\overline{CD} \not\perp \overline{EF}$
- $\overline{AB} = \overline{CD} = \overline{EF}$
- $\overline{AS} = \overline{BS}$
- $\overline{CS} = \overline{DS}$
- $\overline{ES} = \overline{FS}$



- $\angle CSB = \angle ASD$
- $\angle ASC = \angle BSD$
- $\angle ESB = \angle ASF$
- $\angle ASE = \angle BSF$
- $\angle DSE = \angle CSF$
- $\angle CSE = \angle DSF$

- hoek $\angle CSB + \text{hoek } \angle ASC = 180$ graden
- hoek $\angle ASD + \text{hoek } \angle BSD = 180$ graden
- hoek $\angle ASD + \text{hoek } \angle ASC = 180$ graden
- hoek $\angle BSD + \text{hoek } \angle BSC = 180$ graden
- hoek $\angle CSE + \text{hoek } \angle DSE = 180$ graden
- hoek $\angle ASE + \text{hoek } \angle BSE = 180$ graden
- hoek $\angle CSF + \text{hoek } \angle DSF = 180$ graden
- hoek $\angle ASF + \text{hoek } \angle BSF = 180$ graden

Kristalvormen hier zijn de trigonale trapezoëder, de di-
trigonale skalenoëder, rechts- en linksdraaiende kwarts-
kristallen.



links de trigonale trapezoëder

rechts de ditrigonale skalenoëder

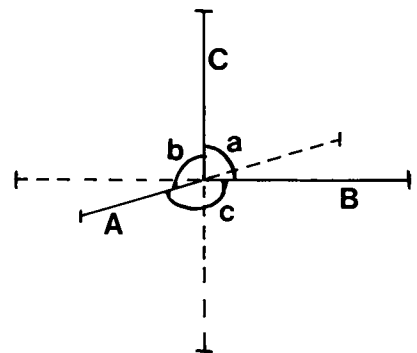
Voor de laatste drie systemen gebruiken we het assen-
stelsel van de laatste afbeelding bij dit artikel.

5. HET RHOMBISCHE SYSTEEM

In dit stelsel is hoek a gelijk aan hoek b, hoek a is ook
gelijk aan hoek c, waaruit volgt dat hoek b gelijk is aan
hoek c. Alle hoeken in dit systeem zijn 90 graden. As
A is niet gelijk aan as B, as A is ook niet gelijk aan as
C en as B is ook niet gelijk aan as C. We zien hier dus
drie assen van verschillende lengte, die elkaar wel door
midden snijden. Wel zijn ook alle hoeken gelijk.
(Voor de hoeken a, b en c, de assen A, B en C zie het
assenstelsel van de laatste afbeelding.)

6. HET MONOKLIENE SYSTEEM

Het enige verschil tussen het vorige en deze is, dat hoek
b geen 90 graden, dus niet recht is. We kunnen dus ook
hier weer stellen: drie assen, die onderling niet gelijk zijn
van lengte, die elkaar wel middendoor snijden. Twee
rechte hoeken en een hoek die niet recht is.



7. HET TRIKLIENE SYSTEEM

In dit systeem is geen enkele vorm van symmetrie te vin-
den. De assen zijn onderling niet gelijk van lengte, geen
van de hoeken is gelijk aan een andere hoek, ze snijden
elkaar onder verschillende hoeken. Geen van de hoeken
is recht. Wel snijden de assen elkaar hier middendoor.

Samenvatting systeem 5, 6 en 7.

- 5. $A \neq B \neq C$
- $a = b = c = 90^\circ$

6. $A \neq B \neq C$
 $a = c = 90^\circ$
 $b \neq 90^\circ$

7. $A \neq B \neq C$
 $a = b = c = 90^\circ$

Verder delen we de lezers nog mede dat dermate unieke kristallen als hier staan afgebeeld in de natuur hoogst zelden tot nooit te vinden zijn; veel vergroeiingen komen voor. Ook komt het voor dat er twee verschillende kristallen doorelkaar groeien.

Literatuur:

Mineralogie, (Tavole di Mineralogia)

Tekst: Font-Altaba/A. Macri

Vertaler: B. Kolthoff

Uitgever: G.B. van Goor en Zonen's U.M. N.V. Den Haag

Mooie Stenen, (Bunte Welt der schönen Steine)

Tekst: Dr. Werner Lieber

Vertaler: H. Krul

Uitgever N.V. W.J. Thieme en Cie., Zutphen.

Schiefergrube Herrenberg

de zwarte wereld van

Bundenbach opnieuw ontsloten

Al enkele malen eerder *) hebben we de beroemde fossielen uit de leisteengroeven in de omgeving van Bundenbach (Hunsrück) in Gea aandacht gegeven.

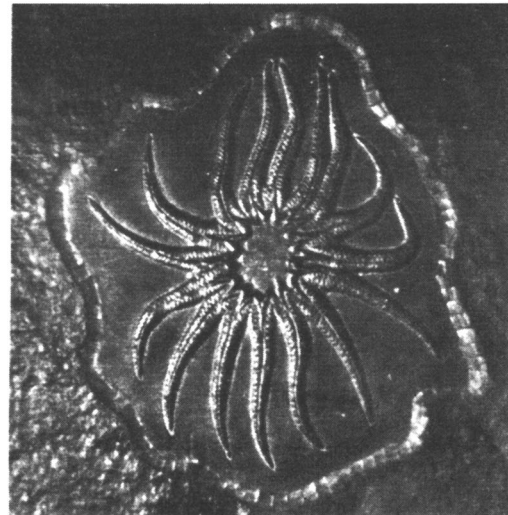
Kort samengevat:

De leien van de Hunsrück werden in het Devoon als fijne klei- en zanddeeltjes afgezet in een niet erg diepe zee, waarvan de bodem geleidelijk daalde. Gedurende enkele tientallen miljoenen jaren werd een pakket van 10-15 km dikte gevormd. Het is waarschijnlijk dat de sedimenten, die aan de randen van de Devoonzee werden opeengestapeld, na verloop van tijd gingen schuiven en afgleden naar diepere delen. Wanneer deze in zee afgeschoven sedimenten, turbidieten of troebelingsstromen genoemd, weer tot rust kwamen, waren vele dieren die op de zeebodem geleefd hadden onder de klei- en zandmassa's bedolven. Vele probeerden nog hieronder vandaan te komen, maar moesten deze pogingen uiteindelijk opgeven. Zo zijn vele oude diervormen in deze zuurstofarme omgeving prachtig gefossiliseerd in het fijnkorrelige materiaal: vissen, sponzen, trilobieten, zeelelies, zeesterren, slangsterren. De Asterozoa worden nogal eens met de armen naar één richting uitgestrekt gevonden; ze zijn in hun strijd om uit de verstikkende greep van de modder te komen verstart.

De kleien werden door de erboven liggende dikke sedimentpakketten in diepere, warmere delen van de aardkost weggedrukt, waar door het diagenetisch proces het aanwezige water verdween en een gelaagdheid in het gesteente optrad, waardoor het uitstekend splijtbaar werd. In de laatste fase van hun geologische geschiedenis werden deze leien op hun huidige hoogte gebracht, waar ze, als onderdeel van het Rijnleisteengebergte, een plateau van ongeveer 500 m boven zeeniveau vormen, doorsneden door rivierdalen.

De leien van de Hunsrück worden al honderden jaren lang geëxploiteerd voor huizenbouw in open en ondergrondse groeven; het gebied dankte aan de winning van "Dachschiefer" weleer zelfs een groot deel van zijn bestaan. Omdat in ons Betonnen Tijdperk de winning

afb. 1. Helianthaster (?), een veelarmige Asteroide uit de Bundenbacher Schiefer. Foto: Verein der Fossilienfreunde, Bundenbach.



van leien niet erg meer loont, zijn de tientallen groeven nu merendeels in onbruik en in verval geraakt. Onafzienbare afvalhopen met donkergrijsblauwe stukken lei zijn overgebleven, ze liggen vooral in de omgeving van Bundenbach. Deze bergen werden en worden met wisselend succes door fossielenzoekers bezocht. Dat er mooie vondsten gedaan zijn, blijkt uit bijgaande afbeeldingen, al zijn dit wel zeldzame uitschieters. De laatste jaren zijn veel storthopen systematisch en op wetenschappelijke gronden onderzocht. Met behulp van röntgenstraling, die wel door het leigesteente dringt maar van de fijn gepyritiseerde fossielen een donkere, scherpe schaduw op het scherm achterlaat, kan men in het gesteente aanwezige fossielen opsporen. Zo worden er nog heel wat mooie exemplaren geborgen. Om de oude nijverheid weer wat onder de publieke aandacht te brengen en tot een toeristische aantrekkelijkheid te maken heeft men dit voorjaar een "Strasse des Hunsrückschiefers" geprojecteerd, in navolging van de Edelsteinstrasse in de omgeving van Idar-Oberstein. De Schieferstrasse heeft Kirn als uitgangspunt en passeert enkele tientallen groeven o.a. Hahnenbach, Rudolfshaus en plaats in het Kellerbachtal (zie kaartje). Het belangrijkste punt in de route zal ongetwijfeld de Grube Herrenberg zijn.

*) Gea vol. 4, nr. 1: Bundenbach, een zwarte wereld, door M.M.J. Haver; Gea vol. 4, nr. 4: Fossielen met röntgenogen gezien, door Prof. W. Stürmer.