

fig. 3. Primitieve sutuurlijn, zwart door mangaanoxyde. Vergroting van fig. 1. Foto: J. Evelijn.

Literatuur

- A. Brouwer: *Oostenrijk, geologisch gezien*, uit *Gea* vol. 10 (1977) nr. 4;
 E. Fraas: *Der Petrefaktensammler, zweiter Hauptabschnitt*;
 E.M. van Mojsvar: *Das Gebirge um Hallstatt, Mediterranen Triasprovinz, Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke*, uit *Abhandlungen VI, Band I-II-X*;
 C. Renz: *Die Mesozoischen Faunen Griechenlands*, uit *Paleontographi* 58. Band;
 O.A. Welter: *Paläontologie von Timor*, deel: Die Obertriadischen Ammoniten und Nautiliden von Timor.

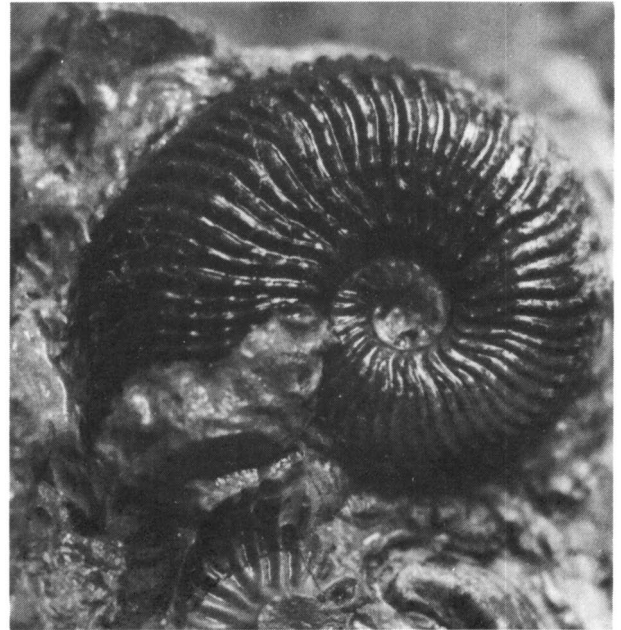


fig. 4. *Trachyceras spec.*, Carnien, vindplaats: omgeving Hallstatt, Oostenrijk. Ware grootte 2 cm. Collectie-Zuidema. Foto: J. Evelijn.

Met dank aan Dr. P.H. Hoedemaeker, die het manuscript voor dit artikel kritisch heeft willen doornemen.

Zelfbouw van een geigerteller

door J.G. Schilthuizen

Door deskundigen wordt nogal eens gewaarschuwd tegen de gevaren van het verzamelen van radioactieve mineralen. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat alle ioniserende straling, hoe zwak ook, schadelijk is. Daarom moet men zich — vooral jonge kinderen — er niet onnodig aan blootstellen. In het *Gea*-nr. van maart 1975 worden door Drs. Burke de bezwaren in een zeer lezenswaardig artikel uitvoerig gedocumenteerd.

Anderen zullen radioactief materiaal nou ook niet direct met karrevrachten in huis halen, maar vinden toch dat enig torberniet, autuniet of zippeïet niet aan hun collectie mag ontbreken.

Zowel zij, als degenen die er niets van moeten hebben, moeten kunnen vaststellen of een bepaald mineraal radioactief is.

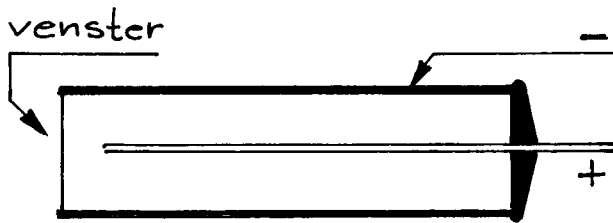
Geigerteller

Het gemakkelijkst gaat dat met een geigerteller (eigenlijk: geigermüllerteller). De detector daarvan bestaat uit een gesloten metalen buisje, in het centrum waarvan een metalen draad is aangebracht. Tussen buis en draad staat een gelijkspanning van ca. 450 volt (afb. 1).

In de buis bevindt zich een bepaald gasmengsel. Ioniserende straling die de buis via het venster binnendringt is in staat om enkele atomen van het gas in de buis te ioniseren d.w.z. dat van een atoom enkele elektronen worden losgeslagen. Deze elektronen, die een negatieve lading dragen, begeven zich nu met grote snelheid naar de positieve draad in het centrum van de buis. Het overblijvende deel van het atoom, een positief geladen ion, spoedt zich naar de negatief geladen mantel.

Deze snel bewegende deeltjes ioniseren op hun beurt weer andere atomen, waardoor in korte tijd een elektrische lawine ontstaat en de buis tijdelijk geleidend wordt. Een weerstand in de stroomvoorziening heft deze geleiding weer op, waarna de buis gereed is voor een volgende doorslag. Door een elektrische schakeling worden de doorslagen met een luidspreker als knakjes of fluittoontjes hoorbaar gemaakt. Het aantal pulsen per tijdseenheid geeft een ruwe indicatie van de intensiteit van de straling.

Het zelf bouwen van een geigerteller is niet zo moeilijk, maar het blijkt niet eenvoudig te zijn om aan een geschikt schema te komen. In de ene publikatie staan de waarden van de onderdelen niet vermeld en een ander schema blijkt bij nabouwen helemaal niet te werken. Mensen die zelf al



afb. 1. Doorsnede geiger-müllerbuis.

een goed werkend apparaat hebben gebouwd zijn soms erg terughoudend met het vrijgeven van de nodige gegevens.

Het hierbij gegeven schema is dan ook een — waarschijnlijk ondeskundige — combinatie van verschillende schakelingen. Het enige goede dat ervan gezegd kan worden is dat het werkt en weinig stroom gebruikt, maar voor velen is dat voldoende.

Hoewel, eerlijk is eerlijk, het door mij gebouwde apparaat vertoont één gebrek: het werkt niet bij lagere temperaturen (onder +10°C). Of dat komt door een fout in de schakeling of door een onwillige transistor is nog onduidelijk. Maar bij kamer- en zomervakantietemperatuur werkt de zaak perfect.

Het schema

In het schema van afb. 2 zijn drie hoofd delen te onderscheiden:

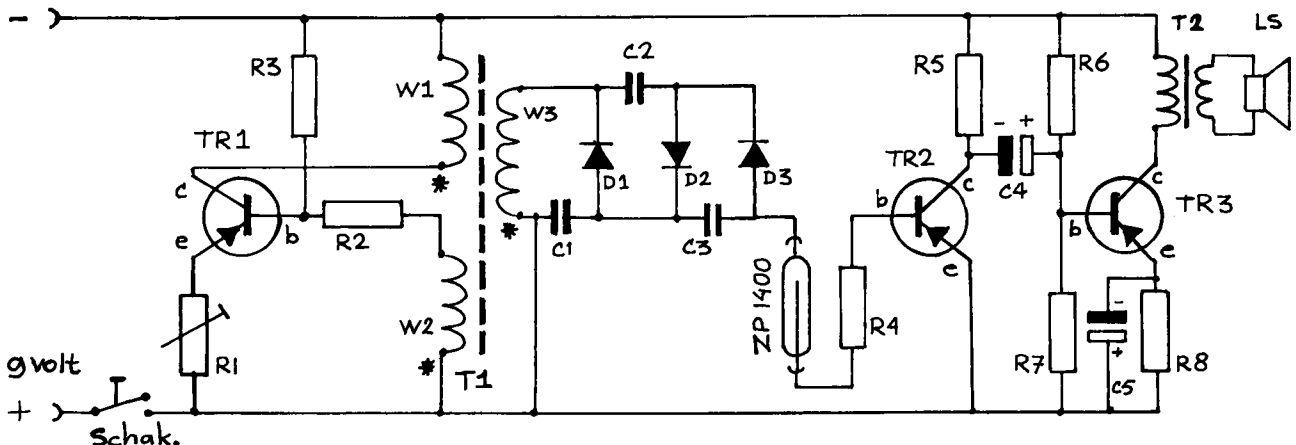
1. het wisselstroomgedeelte

De transistor TS 1 is in de transformator T 1 zodanig gekoppeld, dat deze gaat oscilleren; d.w.z. dat de gelijkstroom van de batterij met een frequentie van ca. 1000 Hz wordt onderbroken. Deze wisselstroom wordt aan de primaire zijde van de transformator T 1 toegevoerd.

2. het hoogspanningsgedeelte

Van de secundaire wikkeling van de transformator T 1 wordt een verhoogde wisselspanning afgenomen, die door de schakeling van de gelijkrichters D1 en D3 en de condensatoren C1 tot C3 verder wordt verhoogd en gelijkgericht tot een gelijkspanning van 450 à 500 volt. Dat is de werkspanning voor de toegepaste telbuis ZP 1400.

afb. 2. Schema van de complete geigerteller.



3. het versterkergedeelte

Met de stroompjes, die tijdens doorslag van de g-m buis ontstaan, worden de transistoren TS2 en TS3 gestuurd. Deze versterken die stroompjes, waardoor de doorslagen in de luidspreker LS duidelijk hoorbaar worden.

Onderdelen

Weerstanden: 0, 1 W, 5%

R1 = 100 ohm instelbaar

R2 = 100

R3 = 39 k

R4 = 1,6 M

R5 = 2,7 k

R6 = 5,6 k

R7 = 1,2 k

R8 = 100 (0,5 W)

Condensatoren:

C1, C2 en C3 = 4,7 nF/250V

C4 = 10 μF/16V

C5 = 100 μF/16V

Dioden D1, D2 en D3 = Silicium-diode 320V/50 mA, bijv. 1N4004

Transistoren:

TR1 = AC 126

TR2 en TR3 = AC 128

Transformatoren:

T1 = zelf te wikkelen op potkern (2 schalen), type D25-16 of S25-16, zonder luchtspleet. Afmetingen diameter 25 mm, hoogte 16 mm.

Wikkelingen van geëmailleerd koperdraad:

W1 = 15 windingen, 0,3 mm

W2 = 5 windingen, 0,3 mm

W3 = 200 windingen, 0,1 mm

TS2 = miniatuur aanpassingstransformator, primair 150 ohm, secundair afhankelijk van beschikbare luidspreker

LS = kleine luidspreker. Het type van ca. 10 ohm uit een kleine transistorradio voldoet goed.

Geiger-müllerbuis: Philips type ZP 1400 of ZP 1310.

Stroombron: transistorbatterijtje 9 volt (+ en - niet verwisselen!)

De bouw

Iemand die enige ervaring heeft met electronica zal met het bouwen van dit apparaat geen moeite hebben (anderen zullen zich moeten verzekeren van deskundige hulp). Het bleek erg praktisch om de geigerteller onder te brengen in de behuizing van een oude transistorradio. Daar zitten met een al veel bruikbare onderdelen in, zoals een schakelaar, luidsprekertje, uitgangstrafo, plug voor oortelefoon e.d. De montage gaat het gemakkelijkst op een daarvoor gemaakt printplaatje, waarvan de vorm en de indeling natuurlijk aan de beschikbare behuizing moeten worden aangepast.

Voor het maken van printplaatjes zijn handige setjes met etsmiddel etc. compleet in de handel, maar degene die vaker met dit bijltje gehakt heeft, weet ook wel aan de losse materialen te komen en dat is veel goedkoper.

Over de verschillende onderdelen valt nog het volgende te vertellen:

de instelbare weerstand R1 kan, als het geheel gemonteerd is, zodanig worden afgesteld dat er in rust een batterijstroom loopt van ca. 20 mA.

Dat bleek het geval te zijn bij een instelling op 80 ohm. Het batterijtje gaat dan lang mee. De transformator voor de hoogspanning T1 moet zeer zorgvuldig gewikkeld worden. Het verdient aanbeveling om het begin en einde van elke wikkeling op de een of andere manier te merken om te voorkomen dat bij de montage een verkeerde aansluiting ontstaat.

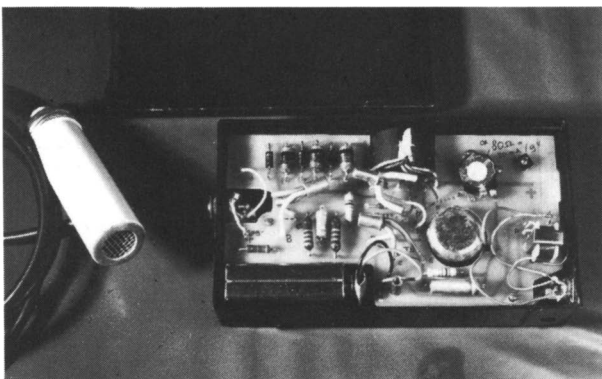
Ook de wikkelrichting moet voor de drie wikkelingen dezelfde zijn.

Als de aansluitingen, die in het schema zijn gemerkt met een sterretje, steeds als begin van de wikkeling worden genomen en de wikkelrichtingen (vanaf één zijkant gezien) bijv. steeds rechtsom liggen, kan het niet misgaan.

Als alles goed zit kan men de windingen vasthechten met een druppeltje Velpon. De voltooide trafo kan met een koperen boutje op de print worden vastgezet, maar om ruimte te sparen kan deze ook, zoals in het voorbeeld (afb. 3) half door de print gelaten en met een dikke koperdraad door de kern aan de print worden bevestigd.

Het belangrijkste en duurste onderdeel is de telbuis. Hoe groter de inhoud daarvan is, hoe gevoeliger het instrument, maar ook hoe hoger de prijs.

afb. 3. De voltooide geigerteller, gemonteerd in de behuizing van een oude transistorradio.



In een redelijke prijsklasse vallen twee buisjes:

- type ZP 1310, met afmetingen van 7 mm diam. en 38 mm lengte.
Prijs incl. BTW ca. f 68,—.
Door de geringe afmetingen is dit buisje gemakkelijk in te bouwen.
- type ZP 1400 is veel gevoeliger. De afmetingen zijn 17 mm diam. en 55 mm lengte.
Prijs incl. BTW ca. f 92,—.

Deze buizen zijn niet zomaar bij een radiozaak te koop, maar zullen besteld moeten worden bij Philips Nederland B.V., afd. Analysetechniek, 5600 PD Eindhoven (tel. 040 - 783901).

Vooruitbetaling zal meestal wel nodig zijn.

Het zwart gespoten venster van de telbuis is erg dun en bijzonder kwetsbaar. De buis dus niet laten vallen of het venster in direct contact brengen met een te onderzoeken steen.

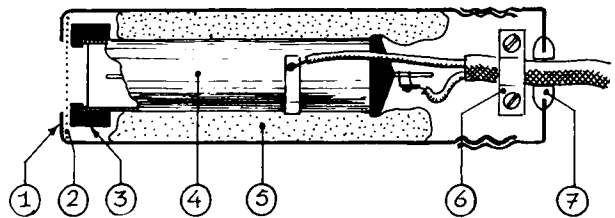
De buis wordt geleverd met een plastic bescherm dopje. Door de reeds aanwezige opening daarin te vergroten tot de maat van het venster krijgen we een goed passende ring, die de rand van het venster beschermt. Het venster zelf moet nog, op enige mm afstand, door een stukje horregaas worden beveiligd.

Voor de inbouw van de buis zijn er twee mogelijkheden: inbouwen in één behuizing, tesamen met de overige onderdelen, of zoals in het voorbeeld, in een apart kokertje dat met een kabel en plug aan het kastje is verbonden.

Voor de laatste oplossing is het handig om gebruik te maken van een aluminium buisje met schroefdeksel, zoals van een muggestift of iets dergelijks (afb. 4).

Wel moet het buisje groot genoeg zijn om nog wat schuimrubber of -rubber om de telbuis aan te kunnen brengen, als bescherming tegen schokken en stoten.

Aan de kabel moet een voorziening worden aangebracht, die voorkomt dat trekkrachten direct op de buis werken.



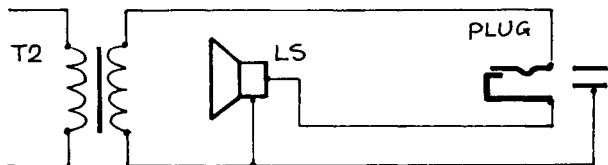
afb. 4. De ingebouwde telbuis:

1. aluminium kokertje met aluminium schroefdeksel en een gat in de bodem;
2. horregaas in bodem gelijmd;
3. plastic beschermring met vergrote opening;
4. geigermüllerbuis;
5. schuimrubber of -plastic;
6. klem om kabel op trek te ontlasten;
7. rubber doorvoerringetje in deksel

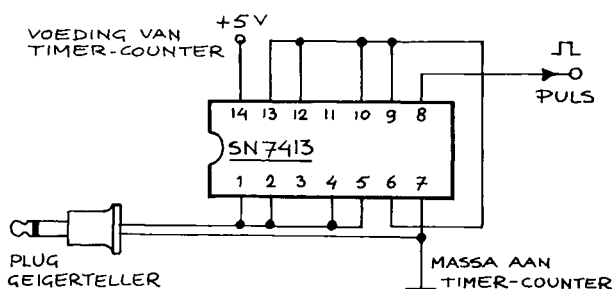
Voor de schakelaar kan men het gewone type kiezen, dat in een "aan of uit"-stand blijft staan, maar deze kan men gemakkelijk vergeten uit te schakelen, wat dan een batterijtje kost.

Met een verzonken drukschakelaar is dit risico niet aanwezig, maar dat kan weer, vooral na langdurig gebruik, een verkrampte vinger opleveren. De keus is aan u.

Nog enige aandacht moeten we besteden aan de verbinding van de uitgangstransformator met de luidspreker. Deze kunnen we ook laten lopen via een plug waarop een oortelefoontje kan worden aangesloten. In een rumoerige omgeving is dat wel praktisch. De bedrading aan de plug moet dan zodanig zijn, dat de ingebouwde luidspreker automatisch wordt uitgeschakeld als de oortelefoon wordt aangesloten (schema 5).

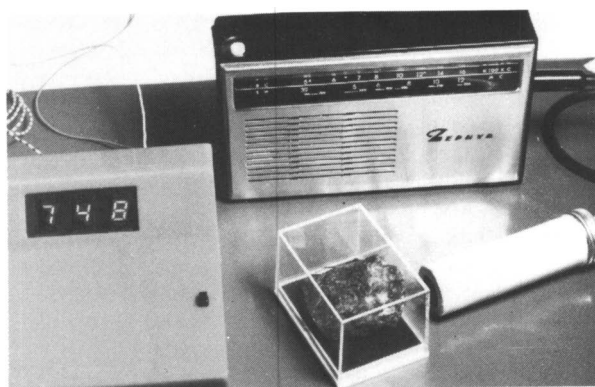


afb. 5. Aansluiting van de plug voor een oortelefoontje



afb. 6. De geigerteller aangesloten op een 'timer-counter'.

Als het apparaat dan klaar is, alle verbindingen gecontroleerd zijn en de batterij wordt ingeschakeld, dan blijkt het ding ook te tikken als er geen radioactief materiaal in de buurt is. Nu niet direct de BB bellen; wat u meet is de normale achtergrondstraling die altijd en overal aanwezig is.



afb. 7. Aansluiting van de geigerteller op een elektronische teller via een SN7413.

Het verschil merkt u wel als u een stukje torberniet of een oud horloge met radioactieve lichtgevende wijzers voor de telbuis houdt. De pulsen volgen elkaar dan zo snel op, dat ze op het gehoor niet meer te tellen zijn.

Dat biedt overigens nog een extra knutselmogelijkheid voor degenen die echt thuis zijn in de electronica. Met een elektronische teller ("timer-counter") kan het aantal pulsen in een bepaalde tijd geteld en op een display zichtbaar worden gemaakt (afb. 6). De puls die van de uitgangstransformator afkomstig is moet dan wel eerst daarvoor geschikt gemaakt worden. Na enig experimenteren bleek dat te kunnen met het IC type SN7413, hoewel het niet zeker is, dat dit de meest elegante oplossing is (schema 7). De voeding voor het IC is hier van de teller met display afgenomen en blijft daardoor gescheiden van die van de geigerteller. Welke draad uit de oortelefoonplug aan de massa van de teller gelegd moet worden en welke aan de aansluitpunten 1-2-4-5 van de SN7413 valt niet aan te geven en moet door proberen worden vastgesteld.

Boekbesprekingen

Onze Aarde, Encyclopedie van de geologie, onder redactie van Prof. dr. A. Hallam, vertaling uit het Engels van Ir. J.L.H. Bemelmans, uitg. Elsevier, Amsterdam/Brussel, 1978, 320 pag., vele tekeningen en kleurenfoto's, f 89,50.

Zoals bekend beleven we sinds een jaar of tien een hausse in de belangstelling van amateurs voor aardwetenschappen. In deze tijd zijn er veel boeken over deze materie verschenen, ook in het Nederlands, maar het aanbod was niet adequaat aan wat de vraag verdiende: veel werken werden haastig in elkaar geflanst, gaven vaak verouderde tekst of boden mooie, ogenstrelende plaatjes zonder veel achtergrondinformatie. Weemoedig vraag je je af, wat uit deze bloeiperiode stand zal gaan houden, wat als meesterwerk blijvend bewonderd zal worden. Veel meer dan een handvol zal het wel niet zijn. Zeker zal daar bij horen de Alge-

mene Geologie onder redactie van Prof. dr. A.J. Pannekoek, dat echter niet in de eerste plaats voor beginners is geschreven en dan ook soms als moeilijk wordt ervaren. Nu is er een nieuw geologieboek, dat wel precies in de roos mikt. Het is weliswaar een vertaling, maar een kundige en goedlopende. De uitgave mag dan ietwat prijzig zijn, maar daarvoor wordt dan ook een prachtig verzorgd, groot en dik boek geleverd, met tekst in drie kolommen en vele mooie kleurenfoto's. De aarde bestaat naar onze begrippen eendeloos lang en zijn korst, die we willen kennen en begrijpen, is opgebouwd uit vele componenten. De geologie die dit allemaal bevatten wil moet vele kanten uit. In *Onze Aarde* komt van alles wat van belang is voor een begrip van het geheel aan bod. En dit op een wijze, zoals Prof. dr. A.J. Wiggers (V.U., Amsterdam in het voorwoord zegt, "die ons haast