



**1 2 3 . 0 0 0**

**G e g e v e n s o v e r h e t  
P e l t i e r e l e m e n t  
P K E 7 2 A 0 0 2 0**

Je hebt een onderdeel voor je, dat je zal fascineren. Met één onderdeel kun je drie verschillende dingen doen:

1. Je kunt er iets mee koelen
2. Je kunt er iets mee verwarmen
3. Je kunt er echter ook stroom mee opwekken.

**Begriffsklärung:**

Er zijn drie verschillende mogelijkheden met hetzelfde onderdeel. Een **Peltierelement** is hetzelfde als een **thermo-element** of een **Seebeckelement**. De verschillende begrippen geven echter verschillende gebruiksmogelijkheden aan.

**Peltierelement:**

Als er stroom naar dit onderdeel wordt gestuurd, werkt het als warmtepomp en wordt meestal gebruikt als koelelement.

**Seebeckelement resp. thermo-element:**

Er wordt één keramiekplaat verwarmd, waardoor de andere plaat koelt. Dit onderdeel werkt dan als stroomgenerator.

**Gegevens van het onderdeel:**

Afmetingen: 40x40x4,7 mm

Gewicht ca. 22g

**Gegevens over de werking van het Peltierelement: (Koelen of verwarmen)**

Maximale bereiken van het Peltierelement als koelelement:

Max. koelend vermogen: 33 Watt

Max. temperatuurverschil: 67 °

Benodigde gelijkspanning: 15 Volt

Max. gelijkstroom: 3,9 Ampere

Max. bedrijfstemperatuur: 150 graden C (bij continubedrijf)

Interne weerstand: 3,5 Ohm

## Gegevens over de werking van het Seebeckelement: (Het opwekken van stroom)

Thermische kracht: 49 millivolt per graad temperatuurverschil tussen de keramiekplaten. Dat is: Bij 100°C temperatuurverschil 4,9 Volt nullast spanning.

Door het aansluiten van een verbruiksapparaat daalt de nullast spanning. Het maximale vermogen is ca. 0,3 Watt.

## Vorwort

Het is al fascinerend als je in twee watertanks water van verschillende temperatuur giet en er dan een propeller begint te draaien.

Deze en andere kunststukjes kun je met een **Seebeckelement** (thermo-element) bereiken, als je één kant verwarmd en de andere kant afkoelt.

Normaal gesproken heten deze onderdelen **Peltierelementen**. Daarbij gaat het in beide gevallen om hetzelfde stukje keramiek met kristallen van bismut en tellurblokjes. Alleen worden de Peltierelementen voor andere doelen gebruikt. Bij een Peltierelement wordt er stroom gestuurd in de aansluitdraden (b.v. 8 Volt; 3 Ampère zoals bij ons onderdeel), en dan gebeurt er iets wonderlijks:

De éne kant van het onderdeel wordt 60° heet, de andere kant min 5° koud. Je hebt een kleine warmtepomp voor je, zoals die b.v. in camping koelboxen wordt gebruikt, of waarmee wetenschappelijke apparaten kunnen worden gekoeld.

Wij gebruiken de Peltierelementen echter niet op deze manier. We sturen er geen stroom in, maar willen er stroom uit hebben.

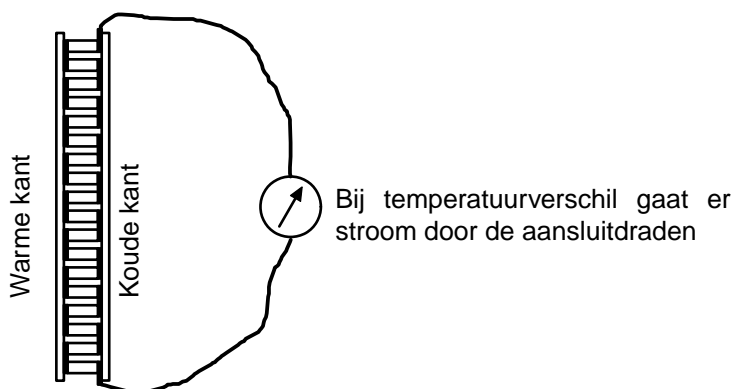
Daarom doen we precies het tegengestelde:

We verwarmen één kant en de andere kant koelen we af. Direct levert het onderdeel 1-3 Volt spanning en 10-500 mA stroom al naar gelang het temperatuurverschil. We hebben hiervoor geen draaiende dynamo nodig, zoals die b.v. op de fiets wordt gebruikt. Op onze manier van stroomvoorziening ontstaat er geen geluid, net als bij een zonnecel. Wij vormen temperatuurverschillen op een milieuvriendelijk manier om in elektrische stroom.

Waarom weet bijna niemand van deze manier van stroomwinning en waarom wordt het niet technisch gebruikt?

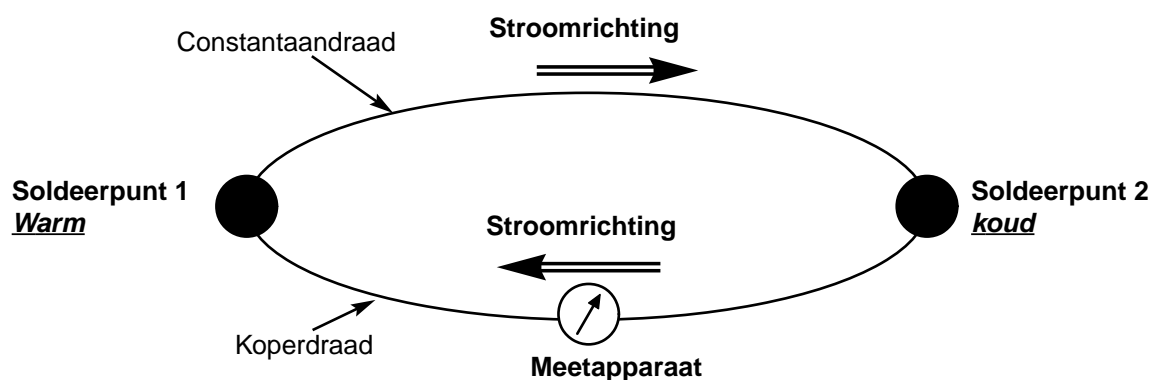
Daarvoor zijn vele redenen. Eén daarvan is dat de werkingsgraad van de thermo-elementen nog niet veel meer dan 5% bedraagt, en de onderdelen nog erg duur zijn. Maar, er lopen onderzoeken, die redenen geven tot hoop. Verwacht wordt, dat er binnen afzienbare tijd wezenlijk betere thermo-elementen op de markt komen. Dan kan het gebruiken van temperatuurverschillen (b.v. afvalwarmte bij verbrandingsprocessen en natuurlijke warmteverschillen) economisch interessant worden.

Het doet ons plezier je reeds nu te kunnen laten deelnemen aan deze fascinerende manier om milieuvriendelijke stroom op te wekken.



**Thermo-element** (zoals die in het bouw pakket zit)

## De opbouw van een „Seebeckelement” van T.J. Seebeck (1821)



*Schematische testvolgorde voor de werkingwijze van het Seebeck effect*

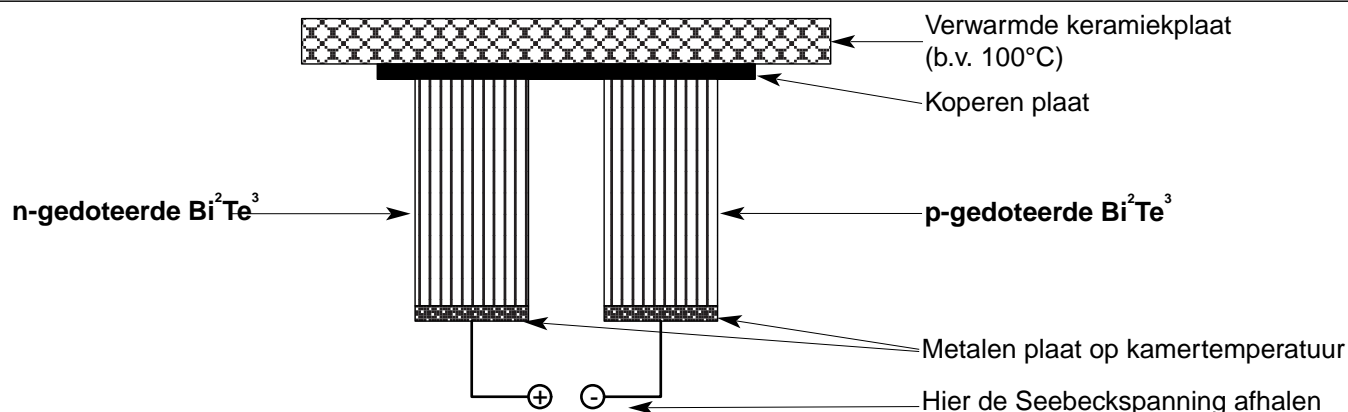
Thomas Johann Seebeck heeft in 1821 twee draden van verschillende metalen met twee soldeerpunten tot een stroomkring verbonden. Toen hij één soldeerpunt verwarmde en het tweede soldeerpunt ten opzichte van het eerste punt afkoelde, stelde hij vast dat er stroom door de gesloten stroomkring vloeyde. Hadden de beide soldeerpunten dezelfde temperatuur, dan kwam er geen stroom. Dit was het eerste van drie thermo-elektrische effecten en werden later naar de ontdekker het „Seebeck effect” genoemd. Hierop berusten alle thermo-generatoren, die met verschillende materialen werken.

### Hoe zijn moderne Seebeckelementen opgebouwd en waarvoor worden die gebruikt?

In plaats van de twee verschillende metalen, die aan elkaar worden gesoldeerd, wordt halfgeleide materiaal gebruikt: zogenaamde p- en n- gedoteerd bismut tellurit, dat een veel hogere werkingsgraad dan normaal metaal heeft. Pas daardoor werd in de jaren vijftig een zinvol gebruik van het thermo-element mogelijk. Tot nu toe is het het meest effectieve materiaal voor het opwekken van stroom door temperatuurverschillen (en voor koel doeleinden). Er wordt maximaal 5% warmteverschil omgevoerd in stroom. Tegenwoordig worden thermo-generatoren voor bijzondere doeleinden gebruikt:

De ruimtesonde Galileo is zo ver van de zon verwijderd, dat de zonnecellen te weinig energie kunnen leveren. Daarom wordt met atoomenergie warmte opgewekt en met de kou van het heelal gekoeld. Bijna onbekend is, dat sinds vele jaren voor het bewaken van lekken in pijpleidingen, thermo-generatoren worden gebruikt, die de bewakingsapparatuur van stroom voorzien. Daarbij wordt met gas of olie uit de pijpleiding een vlam opgewekt en met lucht gekoeld. Sinds 1999 is er een klok, die door een dun-film-thermo-element wordt aangedreven. De lichaamswarmte wekt genoeg energie op en de omgevingslucht koelt het kleine thermo-element. De nieuwste ontdekkingen bij het maken van thermo-elementen kunnen wellicht de thermovoltak naast de fotovoltaik binnenkort leiden tot een belangrijke invulling van milieuvriendelijke energieopwekking.

### De opbouw van een Seebeck-thermo-element met n en p gedoteerde $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ kristallen:

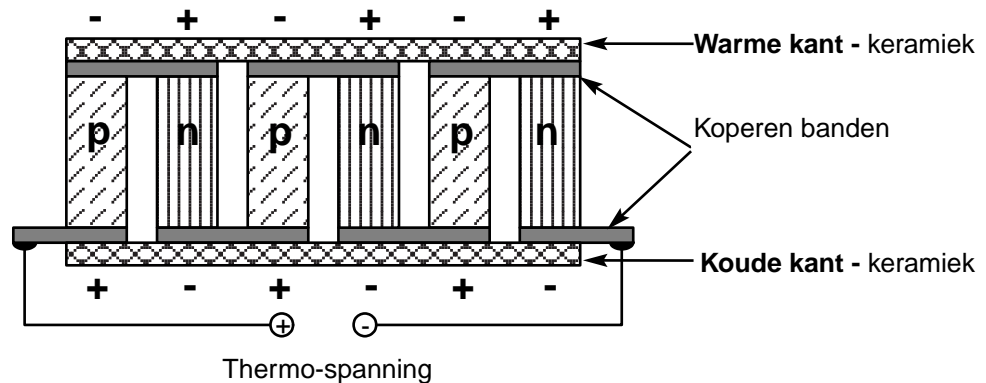


Het kan wat verwarrend zijn dat in al deze schematische voorstellingen, het tweede soldeerpunt ontbreekt, dat bij de bovenstaande oorspronkelijke Seebeck proef wel aangegeven werd.

**Oplossing:** Als de beide verbindingen, die op kamertemperatuur zijn, met elkaar worden verbonden tot een stroomkring, dan werken ze net zo als een soldeerpunt!

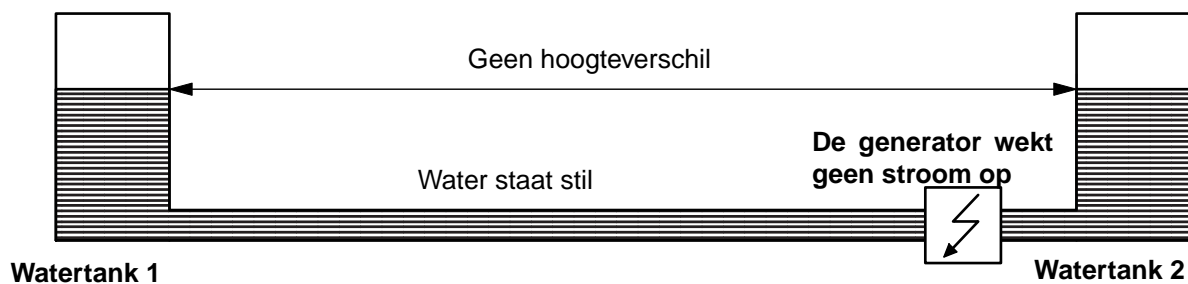
Bij alle in de handel te verkrijgen Seebeckelementen (Peltierelementen) worden de basiselementen achter elkaar geschakeld (thermisch parallel, elektrisch in serie)

### De opbouw van een thermo-element uit meerdere basiselementen: Thermisch parallel, elektrisch in serie:



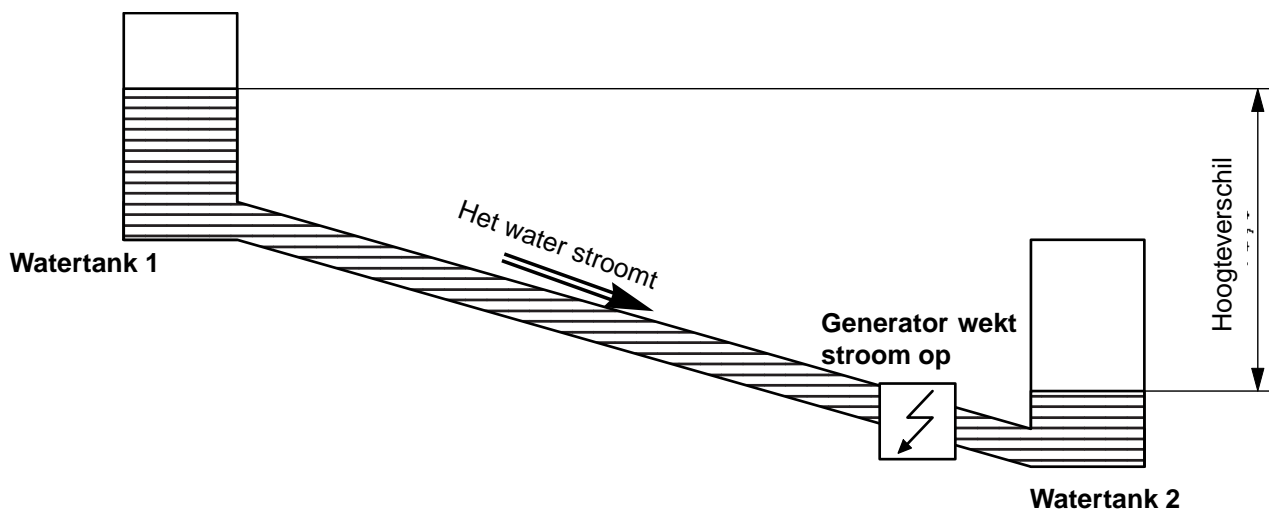
### De werkingwijze van een Seebeckelement, verklaard aan de hand van een waterkrachtwerktuig

#### 1. Situatie: Geen hoogteverschil



Omdat er geen verval is tussen de twee watertanks, kan er geen water stromen en dus ook geen stroom in de generator worden opgewekt. Hetzelfde gebeurt, als er bij een Seebeckelement (Seebeck-generator) geen temperatuurverschil is.

#### 2. Situatie: Er is een hoogteverschil tussen beide tanks



Hier is er niet zoals bij stroom een kringloop, maar de werkingwijze is direct te herkennen:

- Geen verval, geen stromend water en dus geen stroom.
- Verval, het water stroomt, en er wordt stroom opgewekt.

Als je dit principe vertaalt in „temperatuurverschil” heb je de basis van de werkingwijze van thermo-generatoren te pakken.