



# Het Proxy Mysterie

*Hoe de droogmist van 1783  
de Franse Revolutie voedde*

Michelle Groeneweg  
Instituut Archimedes  
Vakgroep Mens & Maatschappij  
Hogeschool Utrecht

 HOGESCHOOL  
UTRECHT

# Inhoud

---

Inleiding.....	3
Doelen .....	4
Materialen en voorbereiding .....	5
Opzet van de werkvorm .....	6
Didactische verantwoording .....	15
Literatuur .....	16
Bijlagen.....	17

## Inleiding

---

Als docent bij de lerarenopleiding aardrijkskunde aan de Hogeschool Utrecht en onderdeel van de vakgroep Mens & Maatschappij, bestaande uit aardrijkskunde en geschiedenis, geloof ik sterk in de kracht van vakoverstijgend onderwijs. Mijn werk binnen de vakgroep richt zich op het zoeken naar samenhang en het leggen van verbindingen tussen verschillende disciplines. Zo verzorg ik samen met de vakgroepen wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie colleges voor het vak Natuur, Leven en Technologie (NLT), waarbij de nadruk ligt op het verbinden van vakinhoud om complexe vraagstukken te onderzoeken. Daarnaast heb ik een bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van de overkoepelende cursus *'Conflictgebieden'* voor de lerarenopleiding Mens & Maatschappij. Deze ervaring heeft mijn visie versterkt dat het begrijpen van maatschappelijke vraagstukken begint bij het integreren van verschillende perspectieven.

Deze visie vormde ook de basis voor het ontwerp van de werkvorm die in deze handleiding wordt uitgewerkt. De werkvorm richt zich op de impact van de Laki-uitbarsting (1783-1784) en combineert aardrijkskundige en historische inzichten met wetenschap zoals paleoklimatologie en geologie. Het doel is leerlingen te laten ervaren hoe natuurlijke fenomenen, zoals vulkaanuitbarstingen, samenhangen met historische gebeurtenissen en maatschappelijke ontwikkelingen, zoals de Franse Revolutie. Door standplaatsgebondenheid en kritisch bronnenonderzoek te combineren met wetenschappelijke analyses, leren leerlingen hoe verschillende disciplines samen bijdragen aan een completer begrip van het verleden.

Deze handleiding biedt een gestructureerde aanpak om deze werkvorm in de klas te integreren. Naast stap-voor-stap-instructies bevat de handleiding SMART-geformuleerde leerdoelen, een inleidend hoorcollege over proxies, en een verantwoording van de gemaakte didactische keuzes. Ik hoop dat deze werkvorm bijdraagt aan het vergroten van vakoverstijgend leren en leerlingen inspireert om verbanden te leggen tussen wetenschap, geschiedenis en de maatschappij.

## Doelen

---

De werkvorm combineert historische en natuurwetenschappelijke vaardigheden om leerlingen inzicht te geven in de rol van natuurlijke processen bij historische gebeurtenissen. De leerlingen beantwoorden de hoofdvraag: *“Hoe heeft de Laki-vulkaanuitbarsting in 1783 bijgedragen aan de sociale onrust die leidde tot de Franse Revolutie in 1789?”*

### Leerdoelen (SMART):

1. Analysevaardigheden: Leerlingen identificeren en beschrijven verklaringen die de bevolking in de 18e eeuw gaf voor de droogmist en andere klimaateffecten.
2. Standplaatsgebondenheid: Leerlingen tonen aan hoe tijd, plaats en beschikbare kennis het wereldbeeld van de 18e-eeuwse bevolking vormden door voorbeelden uit bronnen te gebruiken.
3. Proxies begrijpen: Leerlingen leggen in eigen woorden uit wat proxies zijn en benoemen drie voorbeelden.
4. Data-analyse: Leerlingen combineren minimaal twee verschillende soorten proxies (bijvoorbeeld jaarringen en ijskernen) om klimaateffecten van de Laki-uitbarsting te reconstrueren.
5. Interdisciplinaire samenwerking: Leerlingen integreren historische, paleoklimatologische en geologische inzichten in een gezamenlijke conclusie over de Laki-uitbarsting.
6. Kritisch denken: Leerlingen reflecteren op de beperkingen van bronnen en data bij het beantwoorden van historische vragen.

# Materialen en voorbereiding

---

In dit hoofdstuk worden de benodigde materialen en de voorbereiding voor de werkvorm beschreven.

## Benodigde materialen

- Een **PowerPointpresentatie** die de leerlingen door de fasen van de werkvorm leidt. De presentatie bevat dia's met notities over de Laki-uitbarsting, proxy-gegevens en een visuele samenvatting van de hoofd- en ondersteunende vragen.
- De werkvorm maakt gebruik van verschillende **datasets** die verdeeld zijn over drie expertgroepen: historici, paleoklimatologen en geologen. Elke expertgroep krijgt specifieke datasets en vragensets. De bronnen zijn als volgt:
  - [Bijlage A – Historische context: het jaar 1783 – een tijd van verandering en verwondering](#)
  - [Bijlage B - Bronnenset Standplaatsgebondenheid](#)
  - [Dataset – De Historicus](#)
  - [Dataset – De Paleoklimatoloog](#)
  - [Dataset – De Geoloog](#)
- **Blanco kaarten van Europa** waarop leerlingen de verspreiding van de Laki-uitbarsting en de klimaatveranderingen kunnen aanduiden.
- Een **(Digitaal) bord** voor het visueel vastleggen van belangrijke bevindingen uit de datasetanalyse en voor het samenvatten van inzichten tijdens de nabespreking.

## Printopdrachten

De volgende printopdrachten moeten vooraf worden afgedrukt. Zie hoofdstuk – opzet van de werkvorm en bijlagen – voor de benodigde documenten:

1. Bronnenset Standplaatsgebondenheid (voor fase 1) – deze set bevat verschillende historische documenten en teksten die leerlingen moeten analyseren.
2. Vragenset voor de drie expertgroepen – voor de Historicus, Paleoklimatoloog en Geoloog. Elke groep krijgt een specifieke set vragen om hun gegevens te analyseren en in hun vakgebied een antwoord te formuleren.
3. Interdisciplinaire samenwerkingsopdracht (voor fase 3) – een gezamenlijke werkblad waarop de leerlingen hun bevindingen moeten combineren en structureren om tot een antwoord op de hoofdvraag te komen.
4. Blanco kaarten van Europa waarop leerlingen de verspreiding van de Laki-uitbarsting, de droge mist, temperatuurveranderingen en andere relevante gegevens kunnen aanduiden.

## Vorbereiding door de docent

Zorg dat de PowerPointpresentatie goed is doorgenomen en de notities bij elke dia goed zijn voorbereid, zodat de uitleg helder aan de leerlingen overgebracht kan worden.

## Opzet van de werkvorm

---

Deze werkvorm combineert twee belangrijke historische vaardigheden: het analyseren van standplaatsgebondenheid en het uitvoeren van kritisch bronnenonderzoek. In de eerste fase onderzoeken leerlingen hoe de bevolking in de jaren voor de Franse Revolutie het bijzondere weer, zoals de droge mist en extreme kou, en andere opvallende fenomenen verklaarde. Vervolgens werken ze als experts vanuit drie disciplines – historisch onderzoek, paleoklimatologie en geologie – om te reconstrueren of en hoe de Laki-uitbarsting heeft bijgedragen aan de maatschappelijke spanningen in Frankrijk.

De werkvorm is bedoeld voor leerlingen havo en vwo vanaf leerjaar 3. De interdisciplinaire opzet daagt leerlingen uit om verbanden te leggen tussen verschillende vakgebieden. Het sluit daarom goed aan bij het vak Mens en Maatschappij of interdisciplinaire vakken of projectweken, bijvoorbeeld in combinatie met natuurwetenschappelijke vakken.

Qua planning past de werkvorm het beste bij tijdvak 7: Pruiken en Revoluties, in het bijzonder bij lessen over de Franse Revolutie en de opkomst van de moderne wetenschap.

De werkvorm is opgedeeld in drie fasen, die passen in een aantal losse lessen of blokken van totaal ongeveer 180-200 minuten:

- Introductie (15 minuten)
- Fase 1: Standplaatsgebondenheid (45 minuten)
- Fase 2: Proxies en wetenschappelijk onderzoek (60 minuten)
- Fase 3: Integratie en beantwoording van de hoofdvraag (30 minuten)
- Nabespreking (30-40 minuten)

### Introductie (15 minuten)

De les begint met het bespreken van de introductiedia's (dia 1 t/m 8) uit de PowerPoint – Het Proxy Mysterie. In de notities van elke dia staan suggesties voor de bespreking. Vervolgens vindt er een korte bespreking plaats van de historische context van de zomer van 1783. Hiervoor kan er gebruik worden gemaakt van: [Bijlage A – Historische context: het jaar 1783 – een tijd van verandering en verwondering](#). In ieder geval dient te worden besproken:

- De Laki-uitbarsting: een vulkaanuitbarsting in IJsland die maandenlang een enorme hoeveelheid gas en as in de atmosfeer bracht, wat leidde tot een droge mist in grote delen van Europa en ver daarbuiten.
- De gevolgen: gezondheidsproblemen, mislukte oogsten, hongersnoden en extreme weersomstandigheden.
- De tijdsgeest: de late Verlichting, waarin wetenschappelijke nieuwsgierigheid in conflict kwam met religieuze en bijgelovige verklaringen.

De docent bespreekt tenslotte het concept van standplaatsgebondenheid: hoe iemands perspectief wordt beïnvloed door de geografische, sociale, religieuze en culturele context waarin hij of zij leeft. Dit concept vormt de basis voor de analyse.



### Fase 1: Standplaatsgebondenheid (45 minuten)

In fase 1 kruipen leerlingen in de huid van de bevolking in West-Europa in de periode na de Laki-uitbarsting van 1783, een tijd waarin de droogmist en de gevolgen daarvan, zoals misoogsten en een ijzige winter, voor veel angst en verwarring zorgden. Ze onderzoeken hoe de rampen werden verklaard vanuit religie, bijgeloof en de beperkte wetenschappelijke kennis van die tijd. Aan de hand van historische bronnen analyseren leerlingen hoe het wereldbeeld van die tijd het denken en handelen van mensen beïnvloedde. Door zich in te leven in deze perspectieven leren leerlingen hoe standplaatsgebondenheid; de invloed van tijd, plaats en kennis op interpretaties, de verklaringen van de bevolking vormde.

Leerlingen werken in groepen van vier. Elke groep krijgt de volledige dataset met bronnen: [Bijlage B - Bronnenset Standplaatsgebondenheid](#). Elke groep richt zich op het analyseren van de bronnen vanuit verschillende invalshoeken.

### De Opdracht

#### Lezen en categoriseren van de bronnen

- Noteer per bron de belangrijkste waarnemingen en interpretaties van de droge mist en de vulkanische gebeurtenissen.
- Identificeer, waar mogelijk, wie de auteur of getuige is, waar de observatie is gedaan en wat de sociaal-culturele achtergrond van de bron is (beroep, geografische locatie, religieuze overtuiging, wetenschappelijke kennisniveau).

#### Analyseren van verschillen in perspectieven

Beantwoord de volgende vragen:

- Hoe beïnvloedt de fysieke afstand tot de Laki-vulkaan (bijv. IJsland vs. de rest van Europa) de waarnemingen en interpretaties?
- Hoe verschillen de observaties en verklaringen van natuurwetenschappers, geestelijken, journalisten en gewone burgers?
- Hoe spelen religieuze overtuiging en bijgeloof een rol in de interpretatie van de gebeurtenissen?
- Welke bronnen weerspiegelen rationele, wetenschappelijke verklaringen? Hoe worden bijgelovige interpretaties weerlegd?

#### Standplaatsgebondenheid in kaart brengen

Maak een overzicht waarin duidelijk wordt hoe standplaatsgebondenheid de waarnemingen en interpretaties heeft beïnvloed. Gebruik de volgende categorieën:

- Geografische nabijheid
- Sociaal-culturele achtergrond (opleiding, religie, cultuur)
- Wetenschappelijke of religieuze tijdsgeest (Verlichting vs. traditionele overtuigingen)

Noteer een korte conclusie over hoe ideeën uit de Verlichting bijdroegen aan het verklaren van de droge mist, en hoe bijgelovige en religieuze perspectieven daarnaast bleven bestaan.

### Nabespreking, evaluatie en reflectie

Elke groep presenteert hun bevindingen in 3 minuten. Daarna bespreekt de docent klassikaal:

- Welke inzichten hebben leerlingen gekregen over de invloed van standplaatsgebondenheid op perceptie en interpretatie?
- Hoe helpt het begrijpen van verschillende perspectieven ons om een completer beeld te krijgen van historische gebeurtenissen zoals de Laki-uitbarsting?
- Wat leren deze bronnensets ons over de relatie tussen wetenschap, religie, en samenleving in de achttiende eeuw? Welke rol speelde specifiek de Verlichting in het verklaren van de Laki-uitbarsting en de droge mist?
- Hoe betrouwbaar zijn ooggetuigenverslagen, zoals dagboeken en kronieken, voor het reconstrueren van de gebeurtenissen rond de Laki-uitbarsting?
- Welke beperkingen hebben historische bronnen bij het interpreteren van de impact van de droge mist?

### Verdiepingsopdracht voor de echte uitdaging in plaats van de bovenstaande opdracht

- Knip de bronnen in kleinere secties (bijvoorbeeld per waarneming, beschrijving of verklaring).
- Deel de bronnen in verschillende categorieën op:
  - *Religieuze verklaringen*: Wat werd er vanuit een religieus perspectief gezegd over de droogmist en de gevolgen van de uitbarsting? Denk aan verklaringen als een straf van God of apocalyptische visioenen.
  - *Wetenschappelijke verklaringen*: Wat verklaarden wetenschappers of artsen op dat moment? Welke kennis werd gebruikt en wat was het niveau van wetenschappelijke kennis in de 18e eeuw?
  - *Bijgeloof*: Waren er bijgelovige verklaringen, zoals mythen of volksgeloof, over de uitbarsting en de gevolgen?
  - *Sociale en economische perspectieven*: Hoe beïnvloedden de sociale en economische omstandigheden de interpretatie van de droge mist? Denk bijvoorbeeld aan de stand van de landbouw, voedseltekorten of de economische ongelijkheid.
- Bespreek in de groep:
  - Hoe beïnvloedden de sociaal-culturele achtergronden van de mensen die de bronnen schreven hun interpretaties van de gebeurtenissen? Denk aan factoren zoals beroep (bijvoorbeeld een boer versus een wetenschapper), geografische locatie (landelijk versus stedelijk) of religieuze overtuigingen.
  - Vergelijk de verklaringen van verschillende bronnen en kijk of er overeenkomsten of tegenstellingen zijn in de manier waarop mensen de droge mist verklaarden.
- Maak een presentatie:
  - Visueel overzicht: Maak een schema of mindmap waarin je de verschillende verklaringen van de droge mist in de 18e eeuw categoriseert.
  - Vervolg vragen: Denk na over de gevolgen van de standplaatsgebondenheid: Hoe beïnvloedden deze verschillende perspectieven de manier waarop mensen reageerden op de ramp? Welke verklaringen werden misschien breder geaccepteerd en waarom?



## Fase 2: Proxies en wetenschappelijk onderzoek (45 minuten)

In deze fase kruipen leerlingen in de rol van wetenschappers vanuit drie disciplines: de historicus, de paleoklimatoloog en de geoloog. Elk van deze wetenschappers analyseert specifieke gegevensbronnen, ook wel proxies genoemd. De leerlingen leren wat proxies zijn; indirecte aanwijzingen uit natuurlijke of historische data waarmee wetenschappers klimaatveranderingen en hun gevolgen kunnen reconstrueren. Ze ontdekken dat proxies vaak regionaal zijn en dat één enkele proxy nooit voldoende bewijs biedt. Pas door verschillende proxies te combineren, zoals boomjaarringen, sedimentlagen en historische documenten, ontstaat een completer en wetenschappelijk onderbouwd beeld van het verleden.

De expertgroepen gaan aan de slag met hun specifieke taken:

### *De Historicus*

Deze expert analyseert historische documenten en onderzoekt daarmee de maatschappelijke gevolgen van de ramp in Frankrijk. Hoe beïnvloedden eventuele misoogsten, stijgende broodprijzen en hongersnood de spanningen tussen de bevolking en de elite?

### *De Paleoklimatoloog*

Deze expert analyseert gegevens uit proxies, zoals boomjaarringen en meersedimenten. Hij reconstrueert daarmee het klimaat van 1783-1784 en onderzoekt hoe de Laki-uitbarsting de weersomstandigheden beïnvloedde.

### *De Geoloog*

Deze expert bestudeert vulkanische processen, met name de uitstoot van zwavel en as tijdens de Laki-uitbarsting. Hij onderzoekt hoe deze uitbarsting het klimaat beïnvloedde en welke langetermijneffecten dit met zich meebracht.

## Hoorcollege over proxies (10-15 minuten)

In de PowerPointpresentatie staat een kort hoorcollege over proxies van dia 13 t/m 28. In de notities van elke dia staat een uitleg die bij de dia behandeld kan worden. In principe zou een leek zonder geografische achtergrond na het inlezen van de notities de dia's goed kunnen uitleggen. Als docent sta je stil bij ten minste de volgende zaken:

- Wat zijn proxies? (Boomringdata, ijskernen, historische documenten, sedimentlagen, etc.)
- Waarom gebruiken wetenschappers proxies? (Omdat we geen directe waarnemingen hebben van het verleden.)
- Voorbeelden van proxies in relatie tot klimaatonderzoek en hun waarde.
- Het belang van de combinatie van verschillende proxies om een completer beeld te krijgen van historische gebeurtenissen en klimaatveranderingen.

## De Opdracht – Datasetanalyse

Leerlingen werken in hun expertgroepen om de relevante dataset te analyseren. Ze gebruiken de vragenset voor hun discipline om door de gegevens te navigeren en relevante inzichten te verzamelen.

1. Verdeel leerlingen in meerdere kleine expertgroepen:

### *Historici*



### *Paleoklimatologen*



### *Geologen*



2. Geef elke expertgroep datasets met bronnen en de bijbehorende vragenset. Elke dataset bestaat uit resultaten, figuren en tekstbronnen uit wetenschappelijke onderzoeken over de Laki-uitbarsting in 1783.
3. Vraag elke groep om de gegevens te analyseren aan de hand van de vragen uit hun set.
4. De groepen bespreken de datasets en verzamelen bewijs dat ze kunnen gebruiken om hun antwoorden en bevindingen in fase 3 voor te bereiden.

## Materialen bij deze opdracht

Hieronder staan de links naar de datasets in de bijlagen:

- C. [Dataset – De Historicus](#)
- D. [Dataset – De Paleoklimatoloog](#)
- E. [Dataset – De Geoloog](#)

Hieronder staan de vragensets per wetenschappelijke discipline ter ondersteuning van de bronanalyse.

### Vragenset - Historicus

- Terugblik op fase 1 standplaatsgebondenheid:
  - Hoe verklaarde de 18e-eeuwse bevolking het ongebruikelijke weer en de droogmist?
  - Welke rol speelden religie, bijgeloof en beperkte wetenschappelijke kennis in hun interpretatie van de droogmist?
- Wat waren de gevolgen van de droge mist voor de op de landbouw? En daarmee op de voedselvoorziening en de economie in Frankrijk?
- Wat waren de gevolgen van de droge mist voor de gezondheid en sterftcijfers van de Franse bevolking?
- Hoe kunnen we de sociale en politieke onrust in de aanloopjaren naar de Franse revolutie verklaren met behulp van de datasets?

**Vragenset - Paleoklimatoloog**

- Hoe veranderde de temperatuur in de jaren na de Laki-uitbarsting volgens de boomringdata? Wat valt op in de langere termijn na de uitbarsting?
- Welke rol speelde de Laki-uitbarsting in de grotere klimaatveranderingen van de 18e eeuw?
- Kunnen we de gegevens gebruiken om het effect van de Laki-uitbarsting te onderscheiden van andere klimaatfactoren, zoals zonnestraling en oceaanstromen?
- Wat kunnen we afleiden over de interactie tussen de Laki-uitbarsting en de landbouwomstandigheden op basis van reconstructies van het klimaat uit die periode?

**Vragenset - Geoloog**

- Wat was de omvang en duur van de Laki-uitbarsting?
- Welke gassen kwamen er vrij tijdens de Laki-uitbarsting en wat was hun impact op de atmosfeer?
- Hoe verspreidden de gassen en vulkanische deeltjes zich in de atmosfeer naar Europa?
- Hoe beïnvloedde de Laki-uitbarsting het weer en klimaat in Europa? *Denk aan temperatuurveranderingen, droogte en koude winters.*

### Fase 3: Integratie en beantwoording hoofdvraag (30 minuten)

In de derde fase komen de experts samen in interdisciplinaire groepen. Ze delen hun bevindingen en combineren de inzichten om gezamenlijk tot een gefundeerd antwoord op de hoofdvraag te komen: *“Hoe heeft de Laki-vulkaanuitbarsting in 1783 bijgedragen aan de sociale onrust die leidde tot de Franse Revolutie in 1789?”*

#### De Opdracht – Interdisciplinair overleg

1. Vorm nieuwe interdisciplinaire groepen: minimaal een historicus, een paleoklimatoloog en een geoloog per groep.
2. Elke groep deelt en bespreekt de bevindingen van de expertgroepen.
3. De groep doorloopt gezamenlijk door de volgende stappen:
  1. Herhaal de hoofdvraag en bespreek kort de bevindingen van elk vakgebied.
  2. Bedenk welke verbanden er zijn tussen de verschillende bevindingen. Hoe kunnen de klimaatveranderingen, gezondheidseffecten, misoogsten en sociaal-economische omstandigheden samen bijdragen aan de opkomst van sociale onrust in Frankrijk?
  3. Stel een gezamenlijk antwoord op de hoofdvraag op. Gebruik de gegevens uit de drie vakgebieden om het antwoord te onderbouwen.
  4. Hoe hebben de verschillende proxies (zoals boomjaarringen en historische documenten) elkaar versterkt in het verhaal van de Laki-uitbarsting en de gevolgen daarvan?
4. Ondersteunende vragen (zie hieronder) kunnen helpen bij het structureren van de discussie en het formuleren van een compleet antwoord.
5. Stimuleer leerlingen om antwoorden zo veel mogelijk te onderbouwen met bronnen. Dit kan een laag van argumentatie toevoegen in de latere beantwoording van de hoofdvraag. Daarnaast zouden leerlingen ook gestimuleerd kunnen worden om te reflecteren op de beperkingen van de beschikbare data.

#### Ondersteunende vragen voor de hoofdvraag

Deze vragen helpen de leerlingen in fase 3 om een compleet en betrouwbaar antwoord te formuleren, gebaseerd op hun bevindingen uit fase 2.

1. Wat waren de belangrijkste gebeurtenissen van de uitbarsting? Welke vulkanische stoffen kwamen in de atmosfeer en wat was hun directe effect op de lucht?
2. Hoe ver verspreidden de zwavel- en andere deeltjes zich over Europa? Wat was het effect van deze verspreiding op de luchtkwaliteit en het milieu?
3. Wat was het effect van de Laki-uitbarsting op de temperatuur in Europa? Welke veranderingen in het klimaat werden waargenomen, zoals koudegolven of droogte?
4. Hoe beïnvloedden de veranderde klimaatomstandigheden de landbouw in Frankrijk? Wat waren de gezondheidseffecten van de droge mist, zoals ziektes, ademhalingsproblemen en verhoogde sterfte?
5. Hoe beïnvloedden de klimaat- en gezondheidseffecten van de Laki-uitbarsting de sociale en politieke situatie in Frankrijk? In hoeverre droegen deze factoren bij aan de onvrede onder de bevolking en de opkomst van de Franse Revolutie?

### Nabespreking (30-40 minuten)

In de nabespreking gaan leerlingen de inzichten uit hun onderzoek visualiseren en geografisch kaderen. Dit biedt de kans om de hoofdvraag en ondersteunende vragen te verduidelijken en samen te brengen in een overzicht. Door gebruik te maken van een blanco kaart en geografische vragen, leren leerlingen om complexe informatie visueel en ruimtelijk te ordenen, wat helpt bij het trekken van conclusies.

#### Visueel samenvatten van de ondersteunende vragen op de kaart

De leerlingen krijgen blanco kaarten en gebruiken deze om de bevindingen visueel te verbinden met de geografische verspreiding van de Laki-uitbarsting. Deze fase heeft tot doel de inzichten die zijn opgedaan uit de verschillende vragen in de nabespreking te integreren en ruimtelijk te plaatsen:

1. Markeer op de kaart de exacte locatie van de Laki-vulkaanuitbarsting in IJsland.
2. Teken pijlen die de richting aangeven van de verspreiding van de vulkanische deeltjes die door de uitbarsting zijn uitgestoten. Markeer gebieden waar de droge mist zichtbaar was.
3. Gebruik kleuren om de gebieden te markeren die het zwaarst getroffen werden. Teken gebieden met extreme kou, droogte en aantasting flora en fauna.
4. Geef visueel aan waar de temperatuur het sterkst daalde. Gebruik verschillende kleuren of schaduwen om koude en warme gebieden aan te geven. Dit kan helpen om te zien welke regio's snel de effecten voelden en welke gebieden het langer ondervonden.
5. Laat de leerlingen aanduiden welke gebieden snel de effecten van de uitbarsting voelden en welke gebieden de effecten langer ondervonden.

#### Discussie en reflectie op de kaart

- Bespreek de kaarten plenair. Laat de leerlingen hun visuele bevindingen pitchen en bespreek de geobserveerde effecten in Europa en Frankrijk. Neem eventueel de bevindingen van leerlingen over op een kaart van Europa op het bord. Bespreek daarbij de volgende vragen:
  - Wat toont de kaart over de verspreiding van de droge mist door vulkanische deeltjes en gassen als gevolg van de Laki-uitbarsting?
  - Wat zijn de belangrijkste klimaateffecten die we zien in Frankrijk?
  - Hoe kunnen we deze klimaateffecten in verband brengen met de sociale en politieke spanningen die ontstonden in Frankrijk?
  - Wat leren we over de relatie tussen de natuur en de samenleving uit deze visualisatie? Hoe heeft de natuur, door de uitbarsting, de situatie in Frankrijk verergerd?

#### Verbinding met de hoofdvraag

- Herhaal de hoofdvraag: *“Hoe heeft de Laki-vulkaanuitbarsting in 1783 bijgedragen aan de sociale onrust die leidde tot de Franse Revolutie in 1789?”*
- Laat de leerlingen reflecteren op hun onderzoeksresultaten. Vraag hen om te formuleren hoe de klimatologische effecten hebben bijgedragen aan onrust in Frankrijk, wat uiteindelijk leidde tot de Franse Revolutie.
- Maak gezamenlijk een oorzaak-gevolgschema waarin wordt aangegeven hoe de klimaatveranderingen door de Laki-uitbarsting de maatschappelijke gevolgen in Frankrijk beïnvloedden. Reflecteer op de economische en sociale gevolgen (zoals voedseltekorten en armoede) en leg de link naar de opkomst van de revolutie.

- In de nabespreking zou je ook leerlingen kunnen vragen om een oorzaak-gevolg-diagram te maken van de verschillende factoren die leidden tot de Franse Revolutie, met de Laki-uitbarsting als een van de externe factoren. Dit helpt bij het visueel vastleggen van de complexiteit van het proces.
- Verder zou er nog gereflecteerd kunnen worden op de complexiteit van de historische situatie en het belang van het samenbrengen van verschillende disciplines aan de hand van de volgende vragen:
  - *Hoe complex was het om deze klimaat- en maatschappelijke effecten in 1783 samen te brengen, zonder de moderne wetenschappelijke kennis die we vandaag hebben?*
  - *Wat heeft dit onderzoek je geleerd over het belang van het combineren van verschillende disciplines in het begrijpen van historische gebeurtenissen?*



## Didactische verantwoording

---

De werkvorm die in deze handleiding wordt gepresenteerd, is ontworpen om vakoverstijgend onderwijs te bevorderen, waarbij verschillende vakken zoals geschiedenis, aardrijkskunde en natuurwetenschappen met elkaar worden verbonden. Dit ontwerp legt de nadruk op het interdisciplinaire leren van leerlingen, waarbij ze historische en natuurwetenschappelijke inzichten combineren. Het doel is om leerlingen te laten ervaren hoe natuurlijke fenomenen, zoals vulkaanuitbarstingen, samenhangen met historische gebeurtenissen en maatschappelijke ontwikkelingen, zoals de Franse Revolutie.

Vakoverstijgend onderwijs helpt leerlingen om verbanden te leggen tussen verschillende vakgebieden en maakt hen bewust van de bredere context van maatschappelijke vraagstukken. In deze werkvorm worden historische gebeurtenissen zoals de Laki-uitbarsting gecombineerd met wetenschappelijke benaderingen uit de paleoklimatologie en geologie. Dit maakt het mogelijk om vanuit meerdere perspectieven naar de impact van de uitbarsting te kijken, zoals de sociale, politieke en klimatologische gevolgen. Het zorgt voor een dieper begrip van de manier waarop menselijke samenlevingen reageren op ingrijpende natuurrampen en de daaropvolgende veranderingen.

In de werkvorm wordt de term 'proxies' geïntroduceerd, waarbij leerlingen leren hoe wetenschappers indirecte gegevens, zoals boomjaarringen en historische documenten, gebruiken om gebeurtenissen en klimaatveranderingen te reconstrueren. Dit bevordert kritisch denken, aangezien leerlingen niet alleen feiten analyseren, maar ook leren hoe verschillende wetenschappelijke en historische methoden gecombineerd kunnen worden om een completer beeld van het verleden te verkrijgen. Door het combineren van verschillende proxies krijgen leerlingen inzicht in hoe wetenschappers zowel klimaatveranderingen als de maatschappelijke gevolgen ervan reconstrueren, terwijl ze tegelijkertijd reflecteren op de beperkingen van de bronnen en hoe deze elkaar aanvullen.

In fase 3 van de werkvorm komen de leerlingen samen in interdisciplinaire groepen, waarin zij de bevindingen uit hun expertgroepen delen en combineren. Dit bevordert niet alleen de inhoudelijke discussie, maar stimuleert ook samenwerking tussen verschillende vakgebieden. Het leren samenwerken met anderen vanuit verschillende perspectieven versterkt het begrip van complexe vraagstukken en maakt het mogelijk om op een holistische manier naar een probleem te kijken.

De evaluatie richt zich niet alleen op de inhoudelijke kennis van de leerlingen, maar ook op hun vermogen om complexe vraagstukken vanuit meerdere perspectieven te begrijpen en te integreren. Door de samenwerking tussen de verschillende vakken leren de leerlingen hoe zij hun inzichten kunnen combineren om tot een gefundeerd antwoord op de hoofdvraag te komen. De nabespreking en visuele representaties van de effecten van de Laki-uitbarsting maken het mogelijk om de gegevens te ordenen en helpen de leerlingen bij het trekken van conclusies.

## Literatuur

---

- Camuffo, D., & Enzi, S. (2011). The Laki fog of 1783. Volcanic activity and health crises in Europe. *Science of the Total Environment*, 409(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.08.042>
- Camuffo, D., & Enzi, S. (1995). A historical and environmental study of the Laki fog of 1783. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 114(1-4), 45-58. <https://doi.org/10.1029/2001JD002042>
- Edwards, J., Anchukaitis, K. J., Gunnarson, B. E., Pearson, C., Seftigen, K., von Arx, G., & Linderholm, H. W. (2022). The origin of tree-ring reconstructed summer cooling in northern Europe during the 18th century eruption of Laki. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 37(3), e2021PA004386. <https://doi.org/10.1029/2021PA004386>
- Grattan, J., & Durand, M. (2003). Illness and elevated human mortality in Europe coincident with the Laki Fissure eruption. In *Volcanic Degassing: Geological Society, Special Publication 213* (Vol. 213, pp. 401-414). Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.213.01.24>
- Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy*. Icelandic History Press. <https://doi.org/10.1515/9783110731927>
- Halldorsson, E. (2013). The Dry Fog of 1783: Environmental Impact and Human Reaction to the Lakagíggar Eruption. *University of Vienna, Austria*. Retrieved from <https://phaidra.univie.ac.at/open/o:1304636>
- Ilyashuk, E. A., Heiri, O., Ilyashuk, B. P., Koinig, K. A., & Psenner, R. (2019). The Little Ice Age signature in a 700-year high-resolution chironomid record of summer temperatures in the Central Eastern Alps. *Climate Dynamics*, 52(6953–6967). <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4555-y>
- Schmidt, A., Thordarson, T., Oman, L. D., Robock, A., & Self, S. (2012). Climatic impact of the long-lasting 1783 Laki eruption: Inapplicability of mass-independent sulfur isotopic composition measurements. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D23), 4011. <https://doi.org/10.1029/2012JD018414>
- Silvester, E. L., Ljung, K., Bindler, R., Hertzman, H., Lodi, G., & Hammarlund, D. (2024). Diatom dynamics during the last six centuries in Lake Odensjön: A new varved sediment record from southern Sweden. *Journal of Paleolimnology*. <https://doi.org/10.1007/s10933-024-00338-8>
- Taylor, S., Durand, M., & Grattan, J. (2003). Volcanic air pollution and mortality in France 1783–1784. In *The Laki Fissure eruption and UK mortality crises of 1783-1784* (pp. 203-217). Geological Society of London. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/283651852>
- Thordarson, T., & Self, S. (2003). Atmospheric and environmental effects of the 1783–1784 Laki eruption: A review and reassessment. *Journal of Geophysical Research*, 108(D1), 4011. <https://doi.org/10.1029/2001JD002042>
- Zielinski, G. A., Fiacco, R. J., Mayewski, P. A., Meeker, L. D., Whitlow, S., Twickler, M. S., Germani, M. S., Endo, K., & Yasui, M. (1994). Climatic impact of the A.D. 1783 Asama (Japan) eruption was minimal: Evidence from the GISP2 ice core. *Geophysical Research Letters*, 21(22), 2365-2368. <https://doi.org/10.1029/94GL02481>

# Bijlagen

---

- A. Historische context: het jaar 1783 – een tijd van verandering en verwondering
- B. Bronnenset Standplaatsgebondenheid
- C. Dataset – De Historicus
- D. Dataset – De Paleoklimatoloog
- E. Dataset – De Geoloog

## BIJLAGE A – HISTORISCHE CONTEXT: HET JAAR 1783 – EEN TIJD VAN VERANDERING EN VERWONDERING

Het jaar 1783 markeerde een belangrijk punt in de geschiedenis, zowel op politiek als wetenschappelijk gebied. Het was een periode van grote veranderingen, opmerkelijke ontdekkingen en ongewone natuurverschijnselen die de mensen in verwondering en soms in angst achterlieten.

### **Politieke context: Het einde van de Amerikaanse Revolutie**

Europa en de wereld werden in 1783 gekenmerkt door politieke verschuivingen. De Amerikaanse Onafhankelijkheidsoorlog eindigde met het Verdrag van Parijs, waarin Groot-Brittannië de Verenigde Staten erkende als onafhankelijke natie. Tegelijkertijd regeerden George III Groot-Brittannië, Lodewijk XVI Frankrijk en Catharina de Grote Rusland. De spanningen in Europa draaiden vooral om conflicten met het Ottomaanse Rijk en de dreiging van ziektes zoals de pest.

### **Wetenschappelijke vooruitgang: "Ballomania" en de opkomst van publieke wetenscha**

De wetenschap maakte enorme sprongen vooruit. In 1783 beleefde Europa "ballomania," een fascinatie voor luchtballonnen. De Montgolfier-broers demonstreerden hun eerste heteluchtballon, en later dat jaar vond de eerste bemande vlucht plaats in een waterstofballon. Benjamin Franklin, een wetenschapper en politicus, was aanwezig bij veel van deze experimenten en schreef er uitgebreid over.

Naast deze experimenten werd wetenschappelijke kennis steeds breder gedeeld via geleerde genootschappen en publieke demonstraties. Wetenschap werd een onderdeel van het dagelijks leven, van salons tot universiteiten. Mensen raakten gefascineerd door nieuwe technologieën zoals bliksemafleiders en wetenschappelijke instrumenten zoals thermometers en barometers, die het mogelijk maakten om het weer nauwkeuriger te meten.

### **De natuurlijke wereld: vulkanen, mist en "Annus Mirabilis"**

In juni 1783 barstte de Laki-vulkaan in IJsland uit, wat leidde tot een ongekend natuurverschijnsel: de droge mist. Deze dikke, zwavelhoudende nevel bleef wekenlang boven Europa hangen, veroorzaakte adembenemende rode zonsondergangen en beïnvloedde het klimaat. De zomer van 1783 werd ook gekenmerkt door intense hittegolven, bliksemstormen en aardbevingen, met name in Italië, waar de aardbevingen in Calabria en Messina veel schade aanrichtten.

Tijdgenoten zagen deze samenloop van gebeurtenissen als een "jaar van verwondering" (annus mirabilis). Sommigen interpreteerden de droge mist en de andere verschijnselen als tekenen van het einde der tijden, terwijl anderen er een wetenschappelijke verklaring voor zochten. De mist beschadigde gewassen in Noord-Europa, maar in andere regio's, zoals Zuid-Duitsland en Oostenrijk, werd de mist juist geprezen omdat hij de grond beschermde tegen uitdroging en zorgde voor uitzonderlijk vruchtbare oogsten.

### **De Verlichting en standplaatsgebondenheid**

De late achttiende eeuw stond in het teken van de Verlichting, een tijdperk waarin rationeel denken en wetenschappelijke vooruitgang centraal stonden. Tegelijkertijd speelde religie nog een belangrijke rol in het dagelijks leven van de meeste mensen. Het jaar 1783 biedt daarom een rijke casus om de invloed van standplaatsgebondenheid te onderzoeken. Verschillende groepen – zoals IJslandse boeren die direct werden getroffen door de vulkaanuitbarsting, Europese boeren die te maken hadden met gewasschade of overvloedige oogsten, en wetenschappers die de mist analyseerden – interpreteerden de gebeurtenissen vanuit hun eigen ervaringen, kennis en overtuigingen.

## BIJLAGE B – BRONNENSET STANDPLAATSGEBONDENHEID

### Bron 1 – De Vuurpriester

Deze bron weerspiegelt de observaties en ervaringen van de IJslandse bevolking tijdens de Laki-uitbarsting in 1783. Ze belichten interpretaties van de gebeurtenissen, weergegeven door lokale ooggetuigen en een prominente geestelijke.

Op een noodlottige zondagochtend liepen of reden Steingrímsson en zijn parochianen te paard naar de kerk. De zon was al enige tijd op. Het was een heldere dag met blauwe luchten en kalm weer. Pinksteren, dat in 1783 op 8 juni viel, herdenkt de komst van de Heilige Geest over de discipelen van Jezus. Maar deze Pinksterdag zal altijd herinnerd worden als het begin van de ergste ramp in de 1150-jarige geschiedenis van IJsland.

Rond 9.00 uur zagen de parochianen iets ongebruikelijks: donkere wolken verschenen boven de bergen achter Klaustur en vulden langzaam de lucht. De zwakke zon werd een dreigend rood achter dikke wolken van as, puin en gas uit een eruptiepluim die tot 15 kilometer hoog reikte en zichtbaar was over heel IJsland. Hoewel zonsondergang nog 11 uur ver weg was, veroorzaakte de asval – of de “zwarte zandmist”, zoals Steingrímsson het beschrijft – duisternis binnenshuis. Later die dag viel er regen die de kleur van “zwarte inkt” had. Het irriteerde de ogen en de huid. Inwoners hoorden donderachtige geluiden uit de hooglanden. Toen de wind de aswolken wegblies, waren in de verte vuren zichtbaar achter de bergen. De nacht werd gekenmerkt door sterke aardbevingen.

Jón Steingrímsson, priester in Kirkjubæjarklaustur schrijft in zijn autobiografie: *“Nu begint de kastijding van de Heer en de nieuwe rampen die mij en anderen overkwamen, zoals ik nu zal vertellen. En toch kwamen ze over ons met meer verdraagzaamheid en mildheid dan we hadden verdiend. Op Pinksteren, [8 juni 1783], vond een uitbarsting van gesmolten gesteente plaats, komend uit de bergen van de hooglanden, waarvan de effecten landbouwgrond, mensen en dieren ver weg en dichtbij vernietigden”* (Gislason, 2023, p. 66).

Van 8 tot 11 juni 1783 gingen de sterke aardbevingen door. Steingrímsson schrijft: *“Hoeveel de aarde en huizen ook trilden en schudden, donderklappen klonken en vuurbollen vlogen, hij voelde geen angst.”*

Steingrímsson verklaarde dat hij niet *“volledig kon ademhalen en nauwelijks naar buiten ging [...] het hele jaar [1783] en het volgende”* (Steingrímsson, 1783). Al op 10 juni 1783 merkte hij dat de *“bittere regen [...] bijna ondraaglijke irritatie veroorzaakte aan de ogen of de blote huid, evenals duizeligheid”* (Steingrímsson, 1783).

In de daaropvolgende weken toonde de uitbarsting haar dodelijke kracht: *“Meer gif viel uit de lucht dan woorden kunnen beschrijven: as, vulkanische haren, regen vol zwavel en salpeter, alles gemengd met zand. [...] Alle planten van de aarde verbrandden, verwelkten en werden grijs, één na één. [...] De planten met bladeren verwelkten als eerste, [...] en de paardenstaarten gingen als laatste”* (Steingrímsson, 1783).

De lucht rook vies en stonk dagenlang naar *“zeegras en rot”*. Mensen met bestaande ademhalingsproblemen konden nauwelijks diep ademhalen. Het was *“een wonder dat iemand nog een week kon overleven”*. spleet (Steingrímsson, 1783).

Op 7 juni 1783 gaven de koeien en schapen van Steingrímsson acht emmers melk, maar een week later, op 14 juni, waren dat er nog maar zes en een halve. Hun vlees en

lichamen "werden tegelijkertijd aangetast". Op 10 juni kregen pas geschoren schapen brandwonden op hun huid door vallende regen (Steingrímsson, 1783).

Op 14 juni 1783 vluchtten vogels en lieten hun eieren achter, die vanwege hun "slechte geur en zwavelachtige smaak" nauwelijks eetbaar waren. Vissen in nabijgelegen meren en rivieren waren vergiftigd door de uitbarsting en stierven. Zelfs muizen, die normaal schade aanrichtten aan graanvoorraden, stierven massaal (Steingrímsson, 1783).

Water was verontreinigd en had een "slechte smaak". Hoewel het nauwelijks drinkbaar was, dronk de familie van Steingrímsson het toch, met "stoornissen" als gevolg (waarschijnlijk ziekten zoals dysenterie). Het gras in het zuiden van IJsland verdorde snel, en de oogst mislukte overal. Zonder hooi om vee te voeren tijdens de winter wisten IJslanders dat de meeste dieren zouden sterven (Steingrímsson, 1783).

Hoewel het sterftcijfer in IJsland in 1783 eigenlijk lager was dan gemiddeld, leek het onvermijdelijk dat dit snel zou veranderen. Begin 1784 begonnen mensen massaal te sterven. Zonder voer voor dieren of beschikbare winterweiden sloeg de hongersnood toe. In IJsland heeft de nasleep van de Laki-uitbarsting een naam: (reykur-)móðuharðindin, wat losjes vertaald "de hongersnood van de mist" betekent. Reykur betekent "rook," móða "mist of nevel in de lucht veroorzaakt door de uitbarsting" en harðindi "ellende veroorzaakt door een slechte oogst".

In zijn autobiografie beschrijft Steingrímsson de toestand in het begin van 1784: "Ik moest nu altijd te voet reizen en leunde op mijn enige paard om de doden naar de kerk te brengen, aangezien er geen andere transportmiddelen waren."

Steingrímsson's beschrijving van wat zijn parochianen tijdens deze tijd aten: "Ze aten dingen waarvan ze nooit eerder hadden gedacht dat ze eetbaar waren," zelfs hun gewaden en schoenen. "Allen die wisten hoe, leefden zo zuinig mogelijk, rekten wat voedsel ze hadden, kookten hun touwen en beperkten zichzelf tot het equivalent van één stuk schoen per maaltijd, wat voldoende was als het geweekt was in zure melk en besmeerd met vet."

In 1784 rouwde Steingrímsson om een persoonlijk verlies: op 4 oktober 1784 overleed zijn vrouw van 31 jaar, Þórunn Hannesdóttir: "De periode van de herfst van 1784 tot de lente van 1785 was de meest sombere die ik ooit heb meegemaakt. Toen ik mijn geweldige vrouw verloor, stortte alles, bij wijze van spreken, om me heen in. [...]."

Steingrímsson's parochie, ooit 613 zielen groot, was aan het eind van 1784 teruggebracht tot slechts 93 zielen. Veel mensen waren in de vroege zomer vertrokken en hadden zich gevestigd bij de visstations in het westen. De winter van 1784 was verschrikkelijk koud, wat leidde tot een nieuwe piek in sterfte die duurde tot de lente van 1785.

Historicus Ólöf Garðarsdóttir ontdekte een verstoorde geslachtsverhouding in de geboortes in IJsland na de Laki-uitbarsting, met een hoger dan gemiddeld aantal meisjes.

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 63–81). Reykjavík: Icelandic History Press.



## Bron 2 – De mistige dagen van de zomer

Het fenomeen van de droge mist verspreidde zich en werd op verschillende locaties waargenomen in de zomer van 1783. Hoewel het weer overal werd beschreven, verschilden de interpretaties en zorgen afhankelijk van de regio. Sommige beschrijvingen benadrukten lokale fenomenen, terwijl andere het grotere Europese beeld schetsten.

Beschrijving van de Mist in de Wiener Zeitung: *“Door de frequente regen, gevolgd door overstromingen langs de rivieren, de hete zon en de compleet stille lucht, steeg damp op van de aarde en hulde onze horizon de afgelopen dagen in een mist, die vooral zichtbaar is bij zonsopkomst en zonsondergang in de ochtend en avond”* (Wiener Zeitung, 5 juli 1783, geciteerd in Gislason, 2023, pp. 130–131.)

Bericht uit Adorf, gepubliceerd in de Berlinische Nachrichten: *“Ook in onze regio, net als in meerdere gebieden in Duitsland sinds 15 juni 1783, hebben we een mist waargenomen die leek op lucht verzwaard door de rook van een brandend bos”* (Berlinische Nachrichten, 8 juli 1783, geciteerd in Gislason, 2023, p. 130.)

Verslag uit Oostenrijk: *“Het weer hier [in Stiermarken] is hetzelfde als in heel Europa, volgens verschillende rapporten”* (Gislason, 2023, p. 131.)

Rapport uit Parijs, gepubliceerd in de Hamburgischer Unpartheyischer Correspondent: *“Al 14 dagen lang hebben we dagelijks dikke mist [...] ze onthouden ons van alle zonnestrallen. Onze natuurwetenschappers houden zich nu bezig met het ontdekken van de oorzaak van dit ongebruikelijke verschijnsel”* (Hamburgischer Unpartheyischer Correspondent, 12 juli 1783, geciteerd in Gislason, 2023, p. 131.)

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 130–131). Reykjavík: Icelandic History Press.

### Bron 3 – De reacties op de droge mist

Een verslag uit Lautern, in Zuidwest-Duitsland, eind juni 1783, beschrijft angstaanjagende onweersbuien, dodelijke blikseminslagen en een zeer dikke mist die *"veel mensen met schrik vervulde."*

In Zwitserland ontnam de mist de bevolking het vertrouwen in vanzelfsprekende zekerheden: *"mensen twijfelden bijna of de zon en de maan nog wel bestonden."*

Volgens de *Preßburger Zeitung* leefde men in Preßburg, midden juli 1783, *"in angst voor wat er zou kunnen komen."* De mist was hun grootste zorg en er was hoop dat de stortvloed aan onweersbuien die Europa teisterde, deze zou verdrijven. Maar deze mist bleef hardnekkig hangen en dwarsboomde alle verwachtingen.

Een beschrijving van de weersverschijnselen in Bijbelse termen van de *Münchner Zeitung*: *"s Avonds, na de onweersbui, keerde de droge mist terug en hulde opnieuw de bergen [...]. Het gehuil van de wind, het huilen van de mensen, het gebulder van de donder en het geraas van het water vermengden zich! [...] De Dag des Oordeels lijkt al begonnen"* (*Münchner Zeitung*, 11 juli 1783: 425–426, geciteerd in Gislason, 2023, p. 168.)

Gilbert White, natuuronderzoeker en predikant uit Selborne, Engeland merkte op dat de rode zon, samen met nieuws over aardbevingen in Calabrië (Italië), voldoende was om hem te verontrusten. David Higgins stelt dat White hiermee suggereerde dat er *"iets onheilspellends, misschien zelfs apocalyptisch"* aan de hand was in deze *"zeer onheilspellende"* zomer. Gilbert White zei verder: *"Het bijgelovige soort angst, waarmee de geesten van mensen altijd worden beïnvloed door zulke vreemde en ongewone verschijnselen, is een opmerkelijke eigenschap van de menselijke natuur"* (Halldorsson, 2013, p. 54). In zijn dagboek merkte dominee Henry White, broer van Gilbert White, op 19 juli 1783 op: *"De lucht lijkt helderder te worden na de recente blauwe waas die zo opmerkelijk was, dat de bijgelovige volksmassa's in stad en land vol zaten met de meest onheilspellende voorspellingen en voortekenen"* (Gislason, 2023, p. 168).

Ook in Frankrijk heerste geruchten over het naderende einde van de wereld. Jacques Antoine Mourgue de Montredon, natuurwetenschapper uit Montpellier, Frankrijk reflecteerde op de publieke angst tijdens een lezing: *"De angst die de mensen hebben gevormd, varieert sterk: sommigen wachten en beven [voor] het lot van Calabrië; anderen geloven in het einde van de wereld. Dit idee was zo merkwaardig bevestigd dat men de datum had vastgesteld op 1 juli [1783]"* (Halldorsson, 2013, p. 53).

Een kroniekschrijver in Italië documenteerde de waarneming en interpretatie van de mist: *"Vele dagen deze maand waren ... mistig bij zonsopgang en zonsondergang, en de maan verscheen rossig en evenzo de zon, die zonder verblinding kon worden bekeken. De mist was hoog, droog en dicht, en dit fenomeen werd niet alleen door ons waargenomen, maar ook elders in Italië, Duitsland en Frankrijk, wat astronomen en meteorologen de gelegenheid gaf, door hun geschriften, de angsten die door de lagere klassen waren opgevat, weg te nemen"* (Halldorsson, 2013, p. 51).

Dominee Johann Georg Gottlob Schwarz (1734–1788) uit Hessen preekte over de mist: *"De voorgaande week hadden leden van mijn gemeente de lucht en aarde gadedeslagen, naar de, voor deze tijd van het jaar, ongewone zonsopgang en zonsondergang en naar de horizon gehuld in donkere uitwasemingen. Deze verschijnselen waren duidelijk boodschappen die God in de lucht had geschreven om ons in de natuur zijn alwetendheid, almacht en zijn grootheid te tonen"* (Halldorsson, 2013, p. 52).

George Christoph Lichtenberg, natuurkundige en schrijver uit Fulda, Duitsland beschreef reacties in dorpen nabij Fulda: *"In dorpen nabij Fulda werden speciale mistgebeden"*

gehouden, waarbij dorpingen hun hoop richtten op goddelijke interventie" (Halldorsson, 2013, p. 52).

François Verdeil (1747–1832), natuurfilosoof uit Lausanne, Zwitserland koppelde de mist aan bijbelse passages: *"De droge mist werd door sommigen geïnterpreteerd als de voorspelde rook uit de afgrond van de onderwereld, zoals beschreven in Johannes 9:2, en beschouwd als een teken van de naderende ondergang van de wereld"* (Halldorsson, 2013, p. 52).

Gentleman's Magazine uit Londen beschreef een observatie over kerkbezoeken in Engeland tijdens de mist: *"Het was tot groot voordeel van de geestelijkheid ... dat de kerken en heiligen met meer respect werden bezocht dan gebruikelijk en dat er angst was voor naderend onheil"* (Halldorsson, 2013, p. 51).

William Cowper, een dichter uit Engeland schreef over de reacties van het publiek: *"Sommigen waren bang om naar bed te gaan uit angst voor een aardbeving, sommigen verklaarden dat de zon noch opkomt noch ondergaat zoals voorheen, en met grote zekerheid beweerden dat het Oordeel nabij was"* (Halldorsson, 2013, p. 53).

Edinburgh Advertiser uit Schotland berichtte over angst onder Franse boeren en kritiek op priesters: *"De roodachtige zon en de rokerige lucht alarmeerden de bijgelovige delen van de mensen, die door hun priesters waren aangespoord te geloven dat het einde van de wereld nabij was"* (Halldorsson, 2013, p. 54).

In Zwitserland kondigden de autoriteiten dagen van boete, vasten en gebed aan om het ergste te voorkomen en de bevolking voor te bereiden op het naderende einde der tijden. In Pas-de-Calais in Frankrijk riep de bisschop op tot drie dagen van gebed. In Antwerpen, in de Oostenrijkse Nederlanden, werden vanaf 1 augustus 1783 publieke gebeden georganiseerd in de hoop dat goddelijke interventie regen zou brengen (Gislason, 2023, pp. 168–169.)

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 159–161 en 167–169). Reykjavík: Icelandic History Press.

Halldorsson, E. (2013). *The Dry Fog of Lakagígar Eruption* (pp. 51–56). University of Vienna, Austria.

#### Bron 4 – Verhalen over vermeende vulkanen in 1783

In de zomer van 1783 circuleerden in Duitse kranten meerdere verslagen over vermeende vulkaanuitbarstingen in Duitsland, waaronder die van de Cottaberg en Gleichberg. Deze verhalen leken destijds geloofwaardig en werden breed verspreid, zowel binnen als buiten Duitsland. Later onderzoek heeft echter aangetoond dat deze rapporten vals waren en waarschijnlijk het gevolg van misverstanden, paniek of opzettelijke misleiding. Er was in werkelijkheid geen vulkanische activiteit in Duitsland in 1783.

Cottaberg-uitbarsting: *"De Cottaberg spuwt al enkele dagen verbrande stenen uit, wat doet vermoeden dat in dit gebied een vuurspuwende vulkaan ook tot leven wil komen"* (Königlich Privilegirte Zeitung, 8 juli 1783).

Gleichberg-uitbarsting: *"Alle bossen in de omgeving zijn wit in plaats van groen; de hele lucht ziet eruit als krijt; de mist is pure natuurlijke zwavel, die alles bederft wat het aanraakt; de zon en maan gaan altijd onder in een bloedrode kleur. Nu al acht dagen klinkt er binnenin de berg een afschuwelijk en angstaanjagend gebulder, alsof er kanonnen worden afgevuurd; en uiteindelijk opende de hele berg zich onder dikke zwavelige rookpluimen"* (Augsburgische Ordinari Postzeitung, 12 juli 1783).

*"Doodsbange lokale bewoners vluchtten, mensen in de kerken van de omliggende steden waren aan het bidden, en men vreesde dat de hele berg zou instorten en verdere rampen zou veroorzaken"* (Münchner Zeitung, 15 juli 1783).

*"De aarde heeft een enorme overbelasting van ondergrondse zwavel ervaren, die wordt ontladen via ontvlambare stoffen of onschadelijke dampen"* (Münchner Zeitung, 15 juli 1783).

Brennender Berg: *"De Allerneueste Mannigfaltigkeiten berichtte in detail over deze gebeurtenis; beschrijvingen van lava en ondraaglijke geuren kleuren het verslag. Terwijl de term 'brandende berg' synoniem was met 'vulkaan,' is in dit geval de naam van de vermeende bron van de uitbarsting daadwerkelijk Brennender Berg"* (Allerneueste Mannigfaltigkeiten, 1783).

Scepticisme over de uitbarstingen: *"De originele rapporten die hierboven zijn beschreven, waren ofwel een uitgebreide hoax of het resultaat van een oprechte misvatting"* (Whitehall Evening Post, 12 augustus 1783).

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 175 –184). Reykjavík: Icelandic History Press.

## Bron 5 – Observaties en historische precedentes

Deze bronnen richten zich op observaties en vergelijkingen met historische precedentes.

*"[Het] observatorium in Mannheim meldt ons dat de mist begon op 16 juni en steeds dikker werd. [. . .] Binnen 15 dagen had het een groot deel van Europa bedekt. [. . .] Uit de Réaumur-hygrometer hebben we geleerd dat de atmosfeer buitengewoon droog was; deze damp was geen vochtige neerslag, zoals andere mist, maar bestond uit droge, harde deeltjes, [. . .] die volgens het observatorium hun oorsprong moeten hebben in elektrische materie, [. . .]. Met betrekking tot de aard van deze droge mist was deze helemaal niet kwaadaardig. De sterfte nam er niet door toe; het veroorzaakte geen nieuwe ziekten; de sterfte daalde juist, en de vruchten, met name de druiven, bloeiden op."*

De Münchner Zeitung publiceerde op 17 juli 1783 een artikel dat verwees naar de Franse astronoom de Lalande, die wees op vergelijkbare omstandigheden in 1764 die geen negatieve gevolgen hadden: *"Lalande heeft duidelijk aangetoond, om de angsten van de gewone man weg te nemen, dat er vergelijkbaar weer was in 1764, en dat het geen negatieve gevolgen had voor de vruchtbaarheid of gezondheid."*

Predikant Höppel vond in Saur's *Calendario Historico* uit 1594 vermeldingen van vergelijkbare omstandigheden in 1157, 1546 en 1571: *"Grote hitte, droogte en een dikke mist die de zon deed lijken op een vurige bal. De kroniekschrijvers meldden geen catastrofale gevolgen, wat suggereerde dat zulke gevolgen in 1783 ook niet te verwachten waren."*

Johann Ludwig Christ, een Duits-Lutherse predikant en expert in fruitteelt en insecten, schreef een boek over de droge mist. In de appendix documenteerde hij bewijs van een soortgelijk fenomeen in 1652: *"Een oude kalender onthulde dat de zomer en herfst van 1652 werden beïnvloed door een waas en bloedrode zonsopgangen en -ondergangen."*

Jan Hendrik van Swinden, een Nederlandse natuurwetenschapper, die de mist voor het eerst opmerkte in Franeker op 19 juni 1783, noteerde de *"dieprode"* kleur van de zon, waar hij ook naar durfde te staren, zelfs op het middaguur, zonder merkbare schade aan zijn netvlies. Hij herinnerde zich een gebeurtenis in 1721: *"Op 1 juni werd over een uitgestrekt gebied de zon wit gezien, zonder stralen."*

Toaldo wees op verduisterde zonnen in Romeinse jaren, samenvallend met vulkanische uitbarstingen: *"In de gewone jaartelling had de zon een ongebruikelijke kleur in 264, 396, 790, 937, 1020, 1104, 1154, 1206, 1227, 1263, 1383, en 1549."*

William Cowper, een Engelse dichter, schreef: *"Zo lang, in een land dat niet onderhevig is aan misten, zijn we bedekt met een van de dikste die ik me kan herinneren. We zien de zon nooit anders dan ontdaan van zijn stralen [...], hij gaat onder met het gezicht van een roodgloeiende salamander."*

Een rapport in de Königlich Privilegirte Zeitung stelde dat de storm op 27 juni 1783: *"De verschrikkelijkste was die men ooit had gezien. [. . .] De oudste mensen kunnen zich niet herinneren ooit iets dergelijks te hebben meegemaakt."*

De Königlich Privilegirte Zeitung stelde gerust: *"De huidige mist laat geen enkele andere van de zeven kleuren van de zon door, behalve de rode. Dat is het hele geheim! Geen reden tot angst!"* Op 15 juli 1783 meldde dezelfde krant: *"Er is geen reden om naar de aardbevingen in Italië te kijken om onze Duitse misten te verklaren. Zodra je denkt dat de mist uit Italië komt, voel je je borst benauwd worden, zie je gloeiende bollen uit de lucht vallen en vrees je aardbevingen. Maar [. . .] de geest rommelt in ons hoofd."*

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 161 – 170). Reykjavik: Icelandic History Press.



## Bron 6 – Speculaties en discussies

Deze set bevat speculaties en theorieën over de oorzaak van de droge mist.

Franz von Beroldingen, natuurwetenschapper, probeerde de verschillen tussen de droge mist en gewone mist te benadrukken door barometerwaarnemingen te delen: *“Een buitengewone gebeurtenis moet een buitengewone oorzaak hebben.”* Volgens hem moest de mist zwavelachtige lucht bevatten, waarschijnlijk afkomstig van aardbevingen.

Georg Christoph Lichtenberg, fysicus en humorist, gebruikte zijn lichaam als een getraind instrument. In een brief merkte hij op: *“Mijn lichaam is, zoals men kan verwachten van het lichaam van een natuurkundig professor, een nooit teleurstellende barometer, thermometer, hygrometer, manometer, enzovoorts.”* (Gislason, 2023, p. 196). Lichtenberg bekritiseerde de verklaring van von Beroldingen: *“De beschrijving van de mist als simpelweg ‘brandbare lucht’ is niet voldoende.”* Hij grapte met een ondertekening: *“in nebula nebulorum”* (in de mist der misten).

In mei 1784 schreef Benjamin Franklin een brief aan zijn vriend, de arts Thomas Percival uit Manchester. In zijn brief merkte Franklin het volgende op over een uitgevoerd experiment en verklaarde dat de zonnestralen *“inderdaad zo zwak werden gemaakt door [de mist], dat ze, zelfs wanneer ze in het brandpunt van een vergrootglas werden verzameld, nauwelijks bruin papier zouden kunnen aansteken.”*

Joseph-Jérôme Lefrançois de Lalande, een astronoom uit Parijs, publiceerde op 2 juli 1783 een wetenschappelijke verklaring voor de mist in *Journal de Paris*: *“De troebele staat van de atmosfeer is niets meer dan een zeer natuurlijk effect van een hete zon na een lange opeenvolging van zware regen. Dit effect, dat mij zeer natuurlijk lijkt, is niet zo nieuw. In 1764 hadden ze daarna stormen en hagel, en niets ergers hoeft gevreesd te worden in 1783.”*

Dom Robert Hickmann, een monnik en natuurwetenschapper uit de Saint-Hubert Abdij, bekritiseerde de Lalande’s verklaring dat langdurige regenval een droge mist kon veroorzaken: *“Regenval zou vanzelfsprekend een natte mist hebben gecreëerd.”*

Charles-Benjamin Lubieres, een encyclopedist uit Genève, steunde de Lalande’s verklaring dat de mist het gevolg was van verdamping na zware regenval: *“De verklaring van de Lalande wordt onderschreven.”*

Hilliger, een amateurweerswaarnemer uit Niedersgörsdorf, stelde dat de mist afkomstig was van veengebieden: *“De droge mist werd door de wind over het continent verspreid.”*

Sebald Justinus Brugmans, natuurwetenschapper, theoriseerde: *“Zwavelachtige lucht afkomstig uit het binnenste van de aarde.”*

Christoph Gottfried Bardili, natuurwetenschapper uit Stuttgart, schreef: *“Hij zag geen reden voor mensen om zich zorgen te maken; hij herinnerde zijn lezers eraan dat er op dat moment, begin juli 1783, te weinig gegevens beschikbaar waren om grote aannames te doen.”*

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 162–174 en 196-198). Reykjavík: Icelandic History Press.

Halldorsson, E. (2013). *The Dry Fog of Lakagígar Eruption* (pp. 51–56). University of Vienna, Austria.



### Bron 7 – De vuurbal

Toen in Groot-Brittannië op 18 augustus 1783 de dag ten einde liep, gebeurde er iets buitengewoons. In de schemering, terwijl velen nog buiten waren, merkt William Cooper in Hartlepool, nabij Stockton, het volgende op: *"Er was iets bijzonder opvallends aan de verschijning van de nacht, niet alleen vanwege de stilte en duisternis, maar ook door de zwavelachtige dampen die ons aan alle kanten leken te omringen. Midden in deze duisternis verscheen plotseling een briljant trillend licht in het noordwesten bij noord."*

Iets tussen 21:15 en 21:30 uur drong een meteoroïde de atmosfeer binnen ergens boven de Noordzee, ten noorden van Schotland. Deze heldere meteoer schoot met grote snelheid over de oostelijke delen van Schotland en Engeland. Vervolgens stak hij het Kanaal over en verlichtte de luchten boven de Oostenrijkse Nederlanden (het huidige België) en het noordoosten van Frankrijk (Duinkerken, Calais, Oostende, Brussel en Leiden). Hij ging verder richting het zuidoosten van Frankrijk en Noord-Italië totdat hij de oppervlakte van de aarde raakte en een meteoriet werd.



In de brief die Benjamin Franklin schreef aan zijn vriend Thomas Percival uit Manchester, stond het volgende fragment: *"De oorzaak van deze universele nevel is nog niet vastgesteld. Of het nu toevallig is ontstaan op deze aarde en eenvoudig een rook is die voortkomt uit het verbranden door vuur van enkele van die grote brandende bollen of globen die we soms tegenkomen tijdens onze snelle baan rond de zon en die soms lijken te ontbranden en vernietigd worden terwijl ze onze atmosfeer passeren en waarvan de rook aangetrokken en vastgehouden zou kunnen worden door onze aarde."*

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy* (pp. 191–196). Reykjavík: Icelandic History Press.

## BIJLAGE C – DATASET DE HISTORICUS

Deze expert analyseert historische documenten en onderzoekt daarmee de maatschappelijke gevolgen van de ramp in Frankrijk. Hoe beïnvloedden misoogsten, stijgende broodprijzen en hongersnood de spanningen tussen de bevolking en de elite?

### Dataset 1

Grattan, J., & Pyatt, J. P. (1999). Volcanic eruptions, dry fogs, and the European palaeoenvironmental record: Localised phenomena or hemispheric impacts? *Global and Planetary Change*, 21(1-3), 173-179. [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(99\)00013-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(99)00013-2)

### Ter inleiding

De Laki-uitbarsting in 1783 veroorzaakte een "droge mist" die grote delen van Europa bedekte. Dit onderzoek kijkt naar historische beschrijvingen van deze mist, zoals waarnemingen van Benjamin Franklin en andere tijdgenoten. Het onderzoekt of de mist werd veroorzaakt door gassen en deeltjes die hoog in de atmosfeer kwamen, of dat het bleef in de lagere luchtlagen. De studie benadrukt het belang van lokale gassen en de rol van regionale weersomstandigheden in het versterken van de effecten van de vulkaanuitbarsting.

### Tekstbron 1: Verslagen van droge mist door Benjamin Franklin en Gilbert White

#### 3.1. Benjamin Franklin

During several of the summer months of the year 1783 . . . there existed a constant fog over all Europe and great part of North America. This fog was of a permanent nature; it was dry, and the rays of the sun seemed to have little effect towards dissipating it . . . They were indeed rendered so faint in passing through it that when collected in the focus of a burning glass, they would scarce kindle brown paper  
Franklin, 1784 .

#### 3.2. Gilbert White

The summer of 1783 was an amazing and portentous one, and full of horrible phenomena . . . the peculiar haze or smokey fog, that prevailed for many weeks in this island and in every part of Europe, . . . was a most extraordinary appearance, . . . By my journal, I find that I had noticed this strange occurrence from June 23 to July 20 inclusive, during which period the wind varied to every quarter without making any alteration in the air. The sun, at noon, looked as blank as a clouded moon . . .  
White, 1789 .

Benjamin Franklin en Gilbert White beschreven onafhankelijk van elkaar de "droge mist" die de zomer van 1783 kenmerkte. Franklin merkte op dat deze mist zich uitstreckte over heel Europa en een groot deel van Noord-Amerika, waarbij zonnestrallen sterk verzwakt werden en nauwelijks voldoende warmte gaven om papier te verbranden. White rapporteerde een soortgelijke waarneming in het Verenigd Koninkrijk, waar een aanhoudende nevel tussen 23 juni en 20 juli 1783 de zon verbleekte tot het leek op een bewolkte maan. Beide waarnemingen versterken het bewijs dat deze mist het gevolg was van de vulkanische aerosolen van de Laki-uitbarsting.

- **Benjamin Franklin (1706–1790)** was een Amerikaanse universalis (alleskunner) en een van de grondleggers van de Verenigde Staten. Hij was een uitvinder, wetenschapper, diplomaat en schrijver.
- **Gilbert White (1720–1793)** was een Engelse priester, natuuronderzoeker en schrijver. Zijn observaties over flora, fauna en het milieu hebben hem tot een pionier in ecologie gemaakt.

## Tekstbron 2: Tekstfragmenten van waarnemingen over milieueffecten van de droge mist

White noteerde de aanwezigheid van de mist van 23 juni tot 20 juli. Gedurende deze periode zijn er talrijke verslagen uit Europa die schade aan vegetatie en verminderde zichtbaarheid op grondniveau documenteren. De volgende voorbeelden zijn typerend:

- *"De aren van de gerst, die bijna rijp waren, werden bruin en verschrompelden aan de uiteinden, net zoals de bladeren van de haver; de rogge leek aangetast door meeldauw, wat boeren alarmeerde over hun oogsten... De lariks, Weymouth-den en harde Schotse spar hadden verschroeide toppen aan hun bladeren... De bladeren van enkele esbomen in mijn tuin, die behoorlijk beschut stonden, leden ook sterk... Al deze planten zagen eruit alsof er een vuur naast hen was gestookt, dat hun bladeren had verschroeid en verkleurd"* (Cullum, 1786).
- *"Op woensdag 25 juni... alle soorten graan, namelijk tarwe, gerst en haver, waren zeer geel, en in het algemeen hadden alle bladeren... verschrompeld binnen 5 tot 7,5 cm van hun uiteinden; de vroege gerst en haver het meest... De zon was nauwelijks zichtbaar, zelfs midden op de dag, en dan volledig verstoken van stralen, zodat ze met het blote oog zonder pijn kon worden bekeken"* (The Ipswich Journal, 12 juli 1783).
- *"Op de 24e was de mist zeer dicht en ging gepaard met een zeer sterke zwavellucht, vooral in de ochtend, hoewel deze nog steeds merkbaar was in de middag; het was niet alleen de geur, maar ook de smaak die opviel... Na de 24e ervoeren veel mensen in de open lucht een onaangename druk, hoofdpijn en moeite met ademen, precies zoals wanneer de lucht vol is met brandend zwavel. Astmapatiënten leden nog meer:... de mist veroorzaakte een grote uitroeiing van insecten, met name bladluizen. Op de ochtend van de 25e bood het land een aanblik van ernstige verwoesting, de groene kleur van de planten was verdwenen en overal waren de bladeren droog... Dit trof een grote verscheidenheid aan planten: sommige waren bedekt met vlekken, andere veranderden geleidelijk van kleur terwijl sommige bladeren volledig opdroogden... In een ogenblik kon de kleur veranderen van groen naar bruin, zwart, grijs of wit... Daarna vielen er grote hoeveelheden bladeren"* (Brugmans, 1787).
- *"De dikke droge mist... lijkt zich over het hele oppervlak van Europa te hebben verspreid;... overdag verduistert het de zon en tegen de avond heeft het een bedorven geur; op sommige plaatsen verschroeit het de bladeren, en bijna alle bomen aan de oevers van de Eems verloren in één nacht hun bladeren"* (The Ipswich Journal, 9 augustus 1783).
- *"Een brief uit de Provence, 11 juli. De mist verspreidt soms een sterke geur en is zo droog dat hij geen spiegel aantast en in plaats van zout op te lossen, droogt hij het uit"* (The Aberdeen Journal, 18 augustus 1783).
- *"Een brief uit Parijs, 4 juli. De afgelopen tijd is het weer hier zeer opmerkelijk geweest; een soort hete mist verduistert de atmosfeer en geeft de zon veel van dat doffe rode uiterlijk dat winterse mist soms veroorzaakt. De mist is niet uniek voor Parijs, mensen die onlangs uit Rome zijn gekomen zeggen dat deze even dik en heet is in Italië, en zelfs de top van de Alpen is ermee bedekt, en reizigers uit Spanje bevestigen hetzelfde over dat land"* (General Evening Post, 12 juli 1783).
- *"Een mist die begin juni opkwam... veranderde de zon in de kleur van bloed. Deze mist duurde tot de laatste dagen van juli en keerde daarna eind augustus terug en ging door tot ver in september. Hij was dik, droog en had een zwavelachtige geur. We konden geen onderbreking zien in deze wolk binnen 300 passen... Deze mist was bijna altijd droog en beschadigde het graan, dat nauwelijks enige oogst opleverde"* (M. Picard, pastoor van Oinville, Frankrijk, in Rabartin en Rocher, 1993).

### Tekstbron 3: Resultaten over milieueffecten van de droge mist

Camuffo en Enzi (1995) hebben veel verwijzingen naar droge misten gevonden in Italiaans historisch materiaal. Deze misten hadden een vieze geur, beschadigden vegetatie, bevochtigden oppervlakken niet, maakten de zon zwak en veroorzaakten rode schemeringen en maanhalo's – typische verschijnselen van vulkanische deeltjes in de lucht, vergelijkbaar met de situatie in 1783.

In de achttiende en negentiende eeuw kwamen droge misten in Italië zo vaak voor dat ze een aparte vermelding kregen in landbouwboeken: *"Van de verschillende soorten mist kunnen we, voor landbouwdoeleinden, ze reduceren tot slechts twee soorten: de vochtige mist en de droge mist. De vochtige mist bevordert de landbouw. De droge mist vormt een nevel waardoor de zon felrood lijkt... Als dergelijke misten voorkomen tijdens de rijping, kan het graan geel worden, slap worden en soms volledig leeg raken"* (Fiandrini, in Camuffo en Enzi, 1995).

Camuffo en Enzi noteerden droge misten in meer dan 23 jaartallen tussen 1374 en 1869, waaronder in 1783, 1785 en 1786. De beschrijvingen van 1783 wijzen op een zure mist die zich concentreerde vlak bij het aardoppervlak. De frequentie van droge misten in Italië wordt vaak gekoppeld aan uitbarstingen van Italiaanse vulkanen in de vroege zomer, stabiele hoge luchtdruk boven de vulkanen en een koude zee – omstandigheden die ook leidden tot de vervuiling in 1783.

## Dataset 2

Gislason, S. R. (2023). A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy. Reykjavík: Icelandic History Press. Verkregen via DOI: [10.1515/9783110731927](https://doi.org/10.1515/9783110731927)  
En

Halldorsson, E. (2013). *The Dry Fog of 1783: Environmental Impact and Human Reaction to the Lakagígar Eruption*. University of Vienna, Austria. Verkregen via <https://phaidra.univie.ac.at/open/o:1304636>

### Ter inleiding

De onderzoeken gaan over de gezondheidseffecten van de Laki-uitbarsting van 1783, waarbij de droge mist leidde tot ademhalingsproblemen, ziekte en verhoogde sterfte. Ook wordt de invloed op de landbouw besproken.

### Tekstbron 1: De menselijke gezondheid tijdens het hoogtepunt van de mist

De droge mist van de Laki-uitbarsting in de zomer van 1783 veroorzaakte ernstige ademhalingsproblemen en oogirritatie, vooral voor mensen met al bestaande ademhalingsproblemen. De mist bestond uit zwaveldioxide, waterstofsulfide en fluor, die bij hoge concentraties schadelijke gezondheidsklachten veroorzaakten. In Frankrijk werden in juni 1783 gevallen van intermitterende koorts gemeld, en in juli waren dysenterie en diarree wijdverbreid. In La Rochelle was de sterfte iets verhoogd, terwijl in Créteil het aantal begrafenissen bijna het dubbele was van het gemiddelde in 1774 en 1789, wat wees op een abnormale stijging van de sterfte.

*“s Avonds keerde de mist terug na het onweer, bedekte opnieuw de bergen en veroorzaakte ademhalingsproblemen [...]”* (Münchner Zeitung, 1783). *“In sommige gebieden waren de deeltjes in de mist mogelijk zo groot dat ze oversterfte veroorzaakten, wellicht in combinatie met een van de vele andere ongelukkige ziektes van die tijd.”* (Gislason, 2023, pp. 127-130).

Toen de zomer overging in de herfst, verslechterde de gezondheid in Europa verder. In Engeland en Frankrijk waren de begrafeniscijfers in juni en juli 1783 gemiddeld, maar piekten in augustus en september. Tegen september was de droge mist dunner geworden, en de eruptieve fasen stootten veel minder zwaveldioxide uit dan eerder. Dit kleinere volume zwaveldioxide kan echter nog steeds hebben bijgedragen aan de sterfte, aangezien mensen al twee maanden aan zwavelrijke lucht waren blootgesteld. In Parijs en omgeving leden velen aan koorts, die volgens een anonieme correspondent te wijten waren aan de hitte. Verslagen van de Société Royale de Médecine vermelden dat tyfus, diarree, dysenterie, cholera, mazelen, pokken en keelpijn in augustus van dat jaar wijdverbreid waren.

Grattan, Rabatin, Self en Thordarson onderzochten de sterfte in Frankrijk in 1783 en ontdekten dat de sterfte in augustus 1783 hoger was dan normaal, met een piek in september en oktober. In die maanden was het sterftecijfer 38% hoger dan gemiddeld. Tussen augustus 1783 en mei 1784 was de sterfte 25% hoger dan normaal, en normale sterftecijfers werden pas in mei 1784 weer bereikt. Er kan geen definitieve conclusie worden getrokken over de oorzaak van deze sterfte, maar het is waarschijnlijk dat de gassen en deeltjes van de Laki-uitbarsting schadelijk waren voor de gezondheid, vooral voor kwetsbare groepen zoals kinderen, ouderen en astmapatiënten (Gislason, 2023, pp. 150-153).

### Tekstbron 2: De oogst

In de zomer van 1783, na de Laki-uitbarsting, waren de vooruitzichten voor de oogst somber. Krantenberichten uit Engeland, Duitsland, Noorwegen, Zweden, Frankrijk, Italië en de Republiek der Verenigde Nederlanden meldden dat de staat van het plantenleven deed denken aan een vroege winter. De bladeren waren gevallen en veel vegetatie was verdord en beschadigd. Wat echter gebeurde, tartte deze pessimistische verwachtingen. In Frankrijk vond de oogst eerder plaats dan gebruikelijk door de hete zomer, en de druiven waren zelfs van hogere kwaliteit en zoeter dan normaal. Net als in Engeland leden sommige planten schade, maar volgens medicijnhistoricus Alain Larcen werd in gemeentelijke verslagen uit Parijs en Lyon geen crisis gemeld in de zomer of herfst van 1783 (Gislason, 2023, pp. 156-159).

De Laki-uitbarsting en de droge mist veroorzaakten geen landbouwcrisis in West-Europa; in veel gevallen had de mist zelfs een positief effect. In Frankrijk berichtte een nieuwsbrief uit Parijs op 28 juni dat de ongebruikelijke mist dertien dagen in de stad hing, maar geen specifieke geur of gezondheidsproblemen veroorzaakte. Er bleef echter enige bezorgdheid of het de oogst zou kunnen belemmeren. Tegelijkertijd meldden de mensen in Saint-Quentin, Noord-Frankrijk, op 21 juli 1783, dat zij in plaats van bang te zijn voor de aanhoudende mist, dankten voor het feit dat de mist de hitte draaglijker maakte door zonnestrallen tegen te houden (Gislason, 2023, pp. 156-159).

Robert Paul de Lamanon, die door de zuidelijke provincies reisde, observeerde de duale effecten van de mist. Hij merkte op dat de mist in sommige gebieden een onaangename zwavelachtige geur verspreidde en schade aanrichtte aan gewassen, zoals tarwevelden die werden aangetast en koperen knopen die groen werden. In andere gebieden, zoals de Beneden-Provence, vond de mist echter gunstige effecten, zoals het versnellen van de rijping van het graan. Boeren beschouwden de effecten van de mist op hun gewassen als positief, hoewel ze er tegelijkertijd bang voor waren (Halldorsson, 2013, pp. 87).

De droge mist had ook invloed op het weer, waardoor de winter van 1783-1784 mogelijk strenger was dan welke winter dan ook in vele jaren. De vroege kou zorgde ervoor dat de eerste sneeuwlagen niet smolten, wat leidde tot een strengere winter (Franklin, 1783; Halldorsson, 2013, pp. 100).



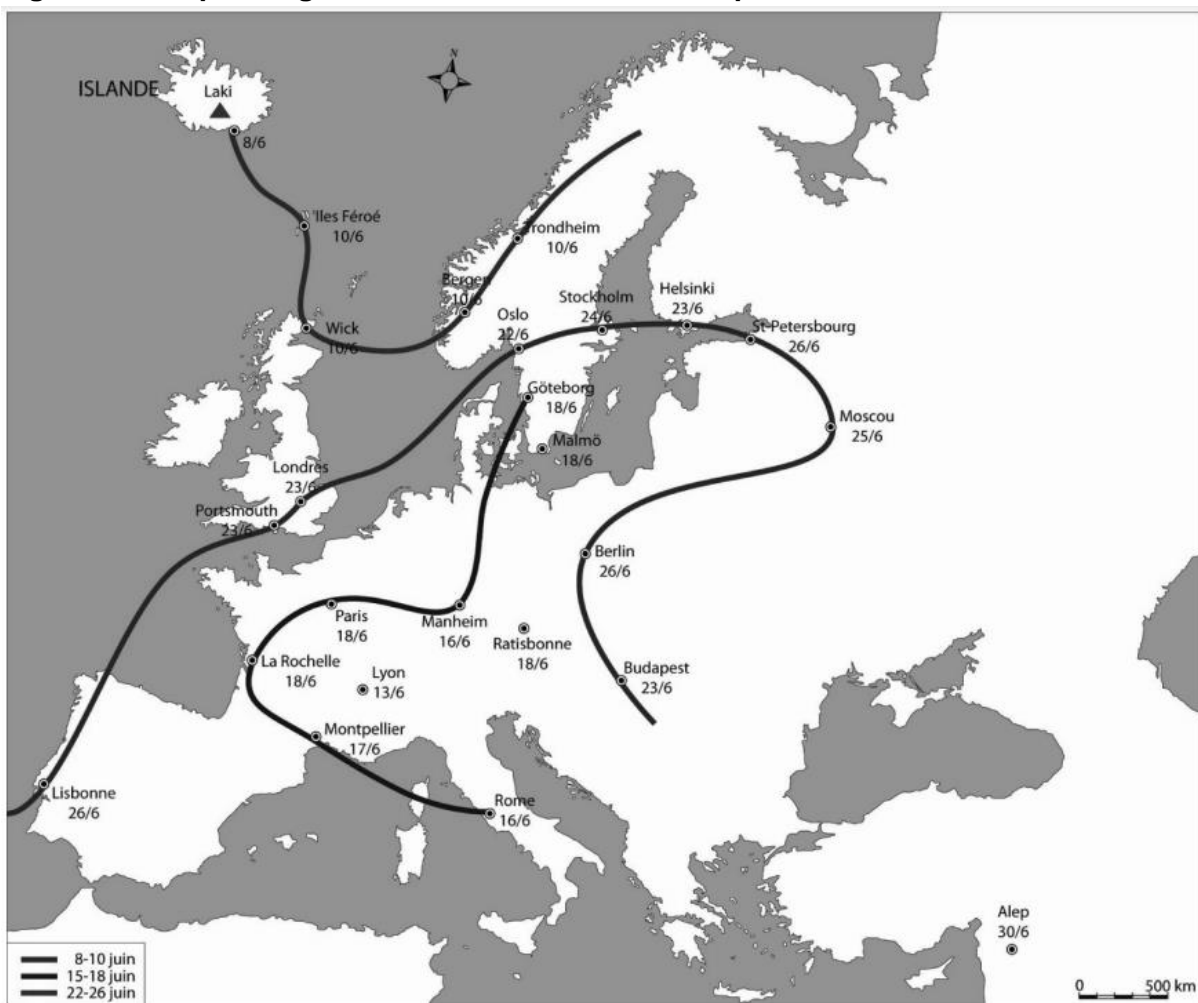
### Dataset 3

Camuffo, D., & Enzi, S. (2011). The Laki fog of 1783. Volcanic activity and health crises in Europe. *Science of the Total Environment*, 409(1), 1-10. Verkregen via <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.08.042>

#### Ter inleiding

Dit artikel onderzoekt de impact van de Laki-uitbarsting op gezondheid en sterfte in Europa, vooral in Frankrijk. Het toont hoe de vulkanische nevel zich over Europa verspreidde en leidde tot verhoogde sterfte, met regionale verschillen. De studie benadrukt dat zowel arme als welgestelde groepen werden getroffen door de gezondheids crisis.

**Figuur 1: Verspreiding van de nevel van Laki in Europa**



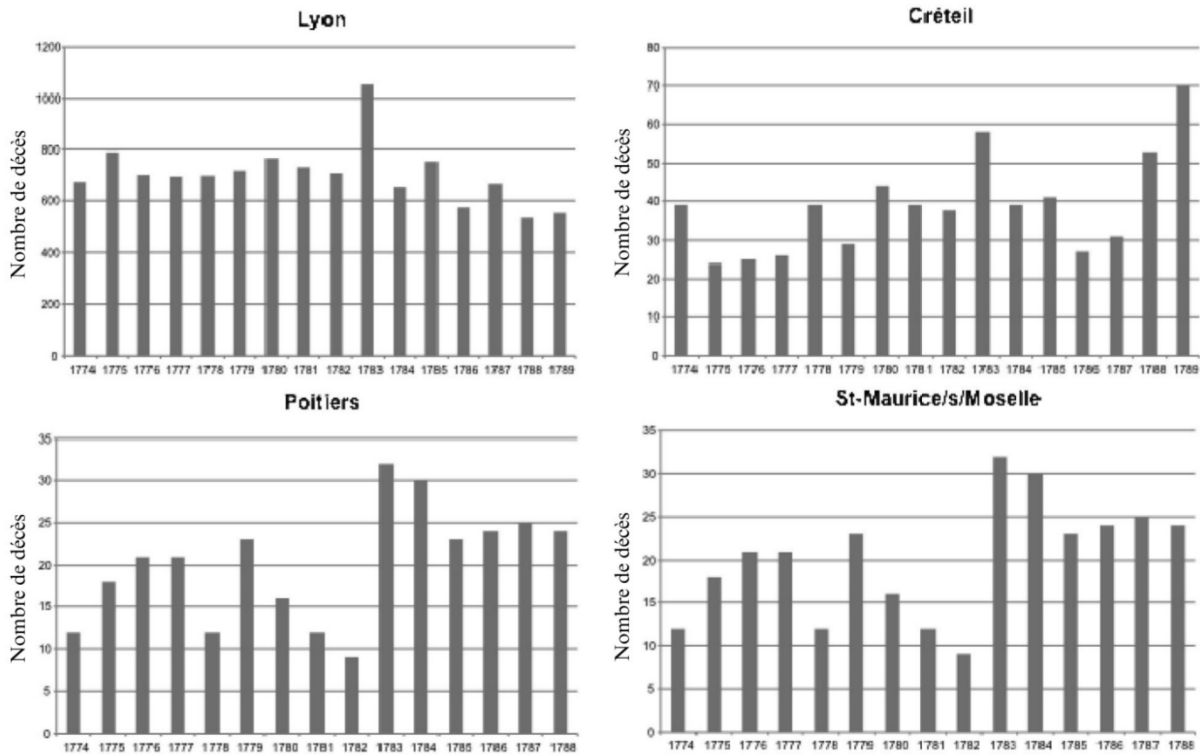
Deze figuur illustreert de verspreiding van de vulkanische nevel die door de Laki-uitbarsting in 1783 werd veroorzaakt. De nevel verspreidde zich snel door Europa, met meldingen van zichtbare mist en zwavelachtige lucht in verschillende regio's, waaronder Noord-Europa, de Britse eilanden en delen van het vasteland zoals Frankrijk, Duitsland, en zelfs de Middellandse Zee. De figuur laat waarschijnlijk de voortgang van de nevel over tijd en ruimte zien.

**Figuur 2: Duur van de waarneming van de mist in de zomer van 1783 in Frankrijk**

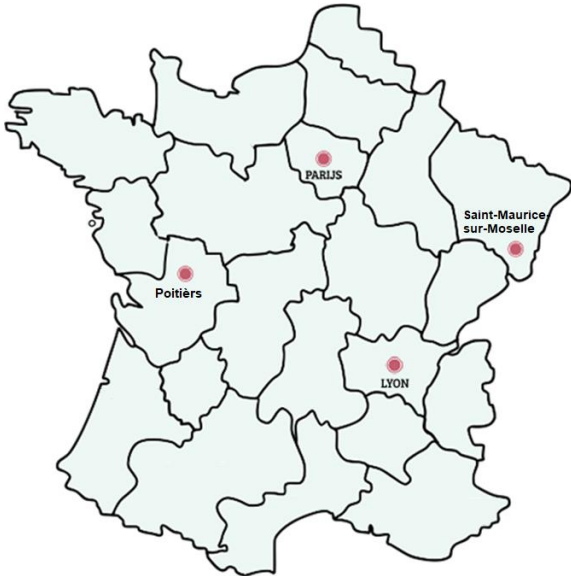


Deze figuur toont de duur van de waarneming van de mist die werd veroorzaakt door de Laki-uitbarsting, specifiek in verschillende regio's van Frankrijk. Het laat zien hoe lang de nevel in de zomer van 1783 zichtbaar bleef in diverse Franse locaties. In sommige gebieden werd de wolk enkele weken waargenomen, terwijl in andere regio's de waarnemingsduur langer was, soms tot twee maanden. Dit wijst op regionale verschillen in de verspreiding en concentratie van de nevel, afhankelijk van weersomstandigheden zoals wind en regenval.

**Figuur 3: De oversterfte door de Laki-uitbarsting in Frankrijk (1774-1789)**



**Nombre de décès** betekent "**aantal sterfgevallen**". Het wordt in deze grafieken gebruikt om het aantal geregistreerde overlijdens in een specifiek jaar en regio weer te geven. Créteil maakt onderdeel uit van de agglomeratie Parijs.

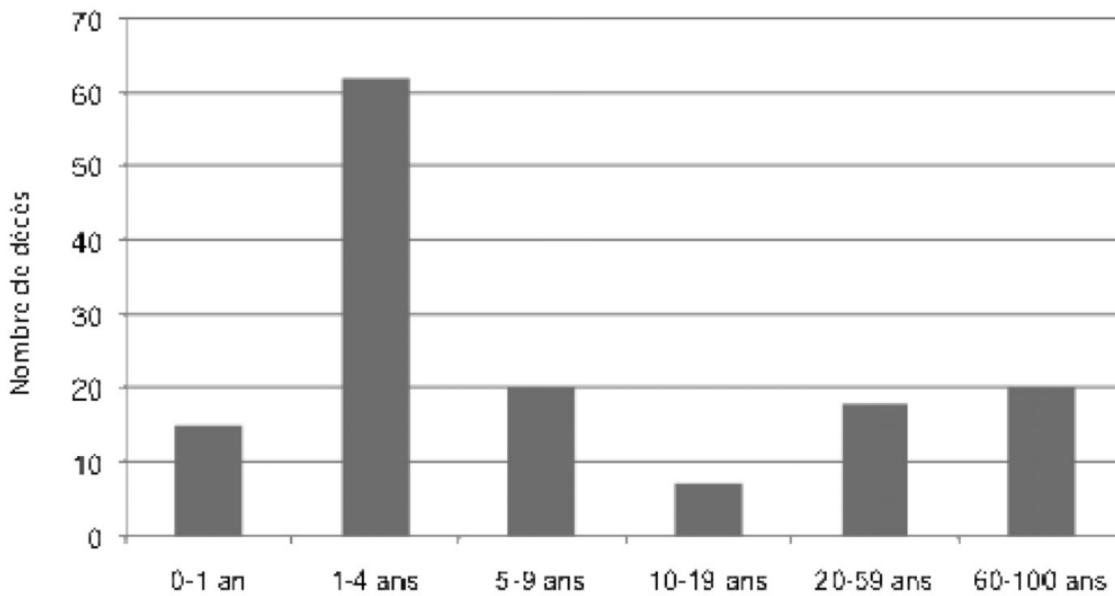


Deze figuur illustreert de oversterfte die in Frankrijk werd waargenomen als gevolg van de Laki-uitbarsting van 1783, in vergelijking met de sterftcijfers in de periode 1774-1789. Het toont een duidelijke piek in sterfgevallen in de jaren na de uitbarsting.

De grafiek benadrukt regionale verschillen, waarbij sommige gebieden zwaarder werden getroffen. Tegelijkertijd waren sommige regio's minder zwaar getroffen.

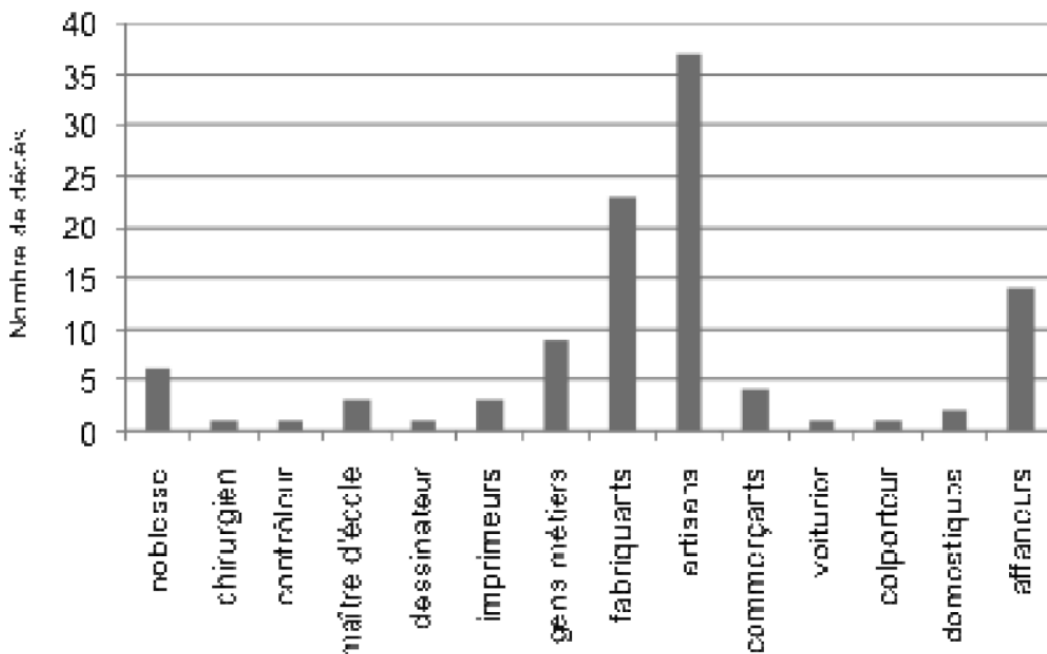
De figuur biedt een visuele bevestiging van de demografische impact van de vulkanische crisis in termen van verhoogde sterfte.

**Figuur 4: De sterfte naar leeftijd, parochie St-Nizier Lyon (sept. 1783)**



Deze figuur geeft een overzicht van de sterfte in september 1783, verdeeld naar leeftijdsgroepen in de parochie St-Nizier in Lyon. De gegevens tonen waarschijnlijk een significante toename van sterfte onder jongere leeftijdsgroepen, zoals kinderen, vergeleken met andere leeftijdscategorieën. Dit bevestigt historische bevindingen dat de gezondheidsaandoeningen, des te ernstiger waren voor kwetsbare groepen, waaronder kinderen en ouderen.

**Figuur 5: Sociale afkomst van de overledenen. parochie St-Nizier Lyon (sept. 1783)**



Deze figuur toont de sociale afkomst van de overledenen van september 1783 in de parochie St-Nizier in Lyon. Het verdeelt de overledenen in sociale categorieën, zoals arbeiders, handelaars, ambachtslieden of andere sociale groepen en laat zien hoe de sterfte sociaal verspreid was. In tegenstelling tot gebruikelijke sterftes in die tijd, waar de armere bevolking doorgaans het zwaarst werd getroffen, suggereert deze figuur dat de sterfte in 1783 een meer gelijkmatig karakter had. Zowel armen als welgestelden werden in gelijke mate getroffen, wat duidt op de alomtegenwoordige en niet-discriminerende oorzaken voor sterfte.

#### Dataset 4

Taylor, S., Durand, M., & Grattan, J. (2003). Illness and elevated human mortality in Europe coincident with the Laki Fissure eruption. In *Volcanic Degassing: Geological Society, Special Publication 213* (Vol. 213, pp. 401-414). Geological Society of London.  
<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.213.01.24>

#### Ter inleiding

Dit artikel onderzoekt de gezondheids- en landbouwproblemen in Europa door de Laki-uitbarsting van 1783. De zure mist die door de uitbarsting werd veroorzaakt, leidde tot schade aan gewassen en veroorzaakte gezondheidsklachten zoals hoofdpijn, ademhalingsproblemen en oogirritatie. De studie koppelt deze effecten aan schadelijke gasen zoals zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S).

**Tabel 1: Samenvatting van verslagen van zure schade aan vegetatie in 1783**

Location	Observed weather	Summary of symptoms of damage	Source
England	'Uncommon gloom', smoky fog	Cereal crops: yellowed Barley: withered awns Oats: withered Rye: mildewed in appearance Beans: whitened & dying Pasture: dried Trees: shedding leaves and appear scorched as if by fire	Cullum (Grattan & Charman 1994) <i>Ipswich Journal</i> , 12 July 1783 <i>Cambridge Chronicle and Journal</i> , 5 July 1783 <i>Sherbourne Mercury</i> , 14 July 1783
France	Sulphurous dry fog	Vine flowers: burned Olives: fruit burned and falling Peas: badly damaged Marrows: badly damaged Melons: badly damaged Tree leaves: damaged Damaged the corn, which yielded hardly any crop	Rabartin & Rocher (1993)
Italy	Dry fog	Damaged wheat, empty ears, dried ears.	Camuffo & Enzi (1995)
Netherlands	Persistent 'strong' fog with a sulphurous smell.	Leaves of bean and pear trees 'affected' 'Changes to plants' Bleached leaves. Leaf and fruit fall Drying and bleaching of leaves, some developing spots Leaf fall	Swinden (1786, 2001) Brugmans (1787)
Norway	Smoky fog, 'Acrid rain'	Withered vegetation. Tree leaves 'partly burnt' Grass blackened	Thórarinnsson (1981)
Sweden	Smoky fog	Crops destroyed; very poor harvest	Thórarinnsson (1981)

Deze tabel geeft een overzicht van de documentatie over de schade aan planten en gewassen in 1783 door de zure mist die ontstond na de Laki-uitbarsting. In verschillende Europese landen werden gelijkaardige tekenen van schade aan de natuur waargenomen. De tabel toont welke gewassen en planten werden beschadigd door de zure mist, zoals graan, fruitbomen en olijven. In sommige gebieden, zoals Engeland, werden graanvelden geel, verwelkt of roestig, terwijl in andere landen zoals Frankrijk en Italië, planten zoals wijnstokken en fruitbomen verbrandden of hun vruchten verloren. De zure mist had dus een grote impact op de landbouw, wat de voedselvoorziening verder verstoorde in een tijd van crisis.

**Tabel 2: Samenvatting van symptomen en mogelijke oorzaken in 1783, met suggesties voor gassen en concentraties die de symptomen veroorzaakten**

Condition reported in the original literature	Gas	Exposure required	Possible explanation
'Disagreeable' symptoms and 'sensations' in chests	SO <sub>2</sub>	>80 µg/m <sup>3</sup>	Bronchitis worsened
	SO <sub>2</sub>	>572 µg/m <sup>3</sup>	Asthma worsened
'Pestilence' and 'tingling' of the throat	SO <sub>2</sub>		Bronchitis induced (especially in those predisposed to asthma)
Headache	H <sub>2</sub> S	<10 ppm	Headaches induced
'Tingling' and 'tired' eyes	F (p)		
	H <sub>2</sub> S	14.2–28.4 µg/m <sup>3</sup> 28.4–70.9 µg/m <sup>3</sup> 70.9 µg/m <sup>3</sup>	Eye irritation threshold Severe eye irritation and impairment Eye damage
	SO <sub>2</sub>	800 µg/m <sup>3</sup>	Eye irritation occurs (concentration required is lower if other irritants or particulates are involved)
Loss of appetite	H <sub>2</sub> S	<10 ppm	

De

tabel biedt een overzicht van de gezondheidsklachten die in 1783 werden gerapporteerd in verband met de droge mist die ontstond na de Laki-uitbarsting. De klachten omvatten hoofdpijn, ademhalingsproblemen, oogirritatie en vermoeidheid. De tabel geeft ook aan welke concentraties van schadelijke gassen, zoals zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S), nodig waren om deze symptomen te veroorzaken. De gassen die vrijkwamen bij de vulkaanuitbarsting veroorzaakten ademhalingsproblemen en irriteerden de ogen en de huid, vooral bij mensen die al gevoelig waren voor luchtvervuiling. Dit bevestigt dat de droge mist aanzienlijke negatieve effecten had op de gezondheid van de mensen in de getroffen gebieden.



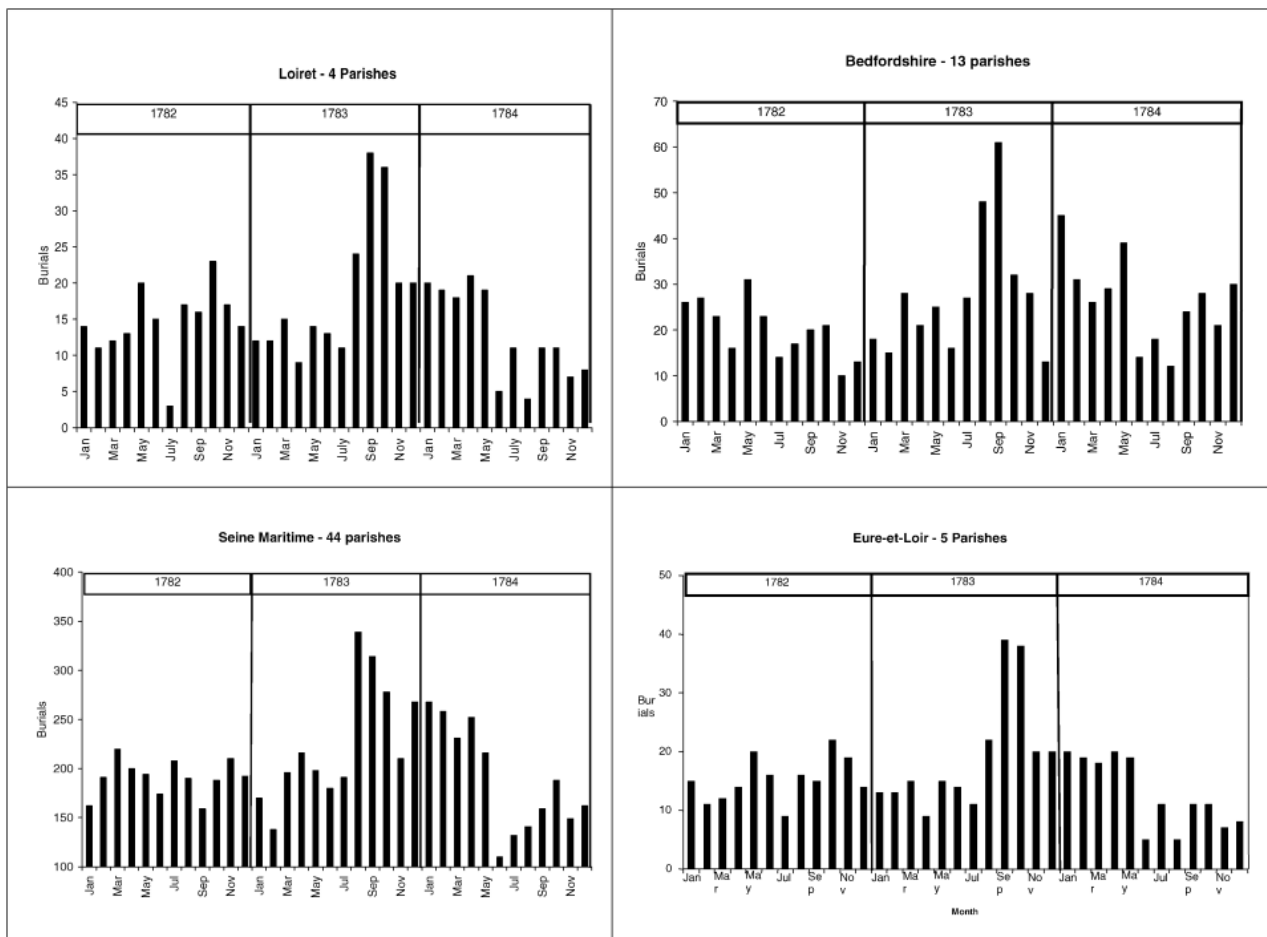
## Dataset 5

Grattan, J., & Durand, M. (2003). Volcanic air pollution and mortality in France 1783–1784. In *The Laki Fissure eruption and UK mortality crises of 1783-1784* (pp. 203-217). Geological Society of London. Verkregen via <https://www.researchgate.net/publication/283651852>

### Ter inleiding

Dit artikel onderzoekt de verhoogde sterfte in Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in de jaren 1783-1784, die waarschijnlijk verband hield met de Laki-uitbarsting. Het analyseert sterftegegevens uit 53 Franse parochies en vergelijkt deze met sterftepatronen in Bedfordshire, Engeland. De studie toont aan dat de sterfte in de zomer en winter van 1783 aanzienlijk hoger was dan normaal, met een piek in september en oktober. De auteurs stellen dat de omgevingsstress door de uitbarsting een belangrijke factor was in de verhoogde sterfte in beide landen.

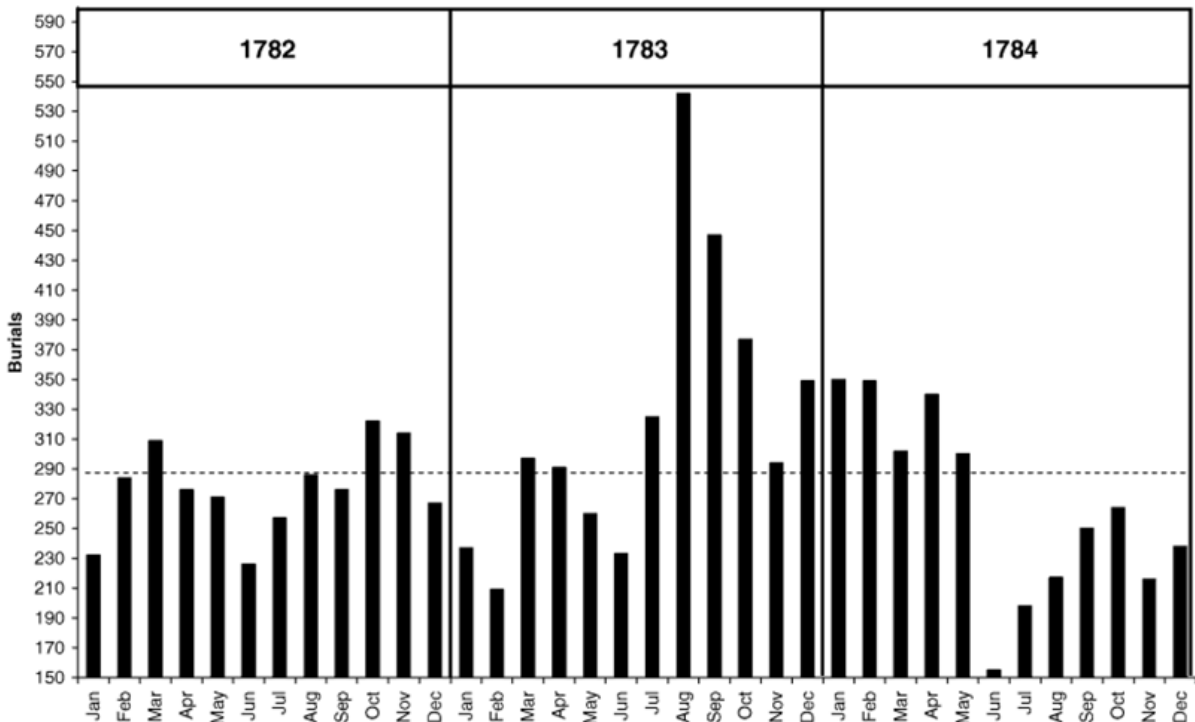
**Figuur 1: Sterftepatronen in Franse en Britse regio's 1782–1784**



De gegevens zijn verzameld uit 53 parochies in Frankrijk, waaronder 4 uit Loiret, 44 uit Seine-Maritime en 5 uit Eure-et-Loir. Tussen augustus en oktober 1783 werden er 1128 begrafeningen geregistreerd, 38% boven het gemiddelde. Tussen augustus 1783 en mei 1784 waren er 3104 begrafeningen, 25% boven het gemiddelde.

In de regio Seine-Maritime werd een opvallende verschuiving opgemerkt: 394 meer sterfgevallen tussen augustus en oktober 1783 in vergelijking met 1782, en 443 minder sterfgevallen in 1784, wat suggereert dat veel sterfgevallen eerder plaatsvonden door de stress van het jaar ervoor.

**Figuur 2: Samengevoegde gegevens van 53 parochies in Frankrijk**



Deze figuur toont de samengevoegde sterftegegevens van de 53 parochies. De gestreepte lijn in de figuur vertegenwoordigt het driejarige gemiddelde van maandelijks aantal sterfgevallen (287), wat helpt om de aanzienlijke stijging van de sterfte in 1783 te visualiseren.

#### **Tekstbron 1: Sterfte in Frankrijk in 1783–1784**

Er was een aanzienlijke toename in sterfgevallen in de zomer en winter van 1783, die begon in augustus en zijn hoogtepunt bereikte in september en oktober. De sterfte bleef boven het gemiddelde tot mei 1784. Dit is opmerkelijk, omdat de zomerse sterfte normaal gesproken laag is in het platteland van Frankrijk in de late 18e eeuw.

Er was een toename in de sterfte per 1000 inwoners van 34 in 1778 naar 37 in 1783, wat wijst op de stress veroorzaakt door de omgevingsomstandigheden van die tijd. Het sterftepercentage in 1783 was het zevende hoogste in de periode 1550-1790.

De sterftecrisis in Frankrijk vertoonde overeenkomsten met de situatie in Bedfordshire, Engeland. Dit ondersteunt de hypothese dat een gemeenschappelijke externe factor, zoals de Laki-uitbarsting, verantwoordelijk was voor de abnormaal hoge sterfte in beide landen.

## BIJLAGE D – DATASET DE PALEOKLIMATOLOOG

Deze expert analyseert gegevens uit proxies, zoals boomjaarringen en meersedimenten. Hij reconstrueert daarmee het klimaat van 1783-1784 en onderzoekt hoe de Laki-uitbarsting de weersomstandigheden beïnvloedde.

### Dataset 1

Edwards, J., Anchukaitis, K. J., Gunnarson, B. E., Pearson, C., Seftigen, K., von Arx, G., & Linderholm, H. W. (2022). The origin of tree-ring reconstructed summer cooling in northern Europe during the 18th century eruption of Laki. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 37(3), e2021PA004386. <https://doi.org/10.1029/2021PA004386>

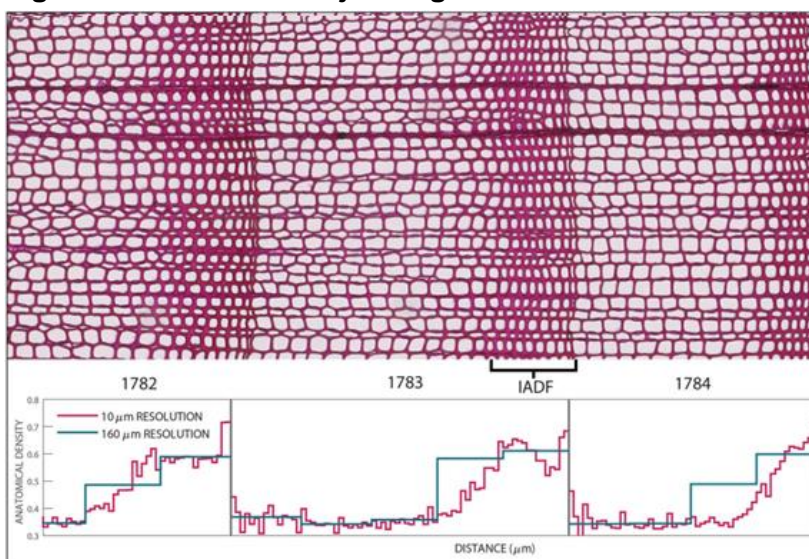
### Ter inleiding

Dit onderzoek bekijkt hoe de Laki-uitbarsting in 1783-1784 de bomen in Noord-Europa beïnvloedde, met een focus op Jämtland, Zweden. Hier werden houtmonsters van Grove dennen (*Pinus sylvestris*) bestudeerd om te zien hoe deze bomen reageerden op de uitbarsting. Door de houtstructuur, koolstofgegevens en historische klimaatdata te analyseren, onderzochten de onderzoekers hoe deze vulkanische gebeurtenis de groei van bomen en temperatuurgegevens beïnvloedde.

Jämtland is een ideale plek om dit te onderzoeken. Het gebied ligt dicht bij historische klimaatstations en heeft uitgebreide boomringgegevens. Voor dit onderzoek gebruikten de wetenschappers zowel levende bomen als oude, bewaarde bomen. Deze bomen gaven informatie over de periode van 1768 tot 1798, inclusief de jaren van de Laki-uitbarsting.



**Figuur 1: Microfoto van jaarring met dichtheidsverschil in 1783**

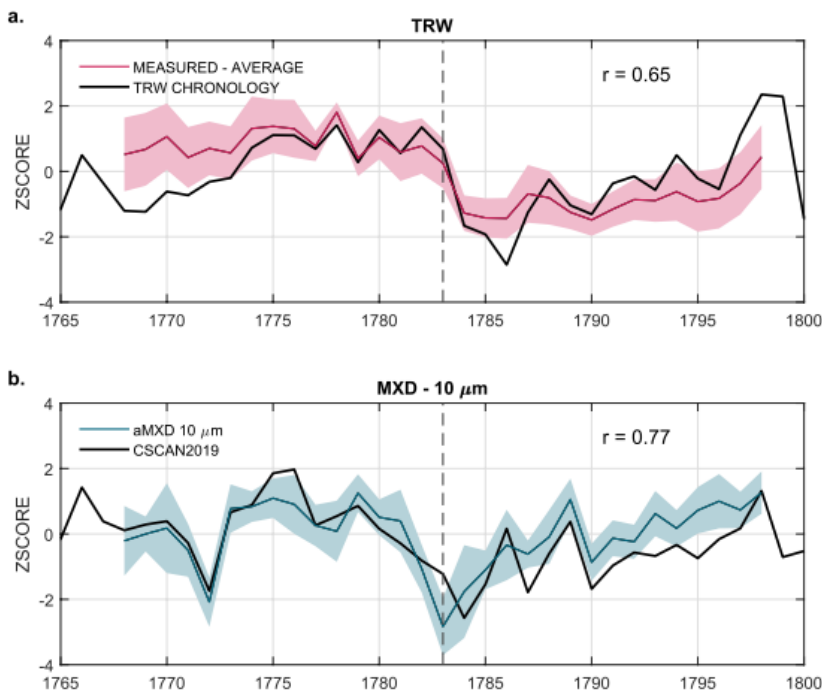


Een vergrote foto van een jaarring uit een grove den uit Jämtland, Zweden. De jaarring is met een kleurstof (safranine) gekleurd om de structuren zichtbaar te maken. Binnen de jaarring van 1783 is een **intra-annual density fluctuation (IADF)** te zien. Dit is een afwijking in de dichtheid van het hout, die wijst op veranderingen in groei-omstandigheden binnen datzelfde groeiseizoen.

De overgang van lichter hout, gevormd in het voorjaar naar

donkerder, dichter hout, gevormd in de zomer is zichtbaar van links naar rechts. Metingen van de dichtheid zijn uitgevoerd op verschillende plekken binnen de jaarring, zeer hoge precisie (10 en 160 micrometer). Dit helpt wetenschappers om meer te leren over de groeiomstandigheden in het jaar van de Laki-uitbarsting.

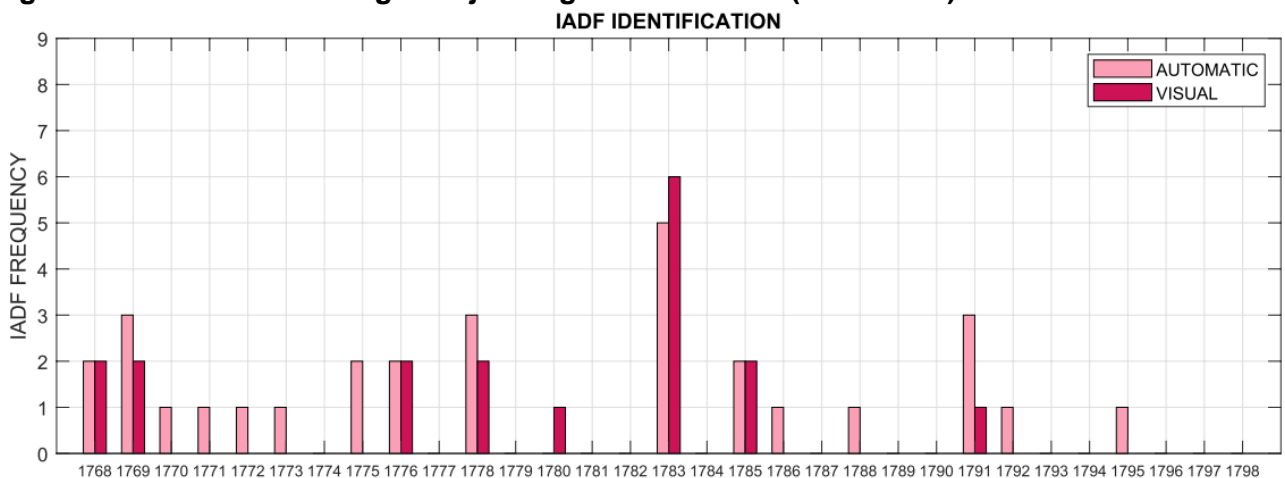
**Figuur 2: Vergelijking van jaarringbreedte en dichtheidsmetingen in Jämtland (1768–1798)**



**Grafiek a:** de gemiddelde jaarringbreedte (TRW). De zwarte lijn toont de gemiddelde jaarringbreedte van alle onderzoeken in het gebied en de rode lijn de negen geselecteerde monsters uit dit onderzoek. Beide lijnen laten zien dat de jaarring-breedte afneemt na de Laki-uitbarsting.

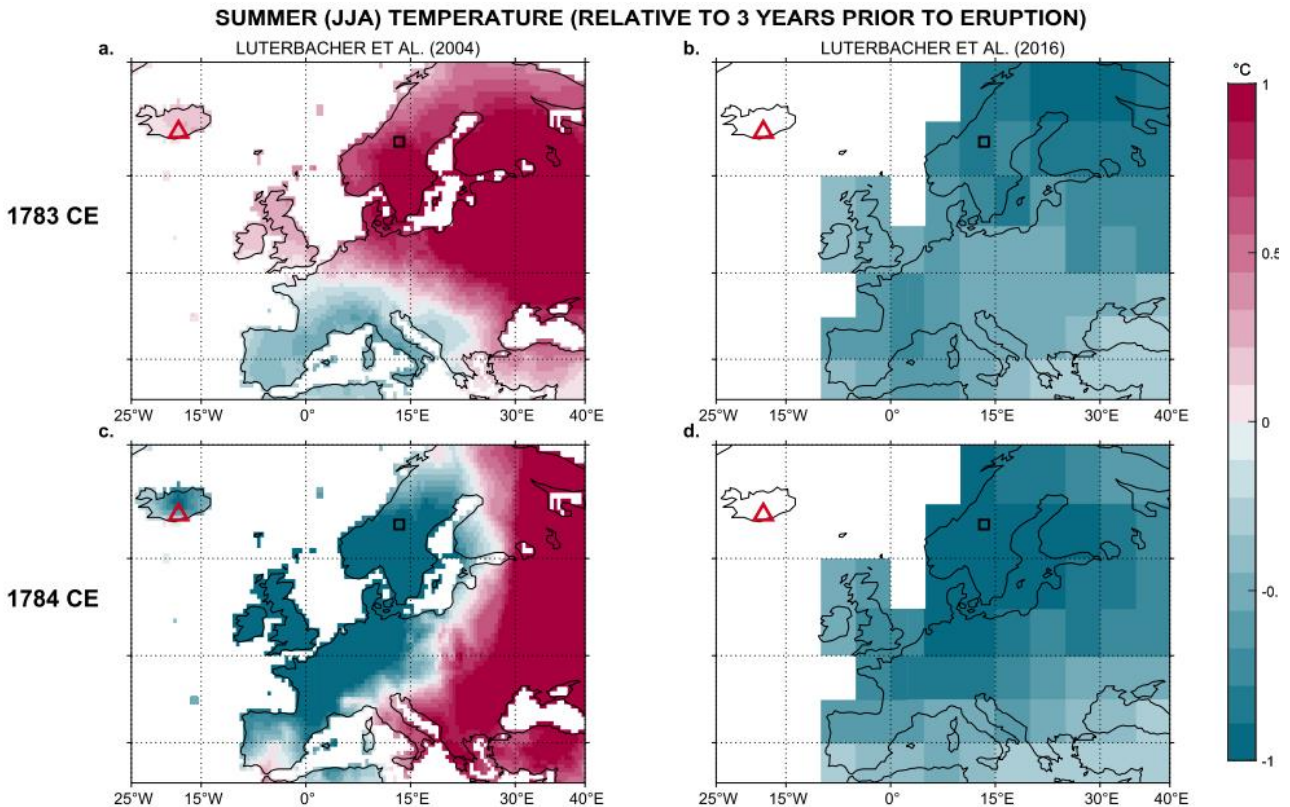
**Grafiek b:** De zwarte lijn toont de maximale houtdichtheid (MXD) van alle onderzoeken in het gebied en de blauwe lijn van dit onderzoek. De metingen laten een lagere dichtheid in het jaar 1783 door de zure nevel na de vulkaanuitbarsting.

**Figuur 3: Aantal veranderingen in jaarringen in Jämtland (1768–1798)**



Deze figuur laat zien hoe vaak er veranderingen in de dichtheid van de jaarringen van negen bomen in Jämtland waren tussen 1768 en 1798. De figuur laat een grote piek zien in 1783, het jaar van de Laki-uitbarsting. Dit betekent dat de bomen in dat jaar minder goed groeiden door stress door de uitbarsting.

**Figuur 5: Gereconstrueerde zomertemperatuurveranderingen in Noord-Europa rond de Laki-uitbarsting 1783-1784**



Deze figuur toont schattingen van zomer (juni-augustus) temperatuurveranderingen in Noord-Europa rond de jaren van de Laki-uitbarsting 1783 en 1784. Deze temperatuurverschillen worden vergeleken met de gemiddelde temperaturen van de drie jaar vóór de uitbarsting.

- Gereconstrueerde temperaturen in 1783, gebaseerd op historische documenten en vroege metingen. Dit laat een kleinere afkoeling zien.
- Gereconstrueerde temperaturen in 1783, gebaseerd op boomringen, vooral de houtdichtheid van laatseizoenshout (MXD) uit Jämtland, Zweden. Laatseizoenshout (MXD) verwijst naar het hout dat bomen aan het einde van het groeiseizoen vormen. Dit hout heeft een hogere dichtheid en wordt beïnvloed door de temperatuur in de zomer, vooral in koudere klimaten zoals Noord-Europa. De maximale houtdichtheid (MXD) is een veelgebruikte methode in klimaatonderzoek omdat het nauwkeurige informatie geeft over zomertemperaturen in het verleden.
- Gereconstrueerde temperaturen in 1784, gebaseerd op historische gegevens.
- Gereconstrueerde temperaturen in 1784, gebaseerd op boomringgegevens.

De rode driehoek in de kaarten geeft de locatie van de Laki-vulkaan aan, en het zwarte vierkant toont de onderzoeksplek in Jämtland. Deze reconstructies tonen een sterke afkoeling in Noord-Europa in 1783 en 1784, vooral duidelijk in boomringgegevens. Andere studies bevestigen deze trends en laten zien hoe de vulkaanuitbarsting het klimaat tijdelijk beïnvloedde.



## Dataset 2

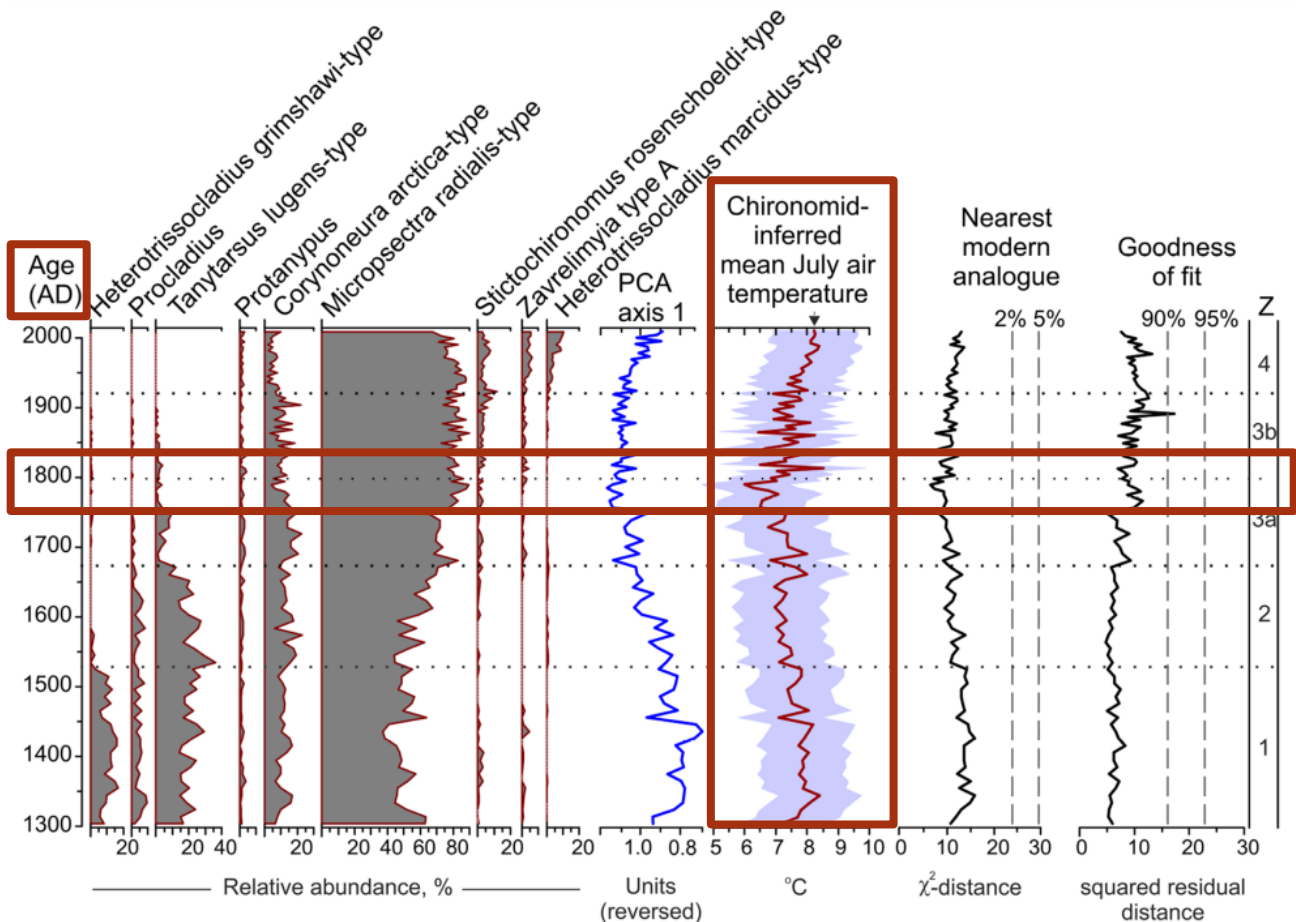
Ilyashuk, E. A., Heiri, O., Ilyashuk, B. P., Koinig, K. A., & Psenner, R. (2019). The Little Ice Age signature in a 700-year high-resolution chironomid record of summer temperatures in the Central Eastern Alps. *Climate Dynamics*, 52(6953–6967). <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4555-y>

### Ter inleiding

In dit onderzoek zijn de zomertemperaturen in de Alpen over 700 jaar gereconstrueerd. Hierbij werd gekeken naar de invloed van de Laki-uitbarsting. De Mutterbergersee, een bergmeer in de Stubai Alpen in Oostenrijk, ligt op een hoogte van 2483 meter en bevat een unieke verzameling van sedimenten die veranderingen in het klimaat laten zien. Door de resten van oude insecten, zogenaamde chironomiden, te onderzoeken, konden wetenschappers een nauwkeurige reconstructie maken van de temperatuur door de eeuwen heen.



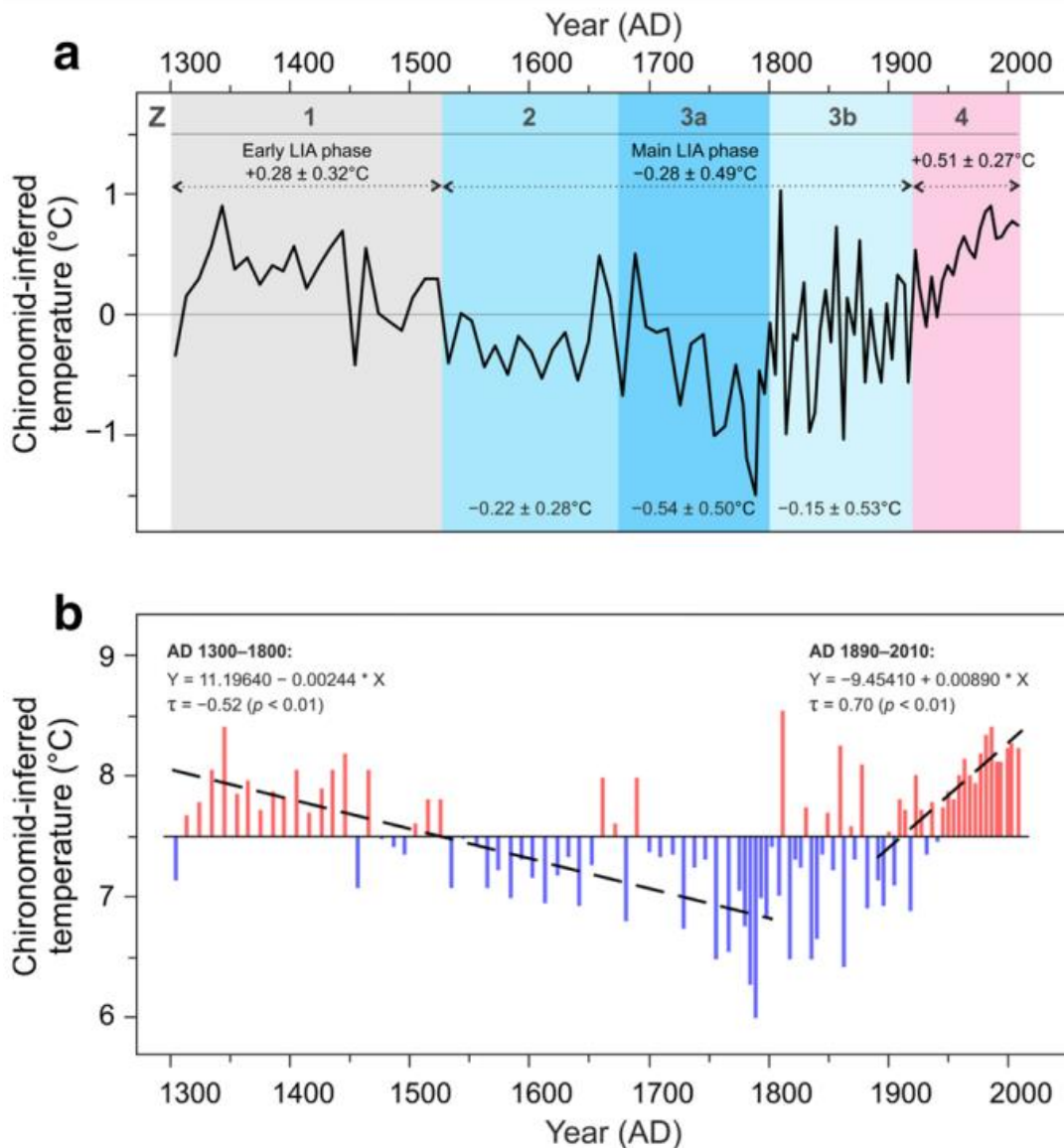
**Figuur 1: Chironomidediagram en gereconstrueerde julitemperaturen voor de Mutterbergersee**



Het diagram laat zien hoe vaak bepaalde chironomidesoorten (kleine insecten) voorkwamen in de Mutterbergersee. Daarnaast toont het de gemiddelde julitemperaturen die op basis van deze insecten zijn gereconstrueerd. De foutmarges van de temperatuurreconstructie worden aangegeven met de lilagekleurde gebieden rond de lijn.



**Figuur 2: Temperatuurafwijkingen en -trends in de Alpen**



**(a) Temperatuurafwijkingen:**

Dit deel van de figuur laat zien hoe de temperaturen afwijken van het gemiddelde over de hele meetperiode (7,5 °C). De cijfers geven de gemiddelde afwijkingen aan voor verschillende tijdsperiodes, gebaseerd op de zones uit de chironomide-gegevens.

**(b) Temperatuurtrends:**

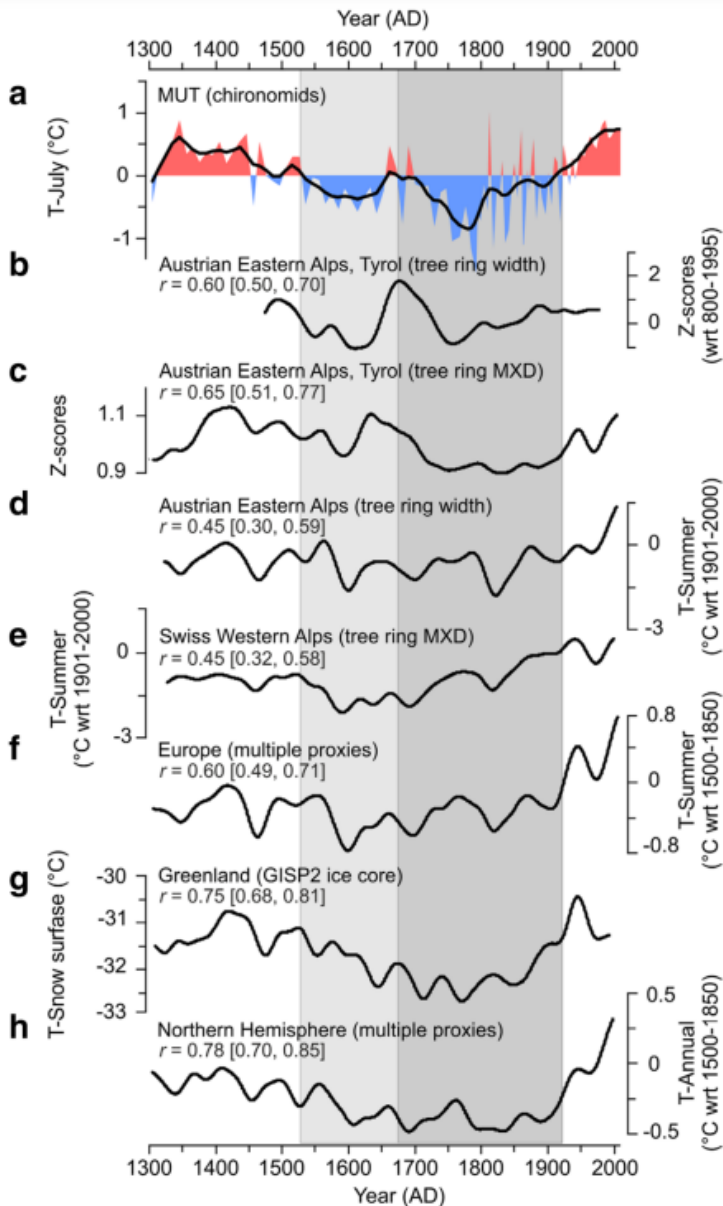
Hier worden de veranderingen in temperatuur over langere tijd weergegeven. De stippellijnen tonen de trends: een daling van de temperaturen tussen 1300 en 1800 (de Kleine IJstijd) en een stijging van de temperaturen vanaf 1890 tot 2010. De formules bij de lijnen laten zien hoe snel de temperatuur per jaar veranderde en hoe sterk de trends zijn, met statistieken die de betrouwbaarheid van deze trends bevestigen.

**Extra toelichting:**

De figuur laat de belangrijkste temperatuurveranderingen in de Alpen van de afgelopen 700 jaar zien. De koudste periodes waren tijdens de Kleine IJstijd, met als dieptepunt het einde van de 18e eeuw. Dit kan samenhangen met de Laki-uitbarsting. Vanaf 1890 begint de temperatuur weer te stijgen, wat het einde van de Kleine IJstijd markeert. De statistieken laten zien dat deze trends betrouwbaar zijn en zowel natuurlijke als menselijke oorzaken hebben.

### Figuur 3: Gereconstrueerde temperaturen uit de Mutterbergersee en andere klimaatstudies

Deze figuur vergelijkt de zomertemperaturen die zijn gereconstrueerd met behulp van chironomiden uit de Mutterbergersee met andere klimaatstudies. De gegevens zijn gefilterd met een 30-jarig gemiddelde om lange-termijntrends duidelijk te maken.



**a.** Gereconstrueerde zomertemperatuur van de Mutterbergersee, weergegeven als een lijn rond een nulgemiddelde.

**b.** Boomringbreedtes: Gegevens van jaarringen die zomertemperaturen aangeven in de Oostenrijkse Alpen en Europa (Nicolussi & Schiessling 2001; Osborn & Briffa 2006).

**c.** Maximale laathoutdichtheid (MXD): De dichtheid van hout aan het eind van het groeiseizoen, wat temperatuurvariaties toont in Tirol, Oostenrijk (Esper et al. 2007; Schneider et al. 2015).

**d.** Zomertemperaturen uit jaarringbreedtes: Gegevens van de oostelijke Oostenrijkse Alpen (Büntgen et al. 2011).

**e.** MXD-gebaseerde jaarringgegevens: Verkregen uit de Zwitserse westelijke Alpen (Büntgen et al. 2006).

**f.** Europese gemiddelde zomertemperaturen: Gecombineerd uit boomringen en historische documenten (Luterbacher et al. 2016).

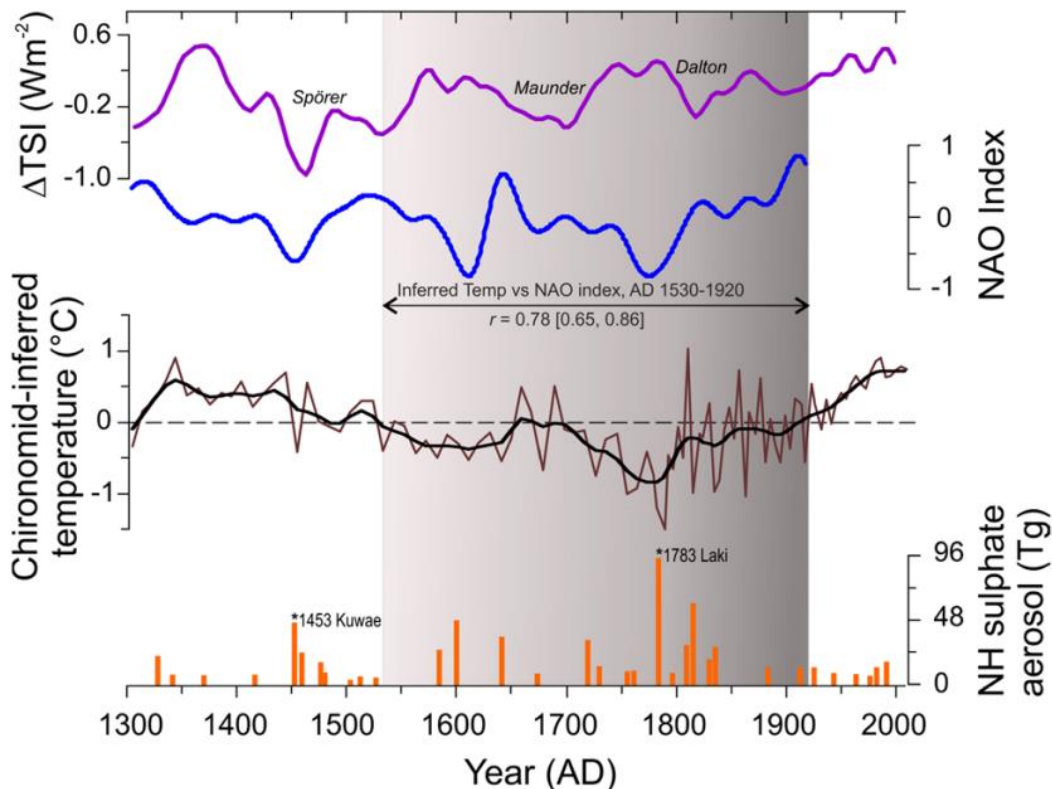
**g.** Sneeuw- en ijstemperaturen van Groenland: Gereconstrueerd uit een ijskern (GISP2) van de Groenlandse ijskap (Kobashi et al. 2011).

**h.** Gemiddelde jaarlijkse temperaturen van het noordelijk halfrond: Gebaseerd op verschillende historische gegevens (Shi et al. 2013).

#### Extra toelichting:

Deze figuur laat zien dat de temperatuurreconstructies van de Mutterbergersee overeenkomen met andere klimaatgegevens. Grote gebeurtenissen, zoals de koude periodes tijdens de Kleine IJstijd en de opwarming na 1890, komen terug in verschillende studies. Dit bevestigt dat de reconstructie met chironomiden betrouwbaar is en goed past bij gegevens uit boomringen, ijskernen en historische bronnen. De grijze gebieden in de figuur markeren de koudste periodes in de reconstructie van de Mutterbergersee.

**Figuur 4: Gereconstrueerde temperaturen in de Mutterbergersee en hun verband met grote klimaatfactoren**



Deze figuur vergelijkt de gemiddelde julitemperaturen in de Mutterbergersee, gereconstrueerd met behulp van chironomiden, met belangrijke wereldwijde klimaatfactoren:

- **Zonnestraling:** Hoeveelheid zonne-energie die de aarde bereikt ( $\Delta\text{TSI}$ , Steinhilber et al. 2009).
- **North Atlantic Oscillation (NAO):** Een groot weersysteem dat invloed heeft op de luchtdruk en het weer in Europa en Noord-Amerika. Het NAO-patroon bepaalt hoe luchtstromen bewegen en kan invloed hebben op temperatuur en neerslag (30-jaar gemiddelde, Ortega et al. 2015).
- **Vulkanische activiteit:** De hoeveelheid fijn stof (aerosolen) in de hogere atmosfeer door vulkaanuitbarstingen (Gao et al. 2008).

De temperaturen in de Mutterbergersee worden weergegeven als individuele waarden (dunne lijn) en als een 30-jaar gemiddelde (dikke lijn), waarbij ze worden vergeleken met het langetermijngemiddelde. Hoe sterk de temperaturen in de Mutterbergersee en de NAO met elkaar samenhangen tijdens de Kleine IJstijd (1530–1920) wordt gemeten met een correlatiegetal ( $r$ ) en een betrouwbaarheidsinterval van 95%.

### Extra toelichting

Deze figuur laat zien hoe veranderingen in de temperaturen van de Mutterbergersee worden beïnvloed door wereldwijde klimaatfactoren. Veranderingen in zonnestraling ( $\Delta\text{TSI}$ ) en de luchtstromen van de North Atlantic Oscillation (NAO) hebben invloed op de temperaturen. Vulkanische uitbarstingen, zoals de Laki-uitbarsting, veroorzaken kortdurende periodes van kou door het fijn stof in de atmosfeer dat zonlicht blokkeert. De sterke relatie tussen de NAO en de temperaturen in de Alpen tijdens de Kleine IJstijd laat zien hoe wind- en weersystemen de klimaatveranderingen in deze regio beïnvloeden. De figuur maakt duidelijk hoe mondiale en regionale klimaateffecten met elkaar samenhangen.

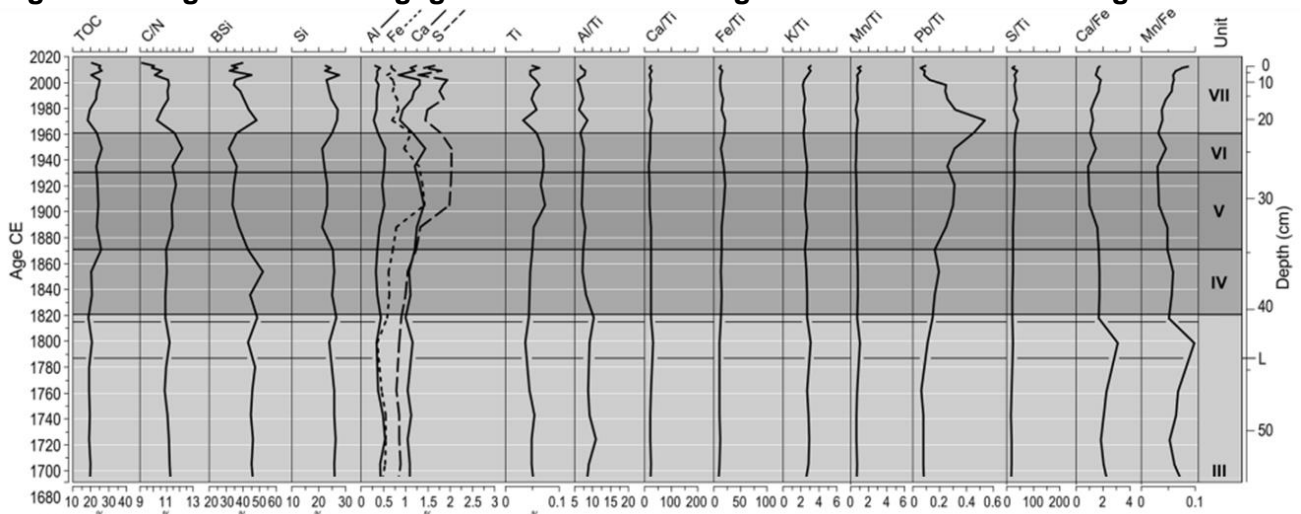
### Dataset 3

Silvester, E. L., Ljung, K., Bindler, R., Hertzman, H., Lodi, G., & Hammarlund, D. (2024). Diatom dynamics during the last six centuries in Lake Odensjön: A new varved sediment record from southern Sweden. *Journal of Paleolimnology*. <https://doi.org/10.1007/s10933-024-00338-8>

#### Ter inleiding

Lake Odensjön, gelegen in Zuid-Zweden, is een klein meer dat goed beschermd wordt door grondwater. Het sediment in het meer bevat varven; jaarlijkse sedimentlagen. De sedimentkern werd onderzocht op diatomeeën (een soort algen) en geochemische eigenschappen. Het onderzoek richtte zich op de effecten van de Laki-uitbarsting met speciale aandacht voor veranderingen in het ecosysteem op korte termijn.

**Figuur 1: Biogeochemische gegevens en sedimentlagen rond de Laki-uitbarsting 1783–1784**



In deze figuur zijn de gegevens gezet tegen de leeftijd van het sediment. De diepte van het sediment wordt rechts getoond. De Laki-uitbarsting wordt aangegeven door een onderbroken lijn met het label 'L'. Van links naar rechts zie je de volgende gegevens:

- **Totaal gehalte aan organisch koolstof (TOC):** Dit geeft aan hoeveel organisch materiaal, zoals planten en dieren, er in het sediment zit.
- **Verhouding van koolstof en stikstof (C/N):** vertelt meer over de oorsprong van organisch materiaal.
- **Biogene silica (BSi):** een soort mineraal dat afkomstig is van diatomeeën, een type algen.
- **Metingen van chemische elementen zoals Si (silicium), Al (aluminium), Fe (ijzer), Ca (calcium), S (zwavel) en Ti (titaan):** helpen om te begrijpen wat er in het sediment zit en hoe de samenstelling veranderd is door vulkaanuitbarstingen.

De Laki-uitbarsting is duidelijk zichtbaar in de sedimenten van het meer Odensjön, waar een piek in zwavel (S) de afzetting van zwaveldampen na de uitbarsting aangeeft. Dit suggereert een tijdelijke verandering in de zuurgraad (pH) van het meer. Verder tonen veranderingen in de verhoudingen van elementen zoals Ti/Si en Mn/Fe aan dat de uitbarsting een korte-termijn impact had op het ecosysteem van het meer. De gegevens wijzen op een tijdelijke daling van de pH tussen 1783 en 1785, wat samenvalt met de verwachte afzetting van zwaveldampen uit de Laki-uitbarsting.



## BIJLAGE E – DATASET DE GEOLOOG

Deze expert bestudeert vulkanische processen, met name de uitstoot van zwavel en as tijdens de Laki-uitbarsting. Hij onderzoekt hoe deze uitbarsting het klimaat beïnvloedde en welke langetermijneffecten dit met zich meebracht.

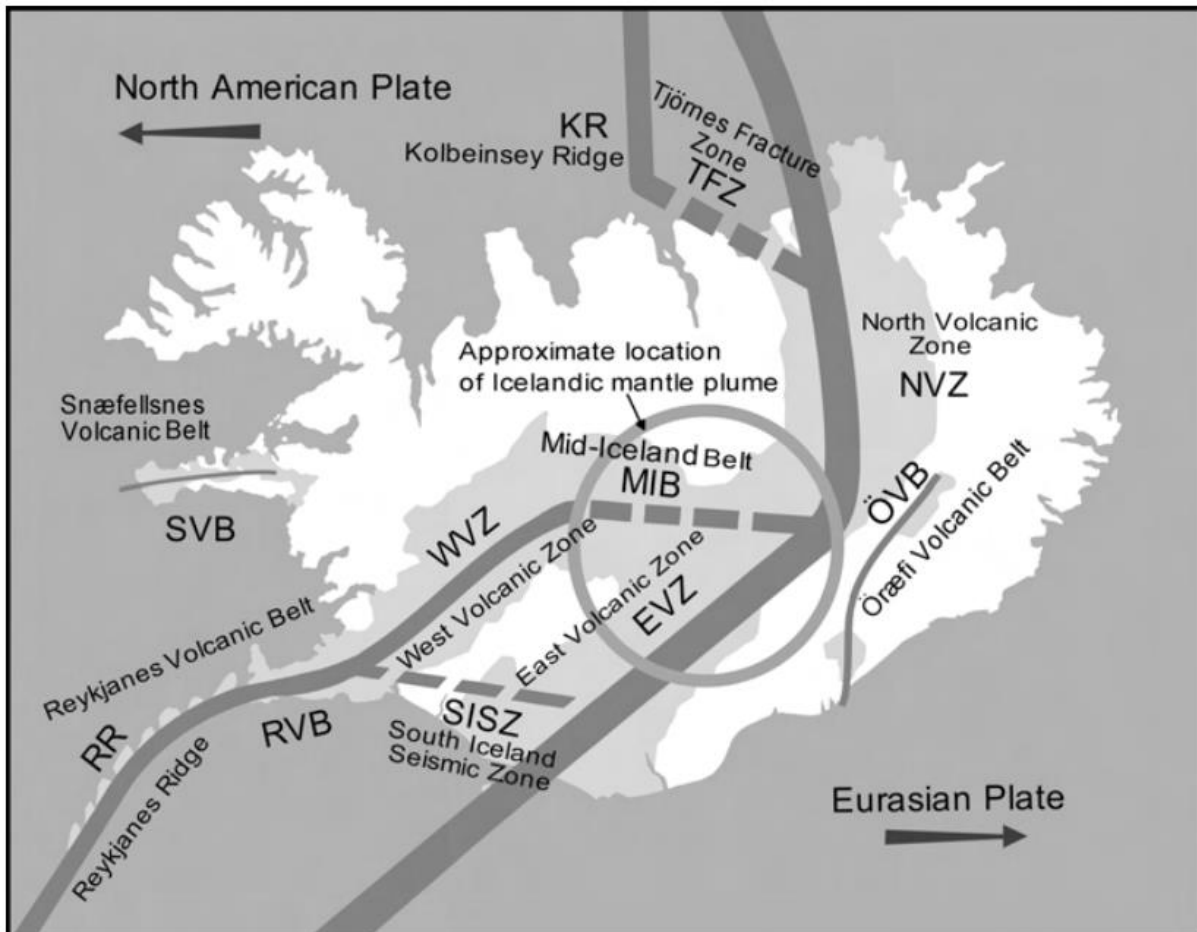
### Dataset 1

Gislason, S. R. (2023). *A mist connection: An environmental history of the Laki eruption of 1783 and its legacy*. Reykjavík: Icelandic History Press. DOI: [10.1515/9783110731927](https://doi.org/10.1515/9783110731927)

### Ter inleiding

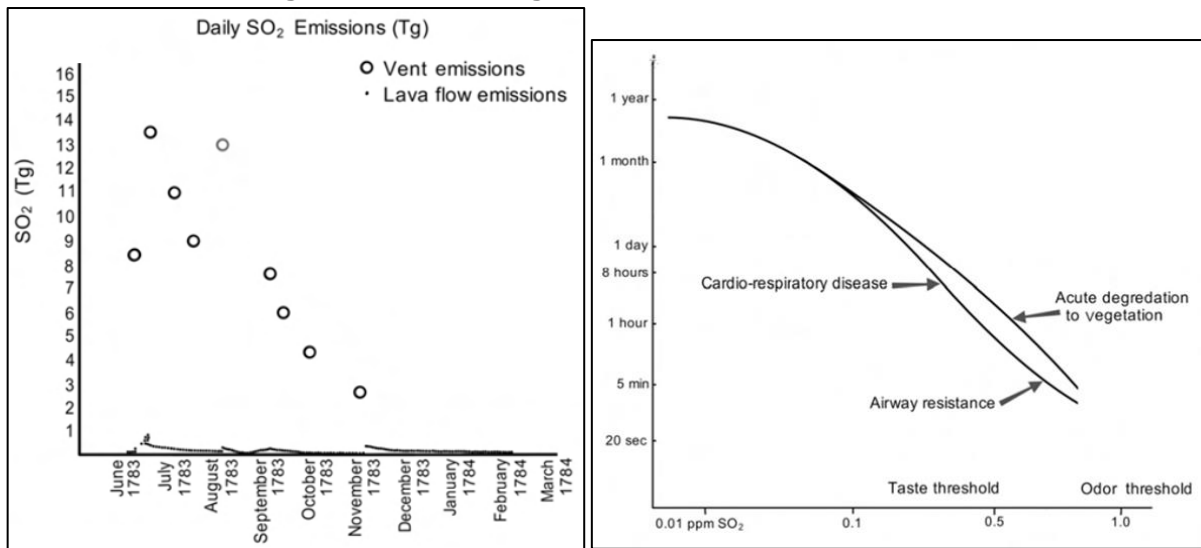
Dit boek de impact van de Laki-vulkaanuitbarsting op het milieu, het klimaat en de menselijke gezondheid. Het behandelt de geologische en atmosferische processen van de uitbarsting, evenals de langetermijneffecten voor de aarde en de mensen die erdoor werden beïnvloed.

Figuur 1: Kaart van IJsland met vulkanische zones



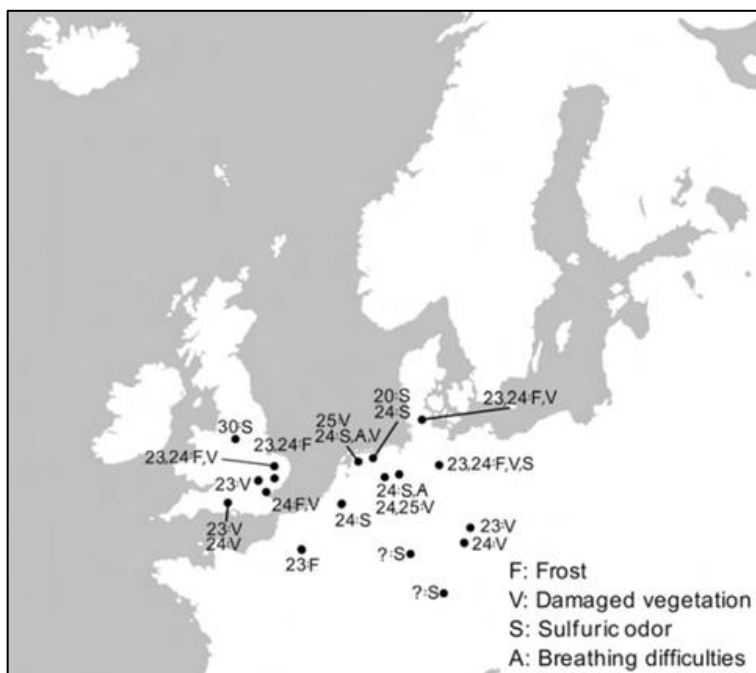
Deze kaart toont de vulkanische zones van IJsland, inclusief de locatie van de Laki-vulkaan, die is aangegeven met een cirkel. De Laki-vulkaan ligt langs het Skaftár Fires-spleetsysteem in het zuiden van IJsland, een gebied waar tektonische platen uit elkaar bewegen, wat wordt genoemd divergentie. Dit proces zorgt ervoor dat magma omhoog komt uit de mantel, wat leidt tot vulkanische uitbarstingen zoals die van Laki in 1783-1784. De uitbarsting produceerde enorme hoeveelheden lava en gas, wat een aanzienlijke invloed had op het klimaat.

**Figuur 2a en b: De uitstoot van zwaveldioxide door de Laki-uitbarsting en de gevaren van zwaveldioxide voor gezondheid en vegetatie**



- Deze figuur laat zien hoeveel zwaveloxide (SO<sub>2</sub>) elke dag werd uitgestoten:
  - **Vent-emissies:** Hierbij wordt zwaveloxide (SO<sub>2</sub>) direct via de vulkaanopeningen (venten) in de lucht uitgestoten, vaak in grote hoeveelheden tijdens een uitbarsting.
  - **Lava flows:** Terwijl lava uit de vulkaan stroomt, komt er ook zwaveloxide vrij, maar dit gebeurt geleidelijker en in kleinere hoeveelheden dan bij vent-emissies.
- Deze figuur laat zien hoe zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) schadelijk kan zijn voor zowel de gezondheid van mensen als voor de natuur. De gevolgen variëren afhankelijk van hoeveel zwaveldioxide er in de lucht zit en hoe lang mensen of planten eraan worden blootgesteld. Bij hoge concentraties kan het leiden tot ademhalingsproblemen bij mensen en schade aan planten.

**Figuur 3: De zwavelige geur en de impact op gezondheid en vegetatie**



De nummers geven de datum aan van de waarnemingen in juni 1783 van vorst (F), beschadigde vegetatie (V), een zwavelige geur (S) of ademhalingsproblemen (A). (Zie de lijst van illustraties voor meer details.) Andere regio's hebben waarschijnlijk ook deze verschijnselen ervaren.



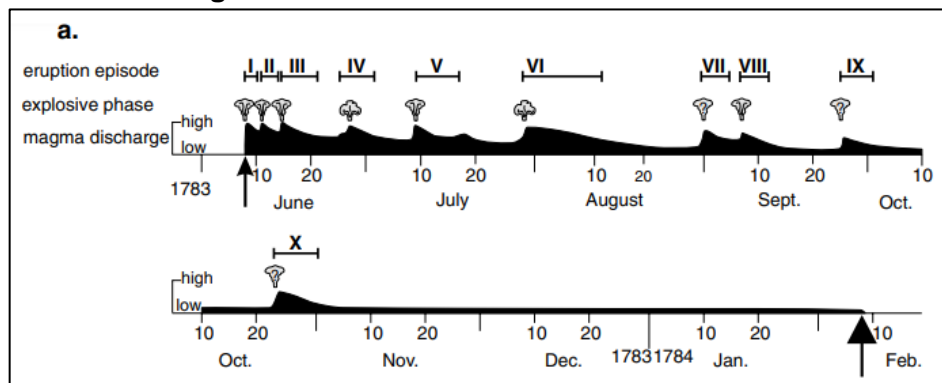
## Dataset 2

Thordarson, T., & Self, S. (2003). Atmospheric and environmental effects of the 1783–1784 Laki eruption: A review and reassessment. *Journal of Geophysical Research*, 108(D1), 4011. <https://doi.org/10.1029/2001JD002042>

### Ter inleiding

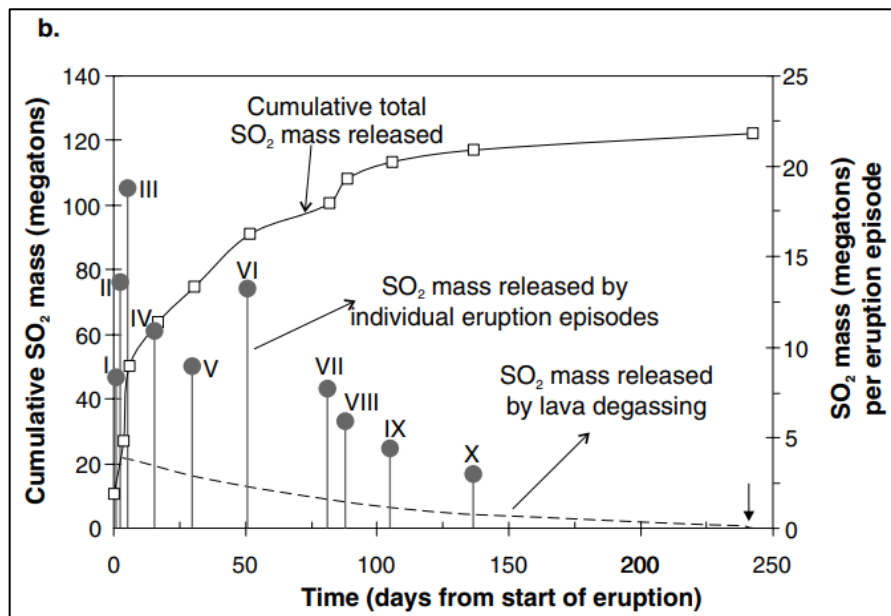
Bij de Laki-uitbarsting in 1783-1784 werden enorme hoeveelheden zwaveldioxide in de atmosfeer vrijgelaten. Historische bronnen in combinatie met moderne atmosferische modellen reconstrueren de verspreiding van de vulkanische deeltjes in de atmosfeer en hun klimaatimpact.

**Figuur 1: Weergave van de uitbarstingsperiodes en SO<sub>2</sub> (zwaveldioxide)-uitstoot tijdens de Laki-uitbarsting 1783-1784**



a. De volgorde van de gebeurtenissen tijdens de Laki-uitbarsting. De timing en duur van de 10 uitbarstingsperiodes (I–X). Eruptiewolken geven de explosieve fasen aan. De zwarte lijn laat zien hoe de magma-uitvloeiing

varieerde. De horizontale balken tonen hoe lang elke uitbarstingsperiode duurde.

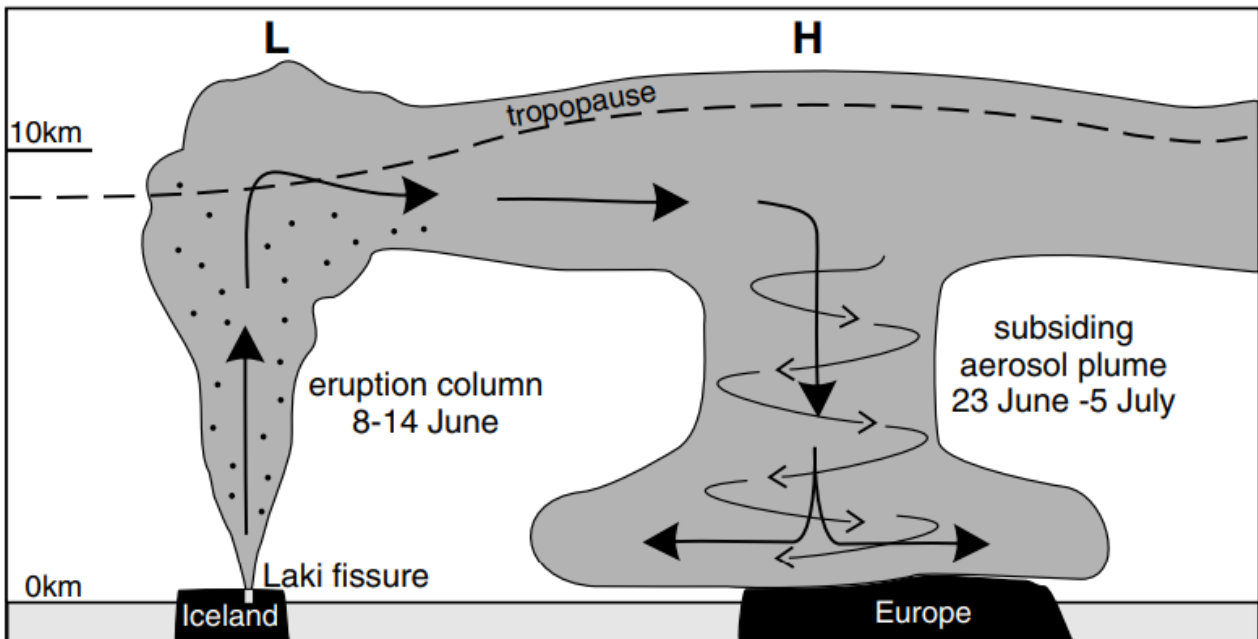


b. De hoeveelheid SO<sub>2</sub> (zwaveldioxide) in de lucht tijdens de Laki-uitbarsting wordt weergegeven met de doorgetrokken lijn en open vierkanten (schaal links). De verticale balken en gevulde cirkels tonen de hoeveelheid SO<sub>2</sub> die per uitbarstingsperiode werd vrijgegeven, terwijl de stippellijn de zwavelmassa van lava-uitstoot weergeeft (schaal rechts). Een pijl markeert het einde van de uitbarsting.

### Uitleg over SO<sub>2</sub> (zwaveldioxide):

SO<sub>2</sub> is een gas dat vrijkomt bij vulkaanuitbarstingen, maar ook door menselijke activiteiten zoals het verbranden van fossiele brandstoffen. Het heeft een scherpe, branderige geur en kan schadelijk zijn voor de gezondheid. Wanneer het in de lucht komt, kan het irritatie veroorzaken aan de ogen, neus en keel, en ademhalingsproblemen verergeren, vooral bij mensen met astma of andere longziekten. SO<sub>2</sub> kan ook reageren met andere stoffen in de lucht en zure regen veroorzaken, wat schade kan toebrengen aan het milieu.

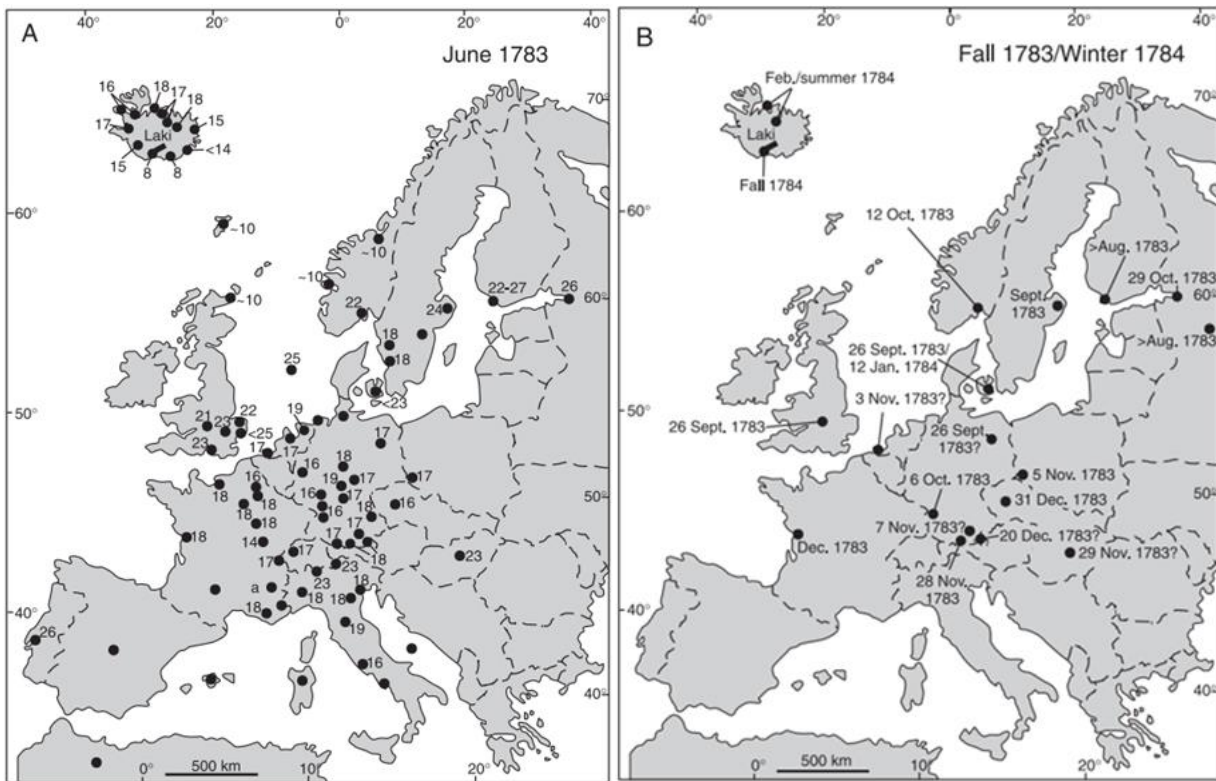
**Figuur 2: Vereenvoudigde dwarsdoorsnede van IJsland tot het vasteland van Europa die de verspreiding en ontwikkeling van de Laki-pluimen toont in de eerste 3–4 weken van de uitbarsting**



Bij de Laki-uitbarsting kwamen enorme hoeveelheden as, gassen en zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) de lucht in. Deze stoffen werden door explosieve uitbarstingen in de lucht geblazen en kwamen tot een hoogte van 9 tot 12 kilometer. De gassen en as (aangeduid in de figuur) werden door sterke winden naar het oosten over Europa verspreid.

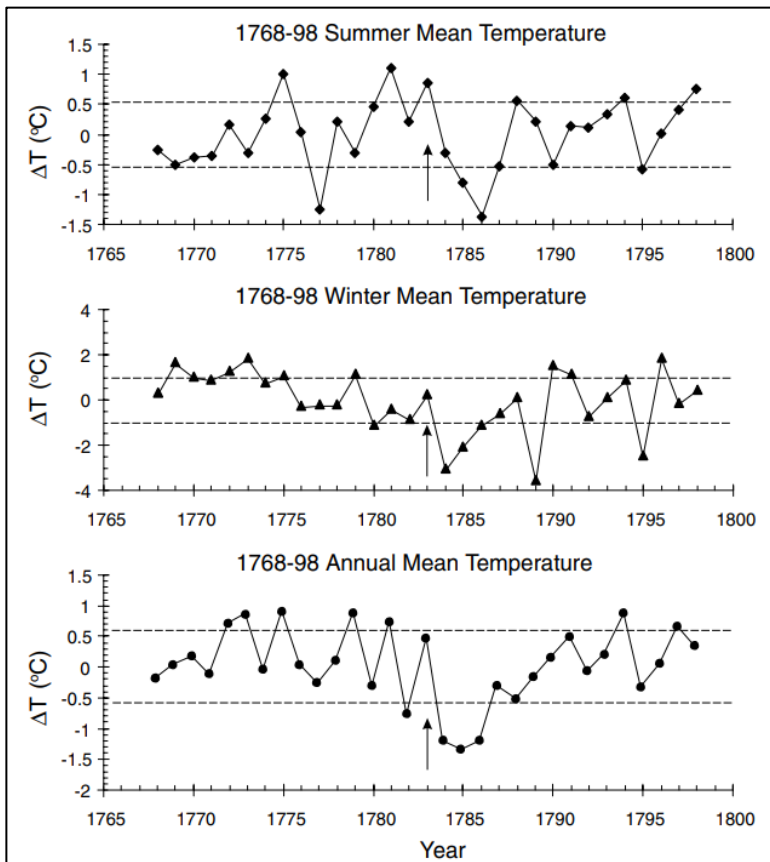
De lucht boven Europa had een specifiek patroon, wat ervoor zorgde dat de uitgestoten stoffen naar beneden werden gezogen in een grote luchtstroom (de hogedrukzone, aangegeven in de figuur). Deze luchtstroom zorgde ervoor dat de stoffen zich verder over Europa verspreidden, vooral naar de lagere luchtlagen. De pijlen in de figuur tonen aan waar de lucht naar beneden ging, wat de verspreiding van de verontreinigende stoffen door Europa veroorzaakte.

**Figuur 3: Voorkomen van de droge mist**



- Kaart van Europa met locaties en tijdstippen van de eerste melding van de droge mist in juni 1783. Punten zonder cijfers geven locaties zonder specifieke waarnemingsdata aan.
- Het laatst waargenomen voorkomen van de droge mist.

**Figuur 4: Gemiddelde oppervlaktetemperatuurafwijkingen rond de Laki-uitbarsting (1783)**

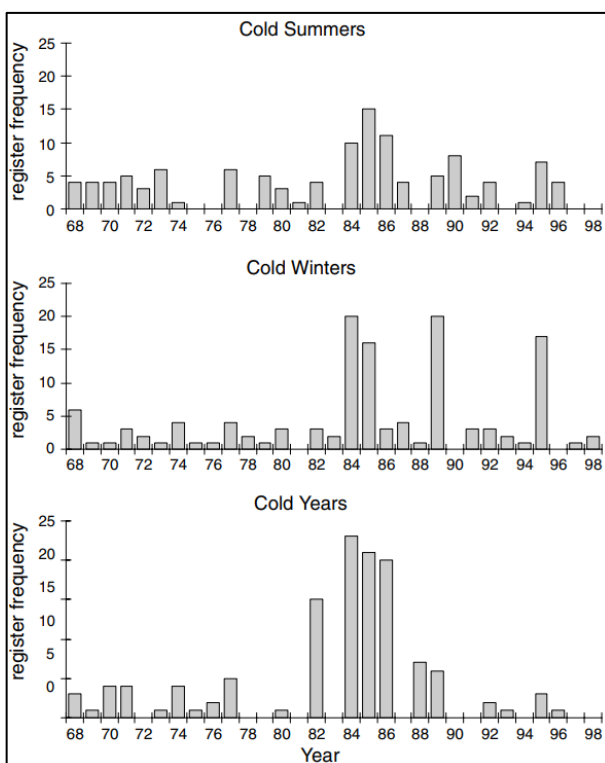


Gemiddelde oppervlakte-temperatuurafwijkingen (°C) in de late achttiende eeuw, gebaseerd op een 31-jarige periode rond 1783, het jaar van de Laki-uitbarsting.

(a) Zomertemperaturen  
(b) wintertemperaturen  
(c) jaarlijkse gemiddelde temperaturen.

De reconstructie is gebaseerd op gegevens van 29 meetstations in Europa en het noordoosten van de Verenigde Staten.

**Figuur 5: Frequentieverdeling van koude zomers, koude winters en koude jaren in Europa en het oosten van de Verenigde Staten gedurende de periode 1768 tot 1798**



De analyses zijn gebaseerd op het registreren van de vier koudste jaren bij elk station en vervolgens het optellen van het aantal keren dat elk jaar werd geregistreerd bij alle betrokken stations.

**Tekstbron 1: Conclusies en discussie (vertaald naar het Nederlands en taalkundig vereenvoudigd)**

De Laki-uitbarsting van 1783 zorgde voor een daling van de temperaturen in Europa en Noord-Amerika die drie jaar duurde. Zwavelzuur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) kwam in de lucht en blokkeerde zonlicht, waardoor het kouder werd. De temperatuur daalde met  $1,5^\circ\text{C}$  in de drie jaar na de uitbarsting. Hoewel de zwaveldeeltjes tegen 1784 verdwenen waren, bleef het weer nog twee jaar kouder dan normaal.

De uitbarsting gebeurde in een gebied dichtbij de poolcirkel, wat sterke vulkanische deeltjes in de lucht veroorzaakte. Dit verstoorde de luchtstromen, waardoor de winden zwakker werden. Dit zorgde voor veranderingen in het weer, zoals droogte en overstromingen in verschillende landen.

Modellen laten zien dat de veranderingen in het klimaat langer bleven dan de zwavelaanwezigheid zelf, en de effecten waren niet overal hetzelfde. Sommige gebieden koelden sterk af, terwijl andere minder beïnvloed werden.

### Dataset 3

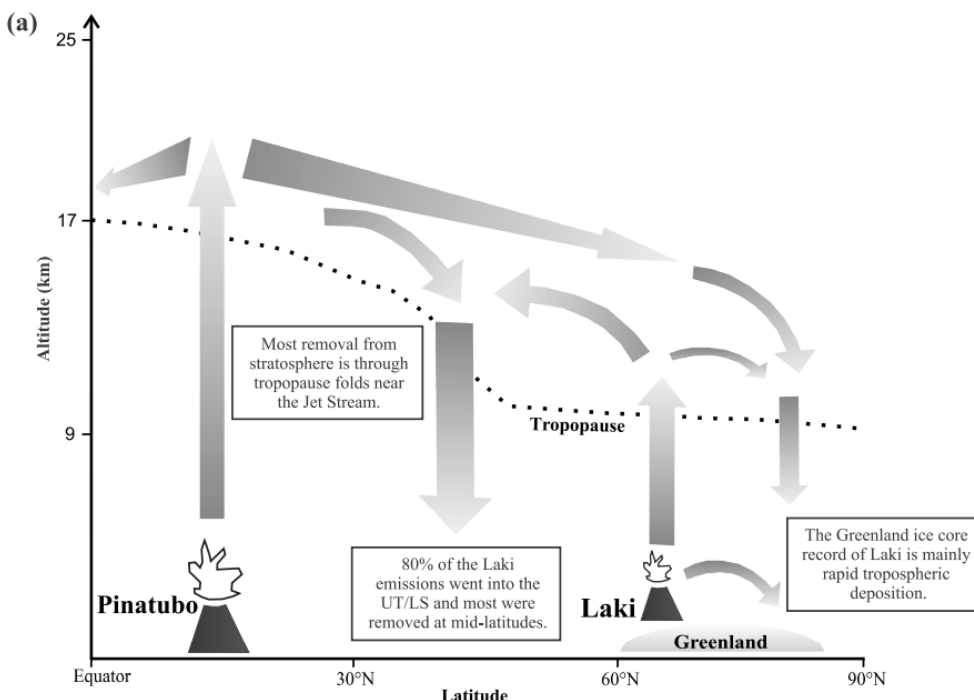
Schmidt, A., Thordarson, T., Oman, L. D., Robock, A., & Self, S. (2012). Climatic impact of the long-lasting 1783 Laki eruption: Inapplicability of mass-independent sulfur isotopic composition measurements. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D23).  
<https://doi.org/10.1029/2012JD018414>

#### Ter inleiding

Vulkanische uitbarstingen hebben een sterke invloed op het klimaat, vooral door de uitstoot van zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ), dat zich in de atmosfeer omzet in sulfaatdeeltjes ( $\text{SO}_4$ ). Deze deeltjes kunnen het zonlicht reflecteren en tijdelijke afkoeling veroorzaken. De Laki-uitbarsting van 1783-1784 op IJsland bracht ongeveer 120 miljoen ton  $\text{SO}_2$  de lucht in, veel meer dan de jaarlijkse wereldwijde uitstoot door de industrie in 2020.

Deze studie onderzoekt de impact van de Laki-uitbarsting op het klimaat door isotopische analyses en klimaatmodellen. Isotopische analyse onderzoekt verschillende vormen van atomen (isotopen) om te begrijpen waar ze vandaan komen en hoe ze zich verspreiden. In dit geval helpt het om te zien hoe vulkanische deeltjes zich in de lucht verplaatsten. Uit de resultaten blijkt dat de vulkanische deeltjes zich verspreiden in de hogere luchtlagen, maar dat ze slechts kort in de lucht bleven (minder dan zes maanden). Dit beperkte de wereldwijde effecten, hoewel er wel een afkoeling werd waargenomen op het noordelijk halfrond. De deeltjes bereikten niet de hoogste delen van de atmosfeer, wat de impact vergelijkbaar maakt met tropische vulkaanuitbarstingen.

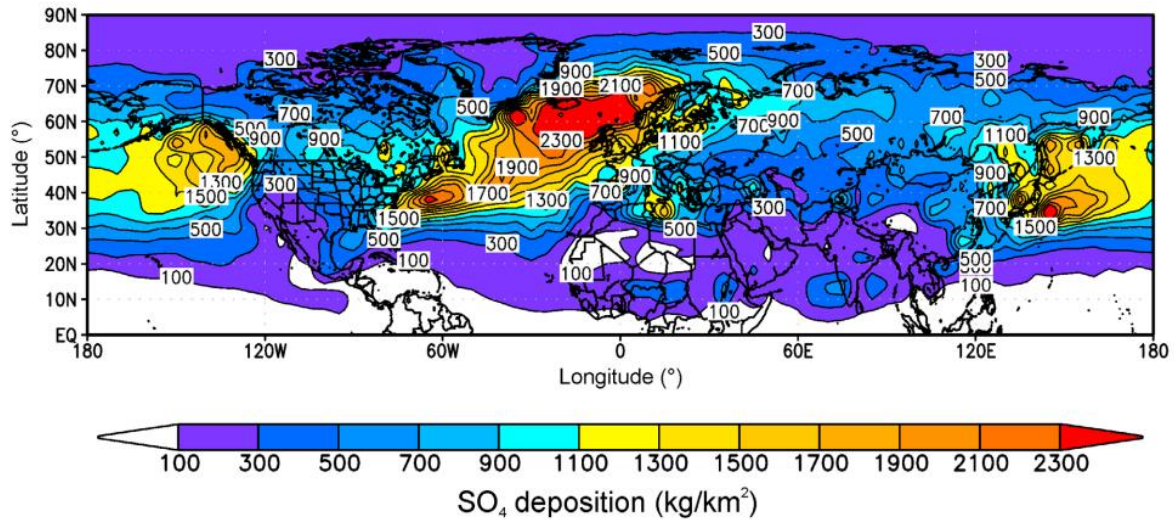
**Figuur 1: Verspreiding en chemische processen van vulkanische deeltjes**



De figuur laat zien hoe vulkanische deeltjes zich verspreiden bij tropische uitbarstingen (zoals die van Pinatubo) en uitbarstingen op hoge breedte (zoals Laki). Bij krachtige tropische uitbarstingen komen de deeltjes heel hoog in de lucht, waardoor ze wereldwijd verspreid raken. Uitbarstingen zoals Laki, die minder krachtig zijn, brengen de deeltjes naar lagere hoogtes in de lucht (9-13 km), waardoor de effecten vooral lokaal of regionaal zijn

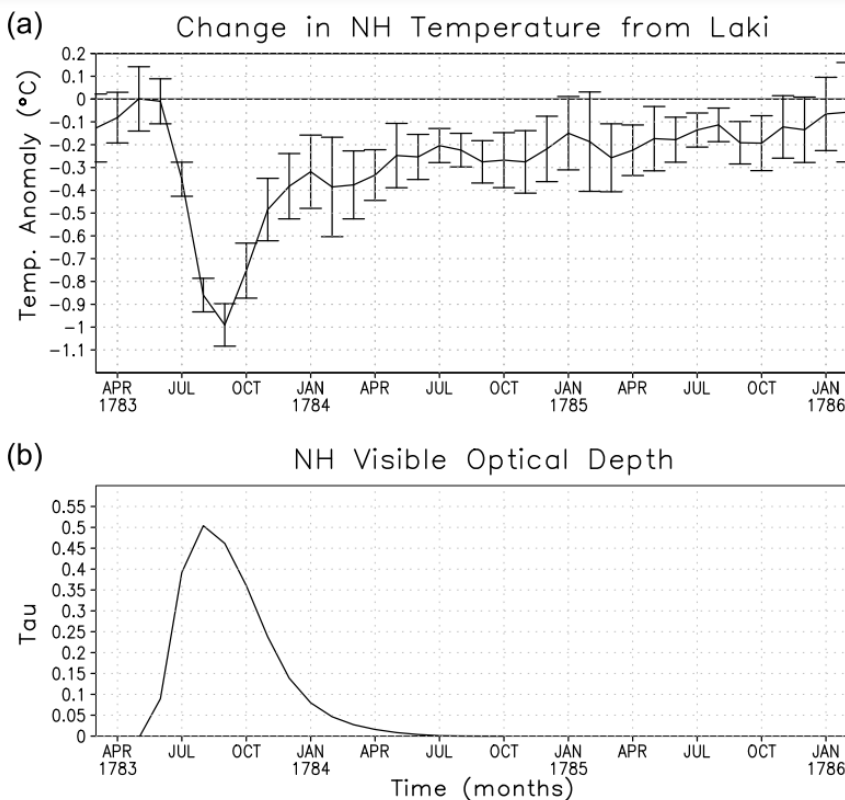


**Figuur 2: Verspreiding van sulfaatneerslag na de Laki-uitbarsting (1783–1784)**



Figuur 2 laat zien waar de meeste sulfaat ( $\text{SO}_4$ )-deeltjes neervielen in het jaar na de Laki-uitbarsting, gebaseerd op modelberekeningen. De grootste neerslag vond plaats op hoge en gematigde breedtes, vooral in stormgebieden en waar lucht naar beneden gaat. In Groenland was de sulfaatneerslag relatief laag vergeleken met de gemiddelde waarden voor het noordelijk halfrond, wat aangeeft dat de vulkanische deeltjes vooral oostwaarts en regionaal verspreid werden.

**Figuur 3: Klimaat effecten van de Laki-uitbarsting: veranderingen in temperatuur en luchtdeeltjes**

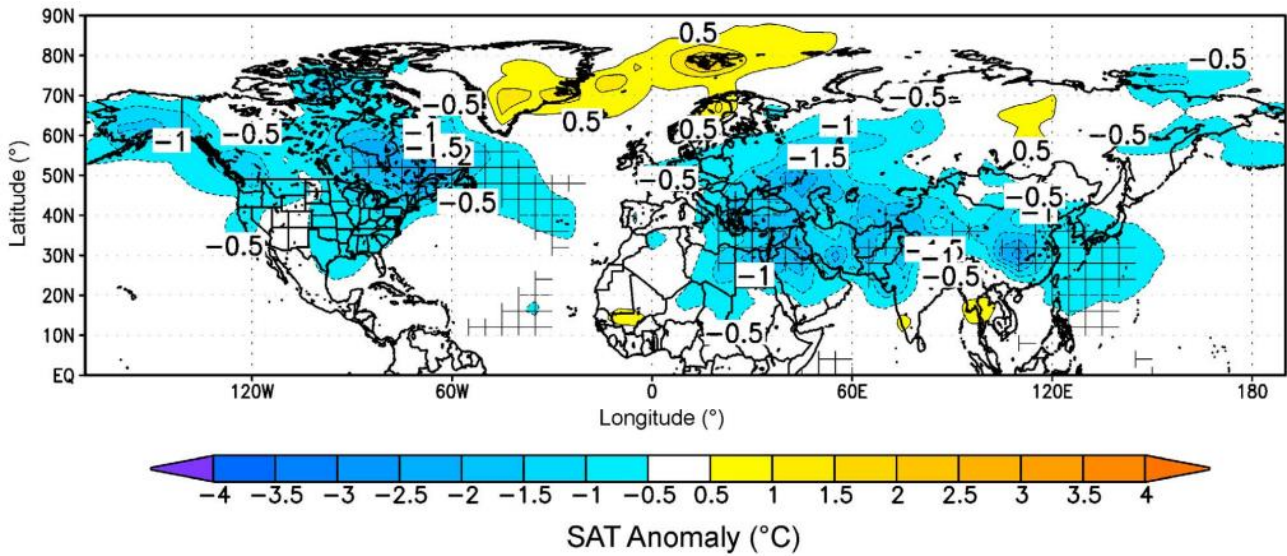


Figuur 3 toont de gesimuleerde klimaat effecten van de Laki-uitbarsting in 1783-1784.

In paneel (a) zie je de gemiddelde temperatuurveranderingen ( $^{\circ}\text{C}$ ) op het noordelijk halfrond, vergeleken met een 30-jarige controleperiode. De resultaten laten een duidelijke afkoeling van ongeveer  $1^{\circ}\text{C}$  zien in de maanden na de uitbarsting, met de grootste daling in september. Paneel (b) toont de hoeveelheid sulfaatdeeltjes in de lucht, die in augustus het hoogst was en daarna afnam. Deze hoeveelheid geeft aan hoeveel zonlicht werd

geblokkeerd door de deeltjes.

**Figuur 4: Wintertemperatuurafwijkingen veroorzaakt door de Laki-uitbarsting 1783–1784**



Deze figuur toont de gesimuleerde temperatuurveranderingen (°C) op het noordelijk halfrond tijdens de winter van 1783–1784 (december-februari), gebaseerd op modelberekeningen. De resultaten laten aanzienlijke afkoeling zien, met een temperatuurafname van maximaal 2°C in delen van Noord-Amerika en tot 0,5°C in Centraal-Europa.

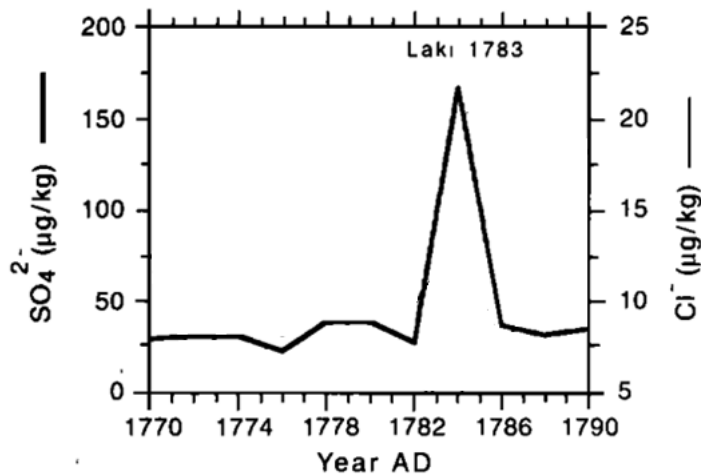
#### Dataset 4

Zielinski, G. A., Fiacco, R. J., Mayewski, P. A., Meeker, L. D., Whitlow, S., Twickler, M. S., Germani, M. S., Endo, K., & Yasui, M. (1994). Climatic impact of the A.D. 1783 Asama (Japan) eruption was minimal: Evidence from the GISP2 ice core. *Geophysical Research Letters*, 21(22), 2365-2368. <https://doi.org/10.1029/94GL02481>

#### Ter inleiding

Dit onderzoek onderzoekt de klimaateffecten van de Asama- en Laki-vulkaanuitbarstingen in 1783. Monsters uit de GISP2-ijskern in Groenland werden geanalyseerd om vulkanische deeltjes en glas te vinden. Door de samenstelling en concentratie van deze deeltjes te bestuderen, konden de onderzoekers het effect van beide uitbarstingen op het klimaat onderscheiden. De analyse van de ijskern helpt om de wereldwijde en regionale effecten van de uitbarstingen te begrijpen.

**Figuur 1: Tijdreeks van  $\text{SO}_4^{2-}$ - en  $\text{Cl}^-$ -concentraties rondom de Laki-uitbarsting van 1783 in de GISP2-ijskern**



Deze grafiek toont de veranderingen in de concentraties van twee stoffen,  $\text{SO}_4^{2-}$  (sulfaat) en  $\text{Cl}^-$  (chloride), die zijn gemeten in monsters uit de GISP2-ijskern. Sulfaat komt vaak vrij bij vulkaanuitbarstingen, terwijl chloride een veelvoorkomende stof is in zeewater. Door de concentraties van deze stoffen in het ijs te meten, kunnen wetenschappers meer te weten komen over vulkanische activiteit in het verleden. De jaartallen in de grafiek vertegenwoordigen de zomer van dat jaar.

#### Tekstbron 1: Conclusies en discussie (vertaald naar het Nederlands en vereenvoudigd)

Onze analyse laat zien dat het grote signaal rond 1783 in de Groenlandse ijskernen waarschijnlijk bijna volledig werd veroorzaakt door de deeltjes van de Laki-uitbarsting. Schattingen van de hoeveelheid zwavelzuur ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) die door de uitbarsting in de hogere luchtlagen werd gebracht, variëren tussen 100 en 200 miljoen ton. Het is moeilijk om de gegevens uit de ijskernen precies te begrijpen door de invloed van de lagere luchtlagen. Toch concluderen we dat de meeste klimaat- en weerveranderingen in de jaren 1780 veroorzaakt werden door de Laki-uitbarsting.