


# WERNER HEISENBERG:

## *honderd jaar kwantummechanica*

**LWSK *3 november 2026***

Theo de Vries

# HONDERD JAAR GELEDEN, IN 1925, ONTSTOND DE MODERNE KWANTUMMECHANICA, OP DE SCHOUDERS VAN PLANCK, EINSTEIN EN BOHR

… Op zijn 23e jaar ontdekte Heisenberg de moderne kwantummechanica. De betekenis ervan was en is veel omvattend.

Wie was die Heisenberg? En waarom is de moderne kwantummechanica zo belangrijk?



# WAAROM IS KWANTUMMECHANICA ZO BELANGRIJK?

**OMDAT:**

Ons leven en onze economieën zullen binnenkort ingrijpend veranderen, net zoals stoom, elektrische tractie, radiocommunicatie en elektronica dat al hebben gedaan

*(UK National Technologies Programme –UK Research and Innovation,2024)*

**TOEPASSINGEN IN**:

Computers, AI, wereldwijde communicatie, precisie navigatie, nanotechnologie, LED'S, high def. TV screens, smartphones.  Lasers, transistors, superconductors en  microchips zijn allemaal producten van het kwantum tijdperk. Kwantumcomputers en onkraakbare kwantumcryptografie (voor absolute veiligheid van data).

**ECONOMIE:**

Ons vierde jaarlijkse *Quantum Technology Monitor* -rapport laat zien dat de sterk stijgende investeringen en de sneller dan verwachte innovatie de kwantummarkt binnen tien jaar naar 100 miljard dollar kunnen stuwen.

*(Mc. Kinsey, Het Jaar van de Kwantum: Van concept naar realiteit in 2025)*

# FOCUS OP HEISENBERG (1)

Er waren honderd jaar geleden vele genieën betrokken bij de kwantummechanica. Maar om te begrijpen hoe deze bizarre wetenschap verweven raakte met de donkerste politieke geschiedenis van de twintigste eeuw, focussen we op één man:

**Werner Heisenberg**

# FOCUS OP HEISENBERG (2)

1. Heisenberg gaf als eerste een sluitende wiskundige theorie voor de kwantummechanica.
2. Zijn Onzekerheidsprincipe (1927): Dit verklaart dat je de plaats en snelheid van een (subatomaire) deeltje nooit tegelijk exact kunt weten. Dit veranderde onze filosofische blik op de realiteit voorgoed (exit determinisme).
3. Heisenberg had in principe de gereedschappen voor een atoombom. Dit bleek essentieel voor de rol in de relatie tussen politiek en wetenschap

# INHOUD

1. **JONGE JAREN HEISENBERG**
2. **BELANGRIJKE VORMENDE JAREN: 1923-1927**
3. **HOOGTEPUNTEN VOOR HEISENBERG: 1927-1933**
4. **1933-1941 MOEILIJKE JAREN: Nationaal socialisme**
5. **1941: BEZOEK HEISENBERG AAN BOHR**
6. **OORLOGSJAREN 1941-1945**
7. **NACHSPIEL (1945-1946)**
8. **1946-1958: HERSTEL NATUURWETENSCHAPPEN**
9. **TOT SLOT**

# 1. JONGE JAREN HEISENBERG



**Vader en zoon** Heisenberg (rechts) en zijn broer Erwin,
voordat vader in 1914 ten strijde trok in de Eerste Wereldoorlog.

Foto: Max-Planck-Institut

Geboren in 1901 in Würzburg. In 1910 verhuisde het gezin naar München

**Werner groeide op in een zeer academisch milieu:**
**Vader:** Professor in de Byzantijnse taal- en letterkunde. Wakkerde een felle intellectuele en fysieke rivaliteit aan tussen zijn zonen.
**Moeder:** Dochter van de rector van het Maximiliansgymnasium. Zij temperde de felle onderlinge strijd.
**Broer Erwin:** Eveneens hoogbegaafd; Werners constante maatstaf.
**Sfeer thuis:** Extreem competitief.

# Terzijde:

De competitiedrang zat zo diep, dat de broers zelfs bij simpele spelletjes zoals schaken of hardlopen ruzie konden krijgen als er eentje verloor. Werner kon er als kind simpelweg niet tegen om de mindere te zijn. Dat verklaart mede waarom hij later in de natuurkunde ook altijd de absolute top wilde bereiken.

# SCHOOLTIJD

In 1910 verhuisde het gezin naar München, waar Werner naar het prestigieuze **Maximiliansgymnasium** ging. Hij blonk uit in:

- **Wiskunde:** Hij was zo ver vooruit dat hij zichzelf calculus (analyse) leerde en probeerde de getaltheorie te doorgronden terwijl hij nog op school zat.
- **Muziek:** Hij was een begaafd pianist, een passie die hij zijn hele leven behield.

# …. Verzet tegen de Münchner Räterepublik (7 april – begin mei 1919)







… Hij nam actief deel in de(para)militaire organisatie tegen de Münchner Räterepublik (1919)

(D.C. CASSEDY :Beyond uncertainty p56)



# WITTELSBACHER PALAIS 1919

Hier was Heisenberg gestationeerd, tussen de militaire taken las hij hier zijn boeken, waaronder de Griekse klassiekers




De ‘Witten’ trekken München binnen

Einde Witte terreur

Heisenberg moet op de hoogte zijn geweest van vele executies, gevangenen ‘*auf der Flucht erschossen’ etc.*

**Het doel was belangrijker**

# VORMING VAN ZIJN WERELDBEELD

… De jonge intellectueel die enerzijds gevangen zat in de romantische idealen van de Duitse jeugdbeweging (Pfadfinder) en anderzijds plotseling werd ondergedompeld in de brute realiteit van politiek geweld en radicalisering.

Deze periode liet daarom een diepe indruk achter op de jonge Heisenberg. Het versterkte zijn nationalistische gevoelens, zijn plichtsbesef, en zijn verlangen naar orde in een wereld die in puin lag.

# DE MAATSCHAPPIJ

Lid Pfadfinder, München
Actief in semi-militaire Duitse jeugdbeweging

Rond zijn 18-19e verjaardag en daarna:

Scherp bewust van zijn maatschappelijke omgeving
Rebellie tegen niet-ideale waarden
(kapitalisme, materialisme,
hypocrisie en morele decadentie)

Gehechtheid aan kring van gelijkgestemde
vrienden liefde voor natuur, grote
affiniteit met de Duitse cultuur, nationalisme groeit

# UNIVERSITAIRE STUDIE 1920-1923 (1)

**De start van zijn studie in München:** Heisenberg begint aan zijn universiteitsopleiding aan de Ludwig Maximilians-Universiteit in München. Theoretische wiskunde is favoriet.

**Teleurstelling**: Teveel ambitie: hij wil direct geavanceerde wiskunde gaan studeren, wordt niet gewaardeerd (prof Lindemann).

**Dan theoretische fysica** bij Arnold Sommerfeld: zijn genie wordt herkend.



Arnold Sommerfeld

# UNIVERSITAIRE STUDIE 1920-1923 (2)

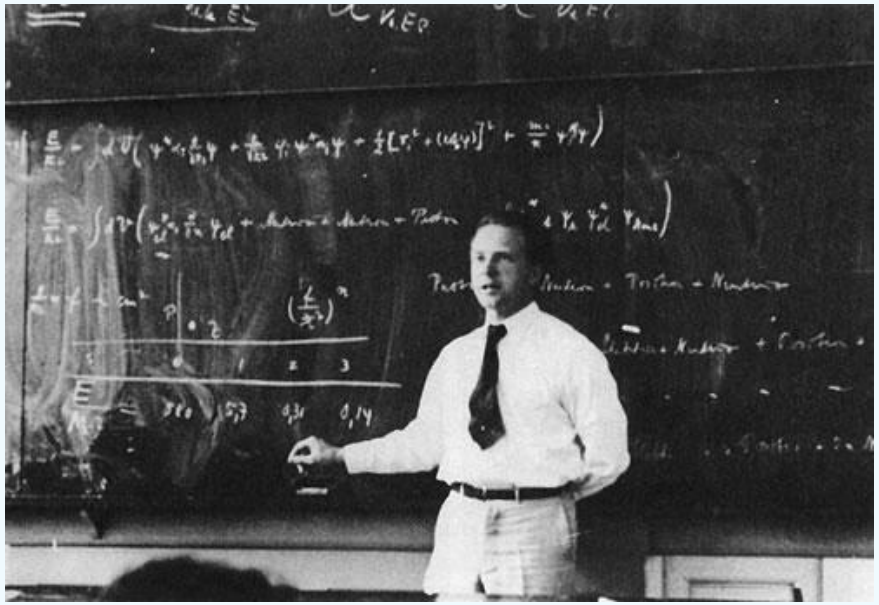
Tussen 1920 en 1923 beleefde Werner Heisenberg een stormachtige opkomst in de wereld van de theoretische natuurkunde. In slechts drie jaar transformeerde hij van een beginnend student tot de belangrijkste assistent van de beroemde fysicus Arnold Sommerfeld. (München)

Hij werd geconfronteerd met alsmaar zoeken naar wiskundige wetmatigheden in atoomdata, leverde niet veel op, duidelijk werd wel dat een totale nieuwe kijk op de kwantumtheorie noodzakelijk was,

*(Hoewel zijn passie bij de kwantumfysica lag, moest hij voor zijn promotie in München in 1923 werken aan een klassiek probleem:* ***hydrodynamica*** *de overgang van laminaire naar turbulente stroming).*

# 2. BELANGRIJKE VORMENDE JAREN: 1923-1927

# -DE KWANTUMREVOLUTIE-



# 1924 -1927 : Assistent bij Max Born in Göttingen

Heisenberg trok de pijnlijke conclusie dat de klassieke mechanica simpelweg niet werkte op atomaire schaal. Samen met Born ontdekte hij dat het onmogelijk was om de positie en baan van een elektron te visualiseren in overeenstemming met de toenmalige wetten. Dit leidde tot het groeiend besef dat er een **geheel nieuwe mechanica** nodig was.

Een bezoek aan Bohr (Kopenhagen) – die het zgn. baanmodel omarmde, lag voor de hand.

# sept 1924-mei 1925: GASTONDERZOEKER BIJ NIELS BOHR IN KOPENHAGEN

Heisenberg stelt de cruciale filosofische vraag: heeft het überhaupt zin om over "banen" te spreken als we ze nooit kunnen meten?
***Wetenschap moet uitsluitend rusten op meetbare grootheden***.

(*in hoeverre Machs opvatting dat de natuurkunde zich moest ontdoen van onbewijsbare concepten is hier niet duidelijk)*

Vanwege een allergie besloot Heisenberg zijn onderzoek op een kaal eiland Helgoland voort te zetten (1925)

# DE DOORBRAAK OP HELGOLAND

Begin juni – half juni 1925

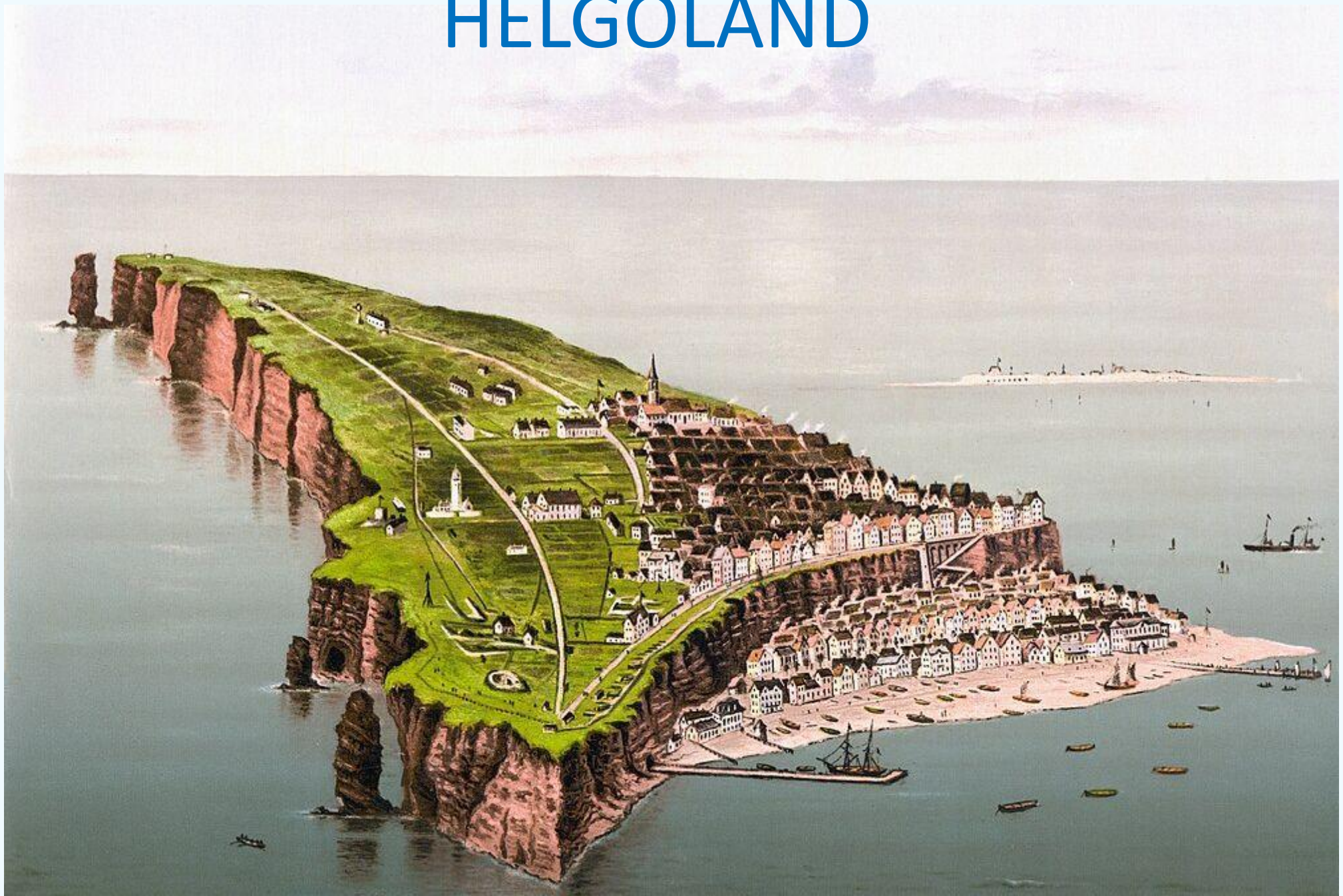
Geteisterd door hevige hooikoorts vlucht de 23-jarige Heisenberg naar het kale, boomloze rotseiland Helgoland in de Noordzee.

In absolute isolatie, bevrijd van afleiding, formuleert hij de revolutionaire wiskundige doorbraak die de basis legt voor de gehele kwantummechanica.

# WAAR LIGT HELGOLAND?



# HELGOLAND




IM JUNI DES JAHRES 1925
GELANG HIER AUF HELGOLAND
DEM 23-JÄHRIGEN
WERNER HEISENBERG
DER DURCHBRUCH
IN DER FORMULIERUNG
DER QUANTENMECHANIK
DER GRUNDLEGENDEN THEORIE
DER NATURGESETZE
IM ATOMAREN BEREICH
DIE DAS MENSCHLICHE DENKEN
WEIT ÜBER DIE PHYSIK HINAUS
TIEFGREIFEND BEEINFLUSST HAT


IM JUNI DES JAHRES 1925
GELANG HIER AUF HELGOLAND
DEM 23-JÄHRIGEN
WERNER HEISENBERG
DER DURCHBRUCH
IN DER FORMULIERUNG
DER QUANTENMECHANIK,
DER GRUNDLEGENDEN THEORIE
DER NATURGESETZE
IM ATOMAREN BEREICH,
DIE DAS MENSCHLICHE DENKEN
WEIT ÜBER DIE PHYSIK HINAUS
TIEFGREIFEND BEEINFLUSST HAT.
Foto Maisenbacher

IM JUNI DES JAHRES 1925
GELANG HIER AUF HELGOLAND
DEM 23-JÄHRIGEN
**WERNER HEISENBERG**
DER DURCHBRUCH
DER QUANTENMECHANIK
DER GRUNDLEGENDEN THEORIE
DER NATURGESETZE
IN ATOMAREN BEREICH
DIE DAS MENSCHLICHE DENKEN
WEIT ÜBER DIE PHYSIK HINAUS
TIEFGREIFEND BEEINFLUSST HAT

IN JUNI VAN HET JAAR 1925
FORMULEERDE HIER OP HELGOLAND
DE 23-JARIGE
**WERNER HEISENBERG**
DE DOORBRAAK
IN DE KWANTUMMECHANICA,
DE FUNDAMENTELE THEORIE
VAN DE NATUURWETTEN
OP ATOMAIR NIVEAU,
DIE HET MENSELIJK DENKEN
TOT VER BUITEN DE NATUURKUNDE
DIEPGAAND HEEFT BEÏNVLOED.

Max Planck Institut für Physik und Deutsche physikalishe Gesellschaft Juni 2000

# DE WEG NAAR DE PUBLICATIE

- **Manuscript (handgeschreven) naar Max Born** (begin juli 1925), zijn mentor in Göttingen. Heisenberg (*pas 23 jaar oud*) was uiterst onzeker over de vreemde  wiskunde die hij had gebruikt;

- **Born herkent de wiskunde direct**. Zag dat er sprake was van **matrixalgebra** aanpak (door niet-communitativiteit, waarbij de volgorde van vermenigvuldiging uitmaakt ).

- **Samenwerking en Publicatie**. Born vraagt zijn assistent Pascual Jordan de formele lineaire algebra strak te trekken. De kernformule van Heisenberg krijgt zijn definitieve vorm. Het voltooide artikel wordt op 29 juli 1925 verzonden naar het prestigieuze *Zeitschrift für Physik*.

ermöglichen, als es der Gleichung (1) entspricht, so wäre die Quantenmechanik unmöglich. Diese Ungenauigkeit, die durch Gleichung (1) festgelegt ist, schafft also erst Raum für die Gültigkeit der Beziehungen, die in den quantenmechanischen Vertauschungsrelationen

$$pq - qp = \frac{h}{2\pi i}$$

ihren prägnanten Ausdruck finden; sie ermöglicht diese Gleichung, ohne daß der physikalische Sinn der Größen $p$ und $q$ geändert werden mußte.

Für diejenigen physikalischen Phänomene, deren quantentheoretische Formulierung noch unbekannt ist (z. B. die Elektrodynamik), bedeutet Gleichung (1) eine Forderung, die zum Auffinden der neuen Gesetze nützlich sein mag. Für die Quantenmechanik läßt sich Gleichung (1) durch eine geringfügige Verallgemeinerung aus der Dirac-Jordanschen Formulierung herleiten. Wenn wir für den bestimmten Wert $\eta$ irgend eines Parameters den Ort $q$ des Elektrons zu $q'$ bestimmen mit einer Genauigkeit $q_1$, so können wir dieses Faktum durch eine Wahrscheinlichkeitsamplitude $S(\eta, q)$ zum Ausdruck bringen, die nur in einem Gebiet der ungefähren Größe $q_1$ um $q'$ von Null merklich verschieden ist. Insbesondere kann man z. B. setzen

$$S(\eta, q) \text{ prop } e^{-\frac{(q-q')^2}{2q_1^2} - \frac{2\pi i}{h} p'(q-q')}; \text{ also } S\bar{S} \text{ prop } e^{-\frac{(q-q')^2}{q_1^2}}. \quad (3)$$

Dann gilt für die zu $p$ gehörige Wahrscheinlichkeitsamplitude

$$S(\eta, p) = \int S(\eta, q) S(q, p)\, dq. \quad (4)$$

Für $S(q, p)$ kann nach Jordan gesetzt werden

$$S(q, p) = e^{\frac{2\pi i p q}{h}}. \quad (5)$$

Dann wird nach (4) $S(\eta, p)$ nur für Werte von $p$, für welche $\frac{2\pi(p-p')q_1}{h}$ nicht wesentlich größer als 1 ist, merklich von Null verschieden sein. Insbesondere gilt im Falle (3):

$$S(\eta, p) \text{ prop } \int e^{\frac{2\pi i(p-p')q}{h} - \frac{(q'-q)^2}{2q_1^2}} dq,$$

d. h.

$$S(\eta, p) \text{ prop } e^{-\frac{(p-p')^2}{2p_1^2} + \frac{2\pi i}{h} q'(p-p')}; \text{ also } S\bar{S} \text{ prop } e^{-\frac{(p-p')^2}{p_1^2}},$$

wo

$$p_1 q_1 = \frac{h}{2\pi}. \quad (6)$$

*W. HEISENBERG (1925): Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen, Zeitschrift für Physik* 33 (1)

# DE WETENSCHAPPELIJKE FOCUS

Waar Planck en Einstein de eerste losse bouwstenen vonden, was het de pas 23-jarige Heisenberg die als eerste met een sluitende wiskundige theorie voor de kwantummechanica kwam. In feite gaf hij de wiskundige basis voor de diepere structuren van natuurwetten.

Hieruit volgde in 1927 de **onzekerheidsrelatie** dat plaats en snelheid van een deeltje nooit tegelijk exact kunt weten. Dit veranderde onze filosofische blik op de realiteit voorgoed.

De formule:

# DE ONZEKERHEIDSRELATIE VAN HEISENBERG (1927)

$$\Delta x * \Delta p \geq \hbar/2$$

Δx: onzekerheid van plaats, Δp : onzekerheid van moment (snelheid)

Dit betekent dat we de natuur op subatomair niveau nooit volledig kunnen kennen. Waar Bohr nog dacht in banen (positie én snelheid), bewees Heisenberg met zijn onzekerheidsrelatie dat je die twee nooit tegelijkertijd precies kunt weten. Het universum bleek op subatomair niveau fundamenteel onzeker te zijn.

# DE CONCURRENT



**Erwin Schrödinger** (1887-1961)

Er was een felle wetenschappelijke strijd tussen Heisenbergs abstracte aanpak (1925) en de golfmechanica (1926, een jaar later) van Erwin Schrödinger.

# VERSCHILLEN FORMULES HEISENBERG EN SCHRÖDINGER

H: gebaseerd op discrete deeltjes

S: gebaseerd op continue golven (**ψ)**

H: matrix algebra

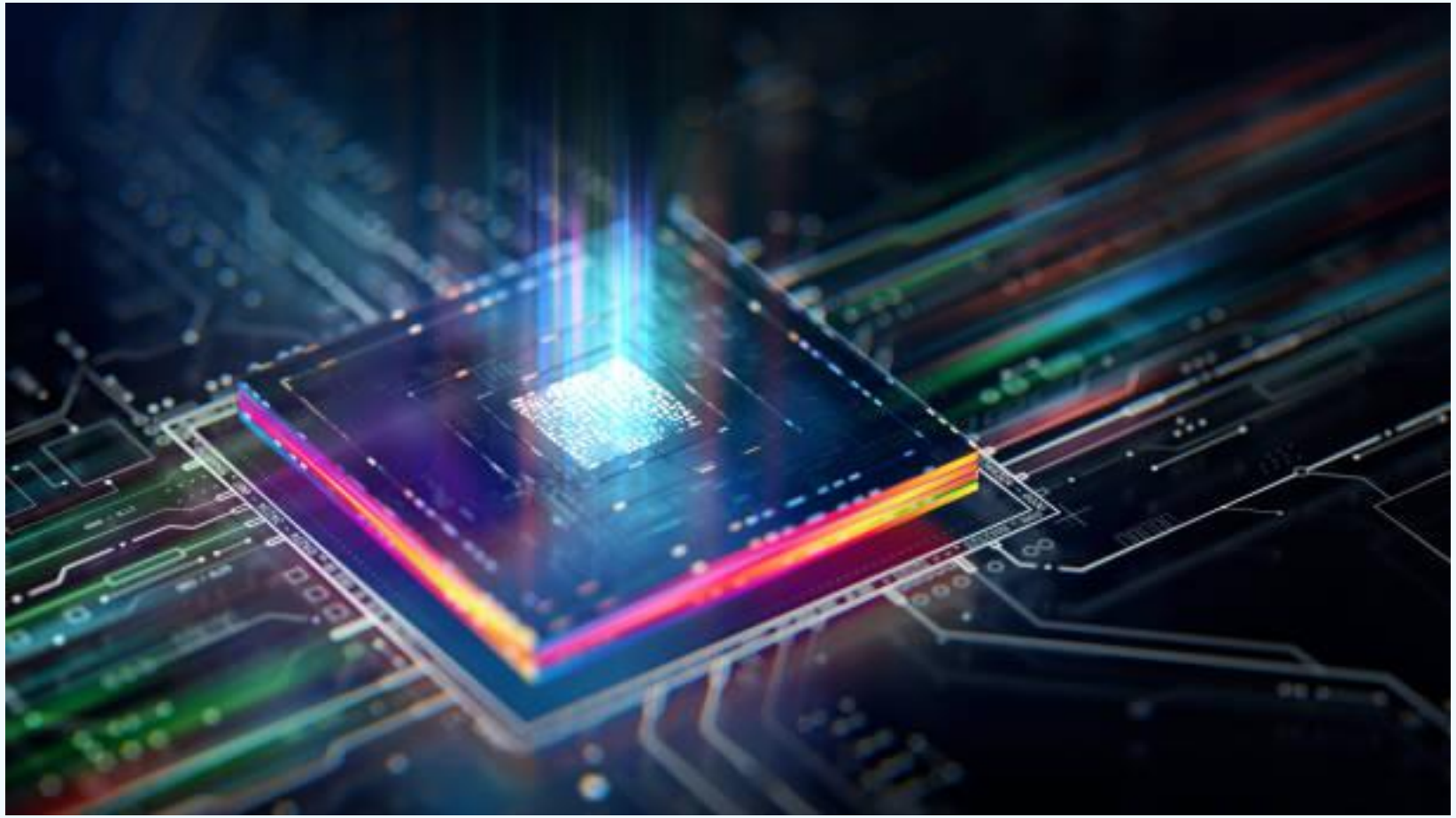
S: (partiële) differentiaal vergelijkingen

H: we kunnen geen mentale voorstelling geven van het atoom

S: Het elektron is een soort uitgesmeerde golf rond de kern

***Hun formules lijken heel verschillend maar zijn wiskundig equivalent (bewezen door Schrödinger in 1926)***

# 3. HOOGTEPUNTEN VOOR HEISENBERG (1927-1933)



# HOOGTEPUNTEN VOOR HEISENBERG: 1927-1933

- De onzekerheidsrelatie (1927).
- Hoogleraar in theoretische fysica Leipzig (1927), op 26–jarige leeftijd, jongste hoogleraar in Duitsland. Leipzig werd wereldcentrum voor moderne fysica.
- Debatten op Solvayconferentie (1927)
- 1932: Nobelprijs voor natuurkunde: "voor de schepping van de kwantummechanica …" op de leeftijd van 31 jaar. (Schrödinger in 1933)

# HEISENBERG HOOGLERAAR IN LEIPZIG, 1927-1942



Zijn leeropdracht was de theoretische fysica. Hij gaf leiding aan het Instituut voor Theoretische Fysica: onderwijs en onderzoek in de geavanceerde theoretische natuurkunde, met nadruk op de kwantummechanica.

# DE 5e SOLVAYCONFERENTIE 1927

De kerndiscussie op de conferentie was hoe strikt de wetenschappelijke methode moet zijn om te gaan met de rol van de waarnemer en met het onzekere?
Einstein: ‘God dobbelt niet’: ***determinisme***
Bohr : ‘Stop met God te vertellen wat Hij moet doen!’: ***probabilisme***

## DUS:

Het klassieke determinisme van de natuurkunde versus
de probabilistische zienswijze van de kwantummechanica;
deze werd later de “Kopenhaagse interpretatie” genoemd

Belangrijk in de discussie waren:
Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg en Schrödinger
(de eerste drie Nobelprijs, de twee laatste kregen die prijs in 1932 en 1933)

**Lorentz was voorzitter van de 29 deelnemers: 17 hadden of kregen de Nobelprijs**

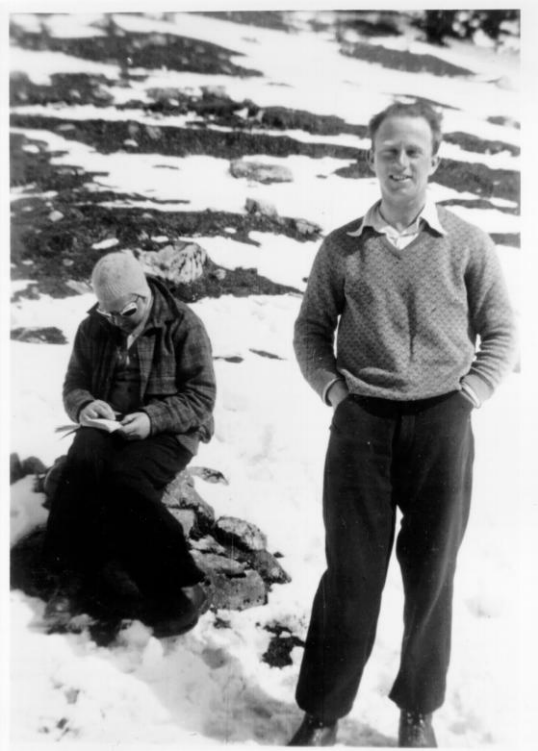
# DE SOLVAYCONFERENTIE 1927

## *Elektronen en fotonen* — het debat over de toen gloednieuwe kwantummechanica



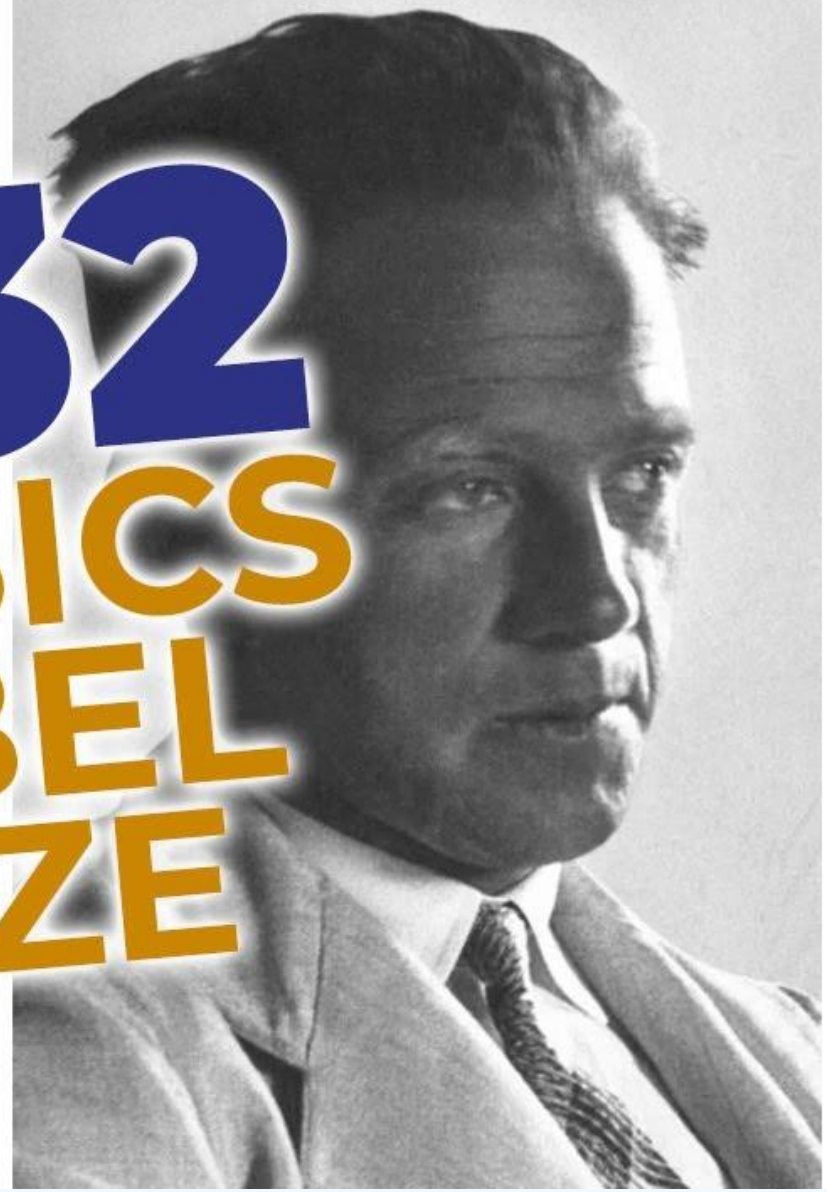

PLANCK EINSTEIN SCHRÖDINGER HEISENBERG BOHR

# 1931: VAKANTIE IN TIROL



Skivakantie in Tirol, rollen lijken omgekeerd, Bohr maakt notities, kennelijk van de discussies met Heisenberg.

# 1932 PHYSICS NOBEL PRIZE

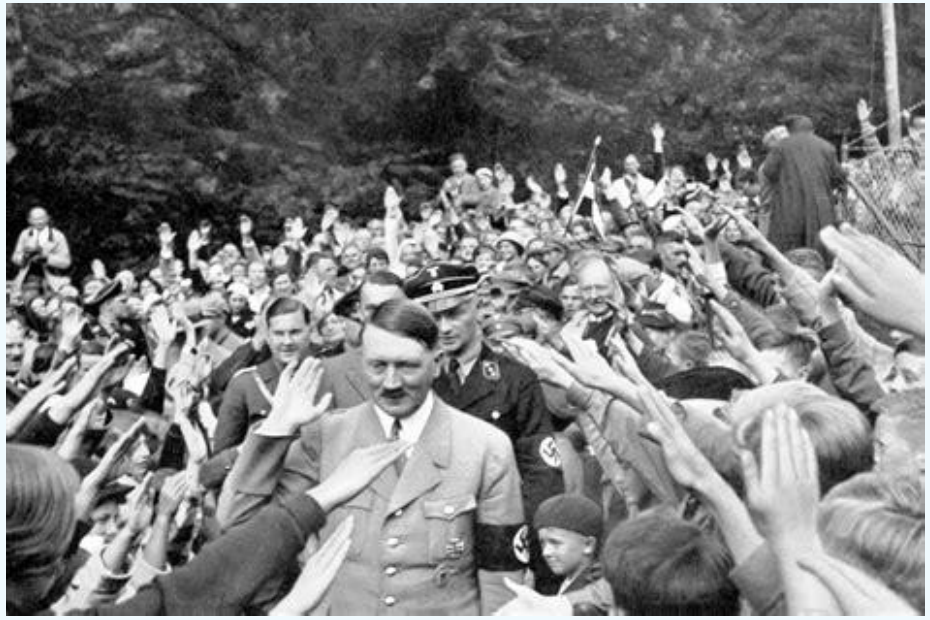





"Voor de creatie van de kwantummechanica…”

# 4. 1933-1941 MOEILIJKE JAREN

## Nationaal socialisme



# 1933: HITLER AAN DE MACHT

*7 april 1933:*

**Gesetz zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums**
(Wet tot herstel van het ambtenarenapparaat):

*Zuiveringen in de universiteiten:*
*Joden en vijanden van het naziregime ontslagen,*
*Exodus van wetenschappers*

*Tot 1938 verlieten ongeveer 40-50% van alle wetenschappers Duitsland*)*

**)International scientific migration, YM Rabkin:* Migration of Scientists in the History of Science in Totalitarian Societies 30 Dec 1999

# Terzijde: UITTREDENDE NATUURKUNDIGEN 1932-1938

Tabelle 1
Austritte aus der DPG

| Im Lauf des Jahres | Austritte insgesamt (inklusive der unbekannten Zahl von Streichungen aufgrund ausstehender Beiträge) | Austritte von Mitgliedern, von denen nachweislich bekannt ist, dass sie (potentielle) Opfer von „rassischer" oder politischer Diskriminierung waren |
|---|---|---|
| 1932 | 69 | entfällt |
| 1933 | 113 | 19 |
| 1934 | 74 | 4 |
| 1935 | 108 | 29 |
| 1936 | 32 | 5 |
| 1937 | 51 | 8 |
| 1938 | 121 | 47 |
| | | |
| Summe ab 1933 | 499 | 112 |

Die Gesamtzahl der Mitglieder schwankte zwischen 1225 (Anfang 1933) und 1079 (1939)

DPG:Deutsche Physikalische Gesellschaft (opgericht in 1845)

Hoffmann D; Walker M.(Hrsg.): Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Berlin: Wiley, 2006, S. 91-138.

***Niet alleen werden de universiteiten gezuiverd, ook de output werd onder de loep genomen:***

**Kultus minister Bernard Rust, toespraak hoogleraren in München, april 1933:**

**”Von jetzt ab kommt es für Sie nicht darauf an festzustellen ob etwas wahr ist sondern ob es im Sinne der nationalsozialistischen Revolution ist”**

*Heisenberg komt daardoor in een uiterst ingewikkelde en gevaarlijke spagaat terecht:*

Geciteerd uit E. Niekisch, Das Reich der niederen Dämonen (1953) p 197

# ZUIVERINGEN

De nazi's maakten de wetenschap (en technologie) ondergeschikt aan hun ideologie en rassenwaan. Problemen ontstonden in research (bv theoretische natuurkunde) maar ook in de industrie.

Carl Bosch*) zou in lente 1933 tegen Hitler hebben gezegd dat door de zuiveringen de Duitse natuur- en scheikunde een eeuw vertraging zouden oplopen. Hitler brulde:

***„Dann werden wir hundert Jahre lang ohne Physik und Chemie arbeiten!"**)***

*) Grondlegger IG Farben en Nobelprijswinnar 1931 **) Der Spiegel 8/1988

# Gevolg: *DEUTSCHE* PHYSIK

Stroming waarin de paradigmawisseling uit de vroege 20$^{e}$ eeuw werd ontkend (relativiteitstheorie, kwantummechanica) - want “Joodse natuurkunde”. Paste niet in partijideologie. Aanschouwelijkheid stond centraal. Gangmakers waren twee Nobelprijswinnaars, te weten Lenard en Stark. Aanhangers waren voornamelijk 50+ers.

***Niet de minste natuurkundigen deden mee, een hetze volgde***

Zie bijv. Mehrtens H en Richter S: Naturwissenschaft und NS-Ideologie (1980) p116 ev Suhrkamp

# AANVAL OP HEISENBERG *(1)*

Heisenberg bleef opkomen voor de juistheid van Einstein's theorieën.
In 1937 (15 juli) noemde het SS-blad *Das Schwarze Korps* Heisenberg daarom een "Witte Jood" die moest "verdwijnen", wegens *"Joodse" theoretische natuurkunde*":

*„Heisenberg ist nur ein Beispiel für manche andere.*
*Sie allesamt sind Statthalter des Judentums im deutschen Geistesleben,*
*die ebenso verschwinden müssen wie die Juden selbst.“*

(Heisenberg is slechts één voorbeeld voor vele anderen.
Zij zijn allen vertegenwoordigers van het Jodendom in het
Duitse intellectuele leven, die ook moeten verdwijnen,
net zoals de Joden zelf moeten verdwijnen.)

# AANVAL OP HEISENBERG *(2)*

Een gevaarlijk stigma dat betekende dat hij intellectueel gezien als 'Joods sympathisant' werd beschouwd en moest worden vervolgd.

Heisenberg werd vervolgens door de Gestapo verhoord en zijn mogelijke carrière (zoals de beoogde opvolging van Arnold Sommerfeld in München) werd geblokkeerd door politieke inmenging.

Heisenberg besloot echter niet te emigreren, maar schreef een persoonlijke brief aan Heinrich Himmler

# „Weiße Juden" in der Wissenschaft

**Es gibt eine primitive Art des Antisemitismus, die sich darauf beschränkt, den Juden an sich zu bekämpfen. Ihre Anhänger geben sich damit zufrieden, daß ein klarer Trennungsstrich zwischen Deutschen und Juden gezogen ist. Sie meinen, das Problem sei gelöst, wenn einer Blutvermischung Einhalt geboten wird und Juden am politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Leben der Nation nicht mehr teilnehmen dürfen. Als totalste Lösung schwebt ihnen ein jüdischer Auszug nach Palästina oder sonstwohin vor. Der Augenblick, in dem Deutschland solcherart judenrein würde, müßte dann folgerichtig auch das Ende des Antisemitismus sein.**

**Diese Anschauung ist zwar bestechend durch ihre Einfachheit, krankt aber an einem Denkfehler. Würden wir die Juden nach den alten, nicht einmal unverkennbaren Merkmalen der krummen Nasen und krausen Haare bekämpfen, so wäre dieser Kampf ein Kampf gegen Windmühlen. Die Tatsache aber, daß wir den jüdischen Einfluß auf die Politik und das kulturelle Leben bekämpfen mußten und den jüdischen Einfluß auf die deutsche Wirtschaft weiterhin bekämpfen müssen, beweist bereits, daß es nicht um die Juden „an sich" geht, sondern um den Geist oder Ungeist, den sie verbreiten, eben um das, was man Einfluß nennt.**

Es wird leider so sein, daß wir nach der idealen Lösung einer jüdischen Auswanderung immer noch gegen jüdische Einflüsse ankämpfen werden müssen und daß für einen aktiven Antisemitismus immer noch ein weites Betätigungsfeld verbleibt, selbst wenn es im ganzen Deutschen Reich keine einzige Krummnase gibt. Denn es ist leider so, daß die furchtbare Gefahr der Verjudung unseres öffentlichen Lebens und die Macht des jüdischen Einflusses, die der Nationalsozialismus dämmen mußte, nicht allein von dem zahlenmäßig schwachen Judentum getragen wurde, sondern in nicht geringerem Maße auch von solchen Menschen arischen Geblüts, die sich für den jüdischen Geist empfänglich zeigten und ihm hörig wurden.

Der Sieg des rassischen Antisemitismus ist deshalb nur als Teilsieg zu werten. Wir dürfen uns nicht damit begnügen, auf der restlosen Durchführung der Nürnberger Gesetze zu bestehen und auf Lösung des noch offenen Problems „Juden in der Wirtschaft" zu dringen. Wir müssen auch den jüdischen Geist ausrotten, der heute ungestörter denn je seine Blüten treiben kann, wenn seine Träger über die schönsten Ariernachweise verfügen.

Denn nicht der Rassejude an sich ist uns gefährlich gewesen, sondern der Geist, den er verbreitete. Und ist der Träger dieses Geistes nicht Jude, sondern Deutscher, so muß er uns doppelt so bekämpfenswert sein als der Rassejude, der den Ursprung seines Geistes nicht verbergen kann.

**und propagiert hat, weil sie die Voraussetzung für eine unkontrollierbare Selbstherrlichkeit schuf.**

Am klarsten erkennbar ist der jüdische Geist wohl im Bereich der Physik, wo er in Einstein seinen „bedeutendsten" Vertreter hervorgebracht hat. Während alle großen naturwissenschaftlichen Entdeckungen und Erkenntnisse auf die besonderen Fähigkeiten germanischer Forscher zur geduldigen, fleißigen und aufbauenden Naturbeobachtung zurückzuführen sind; während der germanische Forscher in der sogenannten Theorie immer nur ein Hilfsmittel sieht, das die Naturbeobachtung gegebenenfalls erleichtern, niemals aber ein Mittel zum Zweck werden kann; während die Erkenntnis der realen Wirklichkeit das einzige Ziel seiner Forschung ist, dem er auch die eigene Hilfstheorie opfert, wenn sie sich als unrichtig oder ungenügend erweisen sollte, hat der in den letzten Jahrzehnten vordringende jüdische Geist die dogmatisch verkündete, von der Wirklichkeit losgelöste Theorie in den Vordergrund zu schieben gewußt. Durch spitzfindige Verallgemeinerung vorhandener Erkenntnisse, durch geschicktes Jonglieren mit mathematischen Formeln, durch vernebelnde Zweideutigkeiten wurde die Alleinherrschaft solcher Theorien begründet. Sie entsprachen dem jüdischen Geist und der jüdischen „Forschungsmethode" deshalb in so hohem Maße, weil sie die fleißige, geduldige, aufbauende Naturbeobachtung als überflüssig erscheinen ließen.

## Die Diktatur der grauen Theorie

**Von dem jüdischen Professor Leo Grätz, der in München wirkte, stammt der bezeichnende Satz, daß mit der Zeit der Experimentalphysiker gegenüber dem Theoretiker auf den Rang eines guten Mechanikers herabsinken würde, dem der Theoretiker Aufträge für experimentelle Untersuchungen geben würde. Und Einstein verkündete 1922 in einem Vortrag: „Man darf erwarten, daß die Theorie bald imstande sein wird, die Eigenschaften der chemischen Atome und ihre Reaktionen vorauszuberechnen, so daß sich die mühevollen, zeitraubenden experimentellen Arbeiten der Chemiker erübrigen werden."**

Diesem Bestreben, den der Wirklichkeit verbundenen Forscher in den Hintergrund zu drängen, folgte sehr schnell die Praxis.

**Die Juden Einstein, Haber und ihre Gesinnungsgenossen Sommerfeld und Planck regelten Wert der Theorie Eindruck bei den maßgebenden Stellen zu schinden und Kritiker seines Wirkens mundtot zu machen.**

Dieser Statthalter des Einsteinschen „Geistes" im neuen Deutschland wurde 1928 im Alter von 26 Jahren als Musterzögling Sommerfelds Professor in Leipzig, in einem Alter also, das ihm kaum Zeit geboten hatte, gründliche Forschungen zu betreiben. Er begann seine Tätigkeit, indem er den deutschen Assistenten seines Instituts entließ und dafür erst den Wiener Juden Beck, dann den Züricher Juden Bloch einstellte. Sein Seminar war bis 1933 vorwiegend von Juden besucht, und der engere Kreis seiner Hörer setzt sich auch heute noch aus Juden und Ausländern zusammen.

## Der „Ossietzky" der Physik

**Der politische Einfluß des jüdischen Geistes an den Universitäten war offenkundig; weniger offenkundig, aber ebenso schädlich war sein Einfluß in wissenschaftlicher Hinsicht, indem er die auf die Wirklichkeit eingestellte germanische Forschung durch den jüdischen Intellektualismus, dogmatischen Formalismus und propagandistischen Geschäftsbetrieb lähmte und die Studentenschaft sowie vor allem den akademischen Nachwuchs zu jüdischer Denkweise zu erziehen suchte.**

## Die Taktik wechselte

**Nun mußten zwar die rassejüdischen Dozenten und Assistenten im Jahre 1933 aus ihren Stellungen ausscheiden; auch werden gegenwärtig die arischen Professoren, die mit Jüdinnen verheiratet sind, abgebaut; aber die große Zahl der arischen Judengenossen und Judenzöglinge, welche früher offen oder versteckt die jüdische Macht in der deutschen Wissenschaft stützten, sind in ihren Stellungen geblieben und halten den Einfluß des jüdischen Geistes an den deutschen Universitäten aufrecht.**

Während sie noch bis zur Wahl des Führers zum Reichspräsidenten in ihrer Weltfremdheit mit einem baldigen Ende der nationalsozialistischen Regierung rechneten und sich darum einer öffentlichen Kundgebung für den Führer versagten, haben sie seit zwei Jahren ihre Taktik geändert; sie gebärden sich nämlich nunmehr äußerlich als national, frühere Pazifisten drängen sich zum Militärdienst, Judenzöglinge, die zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zusammen mit in- und ausländischen Juden veröffentlicht und noch 1929 an Kongressen von Sowjetjuden teilgenommen haben, suchen Verbindung mit Dienststellen von Partei und Staat.

***Außer mit ihrer nationalen oder sogar nationalsozialistischen Betätigung suchen sie noch mit folgenden Argumenten Einfluß auf maßgebende Stellen zu gewinnen: Als wissenschaftliche Fachleute seien sie und ihre Kandidaten für die Durchführung des Vierjahresplanes unentbehrlich; zudem seien sie von dem Ausland***

# REHABILITATIE HEISENBERG DOOR HIMMLER

Heisenberg gebruikte familieconnecties om de brief aan SS-leider **Heinrich Himmler** te geven. Dit liep via de moeders Annie Heisenberg en Anna Himmler. ("*Ach, wij moeders weten toch het beste hoe onze zonen in elkaar zitten. Ik zal het hem geven*.”) Dit lukte: Himmler rehabiliteerde hem, keurde het artikel in *Das Schwarze Korps* in 1938 af, mits Heisenberg de naam van Einstein niet meer zou noemen. Heisenberg ging daar op in, zijn positie werd gered, maar wel onder streng toezicht. Maar er was meer…



# DE PRIJS DIE HEISENBERG MOEST BETALEN

- CENSUUR: Naam Einstein mag niet worden genoemd, theorie mag wel.
- HOOGLERAARSCHAP MÜNCHEN (Sommerfeld): droompositie, toegewezen aan tweederangs nazi-fysicus
- LOYALITEIT: Niet uitspreken tegen nazi-wetenschap, **intellect inzetten voor het vaderland**. Betekent hierna: inzetten voor onderzoek (atoom-)bom en reactor. Ook: internationaal zich positief uitlaten over Duits onderzoek.
- PUBLIEKE STILTE EN ETHISCH COMPROMIS**:** Hij accepteerde dat zijn joodse collega's werden verjaagd zonder dat hij daar nog openlijk protest tegen aantekende.

Vintage niews, UCLA, Amercan scientist, Encyclopedia Brittanica

# WAAROM VLUCHTTE HEISENBERG NIET, WAAROM STEMDE HIJ IN MET HET VOORSTEL VAN HIMMLER ?

- Hij was een conservatieve nationalist: hij hield van Duitsland en zijn cultuur, los van de nazi-ideologie;
- Hij wilde de Duitse wetenschap behouden voor de toekomst, na de oorlog, ongeacht wie er aan de macht was;
- Hij was een meeloper (Mittläufer) die zijn genie inzette voor een kwaadaardig regime, ook al deed hij dat naar eigen zeggen (achteraf) met tegenzin…

*Opmerking: Schrödinger vluchtte wel, was wel in 1938 nog kort in Oostenrijk, schreef dan nog een slijmbrief naar Hitler, werd doorzien, vervolgens vertrok hij weer.*

# RELATIE MET GOEBBELS EN  GÖRING

**Het uithangbord:** Goebbels begreep dat nazi-Duitsland internationale prestige nodig had. Heisenberg was een "cultural asset". Goebbels eiste dat Heisenberg door bezet Europa reisde om lezingen te geven. Dit diende om de wereld te laten zien dat de Duitse cultuur en wetenschap nog steeds floreerden onder het hakenkruis.

**De pragmatiek:**. Göring was directeur van de Reichsforschungsrat, contacten met Heisenberg waren van belang voor kernfysisch onderzoek. Hij werd door Göring daarvoor gebruikt: hij zou wetenschappelijk leider worden van het later op te zetten militair belangrijke Uranverein.

# HET WAS EEN FAUSTIAANS PACT

Hij bleef in Duitsland, werkte samen met de fascistische autoriteiten waardoor hij zijn positie te beschermen en zijn instituut en projecten kon behouden.

*Hierdoor* legde hij de fundering voor zijn latere betrokkenheid bij het Duitse militaire uraniumproject (*Uranverein,*) tijdens de Tweede Wereldoorlog. Hij was *daardoor* in principe medeplichtig aan de oorlog van de nazi's. Wetenschap en politiek konden niet meer gescheiden worden.

# MOBILISATIE

Heisenberg werd opgeroepen voor militaire dienst. Opdracht was kreeg de wetenschappelijke leiding van het geheime unraniumproject – Uranverein-. Doel was kernenergie en/of atoombom te ontwikkelen.

Dit betekende dat Heisenberg meewerkte aan een zeer gevaarlijk wapen voor het Hitler-regime. Het karakter van de overeenkomst met Himmler werd nu duidelijk…

# GRONDHOUDING: HET EIGENBELANG

*Hij balanceerde hierdoor alsmaar op de dunne lijn tussen collaboratie en wetenschappelijke integriteit, opportunisme en eigenbelang staken steeds de kop op.*

**Sterker, in een uitgebreide studie over Heisenberg wordt met zoveel woorden geconcludeerd dat zijn handelen primair gestuurd werd door ambitie, professioneel eigenbelang en een elitaire wens om de Duitse wetenschap (en zijn eigen plek daarin) te beschermen, ongeacht de morele kosten van samenwerking met het Derde Rijk.**

David C. Cassidy ***Beyond Uncertainty: Heisenberg, Quantum Physics, and the Bomb, 2009***

# URANVEREIN

De Uranverein, opgericht in 1939 kort na de ontdekking van kernsplijting, was het geheime Duitse project om atoomenergie te exploiteren. Het ging om kernenergie en/of een bom. Beide kwamen niet van de grond. Eind 1939 was **Heisenberg** wetenschappelijk leider



# 5. BEZOEK HEISENBERG AAN BOHR (sept. 1941)



# ACHTERGROND 1941: KEERPUNT IN DE GESCHIEDENIS VAN DE KWANTUMMECHANICA

De theorie is in haar essentie voltooid en robuust. De focus verschoof naar toepassingen als de ontwikkeling van atoomwapens.

# DE CONTEXT: 1941

**Duitsland staat op het toppunt van de macht:** De nazi's hebben grote delen van Europa bezet, waaronder Denemarken.

**Het *Uranverein* (Duits atoomproject):** Heisenberg is inmiddels wetenschappelijk leider van het Duitse nucleaire onderzoek.

**Heisenberg komt op bezoek bij Bohr** (is half jood), feitelijk als vertegenwoordiger van de bezetter, wat de verhoudingen meteen op scherp zet.

# HET BEZOEK VAN HEISENBERG IN BEZET KOPENHAGEN IN 1941, HET GESPREK MET BOHR

Heisenberg ging naar een symposium in Kopenhagen. Dit werd georganiseerd door het *Deutsches Wissenschaftliches Institut* (DWI) in Kopenhagen. Dit instituut was door het Duitse bezettingsbewind opgezet en werd direct door de Duitse overheid gefinancierd om Duitse wetenschap en cultuur in bezette gebieden te promoten. Werd door vele Denen geboycot. Doel was een privégesprek met zijn oude mentor en vriend, Niels Bohr. Het gesprek vond plaats tijdens een avondwandeling.

# HET GESPREK (Kopenhagen sept. 1941)

*Op de achtergrond van het gesprek stond de vraag: wie zal de eerste atoombom bouwen en wat is daarbij de rol van de wetenschapper?*

Omdat het gesprek in het diepste geheim tijdens een wandeling plaats vond, is er geen verslag bekend en moet worden afgegaan op de herinnering van beide gesprekspartners.

*Opmerking*: Dit is de conclusie achteraf. Het lijkt haast onmogelijk dat de Gestapo hier geen lucht van had, gegeven de positie van Heisenberg en de afspraken met Himmler en het Duitse belang bij het symposium.

# GESPREK TIJDENS EEN AVONDWANDELING, KOPENHAGEN (1941)



***Waar hadden ze het over*?**

**Twee herinneringen**

# BOHR’S HERINNERING (in niet-verzonden brieven, later vrijgegeven)

Bohr was geschokt. Hij begreep uit Heisenbergs woorden juist dat Duitsland keihard werkte aan een atoomwapen en dat Heisenberg hem probeerde te ronselen of te intimideren. Bohr verbrak na dit gesprek direct alle contacten met Heisenberg.

# HEISENBERG'S HERINNERING (na de oorlog)

Hij beweerde dat hij Bohr wilde peilen over de ethiek van een atoombom. Hij wilde volgens eigen zeggen voorstellen dat natuurkundigen aan *beide* kanten afspraken om geen atoombom te bouwen, en laten doorschemeren dat Duitsland nog ver afstond van een werkend wapen. (dit is DUS een heel andere versie dan de herinnering van Bohr). Zijn bezoek had tot doel een nucleaire wapenwedloop te voorkomen.

# DE IMPACT VAN HET GESPREK

- **Effect bij de Geallieerden:** Bohr vluchtte later (in 1943) via Zweden naar de VS met de overtuiging mee dat de nazi's dicht bij een bom waren. Dit versnelde de ontwikkeling van het **Manhattan Project** (de Amerikaanse atoombom).
- **Het Morele Mysterie:** Was Heisenberg een loyale Duitser die voor Hitler een bom wilde bouwen, of een saboteur die het project bewust vertraagde?
- De vriendschapsband tussen Bohr en Heisenberg werd direct verbroken, na de oorlog spaarzaam contact.

Zie: Physics Today, B.M. Schwartzschild: Bohrs letters Clarify Mystery, Mar 01 2002

# 6. OORLOGSJAREN 1941-1945

## Heisenberg werkte in  het Uranproject:

- Heisenberg concentreerde zich voornamelijk op het bouwen van een **nucleaire reactor** (de *Uranmaschine*). Hij had Speer*) overtuigd dat het niet lukte een bom te maken: hij had berekend dat er zeer veel Uranium 235 nodig was.

- De Duitsers wilden **zwaar water** gebruiken als moderator in plaats van grafiet. (de beschikbare grafiet was niet zuiver genoeg). Dat gold voor de reactor.

- De zwaarwaterfabriek in Vemork (Noorwegen) werd lamgelegd door het verzet en later platgebombardeerd door Geallieerden: enorme vertraging in het onderzoek.

*)*Vanaf 1942 minister van Bewapening en Munitie*

# WERD ER GEWERKT AAN EEN A-BOM? NEE.*

*Morele sabotage?* Heisenberg en collega's saboteerde onderzoek en uitvoering om een A-bom uit Hitlers handen te houden. Is dat zo? (had Heisenberg Speer vals geïnformeerd?) Hoe dan ook, de benodigde rekenpartij was niet in orde, de benodigde Uranium 235 was een factor 10-15 te hoog geschat.

Ook al was de benodigde rekenpartij wel in orde, dan nog was het niet waarschijnlijk dat de bom kon worden gemaakt omdat:

***te weinig kennis*** (wegens vluchten toptalent),

***te weinig geld en decentrale organisatie***

*Zie: P. de Kler, *Bohr–Wheeler, Frisch–Peierls, and the German nuclear programme 1939–1945,* (2026, ontvangen van auteur)

# EEN PAAR KENMERKEN VAN DE HOUDING VAN HEISENBERG IN DE OORLOG

- Hij wist van de concentratiekampen  en het plunderen van bezette gebieden; *)
- Hij heeft hiertegen nooit openlijk geprotesteerd uit angst dat hij zijn positie zou verliezen aan radicale nazi-wetenschappers;
- In een aantal specifieke gevallen heeft hij geprobeerd zijn Joodse collega's te helpen of te beschermen, maar zijn acties waren vaak heel voorzichtig en risicoloos voor hem, bureaucratisch en ingegeven door het behoud van de Duitse natuurkunde.
- Hij had een gebrek aan een moreel kompas (brieven van Born)

*Was het tegen deze achtergrond logisch dat Heisenberg het maken van de atoombom zou saboteren?? …* Nee!

*) Cassidy, David C. - Beyond Uncertainty - Heisenberg, Quantum Physics, and The Bomb (2009)  p345-6

# 7. NACHSPIEL (1945-1946)



## FARM HALL

# ENGELAND (1)
# (1945-1946)

Heisenberg en een tiental Duitse fysici werden gearresteerd, ondervraagd in Brussel
en later geïnterneerd in Engeland, in een villa Farm Hall,
Godmanchester (nabij Cambridge, Engeland).

**Operation Epsilon:**

Uitstekend onderkomen. Huis zat echter vol microfoons.
Hun gesprekken werden stiekem opgenomen en op geheime tapes opgeslagen.

**Het nieuws van de atoombom op Hiroshima werd hun medegedeeld,
werd als schokkend ervaren, men geloofde het niet.
Onmiddellijk berekende Heisenberg hoe de Amerikanen dit konden doen (…),
hoe ze de kritische massa hebben kunnen bereiken.
Zijn berekening klopte dit keer wel …**

# ENGELAND (2)
# (1945-1946)

## TAPES

**Geen georganiseerde sabotage:**
**De tapes laten zien dat de Duitsers de bom niet bewust tegenhielden uit moreel protest, maar dat ze simpelweg de middelen, de industriële capaciteit én het juiste theoretische inzicht misten om er binnen de oorlogstijd aan toe te komen.**

M, Walker Hitler’s atomic Bomb Cambridge U Press 2024

# 7. HERSTEL NATUURWETENSCHAPPEN 1946-1958

- Directeur Max Planck Institut (Göttingen en  München) , centrum voor theoretische natuurkunde.
- medeoprichter en een fervent voorstander van CERN (en de eerste voorzitter van de wetenschappelijke beleidscommissie).
- IJveraar voor vreedzaam gebruik kernenergie, leider van het Göttingen Manifesto tegen het gebruik van de plannen om het leger uit te rusten met tactische kernwapens (1957) (…).

# LAATSTE POGING TE SCHITTEREN, de wereld formule (1958)

**Heisenbergs "wereldformule" uit 1958 was een gedurfde poging om de deeltjesfysica te reduceren tot één elegante, niet-lineaire vergelijking.**

**. Eigenlijk een voorloper van de latere pogingen om tot een Theory of Everything te komen.**

**Kreeg veel kritiek, de voorspellingen strookten niet met waarnemingen. Historisch gezien een mislukking. Wel inspiratie voor andere concepten.**

# NA-OORLOGSE MYTHEVORMING ALS ZELFRECHTVAARDING

- Na de oorlog beweerden Heisenberg en zijn collega Carl Friedrich von Weizsäcker dat ze het atoomwapenprogramma bewust hadden vertraagd om te voorkomen dat Hitler een bom zou krijgen: grotendeels een **achteraf geconstrueerd verhaal** uit eigenbelang: het redden van de  Heisenbergs reputatie (en collega's) in de westerse wereld.
- Het beschermde hem en zijn collega's tegen beschuldigingen van medeplichtigheid aan het nazi-regime.
- Het bedekte het feit dat de Duitse wetenschappers simpelweg de technologische en praktische inzichten misten om op korte termijn een werkende atoombom te bouwen.

# 9. TOT SLOT (1)

**Is Heisenberg een scharrelaar? Ja, hij scharrelde met zijn genie, hij sloot deals met de SS, hij praatte zich later overal uit en interpreteerde na de oorlog zijn eigen geschiedenis om weer op hoog niveau te kunnen werken. Heisenberg was geen nazi in de zin van een ideologische volgeling. Hij was een Duitse nationalist, een "meeloper" (*Mitläufer*), die *dacht* dat hij zijn land kon dienen zonder zijn ziel aan Hitler te verkopen.**

zie bijvoorbeeld ook*: Über die Verantwortung des Forschers (1945-1950)* in: Werner Heisenberg: Der Teil und das Ganze, (1969) p262
of bijvoorbeeld: David C. Cassidy*: Beyond Uncertainy* (2009) p352 ev,

# TOT SLOT (2)

**Het "Faustiaanse pact" zorgde ervoor dat hij voor altijd verbonden bleef aan de vraag: *wilde hij wel een bom bouwen voor Hitler*?**

***Heisenberg heeft de Duitse atoombom niet voorkomen uit morele overwegingen, hij vergiste zich gewoon in de noodzakelijke berekeningen en had onvoldoende inzicht in de noodzakelijke voorwaarden om tot productie te komen...***




# VRAGEN?