

# GESCHIEDENIS VAN DE WISKUNDE

Samengesteld door Andy Verkeyn

Editie 2  
1997-1999

## Inleiding

Dit document is mijn eigen compilatie van - zo'n 190 - beroemde wiskundigen die een belangrijke rol gespeeld hebben in de ontwikkeling van de wiskunde. De gemaakte keuze is bijgevolg louter subjectief en vooral gebaseerd op namen die ik tijdens mijn studie zelf tegengekomen ben.

Het vermelden van personen en hun belangrijkste realisaties verplicht het gebruik van specifieke, soms erg vergevorderde, wiskundige termen, bv. namen van takken in de wiskunde, belangrijke stellingen,... Dergelijke terminologie heb ik veelal gewoon vermeld zonder (diep) in te gaan op de wiskundige betekenis. Hiervoor wordt verwezen naar de bestaande wiskundige boeken. Enkele fundamentele zaken of definities zijn echter wel iets grondiger uitgewerkt, zoals bv. het grondslagenonderzoek.

Bij de beschrijving van de personen ligt de klemtoon ook telkens op hun wiskundige verwezenlijkingen en niet op hun biografie.

Dit document beschrijft geschiedenis. Geschiedenis is soms goed maar soms ook niet goed gekend, wat tot gevolg heeft dat verschillende encyclopedieën elkaar wel eens tegenspreken. In dergelijke gevallen heb ik telkens geprobeerd de meest logische weg te volgen.

Tot slot wil ik er eveneens op wijzen dat veel (simplistische) uitdrukkingen met een sterke korrel zout moeten genomen worden, in het bijzonder dan uitdrukkingen zoals bv. grondlegger van... Het invoeren van wiskundige begrippen en theorieën is meestal een lang historisch proces waarbij verschillende generaties kleine stapjes vooruit komen, totdat er dan uiteindelijk één iemand de grote ontbrekende schakel aanvult die alle puzzelstukjes doet samenvallen. Het werk van die enkeling mag daarom noch overschat noch onderschat worden.

Bronnen:

- De complete encyclopedie (Uitgeverij Lekturama, 1981)
- Prisma Elektronische Encyclopedie (1990)
- Compton's Interactive Encyclopedia 1996
- Microsoft Encarta 1997
- Britannica Encyclopedie 1998
- Earliest uses of mathematics symbols and words, <http://members.aol.com/jeff570/mathsym.html>
- MacTutor History of Mathematics, <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history>

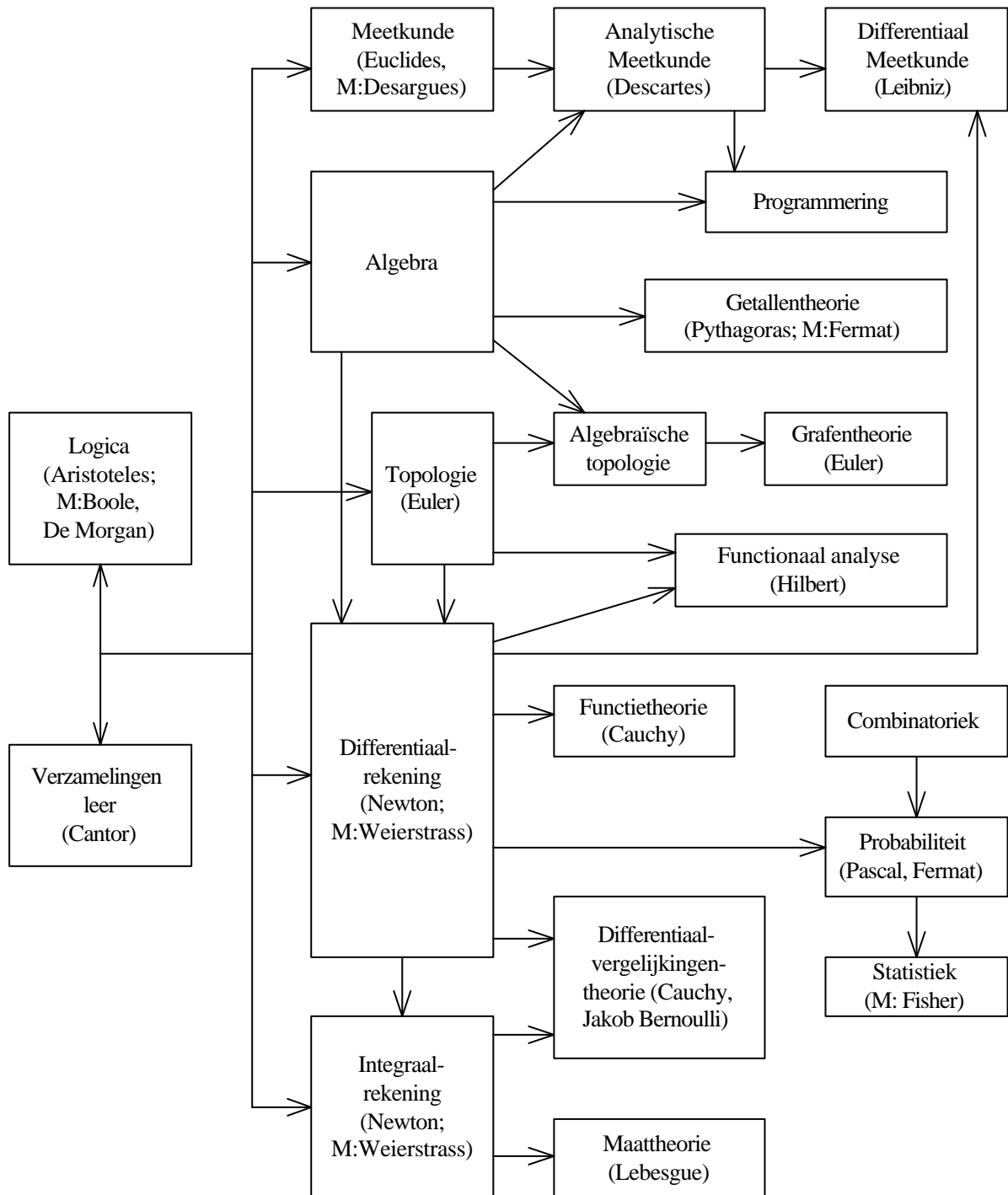
# Inhoud

Inleiding.....	1
Inhoud.....	2
Indeling.....	3
Overzicht.....	3
Korte beschrijvingen.....	4
Grondleggers van de wiskunde.....	6
Notaties.....	6
Begrippen.....	6
Deelgebieden.....	7
Chronologische lijst.....	10
Voor Christus.....	10
3de eeuw.....	12
8ste eeuw.....	12
11de eeuw.....	12
12de eeuw.....	12
13de eeuw.....	12
15de eeuw.....	12
16de eeuw.....	13
17de eeuw.....	14
18de eeuw.....	17
19de eeuw.....	20
20ste eeuw.....	30
De discussie Newton - Leibniz.....	33
Grondslagenonderzoek.....	34
Cantor.....	34
Frege-Russell.....	34
Peano-Hilbert.....	34

# Indeling

## Overzicht

Tussen haakjes staat de naam van de grondlegger vermeld. Indien een naam voorafgegaan wordt door een "M" betekent dit dat die persoon dit deelgebied op een meer moderne basis gezet heeft.



## ***Korte beschrijvingen***

- **Programming = optimalisatietheorie**  
Deze theorie levert methodes voor het bepalen van minima en maxima punten van willekeurige functies (ook integraalfuncties en afgeleiden).  
Onderverdelingen:
  - \* klassieke optimalisatietheorie (min-max theorie)
  - \* variatierekening
  - \* lineaire programming (simplex methode)
  - \* niet-lineaire programming
  - \* dynamische programming
- **Topologie = analysis situs**  
Bestudeert eigenschappen van figuren die niet veranderen onder sterke vervormingen. Er wordt alleen geëist dat ze in de buurt van elkaar blijven.
  - \* puntverzamelingen topologie
  - \* algebraïsche (= combinatorische) topologie
  - \* differentiaal topologie
- **Logica**  
Bestudeert vormen van correct redeneren. Logica vormt een belangrijke basis voor de artificiële intelligentie theorie in de informatica, waarin men probeert via de computer de intelligentie van de mens te benaderen (bv. schaken).  
Onderverdelingen:
  - \* propositielogica
  - \* predikaatlogica
  - \* formele taaltheorie: speelt een belangrijke rol bij de compilertheorie in de informatica (een compiler is een computerprogramma dat een ander computerprogramma vertaalt, bv. van de programmeertaal Pascal naar de machinetaal zodat het kan uitgevoerd worden).
  - \* automatentheorie: belangrijke theoretisch basis voor de studie van algoritmen en ook voor de compilertheorie.
- **Functietheorie**  
Theorie van de differentieer- en integreerbaarheid van complexe functies.
- **Grafentheorie**
  - \* Bestudeert de structuur van grafen. Een wiskundige graaf is een verzameling van knooppunten en takken die sommige van die knopen met elkaar verbindt.
  - \* Vormt een belangrijke basis voor de studie van computernetwerken.
- **Algebra**  
Bestudeert de eigenschappen van verzamelingen waarbij twee elementen gecombineerd worden tot een derde. In de abstracte algebra bestudeert men gewoon eigenschappen van verzamelingen, los van wat de elementen precies voorstellen.
  - \* tensor algebra (en analyse): bestudeert eigenschappen en formules die bij verschillende coördinaat systemen gelijk blijven. Hierbij vormt dit een belangrijke basis voor de differentiaalmeetkunde.
  - \* groepentheorie: bestudeert de eigenschappen van algemene groepen (los van de elementen)

\* categorie theorie: nog abstracter dan groepentheorie waar er geen onderscheid meer gemaakt wordt tussen de elementen en de bewerkingen op die elementen.

- Getallentheorie  
Bestudeert verbanden tussen natuurlijke getallen (o.a. priemgetallen).
- Probabiliteitstheorie = waarschijnlijkheidsrekening  
Bestudeert een wiskundig model voor experimenten die afhankelijk zijn van een toevalsfactor.  
Onderverdelingen:
  - \* wachtlijntheorie (Markov-processen): speelt een belangrijke rol bij de studie van computernetwerken en datacommunicatie.
- Meetkunde  
Onderverdelingen:
  - \* planimetrie = vlakke meetkunde
  - \* Euclidische meetkunde (= parabolische)
  - \* Riemann meetkunde (= elliptische)
  - \* Bolyai meetkunde (= hyperbolische)
  - \* stereometrie = ruimtemeetkunde
  - \* goniometrie (= driehoeksmmeetkunde): bestudeert hoeken, kengetallen van hoeken (sinus, cosinus,...) en relevante verbanden
  - \* beschrijvende meetkunde
  - \* projectieve meetkunde: studie van eigenschappen van lijnen en vlakken die niet veranderen door projecties.
- Functionaal analyse  
Bestudeert functies collectief.
- Differentiaalrekening  
Bestudeert de regels om van functies de afgeleide functie te berekenen (of aan te tonen dat de functie een afgeleide heeft), alsook de doeleinden waarvoor de afgeleide functie kan gebruikt worden.
- Integraalrekening  
Bestudeert de regels om van functies de primitieve functie (de tegengestelde bewerking van afleiden) te berekenen (of aan te tonen dat de functie een primitieve heeft), alsook de doeleinden waarvoor de afgeleide functie kan gebruikt worden.
- Calculus  
Verzamelterm voor de differentiaalrekening en integraalrekening
- Analyse  
Verzamelterm voor
  - \* Calculus
  - \* Differentiaalvergelijkingentheorie
  - \* Maattheorie
  - \* Functionaalanalyse

# Grondleggers van de wiskunde

## Notaties

Benaming	Notatie	Invoerder
Aftrekking	-	Michael Stifel of Robert Recorde (1557)
Optelling	+	Michael Stifel of Robert Recorde (1557)
Vermenigvuldiging	x	William Oughtred (1628)
	.	Gottfried Leibniz
		René Descartes (1637) of Michael Stifel
Deling	:	Gottfried Leibniz (1684)
Exponenten	<sup>2 3 4 5</sup>	René Descartes (1637)
Faculteiten	!	Christian Kramp (1808)
Product	∏	René Descartes of Carl Gauss (1812)
Sommatie	∑	Leonhard Euler (1755)
Vierkantswortel	√	René Descartes (1637)
n-de machtswortel	<sup>n</sup> √	Voorgesteld: Albert Girard (1629) Eerst gebruikt: Michel Rolle (1690)
Gelijkheid	=	Robert Recorde (1557)
Ongelijkheid	<, >	Thomas Harriot (1631)
Congruentie (driehoeken)	~	Gottfried Leibniz
Congruentie (getallen)	≡	Carl Gauss (1801)
Oneindig	∞	John Wallis
Er bestaat	∃	Guiseppe Peano (1897)
Voor alle	∀	Gerhard Gentzen (1934)
Doorsnede, Unie, Element	∩, ∪, ∈	Guiseppe Peano (1889)
3.1415...	π	William Jones (1706) Populair gemaakt door Leonhard Euler
2.71... (natuurlijke log.)	e	Leonhard Euler (1728)

## Begrippen

Bemerk: De huidige terminologie voor wiskundige begrippen werd soms later dan de wiskundige concepten zelf overeengekomen.

Mathematica	Pythagoras (gebruikte philosophy voor "love of wisdom" en mathematics voor "that which is learned").
Associatief	William Hamilton
Commutatief, Distributief	François Joseph Servois
Conjugate (complex getal)	Augustin Cauchy
Interpolatie	John Wallis
Permutatie	Jacques Bernoulli
Orthogonaal	Thomas Digges (1571)
Polynoom, Coefficient	François Viéta
Constant, Variabel, Parameter	Gottfried Leibniz
Vector, Scalair	William Hamilton

Matrix	James Sylvester (1850)
Hessiaan(se matrix)	James Sylvester
Jacobiaan(se matrix)	James Sylvester (1853)
Vierkante matrix	Arthur Cayley (1858)
Orthogonale matrix	Charles Hermite (1854)
Karakteristieke vergelijking (matrix)	Augustin Cauchy
Vandermonde determinant	Henri Lebesgue
Eigenwaarde, eigenvector	David Hilbert (1904)
Involutie	Gérard Desargues
Discriminant, Invariant	James Sylvester (1852)
Idempotent, Nilpotent	Benjamin Peirce (1870)
Diagonaal	Heron of Alexandria
Limiet	Isaac Newton (1727)
Extremum	Oskar Bolza (1904)
Maximum kans (maximum likelihood)	Ronald Fisher
Standaardafwijking	Karl Pearson (1893)
Curve van Gauss	Karl Pearson (1902)
Gaussdistributie	Karl Pearson (1905)
Kurtosis	Karl Pearson (1905)
Histogram	Karl Pearson

## Deelgebieden

Automatentheorie	Alan Turing
Analytische meetkunde	René Descartes
Moderne statistiek	Ronald Fisher
Trigoniometrie	Hipparchus van Nicaea
Projectieve meetkunde	Girard Desargues (1639)
Waarschijnlijkheidsrekening	Pierre de Fermat en Pascal Blaise
Getallentheorie	Pythagoras van Samos
Moderne getallentheorie	Pierre de Fermat
Differentiaalmeetkunde	Gottfried Leibniz
Beschrijvende meetkunde	Gaspard Monge
Variatierekening	Jakob Bernoulli
Differentierekening	Brook Taylor
Grafentheorie	Leonhard Euler (1736)
Vectoranalyse	Josiah Gibbs
Functietheorie	Augustin Cauchy (1814)
Functionaal analyse	David Hilbert
Maattheorie	Henri Lebesgue (1901)
Speltheorie	John von Neumann

Term	Concept	Naam	Notatie
<b>Bewerkingen</b>			
Absolute waarde	-	Karl Weierstrass	Karl Weierstrass (1841)
Norm	Carl Gauss	Carl Gauss	
Cosinus		Edmund Gunter (1624)	cos Edmund Gunter (1624)
Sinus		Edmund Gunter	sin Edmund Gunter (1624)

		(1624)		
Logaritme		John Napier (1614)	$\log_a$	Edmund Gunter
- Natuurlijke	John Napier		$\ln$	Irving Stringham (1893)
- Tiendelig logaritme	Henry Briggs		$\log$	William Oughtred (1647)
<b>Basisconcepten</b>				
Negatieve getallen	Michael Stifel			
Breuken	-		,	Simon Stevin
Coördinaat		Gottfried Leibniz		
- Cartesiaanse	René Descartes			
- Polaire	Jan Lukasiewicz			
Complexe getallen	Carl Gauss (1831)	Carl Gauss (1831)	$i$	Leonhard Euler (1777), populair gemaakt door Carl Gauss
Determinanten	Gabriel Cramer	Carl Gauss	$   $	Carl Jacobi (1841)
Functie	-	René Descartes	$f, F$	Leonhard Euler
Hyperbolische functie		Johann Lambert (1768)		
Hyperbolische- goniometrische functie		Johann Lambert		
Elliptische functie		Adrien Legendre		
Kegelsneden (parabool, ellips, hyperbool)		Apollonius van Perga		
<b>Deelgebieden</b>				
Differentiaalrekening	Isaac Newton (modern: Karl Weierstrass)		$dx$	Gottfried Leibniz
			$f'$	Joseph Lagrange (1797)
			$D$	Louis Arbogast (1800)
Integraalrekening	Isaac Newton (modern: Karl Weierstrass)	Johan Bernoulli (* )	$\int$	Gottfried Leibniz (*)
Meervoudige integralen	Leonhard Euler			
(Euclidische) Meetkunde	Euclides (modern: Girard Desargues)	Felix Klein (1871)		
Elliptische meetkunde	Georg Riemann	Felix Klein(1871)		
Hyperbolische meetkunde	Carl Gauss, Nicolai Lobachevsky, János Bolyai	Felix Klein (1871)		
Verzamelingenleer	Georg Cantor (1874)		$\{ \}$	George Cantor (1895)
			$\emptyset$	André Weil (1906-1998)
Logica	Aristoteles	Xenocrates of	$p, q$	Alfred Whitehead en

	(modern: Augustus De Morgan, George Boole)	Chalcedon	q, r	Bertrand Russell (1910)
Driewaardige (en meerwaardige) logica	Jan Lukasiewicz			
Topologie	Leonhard Euler (1750)	Solomon Lefschetz (1930)		
Groepentheorie (eindige velden)	Évariste Galois			
- Groep		Evariste Galois (1811-1832)		
- Veld		Eliakim Moore		
<b>Methodes</b>				
Kleinste kwadraten methode	Carl Gauss	Adrien Legendre (1805)		
Chi-kwadraat test	Karl Pearson (1900)			
t-test	William Gosset			
Bewijs uit het ongerijmde	Parmenides van Elea			
Axiomatische methode	Euclides			
Symbolisme	François Viète			
(onbekenden)			x, y	René Descartes (1637)
(bekenden)			a, b	René Descartes (1637)
Laplace transformatie	Boole en Poincaré			
<b>Structuren</b>				
Partieel geordende verzameling	Felix Hausdorff			
Metrische ruimten	René Fréchet	Felix Hausdorff		
Vectorruimte	Hermann Grassmann (1844)			
n-dimensionale ruimten	Hermann Grassmann			

(\*) Leibniz gebruikte oorspronkelijk de term sommatierekening (1684) voor de integraalrekening, vandaar de langgerekte S als symbool. Johan Bernoulli verkoos de term integraalrekening en hanteerde een hoofdletter I als symbool. In brieven naar elkaar, kwamen ze overeen om de benaming van Bernoulli en de notatie van Leibniz te gebruiken.

# Chronologische lijst

## Voor Christus

- Thales van Miletus (c. 630-c 550); Griek
  - \* Hij wordt beschouwd als de eerste filosoof en de eerste wiskunde (die als eerste streefde naar bewijzvoering).
  - \* Formuleerde een aantal stellingen, vooral op gebied van de meetkunde.
- Pythagoras van Samos (c. 570-c. 490); Griek
  - \* Bestudeerde vooral de rekenkunde en de getallentheorie ( $\pm 530$  v. Chr.) met nadruk op de eigenschappen en de verhoudingen tussen getallen (even, oneven, priemgetallen,...).
  - \* Pythagorische getallen: drie getallen die voldoen aan :  $x^2 + y^2 = z^2$
  - \* Stelling van Pythagoras:
    - De som van de kwadraten van de rechthoekszijden van een rechthoekige driehoek is gelijk aan het kwadraat van de schijn zijde (hypothenuza).
- Parmenides van Elea (c. 540-c. 480); Griek
  - \* Grondlegger van het bewijs uit het ongerijmde (reductio ad absurdum).
  - \* Deze bewijsmethode bracht de wiskunde in een crisis omdat men hiermee kon bewijzen dat de diagonaal en de zijde van een vierkant onderling onmeetbaar zijn (de verhouding is irrationaal). De toen gekende verhoudingenleer schoot tekort.
- Zeno van Elea (c. 490-c. 430) (Zeno); Griek
  - \* Leerling van Parmenides van Elea.
  - \* Bracht fundamentele problemen van de begrippen continuïteit (van een rechte) en oneindigheid aan het licht.
- Socrates (469-399); Griek
  - \* Filosoof die geloofde in het bestaan van de waarheid en het goede.
  - \* Omdat hij de schijnkennis van velen aan de kaak stelde, werd hij door een aantal van zijn vijanden voor de rechtbank gedaagd op beschuldiging van goddeloosheid en het bederven van de jeugd. Waarschijnlijk ook als gevolg van zijn onbuigzame houding werd hij ter dood (gifbeker) veroordeeld. Nadat hij geweigerd had gebruik te maken van een ontsnappingsplan, dronk hij in het bijzijn van zijn vrienden en leerlingen de gifbeker. Nadat hij deze had leeggedronken ging hij liggen en gaf zijn vrienden de opdracht om een haan aan Asklepios te offeren als dank voor zijn genezing van de ziekte die 'leven' heet.
- Democritus van Abdera (c. 460-370); Griek
  - \* Volgens zijn leer - het atomisme - bestaat de werkelijkheid uit zeer kleine, onzichtbare, ondeelbare deeltjes (Grieks: atomos = ondeelbaar) en verder leegte.
  - \* Vond de correcte formule voor het berekenen van het volume van een piramide.
- Plato (427-347); Griek
  - \* Leerling van Socrates.
  - \* Maakt onderscheidt tussen een Vormenwereld waarin het basismodel van alle dingen op volmaakte wijze bestaat en de Ervaarbare wereld die hiervan slechts een benadering is. Hij gebruikt de meetkunde om de Vormenwereld te bestuderen en dus de basisstructuur van onze wereld te leren kennen.
- Eudoxus van Knidos (c. 400-c. 347); Griek

- \* Ontwikkelde een algemene theorie van verhoudingen en evenredigheden van grootheden zodat meetkundige bewijzen niet steeds moesten terugvallen op getallen (overgenomen door Euclides in zijn vijfde boek).
- \* Lag aan de basis van de exhaustiemethode waarbij problemen met oneindigheid opgelost werden met een soort limietovergangen.
- Xenocrates of Chalcedon (396-314 v.Chr.); Griek
  - \* Leerling van Plato.
  - \* Geloofde net als Pythagoras in het belang van de getallen.
  - \* De mens bestond voor hem uit drie delen: geest, lichaam en ziel.
  - \* Geloofde dat materie bestaat uit ondeelbare eenheden.
  - \* Voerde de term 'logica' in
- Menaechmus (c. 350); Griek
  - \* Leerling van Eudoxus.
  - \* Bestudeerde als eerste de kegelsneden en boldriehoeksmeetkunde.
- Aristoteles (384-322); Griek
  - \* Leerling van Plato.
  - \* In zijn visie zijn Vormen enkel een abstractie van de werkelijkheid en bestaan ze bijgevolg niet afzonderlijk.
  - \* Beschouwt vier elementaire bouwstenen van alle materie: vuur, aarde, water en lucht.
  - \* Grondlegger van de logica (in zijn werk "Organon"), die hijzelf "analytics" noemde.
- Euclides (fl. c. 295); Griek
  - \* Grondlegger van de axiomatische methode.
  - \* Grondlegger van de meetkunde (nu de Euclidische (= parabolische) meetkunde genoemd).
  - \* Synthetiseerde de wiskunde van zijn tijd in zijn 13-delig boek "Elementen" (behandelde zowel getallentheorie, meetkunde als stereometrie).
    - I: congruentie van driehoeken, eigenschappen van parallelle lijnen en oppervlakte eigenschappen van driehoeken en parallellograms.
    - II: vergelijkingen geassocieerd aan vierkanten, rechthoeken en driehoeken.
    - III: basiseigenschappen van cirkels.
    - IV: constructie van veelvlakken in cirkels (Pythagoras)
    - V: algemene theorie van verhoudingen (Eudoxus)
    - VI: gelijkvormigheid van vlakke figuren
    - VII: grootste gemene deler, kleinste gemeen veelvoud, priemgetallen,...
    - VIII: stellingen omtrent kwadraten en derdemachten
    - IX: factorisatie in priemgetallen, bestaan van oneindig veel priemgetallen (stelling van Euclides) en studie van perfecte getallen (gelijk aan de som van zijn delers)
    - X: studie van irrationele lijnen
    - XI: veelvlakken in de ruimte
    - XII: stelling omtrent de verhoudingen van cirkels, sferen en formules voor volumeberekeningen
    - XIII: constructie van ingeschreven veelvlakken in een gegeven sfeer.
- Archimedes van Syracuse (287-212); Griek
  - \* Vond een goede benadering van  $\pi$  ( $223/71 < \pi < 22/7, \approx 3.1418$ ) en berekende veel oppervlakten en volumes van diverse meetkundige figuren.
  - \* Axioma van Archimedes:  
Als  $a < b$ , dan bestaat er een natuurlijk getal  $n$  zodat  $a \cdot n > b$
  - \* Wet van Archimedes:

Een in een vloeistof gedompeld lichaam ondervindt een opwaartse kracht die gelijk is aan het gewicht van de verplaatste vloeistof.

- Eratosthenes van Cyrene (c. 276-c. 195); Griek
  - \* Berekende als eerste de omtrek van de aarde (redelijk nauwkeurig).
  - \* Bekend om de zeef van Eratosthenes voor het vinden van priemgetallen.
- Apollonius van Perga (c. 260-c. 185); Griek
  - \* Schreef een 8-delig boek over de kegelsneden.
  - \* Voerde de benamingen hyperbool, parabool en ellips in zoals ze nu nog gebruikt worden.
- Hipparchus van Nicaea (c. 180-c. 125); Griek
  - Grondlegger van de trigonometrie. Hij stelde hierbij de eerste primitieve sinustafel op.
- Heron van Alexandria (fl. 62 C.E.) (Hero); Griek
  - Ontwikkelde een methode voor het berekenen van vierkantswortels.

### **3de eeuw**

- Diophantus van Alexandria (c. 250?); Griek
  - Schreef zijn 13-delig boek "Arithmetica" waarin uitsluitend vergelijkingen met (positieve) gehele getallen opgelost werden (nu bekend als Diophantische vergelijkingen)

### **8ste eeuw**

- Abu Jafar Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi (c. 780-c. 850); Perziër
  - \* Bestudeerde vergelijkingen en beschouwde hierbij enkel positieve, reële oplossingen.
  - \* Het woord "algoritme" is afkomstig van zijn naam.
  - \* Het woord "algebra" is afkomstig uit de titel van één van zijn boek "Kitab al-jabr wa al-muqabalah" (betekent letterlijk: herstel).

### **11de eeuw**

- Umar al-Khayyami (Omar Khayyam) (c. 1048-c. 1131); Perziër
  - Veralgemeende de methode voor het nemen van vierkantswortels tot hogere graadswortels.

### **12de eeuw**

- Leonardo van Pisa (C. 1170-post 1240) (Fibonacci); Italiaan
  - \* Bestudeerde getallentheorie.
  - \* Fibonacci getallen:  $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$  met  $F_0 = 1$  en  $F_1 = 1$ .

### **13de eeuw**

- William van Ockham (c. 1285-c. 1349); Engelsman
  - \* Bestudeerde logica.
  - \* Scheermes van Ockham:
    - Het aantal basisgrootheden moet tot het strikte minimum beperkt worden.

### **15de eeuw**

- Michael Stifel (c. 1487-1567); Duitser, wiskundige en theoloog
  - \* Hoogleraar te Jena (1559).

- \* Schreef "Arithmetica integra" (1544) over de rekende en algebra (o.a. oplossingen van derde en vierde graadsvergelijkingen).
- \* Voerde het plus (+) -en minteken (-) in voor de optellingen en aftrekking.
- \* Voerde de negatieve getallen in.

## 16de eeuw

- Girolamo Cardano (1501-1576) (Hieronimo); Italiaan, wiskundige, medicus en filosoof  
Schreef "Ars magna" (1545) waarin hij een methode beschreef voor het oplossen van kubische vergelijkingen (kende echter nog geen complexe getallen maar wist wel dat wortels van negatieve getallen oplossingen waren).
- Robert Recorde (1510-1558); Engelsman, wiskundige  
Voerde het gelijkheidsteken (=) in (1557).
- Ludovico Ferrari (1522-1565); Italiaan, wiskundige
  - \* Leerling van Cardano.
  - \* Gaf als eerste een methode om een quartische vergelijking op te lossen.
- Ludolph van Ceulen (1540-1610); Nederlander, wiskundige en schermmeester  
Vond  $\pi$  tot op 20 decimalen (1596) en later tot op 35 decimalen nauwkeurig.
- François Viète (1540-1603) (Vieta); Fransman, wiskundige
  - \* Legde de basis van het moderne wiskundig symbolisme (introduceerde hierbij het gebruik van onbekenden in de algebra).
  - \* Zocht vooral naar oplossingsmethoden voor allerlei algebraïsche vergelijkingen.
- Thomas Digges (1546-1595); Engelsman, wis-en sterrenkundige  
Voerde het begrip orthogonaal in
- Simon Stevin (1548-1620); Nederlander, wiskundige en ingenieur
  - \* Bestudeerde voornamelijk statica.
  - \* Voerde de tiendelige breuken in (decimale schrijfwijze).
  - \* Schreef "La Disme" (1585).
- John Napier (1550-1617) (Neper); Schot, wiskundige
  - \* Bestudeerde boldriehoeksmeetkunde (de analogieën van Napier).
  - \* Grondlegger van de logaritmen in zijn boek "Mirifici logarithmorum canonicis descriptio" (1614) (vooral natuurlijke).
  - \* Droeg bij tot de algemene verspreiding van de decimale notatie.
- Thomas Harriot (c. 1560-1621); Engelsman, wiskundige
  - \* Voerde de tekens voor ongelijkheden in (<, >, ...).
  - \* Bestudeerde algebraïsche vergelijkingen.
- Henry Briggs (1561-1631); Engelsman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te London en Oxford.
  - \* Werkte samen met Napier aan de logaritmen (vooral tiendelige, de Briggsse logaritmen).
  - \* Schreef "Arithmetica logarithmica" (1624) met de eerste logaritme tafels.
- William Oughtred (1575-1660); Engelsman, wiskundige
  - \* Voerde het x-teken in voor de vermenigvuldiging.
  - \* Voerde de notatie voor tiendelige logaritmen in.
- Edmund Gunter (1581-1626); Engelsman, wiskundige
  - \* Voerde de notatie sin en cos in voor de sinus en de cosinus (1624).
  - \* Voerde de notatie voor de veralgemeende logaritme in.
- Girard Desargues (1591-1661); Fransman, wiskundige en ingenieur
  - \* Grondlegger van de moderne Euclidische meetkunde.
  - \* Grondlegger van de projectieve meetkunde (1639).

- Albert Girard (c. 1595-1632); Fransman, wiskundige
  - \* Formuleerde als eerste de fundamentele stelling van de algebra:  
Elke n-de graadsvergelijking heeft n oplossingen (echter zonder bewijs).
  - \* Bestudeerde voornamelijk de werken van Euclides en Diophantus.
  - \* Schreef "L'invention en algèbre" (1629).
- René du Perron Descartes (1596-1650); Fransman, filosoof en wiskundige
  - \* Gaf een nieuwe methode voor het oplossen van vierdegraadsvergelijkingen.
  - \* Grondlegger van de analytische meetkunde (combinatie van algebra en meetkunde).
  - \* Gebruikte voor het eerst de term functie.
  - \* Schreef "Discours de la méthode" (1637).
  - \* Vertrok voor zijn wijsbegeerte van "cogito ergo sum" (ik denk dus ik ben).
- Francesco Bonaventura Cavalieri (1598-1647); Italiaan, wiskundige en sterrenkundige
  - \* Hoogleraar te Bologna (1629).
  - \* Bestudeerde projectieve meetkunde (projectie van Cavalière).
  - \* Deed voorbereidend werk in de differentiaal -en integraalrekening.

## 17de eeuw

- Pierre de Fermat (1601-1665); Fransman, jurist en wiskundige (als hobby)
  - \* Grondlegger van de waarschijnlijkheidsrekening (samen met Pascal).
  - \* Breidde de analytische meetkunde uit naar de ruimte.
  - \* Grondlegger van de moderne getallentheorie.
  - \* Deed voorbereidend werk in de differentiaal -en integraalrekening.
  - \* De grote stelling van Fermat (zonder bewijs; het bewijs werd in 1993 gevonden door Andrew Wiles):  
 $x^n + y^n = z^n$  heeft geen oplossingen als  $n > 2$
- Gilles Personne de Roberval (1602-1675); Fransman
- Frans van Schooten (1615-1660); Nederlander, wiskundige  
Leverde belangrijke bijdragen aan de analytische meetkunde.
- John Wallis (1616-1703); Engelsman, wiskundige en theoloog
  - \* Hoogleraar te Oxford (1649).
  - \* Voerde het symbool voor oneindig ( $\infty$ ) in.
  - \* Deed voorbereidend werk in de differentiaal -en integraalrekening.
- Blaise Pascal (1623-1662); Fransman, filosoof, wis -en natuurkundige
  - \* Grondlegger van de waarschijnlijkheidsrekening (samen met Fermat).
  - \* Bouwde de eerste mechanische rekenmachine (optelling en aftrekking) (1642).
  - \* Bestudeerde kegelsneden, projectieve meetkunde (de stelling van Pascal), hydrostatica en hydrodynamica en combinatieleer (driehoek van Pascal).
  - \* Wet van Pascal:  
De druk die op een vloeistof wordt uitgeoefend, plant zich in alle richtingen met dezelfde grootte voort.
- Christiaan Huygens (1629-1695); Nederlander, wis -en natuurkundige
  - \* Bestudeerde de slingerbeweging en bouwde het eerste slingeruurwerk.
  - \* Deed voorbereidend werk in de differentiaal -en integraalrekening.
  - \* Bestudeerde waarschijnlijkheidsrekening en kegelsneden.
- Isaac Barrow (1630-1677); Engelsman, wiskundige en theoloog
  - \* Deed voorbereidend werk in de differentiaal -en integraalrekening (ontwikkelde o.a. de tangent-methode).

- \* Ontdekte dat differentiëren en integreren tegengestelde bewerkingen zijn. Dit gegeven staat nu bekend als de fundamentele stelling van de differentiaal- en integraalrekening.
- \* Schreef "Lectiones Geometricae" (1670).
- Isaac Newton (1642-1727), Sir; Engelsman, wis, natuur -en sterrenkundige
  - \* Leerling van Barrow.
  - \* Hoogleraar te Cambridge (1669).
  - \* Grondlegger van de differentiaal -en integraalrekening in zijn werk "De analysi" (1669). Hij noemde dit de fluxierekening en publiceerde dit pas in 1687.
  - \* Voor zijn analyse ging hij uit van het differentiaal begrip (fluxies). Een integraal was voor Newton niet veel meer dan een methode om een fluent te vinden: de functie waarvan de fluxie gegeven is (oplossen van een differentiaalvergelijking). Zijn elementaire differentiaalvergelijkingen hadden weinig invloed op de theorie der differentiaalvergelijkingen.
  - \* Grondlegger van de klassieke mechanica (zowel de kinematica (beschrijvingen van bewegingen) en dynamica (oorzaken van bewegingen)) in zijn werk "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" ("Principia") (1687).
  - \* Wetten van Newton:
    - traagheidswet:
      - Een lichaam waarop geen krachten werken (of krachten waarvan de resultante nul is) verkeert in rust of beschrijft een eenparige rechte lijnige beweging.
    - $F = m \cdot a$
    - actie = reactie:
      - De door twee lichamen op elkaar uitgeoefende krachten zijn even groot en tegengesteld van richting.
  - \* Bestudeerde verder optica (deeltjestheorie van licht), algebraïsche vergelijkingen (kubische krommen), binomiaalreeksen, reeksontwikkelingen,...
  - \* Diverse methodes in de numerieke wiskunde dragen zijn naam, bv. formules van Newton-Cotes, methode van Newton-Raphson,...
  - \* Hij werd door Robert Hooke beschuldigd van het stelen van ideeën (i.v.m. optica) en had hierover heel bittere ruzies met Hooke.
  - \* Hij maakte ruzie met Leibniz over het feit wie er nu al dan niet als eerste de infinitesimaalrekening had uitgevonden.
- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716); Duitser, filosoof en wiskundige
  - \* Ontdekte eveneens de differentiaal -en integraalrekening en gebruikte hierbij betere notaties dan Newton. Hij publiceerde zijn werk eerder dan Newton.
  - \* Grondlegger van de differentiaalvergelijkingentheorie (samen met Jakob Bernoulli).
  - \* Hij zag de integraal als som van oppervlakten en gebruikte een langgerokken S als integratiesymbool. Bestudeerde het oplossen van differentiaalvergelijkingen veel uitvoeriger dan Newton.
  - \* Grondlegger van de differentiaalmeetkunde (combinatie van differentiaalrekening en meetkunde).
  - \* Bouwde een mechanische rekenmachine die kon vermenigvuldigen en delen (1671).
  - \* Leibniz was bibliothecaris van Hanover vanaf 1676 tot aan zijn dood.
  - \* Hij richtte samen met Otto Mencke in 1682 het tijdschrift "Acta Eruditorum" op, die in die tijd een ruime verspreiding kende. De meeste van zijn artikelen werden dan ook daarin gepubliceerd.
- Joseph Raphson (1648-1715)

Ontwikkelde met Newton een iteratieve methode voor het oplossen van vergelijkingen (de methode van Newton-Raphson).

- Ehrenfried Walter von Tschirnhausen (1651-1708); Duitser
- Michel Rolle (1652-1719); Fransman, wiskundige
  - \* Bestudeerde analyse
  - \* Stelling van Rolle (1691):  
Als  $f$  een continue en afleidbare functie is in het interval  $[a,b]$  en  $f(a) = f(b)$ , dan moet er tenminste één punt  $c$  bestaan tussen  $a$  en  $b$  waarin de afgeleide nul is.
- Jakob Bernoulli (1654-1705) (James, Jacques); Zwitser, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Bazel (broer van Johann).
  - \* Grondlegger van de variatierekening.
  - \* Bestudeerde differentiaal-en integraalrekening (wat later bekend werd als elliptische functies), differentiaalvergelijkingen en integralen.
  - \* Grondlegger van de differentiaalvergelijkingentheorie (met Leibniz).
  - \* Voerde de term integraal in.
- Guillaume-François-Antoine de l'Hospital (1661-1704)
  - \* De familie veranderde later de naam in l'Hôpital.
  - \* Bestudeerde limieten (regel van l'Hôpital, ontdekt door Johann Bernoulli).
- Johann Bernoulli (1667-1748) (John, Jean); Zwitser, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Groningen en Bazel (broer van Jakob).
  - \* Bestudeerde mechanica en differentiaalvergelijkingen.
  - \* Ontdekte en bewees de regel van de l'Hospital (1694) en schreef die in een brief aan l'Hospital (vandaar de naam van de regel).
- Abraham De Moivre (1667-1754); Fransman-Engelsman, wiskundige
  - \* Bestudeerde waarschijnlijkheidsrekening
  - \* Formule van De Moivre :  $(\cos(x) + i \sin(x))^n = \cos(nx) + i \sin(nx)$
  - \* Vond een benaderingsformule voor het berekenen van faculteiten (1730).
  - \* Hij bewees dat de normale verdeling een benadering is voor de binomiale wet van Bernoulli.
  - \* Schreef "Doctrine of Chances" (1718).
- William Jones (1675-1749); Engelsman, wiskundige en historicus
  - \* Stelde als wiskundige niet echt veel voor, maar verwerfde vooral bekendheid door zijn correspondentie met veel beroemde wiskundigen van zijn tijd.
  - \* Gebruikte voor het eerst de notatie voor  $\pi$  in zijn boek "Synopsis palmariorum mathesios" (1706).
- Roger Cotes (1682-1716); Engelsman, wiskundige
  - \* Vond samen met Newton een numerieke methode om integralen te berekenen (de formules van Newton-Cotes).
  - \* Vond de formule:  $i^x = \log(\cos(x) + i \sin(x))$
- Brook Taylor (1685-1731); Engelsman, wiskundige
  - \* Bestudeerde oneindige reeksen van functies (Taylor-reeksen).
  - \* Grondlegger van de differentierekening.
  - \* Schreef "Methodus incrementorum directa et inversa".
- James Sterling (1692-1770)
  - \* Bestudeerde getallentheorie.
  - \* Diverse getalreeksen dragen zijn naam.
  - \* Vond een formule voor het berekenen van faculteiten.
- Nicholas Bernoulli (1695-1726); Zwitser, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Bern en St.-Petersburg (zoon van Johann).
  - \* Bestudeerde waarschijnlijkheidsrekening.

- Colin Maclaurin (1698-1746); Schot, wiskundige
  - \* Leerling van Newton.
  - \* Hoogleraar te Aberdeen (1717-25).
  - \* Bestudeerde projectie meetkunde (vlakke krommen), differentiaalrekening, oneindige reeksen van functies in 0 (Maclaurin-reeksen) en algebra.
  - \* Schreef "Geometrica organica" (1720), "Treatise of algebra" (1730), "Treatise on fluxions" (1742).

## 18de eeuw

- Daniel Bernoulli (1700-1782); Zwitser, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te St.-Petersburg en Bazel.
  - \* Bestudeerde differentiaalvergelijkingen (vergelijking van Bernoulli), hydrodynamica,...
- Thomas Bayes (1702-1752); Engelsman, wiskundige en predikant
  - Bestudeerde waarschijnlijkheidsrekening (regel van Bayes).
- Gabriel Cramer (1704-1752); Zwitser, wiskundige
  - Grondlegger van de determinanttheorie (om stelsels van vergelijkingen op te lossen, het zogenaamde stelsel van Cramer).
- Leonhard Euler (1707-1783); Zwitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te St.-Petersburg en Berlijn.
  - \* Bestudeerde alle terreinen van de wiskunde o.a. : oneindige reeksen, getallentheorie, modulo rekenen, differentiaal -en integraalrekening, differentiaalvergelijkingen, variatierekening, differentiaalmeetkunde,... en bracht vele verbeteringen aan.
  - \* Zette de algebra, trigonometrie en analytische meetkunde op een stevige analytische basis.
  - \* Grondlegger van de grafentheorie (1736).
  - \* Grondlegger van de topologie (1750).
  - \* Formule van Euler voor veelvlakken (topologie):  

$$v - e + f = 2$$
 met v: randen (vertices), e: hoeken (edges) en f: vlakken (faces)
  - \* Vele functies en symbolen dragen zijn naam (bv. getal van Euler, Euler- $\Phi$ -functie, beta -en gammafunctie van Euler,...).
  - \* Maakte de notatie voor  $\pi$  populair.
  - \* Voerde de notatie  $f(x)$  voor eenfunctie in.
  - \* Voerde dubbelintegralen (meervoudige integralen) in.
  - \* Schreef "Introduction to the Analysis of Infinities", een overzicht van de gekende analyse, plus een analytische behandeling van goniometrische en exponentiële functies.
- Thomas Simpson (1710-1761); Engelsman, wiskundige
  - \* Bestudeerde differentiaalvergelijkingen, meetkunde en algebra.
  - \* Vond een numerieke methode voor het (benaderend) berekenen van integralen (regel van Simpson) (1737).
  - \* Bewees de formules voor de som en het verschil van 2 goniometrische getallen (de formules van Simpson).
- Jean le Rond d'Alembert (1717-1783); Fransman, filosoof en wis-en natuurkundige
  - \* Probeerde als eerste de fundamentele stelling van de algebra te bewijzen (geformuleerd door Girard) maar slaagde daarin niet. Deze stelling draagt nu wel zijn naam.
  - \* Publiceerde samen met Diderot de eerste "Encyclopédie" (1751).

- \* Bekend van het criterium van d'Alembert (voorwaarde voor convergentie van een reeks).
- Johann Heinrich Lambert (1728-1777); Duitser, wis -en natuurkundige
  - \* Bestudeerde vooral warmteleer en optica.
  - \* Bewees de irrationaliteit van  $\pi$  en  $e$  (het zijn geen breuken).
  - \* Voerde de hyperbolisch-goniometrische functies in.
- Alexandre-Théophile Vandermonde (1735-1796)
  - Bestudeerde de determinantentheorie (de determinant van Vandermonde).
- Joseph Louis Lagrange (1736-1813); Fransman, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar aan de école Polytechnique (Parijs) (1797).
  - \* Bestudeerde analyse (stelling van Lagrange), getallentheorie, oplossen van vergelijkingen, differentiaalmeetkunde en mechanica (de functie van Lagrange).
  - \* Schreef "Mechanique analytique" (1788), met een overzicht van de mechanica sinds Newton.
- John Wilson (1741-1793)
- Gaspard Monge (1746-1818); Fransman, wiskundige
  - Grondlegger van de beschrijvende meetkunde.
- Pierre Simon de Laplace (1749-1827); Fransman, wis -en sterrenkundige
  - \* Schreef "The Analytic Theory of Probabilities" (1812), een volledig overzicht van de waarschijnlijkheidsrekening (de Laplace-distributie).
  - \* Bestudeerde mechanica (differentiaalvergelijking van Laplace) en hydrodynamica.
  - \* Bekend van de Laplace transformatie die differentiaalvergelijkingen herleidt tot algebraïsche vergelijkingen.
  - \* Schreef "Traite de mecanique celeste" (1779-1825), een overzicht van de mechanica sinds Newton.
- Adrien-Marie Legendre (1752-1833); Fransman, wis -en sterrenkundige
  - \* Hoogleraar te Parijs.
  - \* Bestudeerde getallentheorie en elliptische functies.
  - \* De orthogonale Legendre functies zijn oplossingen van de Legendre differentiaalvergelijking.
  - \* Schreef "Traité des fonctions elliptiques et des intégrales Eulériennes" (1826).
- Marc-Antoine Parseval des Chênes (1755-1836)
  - Bekend van de Parseval formule voor de integratie van het kwadraat van een functie met een Fourier reeks voorstelling.
- Louis François Antoine Arbogast (1759-1803); Franse wiskundige en historicus
  - \* Was vooral geïnteresseerd in de geschiedenis van de wiskunde.
  - \* Bestudeerde als eerste discontinue functie, onderzocht de beperkingen van algebraïsche methodes en beschouwde de calculus als een verzameling operatoren.
  - \* Voerde de differentiaalnotatie  $D$  in.
- Christian Kramp (1760-1826); Fransman, dokter en wiskundige
  - \* Professor wiskunde te Straatsburg (1809)
  - \* Voerde de notatie voor faculteiten in.
  - \* Bestudeerde veralgemeende faculteitfuncties
- Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830); Fransman, wis-en natuurkundige
  - \* Grondlegger van de mathematische fysica.
  - \* Bestudeerde partiële differentiaalvergelijkingen en reeksen van functies (Fourier-reeksen).
  - \* De Fourier-analyse bestudeert welke functies door eindige of oneindige reeksen van sinussen en cosinussen kunnen voorgesteld worden.

- François Joseph Servois (1768-1847); Fransman, wiskundige
  - \* Bestudeerde projectieve meetkunde en complexe getallen
  - \* Voerde de begrippen commutatief en distributief in.
- Marc-Antoine Parseval (?-1836)
- Peter Barlow (1776-1862)
- Carl Friedrich Gauss (1777-1855); Duitser, wis, natuur -en sterrenkundige
  - \* Hoogleraar te Göttingen.
  - \* Bestudeerde alle terreinen van de wiskunde o.a. : algebra (Gauss reductie van matrices voor het oplossen van stelsels lineaire vergelijkingen), getallentheorie, differentiaalmeetkunde, niet-Euclidische meetkunde, waarschijnlijkheidsrekening (normale "Gauss" distributie, de klok van Gauss, kleinste kwadratenmethode) en legde hierbij de grondslag voor de moderne aanpak van de wiskunde.
  - \* Voerde in 1831 de complexe getallen in als een geordend koppel reële getallen (het vlak van Gauss) en het arithmetisch (= rekenkundig) en geometrisch (= meetkundig) gemiddelde.
  - \* Voerde het begrip (en de naam) norm in (in de algebra).
  - \* Grondlegger van de niet-Euclidische "hyperbolische" meetkunde (samen met Bolyai en Lobachevsky). Dit wordt nu de Bolyai meetkunde genoemd.
  - \* Schreef "Disquisitiones arithmeticae" (1801) over getallentheorie
  - \* Gaf het eerste correcte bewijs van de fundamentele stelling van de algebra.
  - \* Formuleerde het vermoeden dat een 5-de graadsvergelijking geen algemene oplossing heeft. Dit werd later bewezen door Abel (de stelling van Abel).
  - \* Bestudeerde samen met Weber het elektromagnetisme. Samen vonden ze de telegraaf en het CGS-eenhedenstelsel uit (centimeter-gram-seconde) en vonden ze het verband tussen magnetisme, elektriciteit en licht.
  - \* Kreeg de bijnaam : "Prins van de wiskunde".
- Josef Maria Hoene-Wronski (1778-1853); Pool, wiskundige
 

Formuleerde een nodige en voldoende voorwaarde voor het lineair onafhankelijk zijn van functies. De determinant van de Wronskiaan, een matrix gevormd door de functies en hun afgeleiden, mag niet nul zijn.
- August Leopold Crelle (1780-1855); Duitser, wiskundige en architect
 

Oprichter van het eerste tijdschrift voor zuivere wiskundige "Journal für die reine und angewandte Mathematik" (1826), waarin onder andere Abel publiceerde.
- Siméon-Denis Poisson (1781-1840); Fransman, wis -en natuurkundige
  - \* Bestudeerde vooral elektrostatische en magnetisme.
  - \* Bekend van de Poisson-distributie in de waarschijnlijkheidsrekening.
- Bernhard Bolzano (1781-1848); wiskundige en filosoof
  - \* Bestudeerde logica.
  - \* Bekend van de stelling van Bolzano.
- Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846); Duitser, wis -en sterrenkundige
  - \* Hoogleraar te Königsberger (1810).
  - \* Diverse belangrijke wiskundige begrippen en functies dragen zijn naam (Bessel functies).
- William George Horner (1786-1837)
- Jacques-Philippe-Marie Binet (1786-1856)
- Jean Victor Poncelet (1788-1867); Fransman
  - \* Hoogleraar te Metz (1825-35).
  - \* Leerling van Monge.
  - \* Bestudeerde projectieve meetkunde.
- Augustin-Louis Cauchy (1789-1857); Fransman, wis -en natuurkundige

- \* Ontwikkelde de moderne analytische onderbouw van de differentiaal-en integraalrekening in 1821 (met behulp van het moderne begrip limiet)
- \* Grondlegger van de functietheorie (analyse van complexe functies) in 1814.
- \* Bestudeerde differentiaal-en integraalrekening (limieten, oneindige reeksen), waarschijnlijkheidsrekening (de Cauchy-distributie), optica, elasticiteitsleer en hydrodynamica.
- \* Verrichte fundamenteel onderzoek naar oneindige functiereeksen (samen met Abel).
- Augustus Ferdinand Möbius (1790-1868); Duitser, wiskundige en sterrenkundige
  - \* Hoogleraar te Leipzig (1815).
  - \* Bestudeerde analytische meetkunde, projectieve meetkunde en topologie (Möbius band, 1865).
- Nicolai Ivanovich Lobachevsky (1792-1856); Rus, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Kazan.
  - \* Grondlegger van de niet-Euclidische "hyperbolische" meetkunde (samen met Bolyai en Gauss). Dit wordt nu de Bolyai meetkunde genoemd.
  - \* Bestudeerde reeksen, algebra en waarschijnlijkheidsrekening.
  - \* Schreef "Geometrical investigations on the theory of parallels" (1840).
- Charles Babbage (1792-1871); Engelsman, wiskundige  
Ontwierp de voorlopers van de eerste computer, de difference en analytical engine, (samen met Ada Lovelace) maar kon wegens geldgebrek deze laatste niet praktisch realiseren. Later werden zijn plannen voor de Analytical Engine nauwgezet opgevolgd en bleek zijn ontwerp juist te zijn.
- George Green (1793-1841); Engelsman, wiskundige  
Bestudeerde differentiaalvergelijkingen (Green's functie) en wiskundige programmering (stelling van Green).
- Michel Chasles (1793-1880); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Parijs (1841).
  - \* Bestudeerde projectieve meetkunde.
- Germinal Pierre Dandelin (1794-1847); Belg, wiskundige  
Bestudeerde ruimtemeetkunde (Stelling en bollen van Dandelin).
- Olinde Rodrigues (1794-1851)
- Jakob Steiner (1796-1863); Zwitser, wiskundige  
Bestudeerde meetkunde, voornamelijk projectieve meetkunde.

## 19de eeuw

- Karl Wilhelm Feuerbach (1800-1834); Duitser, wiskundige  
Bestudeerde meetkunde (Stelling van Feuerbach).
- Niels Henrik Abel (1802-1829); Noor, wiskundige
  - \* Bestudeerde differentiaal-en integraalrekening (oneindige reeksen), functietheorie en hogeregraadsvergelijkingen.
  - \* Stelling van Abel:  
Algebraïsche vergelijkingen met graad hoger dan 4 zijn niet in algemene wortelvorm op te lossen, behalve speciale gevallen (de Abelse vergelijkingen).
  - \* Ontdekker van de elliptische functies (samen met Jacobi). Een elliptische integraal is van  $\int r(x, \sqrt{p(x)}) dx$  de vorm:

met  $r(x,y)$  een rationale functie en  $p(x)$  een veeltermfunctie van graad 3 of 4 zonder gelijke wortels.

\* Vele begrippen dragen zijn naam : Abelse (= commutatieve) groepen, Abelse functies (sommige elliptische functies).

\* Verrichte fundamenteel onderzoek naar oneindige functiereeksen (samen met Cauchy).

\* Schreef "Memoire sur les equations algébriques" (1824).

- János Bolyai (1802-1860); Hongaar, wiskundige en genieofficier  
Grondlegger van de niet-Euclidische "hyperbolische" meetkunde (samen met Bolyai en Lobachevsky). Dit wordt nu de Bolyai meetkunde genoemd.
- Jacques Charles François Sturm (1803-1855); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Parijs (1838).
  - \* Bestudeerde algebraïsche vergelijkingen, differentiaalvergelijkingen, projectieve meetkunde en differentiaalmeetkunde.
- Carl Gustav Jacob Jacobi (1804-1851); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Königsberg (1827) en Berlijn (1843).
  - \* Ontdekker van de elliptische functies (samen met Abel). Een elliptische integraal is van de vorm:  $\int r(x, \sqrt{p(x)}) dx$

met  $r(x,y)$  een rationale functie en  $p(x)$  een veeltermfunctie van graad 3 of 4 zonder gelijke wortels.

\* Voerde de notatie van determinanten in (1841).

\* Bestudeerde (partiële) differentiaalvergelijkingen.

- William Rowan Hamilton (1805-1856); Ier, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Dublin.
  - \* Herformuleerde de klassieke mechanica in een vorm die later nuttig bleek voor de quantumtheorie.
  - \* Zocht een manier om rotaties in drie dimensies algebraïsch voor te stellen zoals dit met de complexe getallen mogelijk is in twee dimensies. Hij ontdekte hierbij de quaternionen die, in tegenstelling tot de andere getallensystemen, geen commutatief veld vormen, maar een niet-commutatieve ring zijn.
  - \* Stelling van Cayley-Hamilton (Cayley: 2x2, 3x3; Hamilton: 4x4; Frobenius: algemeen bewijs):  
Elke vierkante matrix voldoet aan zijn karakteristieke vergelijking.
  - \* Diverse wiskundige begrippen en functies dragen zijn naam.
- Gustav Peter Lejeune Dirichlet (1805-1859); Duitser, wis -en natuurkundige
  - \* Bestudeerde Fourier-reeksen, mechanica, hydrodynamica en warmteleer.
  - \* Formuleerde in 1829 de huidige definitie van het begrip functie.
- Augustus De Morgan (1806-1871); Engelsman, wiskundige  
Grondlegger van de moderne logica (samen met Boole).
- Hermann Günther Grassmann (1809-1877)  
Grondlegger van de n-dimensionale algebraïsche ruimten.
- Benjamin Peirce (1809-1880); Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Harvard (1833)
  - \* Bestudeerde diverse deelgebieden van de wiskunde (o.a. getallentheorie en associatieve algebra's)
  - \* Voerde de begrippen idempotent en nilpotent in (1870).
- Joseph Liouville (1809-1882), Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Parijs

- \* Bestudeerde differentiaalmeetkunde (de theorie van de conforme afbeeldingen), getallentheorie (kwadratische vormen), statistische mechanica, functietheorie, en differentiaalvergelijkingen (Sturm-Liouville theorie).
- \* Bewees in 1840 het bestaan van transcendente getallen (die niet door wortelvormen kunnen voorgesteld worden).
- Évariste Galois (1811-1832); Fransman, wiskundige
  - Grondlegger van de groepentheorie (de (eindige) Galois-velden) waardoor men inzicht kreeg in de stelling van Abel.
- Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811-1877); Fransman, wis –en sterrenkundige
  - Voorspelde in 1846 het bestaan van een onbekende planeet op basis van storingen in de baan van Uranus. Enkele weken later werd op de voorspelde plaats de planeet Neptunus ontdekt.
- James Joseph Sylvester (1814-1897); Engelsman, wiskundige
  - \* Bestudeerde algebraïsche invarianten (matrix invarianten), elliptische functies, getallentheorie en diophantische vergelijkingen.
  - \* Voerde de term matrix in (1850).
  - \* Voerde de nulliteit van een matrix in (1884).
  - \* Schreef "Treatise on Elliptic Functions" (1876).
- Ada Lovelace (1815-1852); Engelsman, wiskunde
  - \* Ontwikkelde (samen met Charles Babbage) de concepten van de Analytical Engine, de voorloper van de computer. Hoewel de machine wegens geldgebrek nooit gebouwd werd, schreef zij hypothetische programma's voor de machine. Aldus staat zij gekend als eerste computerprogrammeur.
  - \* De programmeertaal Ada is naar haar genoemd.
- George Boole (1815-1864); Engelsman, wiskundige
  - \* Hoogleraar aan het Queen's College te Cork, Ierland (1849).
  - \* Grondlegger van de moderne logica (samen met De Morgan).
  - \* De Boolese algebra wordt intens gebruikt bij het ontwerpen van computerschakelingen.
  - \* Schreef "Laws of Thought" (1854).
- Karl Weierstrass (1815-1897); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Berlijn (1864).
  - \* Grondlegger van de moderne differentiaal-en integraalrekening.
  - \* Bestudeerde algebra, differentiaal-en integraalrekening (o.a. periodieke functies), functietheorie, oneindige reeksen, variatierekening en elliptische functies.
  - \* Gaf een axiomatische definitie van een determinant.
- Arthur Cayley (1821-1895); Engelsman, wiskundige en advocaat
  - \* Hoogleraar te Cambridge (1863).
  - \* Bestudeerde elliptische functies, differentiaalvergelijkingen, algebra en projectieve meetkunde.
  - \* Stelling van Cayley-Hamilton (Cayley:  $2 \times 2$ ,  $3 \times 3$ ; Hamilton:  $4 \times 4$ ; Frobenius: algemeen bewijs):
    - Elke vierkante matrix voldoet aan zijn karakteristieke vergelijking.
  - \* Schreef "Memoir on the theory of matrices" (1858) met de eerste volledige behandeling van de matrixrekening (abstracte matrixdefinitie, optellen, vermenigvuldigen, scalair vermenigvuldigen en inverteren met determinanten,...).
- Pafnuty Lvovich Chebyshev (1821-1894); Rus, wiskundige
  - \* Bestudeerde getallentheorie, waarschijnlijkheidsrekening (ongelijkheid van Chebyshev) en orthogonale functies (functies van Chebyshev) en integraalrekening.

- \* Schreef "Theory of Congruences" (1849)
- Philipp Ludvig von Seidel (1821-1896)
  - Bestudeerde numerieke wiskunde (de methode van Seidel voor het numeriek oplossen van een stelsel lineaire vergelijkingen)
- Charles Hermite (1822-1901); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Parijs (1869).
  - \* Bestudeerde getallentheorie, elliptische functies, vergelijkingen van de 5de graad.
  - \* Bewees in 1873 dat de basis van de natuurlijke logaritmen (het getal van Euler) transcendent is.
  - \* De Hermite reductie van matrices wordt gebruikt in de quantumtheorie.
  - \* De orthogonale Hermite functies zijn oplossingen van de Hermite differentiaalvergelijking.
- Leopold Kronecker (1823-1891); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Berlijn (1883).
  - \* Bestudeerde algebra, analyse en tensorrekening.
  - \* Voerde de deltafunctie (Kronecker functie) in. Deze functie kan enkel de waarden 0 (binnen een deelverzameling, bv. natuurlijke getallen, van het domein, bv. reële getallen) en 1 (buiten deze deelverzameling) aannemen.
  - \* Wou de wiskunde volledige steunen op de natuurlijke getallen en kwam daarmee in conflict met de oneindige verzamelingentheorie van Cantor.
- Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866); Duitser, wiskundige
  - \* Grondlegger van de niet-Euclidische "elliptische" meetkunde. Dit wordt nu de Riemann-meetkunde genoemd en werd gebruikt door Einstein voor zijn relativiteitstheorie.
  - \* Bestudeerde elliptische functies, functietheorie, integraalrekening, tensorrekening en differentiaalmeetkunde.
  - \* Formuleerde in 1854 nodige en voldoende voorwaarden voor het bestaan van de integraal van een functie (de Riemann-integraal). Hij bewees verder dat continue en stuksgewijs continue functies aan de voorwaarden voldoen.
  - \* Vond in 1861 de eerste metrische differentiaaltensor.
- Henry John Stephen Smith (1826-1883)
- Karl Mikhailovich Peterson (1828-1881)
- Elwin Bruno Christoffel (1829-1900)
  - \* Bestudeerde tensorrekening.
  - \* Vond in 1869 de eenvoudigste metrische differentiaaltensor.
- Julius Wilhelm Richard Dedekind (1831-1916); Duitser, wiskundige
  - \* Leerling van Gauss.
  - \* Formuleerde een moderne theorie (gebaseerd op de verzamelingenleer) voor het invoeren van de irrationale getallen.
  - \* Schreef "'Stetigkeit und Irrationalzahlen" (1872) en "Was sind und was sollen die Zahlen" (1882).
- Rudolph Otto Sigismund Lipschitz (1832-1903); Duitser, wiskundige
  - Bekend voor zijn voorwaarde voor het bestaan van een unieke oplossing van een differentiaalvergelijking.
- Robert Tucker (1832-1905); Amerikaan, wiskundige
  - Bekend van de Kuhn-Tucker voorwaarden voor het bestaan van oplossingen in lineaire programmering.
- Edmund Nicolas Laguerre (1834-1886); Fransman, wiskundige
  - \* Bestudeerde meetkunde en differentiaalvergelijkingen.
  - \* De orthogonale Laguerre functies zijn oplossingen van de Laguerre differentiaalvergelijking.

- John Venn (1834-1923); Engelsman, logicus en letterkundige
  - \* Introduceerde een diagramma techniek voor verzamelingen (Venn-diagramma).
  - \* Schreef "The logic of chance" (1866), "Symbolic logic" (1881) en "The principles of empirical logic" (1889).
- Leo Königsberger (1837-1921)
- Camille Jordan (1838-1921); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Parijs (1876-1912).
  - \* Bestudeerde algebra, topologie, meetkunde en algebraïsche groepentheorie.
  - \* Bekend van de Gauss-Jordan reductie van matrices.
  - \* Deed voorbereidend werk in de maattheorie.
  - \* Schreef "Treatise on Substitutions and Algebraic Equations" (1870).
- Hermann Hankel (1839-1873); Duitser, wiskundige en historicus
- Josiah Willard Gibbs (1839-1903); Amerikaan, wiskundige  
Grondlegger van de vector-analyse.
- Julius Peter Christian Petersen (1839-1910)
- Friedrich Wilhelm Karl Ernst Schröder (1841-1902); Duitser, wiskundige en logicus
  - \* Hoogleraar te Darmstadt (1847-76) en Karlsruhe (1876-1902)
  - \* Bestudeerde algebra en logica.
- Charles Sanders Pierce (1839-1914); Amerikaan, wiskundige
  - \* Zoon van Benjamin Pierce
  - \* Bestudeerde het vierkleurenprobleem, associatieve algebra's, logica en verzamelingenleer
- François Marius Sophus Lie (1842-1899), Noor, wiskundige  
Bestudeerde differentiaalvergelijkingen, topologie, algebraïsche invarianten, groepentheorie (Lie groepen) en differentiaal topologie.
- Jean-Gaston Darboux (1842-1917); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Parijs (1867).
  - \* Bestudeerde meetkunde, integraal-en differentiaalrekening (Darboux-integraal) en differentiaalmeetkunde.
  - \* Voerde de begrippen boven- en onder Darboux sommen in. De bekomen boven- en onderintegralen (Darboux integralen) vallen samen als de functie integreerbaar is.
- Hermann Amandus Schwarz (1843-1921); Duitser, wiskundige  
De ongelijkheid van Schwarz (algebra en vectoranalyse).
- William Kingdon Clifford (1845-1879); Engelsman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Londen (1871).
  - \* Voerde een veralgemening van de complexe getallen in (de Clifford algebra).
- Irving Stringham (1847-1909)  
Voerde de notatie voor natuurlijke logaritmen in.
- Georg Ferdinand Ludwig Philip Cantor (1845-1918); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Halle (1872-1913).
  - \* Grondlegger van de verzamelingenleer (1874).
  - \* Hij bewees dat de verzameling rationale getallen evenveel elementen bevat als de verzameling van de natuurlijke getallen (1874).
  - \* Continuum-hypothese (1878):  
Elke oneindige verzameling is ofwel aftelbaar (bevat evenveel elementen als de natuurlijke getallen), ofwel equivalent met het volledige continuum (zoals de reële getallen).
  - \* Enkele axioma's in de verzamelingenleer van Cantor:

- Extensionaliteitsaxioma:  $(\forall Z)(Z \text{ in } X \Leftrightarrow Z \text{ in } Y) \Rightarrow X = Y$   
 → De identiteit van verzamelingen is extensioneel en niet intensioneel, dit wil zeggen dat twee verschillende definities van verzamelingen toch gelijke verzamelingen kunnen opleveren.
- Comprehensie axioma: Stel  $F(Y)$  de bewering dat de verzameling  $Y$  de eigenschap  $F$  bezit. We construeren de verzameling  $X$  van alle  $Y$ 's die de eigenschap  $F$  bezitten:  $X = \{Y \mid F(Y)\}$ . Daarvoor moeten we volgend schema invoeren:  $(\exists X)(\forall Y)(Y \text{ in } X \Leftrightarrow F(Y))$
- Keuze axioma
- \* Bestudeerde topologie (door de invoering van open en gesloten verzamelingen punten).
- \* Paradox van Cantor (1899):  
 De verzameling van alle verzamelingen leidt tot een tegenspraak.
- \* Paradox van Russell (1902):  
 Beschouw de verzameling  $X = \{Y \mid \neg(Y \text{ in } Y)\}$ , de verzameling van verzamelingen die geen deelverzameling zijn van zichzelf. Het bestaan van  $X$  is gegarandeerd door het comprehensie axioma:  $(\exists X)(\forall Y)(Y \text{ in } X \Leftrightarrow \neg(Y \text{ in } Y))$ . Als men nu  $Y$  substitueert door  $X$ :  $(\exists X)(X \text{ in } X \Leftrightarrow \neg(X \text{ in } X))$ .
- Friedrich Ludwig Gottlob Frege (1848-1925), Duitser, wiskundige en filosoof
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek en logica.
  - \* Hij is eigenlijk de grondlegger van de moderne logica in de volle betekenis van het woord doordat hij de eis tot strengheid en ondubbelzinnigheid van definities en afleidingsregels tot het uiterste doordreef.
  - \* Hij was van mening dat de ganse rekenkunde kon afgeleid worden van de logica (toonde hiermee als eerste het belang van de logica in het grondslagenonderzoek aan).
  - \* Legde de relatie tussen de logica en de verzamelingenleer van Cantor.
  - \* Schreef "Die Grundlagen der Arithmetik" (1884).
- George Ferdinand Frobenius (1849-1917); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Berlijn (1874), Zürich (1875) en Berlijn (1892).
  - \* Bestudeerde lineaire algebra en groepentheorie (ontwikkelde de eerste volledige eindige groepentheorie).
  - \* Voerde de rank van een matrix en orthogonale matrices in.
  - \* Stelling van Cayley-Hamilton (Cayley:  $2 \times 2$ ,  $3 \times 3$ ; Hamilton:  $4 \times 4$ ; Frobenius: algemeen bewijs):  
 Elke vierkante matrix voldoet aan zijn karakteristieke vergelijking.
  - \* Schreef "On linear substitutions and bilinear forms" (1878).
- Christian Felix Klein (1849-1925); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Leipzig (1880) en Göttingen (1886).
  - \* Bestudeerde hyperbolische meetkunde en groepentheorie.
- Ferdinand Lindemann (1852-1939); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te München
  - \* Bewees de onmogelijkheid van de cirkelkwadratuur (het met passer en lineaal construeren van een vierkant met gelijke oppervlakte aan een gegeven cirkel), op basis van de Galois-theorie.
  - \* Bewees in 1882 dat het getal  $\pi$  transcendent is.
- Jules Henri Poincaré (1854-1912)  
 Bestudeerde algebraïsche (= combinatorische) topologie, differentiaalvergelijkingen en integraalvergelijkingen.
- Thomas Jan Stieltjes (1856-1894); Nederlander, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Toulouse (1886).

- \* Bestudeerde wiskundige series, getallentheorie en Riemann-functies.
- \* Gaf een belangrijke definitie van het integraalbegrip (Riemann-Stieltjes integraal).
- Andrei Andreyevich Markov (1856-1922), Rus, wiskundige
  - \* Bestudeerde waarschijnlijkheidsrekening.
  - \* Markov-proces:
    - Statisch proces waarvan het verloop in de toekomst volledig is bepaald door de waarden van een aantal grootheden op een zeker tijdstip.
- Carl David Tolmé Runge (1856-1927)
  - \* Bestudeerde numerieke wiskunde
  - \* Bekend is de Runge-Kutta methode voor het benaderd oplossen van differentiaalvergelijkingen.
- Friedrich Schur (1856-1932)
  - \* Bestudeerde abstracte algebra en groepentheorie.
  - \* Bekend is de Schur-reductie van matrices.
- Walther Franz Anton von Dyck (1856-1934)
  - Bestudeerde logica en formele talen (stelling van Dyck).
- Charles Émile Picard (1856-1941); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Toulouse (1879) en Parijs (1898).
  - \* Bestudeerde differentiaalvergelijkingen, algebraïsche meetkunde, functietheorie (stelling van Picard, 1879) en integraalvergelijkingen.
- Karl Pearson (1857-1936); Engelsman, wiskundige
  - \* Bestudeerde statistiek (regressie analyse) (en toepassingen in de biologie meer bepaald op de erfelijkheidsleer) en probabiliteit
  - \* Voerde de chi-kwadraat test in (1900)
  - \* Voerde de begrippen standaardafwijking (1893), curve van Gauss (1902), Gaussdistributie (1905), kurtosis (1905) en histogram in.
  - \* Kwam in ernstige ruzie met Ronald Fisher en William Gosset omdat zij zweerden bij kleine steekproeven terwijl Pearson zich enkel baseerde op grote steekproeven.
  - \* Schreef "Mathematical Contribution to the Theory of Evolution" (18 artikels tussen 1893-1912)
- Giuseppe Peano (1858-1932); Italiaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Turijn (1890)
  - \* Bestudeerde algebra, getallentheorie, verzamelingenleer en logica.
  - \* Gebruikte de logica als notatiesysteem voor diverse axiomastelsels.
  - \* Voerde het rekenkundig axiomastelsel in (de axioma's van Peano) waarmee men de natuurlijke getallen kan construeren.
  - \* Gaf de eerste axiomatische definitie van lineaire ruimten.
  - \* Voerde de notaties voor de doorsnede, unie en is element van voor verzamelingen in (1889).
- Johan Ludwig William Valdemar Jensen (1859-1925)
- David Eugene Smith (1860-1944); Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Columbia.
  - \* De Smith-reductie van matrices.
- Alfred North Whitehead (1861-1947); Engelsman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Londen (1914) en Harvard (1924).
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek en logica.
  - \* Hij was van mening dat men de volledige wiskunde kon afleiden uit de logica. Hij bouwde hiervoor een logisch systeem waarmee men de paradoxen van de verzamelingenleer van Cantor kon ontwijken.

- \* Schreef "Principia Mathematica" (3 delen, 1910-13, samen met Russell), een klassiek werk op het gebied van de grondslagen van de wiskunde.
- Eliakim Hastings Moore (1862-1932); Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Chicago (1892)
  - \* Bestudeerde algebra, groepentheorie, algebraïsche meetkunde, getallentheorie en integraalvergelijkingen.
  - \* Bewees dat elk eindig veld een Galois veld is (1893)
  - \* Voerde de benaming veld in
- David Hilbert (1862-1943); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Königsberg en Göttingen.
  - \* Grondlegger van de functionaal analyse (bestudeert functies collectief).
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek, algebraïsche getallentheorie, invariantentheorie en integraalvergelijkingen.
  - \* Zette het werk van Peano verder en gebruikte de logica voor het opstellen van een strenge bewijstheorie.
  - \* Stelde in 1899 een volledige axiomastelsel voor de Euclidische meetkunde op (zonder de impliciet veronderstelde axioma's en het onderscheid tussen axioma's en postulaten).
  - \* Formuleerde tijdens het tweede internationale congres voor wiskunde (1900, Parijs) 23 belangrijke, onopgeloste problemen in de wiskunde:
    - 1: bewijs van de continuüm hypothese van Cantor (Gödel, 1940).
    - 2: verenigbaarheid van de rekenkundige axioma's.
    - 3: gelijkheid van volume van 2 tetraheders met gelijke basis en gelijke hoogte (Boltianskii, 1978).
    - 4: Probleem van de rechte lijn als kortste afstand tussen 2 punten (en alternatieve meetkunde's door 1 of meerdere axioma's uit het stelsel van Euclides weg te laten).
    - 5: Lie heeft op basis van een continue groep van transformaties een aantal geometrische axioma's opgesteld. De functies die zo'n groep definiëren moeten volgens zijn theorie afleidbaar zijn. In hoeverre is deze eis van afleidbaarheid nodig voor de geometrische axioma's of is deze afleidbaarheid eerder een gevolg van de continuïteit van de groep? (Montgomery en Zippin, 1955).
    - 6 : axiomatisering van de waarschijnlijkheidsrekening (Kolmogorov).
  - \* Schreef "Grundlagen der Geometrie" (1899).
- Hermann Minkowski (1864-1909); Duitser-Pool, wis -en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Königsbergen
  - \* Bestudeerde 4-dimensionale meetkunde (met de tijd als 4de dimensie)
  - \* Ontwikkelde een meetkundige theorie van convexe lichamen.
  - \* Ontwikkelde de elektrodynamica van bewegende lichamen.
  - \* Leermeester van Einstein
- Georgii Feodosevich Voronoi (1868-1908)
- Felix Hausdorff (1869-1942); Duitser, wiskundige
  - \* Bestudeerde topologie en verzamelingenleer (o.a. Cantor's continuüm hypothese en Borelverzamelingen).
  - \* Voerde het begrip partieel geordende verzameling in.
  - \* Voerde de benaming metrische ruimte in.
  - \* Schreef "Grundzüge der Mengenlehre" (1914) waarin hij een kader ontwikkelde voor topologische en metrische ruimten (steunend op het werk van Maurice Fréchet).
- Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo (1871-1951); Duitser, wiskundige

- \* Hoogleraar te Göttingen (1906), Zürich (1910) en Freiburg (1926).
- \* Bestudeerde grondslagenonderzoek, verzamelingenleer en statische mechanica.
- \* Gaf de eerste volledige axiomatisering van de verzamelingenleer in 1908 (Zermelo-Fraenkel systeem), gebaseerd op 10 axioma's.
- Émile Borel (1871-1956); Fransman, wiskundige en politicus
  - \* Hoogleraar te Parijs
  - \* Bestudeerde functietheorie, statistiek, maattheorie en speltheorie.
  - \* Deed voorbereidend werk in de maattheorie.
- Gino Fano (1871-1952); Italiaan
- Bertrand Russell (1872-1970); Engelsman, wiskundige en filosoof
  - \* Hoogleraar te Cambridge (1910-1916).
  - \* Leerling van Whitehead.
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek en logica.
  - \* Hij was van mening dat men de volledige wiskunde kon afleiden uit de logica. Hij bouwde hiervoor een systeem waarmee men de paradoxen van de verzamelingenleer van Cantor kon ontwijken (zie Cantor voor de paradox van Russell).
  - \* Schreef "Principia Mathematica" (3 delen, 1910-13, samen met Russell), een klassiek werk op het gebied van de grondslagen van de wiskunde.
- Gerhard Hessenberg (1874-1925)
- Henri Léon Lebesgue (1875-1941); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Rennes, Poitiers en Parijs.
  - \* Grondlegger van de maattheorie (1901) (met de definitie van de Lebesgue integraal (1902, gebaseerd op verzameling theoretische concepten).
  - \* Droeg bij tot de theorie der functies van reële veranderlijken.
  - \* Schreef "Intégrale, aire, volume" (1902) en "Sur l'intégration des fonctions discontinuous" (1910).
- Issai Schur (1875-1941)
- William Sealey Gosset (1876-1937); Engelsman, scheikundige en wiskundige
  - \* Werkte als scheikundige in de Guinness brouwerij van Dublin (1899)
  - \* Bestudeerde statistiek
  - \* Voerde de t-test in (schreef onder de naam Student)
  - \* Nam net als Ronald Fisher kleine steekproeven als uitgangspunt
- Erhard Schmidt (1876-1959)
  - \* Leerling van Hilbert.
  - \* Bestudeerde abstracte ruimten en topologie.
- Edmund Landau (1877-1938); Duitser, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Göttingen (1909-33).
  - \* Bestudeerde getaltheorie (meer bepaald priemgetallen)
- Jan Lukasiwicz (1878-1956); Pool, wiskundige
  - \* Professor aan de Warschau Universiteit (1920-39)
  - \* Grondlegger van het polaire coördinatenstelsel (poolnotatie)
  - \* Grondlegger van de driewaardige propositie logica (1920)
  - \* Bestudeerde meerwaardige logica's
- René Maurice Fréchet (1878-1973); Fransman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Poitiers (1910) en Straatsburg (1920).
  - \* Grondlegger van metrische ruimten (eenvoudigste wiskundige structuur waar het begrip continuïteit zinvol is).
  - \* Bestudeerde topologie (open en gesloten verzamelingen in metrische ruimten), differentiaal-en integraalrekening en abstracte ruimtes.
- Guido Fubini (1879-1943)

- Albert Einstein (1879-1955); Duitser-Amerikaan, wis- en natuurkundige
  - \* Leerling van Minkowski
  - \* Grondlegger van de speciale (1905) en algemene relativiteitstheorie (1908).
  - \* Kreeg in 1921 de Nobelprijs voor zijn bijdragen tot de theoretische natuurkunde.
  - \* Probeerde heel de natuurkunde te herleiden tot een uniforme veldentheorie.
- Otto Toeplitz (1881-1940)
- Richard Von Mises (1883-1953); Australiër-Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Straatsburg (1909), Berlijn (1920), Istanboel (1933) en Harvard (1939).
  - \* Bestudeerde statistiek en waarschijnlijkheidsrekening
- Eric Temple Bell (1883-1960); Schot-Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Washington (1912).
  - \* Bestudeerde getaltheorie.
  - \* Schreef "Algebraic Arithmetic" (1927) en "The Development of Mathematics" (1940).
- George David Birkhoff (1884-1944); Amerikaan, wiskundige
  - \* Leerling van Eliakim Moore
  - \* Hoogleraar te Princeton (1911)
  - \* Bestudeerde lineaire differentiaalvergelijkingen, differentievergelijkingen en tralietheorie
- Solomon Lefschetz (1884-1972)
  - Gebruikte voor het eerst het woord topologie (1930).
- Erwin Schrödinger (1887-1961); Oostenrijker, wis-en natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Zürich (1921-27), Berlijn (1927-33), Oxford (1933-36), Graz (1936-39), Dublin (1940-56) en Wenen.
  - \* Kreeg in 1933 de Nobelprijs voor zijn bijdragen aan de ontwikkeling van de quantummechanica (samen met Dirac).
  - \* Bestudeerde thermodynamica, algemene veldtheorie (na 1946).
  - \* De Schrödinger-vergelijking (golfvergelijking): vergelijking waarmee de stationaire toestanden van een atoom kunnen worden beschreven.
- Albert Thoralf Skolem (1887-1963); Noor, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Oslo (1933)
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek, axiomatische verzamelingenleer (verbeterde het Zermelo-Fraenkel systeem), getaltheorie en logica (modeltheorie).
  - \* Voerde de Skolem vorm van logische uitdrukkingen in.
- George Pólya (1887-1985); Hongaar-Amerikaan, wiskundige
  - De Polya-verdeling in de statistiek.
- Paul Bernays (1888-1977); Zwitser, wiskundige en logicus
  - \* Hoogleraar te Zürich (1912) en Göttingen (1917).
  - \* Leerling van Hilbert.
  - \* Probeerde de volledige wiskunde te baseren op één onderliggend (metawiskunde) systeem.
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek en axiomatische verzamelingenleer.
  - \* Verbeterde in 1925 het Zermelo-Fraenkel systeem tot wat nu gekend is als het Neumann-Bernays-Gödel systeem (minder streng maar ook vrij van paradoxen).
  - \* Schreef "Axiomatic Set Theory" (1958).
- Ronald Aylmer Fisher (1890-1962), Sir; Engelsman, sterrenkundige
  - \* Bestudeerde foutentheorie (van astronomische waarnemingen) en hypothese testen.
  - \* Grondlegger van de variantie analyse (tak uit de statistiek), door velen beschouwd als de grondlegger van de moderne statistiek

- \* Voerde de term maximum kans in (maximum likelihood)
- \* Bekend van de F(isher)-distributie
- \* Kwam in ernstige ruzie met Karl Pearson omdat hij, net als Gosset, als basis kleine steekproeven gebruikte. Dit was zo erg dat hij een functie weigerde omdat dit zou betekenen dat hij onder Karl Pearson ging moeten werken.
- Abraham Adolf Fraenkel (1891-1965); Israëliër, wiskundige en logicus
  - \* Bestudeerde verzamelingenleer.
  - \* Gaf de eerste volledige axiomatisering van de verzamelingenleer in 1908 (Zermelo-Fraenkel systeem), gebaseerd op 10 axioma's.
- Wilhelm Ackermann (1896-1962)
  - Voerde de functie van Ackermann in.

## 20ste eeuw

- Werner Karl Heisenberg (1901-1976); Duitser, natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Leipzig (1927) en Berlijn (1941).
  - \* Kreeg in 1932 de Nobelprijs voor zijn bijdragen aan de quantummechanica.
  - \* Voerde de Heisenbergmatrices in.
- Alfred Tarski (1902-1983); Pool-Amerikaan, wiskundige en logicus
  - \* Hoogleraar te California (1941).
  - \* Bestudeerde algebra, maattheorie, logica (cilindrische algebra = algebraïsche predicaat logica met gelijkheid) en verzamelingenleer
  - \* Voerde het begrip metataal in.
  - \* Schreef "Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen" (1936) en "The completeness of elementary algebra and geometry" (1967).
- Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984); Engelsman, natuurkundige
  - \* Hoogleraar te Cambridge (1932-68)
  - \* Kreeg in 1933 de Nobelprijs voor zijn bijdragen aan de quantummechanica.
  - \* Voorspelde het bestaan van een positief elektron, het positron (ontdekt door Anderson in 1932).
  - \* Dirac-vergelijking: beschrijving van een elementair deeltje dat zowel aan de speciale relativiteitstheorie als aan de quantummechanica voldoet.
- John von Neumann (1903-1957); Hongaar-Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Princeton (1930)
  - \* Grondlegger van de speltheorie (1920-1930).
  - \* Leverde een fundamentele bijdrage aan de computertechnologie met de ontwikkeling van de IAS in 1952. Alle opeenvolgende computers volgden dit ontwerp die bekend werd als een von Neumann computer (CISC).
  - \* Bestudeerde logica, axiomatische verzamelingenleer, statistiek en numerieke analyse.
  - \* Verbeterde in 1925 het Zermelo-Fraenkel systeem tot wat nu gekend is als het Neumann-Bernays-Gödel systeem (minder streng maar ook vrij van paradoxen).
  - \* Ontwikkelde wiskundige modellen in de quantummechanica (von Neumann algebras) en voor de waterstofbom.
  - \* Schreef "Theory of games and economic behavior" (1944) (samen met Oskar Morgenstern).
- Andrei Nicolaevich Kolmogoroff (1903-1987); Rus, wiskundige
  - \* Zette de waarschijnlijkheidsrekening op een stevige axiomatische basis (1933), met behulp van maattheorie. Dit was het zesde probleem van Hilbert.
  - \* Bestudeerde waarschijnlijkheidsrekening (Markov-processen) en programmering
- Alonzo Church (1903-1995); Amerikaan, wiskundige en logicus

- \* Hoogleraar te Princeton (1947-1967) en Californië (1967).
- \* Bestudeerde getallentheorie, beslissingsproblemen in de logica (recursie theorie) en computertheorie.
- \* Grondlegger van de lambda calculus (die een belangrijke basis vormt in artificiële intelligentie).
- \* Schreef "Introduction to mathematical logic" (1956).
- John Henry Constantine Whitehead (1904-1960); Engelsman, wiskundige en filosoof
  - \* Hoogleraar te London (1914) en Harvard (1924).
  - \* Ontwikkelde een metafysische natuurfilosofie.
  - \* Schreef "Principia Mathematica" (3 delen, 1910-13, samen met Russell), een klassiek werk op het gebied van de grondslagen van de wiskunde.
- Jean A. Dieudonné (1905-1992); Fransman, wiskundige
  - \* Bestudeerde functionaal analyse, abstracte algebra (Lie groepen) en topologie.
  - \* Verdediger van de verzamelingenleer.
  - \* Schreef onder de naam Nicolas Bourbaki (samen met André Weil)
  - \* De Bourbaki-groep was een groepje wiskundigen die vanaf 1930 samen publiceerden en probeerden een geünificeerde beschrijving geven van de volledige wiskunde (op basis van de verzamelingenleer). Hun doel was de toenmalige trend van onnauwkeurigheid in de wiskundige om te keren. De invloed van de Bourbaki groep was oorspronkelijk heel groot maar is later sterk verminderd, temeer ook omdat de opzet, het promoveren van abstractie en nauwkeurigheid in de wiskunde, geslaagd was.
  - \* Schreef "Foundations of Algebraic Geometry" (1946) en "Elliptic Functions According to Eisenstein and Kronecker" (1976).
- Kurt Friedrich Gödel (1906-1978); Oostenrijker-Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Princeton (1953).
  - \* Bestudeerde grondslagenonderzoek, logica (recursie theorie) en axiomatische verzamelingenleer.
  - \* Verbeterde in 1925 het Zermelo-Fraenkel systeem tot wat nu gekend is als het Neumann-Bernays-Gödel systeem (minder streng maar ook vrij van paradoxen).
  - \* Stelling van Gödel:
    - Geen enkel systeem van axioma's maakt de rekenkunde tot een volledig sluitend geheel.
  - \* Bewees in 1940 de consistentie van het keuze axioma in de axiomatische verzamelingenleer (vertrekkende van een willekeurige verzameling met disjuncte verzamelingen, kan een verzameling gevormd worden met één en slechts één element van elk van de disjuncte verzamelingen; het probleem hierbij is de mogelijkheid om een element te kiezen uit een verzameling).
  - \* Schreef "Consistency of the Axiom of Choice and of the Generalized Continuum-Hypothesis with the Axioms of Set Theory" (1940).
- André Weil (1906-1998); Fransman-Amerikaan, wiskundige
  - \* Hoogleraar aan diverse universiteiten, o.a. Institute for Advanced Studies te Princeton (1958). In 1976 werd hij daar Professor Emeritus.
  - \* Vluchtte tijdens de oorlog naar Amerika.
  - \* Bestudeerde getallentheorie, algebraïsche meetkunde en groepentheorie (algebraïsche curven).
  - \* Zijn werk (het samenbrengen van getallentheorie en algebraïsche meetkunde) vormde een heel belangrijke basis voor andere wiskundige, zoals bv. de studie van modulaire vormen en automorfismen.
  - \* Leverde ook belangrijke bijdragen tot de topologie, differentiaalmeetkunde en analytische meetkunde.

- \* Voerde de notatie voor de lege verzameling in
- \* Schreef onder naam Nicolas Bourbaki (samen met Jean Dieudonné, zie daar)
- Jacques Herbrand (1908-1931)
  - \* Bestudeerde logica (modeltheorie).
- Lev S. Pontrjagin (1908-1960); Rus, wiskundige
  - Bestudeerde differentiaalmeetkunde
- Gerhard Götting (1909-1945); Duitser, wiskundige
  - \* Doctoreerde te Göttingen
  - \* Werd Hilbert's assistent (1934-1943)
  - \* Bestudeerde logica en de grondslagen van de wiskunde
  - \* Voerde de notatie voor 'voor alle' in (1934)
- Stephen C. Kleene (1909-1994); Amerikaan, wiskundige
  - \* Leerling van Church.
  - \* Hoogleraar te Wisconsin (1948-79).
  - \* Bestudeerde formele logica (recursie theorie), formele talen (stelling van Kleene) en computertheorie.
- Alan Mathison Turing (1913-1954); Engelsman, wiskundige en logicus
  - \* Leerling van Church.
  - \* Bestudeerde logica (recursie theorie) en computertheorie (Artificiële Intelligentie en complexiteitstheorie).
  - \* Grondlegger van de automatentheorie.
- Noam Avram Chomsky (1928); Amerikaan, taalkundige
  - \* Introduceerde een op wiskundige en logische principes gebaseerde methode van taalbeschrijving, de transformationeel-generatieve grammatica.
  - \* Bestudeerde formele talen (de Chomsky hiërarchie, Chomsky normaalvorm).
  - \* Schreef "Syntactic structures" (1957).
- Andrew John Wiles (1953); Engelsman, wiskundige
  - \* Hoogleraar te Princeton (1980).
  - \* Bestudeert getallentheorie.
  - \* Na 7 jaar zoeken vond hij in 1993 een 200-pagina's lang bewijs voor de laatste stelling van Fermat. Het bewijs maakt gebruik van elliptische functies die nog niet bestudeerd waren in de tijd van Fermat.

# De discussie Newton - Leibniz

Newton en Leibniz hadden vele jaren ruzie omtrent het feit wie nu al dan niet als eerste de differentiaal-en integraalrekening had uitgevonden of afgekeken.

Hier volgt een overzicht van wat nu vaststaat :

- 1699 : Newton's uitvinding van de fluxierekening
- 1674 : Leibniz uitvinding van de differentiaal en integraal rekening
- 1675 : eerste nota's van Leibniz die deze technieken gebruiken
- 1677 : volledig consistent geheel door Leibniz
- 1684 : eerste publicatie Leibniz
- 1687 : eerste publicatie Newton

In heel de discussie was het hoofdzakelijk het woord van Leibniz tegen het woord van Newton. Beiden stonden aangeschreven als hoge geleerden die beiden in staat waren om zo'n ontdekking te doen.

In 1849 verscheen een belangrijk document die in het voordeel van Newton pleit. C.J. Gerhardt vond na de dood van Leibniz door hem geschreven nota's uit het manuscript van Newton's "De Analysi per Equationes Numero Terminorum Infinitas". Een document die pas in 1687 door Newton gepubliceerd werd.

Voor de oorsprong van deze nota's zijn diverse mogelijkheden :

- Men weet dat Newton in mei 1675 zo'n manuscript naar Tschirnhausen zond. Mogelijks zijn die nota's in dat jaar genomen, toen Leibniz en Tschirnhausen moesten samenwerken.
- In 1676 bestudeerde Leibniz oneindige reeksen, samen met Collins en Oldenburg. Minstens één van beide heren was eveneens in het bezit van dit manuscript.
- Het kan natuurlijk ook zijn dat Leibniz ze overschreef uit het gedrukte boek van 1687.

Leibniz geeft kort voor zijn dood in een brief aan Conti toe dat Collins hem in 1676 papieren van Newton heeft getoond, maar beweerde dat ze van weinig waarde waren. Vermoedelijk zijn het brieven van Newton over de tangens methode. Het is echter merkwaardig dat Leibniz daar geen verdere vragen over stelde, tenzij hij de methoden van Newton via andere bronnen al kende.

De kans zit er dus dik in dat Leibniz de ideeën van Newton overgenomen heeft. Hij had echter zeker geen weet van de notaties van Newton en heeft deze dus zelf moeten uitvinden. Zijn notaties bleken veel beter dan deze van Newton en worden nu nog altijd gebruikt. Aan Leibniz werk mag verder ook geen afbreuk gedaan worden. Hij heeft zeker grote bijdragen geleverd aan de methode en ook diverse van zijn stellingen kwamen niet voor bij Newton.

# Grondslagenonderzoek

## *Cantor*

Steunen de wiskunde op de verzamelingenleer. Hierbij worden de paradoxen ontweken door het opstellen van axiomastelsels, zoals bv. het Zermelo-Fraenkel(-Skolom) systeem en het Neumann-Bernays-Gödel systeem.

→ Cantorisme: geloof in het bestaan van oneindige verzamelingen en de transfinitie getallen (kardinaalgetallen van oneindige verzamelingen).

## *Frege-Russell*

Steunen de wiskunde op de logica (zelfs ook de verzamelingenleer). De paradoxen worden ontweken door een strenge constructie van de logische taal.

→ logicisme: alle wiskundige begrippen zijn herleidbaar tot logische.

Zij vinden het niet verantwoord om in de wiskunde afzonderlijke axiomastelsels op te stellen. Wiskundige axioma moeten zelf afgeleid worden uit de axioma's van de logica! Dit lukt voor:

- rekenkundig axiomastelsel van Peano als men het oneindigheidsaxioma aanvaard (er zijn een oneindig aantal individuen in het universum, dit behoort echter niet zeker tot de logica).
- verzamelingenleer axioma's als men het keuzeaxioma aanvaard, dat echter ook niet zeker tot de logica behoort.

→ logicisme is in zijn extreme vorm niet vol te houden, maar het is een prestatie dat men heeft kunnen aantonen dat men de volledige wiskunde kan afleiden uit een gering aantal logica axioma's en een paar andere.

## *Peano-Hilbert*

Steunen de wiskunde op strenge axiomastelsels en bestuderen voornamelijk de eigenschappen en bewijsvoering in deze stelsels. Paradoxen worden ontweken door het opstellen van consistente axiomastelsels.

→ formalisme: voor alle wiskundige begrippen moet een consistent axiomasysteem bestaan.

De stelling van Gödel, geen enkel systeem van axioma's maakt de rekenkunde (en als gevolg daarvan de hele wiskunde) tot een volledig sluitend geheel, betekent dat men geen één volledige metawiskunde kan opstellen voor het werken met axiomastelsels. Men moet zich beperken tot het opstellen van afzonderlijke axiomastelsels waarvan men dan wel de volledigheid en consistentie kan aantonen.