

De plottertijd met KOMPLOT

Jan Kraak j.kraak@rc.rug.nl

Veertig jaar visualisatie Deel 1

Dit is het verhaal in twee delen van de ontwikkeling van visualisatie op het Rekencentrum (RC) van de Rijksuniversiteit Groningen.

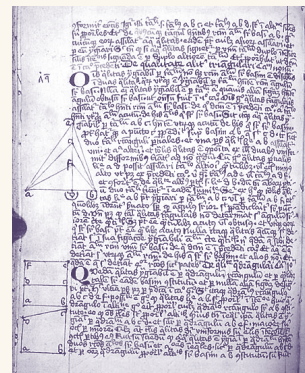
Een eenvoudige plotter en een digitizer, die in een hoekje van het eerste Rekencentrum aan de Grote Appelstraat stonden, vormden het begin in 1964. Thans in 2004 bevindt zich een grote VR-installatie op een prominente plaats in de Zernikeborg, het nieuwe onderkomen van het RC.

Deel I gaat over de tijd tot ongeveer 1990. Toen domineerden de plotters van de centrale computers, waarop voornamelijk KOMPLOT-grafieken werden getekend. Deel II gaat over de decentralisatie die in de jaren tachtig inzette en de opleving daarna door wetenschappelijke visualisatie en virtual reality.

Eerste grafiek

Voor de uitvinding van de grafiek als vorm van informativisualisatie moeten we ver terug gaan in de geschiedenis. In de kantlijn van een klein boekje in de Universiteitsbibliotheek van Groningen^[1] staat waarschijnlijk de eerste grafiek die ooit in Nederland is getekend (zie fig. 1). Het boekje dateert uit ongeveer 1530: een kleine hon-

Fig. 1. In de Universiteitsbibliotheek te zien: (waarschijnlijk) de oudste grafieken ooit in Nederland getekend, uit 1530



derd jaar voor de stichting van de Rijksuniversiteit Groningen in 1614. Hierin schreef Walterus Enchusen, kannunik op het voormalige klooster Thabor in Tirns nabij Sneek, de 'Tractatus de Configurationibus Qualitatum et Motuum' van Nicholas Oresme uit 1355 'af'. Oresme (1320-1382) was bisschop van Lisieux en in zijn tijd een beroemde geleerde^[2]. Pas in de negentiende eeuw kwam informativisualisatie langzaam op gang. Al spoedig na de introductie van de computer in de tweede helft van de twintigste eeuw, werd het tekenen van grafieken en andere grafische voorstellingen geautomatiseerd. Ook in Groningen.

In 1964 werd tijdens een open dag in het pas geopende Rekencentrum in de Grote Appelstraat de pas aangeschafte Telefunken TR4^[3] computer, de opvolger van de ZEBRA^[4], onder grote belangstelling aan het publiek getoond (zie fig. 2). Een speciaal voor dat doel gemaakt interactief computerprogramma liet, via een vraag- en antwoordspel waarvoor de bedieningsschrijfmachine werd gebruikt, verschillende versies van een tekening zien, die werden uitgevoerd op de kettingformulieren van de regeldrukker^[5]. Dit was de eerste interactieve visualisatietoepassing in Groningen.

1 Handschrift 103 in de afdeling Bijzondere Collectie's van de Universiteitsbibliotheek Groningen.
 2 J. Kraak, Zoektocht naar de oorsprong van de grafische voorstelling, Intercom 1998, www.rug.nl/rc/organisatie/rc/geschiedenis/zoektocht
 3 De TR4 is te bezichtigen op de Lustrumtentoonstelling Sporen van het Spullenbeest ingericht door Wim T. Schippers in het Universiteitsmuseum, ter gelegenheid van het 390-jarig bestaan van de universiteit. Daarna staat hij weer in het depot op het Zernikecomplex.
 4 De ZEBRA, aangeschaft in 1958, was de eerste computer van de Rijksuniversiteit Groningen.
 5 De tekeningen toonden de omtrekken van 'Trijntje' in verschillende stadia van ontkleding toonden. De dialoog was ongeveer als volgt. Wilt u Trijntje zien? Ja! Trijntje in mooie jurk. Wilt u meer zien? Ja! Trijntje in bikini. Wilt u nog meer zien? Een juichend ja. De demonstrateur opent een luik in de vloer en laat daar een modeltrein rijden.





Fig. 2. Demonstratie tijdens de open dag in 1964. Op de bovenste foto zit hoofdoperateur Harm Schurer achter de bedienings-schrijfmachine. Helemaal rechts in de onderste foto zien we Donald W. Smits, de eerste directeur van het Rekencentrum. Middenachter staat oud RC-medewerker Alfred van Deemter.

In de tijd van de ZEBRA werd er ook een analoge rekenmachine (zie fig. 3) aangeschaft, waarmee bepaalde problemen uit de numerieke wiskunde, bijvoorbeeld beschreven door differentiaalvergelijkingen, met elektronische schakelingen konden worden gesimuleerd. Hieraan was gekoppeld een elektronenoscilloscoop⁶ waarmee de resulterende signalen konden worden bekeken. Via potentiometers e.d. kon men het resultaat op het scherm beïnvloeden, zoals de krachten op een vliegtuigvleugel. Dit was in zekere zin ook al interactieve visualisatie. Maar omdat analoge computers op de RUG een dood spoor vormden, worden deze verder niet beschouwd.

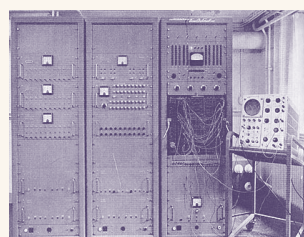


Fig. 3. Een analoge rekenmachine uit 1958, met rechts daarvan een Philips oscilloscoop als 'beeldscherm'.

Pas veel later had iedere computergebruiker interactie met zijn/haar programma. Aanvankelijk stonden programma's op onhandelbare ponsbanden. De overgang op ponskaarten was al een hele vooruitgang. Het maken van plaatjes was in het begin ook een moeizaam en vooral tijdrovend proces. Echte interactieve visualisatie-toepassingen zouden nog lang op zich laten wachten.

Plotters

In 1964 waren de meeste computergebruikers afkomstig van de faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen (FWN). De grote verspreiding van ICT over alle faculteiten en later naar iedereen,

zou nog ongeveer twintig jaar op zich laten wachten. De eerste grafische apparaten hielden direct verband met het instrumentale werk in de laboratoria, dat nog werd beheerst door de analoge techniek. Meetapparaten produceerden signalen die met een elektronenoscilloscoop op een klein beeldscherm, voorzien van een schaalverdeling, zichtbaar werden gemaakt. Hetzelfde analoge signaal kon men laten tekenen op een zgn. X-Y recorder met grafiekpapier. Verdere verwerking van de gemeten signalen door een computer stond nog in de kinderschoenen.

Het eerste tekenapparaat aan de TR4, *plotter* genoemd, was een door een ponsband aangestuurde DYMEC X-Y-recorder, die met een rubberen stempeltje maximaal twee markeringen per seconde op een A4-vel ruitjespapier plaatste⁷. Deze plotter verschilde eigenlijk alleen door de aanwezigheid van een ponsbandlezer van de X-Y recorders op laboratoria. Er kwam ook al vrij spoedig een *digitizer*⁸, met een grote tafel waarop je een te digitaliseren grafiek, gemaakt met een X-Y recorder op een laboratorium, vastplakte. Langs magnetische weg werden de coördinaten van de aangewezen punten bepaald. Door een voetpedaal stevig in te drukken, werden ze één voor één op een ponsband gezet⁹.

Omstreeks 1968 werd de DYMEC opgevolgd door een veel snellere Benson-Lehner plotter met een tekenpen om lijnen te tekenen. Het (blanco) plotterpapier was om een draibare cilinder gerold. De tekenpen kon zich, met een snelheid van 300 stapjes per seconde, bewegen evenwijdig aan de as van de cilinder en/of loodrecht daarop. De Benson-Lehner werd zeer intensief gebruikt, soms bijna een vol etmaal¹⁰. Behalve de

Benson-Lehner met papier van 11 inch breed, was er ook nog een brede penplotter met 30 inch papier.

Een Versatec elektrostatische plotter volgde de Benson-Lehner op in 1981; hij bleef tot 1989. Langs elektrostatische weg werd inkt op het papier aangebracht in bepaalde punten van een raster. Deze plotter was veel sneller dan de Benson-Lehner, maar de tekeningen waren slechter. Daarom werden grafieken voor publicatie vaak met een sjabloon overgetekend. Lang hebben veel Groninger wetenschappers op deze plotters¹¹ hun plaatjes gemaakt.

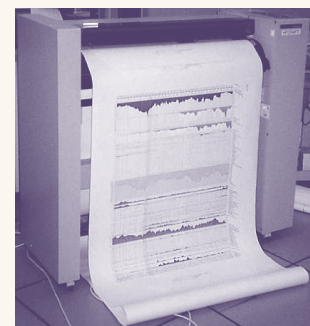


Fig. 4. HP Draftmaster penplotter met pollenanalyse-diagram (bedacht door de archeoloog Sietse Bottema), gefotografeerd vlak voor de afschaffing in 1998.

KOMPLOT

De meeste plottertekeningen waren visualisaties van één- of tweedimensionale functies, zoals grafieken en contourplots. Aanvankelijk moesten deze tekeningen worden geprogrammeerd met de elementaire ALGOL 60-plotprocedures¹². Later kwam er toepassingssoftware gebaseerd op de FORTRAN CALCOMP-routines, de standaard voor plotter-software¹³.

In 1970 begon het Rekencentrum aan de ontwikkeling van KOMPLOT¹⁴¹⁵¹⁶, om grafieken te programmeren van ééndimensionale functies en andere verbanden

⁶ In een oscilloscoop worden elektronen afgeschoten naar het beeldscherm en afgebogen in horizontale en/of verticale richting door twee afbuigmagneten, die worden gestuurd door het weer te geven signaal. Uit twee sinusignalen met een faseverschil ontstaan fraaie Lissajous-figures.

⁷ De DYMEC maakte een aandoenlijk 'toktok'-geluid, als een kip.

⁸ Toen 'antiplotter' genoemd. In de Kernfysica stonden antideeltjes in de belangstelling, daaruit is de - typisch Groningse - naam antiplotter ontstaan.

⁹ De muis moest nog worden uitgevonden.

voor wetenschappelijk gebruik, bestaande uit een assenkruis met daarbinnen één of meer series punten en/of lijnen. Vergeleken met de plotprocedures, waren de toepassingsgerichte KOMPLOT-routines gemakkelijk in gebruik. In voortdurende wisselwerking met gebruikers werd KOMPLOT tot na 1990 uitgebreid en verfijnd, later nam dat af^[17]. Omdat regel-drukkeruitvoer meestal veel sneller klaar was dan plotteruitvoer, waren regel-drukkergrafieken in de jaren zeventig erg in trek (zie fig. 8).

In 1976 werd, in samenwerking met het Rekencentrum van de Rijksuniversiteit Utrecht, een portable FORTRAN-versie gemaakt die gemakkelijk kon worden ge-converteerd naar verschillende soorten computers. Weldra werd KOMPLOT op veel Nederlandse universitaire rekencentra ge-bruikt^[18].



Fig. 5. Hiermee had de huidige directeur van het RC, Koos Duppen in 1982 te maken als hij op het Rekencentrum was om zijn berekeningen te doen en zijn KOMPLOT-grafieken te maken, die we linksonder zien. Rechtsboven twee dozen met ALGOL 60-programma's op ponskaarten en daar tussenin een stapel regel-drukkeruitvoer, met bovenop een afdruk van een programma^[19].

Toen er steeds meer niet-programmeurs KOMPLOT wilden gebruiken, werd de gebruikersinterface daar aan aangepast. Met het dia-

logysysteem DIALOG^[20] werd een gebruikersinterface met drie niveaus gemaakt: invulformulieren, commando's (EENGRAP) en subroutines^[21]. Ook werd de vormgeving van KOMPLOT-grafieken geschikt gemaakt voor opname in publicaties (zie fig. 6). Statistische pakketten en andere gebruikerssoftware werden toen ook van grafische uitvoer voorzien. KOMPLOT is thans (2004) beschikbaar onder LINUX voor programmeurs.

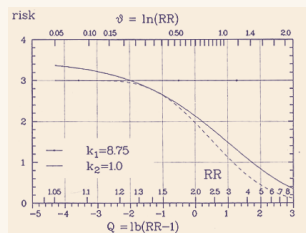


Fig 6. In de loop van de jaren tachtig werd de grafische vormgeving van KOMPLOT-grafieken verbeterd. De statisticus Otto Kardaun, nog steeds KOMPLOT-gebruiker, gebruikte alle nieuwe mogelijkheden zoals gridlijnen, Hershey fonts, blanco gebied, etc. in zijn proefschrift 'On Statistical Survival Analysis' uit 1986.

Voor het visualiseren van tweedimensionale functies is lang het op het RC ontwikkelde pakket FXY gebruikt. Omstreeks 1982 werd door het Rekencentrum meege-werkt aan de ontwikkeling van het cartografische programma GEKAART ten behoeve van de faculteit Ruimtelijke Wetenschappen^[22]^[23]. Speciale toepassingen waren boemerangbanen^[24], Mössbauer-spectra, tekeningen van chemische structuren, pollen-diagrammen (zie fig. 4), ruled-surface plots voor radioastronomen, 3D-reconstructies voor medicij^[25] etc.

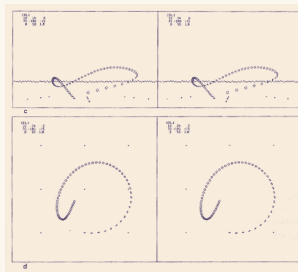


Fig. 7. Stereo-paren van boemerangbanen van Felix Hess, 1975. Deze banen werden vergeleken met experimentele banen. Grotere versies van de afbeelding kunnen met een stereokijker worden bekeken.

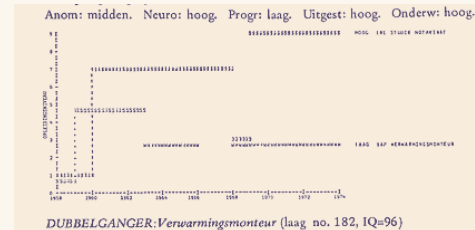


Fig. 8. Het proefschrift van de socioloog Jules Peschar (Milieu- School-Beroep, Groningen 1975) bevatte een groot aantal van deze KOMPLOT-regeldrukkergrafieken. Tegen de tijd staat het opleidingsniveau uitgezet van twee personen met hetzelfde IQ maar afkomstig uit een verschillend milieu.

10 Het Rekencentrum, bediend door operateurs in continudienst, was dag en nacht open. Sommige gebruikers brachten hele avonden en soms nachten, of het gehele weekend, door op het Rekencentrum. De meeste gebruikers hadden de gewoonte om 's ochtends en 's avonds op de fiets het Rekencentrum te bezoeken, om tekeningen en regel-drukkeruitvoer op te halen en nieuwe invoer te ponsen. Enkele instituten hadden daarvoor 'loop-jongens' in dienst die men zag lopen of fietsen met grote boodschappentassen – van het type waarmee men nu soms nog daklozen hun hele hebben en houden ziet vervoeren - vol met dikke rollen plots en andere uitvoer.

11 Van deze plotters is, afgezien van een foto (fig. 4), niets overgebleven.

12 J.A.Th.M van Berckel and B.J. Mailloux, Some Algol plotting procedures, Mathematisch Centrum Amsterdam, 1965.

13 Vooral in de jaren tachtig zijn er verworven pogingen gedaan om officiële standaarden voor grafische basissoftware op te stellen, zoals het Europese Graphical Kernel System (GKS). Hieraan is nooit behoefte geweest in Groningen. Deze standaarden werden steeds achterhaald door technologische ontwikkelingen.

14 KOMPLOT-website: www.rug.nl/rc/hpcv/visualisation/komplot/.

15 Er was in die tijd nog geen geschikte gebruikerssoftware voor grafieken. De ontwikkeling van KOMPLOT paste in een Rekencentrumtraditie om gebruikerssoftware te ontwikkelen. Daaruit is ook het statistische pakket WESP ontsproten.

16 De naam KOMPLOT is bedacht door Henk Nieland, de schrijver van de eerste KOMPLOT-handleiding: het is een sa-

mentrekking van de woorden 'kom' en 'plot'.

17 J. Kraak, Het grafiekenprogramma KOMPLOT door de jaren heen, NLUUG-conferentie 1996, www.rug.nl/rc/organisatie/rc/geschiedenis/gkomplot. De fraaie negende druk van de handleiding in RC-stijl kwam uit in 1992.

18 In 1989 werd KOMPLOT, volgens de SURF wegwijzer universitaire rekencentra, behalve in Groningen ook gebruikt in Utrecht, Amsterdam, Rotterdam, Tilburg, Twente en Wageningen.

19 Opgemerkt moet worden dat de programma's reeds in 1976 zijn gemaakt en dat Duppen ze in 1982 weer 'van stal' haalde om er een publicatie mee te maken.

20 J. Kraak en G.J.H. van Nes, Dialoog – gereedschap voor het programmeren van gebruikersinterfaces, Informatie, jaargang 29 nr.5, 1987, p. 439-445.

21 J. Kraak, Multi-level user interfaces: software tools and an application, in proceedings Human-computer interaction – INTERACT '87, IFIP, 1987, p. 703-708.

22 J.A.A.M. Kok, J. Kraak, J.T. Ubbink, GEKAART- computerkartografische weergave van ruimtelijke data, 1983.

23 J. Kraak, Geografische Informatie Systemen – ontwikkeling en toekomst, Pictogram, 2004, www.rug.nl/rc/organisatie/pictogram/2004-1/GIS.pdf.

24 F. Hess, Boomerangs, Aerodynamics and Motion, proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, 1975. Zie fig. 7.

25 A.G. de Wilde en mevr. H. Amesz-Voorhoeve waren hun tijd ver vooruit met het maken van 3D-reconstructies van coupes van voetussen.





Fig. 9. Pionier Ivan Sutherland (MIT, Boston) in 1963 bezig met een zgn. lichtpen om punten aan te wijzen.



Fig. 10. Oscilloscoop als eerste grafische terminal aan PDP9 computer, 1969. Nog aanwezig in het RC.

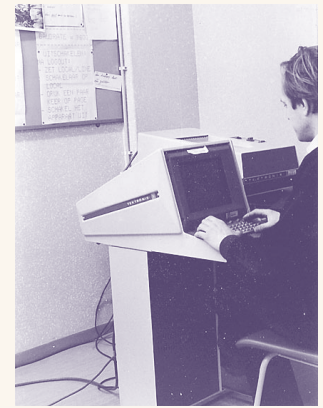


Fig. 11. Tektronix grafische terminal met hardcopy apparaat in RC, bediend door de auteur van dit stuk rond 1980.

➤ Grafische beeldschermen

In dezelfde tijd dat het Rekencentrum van de Rijksuniversiteit Groningen werd opgericht in 1964, bedacht Ivan Sutherland op het MIT in Boston al de principes van interactieve computergrafiek (zie fig. 9). Sutherland was geen fantast, want hij implementeerde zijn ideeën in het Sketchpad-systeem^[26]. Hij opperde ook reeds de mogelijkheden van virtual reality. Maar het zou nog geruime tijd duren voordat zijn ideeën door technologische ontwikkelingen gemeengoed werden.

Sutherland gebruikte een grafisch beeldscherm dat was gebouwd volgens het principe van de elektronenoscilloscoop, waarop op willekeurige plaatsen lijnen (vectoren genaamd) konden worden getekend. Weldra kwamen er vectorgrafische beeldschermen op de markt, die vanwege de kleine afnemersgroep lang zeer duur bleven. Oud RC-medewerker Marc Petit werkte hiermee in Grenoble in 1967. Tijdens een stage bij Philips in Eindhoven in 1965 gebruikte de auteur van dit stuk computergrafische methoden bij het ontwerp van een elektronenlens.

Het Rekencentrum kocht in 1969 een PDP-9 computer. Hiermee

werden op laboratoria, op een magneetband, opgenomen analoge signalen gedigitaliseerd ten behoeve van signaalanalyse. Met een oscilloscoop^[27] werden de signalen bekeken (zie fig. 10). In zekere zin is dit de eerste grafische terminal aan de RUG. In een beleidsplan^[28] uit 1969 toonden al diverse gebruikers, waaronder chemici en onderwijskundigen, hun belangstelling voor grafische beeldschermen.

Tektronix 4010

Grote vooruitgang bracht de Tektronix 4010 grafische terminal aan het einde van de jaren zeventig. De via een elektronenstraal gemaakte tekening bleef net zolang op het fosforbeeldscherm staan tot het wis-commando werd gegeven. Deze terminals waren veel goedkoper en gemakkelijker te programmeren dan vectorgrafische terminals. Via kruisdraden, die met duimwielletjes waren te verplaatsen, kon men de coördinaten van punten op vragen.

De Tektronix was uitermate geschikt voor previewen van plotteruitvoer. Je kon nu meteen na berekening je plaatjes op de Tektronix bekijken en desgewenst laten plotten. KOMPLOT en andere software werden aangepast voor

previewen en voor simpele interactie.

In het Rekencentrum stond een Tektronix 4010 voor algemeen gebruik met daarnaast een hardcopy-apparaat (zie fig. 11). Omdat de centrale computer ondertussen ook op universitaire instituten kon worden gebruikt, werden daar ook Tektronix terminals aangeschaft.

Om interactieve toepassingen te stimuleren schafte het RC omstreeks 1980 een PDP-11/04 aan met een VT11 beeldscherm. Punten op het scherm kon je aanwijzen met een zgn. lichtpen^[29].

In het begin van de jaren tachtig deed de personal computer (pc) zijn intrede. Op het beeldscherm konden via puntjes worden getekend via raster technologie^[30]. Een pc was veel goedkoper dan een Tektronix. Het RC programmeerde een emulatie voor een Tektronix op basis van het Tektronix 4010-protocol^[31]. De populariteit van pc's en het previewprogramma PRV zorgde voor de verdere verspreiding van grafische toepassingen. Ondertussen gingen gebruikers hun eigen grafische installaties aanschaffen, daarover meer in deel II.

²⁶ E. Sutherland, Sketchpad: a Man-machine Graphical Communications System, <http://accad.osu.edu/~waynec/history/PDFs/Interactive-Sketchpad.pdf>.

²⁷ De oscilloscoop werd ook voor technisch onderhoud gebruikt.

²⁸ Commissie rekenapparatuur, Voorstel tot aanschaffing van een CDC 6600 rekeninstallatie, 1969.

²⁹ De muis bestond nog steeds niet.

³⁰ De Olivetti PC, met een resolutie van 320*400, was bruikbaar voor grafisch werk.

³¹ Johan Kelders, de maker van de Tektronix-emulatie, toonde zijn programma eens aan verblufte Tektronix-vertegenwoordigers. Het Tektronix 4010-protocol werkt anno 2004 nog steeds onder LINUX.