Robbert Fokkink
Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica
Technische Universiteit Delft
Postbus 5031, 2600 GA Delft
r.j.fokkink@ewi.tudelft.nl

Egbertus Rudolf van Kampen

Een onbekende bekende wiskundige

De Nederlandse topoloog Egbert van Kampen maakte in de dertiger jaren, op jonge leeftijd, furore in de Verenige Staten. Zijn werk is nog steeds van betekenis en wordt regelmatig geciteerd. Over zijn leven is eigenlijk weinig bekend en ook zijn werk is slecht vertegenwoordigd in de Nederlandse bibliotheken. Robbert Fokkink, redacteur van de problemenrubriek van dit blad en werkzaam als topoloog aan de Technische Universiteit Delft geeft een korte biografische schets van Van Kampen en beschrijft hoogtepunten van zijn werk.

Nog niet zo lang geleden luisterde ik naar een lezing waarin, tussen neus en lippen door, een fraai resultaat werd genoemd. Het was een klassieke inbeddingsstelling van Haefliger, die ruwweg zegt dat je een ruimte X in kan bedden in $\mathbf{R}^n$ als de spiegeling $(x,y) \to (y,x)$ van $X \times X$ geconjugeerd is met de antipodale afbeelding $x \to -x$ op S^{n-1}. Enige naspeuring in de literatuur leerde al gauw dat E.R. van Kampen de eerste was die dit soort inbeddingsstellingen heeft bedacht, zo ergens in het begin van de jaren dertig. Ik zocht in de bibliotheek naar zijn verzameld werk, maar dat was er niet en ook in de wiskundige geschiedenisboeken stond bitter weinig. Dat is opmerkelijk, want E.R. van Kampen is een veel geciteerd wiskundige, naar wie zelfs een onderdeel van de AMS classificatie is vernoemd (20F06). Wie was hij eigenlijk?

De levensloop van E.R. van Kampen

Egbertus Rudolf van Kampen, roepnaam Egbert, wordt op 28 mei 1908 geboren in Berchem als jongste in een gezin met drie kinderen. Egberts ouders waren een paar jaar eerder vanuit Nederland naar België verhuisd, toen zijn vader boekhouder werd bij de Minerva autofabriek in Antwerpen.

De oorlogsjaren 1914–1918 brengen de kinderen door bij familie in Amsterdam. Na de oorlog gaat het gezin in Den Haag wonen, waar Egbert de Eerste Christelijke H.B.S. doorloopt. Bij zijn eindexamen in 1924 haalt hij de landelijke pers. De Telegraaf en de Amsterdammer berichten van de jonge wiskunstenaar, een uniek talent in Europa, die de onderwijsaktes KI en KV heeft gehaald maar die toch geen vrijstelling kreeg voor wiskunde. Voor zijn studie wis- en natuurkunde in Leiden krijgt hij waarschijnlijk wel de nodige vrijstellingen, want hij doorloopt de studie vliegensvlug. In 1927 gaat hij, nog maar negentien jaar oud, op studiereis naar Göttingen. Hij ontmoet er Alexandroff en Van der Waerden. Zij geven hem het onderwerp voor zijn proefschrift: vind een berekenbare, topologische definitie van het begrip 'variëteit'. Egbert lost dat probleem op door te laten zien dat de locale homologiegroep een topologische invariant is. Een variëteit volgens Van Kampen is een simpliciaal complex met de juiste locale homologie. Gewapend met deze definitie generaliseert hij de dualiteitsstelling van Alexander van sferen tot algemene variëteiten en bouwt hij Veblens theorie van intersec-

foto: archief Mieke van der Veen

Egbert van Kampen (l) met zus Elizabeth en broer Laurens. Elizabeth studeerde net als Egbert wiskunde in Leiden. Laurens werd hoogleraar economie aan de VU. Beiden zijn 96 jaar oud geworden.

ties en snijpuntsgetallen verder uit. In 1929 promoveert hij in Leiden op het proefschrift *Die kombinatorische Topologie und die Dualitätssatze*. Het proefschrift ontbreekt in de universiteitsbibliotheek van Leiden. De promotor is Van der Woude, maar de feitelijke begeleider is Van der Waerden.

In de zomer van 1928 is Van Kampen vijf maanden in Hamburg, waar hij Emil Artin ontmoet. Omstreeks die tijd wordt hij ook geronseld door de *Johns Hopkins* Universiteit, maar omdat hij op dat moment nog te jong is om de VS zonder begeleiding van zijn ouders te betreden, wordt hij eerst assistent van Schouten in Delft. Samen met Schouten schrijft hij in die tijd enkele publicaties over tensoranalyse, het specialisme van Schouten. [4, 6, 9]

In 1931 vertrekt Van Kampen naar Johns Hopkins. In zijn paspoort staat een speciaal visum dat aandachtig wordt bekeken door de Amerikaanse douane. 'Wat bent u van beroep?' vraagt de douanier. 'Topoloog' zegt Van Kampen. Dit komt niet voor op de lijst van werkzaamheden die horen bij het speciale visum. De douanier vraagt om wat meer informatie en raakt ervan overtuigd dat hij van doen heeft met een idioot. Slechts na tussenkomst vanuit Johns Hopkins wordt Van Kampen toegelaten.

Al gelijk in zijn eerste jaar in de VS schrijft Van Kampen een verhandeling over de fundamentaalgroep, waarmee hij definitief zijn naam vestigt. In 1933 is hij een jaar op het Institute for Advanced Study en in 1935 geeft hij een voordracht over topologische groepen op het internationale congres in Moskou. Egbert van Kampen is dan midden twintig en lijkt aan het begin te staan van een glanzende carrière, maar in werkelijkheid heeft hij zijn belangrijkste werk al achter zich. Hij blijft wel bijzonder productief en schrijft samen met Aurel Wintner het American Journal of Mathematics vol. In een brief naar huis, eind jaren dertig, klaagt Van Kampen over hoofdpijn. De specialist vermoedt dat het te maken heeft met een nekprobleem.

Hij krijgt eerst fysiotherapie en pas later wordt vastgesteld dat het gaat om een melanoom, ontstaan uit de moedervlek bij zijn linkeroog, die op zijn portretfoto's altijd is geretoucheerd. In april 1941 wordt hij daaraan geopereerd en in het najaar hervat Egbert de colleges, vol goede moed over zijn herstel. Dat duurt niet lang, hij krijgt opnieuw last van zware hoofdpijn en hij wordt doof aan het linkeroor. In december 1941 ligt hij opnieuw in het ziekenhuis en het gaat snel achteruit. In januari 1942 volgt nog een tweede operatie. Tevergeefs, op 10 februari raakt Egbert in coma en hij overlijdt een dag later, nog maar 33 jaar oud.

Het werk van E.R. van Kampen

Egbert van Kampen heeft aan veel onderwerpen gewerkt: topologie, groepentheorie, tensorrekening, harmonische analyse en kansrekening. Zijn bekendste artikelen liggen in de topologie en de groepentheorie. Hij is een beetje een orakel geweest, want een deel van het werk is pas ontdekt toen anderen het opnieuw gingen bedenken.

De eerste publicatie in 1928

Van Kampens eerste artikel [1] verschijnt in de Hamburger Abhandlungen uit 1928. Het bestaat uit tien zinnen en een plaatje en is precies wat je van een briljante jongeling mag verwachten: origineel en onleesbaar. Het gaat over twee krommen α en β die vastzitten aan een vlak V, waarvan het de vraag is of ze uit elkaar te halen zijn, zonder dat de eindpun-

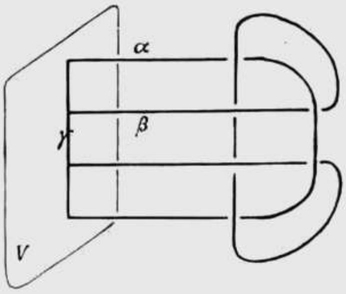
Links Van Kampen, rechts Ehrenfest, Rotterdam circa 1917

Zur Isotopie zweidimensionaler Flächen im R_4.

Von E. R. VAN KAMPEN.

In seiner gleichnamigen Arbeit hat E. ARTIN[1]) auf einige Beispiele von verknoteten und verketteten Kugeln im R_4 hingewiesen. Aus heuristischen Gründen kommt er dort zur Vermutung, daß auf diese Art keine Verkettung von zwei unverknoteten Kugeln herzustellen ist.

Das folgende Beispiel zeigt, daß dies doch möglich ist.



Man lasse die beiden Kurven α und β um die Ebene V im R_4 rotieren, dann entstehen zwei offenbar unverknotete Kugeln. Um zu beweisen, daß sie verkettet sind, braucht man nur zu zeigen, daß die Gruppe G der zwei Kugeln nicht frei ist mit zwei Erzeugenden. Diese Gruppe ist aber, wie E. ARTIN gezeigt hat, gleich der Gruppe des Gebildes $V + \alpha + \beta$ oder auch von $\gamma + \alpha + \beta$, die einfach zu bestimmen ist.

Man berechne nun nach dem Verfahren von K. REIDEMEISTER[2]) die invarianten Untergruppen vom Index 2 von G. Es gibt deren drei, wovon eine offenbar nicht frei ist (wie das der Fall sein würde, wenn G frei wäre), da die Invarianten seiner Faktorkommutatorgruppe (0, 0, 0, 3) sind. Diese invariante Untergruppe ist die Fundamentalgruppe des zweifach überlagerten, längs $\alpha + \beta + \gamma$ verzweigten, R_3.

Es ist natürlich klar, daß auf diese Weise unendlich viele verschiedene Verkettungen zu konstruieren sind.

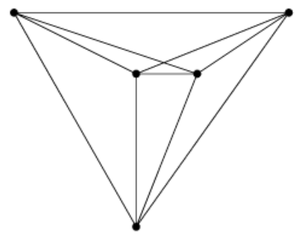
1) Diese Zeitschrift, Bd. IV, S. 174.
2) Diese Zeitschrift, Bd. V, S. 7; vgl. auch O. SCHREIER, Bd. V, S. 172.

Het eerste artikel (1928) van Van Kampen in de *Hamburger Abhandlungen*

ten het vlak loslaten. Emil Artin had in 1925 in een artikel met dezelfde titel het volgende beweerd: als α en β geketend zijn, dan heeft α of β een knoop. Het plaatje in Van Kampens artikel toont aan dat die bewering onjuist is. Het moge duidelijk zijn dat α en β niet in de knoop zitten, maar ze zijn wel geketend. Van Kampen laat dat zien door te berekenen dat de fundamentaalgroep van het complement van $\alpha \cup \beta$ in de halfruimte niet vrij is. Hij trekt eerst een hulplijn γ door de eindpunten van α en β, die overigens niet echt nodig is. Met enige moeite is dan in te zien dat het complement van $\alpha \cup \beta \cup \gamma$ in $\mathbf{R}^3$ dezelfde fundamentaalgroep heeft als het complement van $\alpha \cup \beta$ in de halfruimte. Deze groep heeft drie normaaldelers van index 2 en Van Kampen meldt dat eentje daarvan als abels quotient de groep $\mathbf{Z}^3 \oplus \mathbf{Z}/3\mathbf{Z}$ heeft. Hieruit volgt dat de fundamentaalgroep niet vrij kan zijn. De theorie waarop Van Kampen voortbouwt is op dat moment gloednieuw en nog lang niet gladjes. De berekeningen die hij moet uitvoeren kunnen geen kleinigheid geweest zijn. Misschien laat hij daarom wel alle details weg. Tegenwoordig is de berekening veel eenvoudiger, niet in de laatste plaats vanwege het werk van Van Kampen zelf.

De Van Kampen obstructie

In 1932 publiceert Van Kampen een artikel over inbeddingen van complexen in euclidische ruimten [7]. Opnieuw is het artikel van Artin uit 1925 de inspiratiebron. Van Kampen bestudeert een inbeddingsprobleem dat pas veel later definitief zal worden opgelost: onder welke condities past een n-dimensionaal complex in $\mathbf{R}^{2n}$? In 1930 had Kuratowski dit opgelost voor $n = 1$. Van Kampen is misschien onbekend met dit resultaat, want hij noemt Kuratowski niet en hij doet het geval $n = 1$ af als eenvoudig.



Figuur 1 De volledige vijf-graaf.

Van Kampens bewijs gaat alleen op voor $n \geq 3$, maar zijn criterium is het best te illustreren aan de hand van het 'eenvoudige' geval $n = 1$. Het complex is dan een graaf G. Teken bijvoorbeeld 5 punten in het vlak en verbind ze allemaal met elkaar. Het resultaat is een afbeelding van de volledige 5-graaf in het vlak. Sommige verbindingslijnen zullen elkaar kruisen, dus de afbeelding is geen inbedding. Je kunt proberen er met vallen en opstaan een inbedding van te maken, door kruisende lijnen weg te halen en te vervangen door nieuwe verbindingen. Voor de 5-graaf loopt dat uiteindelijk vast. In het figuur 1 bijvoorbeeld is nog maar 1 kruispunt over, dat niet meer is weg te werken. Van Kampen laat zien dat dit vallen en opstaan zich afspeelt in een cohomologieklasse en dat de graaf in te bedden is precies wanneer deze klasse nul is. Alleen gebruikt hij een andere terminologie, want cohomologietheorie is in 1932 nog niet echt uitgevonden. Voor een afbeelding $f\colon G \mapsto \mathbf{R}^2$ met eindig veel dubbelpunten definieert Van Kampen een vector $\mathbf{v}$ met coördinaten in $\mathbf{Z}/2\mathbf{Z}$. Het aantal coördinaten van $\mathbf{v}$ is gelijk aan het aantal paren $\{I, J\}$ van disjuncte zijden in de graaf. De $\{I, J\}$-de coördinaat van $\mathbf{v}$ geeft de pariteit van $f(I) \cap f(J)$. Van Kampen definieert vervolgens vectoren $w(p, E)$ in dezelfde ruimte $(\mathbf{Z}/2\mathbf{Z})^N$ als $\mathbf{v}$, waarbij p een hoekpunt is en E een zijde die p niet bevat. De $\{I, J\}$-de coördinaat van $w(p, E)$ is gelijk aan 1 precies als $p \in I$ en $E = J$, of vice versa. Laat L het opspansel van de $w(p, E)$ zijn. Van Kampens criterium is nu dat G inbedbaar is dan en slechts dan als $\mathbf{v} \in L$. Voor de afbeelding van de 5-graaf hiernaast heeft $\mathbf{v}$ één 1 en verder nullen. Alle vectoren $w(p, E)$ hebben een even coördinaatsom dus in dit geval geldt **v** $\notin L$.

In het hoger-dimensionale geval $n \geq 3$ worden de zijden n-dimensionale cellen en worden de hoekpunten $n-1$-dimensionale cellen. De definitie van de vector **v** gaat via het 'snijpuntsgetal', waarvoor Van Kampen de theorie had opgezet in zijn proefschrift. Hij merkt eerst op dat de obstructie tegen een inbedding alleen kan zitten in de n-dimensionale cellen. Daarna leidt hij zijn criterium af in vier stappen. Lemma 1 zegt dat dubbelpunten in paren kunnen worden verwijderd, dus enkel de pariteit is van belang. Lemma 2 zegt dat dubbelpunten van aanliggende zijden geen probleem zijn, dus alleen disjuncte cellen zijn van belang. Lemma 3 zegt dat er voor elke vector in **v** $+ L$ ook een afbeelding $f: K \mapsto \mathbf{R}^{2n}$ is die die vector oplevert. Lemma 4 zegt dat omgekeerd elke $f: K \mapsto \mathbf{R}^{2n}$ een vector oplevert in **v**$+L$. Einde bewijs, amper een pagina lang. Als toegift laat Van Kampen zien dat elke n-dimensionale variëteit is in te bedden in $\mathbf{R}^{2n}$, een resultaat dat tegenwoordig de inbeddingsstelling van Whitney heet.

Het is een verbluffend resultaat met slechts één schoonheidsfoutje: het bewijs van lemma 1 is fout. In een nagezonden, haastige correctie geeft Van Kampen aanwijzingen richting een gedeeltelijk herstel. Hij schrijft dat het 'onnodig is om oriëntatie te verwaarlozen', waarmee hij waarschijnlijk bedoelt dat de coëfficiënten in $\mathbf{Z}$ moeten worden genomen in plaats van $\mathbf{Z}/2\mathbf{Z}$. Daarna publiceert Van Kampen niet meer over inbeddingen, zelfs niet als Whitney er een paar jaar later een hele theorie over ontwikkelt. Pas in 1957 laat Arnold Shapiro zien dat Van Kampens criterium volgt uit de resultaten van Whitney.

Zoals reeds opgemerkt gaat Van Kampens bewijs alleen op voor dimensie $n \geq 3$. Het is daarom een verrassing als Sarkaria in 1991 aantoont dat het criterium ook correct is voor $n = 1$. In 1994 bewijzen Freedman, Krushkal en Teichner dat het criterium niet opgaat voor $n = 2$. Krushkal en Teichner introduceren ook de naam 'Van Kampen obstructie' , ruim zestig jaar na het verschijnen van het originele artikel.

Het drieluik over de fundamentaalgroep

Oscar Zariski, de bekendste wiskundige van *Hopkins*, werkt begin jaren dertig aan de fundamentaalgroep van het complement van een algebraïsche kromme. Een algebraïsche kromme kan geknoopt zijn in de projectieve ruimte, wat net als bij een gewone kromme in $\mathbf{R}^3$ is af te lezen uit de fundamentaalgroep van het complement. Zariski had de voortbrengers van de fundamentaalgroep bepaald en relaties ertussen gevonden, maar het was hem nog niet duidelijk of er meer relaties waren. Zariski legt het probleem voor aan Van Kampen. Die lost het op en schrijft er een drieluik [10–12] over in het American Journal of Mathematics, de huisuitgave van Johns Hopkins. Alledrie de artikelen zijn standaard referenties geworden, alhoewel ze zelden samen worden genoemd. De algebraïsch meetkundigen refereren naar het eerste artikel, de topologen naar het tweede en de groepentheoretici naar het derde. Dat is opvallend, want eigenlijk is alleen het eerste artikel afzonderlijk te lezen, en dat ook maar nauwelijks.

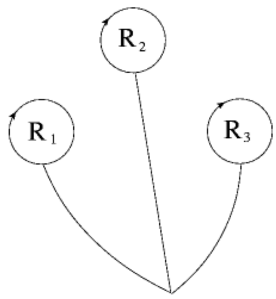
De artikelen zijn geschreven met een onderkoelde toon. In het eerste artikel staat: *As the resulting proof seemed too algebraic for this simple and nearly topological question, Dr. Zariski asked me to publish a topological proof which is contained in this paper.* In deel

Groepsfoto van staf en postdocs op de Johns Hopkins campus in 1933 met v.l.n.r: Egbert van Kampen, George Schweigert, Beatrice Aitchison, William Morrill, Oscar Zariski, Charles Wheeler en John Williamson.

twee staat: *The opportunity of simplifying the treatment of a fundamental group by means of this theorem has been overlooked several times [. . .] for this reason we do not think it superfluous to devote a separate paper to it.* In het derde deel staat: *It is this 2-dimensional method of the proof and not any original result which justifies the publication of this paper.*

Het eerste deel van het drieluik gaat over Zariski's probleem, wat Van Kampen oplost door de ruimte op een handige manier in twee stukken te snijden, U en V, die elk een vrije fundamentaalgroep hebben. Dan verdeelt hij elke homotopie in kleine stukjes die ofwel helemaal in U ofwel helemaal in V liggen. Aangezien de fundamentaalgroep van zowel U als V vrij is, is er alleen een keuzevrijheid voor de stukjes homotopie die in de doorsnede $U \cap V$ liggen. Deze keuzevrijheid blijkt precies overeen te komen met de relaties van Zariski en meer relaties zijn er dus niet. Dit resultaat heet nu de stelling van Zariski en Van Kampen.

Het tweede artikel borduurt verder op de vraag hoe je de fundamentaalgroep van een vereniging $U \cup V$ berekent uit de groepen van U en V. In de moderne vorm wordt dit resultaat geformuleerd via overdekkingen, maar Van Kampen kijkt meer naar de snede, die de ruimte in twee of meer stukken verdeelt. Hij is niet helemaal tevreden met zijn resultaat en schrijft: *a path is shown to a general theorem, of which the general formulation would be more confusing than helpful, so that it is suppressed*. Deze onderdrukte algemene stelling gaat waarschijnlijk over een zo algemeen mogelijke snede die de ruimte in een willekeurig aantal stukken verdeelt. Uiteindelijk is Corollarium 2, waarin een enkelvoudig samenhangende verzameling de ruimte in twee stukken snijdt, de stelling van Seifert en Van Kampen gaan heten. Deze stelling werd namelijk voor het eerst bewezen door Seifert, een andere promovendus van Van der Waerden.



De typische vorm van een Van Kampen diagram: relaties op een steeltje. Het herschrijven van een woord correspondeert met het samenplakken van het boeket.

Een vervelend technisch detail waar Van Kampen tegenaan loopt, is dat hij bij het opdelen van een homotopie alles moet blijven verbinden met het basispunt. Alle kleine stukjes homotopie moeten ermee verbonden worden. In de algebraïsche vertaling worden de stukjes homotopie uiteindelijk relaties en worden de verbindingen met het basispunt uiteindelijk conjugaties. In het derde deel van het drieluik maakt Van Kampen van de nood een deugd, door te bedenken dat de omgekeerde vertaling een grafisch beeld geeft van groepsrelaties. Hij vertaalt woorden in groepen naar boeketten van krommen, die elk de conjugatieklasse van een relatie voorstellen. Met deze manier van denken vereenvoudigt hij het bewijs van een resultaat van Schreier. Pas in 1966 wordt dit derde artikel ontdekt, als Roger Lyndon en Carl Weinbaum de diagrammen gebruiken om relaties met 'small cancellation' te bestuderen. De boeketten van krommen heten tegenwoordig Van Kampendiagrammen.

Pontrjagin-Van Kampendualiteit en later werk
In 1933 is Van Kampen een jaar in Princeton, net als Pontrjagin bewijst dat compacte abelse groepen duaal zijn met discrete abelse groepen. Pontrjagin gaat uit van separabele groepen, omdat de Haarmaat in 1933 alleen nog maar voor dat soort groepen geconstrueerd was. Von Neumann merkt op dat dualiteit ook wel blijft gelden zonder separabiliteit, als je in plaats van de Haarmaat maar Von Neumanns theorie voor bijna-periodieke functies gebruikt. Van Kampen pakt het op en schrijft een overzichtsartikel over dualiteit van groepen [16]. Sindsdien wordt deze dualiteit ook wel Pontrjagin-Van Kampen dualiteit genoemd.

Van Kampen pakt voor zijn doen breed uit met zestien pagina's, maar hij begint dan ook bij de definitie van topologische groep en eindigt met de dualiteit van locaal compacte abelse groepen zonder de restrictie van separabiliteit. Het artikel is goed leesbaar en geschreven voor een algemeen publiek, in tegenstelling tot Van Kampens voorgaande werk, dat de indruk geeft van een geheugensteuntje voor de schrijver zelf.

Het markeert het begin van een nieuwe periode, want Van Kampen laat de algebraïsche topologie verder voor wat het is en bestudeert na 1935 vooral bijna-periodieke functies en differentiaalvergelijkingen. Het is niet toevallig dat dit het interessegebied is van Aurel Wintner, een collega van Johns Hopkins. Egbert van Kampen liet zich altijd inspireren door de mensen om hem heen. Aan het eind van zijn leven schrijft hij zelfs

foto: archief Mieke van der Veen

Egbert van Kampen, 1940

enkele artikelen over kansrekening als de jonge Mark Kac naar Baltimore komt. Het laatste grote artikel van Van Kampen, tevens zijn langste, is een verhandeling over productmaten en convoluties. Het verschijnt medio 1940 [49].

Conclusie

Egbert van Kampen stond al op zijn zestiende in de krant als een ongekend wiskundig talent. Hij was een gerenommeerd wiskundige en toch heeft zijn werk lang op erkenning moeten wachten. Misschien lag dat aan zijn ontoegankelijke manier van schrijven: een bewijs is vaak al voorbij voordat je er erg in hebt. Misschien lag het aan zijn bescheidenheid. 'He never spoke very much about his accomplishments', merkte een collega op in een Amerikaanse krant. En dan te bedenken dat Van Kampens naam gebaseerd is op het werk uit zijn beginjaren. Na 1933 heeft hij nog veertig artikelen geschreven. Wie weet wat voor moois er nog op ons ligt te wachten.

Verantwoording en dankwoord

Dit overzicht zou niet mogelijk geweest zijn zonder de foto's en krantenknipsels van Mieke van der Veen, dochter van Elizabeth van Kampen. Graag wil ik haar bedanken voor de toestemming om dit materiaal te gebruiken en voor de zorgvuldigheid waarmee zij het bewaard heeft. Boudewijn van Kampen, ook familie, wees mij op de foto van Egbert van Kampen en Paul Ehrenfest. Om in familiekringen te blijven: de betovergrootvader van Egbert van Kampen was Jacobus van der Blij en dat was ook de betovergrootvader van de emeri-

tus hoogleraar van der Blij uit Utrecht.

De anecdote over het visum van Van Kampen komt uit de memoires van Mark Kac, *Enigmas of chance*, London, Harper and Row, 1985. Meer anecdotes zijn in deze memoires te vinden rond pagina 85.

Cor Kraaikamp maakte mij opmerkzaam op de autobiografie van Kac. Slava Krushkal hielp met de details van de Van Kampen obstructie. Mark de Bock van de gemeente Antwerpen en Albert Schiltmeijer uit Amsterdam stuurden mij gegevens van de familie Van Kampen. Jim Stimpert van Johns Hopkins Library stuurde informatie over Van Kampens publicaties.

Publicaties van E.R van Kampen

1 'Zur Isotopie zweidimensionaler Flache im R^4', *Abh. Math. Sem. Hamburg* (**6**) (1928), p. 216.

2 'Eine Verallgemeinerung des Alexanderschen Dualitatsatzes', *Proc. Kon. Ak. Weten. Amsterdam* (**31**) (1928),p. 899.

3 *Die kombinatorische Topologie und die Dualitätssätze, Diss. Leiden*, Van Stockum, Den Haag, 1929.

4 met J.A. Schouten, 'Zur Einbettung und Krümmungstheorie nichtholonomer Gebilde', *Math. Ann.* (**103**) (1930), p. 752–783.

5 'Komplexen in Euclidische Ruimten', *Handelingen XXIII*^{e} *Nederl. Natuur- en Geneeskundig Congres* (1931), 123–124.

6 met J.A. Schouten, 'Uber die Krümmung einer Vm in Vn; eine revision der Krümmungstheorie', *Math. Ann* (**105**) (1931), p. 144–159.

7 'Komplexe in euklidischen Räumen', *Abh. Math. Sem. Hamburg* (**9**) (1932), p. 72–78, Berichtigung dazu, (1933), p. 152–153.

8 'Some remarks on the join of two complexes and on invariant subcomplexes', *Amer. J. Math.* (**44**) (1932), p. 545–550.

9 met J.A. Schouten, 'Beiträge zur Theorie der Deformation', *Prace Mat.-Fiz.* (**41**) (1933), p. 1–19.

10 'On the fundamental group of an algebraic curve', *Amer. J. Math.* (**55**) (1933), p. 255–260.

11 'On the connection between the fundamental groups of some related spaces', *Amer. J. Math.* (**55**) (1933), p. 261–267. Het artikel staat integraal in: *Two decades of mathematics in the Netherlands, 1920–1940, A retrospection on the occasion of the bicentennial of the Wiskundig Genootschap*, E. M. J. Bertin, H. J. M. Bos and A. W. Grootendorst, Amsterdam, 1978.

12 'On some lemmas in the theory of groups', *Amer. J. Math.* (**55**) (1933), p. 268–273

13 'Locally compact abelian groups', *Proc. Nat. Acad. Sc.* (1934), p. 434–436.

14 'The structure of a compact connected group', *Amer. J. Math.* (**57**) (1935), p. 301–308.

15 'On some characterizations of 2-dimensional manifolds', *Duke Math. Journ.* (**1**) (1935), p. 74–93.

16 'Locally bicompact abelian groups and their character groups', *Annals Math.* (**36**) (1935), p. 448–463.

17 'The topological transformation of a simple closed curve into itself', *Amer. Journ. of Math.* (**57**) (1935), p. 142–152.

18 'On the structure of a compact group', *Rec. math. Moscou* (**1**) (1936), p. 699–700.

19 'Almost periodic functions and compact groups', *Ann. Math. (2)* (**37**) (1936), p. 78–91.

20 'A unicity theorem for ordinary differential equations and a postulate system for Lie groups', *Bull. Amer. Math. Soc.* (**42**) (1936), p. 330.

21 'Note on a theorem of Pontrjagin', *Amer. J. Math.* (**58**) (1936), p. 177–180.

22 'The fundamental theorem for Riemann integrals', *Amer. J. Math.* (**58**) (1936), p. 847–850.

23 met A. Wintner, 'On the canonical transformations of Hamiltonian systems', *Amer. J. Math.* (**58**) (1936), p. 851–863.

24 'On almost periodic functions of constant absolute value', *J. London math. Soc.* (**12**) (1937), p. 3–6.

25 met A. Wintner, 'On bounded convolutions', *Bull. Amer. Math. Soc.* (**43**) (1937), p. 564–566.

26 'On the argument functions of simple closed curves and simple arcs', *Compositio math.* (**4**) (1937), p. 271–275.

27 'Remarks on systems of ordinary differential equations', *Amer. J. Math.* (**59**) (1937), p. 144–152.

28 met A. Wintner, 'On a symmetrical canonical reduction of the problem of three bodies', *Amer. J. of Math.* (**59**) (1937), p. 153–166.

29 met A. Wintner, 'Convolutions of distributions on convex curves and the Riemann zeta function', *Amer. J. Math.* (**59**) (1937), p. 175–204.

30 met P. Hartman en A. Wintner, 'Mean motions and distribution functions', *Amer. J. Math.* (**59**) (1937), p. 261–269.

31 met A. Wintner, 'On an absolute constant in the theory of variational stability', *Amer. J. Math.* (**59**) (1937) p. 270–274.

32 met A. Wintner, 'On divergent infinite convolutions', *Amer. J. Math.* (**59**) (1937), p. 635–654.

33 'On the addition of convex curves and the densities of certain infinite convolutions', *Amer. J. Math.* (**59**) (1937), p. 679–695.

34 met A. Wintner, 'On a singular monotone function', *J. London math. Soc.* (**12**) (1937), p. 243–244.

35 met A. Wintner, 'On the reduction of dynamical systems by means of parametrized invariant relations'. *Trans. Amer. Math. Soc.* (**44**) (1938), no. 2, p. 168–195.

36 The theorems of Gauss-Bonnet and Stokes, *Amer. J. Math.* (**60**) (1938), p. 129–138.

37 met P. Hartman en A. Wintner, 'On the distribution functions of almost periodic functions', *Amer. J. Math.* (**60**) (1938), p. 491–500.

38 'Invariants derived from looping coefficients', *Amer. J. Math.* (**60**) (1938), p. 595–610.

39 met A. Wintner, 'On Liouville systems', *Nieuw Arch. Wiskd.* (**19**) (1938), p. 235–240.

40 met P. Hartman en A. Wintner, 'Asymptotic distributions and statistical independence', *Amer. J. Math.* (**61**) (1939) p. 477–486.

41 met M. Kac en A. Wintner, 'On Buffon's problem and its generalizations'. *Amer. J. Math.* (**61**) (1939), p. 672–676.

42 met M. Kac, 'Circular equidistributions and statistical independence'. *Amer. J. Math.* (**61**) (1939), p. 677–682.

43 'On the asymptotic distribution of a uniformly almost periodic function'. *Amer. J. Math.* (**61** (1939), p. 729–732.

44 met A. Wintner, 'A limit theorem for probability distributions on lattices'. *Amer. J. Math.* (**61**) (1939), 965–973.

45 met M. Kac en A. Wintner, 'On the distribution of the values of real almost periodic functions'. *Amer. J. Math.* (**61**) (1939), p. 985–991.

46 'A remark on asymptotic curves', *Amer. J. Math.* (**61**) (1939), p. 992–994.

47 met M. Kac en A. Wintner, 'Ramanujan sums and almost periodic functions', *Amer. J. Math.* (**62**), (1940), p. 107–114.

48 met P. Erdös, M. Kac, en A. Wintner, 'Ramanujan sums and almost periodic functions'. *Studia Math.* (**9**), (1940), p. 43–53.

49 'Infinite product measures and infinite convolutions'. *Amer. J. Math.* (**62**), (1940), p. 417–448.

50 met A. Wintner, 'On the almost periodic behavior of multiplicative number-theoretical functions', *Amer. J. Math.* (**62**), (1940), p. 613–626.

51 'On uniformly almost periodic multiplicative and additive functions', *Amer. J. Math.* (**62**), (1940), p. 627–634.

52 'Elementary proof of a theorem on Lorentz matrices', *Bull. Am. Math. Soc.* (**47**) (1941), p. 288–290.

53 'Remark on the address of S. S. Cairns'. Lectures in Topology, p. 311–313. *University of Michigan Press, Ann Arbor, Mich.*, 1941.

54 'Notes on systems of ordinary differential equations'. *Amer. J. Math.* (**63**), (1941), p. 371–376.

55 met A. Wintner, 'On the asymptotic distribution of geodesics on surfaces of revolution', *Cas. Mat. Fys.* (**72**) (1947), p. 1–6.