

Ik ben een beetje op hol geslagen

Verslag van een onderzoek naar de diepere betekenis van schaatsgrafieken

P. van der Zwaard

Team W 12/16, SLO, Enschede

Samenvatting

De 'schaatsgrafieken' die deze winter in de Volkskrant stonden, inspireerden mij om op zoek te gaan naar de wiskunde die daar in en achter zit. Tevens wordt een handreiking voor een gesprek in de klas over deze grafieken gegeven.

U herinnert zich vast nog wel de Calgary-nachten van februari. Daarin genoten veel Nederlanders van de prestaties van onze schaatscoryfeeën. Tijdens de eerste schaatsnacht, die van de 5000m, was Harm Kuipers gast in de studio. Hij hield de prestaties van de schaatsers bij met behulp van een type grafiek die ik nog niet kende. In die grafiek werd bij iedere ronde aangegeven hoeveel seconden een schaatser voor, of achter op een vast schema lag. Dat schema ging uit van een vaste rondetijd, dus een constante snelheid, gedurende de hele race. Die grafieken intrigeerden mij en toen ik de volgende dag in de Volkskrant een soortgelijke grafiek terugzag ben ik er eens behoorlijk ingedoken.

In dit artikel doe ik allereerst verslag van mijn bevindingen, verder hoop ik u te betrekken in mijn enthousiasme om op deze manier met wiskunde bezig te zijn en aan het eind wil ik nog iets zeggen over de mogelijkheden om met dit onderwerp een en ander tijdens de wiskundes te doen.

De 5000m mannen, op oriëntatie

Hier ziet u het artikel uit de Volkskrant met de bewuste grafiek.

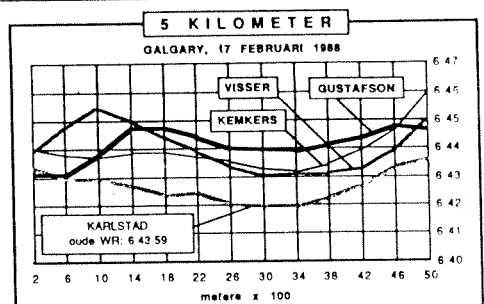


LEO VISSER

Kemkers: „Ik heb gedaan wat ik kon”

Van onze sportredactie
AMSTERDAM — Wat tot de laatste meters van de negende rit een gouden avond beloofde te worden voor het Nederlandse schaatsen, eindigde uiteindelijk toch in een lichte deceptie. Vooral voor Leo Visser, die zijn medaille in een paar tienden van een seconde van kleur zag veranderen. Wat bleekjes rond de neus en in eenzaamheid probeerde de Haastrechtse zijn teleurstelling te verbijten, maar niet nadat hij Gustafson met de tweede Olympische gouden plak in diens loopbaan had gefeliciteerd.
 Visser: „Het was zwaarder dan ik had verwacht. Het lag aan het ijs of de hucht. Ik had een behoorlijk droge mond. Ik ben tevreden over m'n race. Na twee, drie rondjes ben ik gaan versnellen.” Kemkers moest even slikken toen hij van de tweede naar de derde positie was opgeschoven. De sterke slotronde van Gustafson veraste hem net als vrijwel ieder ander. „Ik zat in de kleedkamer en hoorde de rondetijden. Hij lag achter, maar ineens, pats, boem, daar was hij. Het was wel een dompertje. Heel even maar had ik nodig om het te verwerken, maar echt teleurgesteld ben ik niet. Ontevreden kan ik ook nooit zijn. Ik heb gedaan wat ik kon en vier seconden van mijn persoonlijk re-

cord afgereden. Ik ging voor de eerste plaats, maar het is niet gelukt. Ik was helemaal kapot. Nog nooit heb ik me zo leeg gereden, maar dat heb ik vaker gezegd.”
 Dat er tegen alle verwachtingen in geen wereldrecords werden gereden, verbaasde de derde Nederlander, de negentienjarige debutant — tevens kandidaat voor de wielerploeg in Seoul — Herbert Dijkstra. Een verklaring had hij er niet voor. Aan de kwaliteit van de piste kon het onmogelijk hebben gelegen, meende hij. „Als marathonrijder moet ik zeggen dat ik nog nooit op zulk mooi ijs heb gereden.”
 Vijfvoudig Olympisch kampioen Eric Heiden bekeek de gouden race van Gustafson, zijn vroegere trainingsmaat, met bewondering. „Waarschijnlijk heeft hij het verschil met Visser in de laatste honderd meter goed gemaakt. Onder normale omstandigheden was hem dat niet gelukt, maar je weet dat je op de Spelen maar een kans hebt. Je hoeft niet als op een WK aan de volgende dag te denken. Natuurlijk was hij in het voordeel doordat hij later kon starten. Aan de andere kant legt een goede tijd van je tegenstander een zekere druk op je, maar Gustafson kan daarmee omgaan.”



Het verloop van de 5000 meter, waarbij duidelijk te zien is dat Gustafson in de laatste ronde zijn winst beekte.

Tussentijden vijf kilometer

	Gustafson	Visser	Kemkers	Karlstad	(WR)
200 m	19.11	19.88	20.02	19.33	
600 m	51.08	52.74	51.82	50.95	
1000 m	1:23.79	1:25.44	1:23.71	1:22.94	
1400 m	1:56.72	1:56.97	1:55.87	1:54.67	
1800 m	2:28.74	2:28.40	2:27.89	2:26.34	
2200 m	3:00.40	2:59.89	2:59.70	2:58.25	
2600 m	3:32.01	3:31.35	3:31.53	3:30.02	
3000 m	4:03.95	4:03.02	4:03.26	4:01.96	
3400 m	4:35.90	4:35.08	4:35.15	4:33.92	
3800 m	5:08.13	5:07.10	5:07.44	5:06.24	
4200 m	5:40.37	5:39.23	5:39.93	5:38.65	
4600 m	6:12.77	6:11.90	6:12.63	6:11.33	
5000 m	6:44.63	6:44.98	6:45.92	6:43.59	

Deze grafieken riepen meteen allerlei vragen bij mij op:

- Zijn dit wel precies dezelfde grafieken als die van Harm Kuipers?
- Het zijn geen afstand-tijd of afstand-snelheid grafieken, maar wat dan wel?
- Hoe ziet de grafiek eruit van een schaatser die steeds dezelfde rondetijden produceert?
- Wat doen ze eigenlijk precies met de eerste halve ronde?

Op sommige vragen zal ik wat verder ingaan, een aantal laat ik voor u over (in de hoop, dat u er zelf nog een aantal bij verzint.) Voor de leerlingen zitten er misschien ook leuke vragen tussen.

Eerst maar eens de grafieken wat nader bekijken voor een beter begrip.

Gelukkig beschik ik over een computer met een spreadsheet en een grafische kaart en daarmee zijn deze grafieken heel gemakkelijk te genereren.

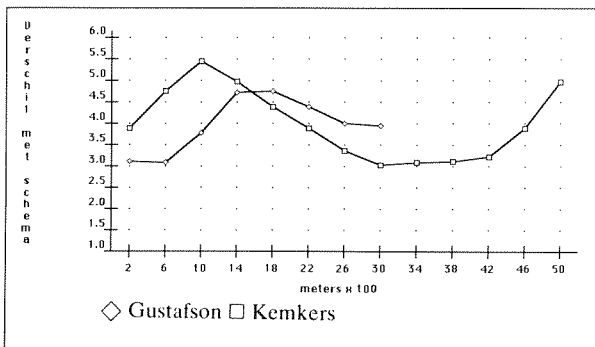
Ik heb hieronder zo'n 'Harm Kuipers-grafiek' gereconstrueerd.

Schemaberekeningen 5000m mannen Calgary 17-2-1988

Uitgaande van rondetijden van: 32.00 s.

	5000m Gustafson			5000m Visser		
	tussentijd	ronde	verschil	tussentijd	ronde	verschil
200m	0	19.11	3.11	0	19.88	3.88
600m	0	51.08	31.97	0	52.74	32.86
1000m	1	23.79	32.71	1	25.44	32.70
1400m	1	56.72	32.93	1	56.97	31.53
1800m	2	28.74	32.02	2	28.40	31.43
2200m	3	0.40	31.66	2	59.89	31.49
2600m	3	32.01	31.61	3	31.35	31.46
3000m	4	3.95	31.94	4	3.02	31.67
3400m				4	35.08	32.06
3800m				5	7.10	32.02
4200m				5	39.23	32.13
4600m				6	11.90	32.67
5000m				6	44.98	33.08

5000 m Gust./Visser. Schema 6.40 ronde 32 s



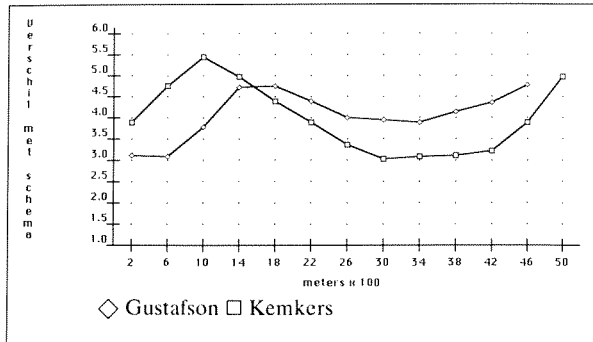
Leo Visser had zijn rit al gereden en Tomas Gustafson was gevorderd tot 3000m. Op die plaats lag Visser zo'n drie seconden achter op het schema en Gustafson vier. Grote vraag: Zou Visser het redden, of was de terugval aan het eind te groot geweest!

Als Gustafson steeds rondjes van om en nabij de 32 zou blijven rijden, dan zou zijn achterstand op het schema van 6.40 ook niet veranderen. In de grafiek zou dat weergegeven worden door een horizontale

lijn. In dat geval zou hij onder de grafiek van Visser duiken en winnen.

Gustafson hield het spannend tot en met de laatste ronde:

5000m Gust./Visser. Schema 6.40 ronde 32 s



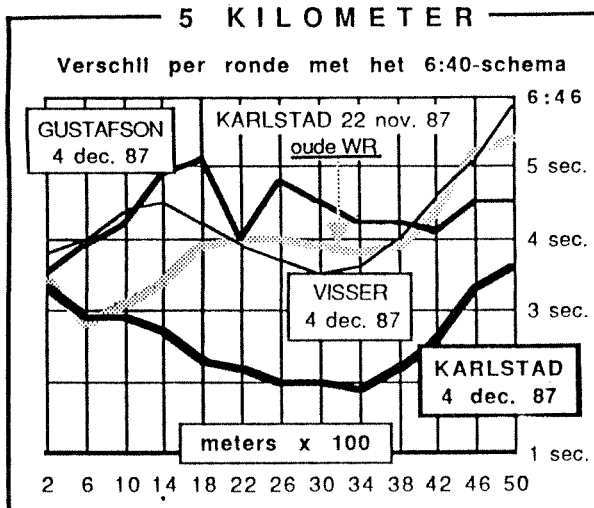
Aan de grafiek is te zien, dat Gustafson aan een rondje van 32 genoeg zou hebben voor de zege. In dat geval zou hij dichterbij het schema van 6.40 blijven dan Visser en zodoende sneller zijn. Uiteindelijk versnelde Gustafson met een rondje van 31.86. Helaas voor Visser en de rest van Nederland.

Nog twee opmerkingen voor ik verder ga met mijn verhaal.

Ten eerste, hoe vind je het verschil ten opzichte van het gekozen schema bij 200m? Dat is op zich niet zo lastig als je bedenkt dat het daar om een halve ronde gaat. In het schema heb je voor een halve ronde 16s. en doe je langer over de start, dan lig je meteen achter op het schema. Gustafson had een start van 19.11s.; daarmee lag hij dus meteen 3.11s achter op het gekozen schema.

Ten tweede, de waarden bij de verticale as. In mijn grafieken staat daar het aantal seconden verschil en in de Volkskrant-grafieken staan daar eindtijden. Volgens mij is het gebruik van het verschil met het schema inzichtelijker dan het gebruik van eindtijden. Het gaat in de grafieken om de verschillen, de eindtijd volgt dan vanzelf.

De Volkskrant heeft in het verleden wel het verschil met het schema gebruikt. Dat bleek toen een collega mij een grafiek gaf uit de Volkskrant van 7 december 1987.



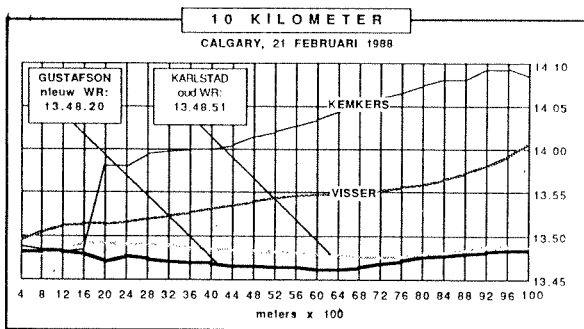
5000 m mannen:

	Karlstad (No) Heerenveen 22-11-1987	Karlstad (No) Calgary 4-12-1987
200	19,34	19,33
600	50,88	50,95
1000	1.23,06	1.22,94
1400	1.55,42	1.54,67
1800	2.27,90	2.26,34
2200	3.00,04	2.58,25
2600	3.32,06	3.30,02
3000	4.03,87	4.01,96
3400	4.35,81	4.33,92
3800	5.07,94	5.06,24
4200	5.40,44	5.38,65
4600	6.13,18	6.11,33
5000	6.45,44	6.43,59

Blijft de vraag open waarom de Volkskrant van deze aanduiding afstapt.

De 10.000m mannen, grafieken veranderen

Vier dagen later was de 10 kilometer. Weer stonden die grafieken in de krant en weer kwam een aantal vragen bij mij boven.



Tussentijden 10 km			
	Gustafson	Kemkers	Karlstad (oud WR)
400 m	36,20	36,80	36,00
800 m	1.09,24	1.09,38	1.08,88
1200 m	1.42,15	1.42,16	1.42,35
1600 m	2.14,94	2.15,51	1.26,02
2000 m	2.47,54	2.58,06	2.49,01
2400 m	3.20,47	3.31,7	3.21,95
2800 m	3.53,28	4.05,5	3.54,95
3200 m	4.26,00	4.38,8	4.27,83
3600 m	4.58,84	5.11,9	5.00,44
4000 m	5.31,82	5.45,0	5.33,42
4400 m	6.04,56	6.18,5	6.06,25
4800 m	6.37,54	6.52,4	6.39,13
5200 m	7.10,39	7.26,0	7.12,16
5600 m	7.43,40	7.59,7	7.45,03
6000 m	8.16,09	8.33,4	8.17,76
6400 m	8.49,15	9.07,40	8.50,66
6800 m	9.22,37	9.41,13	9.23,55
7200 m	9.55,74	10.14,86	9.56,56
7600 m	10.29,11	10.48,50	10.29,55
8000 m	11.02,51	11.22,35	11.02,83
8400 m	11.35,69	11.56,02	11.36,08
8800 m	12.08,97	12.29,52	12.09,39
9200 m	12.42,10	13.03,19	12.42,75
9600 m	13.15,29	13.36,31	13.15,80
10000 m	13.48,20	14.08,34	13.48,51

- Wat zou bij deze grafiek het uitgangsschema zijn?
- Hoe zou de grafiek eruit zien als je van andere schema's/rondetijden uit zou gaan?
- Als je de grafiek bij 0 meter wilt laten starten, op

welke hoogte zet je dan het beginpunt?

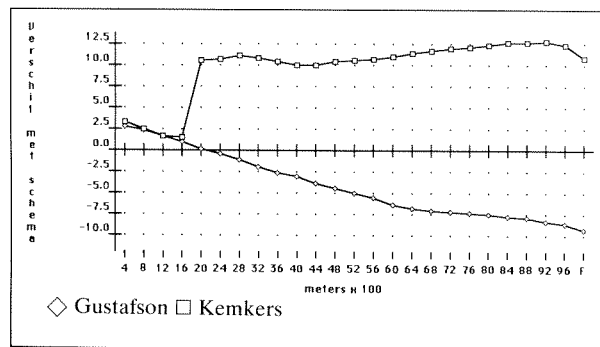
- De coach gebruikt zijn vingers om een rijder aan te geven hoe hij rijdt ten opzichte van het schema. Is er een verband met deze grafieken?

De rondetijd die bij het uitgangsschema hoort, is makkelijk te vinden als je een paar horizontale lijnstukjes opzoekt en met behulp van de tabel de bijbehorende rondetijden uitrekent. Je zult dan waarschijnlijk ontdekken dat de Volkskranttekenaar niet overal even precies was.

De grafieken zijn, buiten de val van Kemkers, bijna rechte lijnen. Dat duidt op zeer regelmatige races. Op die rechte lijnen kom ik verderop nog even terug.

Met mijn spreadsheet experimenteer ik wat, door van een ander schema uit te gaan.

10.000m Gust./Kemk. Sch. 13.57.5 r.33.5 s.



De grafieken lopen meer naar omlaag dan in de vorige tekening. Om achter het waarom te komen kun je het beste bekijken hoe de schema-rondetijd uit de eerste tekening in de tweede tekening komt te staan.

Een aardige vraag is natuurlijk: Op grond waarvan zal de maker van de grafiek van een bepaalde rondetijd uitgaan?

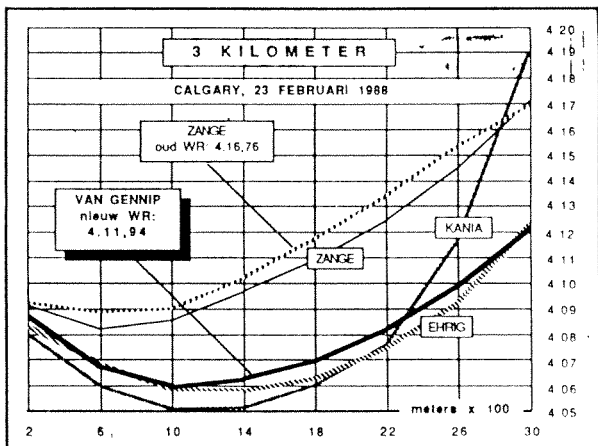
De 3000m vrouwen en parabolen

De vrouwen waren dinsdag 23 februari aan de beurt. Ik hoopte in hun grafieken nieuwe dingen te vinden. Dat bleek geen teleurstelling te zijn, het beeld van hun races is heel anders.

Kania: "Ik ben een beetje op hol geslagen."

Tussentijden 3000 m					
	V.Gennip	Ehrig	Zange	Kania	Zange (oud WR)
200 m	20,00	19,63	20,45	19,29	20,54
600 m	50,68	50,79	52,17	49,94	52,80
1000 m	1.22,59	1.22,47	1.25,17	1.21,71	1.25,62
1400 m	1.55,55	1.55,08	1.58,95	1.54,40	1.59,43
1800 m	2.28,87	2.28,21	2.32,80	2.27,92	2.33,63
2200 m	3.02,75	3.02,05	3.07,01	3.02,13	3.07,92
2600 m	3.37,08	3.36,45	3.41,67	3.38,82	3.42,50
3000 m	4.11,94	4.12,09	4.16,92	4.18,80	4.16,76

Uitslag: 1. Van Gennip (Ned) 4.11,94 (wereldrecord), 2. Ehrig (OD) 4.12,09, 3. Zange (OD) 4.16,92, 4. Kania (OD) 4.18,80, 5. Rys (Pol) 4.22,59, 6. Boiko (SU) 4.22,90, 7. Hashimoto (Jap) en Lapoega (SU) 4.23,29, 9. Toemanova (SU) 4.24,07, 10. Krohn (Zwe) 4.25,06, 11. Goldman (VS) 4.25,26, 12. Mischke (WD) 4.26,30, 13. Elena Belci (It) 4.27,21, 14. Nemeth-Hunyadi (Oos) 4.27,56.
15. Loignon (Can) 4.28,55, 16. Stam (Ned) 4.28,92, 17. Hang (NK) 4.29,16, 18. Seki (Jap) 4.29,77, 19. Doctor (VS) 4.29,93, 20. Bader (VS) 4.30,09, 21. Ong (Chi) 4.30,19, 22. Kim (ZK) 4.30,60, 23. Sung (NK) 4.31,05, 24. Van Helden (Fr) 4.32,34, 25. Nystedi (Noo) 4.35,35, 26. Coté (Can) 4.35,74, 27. Dumont (Fr) 4.28,93, 28. Choi (Zko) 4.42,26. Paul (Ned) werd met een tijd van 4.29,53 gediskwalificeerd, Grenier (Can) startte niet wegens griep.



Het verloop van de drie kilometer. Duidelijk is te zien dat Van Gennip pas in de laatste ronde Ehrig voorbij kwam. Opvallend ook de dramatische terugval van Kania die daarmee haar te snelle start moest bekopen. Grafiek de Volkskrant

– Is de enigszins parabolische vorm van de grafieken te verklaren? Komt dat door een bepaalde regelmaat?

Die schijnbaar parabolische vorm van de grafieken bij de 3000m vrouwen intrigueert me bijzonder. Dat heeft iets te maken met de manier waarop zij hun race opbouwen. Is dat om biologische redenen, of heeft dat met verschil in trainingsopbouw te maken? Eigenlijk een niet zo wiskundige vraag, maar ach, die mag er ook wel eens tussendoor. Het antwoord erop weet ik dus ook niet.

Om dat niet-wiskundige uitstapje goed te maken, ga ik toch maar even in op het parabolische karakter van de 'vrouwengrafieken'.

Vraag: Raken de lijnstukjes aan een parabool als de rondetijd regelmatig (lineair) toeneemt?

De helling van ieder lijnstukje is op te vatten als een differentiequotiënt. Namelijk, het verschil tussen de werkelijke rondetijd en de rondetijd van het schema (per ronde van 400m).

Als je aanneemt dat de afname van de snelheid continu gebeurt gedurende de hele race, dan kun je het differentiequotiënt ook opvatten als een differentiaalquotiënt. We hebben dan te maken met een afgeleide die lineair toeneemt. Dus de oorspronkelijke functie neemt kwadratisch toe en de grafiek wordt dan een parabool.

Even een voorbeeld doorrekenen:

Ik neem voor het schema rondjes van 32 s, voor de eerste volle ronde 31 s en de toename per ronde wordt 0,2 s.

Als we per ronde kijken wordt het differentiequotiënt:

$$\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{31 + 0,2(x-1) - 32}{1} = 0,2x - 1,2$$

Of als differentiaalquotiënt:

$$dy/dx = 0,2x - 1,2$$

Het voorschrift voor de parabool wordt dan:

$$y = 0,1x^2 - 1,2x + C$$

waarbij C bepaald wordt door de tijd na 200m.

De top van deze parabool ligt bij $x=6$. Met andere woorden, de top van de parabool zal dus liggen bij de 6e ronde. (Het lijnstukje voor de 6e ronde is horizontaal.)

Bij de 3000m vrouwen ligt de 'top' bij de 1000 à 1400m. Wat zou er gebeuren met die top als je van een ander schema uit zou gaan?

De 5000m vrouwen en rechte lijnen

Ik was in ieder geval heel benieuwd wat er in de krant van 29 februari zou staan. Weer dat parabolische karakter bij alle races uit Calgary. Alleen het inhouden van Van Gennip na een razend snelle opening gaf een afwijking.

Tussentijden 1000 m

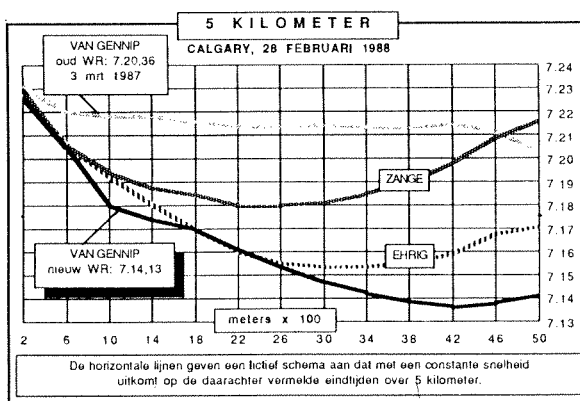
	Rothenburger	Kania	Blair	Kania (oud WR)
200 m	17,98	18,35	18,11	18,52
600 m	46,71	47,22	46,73	47,67
1000 m	1.17,65	1.17,79	1.18,31	1.18,11

Tussentijden 1500 m

	Van Gennip	Kania	Ehrig	Kania (WR)
300 m	26,87	26,28	26,80	26,75
700 m	57,13	56,95	57,16	56,62
1100 m	1.28,39	1.28,81	1.28,80	1.27,58
1500 m	2.00,68	2.00,82	2.01,49	1.59,30

Tussentijden 5000 m

	Van Gennip	Ehrig	Van Gennip (oud WR)
200 m	20,21	20,39	20,73
600 m	52,31	53,41	54,79
1000 m	1.26,03	1.27,26	1.29,79
1400 m	2.00,58	2.01,24	2.05,02
1800 m	2.35,37	2.35,35	2.39,94
2200 m	3.09,73	3.09,63	3.14,98
2600 m	3.44,16	3.44,32	3.50,18
3000 m	4.18,71	4.19,38	4.25,40
3400 m	4.53,43	4.54,56	5.00,53
3800 m	5.28,24	5.29,92	5.35,69
4200 m	6.03,22	6.05,53	6.11,05
4600 m	6.38,68	6.41,38	6.45,91
5000 m	7.14,13	7.17,12	7.20,36



De horizontale lijnen geven een fictief schema aan dat met een constante snelheid uitkomt op de daarachter vermelde eindtijden over 5 kilometer.

De Volkskrant gaf onder de grafieken een aanwijzing die moest helpen bij de interpretatie: 'De horizontale lijnen geven een fictief schema aan, dat met een constante snelheid uitkomt op de daarachter vermelde eindtijden over 5 kilometer.'

Hoe kan dat nou, ieder horizontaal lijnstukje staat voor hetzelfde differentiequotiënt en daarmee voor dezelfde snelheid.

Ik heb het al over de betekenis van een horizontale lijn gehad, maar in het algemeen zou je je kunnen afvragen wat het betekent als de grafiek een rechte lijn is. Daarin zijn natuurlijk meerdere typen rechte lijnen mogelijk.

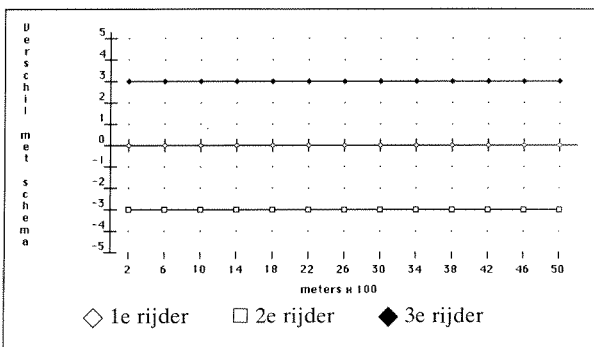
Mijn spreadsheet levert de volgende grafieken: Allereerst een met horizontale lijnen:

Schemaberekeningen 5000m mannen Calgary 17-2-1988

Uitgaande van rondetijden van: 32.00 s

	5000m 1e rijder			5000m 2e rijder			5000m 3e rijder		
	tussentijd	ronde	verschil	tussentijd	ronde	verschil	tussentijd	ronde	verschil
200m	0	16.00	0.00	0	13.00	-3.00	0	19.00	3.00
600m	0	48.00	32.00	0	45.00	32.00	0	51.00	32.00
1000m	1	20.00	32.00	1	17.00	32.00	1	23.00	32.00
1400m	1	52.00	32.00	1	49.00	32.00	1	55.00	32.00
1800m	2	24.00	32.00	2	21.00	32.00	2	27.00	32.00
2200m	2	56.00	32.00	2	53.00	32.00	2	59.00	32.00
2600m	3	28.00	32.00	3	25.00	32.00	3	31.00	32.00
3000m	4	0.00	32.00	3	57.00	32.00	4	3.00	32.00
3400m	4	32.00	32.00	4	29.00	32.00	4	35.00	32.00
3800m	5	4.00	32.00	5	1.00	32.00	5	7.00	32.00
4200m	5	36.00	32.00	5	33.00	32.00	5	39.00	32.00
4600m	6	8.00	32.00	5	5.00	32.00	6	11.00	32.00
5000m	6	40.00	32.00	6	37.00	32.00	6	43.00	32.00

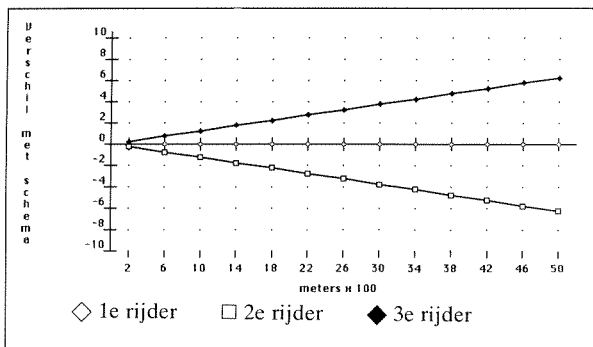
5000m Schema 6.40, ronde 32 s.



Volgens deze grafiek schaatsen alle rijders even snel, alleen de start is verschillend. De derde rijder heeft de meest realistische race. Bij de start loopt hij een achterstand op.

Als tweede grafiek met rechte lijnen heb ik deze nog:

5000m Schema 6.40, ronde 32 s.



Hier rijdt iedere rijder een constant schema, vanaf de start gerekend. Iedere rijder gebruikt een andere rondetijd, weet u welke? Dus lang niet ieder schema met constante snelheid levert een horizontale lijn op. Conclusie: Blijkbaar is hetgeen in de krant staat niet altijd waar.

Wat kunnen leerlingen hiermee?

Leerlingen kunnen beschouwend met deze grafieken bezig zijn. Heel goed om de grafieken eens mee te

nemen in de klas en dan te bespreken op de volgende punten:

- Eerst klassikaal een stukje grafiek afmaken. Bijvoorbeeld de tweede grafiek uit dit artikel. Daarin kunt u dan wat aandacht besteden aan details als: de hoogte van de grafiek na de start, de helling van de lijnstukjes, enz.
- Vergelijk die grafieken eens met de bijbehorende grafiek uit de Volkskrant. Waar zitten verschillen, welke is duidelijker?
- Wat kun je meer met deze grafieken, dan met een lijst en rondetijden? Zeker als je twee schaatsers vergelijkt?
- Zou het leuk zijn als ze bij schaatswedstrijden zulke grafieken onder in beeld zouden projecteren?

U zult hierbij waarschijnlijk hetzelfde probleem hebben als ik; het gebrek aan tijd. Hoe maak je van een idee uit de krant snel, of een les, of een artikel zoals ik, als je het al zo druk hebt?

Bij deze grafieken moet je denken over de verandering; dat heeft te maken met de afgeleide. Dat is lastig voor wie dat niet gewend is. (Blijkbaar ook voor de Volkskrantjournalist, die de verticale as bij de grafieken veranderde.) Het is goed de leerlingen vaker te confronteren met dergelijke situaties. Daarmee kan een basis worden gelegd voor verdere wiskunde. Andersom, als je al bekend bent met die verdere wiskunde en als het lukt een verband te leggen met de situatie, zoals bij de parabolen, dan krijgt de formele wiskunde meer betekenis.

Deze les is nu een beetje voorbereid en laten we met z'n allen maar hopen dat de Volkskrant komende winter weer gebruik zal maken van deze grafieken. Dan kunt u er meteen op inspringen.

Vraag is nog: Voor welke leerlingen is dit onderwerp geschikt?

Ik denk dat het zeker in 4 havo/vwo aan de orde gesteld kan worden. Met enige voorzichtigheid moeten lbo- en mavo-leerlingen hier ook van kunnen genieten.

Ter afsluiting

Het team W 12/16 waaraan ik meewerk, is bezig een nieuw wiskundeprogramma te maken voor het voortgezet onderwijs. In dat programma willen wij enige vrije ruimte houden voor eigen inbreng van de docent. Daarbij kan die docent putten uit de actualiteit. Ik heb hiermee een mogelijkheid aangegeven om zo iets te realiseren. Verder hoop ik dat u met genoeg gepuzzeld hebt aan een onderwerp uit de realiteit waar wiskunde aan vast zit.

Als ik u met dit artikel ook op hol heb weten te krijgen bij het inpassen van nieuwe zaken in de wiskundeles, dan ben ik een tevreden mens. Laat dat wel een ander op hol zijn dan van Karin Kania; zij moest terugnemen aan het eind van haar race. Mijn bedoeling is, om tot het eind van dit project wel op tempo te blijven.