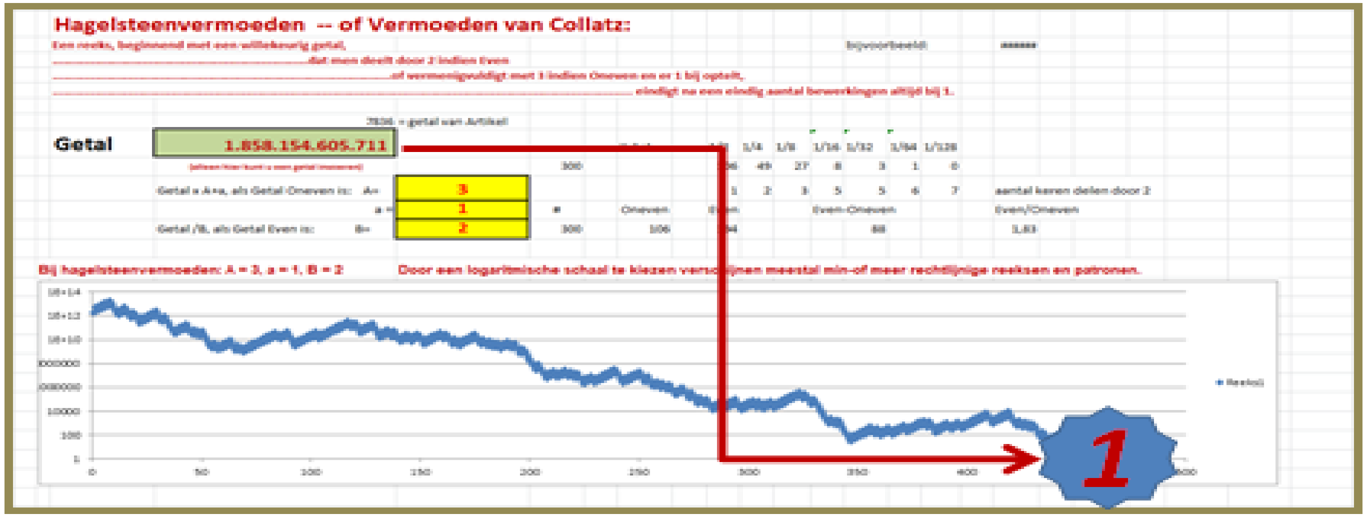
Ir Caspar L.P.M. Pompe

16-01-2018 Voorblad



Altijd naar één?

Inhoudsopgave

Blad

Vermoeden van Collatz

Het proces van Collatz verloopt als volgt. Uitgaande van een begingetal A voert men een berekening uit om het volgende getal te krijgen.
Zo ontstaat een reeks getallen. Als het proces zo is dat een even getal gedeeld wordt door 2 en een oneven getal vermenigvuldigt met 3
en dan nog één er bij, dan ontstaat een bijzondere getallenreeks.
Het proces bevat dus twee processors: Als A_x = Even dan $A_{x+1} = A_x/2$ en als A_x = Oneven dan $A_{x+1} = 3 \times A_x + 1$.
De reeks eindigt altijd op 1. Tenminste, dat vermoedt men. Dit is het 'Vermoeden van Collatz' of het 'Hagelsteenvermoeden'.
Want men heeft nog geen bewijs voor het 'Vermoeden van Collatz'. Dit 'vermoeden' wordt ook wel het hagelsteenvermoeden genoemd,
omdat de afbeelding van de getallen lijkt op een hagelbui.

Mijn calculator Je vind deze Calculator op een apart tabblad.

Om het proces in beeld te brengen heb ik een calculator gebouwd. Getallen tot tenminste $2^{\wedge 25}$ kunnen worden verwerkt in maximaal 500 stappen.
Ik heb gekozen voor een logartimische schaal. Er ontstaat dan niet een hagelbui, maar een patroon van rechte punt (getal) lijnen.
Men ziet een patroon ontstaan van enerzijds rechte opgaande getal-paarlijnen (Vermenigvuldigen-Delen-Vermenigvuldigen-Delen...enzovoorts).
Anderzijds ziet men duikelingen van de Reeks een eindje naar beneden - als gevolg van enkele Delingen achterelkaar.
En dan volgen weer enkele opgaande lijn-paren. Zo verloopt de reeks naar een staart die bijvoorbeeld van 16-8-4-2 naar 1 loopt.
Bij sommige getallen zie je ook wel midden in de reeks ineens een opleving naar boven. Maar uiteindelijk komen we altijd bij 1 uit.
Hieronder een voorbeeld van zo'n getallenreeks. De staartreeks is hier: 160 - 80 - 40 - 20 - 10 - 5 - 16 - 8 - 4 - 2 - 1.

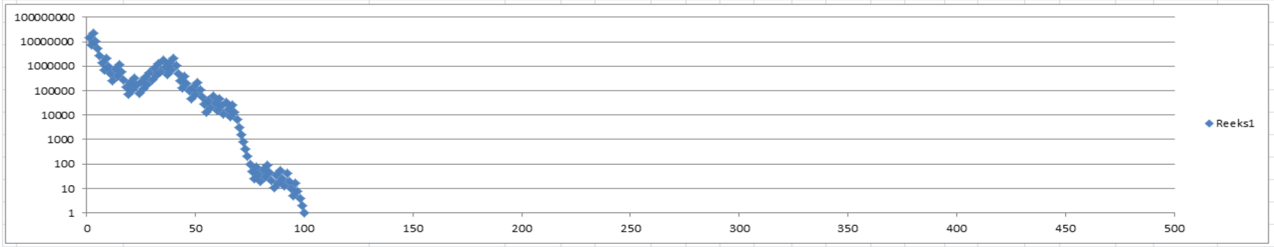
Hagelsteenvermoeden -- of Vermoeden van Collatz:

Een reeks, beginnend met een willekeurig getal, bijvoorbeeld: ######
..........................dat men deelt door 2 indien Even
..........................of vermenigvuldigt met 3 indien Oneven en er 1 bij optelt,
.... eindigt na een eindig aantal bewerkingen altijd bij 1.

7836 = getal van Artikel

Getal	14348906			X.3+1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	
	(alleen hier kunt u een getal invoeren)		100		30	17	10	6	2	1	4	
	Getal x A+a, als Getal Oneven is: A=	3			1	2	3	5	5	6	7	aantal keren delen door 2
	a =	1	#	Oneven	Even			Even-Oneven				Even/Oneven
	Getal /B, als Getal Even is: B=	2	100	30	70				40			2,33

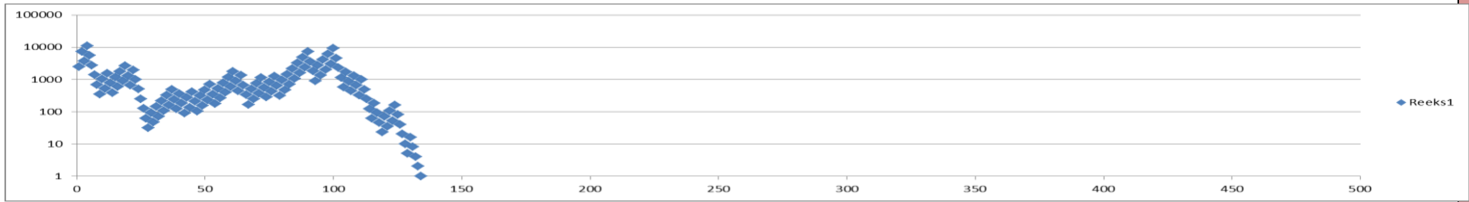
Bij hagelsteenvermoeden: A = 3, a = 1, B = 2 Door een logaritmische schaal te kiezen verschijnen meestal min-of meer rechtlijnige reeksen en patronen.



Het binaire getal bestaat uit 12 0-en en 1-en.

2.467 Een willekeurig getal...

1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1

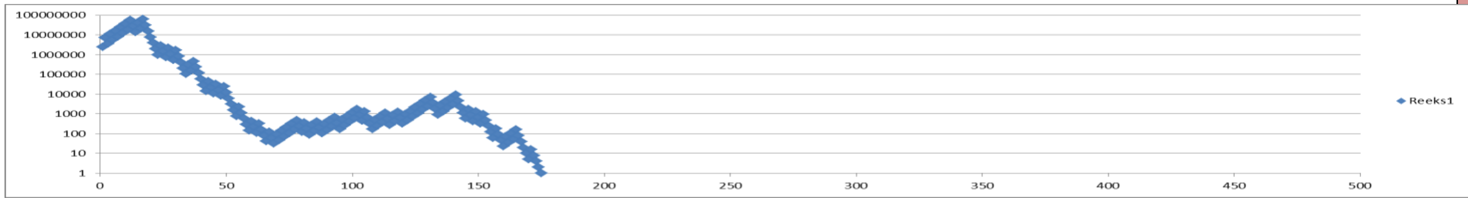


Of een nog groter getal.... Na stap 100 ziet de reeeks van 2.467.775 er uit als die van 2467...

Het binaire getal bestaat uit 22 0-en en 1-en.

2.467.775

1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

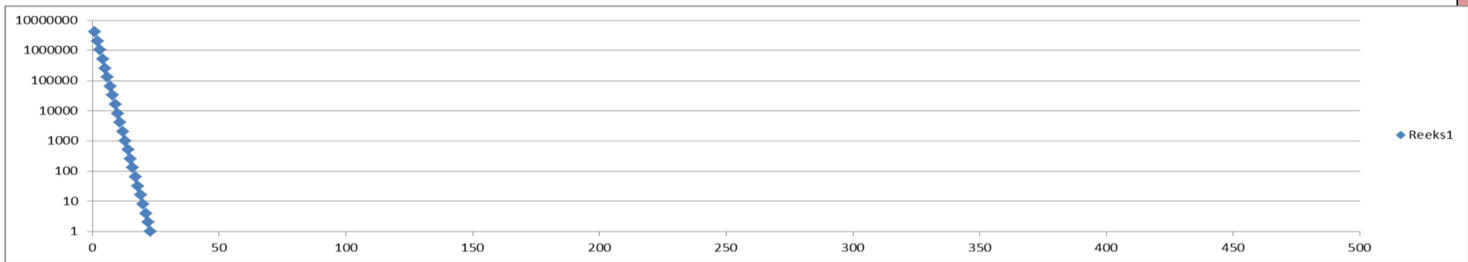


Het onderzoek Het onderzoek heeft wat mij betreft enige nuttige en interessante - soms verbazingwekkende - inzichten verschaft.

Ik zal u niet vermoeien met al mijn onderzoek. Het vermoeden van Collatz bestaat al decennia, dus u kunt zich voorstellen dat ik ook aardig heb zitten puzzelen.
Men kan werken met 20-tallige stelsels, 128-tallig of 32-tallig. Men kan met een statistische bril het probleem proberen te kraken.
Ik ben begonnen met 20-tallen, omdat de restwaarde achter de komma na deling de 10-tallige cijferwaarde 0-9 bepaalt.
Maar een zuiver D-tallig stelsel werkt beter (waaarbij D=2^^{x}). Uiteindelijk ben ik uitgekomen bij een binaire benadering.
Een eerste inzicht levert de Calculator op, zoals het beeld van bijvoorbeeld een getal gelijk aan een macht van 2.
Dit levert een rechte dalende lijn naar 1.

4194304 **2^22**

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



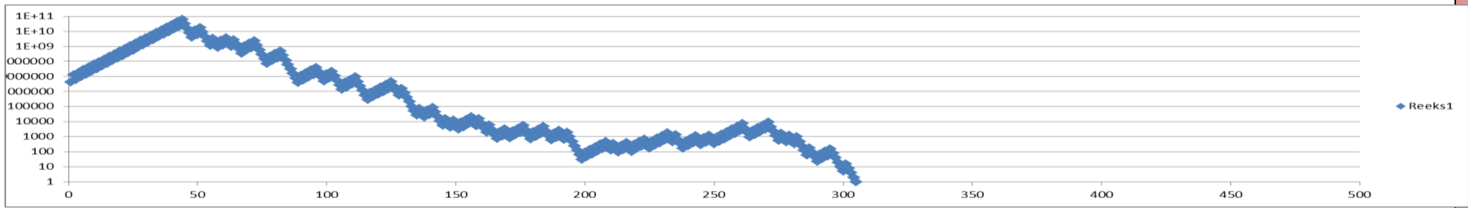
Wel erg saai. Het getal A = 2^22 - 1 is echter minder saai

1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 - 1

wordt

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

4194303 **2^22-1**



Dus een getal D gelijk aan een macht van 2 ($2^{\wedge d}$) geeft de kortste reeks naar 1.

Een binair getal met alleen 1-en geeft de grootste initiële getalsontwikkeling van de getallenreeks van Collatz. Ik noem dit getal N ofwel ($2^{\wedge n}$ - 1). N is dus D - 1.

Het getal $2^{\wedge 22}$-1 = 4.194.303 ontwikkelt tot maximaal 62.762.119.216. Dat is getal #45 (1+2x22 stappen).

De grafiek laat zien dat de getallenreeks van N zich eerst (logaritmisch) rechtlijnig ontwikkelt tot een maximaal getal Max = (2 x $3^{\wedge n}$ - 2).

Het maximale getal Max van deze initiële getallenreeks is altijd een Even getal en kan derhalve nog worden gedeeld. Het resultaat noem ik M = Max_{+1} = ($3^{\wedge n}$ - 1).

Hieronder laat ik zien hoe ik dat heb gevonden. Na de definiëring van de grootheden spring ik zo snel mogelijk naar de bewijsvoering.

Bij de tekst van het bewijs verwijs ik dan naar de relevante paragraaf met meer uitleg.

Definities

Graag begin ik met de definitie van enkele grootheden die in de bewijs een rol spelen.

De a-waarde geeft een indicatie voor de stijging of de daling van de getallenreeks.

U hebt al de eerste grootheid gezien:

Een binair getal met alleen [1]-en noem ik N.

De waarde T speelt een belangrijke rol in mijn verhaal.

We zullen zo zien dat N zich ontwikkelt tot M = $3^{\wedge n}$ - 1.

Bij de termen D, N, T en M geef ik de machtsindicatie aan aan de linkerbovenzijde:

A is het initiële getal.

Binaire getallen plaats ik in de tekst binnen haakse haken: [101] = 5.

a = (n+d)/n n= aantal [1]-en d = aantal [0]-en

D is een macht van 2 ($2^{\wedge d}$).

d geeft in het binaire getal (2^d) het aantal 0-en aan.

N is D - 1 ofwel ($2^{\wedge d}$ - 1).

T is een macht van 3 ($3^{\wedge x}$).

n geeft in het binaire getal N=($2^{\wedge d}$-1) het aantal [1]-en aan (n = d).

M is T - 1 ofwel ($3^{\wedge n}$ - 1).

^{5}N = $2^{\wedge 5}$-1; ^{0}T = $3^{\wedge 0}$ etcetera.

3007479 We nemen nu een onwillekeurig getal A. Bijvoorbeeld: 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1

Getal A = T + Rest = T - Rest"

Heel banaal kan men elk getal schrijven als A = T - Rest". Bij M geldt dat Rest" = 1. **A = T - Rest"** In dat geval is T een soort bovenwaarde.

Bijvoorbeeld:

3.007.479	=	4.782.969	+	-1.775.490	waarbij	n	=	14

Dit geldt voor alle getallen die niet gelijk zijn aan 2 maal T.

Als we A = 2 x T tegenkomen is dit altijd een Even getal., bijvoorbeeld **$A = 2 \times {}^{6}T$**

1.458	=	2	x	729		waarbij	n	=	6

In het Collatz-protocol wordt dan gedeeld: A = 2 x T -> T ; een Oneven getal. **$A = 2 \times T \rightarrow A_{+1} = T$**

729	=	1	x	729		waarbij	n	=	6

Een Oneven getal wordt vermenigvuldigd - er volgt een Even getal: **$A_{+1} = T \rightarrow A_{+2} = 3 \times {}^{n}T + 1.$**

2.188	=	3	x	729	+	1	waarbij	n	=	6

Nu is 3 x T ook weer T. **$A = T \rightarrow {}^{(n+1)}T + 1.$**

2.188	=	1	x	2.187	+	1	waarbij	n	=	7

We tellen nu eerst één T erbij en trekken 'm er weer af! **$A = 2 \times {}^{(n+1)}T - ({}^{(n+1)}T - 1).$**

2.188	=	2	x	2.187	-	2.186	waarbij	n	=	7

T = Oneven dus Rest" = Even. We krijgen na deling een andere Restwaarde. **$A = {}^{(n+1)}T - 1/2 \times ({}^{(n+1)}T - 1) = T - Rest".$**

1.094	=	1	x	2.187	-	1.093	waarbij	n	=	7

In de terminologie van dit verhaal geldt dus voor ALLE getallen de relatie **A = T - Rest".**

Ik merk op dat A = T - Rest" leidt tot A = T + Rest. De schrijfwijze A = T + Rest gebruik ik vooral in de reeksontwikkeling. A = T - Rest" is van nut voor het bewijs.

$A = {}^{n}T + Rest \rightarrow A = {}^{(n+1)}T - Rest"$

Voorbeeld:

				Rest				
926	=	729	+	197	waarbij	n	=	6

				Rest"				
926	=	2.187	+	-1.261	waarbij	n	=	7

Als T allengs kleiner wordt - zoals we later aantonen - dan wordt de ruimte voor Rest" ook steeds kleiner. Uiteindelijk wordt Rest"gelijk aan 0 bij ${}^{0}T$.

Rest is altijd kleiner of gelijk aan T - 1. **Rest" < T**

Bewijs in twee delen

Hoe kunnen we het vermoeden van Collatz transformeren tot het bewijs van Pompe?

We moeten daarvoor twee zaken bewijzen.

Ten eerste moeten we bewijzen dat A = T - Rest in het Collatz-proces altijd bij 1 uitkomt.

Ten tweede moeten we bewijzen dat de getallen in het proces in grote lijnen een dalende trend volgen - dat T dus allengs kleiner wordt.

Eerste deelbewijs

In het eerste deelbewijs toon ik aan dat een getallenreeks uitgaande van A = T - Rest" altijd eindigt op 1 - in eerste instantie voor kleine getallen.

De kleinste waarde van T is 1, ofwel 3^0 =1. **A = T = 1 bij n = 0**

Dan is Rest" gelijk aan 0 (want maximaal T - 1). Eigenlijk lijkt mij deze bewijsregel voldoende, als je kan bewijzen dat ${}^{y}T$ altijd afneemt tot ${}^{0}T$.

Maar voor een beter begrip toon ik aan dat ook voor andere kleine waarden van T de uitkomst van het Collatzproces steeds bij 1 uitkomt.

De volgende kleine waarde van T is 3, ofwel 3^1 = 3. **A = T - Rest" bij n = 1**

Hier zijn twee opties. **A = (3 - 1) = 2 (delen) -> 1**

OF **A = (3 - 2) = 1**

De daaropvolgende kleine waarde van T is 9, ofwel 3^2 = 9. **A = T - Rest" bij n = 2**

De volgende reeksen schuiven in elkaar: steeds via 8 naar 1. **A = (9 - 1) = 8 (4 x delen) -> 1**

Hier volgt een typische staartreeks in het Collatz-proces. **A = (9 - 2) = 7 - 22 - 11 - 34 - 17 - 52 - 26 - 13 - 40 - 20 - 10 - 5 - 16 - 8 - 4 - 2 -> 1**

Bij 40 begint een deelreeks 5 x D, bij 52 13 x D en bij 34 17 x D. **A = (9 - 3) = 6 - 3 - 10 - 5 - 16 - 8 - 4 - 2 -> 1**

Merk op de hier weer de staartreeks 3 - 10 - 5 - 16 - 8 - --> 1 optreedt. **A = (9 - 4) = 5 - 16 - 8 - 4 - 2 -> 1**

De staart wordt nog korter.... **A = (9 - 5) = 4 - 2 -> 1**

A = (9 - 6) = 3 - 10 - 5 - 16 - 8 - 4 - 2 -> 1

Als men moet voldoen aan de voorwaarde Rest =< T, dan moet men ook van de mogelijkheid T = 3, Rest = 0
bewijzen dat dit leidt tot 1 en niet anders. **A = T - Rest bij n = 1, Rest = 0**

A = 3 -> 3 x 3 + 1 = 10 -> 5 -> 16 - 8 - 4 - 2 -1

En bij T = 9, Rest = 0 **A = (9 - 0) = 9 - 28 - 14 - 7 - ..(zie hierboven)...- 5 - 16 - 8 - 4 - 2 -> 1**

En bij T = 27, Rest = 0 **A = (27 - 0) = 27 - 82 - ... reeks met 112 getallen!...160 .....(zie hierboven)...10 - 5 - 16 - 8 - 4 - 2 -> 1**

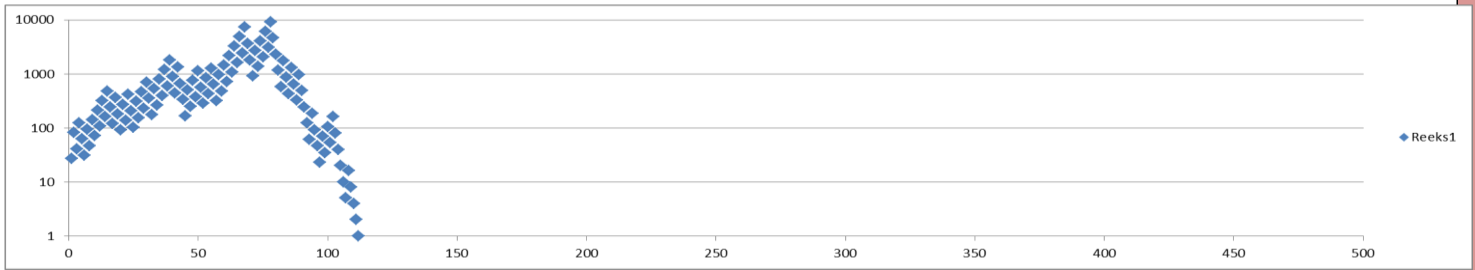
... op Bladzijde 16 zult u zien dat 27 het derde getal van de reeks van 108 is.

... je zal ook zien dat de vorm van de staart ontstaat als D dominant wordt.

Voor kleine waarden van T (${}^{0}T$, ${}^{1}T$, ${}^{2}T$) heb ik hierboven aangetoond dat de Collatz-reeks van T-Rest" altijd eindigt met een 1.

Voor waarden van T groter ${}^{2}T$ moet in tweede instantie worden bewezen dat T in de loop van de reeks een dalende trend vertoont, dus dat de waarde van T allengs kleiner wordt.
De getallenreeks van 27 - hieronder afgebeeld - doet nog eerst 103 aan.....en daarvan weten we dat de reeks daarvan een enorme opzwieper maakt,
voordat de reeks vanaf getal 9232 naar beneden duikt. Hoe zit dat nou?

27



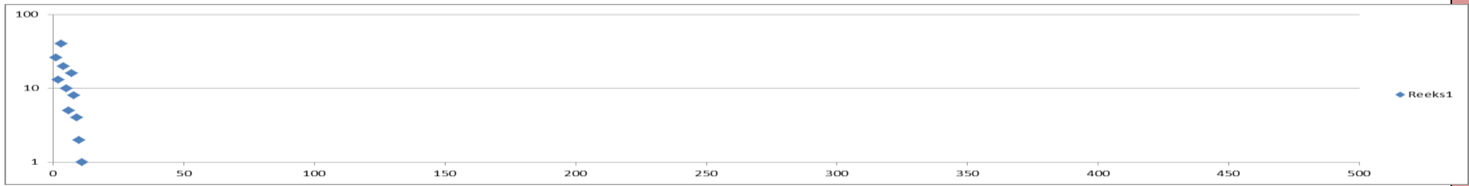
Voor het tweede deel van het bewijs heb ik een binaire methodiek ontwikkeld om te laten zien dat in de ontwikkeling van de reeksen de grootheid T de hoofdrol speelt.
Deze binaire methodiek zal ik eerst toelichten voor ik het tweede deelbewijs behandel.

De Binaire-GetallenVreter (BGV)

Om te bewijzen dat de getallen uiteindelijk steeds kleiner worden wil ik u voorstellen aan de Binaire Getallen Vreter.
De vreselijke BGV lijkt op het veelkoppig monster.
Als je een kop bij een veelkoppig monster afhakt, dan verschijnen er prompt 3 nieuwe voor in de plaats.
Ons BGV-monster krijgt juist elke keer dat we hakken 3 maal zoveel lijven.
Je kan de BGV ook vergelijken met bacteriën, die bij elke processtap 3 maal zoveel bacteriën opleveren.
Of het beeld van een heuveltop met een steeds breder front schreeuwende Noormannen….

Ik stel u met behulp van een klein getal voor aan de BGV - die natuurlijk ook gewoon Binair Getal Verkorting of - Vermindering kan heten.

26 Dit getal is overigens ^{3}T-1 (T=3^^{3}). 1 1 0 1 0



	Totaalgetal		T	Rompgetal	Rompgetal		Restgetal		Restgetal	Controle
Het getal 26 [11010] is Even en wordt dus eerst gedeeld door 2 .	26	delen	1	26	1 1 0 1 0					26
De BGV vreet de laatste [0] op. Het resultaat 13 [1101] is oneven.	13	muteren	1	13	1 1 0 1	BGV				13
We willen geen Oneven Rompgetallen. De BGV gooit de laatste [1] naar Rest.		vermenigvuldigen	1	12	1 1 0 0	BGV	1		1	13
Na vermenigvuldigen zijn er links nu 3 Even Rompgetallen.	40	delen	3	12	1 1 0 0		1 0 0	3 x 1 + 1 =	4	40
Bij de volgende deling wordt de laatste [0] weer door de BGV opgevreten.	20	delen	3	6	1 1 0	BGV	1 0		2	20
Het Rompgetal wordt zo onherroepelijk steeds korter.	10	delen	3	3	1 1	BGV	1		1	10
Bij de mutatie moet je nu opletten! Want er zijn nu 3 Rompen.		muteren	3	2	1 0	BGV	1 0 0	3 x 1 + 1 =	4	10
De BGV gooit dus 3 [1]-en over naar het Restgetal.	5	muteren	3	1	1		1 0		2	5
Er is nu maar één Restgetal en 3 Rompgetallen. De Plus 1 komt alleen bij Rest erbij.		vermenigvuldigen	3	0	0	BGV	1 0 1	3 x 1 + 2 =	5	5
Omdat de Romp nu is verdwenen (3 x 0 = 0)	16	delen	1	16	1 0 0 0 0	BGV				16
levert de laatste Rest één nieuw Rompgetal [10000].	8	delen	1	8	1 0 0 0	BGV				8
Dat is in dit eenvoudige voorbeeld 16.	4	delen	1	4	1 0 0	BGV				4
Die wordt snel door de BGV opgevroten.	2	delen	1	2	1 0	BGV				2
	1		1	1	1	BGV				1

Met dit eenvoudige voorbeeld hebt u het proces leren kennen.
Steeds als het Rompgetal Oneven wordt ([1] op laatste positie van het binaire getal), dan muteert het Rompgetal.
De laatste [1] van het binaire getal wordt door de BGV naar het Restgetal overgeheveld - van alle T-stuks Rompgetallen - dus T x [1].
Daarna vindt pas de deling of de vermenigvuldiging plaats. De Plus 1 bij vermenigvuldiging wordt alleen aan het Restgetal toegevoegd.
Als de Rompgetallen zijn gereduceerd tot 1, dan is getal $A_{\#x}$ gelijk aan T Rompen van 1 (= T) plus de Restterm.
Na de laatste mutatie wordt de Romp gelijk aan [0] en de Rest = T + Rest: het nieuwe Rompgetal. En het spel begint weer opnieuw met deze T + Rest.
Zo doorloopt de Collatzreeks van een getal A steeds een subserie getallen waarvan het [Rompgetal] door de BGV voerdt gereduceert tot [0] en met een nieuwe A=T+Rest begint.
De vraag is of deze getallen $A_{s(x)}$, waarmee de subreeksen beginnen, nu kleiner of groter worden dan de vorige waarde $A_{s(x-1)}$.

De a-waarde

De a-waarde is de verhouding tussen het verwachte aantal delingen en het aantal vermenigvuldigingen in een subreeks op basis van het aantal [1]-en en [0]-en.
We hebben eerder gezien dat na een Vermenigvuldiging altijd een Deling komt.
Als er dan nóg een Deling komt, dan reduceert het getal: **(3 x A +1) / 2 / 2 levert een getal van 3/4 x A als A >> 1.**
(3 x A) x 2^$^{-2}$ levert een getal van 3/4 x A.
(3^^{v} x A) x 2^$^{-d}$ levert een getal van **q x A.**
Deze quotient 'q' hangt af van het aantal Delingen ten opzichte van de Vermenigvuldigingen.
Als er tweemaal zoveel Delingen zijn als Vermenigvuldigingen, dan daalt de getallenreeks met een 'helling' van gemiddeld 75% per 3 getallen.
Voor afname van de reeks moet dus q kleiner zijn dan 1. **3^^{v} / 2^^{d} = q < 1.**
3^^{v} / 2^^{d} < 1.
3^^{v} < 2^^{d} .
We willen weten bij welke a de waarde van q kleiner is dan 1. **d = a x v** **3^^{v} < 2^^{av} .** Dan daalt de getallenreeks af.

Iteratief komen we op

a	v	
1,59	1	3,01
		3,00

$\frac{3^{\wedge v}}{2^{\wedge av}}$. **a > 1,59** (sorry mijn algebra-vaardigheid is wat roestig - daarom maar een iteratie)

Een begingetal $A_{s(x)}$ wordt met behulp van de BGV getransformeerd tot een begingetal $A_{s(x+1)}$ van een volgende subreeks.
Als een getal bestaat uit een gemengde reeks van n [1]-en d [0]-en, dan is het aantal Delingen ongeveer gelijk aan n + d totdat het gehele getal is getransformeerd.
Het aantal vermenigvuldigingen is ongeveer afhankelijk van het aantal [1]-en.
Als we te maken hebben met een redelijk gelijkmatig verdeelde mix van [1]-en en [0]-en, dan geeft de verhouding daarvan een voorspelling van het aantal vermenigvuldigingen.
In dat geval geldt dat de verhouding Delingen/Vermenigvuldigingen = **a = (n+d)/n**
De a-waarde is echter een indicatie dat het getal bij het BGV-proces kleiner wordt.
Als een getal lange [0]-ketens voorkomen, dan kan dat 'extra' vermenigvuldigingen veroorzaken - vandaar 'indicatie'. Ik kom daar later op terug.
Bij een getal met lange [11..1] kan 'interferentie' optreden. Interferentie ontstaat als Romp- en Restgetal beide oneven zijn. Het totale getal is dan een even getal.

Bijzondere getallen, zoals N en D vormen interessante uitzonderingen. Maar eenmaal getransformeerd ontstaat weer een getal met [0]-en en [1]-en.
Hieronder zien we dat er nog meer bijzondere getallen zijn die het BGV-proces versnellen of de reeks juist weer een (tijdelijk) stijgende trend geven.

Inzicht in T

Tijdens het vooronderzoek zijn interessante inzichten ontstaan, zoals: $\boxed{3 \text{ x } 1 = 2 + 1}$
Binair is dat een belangrijk inzicht, want 2 x A verkrijg je door achter A een [0] te voegen.
Het getal 3 x A verkrijg je dan door 2 x A onder 1 x A te plaatsen en op te tellen.
Met dit model zijn T en M-en tot ^{33}T onderzocht.
U vind die op **tabblad 'Binair 3^n'**.
De meeste T-getallen hebben een a van ruim meer dan 1,8.

Ook komt de binaire Collatz-vermenigvuldiging 3 x A + 1 duidelijk in zicht.
Ik ontdek nu toevallig een heel bijzondere getalsvorm. Deze 3 x A (1365) + 1 --> ^{14}D!
Zo volgt op 85 [1010101] direct 256 = $^{\prime}$D. 21 [10101] gaat direct naar D: 64. En 5 --> 16. Etcetera.
Zo zijn er nog wel meer getallen die de reeks direct naar een staartreeks doen overgaan.
Bijvoorbeeld 160-1=159; 159/3= 53.

Input	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
	2	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
81	3	27	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**
hulpbalk			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0

2 maal een waarde: 0 aan achterzijde toevoegen.
3 maal 27 = 81
(het blauwe balkje is een hulpje voor binair '1 onthouden, 1 doorgeven')

Input	1	**1365**	#	#	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	2	1365	#	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
4095	3	1365	#	**#**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
hulpbalk			#	#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hier ziet u dat vermenigvuldigen van 101010101 met 3
een getal 111111111 oplevert. 10101 van de bovenste rij
valt bij optellen precies tussen 01010 van de onderste rij.

Input	1	**1365**	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Plus 1	2	1365	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	**1**
4095	3	1365	1	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
hulpbalk			0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

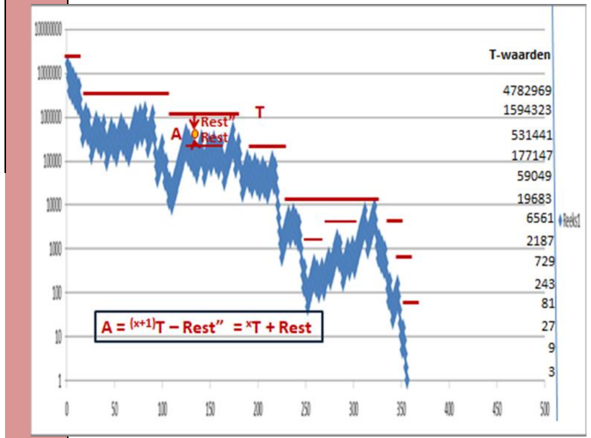
Tweede deelbewijs

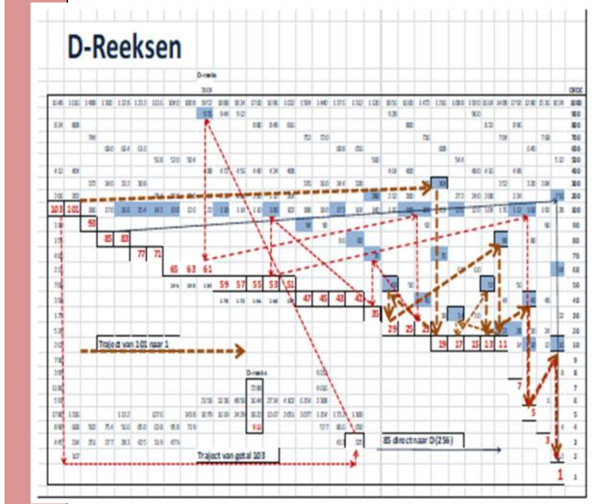
Binaire getallen worden door het BGV-proces getransformeerd van Rompgetal tot T x 1 (Rompgetal is door BGV gereduceerd tot 1) + Rest (zie hiervoor **Blad 6**).
Ongebroken getallen bestaan uit n stuks [1]-en. Deze getallen 'N' zijn een macht van 2 min 1 (2^^{n}-1).
Deze N-getallen, zgn ongebroken getallen, geven de stijlst mogelijke getalswaardeontwikkeling.
Na bewerking volgens het Collatz protocol ontstaat bij ongebroken getal N (2^^{n}-1) na 2 x n stappen het getal M (3^^{n}-1). Op het **Blad 9** toon ik dit aan.
De hogere M- en T-waarden (m.u.v. ^{11}T) zijn meervoudig gebroken getallen met a-waarde van rond de 2 (zie **tabblad 'Binair 3^n'**).
Deze a-waarde is een indicatie voor daling of stijging van een subreeks - (a = (n + d)/n).
Een groot (gebroken) getal bevat gemiddeld (ná de eerste [1]) even veel [1]-en als [0]-en. De a-waarde is dan gemiddeld 2. De gemiddelde daling is dan 75%.
De daling zet echter al in boven een a-waarde van meer dan 1,59. Dus meer dan 50% van de gebroken getallen geeft een dalende trend van de subreeksen.
Gebroken getallen behandel ik op **Blad 11**.
In enkelvoudig gebroken getallen bevindt zich één [0] tussen de keten van [1]-en.
Het resulterende getal na BGV-transformatie is enkele orden kleiner dan M van het vergelijkbare N-getal.
Bij meervoudig gebroken getallen kan dit effect worden versterkt. Het aantal delingen wordt in belangrijke mate bepaald door het aantal [1]-en en [0]-en in het getal.
Er kan in een getallenreeks een getal ontstaan met een (lange) ongebroken deelgetal [1111….111] N aan het eind. Bijvoorbeeld 11001111011111111111.
De getallenreeks zal dan tijdelijk een stijgende trend vertonen, zoals bij 27. Na verwerking van dit getal met de BGV-methodiek zal echter waarschijnlijk weer een meervoudig gebroken getal ontstaan met een zodanig groot aantal [0]-en dat de 'a-waarde' groter wordt dan 1,59. De Reeks gaat dan weer dalen.
Op **Blad 12** laat ik zien dat veel [0]-en achtereen - dus een hoge a-waarde ((n+d)/n) toch ook 'extra' vermenigvuldigingen geeft - dus ophoging van de T-waarde.
Blad 13 beschrijft 'interferentie', waarbij juist het aantal vermenigvuldigingen wordt gereduceerd.
Het BGV-proces deelt de reeks op in sub-reeksen. Telkens ontstaat een nieuw getal $A_{s(x)}$ = T+Rest. Meer dan 50% van de getallenreeksen is dalend (a > 1,59). Dus:
De T-waarde van reeksen gebroken getallen (getallen met 1 of meer [0]-en) - geschreven als T-Rest" - neemt allengs af.

Een belangrijk fenomeen is de 'D-reeks'. Een D-reeks is de reeks getallen Oneven getal x D (D = 2^^{x}).
Elk oneven getal in de reeks bevindt zich aan de basis van een 'verticale' D-reeks.
Bij vermenigvuldiging van dit Oneven basisgetal springt de reeks door de Plus 1 regel naar een volgende 'D-reeks' (zie **Blad 14** en de **figuur hiernaast**).
Als de reeks na vermenigvuldiging in de volgende D-reeks aanlandt volgt een afdaling van de getallen door deling naar het volgende oneven getal.
Deze Oneven getallen vormen een soort 'bodem' van de Collatz-ruimte. Deze bodem daalt geleidelijk naar 1 (1 = basis van de Primaire D-reeks).
Als men de Primaire D-reeks aan de linkerzijde van Collatz-ruimte plaatst, dan helt de bodem dus in toenemende mate naar links, richting Primaire D--> 1.
In de figuur hiernaast (**tabblad D-reeksen**) helt de bodem naar rechts (1 staat rechts), maar in **tabblad 'D-reeksen vlnr'** helt de bodem naar links (1 staat links).
Op **Blad 15** ziet u dat de Reeksen bij bereiken van de bodem naar rechts of links springen. Oneven getallen [X01] springen naar links. Getallen [X11] naar rechts.
Het tabblad 'Onderzoek X1' toont inderdaad aan dat oneven getallen van een Reeks gemiddeld gestaag afnemen. Dus neemt ook T gestaag af.

Uiteindelijk bereiken de reeksen altijd de orde $^{4\ tot\ 5}$T (ongeveer orde 10^^{2}), waarvan de reeksen overgaan in 'staartreeksen' (zie Blad 15),
De staartreeksen zijn een serie van D-reeksen van lagere orde, zoals de reeksen 53 x D, 47 x D ……13 x D, 11 x D, 7 x D, 5 x D, 3 x D en tenslotte: 1 x D!
De primaire D-reeks 1 x D leidt de reeks altijd naar 2 - en tenslotte naar de onvermijdelijke **1**.
Op **Blad 16** geef ik een overzicht van de staartreeksen rond de 100.
In de staartreeksen kunnen nog de getallen ^{3}T (27) en ^{5}T (243) ontstaan (a<1,59). Die hebben door opvliegers nog ruim 100 stappen nodig om tot 1 te geraken.
De volgende **Bladen 17 e.v.** bevatten interessant studiemateriaal dat ik u niet wil onthouden.

Op tabblad 'Calculator' kunt u getallen invoeren. Er kan een reeks tot 500 getallen worden gegenereerd en grafisch weergegeven.
Bij Oefening 3 is bij één getal de BGV-methodiek geheel uitgewerkt zonder binaire weergave. Door oefening ontstaat meer inzicht.
Oef. 4 staat voor **Oefening 4**. Ik heb bij Oefening 2 halverwege de binaire weergave overboord gezet.
Tenslotte is bij Oefening 4 de koppeling met de calculator ingesteld. Dus het getal dat bij Calculator is ingevoerd wordt gebruikt in de oefening.
Ik heb het vermoeden dat ik hiermee het vermoeden van Collatz heb bewezen. Graag hoor ik uw reactie. En ben benieuwd naar de wiskundige waarde van mijn werk.





Van N naar M

Met het BGV-proces en met N = 2^′ - 1 bewijs ik dat N -> M = 3^′ -1.
Het getal N = 2^′-1 = 128 - 1. Binair is 127 een reeksvan 7 1-en.
Het begin getal N (127) = T (234) - Rest (107) met T = 3^′ = ′T
De Rompgetallen worden zo nodig gemuteerd tot even getal.
De verhoging met 1 vindt alleen bij de Restterm plaats.

NB: Vermenigvuldiging levert altijd een Even getal op.

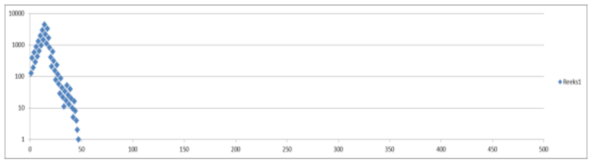
Bij Vermenigvuldigen wordt het aantal Rompgetallen 3 maal groter.
Het Rompgetal blijft echter gelijk.

NB: Onherroepelijk na elke deling
wordt het Rompgetal één 'bit' korter.

Bij Getal #13 (1 + 2 x 6) is de het Rompgetal gereduceerd tot 1.
Het gehele getal bestaat echter uit 729 Rompen van 1.
In de laatste stap lost de populatie Rompen op (Romp wordt 0).
Het Restgetal blijkt aangegroeid tot 728, ofwel 3^(7-1)-1.
Getal #13 is 3^(6)+3^(6)-1 = 2 x 3^(6) - 2
Als de BGV het getal geheel heeft verwerkt, vormt Rest x T een nieuw getal.
Het nieuwe Rompgetal wordt nu naar een even getal gemuteerd.
Na de 7-de vermenigvuldiging is Getal 14 toegenomen tot
2x3^′-3x1+1 = 2 x 3^′-2. Na elke vermenigvuldiging van een Oneven getal
volgt een Even getal. Dus een binair getal met 7 1-en wordt bij
Getal 15 (= 1+2x7) --> na 7 vermenigvuldigingen en 7 delingen
-----------------------> **3^′ - 1 = M**
Dat is de helft van 2 x (3^′-1) - het grootste getal van de reeks van
2^′ - 1 = N **Dit is een interessant leermoment!**

Het blijkt dat de binaire getallen 3^'' (=T)
veel 0-en tussen de 1-en bevatten. M heeft één 0 meer.
Dat betekent dat er in de reeks vaak gedeeld wordt.
De grafiek hieronder toont een duikvlucht ná 4372 = (2 x (3^′-1)).

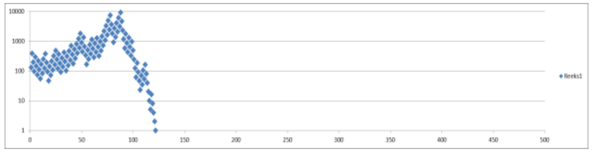
Getal = 2^′-1 = 127 **1111111**



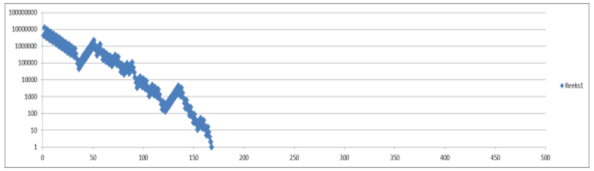
Totaalgetal		N = 2^′-1	T	Rompgetal		Rompgetal		Restgetal		Restge	Controle
127	1	0	**1**	**127**		**1 1 1 1 1 1 1**				0	127
127	m		**1**	126		1 1 1 1 1 1 0	BGV	1		1	127
382	2	1	**3**	126		1 1 1 1 1 1 0		1 0 0	3 + 1 =	4	382
191	3		**3**	63		1 1 1 1 1 1	BGV	1 0		2	191
191	m		**3**	62		1 1 1 1 1 0	BGV	1 0 1	3 + 2 =	5	191
574	4	2	**9**	62		1 1 1 1 1 0		1 0 0 0 0		16	574
287	5		**9**	31		1 1 1 1 1	BGV	1 0 0 0		8	287
287	m		**9**	30		1 1 1 1 0	BGV	1 0 0 0 1	9 + 8 =	17	287
862	6	3	**27**	30		1 1 1 1 0		1 1 0 1 0 0		52	862
431	7		**27**	15		1 1 1 1	BGV	1 1 0 1 0		26	431
431	m		**27**	14		1 1 1 0	BGV	1 1 0 1 0 1	27 + 26 =	53	431
1294	8	4	**81**	14		1 1 1 0		1 0 1 0 0 0 0 0		160	1294
647	9		**81**	7		1 1 1	BGV	1 0 1 0 0 0 0		80	647
647	m		**81**	6		1 1 0	BGV	1 0 1 0 0 0 0 1	81 + 80 =	161	647
1942	10	5	**243**	6		1 1 0		1 1 1 1 0 0 1 0 0		484	1942
971	11		**243**	3		1 1	BGV	1 1 1 1 0 0 1 0		242	971
971	m		**243**	2		1 0	BGV	1 1 1 1 0 0 1 0 1	243 + 242 =	485	971
2914	12	6	**729**	2	NB: T = 3^6	1 0		1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0		1456	2914
1457	13		**729**	1		1	BGV	1 0 1 1 0 1 1 0 0 0		728	1457
1457	m		**729**	0	Rest = 2 x 3^6 - 2!	0	BGV	1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1	729 + 728 =	1457	1457
	Transformatie 1		**1**	**1457**		1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1		0		0	1457
1457	m		**1**	1456		1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0	BGV	1	Na nog één keer delen en vermenigvuldigen	1	1457
4372	14		**3**	1456		1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0		1 0 0	komen we uiteindelijk bij	4	4372
2186	15	**M = 3^′-1**	**3**	728		1 0 1 1 0 1 1 0 0 0	BGV	1 0	3^′ -1 = M = 2186	2	2186
1093	16		**3**	364		1 0 1 1 0 1 1 0 0	BGV	1	100010001010	1	1093
3280	17		**9**	364		1 0 1 1 0 1 1 0 0		1 0 0	Merk op dat M een groot aantal 0-en bevat!	4	3280
820	19		**9**	91		1 0 1 1 0 1 1	BGV	1		1	820
820	m		**9**	90		1 0 1 1 0 1 0	BGV	1 0 1 0	9 + 1 =	10	820
410	20		**9**	45		1 0 1 1 0 1		1 0 1		5	410
410	m		**9**	44		1 0 1 1 0 0	BGV	1 1 1 0	9 + 5 =	14	410
205	21		**9**	22		1 0 1 1 0	BGV	1 1 1		7	205
616	22		**27**	22		1 0 1 1 0		1 0 1 1 0		22	616
308	23		**27**	11		1 0 1 1	BGV	1 0 1 1		11	308
308	m		**27**	10		1 0 1 0	BGV	1 0 0 1 1 0	27 + 11 =	38	308
154	24		**27**	5		1 0 1		1 0 0 1 1		19	154
154	m		**27**	4		1 0 0	BGV	1 0 1 1 1 0	27 + 19 =	46	154
77	25		**27**	2		1 0	BGV	1 0 1 1 1		23	77
232	26		**81**	2	NB: T = 3^4	1 0		1 0 0 0 1 1 0		70	232
116	27		**81**	1		1	BGV	1 0 0 0 1 1		35	116
116	m		**81**	0		0	BGV	1 1 1 0 1 0 0	81 + 35 =	116	116

Ir Caspar L.P.M. Pompe

Getal = $2^{\wedge 7}$+1 = 129 **10000001** **ter vergelijking...**



Getal = $2^{\wedge 22}$+1 = **4194305**



Aan de grafiek van $2^{\wedge 22}$+1 zie je al dat dit een heftige reeks is.

Dit getal kenmerkt zich binair door de vorm 10000......0001.

De grafiek heeft een interessant patroon.

In het begin verloopt het proces met een lange reeks Oneven-Even-Even.

De daling heeft een 'helling' van ongeveer 3/4.

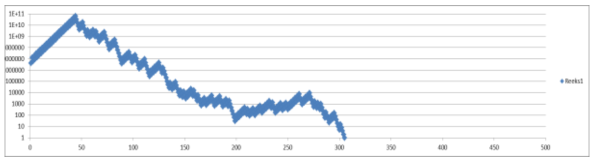
Kennelijk transformeert het primaire getal tot nieuw getal in de vorm $2^{\wedge x}$-1 (alleen binaire 1-en) = N.

Een dergelijke N ontstaat bij bijvoorbeeld 3 x 101010101010+1.

Bij $2^{\wedge 22}$+1 komt dit verschijnsel zo te zien tweemaal voor.

Interessant is ook dat de staart ongeveer eenzelfde vorm heeft als in de andere grafieken.

Getal = $2^{\wedge 22}$-1 = **4194303** **ter vergelijking...**



116	m	Transformatie 2	1	116		1 1 1 0 1 0 0					0	116
58	28		1	58		1 1 1 0 1 0	BGV				0	58
29	29		1	29		1 1 1 0 1	BGV				0	29
29	m		1	28		1 1 1 0 0	BGV	1			1	29
88	30		3	28		1 1 1 0 0		1 0 0			4	88
44	31		3	14		1 1 1 0		1 0			2	44
22	32		3	7		1 1 1		1			1	22
22	m		3	6		1 1 0	BGV	1 0 0	3 +	1 =	4	22
11	33		3	3		1 1		1 0			2	11
11	m		3	2		1 0	BGV	1 0 1	3 +	2 =	5	11
34	34		9	2	NB: T = $3^{\wedge 2}$	1 0		1 0 0 0 0			16	34
17	35		9	1		1	BGV	1 0 0 0			8	17
17	m		9	0		0	BGV	1 0 0 0 1	9 +	8 =	17	17
17	m	Transformatie 3	1	16		1 0 0 0 0	BGV	1			1	17
52	36		3	16		1 0 0 0 0		1 0 0			4	52
26	37		3	8		1 0 0 0	BGV	1 0			2	26
13	38		3	4		1 0 0	BGV	1			1	13
40	39		9	4		1 0 0		1 0 0			4	40
20	40		9	2	NB: T = $3^{\wedge 2}$	1 0	BGV	1 0			2	20
10	41		9	1		1	BGV	1			1	10
10	m		9	0		0	BGV	1 0 1 0	9 +	1 =	10	10
10	m	Transformatie 4	1	10		1 0 1 0					0	10
5	42		1	5		1 0 1	BGV				0	5
5	m		1	4		1 0 0	BGV	1			1	5
16	43		3	4		1 0 0		1 0 0			4	16
8	44		3	2	NB: T = $3^{\wedge 1}$	1 0	BGV	1 0			2	8
4	45		3	1		1	BGV	1			1	4
4	m		3	0		0	BGV	1 0 0			4	4
4	m	Transformatie 5	1	4		1 0 0					0	4
2	46		1	2		1 0	BGV				0	2
1	47		1	1		1	BGV				0	1

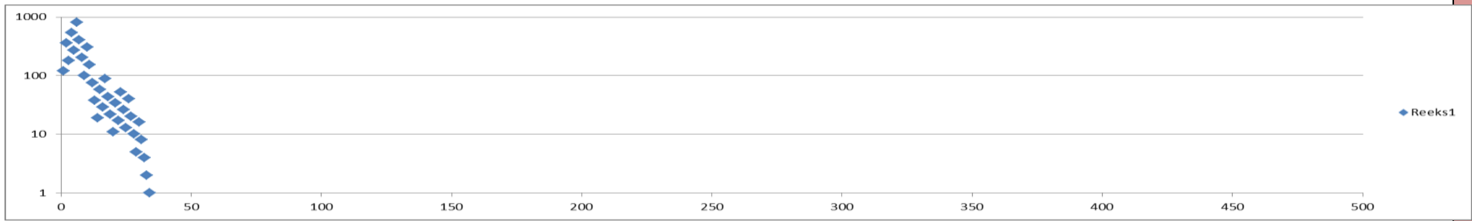
Dit getal is binair een reeks van 22 1-en (1111..111).

Het resulterende getal M = $3^{\wedge 22}$ - 1 = 31.381.059.608

Gebroken- en ongebroken binaire getallen

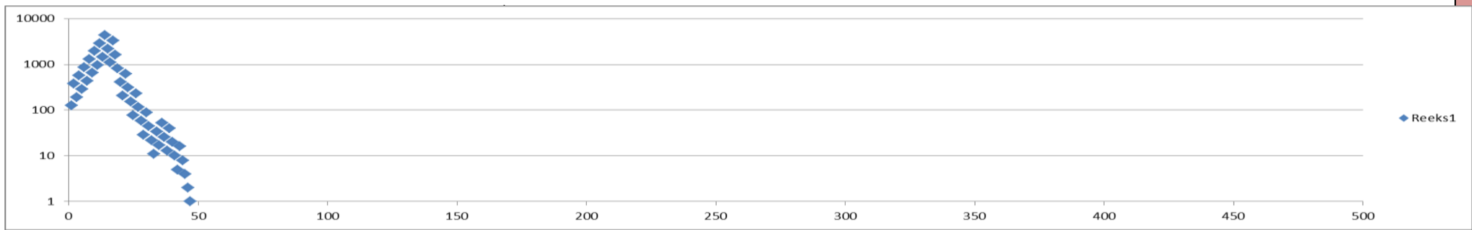
Het getal 119 = [1110111] heeft een a-waarde van 7/6 ofwel kleiner dan 1,59. Toch verloopt het proces snel naar 1.

119	a = 1,17	7 bits	6 n-bits	1 d-bits	1 1 1 0 1 1 1



Het getal 127 heeft een a-waarde van 1. We zien eerst een stijle stijging tot ordegrootte 10.000. Daarna zakt de reeks snel naar 1.

127	a = 1	7 bits	7 n-bits	0 d-bits	1 1 1 1 1 1 1



De maximale ontwikkeling komt van een ongebroken getal N = 2^n-1. Het eerste resulterend Getal #(1+2xn+1)=M=3^n-1

2047	1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Het resulterende getal M is een meervoudig gebroken getal dat een afnemende reeks tot gevolg heeft.

177146	1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0

We vervangen nu één [1] door een [0]. Er ontstaat een (enkelvoudig) 'gebroken' getal.

bijvoorbeeld: s=4, t=1, u=6

In een 'gebroken' getal ^sN x $^{(t+u)}D$ + ^uN wordt de [1]-reeks onderbroken door één of meer [0]-en.

1983	1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1

Dit binaire getal heeft s+t+u bits.

		T				
Het getal ^sN x $^{(t+u)}D$ + ^uN ontwikkelt na 2 x u stappen tot ^uT x ^sN x (t)D + ^uM.	21870	729	30	1 1 1 1 0	1 0 1 1 0 1 1 0 0 0	728
We delen het getal nu één maal.	10935	729	15	1 1 1 1	1 0 1 1 0 1 1 0 0	364
Het meervoudig gebroken getal (11299) is halverwege zijn BGV-proces	10935	1	10935	1 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0		

al bijna 16 maal kleiner dan het eindgetal van ongebroken-getalreeks van de zelfde orde van 2.

14 bits **6 n-bit: 8 d-bits**

Gedurende het BGV-proces kan een regelmatig-meervoudig gebroken getal [101010]x3+1 een N-getal (of lange sub-N-en opleveren (zie Inzicht hierboven).

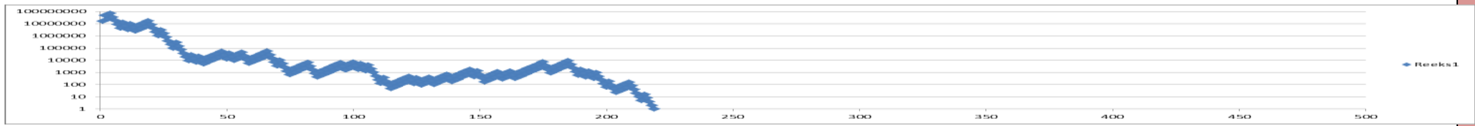
De reeks zal dan een 'opvlieger' vertonen. De daaruit ontwikkelde T- en M-getallen zullen echter weer een meervoudig gebroken getal opleveren.

Er zijn getallenreeksen waargenomen waarin opeenvolgende opvliegers een soms vrij lang gerekte series (bijna horizontale) sub-getallenreeksen veroorzaken.

Uiteindelijk zakt de reeks toch naar een staartsysteem, wanneer na een NGV-transformatie een meervoudig gebroken getal met veel [0]-en ontstaat.

15.657.987 (dit getal is willekeurig (tientallig) ingeklopt en daarna omgezet in een binair getal)

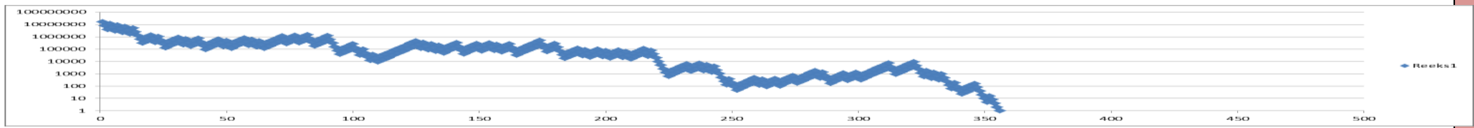
1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1



Pas bij grotere getallen ontstaat de staart pas nadat de BGV een tijd huisgehouden heeft.

1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0

15.657.988



Een verschil van één (van 15.657.987 naar 15.657.988) geeft in het begin van het proces al een geheel ander beeld.
Het eerste getal komt via 94 (# 114) in de staart, terwijl het tweede getal pas bij # 251 bij 94 komt. Na 94 volgen nog ruim 100 getallen in de staart!
In de paragraaf over staartreeksen laat ik zien hoe 94 via inschuiven in de reeksen 108-107-103-100 tenslotte naar 1 gaat.

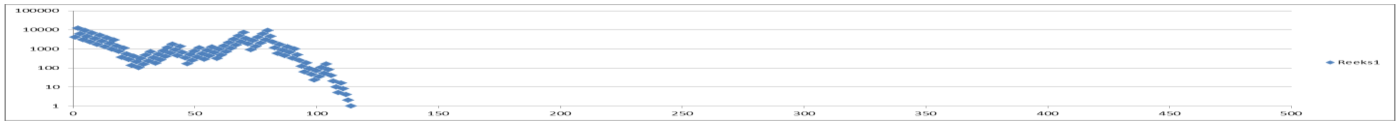
Veel [0]-en is niet alléén maar delen

Aan het voorbeeld van A = 2^7+1 = 129 kan men zien dat veel nullen wel váák delen betekent, maar niet uitsluitend delen.
Bij 100000...001 ontstaat een Restterm door de achterste 1 naar de Rest over te hevelen.
Er blijft dan in de romp (alleen nog kop en staart) een macht van 2 over -- telkens weer delen.
Na overheveling begint het proces met een vermenigvuldiging. Bij de Rest is dat 3 x 1 + 1 = 4. En links krijgen we ^{1}T.
De Rest-4 wordt tweemaal gedeeld en wordt weer 1. Dus weer vermenigvuldigen. De Rest wordt weer 4....etcetera.
Na twee [0]-en volgt een 1 in de Rest. 4097 [1000000000001] (2^12+1) heeft na de eerste transformatie een T van 3^6. = 729.
Bij [11] als laatste wordt deze omgezet in 3^2-1 = 8. In dat geval worden er drie delingen (3 [0]-en) weggewerkt voor er een T-ophoging ontstaat.
Hoe dit uitpakt zie je bij 129 [1000001]. Je ziet in het eerste stuk van de grafiek duidelijk dat in 6 maal Vermenigvuldigen-Delen-Delen het primaire getal wordt verwerkt.

	T		Rest
	1	0 0 0 0 0 0 0 0 1	
muteren	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0	1
vermenigv.	3	0 0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0
2 x Delen	3	0 0 0 0 0 0 0	1
	9	0 0 0 0 0 0 0	1 0 0

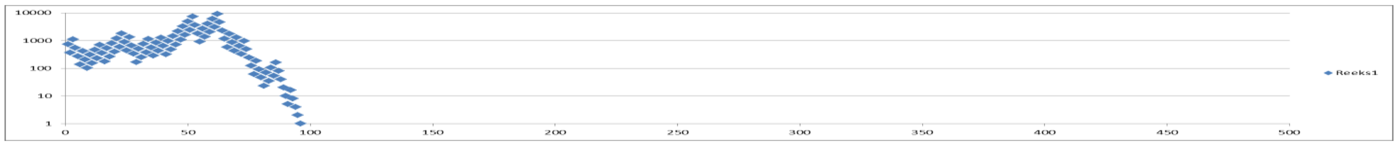
^{2}N geeft ^{2}T-1 = 9-1=8.

129 a = 7/2 = 3,5 1 0 0 0 0 0 1



Getal # (1+6v+12d)=19 is inderdaad 3^6+ rest 1 = 730. Deze eerste transformatie maakt in de staart nog een hele ontwikkeling door!

730 a = 10/6 = 1,67 1 0 1 1 0 1 1 0 1 0



Veel [1]-en: Interferentie

Bij een gebroken getal met veel [1]-en gebeurt iets opvallends.
Er treedt 'interferentie' op. Dat gebeurt als het Rompgetal en het Restgetal beide Oneven zijn.
Dan is het gehele getal weer Even en treedt dus geen vermenigvuldiging op, maar een deling.
Het is moeilijk om precies in te schatten hoe die beïnvloeding uitpakt.
In Oefening 4 is een willekeurig getal uitgewerkt.
In die oefening is het aantal vermenigvuldigingen vermeerderd als
in het getal serie'tjes van meer dan [00] optreedt.
Omgekeerd neemt het aantal vermenigvuldigingen af als er in het getal
serie'tjes van [111] of meer voorkomen.
In Oefening 4 blijken de prognoses voor het eindgetal na een BGV-cyclus redelijk
in de goede richting uit te komen.

Er zijn echter bijzondere getallen. Zoals [101010101010101010101] = 1398101
Dit getal is een broertje van 85 = [1010101]. Na vermenigvuldiging krijgt men D. 85 x 3 + 1 = 256.
Hoewel dit getal bijna even veel [1] als [0] bevat gaat de reeks dus na de eerste vermenigvuldiging
direct de afgrond in naar 1. Men komt dus snel in de primaire D-reeks van 1.

Een getal als [1111100000111110000011111000001111 1] heeft echter een
redelijk gewone reeks, die aanvankelijk vlak verloopt, maar dan snel daalt.

Een getal als [1111111111011111111111] kent eerst een stijl verloop,
tot de achterste subserie [-11111111111] is verwerkt door het BGV-proces.
Na de [0] gaat de reeks echter snel naar 1.
Na de eerste BGV-cyclus krijgt men dus weer 'gewoon' een
meervoudig gebroken binair getal.

	927	1	927	1 1 1 0 0 1 1 1 1 1				0	927
	927	1	926	1 1 1 0 0 1 1 1 1 0	1			1	927
	2782	3	926	1 1 1 0 0 1 1 1 1 0	1 0 0			4	2782
	1391	3	463	1 1 1 0 0 1 1 1 1	1 0			2	1391
	1391	3	462	1 1 1 0 0 1 1 1 0	1 0 1	3 +	2 =	5	1391
	4174	9	462	1 1 1 0 0 1 1 1 0	1 0 0 0 0			16	4174
	2087	9	231	1 1 1 0 0 1 1 1	1 0 0 0			8	2087
Eén vermenigvuldiging minder! -->	6262	27	231	1 1 1 0 0 1 1 1	1 1 0 0 1			25	6262
	6262	27	230	1 1 1 0 0 1 1 0	1 1 0 1 0 0	27	25	52	6262
	3131	27	115	1 1 1 0 0 1 1	1 1 0 1 0			26	3131
	3131	27	114	1 1 1 0 0 1 0	1 1 0 1 0 1	27	26	53	3131
	9394	81	114	1 1 1 0 0 1 0	1 0 1 0 0 0 0 0			160	9394
	4697	81	57	1 1 1 0 0 1	1 0 1 0 0 0 0			80	4697
	4697	81	56	1 1 1 0 0 0	1 0 1 0 0 0 0 1	81	80	161	4697
	14092	243	56	1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 0 0 1 0 0			484	14092
	7046	243	28	1 1 1 0 0	1 1 1 1 0 0 1 0			242	7046
	3523	243	14	1 1 1 0	1 1 1 1 0 0 1			121	3523
	10570	729	14	1 1 1 0	1 0 1 1 0 1 1 0 0			364	10570
	5285	729	7	1 1 1	1 0 1 1 0 1 1 0			182	5285
Eén vermenigvuldiging minder! -->	15856	2187	7	1 1 1	1 0 0 0 1 0 0 0 1 1		547	547	15856
	15856	2187	6	1 1 0	1 0 1 0 1 0 1 0 1 1	1 0	2187	2734	15856
Eén vermenigvuldiging minder! -->	7928	2187	3	1 1	1 0 1 0 1 0 1 0 1 1	1	1367	1367	7928
	7928	2187	2	1 0	1 1 0 1 1 1 1 0 0 0	1 0	2187	3554	7928
Eén vermenigvuldiging minder! -->	3964	2187	1	1	1 1 0 1 1 1 1 0 0 0	1	1777	1777	3964
	3964	2187	0	0	1 1 1 1 0 1 1 1 1 1	0 0	2187	3964	3964
	3964	1	3964	1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0	0				

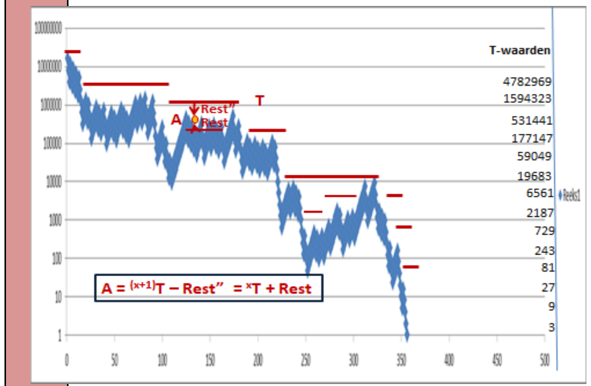
Hoe lange subketens van [11] en [00] elkaar precies beïnvloeden is wellicht verder onderzoek interessant.
Men kan dus ook naar specifieke getallen kijken, zoals [111111111101111111111110111111111101111111111].
Zo op het eerste gezicht is dit geen bijzondere reeks. Uiteindelijk komt de reeks bij de primaire D-reeks en 'daalt af' tot 1.

Een getal bestaande uit [11111110101010101010101] bestaande uit 01010101010101] en [1111111
zien we aan de grafiek eerst de BGV van 01010101010101] (stijle afdaling tot 191) en dan de stijging van [1111111 .
Daarna komt de reeks vanaf ordegrootte 1000 in de bekende vorm van de staartreeks.

Dalende- of stijgende subreeksen

Ten eerste zijn er de getallen met een a-waarde groter dan 1,59. Het aantal Delingen in het Collatz-proces overtreft het aantal Vermenigvuldigingen zodanig dat de toename (3 x A + 1) teniet wordt gedaan door de Delingen (A / 2^^{1,59}).
Hierboven hebben we aangetoond dat enkelvoudig gebroken getal resulteert in een afnemende reeks ten opzichte van het ongebroken getal van de zelfde orde.
Bij meervoudig gebroken getallen neemt het aantal delingen ten opzichte van het aantal vermenigvuldigingen toe.
Bedenk dat na elke vermenigvuldiging (er staat een [1] aan het eind van het getal) een deling volgt.
Een getal A_0 wordt na een vermenigvuldiging 3 maal groter. Twee keer delen (1/4 x 3 x A)
geeft een getal A_{+2} van 0,75 x A_0. De getallenreeks heeft dus bij een a-waarde van 2 een dalende trend.
Zoals hierboven reeds toegelicht beïnvloeden (lange) subreeksen van [00]-en of [11]-en de a-waarde.
Als er [00] in een getal voorkomen, neemt het aantal vermenigvuldigingen ongeveer evenzoveel maal toe.
In het Restgetal kan dan een eerder een [1] op de laatste bit optreden, dan in het rompgetal. Dat leidt tot een extra vermenigvuldiging.
Als er veel [111] in een getal voorkomen, neemt het aantal vermenigvuldigingen juist ongeveer evenzoveel maal af.
Er treedt dan 'interferentie' op. De laatste [1]-en van het restgetal nivelleren de [1]-en van het rompgetal.
Oneven + Oneven = Even, hetgeen leidt tot een deling. Men kan dit in Oef. 4 zien.

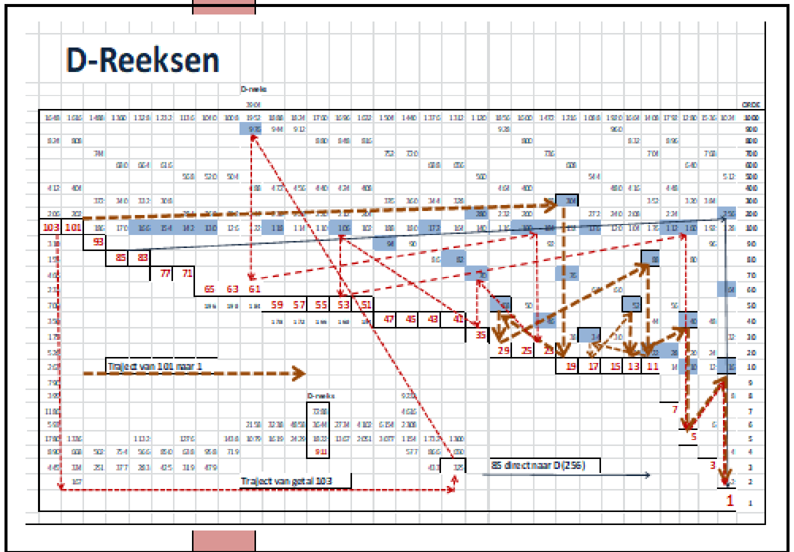
De a-waarde van T beweegt rond de 2 - (de M-waarden hebben een iets hogere a-waarde) (^{11}T en ^{11}M vormen de uitzondering op de regel).
Dus de reeks na het nieuwe rompgetal zal veelal een dalende trend krijgen - maar let op: er kan zomaar een lange N in de romp sluipen.
Dan krijgen we een opvlieger - een tijdelijke stijgende trend. Maar bij de volgende transformatie komt er vast weer een nieuwe T met veel [0]-en.
Een lange N-reeks in een nieuw rompgetal kan ontstaan door het ineenschuiven van een lange serie [010101]-en in zowel de T en de Rest.
Gemiddeld bevat een getal (na de eerste [1]) even veel [1]-en als [0]-en. Gemiddeld bedraagt dus a=(n+d)/n=2. Dus gemiddeld geldt A_{+1} van 0,75 x A_0.
De T-waarde van meervoudig gebroken getallen (met a-waarde groter dan 1,59) - geschreven als T-Rest" - neemt derhalve allengs af.



Ten tweede zijn er getallen met a-waarde kleiner dan 1,59, waaronder de bijzondere getallen N en ^{3}T, ^{5}T, ^{11}T en ^{11}M.
Deze getallen ontwikkelen aanvankelijk een stijgende subreeks. Na verwerking van het begingetal is het getal getransformeerd tot ^{x}T + Rest.
Deze ^{x}T + Rest is meestal een meervoudig gebroken getal met een a-waarde groter dan 1,59. De reeks zal weer gaan dalen.

D-reeksen

D-Reeksen beginnen bij een Oneven getal en lopen op met een macht van 2. De getallen van een D-reeks hebben de vorm A_{oneven} x D.
Een belangrijke D-reeks is 11 - 22 - 44 - 88 - 176 - etcetera. Die komt men in de staart vaak tegen.
In het Collatz proces kan men deze D-reeksen zien als verticale reeksen van zeker A_{even} via enkele delingen neerdalend tot A_{oneven}.
Als de deelreeks afgedaald is tot de 'bodem' (A_{oneven}), dan wordt met een vermenigvuldiging gesprongen naar een nieuwe A_{even}-D-reeks.
Op een apart blad 'D-reeksen' (waarvan rechts de afbeelding) heb ik een aantal verticale reeksen van A_{oneven} kleiner dan 100 uitgewerkt.
In de blauwgemaakte cellen staan de eerste A_{even}-s die het product zijn van de vermenigvuldiging 3 x A_{oneven} + 1.
Niet alle even getallen zijn blauw. Alleen als geldt dat A_{even} - 1 deelbaar is door 3.
Een mooie D-reeks is die vanuit 85. 85 - 170 - 340 - 680 - 1360 etcetera (naar boven geredeneerd).
Als de Collatzreeks daarin in geraakt is het snel gedaan: 85 -> 256 -> 1.
De dikke bruine lijn volgt het verloop van een Collatzreeks die via 101 'ingevangen' wordt. Na 101 komt 304.
Fluks roetsjt de reeks naar A_{oneven} = 29. Dan door naar 88. Rrrrts naar 11. Door de volgende vermenigvuldiging PLUS 1 naar 34……enzovoorts
Het geval van getal 103 is een langer verhaal. Volg de rode stippellijn. Uiteindelijk komt de reeks bij 976 het schema binnen.
Daar zakt het getal de D-reeks af tot 61. Het einde nadert als de reeks vanaf 160 afdaalt naar 5. En dan van 16 naar 1.



zie tabblad 'D-reeksen'

D-reeksen van links naar rechts

Op tabblad **'D-reeksen vlnr'** zijn de D-reeksen afgebeeld met aan de linkerkolom de primaire D-reeks.

De getalwaarden zijn logaritmisch weergegeven.

Alle oneven getallen vormen de 'bodem' van een D-reeks.

Die bodemgetallen zijn: [X01] of [X11}.

Bij [X01] springt de Reeks naar links naar een lagere D-Reeks en bij [X11] springt die naar rechts - naar een hogere D-Reeks.

De logica daarvan blijkt uit de resultaten van de Collatz-vermenigvuldigingen van beide mogelijkheden.

> L [X01] --> 3 x [X01] +1 = [X010+X01]+[1] = [YY011] + [1] = [ZZ00]

Na [X01] wordt vermenigvuldigd en dan tenminste tweemaal gedeeld tot [ZZ]. [ZZ] is vrijwel 3/4 van [X01] en ligt dus links van [X01].

R< [X11] --> 3 x [X11] +1 = [X110+X11]+[1] = [YY01] + [1] = [YY10] -- na deling levert dit [YY1] op - weer op de bodem!

Dus na [X11] volgt na de vermenigvuldiging slechts éénmaal een deling tot [YY1]. [YY1] is bijna 3/2 van [X11] en ligt dus rechts daarvan.

Op tabblad 'Onderzoek X1' is onderzoek gedaan naar de waarde van de negatieve getallen (de bodemgetallen) ten opzichte van begingetal A.

Begingetal [A] kan zijn [B00]; [B10]; [B01] en [B11]. Ieder voor 25%. Vervolgens is gekeken naar het resultaat van de Collatz-bewerking.

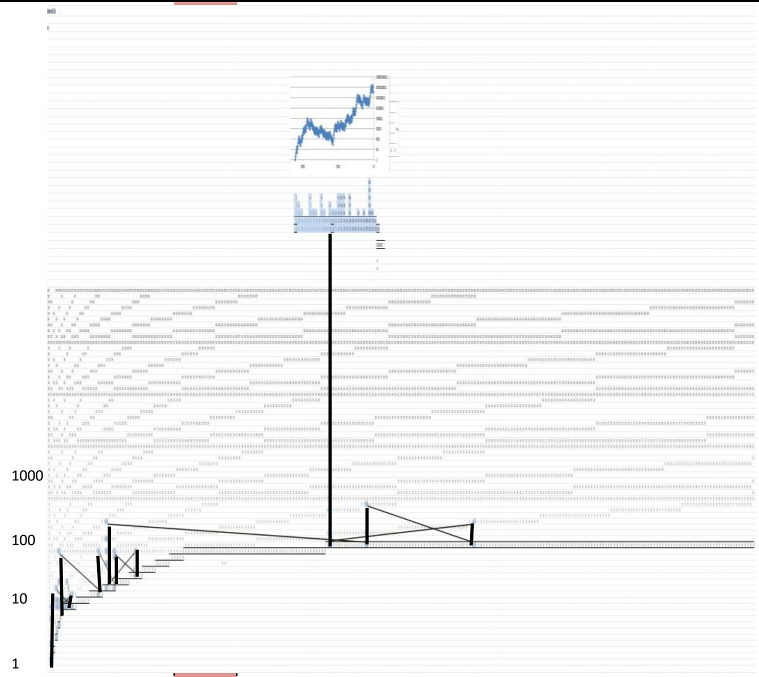
Uit dit onderzoek blijkt dat - afgezien van herhalende vermenigvuldigingen (N-getallen), de gemiddelde getalswaarde snel (veel) kleiner wordt.

Tabblad Onderzoek X1 toont inderdaad aan dat de oneven getallen van een Reeks gemiddeld gestaag afnemen.

De waarde van T neemt dus allengs af en de getallen komen in de orde van 10^^{3} = 1000.

Onder de 1000 ziet men vaak een staartreeks, waarvan de puntenwolken grote vormovereenkomst vertonen.

We komen dan aan de staartreeksen.

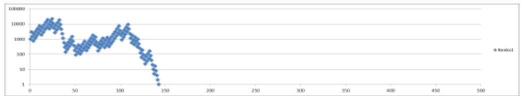


De 'bodem' van de Collatz-ruimte helt naar links, waardoor de Reeksen 'afglijden' naar de primaire D-reeks.

zie tabblad 'D-reeksen vlnr'

De staartreeksen

1001



Als de reeks in de buurt van de 100 komt ziet men op elkaar lijkende puntpatronen in de grafiek.

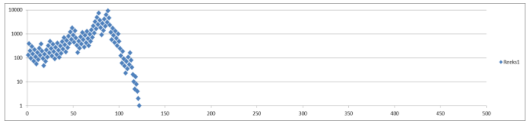
Ik noem die reeksen dan 'D-gedomineerde staartreeksen' zoals 52-26-13-40-20-10-5-16-8-4-2-1, 85-256-128..etcetera, 70-35-106-53-160-80..etcetera.

De puntbeelden lijken op het achterlijf van een insect.

Dat beeld ontstaat door dat de reeks stuit op een oneven getal, die een vermenigvuldiging of zelfs een korte 'opvlieger' kan veroorzaken, zoals bij 9-28-14-7-21-64-32-16-etcetera.

Bij het getal 1001 is nog een gering voortraject te zien voordat de reekst in een herkenbaar patroon geraakt.

129 **2^7+1** **10000001**



Een getal als 127 = 2^7+1 heeft nog een reeks van ruim 120 getallen nodig om bij 1 uit te komen.

Bij analyse van typische staartreeksen van getallen van 81 (3^4) tot 128 (2^7) blijkt dat de reeksen op elkaar intakken.

Op de volgende bladzijde is deze analyse weergegeven.

Van Vermoeden van Collatz naar Bewijs van Pompe

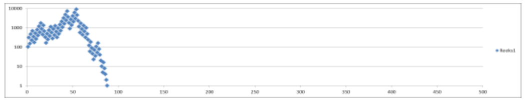
Ir Caspar L.P.M. Pompe — **16-01-2018** — **Blad 16**

In dit overzicht zijn de D-gedomineerde staartreeksen
met roze gemarkeerd.
Met een lichtblauwe pijl is bij de 100-reeks de volgorde
van de getallen aangegeven.
We leren hiermee dat door de Plus 1 bij de vermenigvuldiging de reeksen een beetje opschuiven tot ze elkaar ontmoeten. Soms pas na een heftige opvlieger, zoals bij getal 103.
De heen-en-weer gang is mooi te zien.
Bij de 100-reeks 'wandelen' de tientallen door - tot een
11-tallige D-reeks wordt getroffen.
Vervolgens komt een 10-tallige D-reeks in beeld.
De reeks eindigt met 5-16-8-4-2-1.

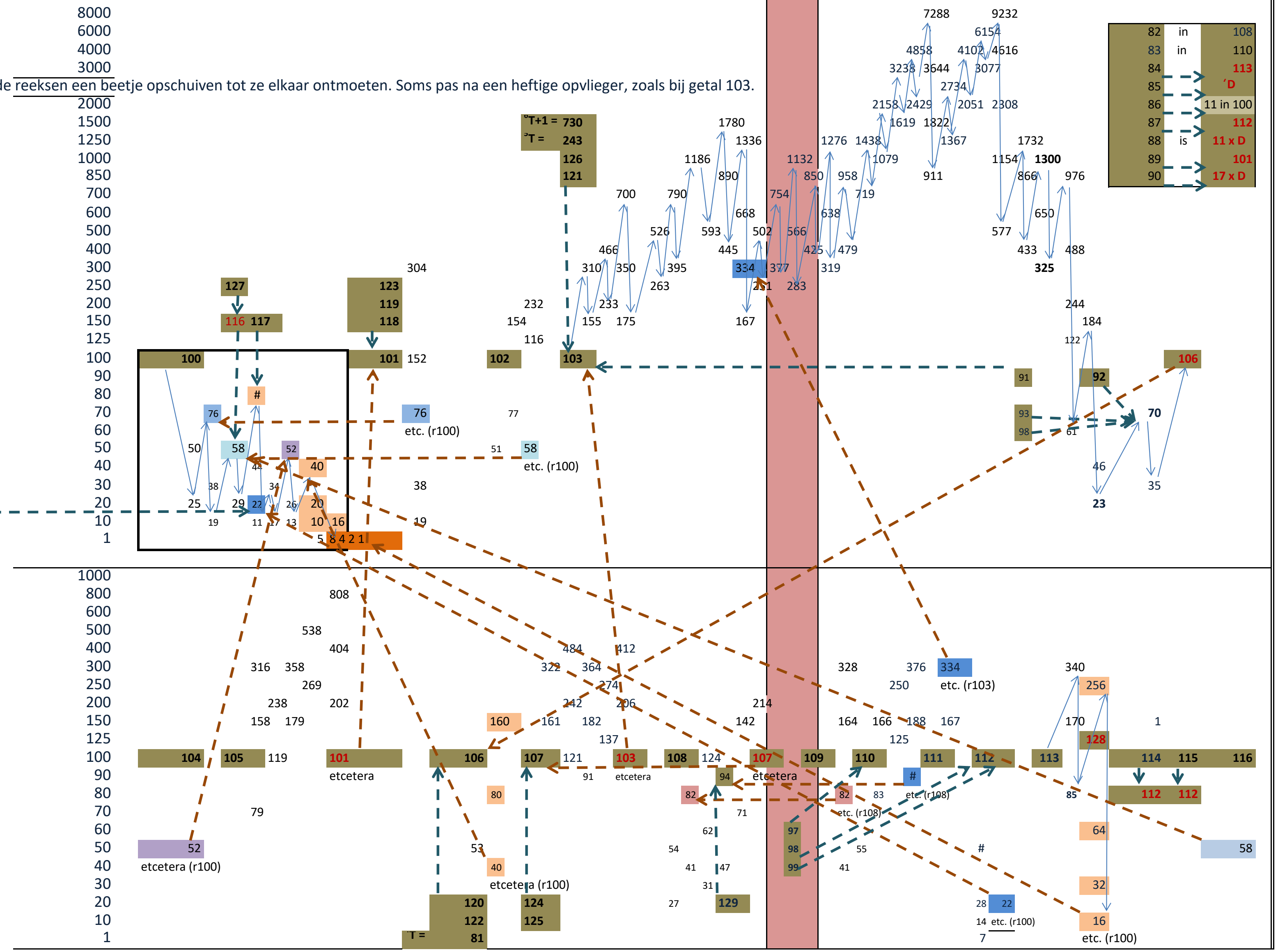
100 — 1100100

Reeks 100 heeft slechts 26 getallen.
Reeks 103 heeft 88 getallen en gaat via reeks 106 --> 1.

103 — 1100111



Ook de getallen 90-99 gecheckt.
96 — 1100000 komt via 3 - 10-5-16 ->1
Dit is een typische staart met slechts 13 getallen.
Checkt u zelf dat 99 --> 22 - 11 — 99
Ook deze 11 ziet men vaak terug.
22 kan van 44 komen of van 3 x 7 + 1.
De andere 90-ers zijn in het schema rechts aangegeven.
92, 93, 98 gaan naar de staart van 103, maar 91 via de kop.
De 100-den komen steeds uit bij de 100-reeks.
Reeks 101 gaat via 58 --> Reeks 100.
Reeks 102 idem dito.
Reeks 103 heeft eerst een reuze opvlieger!
Reeks 104 gaat via 52 naar Reeks 100.
Reeks 105 --> 101 --> 100.
Reeks 106 gaat via 53 direct naar 160 (= 10 x D)-->100
Interessant is dat 107 --> 103 en 108 --> 107 --> 103 --> 100.
109 gaat ook via 108 - 107 - 103 - 100.
Het getal 129 (zie volgende bladzijden) komt via 97
al snel bij de 110-reeks uit,
die via 94 in 108-107-103-106-100 uitkomt.
In reeks 113 is interessant dat 85 na vermenigvuldiging
het getal 256 = 2^ˇ oplevert.
Reeksen van 111 tot 128 komen allen bij lagere reeksen uit.



Van stapsgewijs BGV-proces naar sprongsgewijs proces

Men kan [1110111] ook schrijven als ${}^3N \times {}^4D + {}^3N$ ofwel (2^3-1) x 2^4 + (2^3-1) --- 7 x 16 + 7 = 112 + 7 = 119.
Bij een <u>stapsgewijze</u> BGV-proces vreet de BGV bitje voor bitje het getal weg - bij elke vermenigvuldiging wordt T 3 maal groter.
Men kan het BGV ook <u>sprongsgewijs</u> laten verlopen door het getal op te delen in N-en en D-en.
Het BGV-proces begint met omzetting van de eerste N = [111] naar $3^{\wedge 3}$-1=26. Er ontstaan ${}^3T$ Rompgetallen van ${}^3N \times {}^{(4\text{-}3)}D$.
Bij getal # (1+ n + d) = 7 is het getal ontwikkeld tot 404. De 3 vermenigvuldigingen geven een T = $3^{\wedge 3}$ = 27. Restterm M = $3^{\wedge 3}$-1 =26.
We kunnen dan direct dit even getal delen - de BGV vreet de laatste [0] op en de Restterm wordt gedeeld door 2. Let op: T blijft 27!
Het volgende getal #8 is dus T x N + M/2 = 27 x 7 + 13 = 202 Het gehele getal wordt naar links gehaald. T wordt 1.
De laatste 3 bits [010] worden nu in één sprong genomen. # (8+1+1xVerm.+1xDelen+1) = # 12. 76
Het volgende getal #14 is dus T x N + M/2 = 3 x 6 + 1 = 19
De Restterm kan niet worden gedeeld door 2, dus moeten we het getal naar links herschrijven.
Nu kunnen we weer een sprong maken. N = $2^{\wedge 2}$-1 --> M = $3^{\wedge 3}$ -1 = 8 met T = 9. Rest wordt 8/2/2=2 en # (14 + 1 + 2x2+1)=20 11

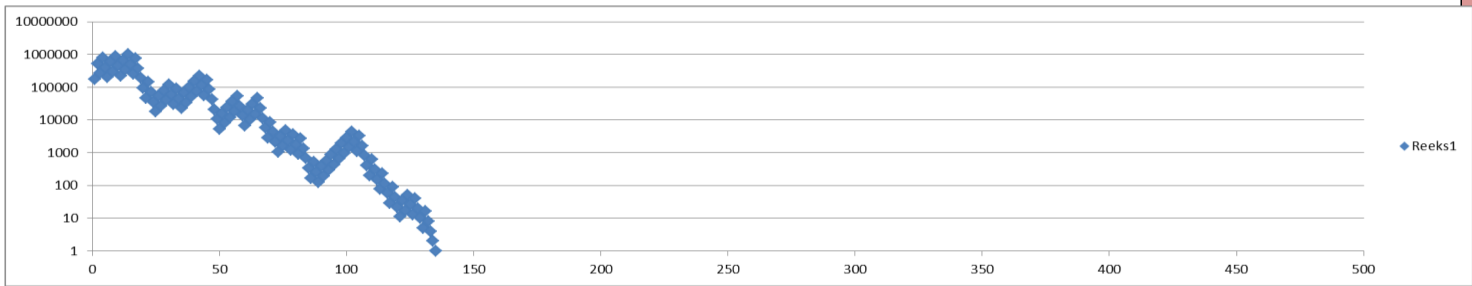
#	T			
1	1	m	1 1 1 0 1 1 1	
		v	1 1 1 0 1 1 0	1
2	3	d	1 1 1 0 1 1 0	1 0 0
		m	1 1 1 0 1 1	1 0
3		v	1 1 1 0 1 0	1 0 1
4	9	d	1 1 1 0 1 0	1 0 0 0 0
etcetera				
1			1 1 1 0 1 1 1	
7	27	-->	1 1 1 0	+ 26
8	27		1 1 1	+ 13
	1		1 1 0 0 1 0 1 0	
12	3	-->	1 1 0 0 1	+ 1
14	3	-->	1 1 0	+ 1
	1		1 0 0 1 1	
20	9	-->	1	+ 2
etcetera				

We zien hier dat bij kleiner wordende getallen de Restterm relatief een steeds grotere invloed krijgt.
Andersom geldt dat bij grote getallen de T een overheersende invloed heeft.
Na verwerking van een N (het getal dat de grootste stijging geeft) komt de M (vaak relatief klein) in de restterm.
De toegevoegde T wordt bepaald door de n van N. T maal het Rompgetal heeft vaak veel [0]-en, omdat M en T meestal veel [0]-en hebben.
Je ziet dan in de grafiek altijd een duikeling.
Zelfs bij ${}^{13}M$ - het M-getal met de laagste a-waarde van de hogere machten van 3 - ziet men na een aanvankelijke stijging een daling van de reeks.

Demonstratie van het <u>sprongsgewijze</u> BGV-proces

Het onderzoek heeft enkele interessante inzichten opgeleverd. In de volgende paragrafen worden die gepresenteerd.

Getal = T = $3^{\wedge 11}$ = **177.147** **a = 1,38** **18 bits** **13 n-bits** **5 d-bits** 2186 **1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1**



Bij dit T-getal ziet men dat de eerste transformatie (na dat het gehele binaire getal het BGV-proces heeft doorlopen) op zal treden bij getal #(1 +13 x 2 + 5) = # 32.
Het 32-ste getal is 29929. Het binaire getal verklaart de opvliegers van de reeks. **15 bits** **9 n-bits** **6 d-bits** **a = 1,67** **1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1**
Ik kan echter het getal niet van te voren berekenen op basis van de binaire code.

Van Vermoeden van Collatz naar Bewijs van Pompe

Ir Caspar L.P.M. Pompe

16-01-2018 **Blad 18**

	#	M	Getal	T	Rompgetal				M/2
	1		177147	1	177147		1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1		
		8		9	22143	-->	1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1	+	4
De N wordt direct omgezet tot M en als Restgetal geschreven.	6		199291				1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 1		
Het N-getal [11] levert een M = 8.		8		9	24911	-->	1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 1	+	4
Nogmaals delen van wege de 0 die voor [111] staat levert M/2 = 4.	11		224203				1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1		
Zo kan de reeks in sprongen van [0nd] worden verwerkt.		8		9	28025	-->	1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1	+	4
Als gevolg van N neemt het aantal Rompgetallen met een factor T toe.	16		252229				1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1		
De ingekorte Romp wordt met T vermenigvuldigd		2		3	63057	-->	1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1	+	1
en vermeerderd met M/2 om het nieuwe getal te krijgen.	19		189172				1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0		
Hier wordt eerst D = 2 maal gedeeld en wordt de [01] verwerkt (M/2=1).				3	11823	-->	1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1	+	1
Als het vorige getal #p is, dan is het nieuwe getal #(p+d+2xn+1)	24		35470				1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0		
		26		27	1108	-->	1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0	+	13
Het primaire getal 177.147 is nu geheel door het BGV-proces gelopen.	32		29929				1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1		
Het getransformeerde getal is 22929.				3	7482	-->	1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0	+	1
	35		22447				1 0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1		
		80		81	701	-->	1 0 1 0 1 1 1 1 0 1	+	40
	44		56821				1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 1		
				3	14205	-->	1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1	+	1
	47		42616				1 0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0		
		80		81	166	-->	1 0 1 0 0 1 1 0	+	40
	59		13486				1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0		
		26		27	421	-->	1 1 0 1 0 0 1 0 1	+	13
	67		11380				1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0		
				3	711	-->	1 0 1 1 0 0 0 1 1 1	+	1
	72		2134				1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1		
				9	133	-->	1 0 0 0 0 1 0 1	+	4
	78		1201				1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1		
				3	300	-->	1 0 0 1 0 1 1 0 0	+	1
	81		901				1 1 1 0 0 0 0 1 0 1		
				3	225		1 1 1 0 0 0 0 1	+	1
Ook hier eerst twee maal delen.	84		676				1 0 1 0 1 0 0 1 0 0		
Hier zie je het verschijnsel dat [101010]x3+1 = [101010]+[1010100]+[1]=[1111111]				3	42	-->	1 0 1 0 1 0	+	1
Deze lange N zorgt voor een flinke opvlieger!	89		127				1 1 1 1 1 1 1		
		2186		729	0	--> -->	0	+	(3^7-1)/2
Na 2 x 7 + 1 stappen volgt ´M. Gelukkig zitten er veel [0]-en in de staart!	103		2186				1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0		
				3	273	-->	1 0 0 0 1 0 0 0 1	+	1
Het begin van de staartreeks!	107		820				1 1 0 0 1 1 0 1 0 0		
				3	51	-->	1 1 0 0 1 1	+	1
	112		154				1 0 0 1 1 0 1 0		
				3	19	-->	1 0 0 1 1	+	1
	116		58				1 1 1 0 1 0		
Nog een klien N-etje….				3	7	-->	1 1 1	+	1
	120		22				1 0 1 1 0		
				9	1	-->	1	+	4
	126		13				1 1 0 1		
				3	3	-->	1 1	+	1
	129		10				1 0 1 0		
				3	1	-->	1	+	1
	133		4				1 0 0		
En we zijn weer bij 1!	135		1		1	-->	1		

Nog een willekeurig getal met een gemengd BGV-proces

Een willekeurig getal 7836 kan binair in mootjes van 111 en 00-en worden gedeeld.
Eigenlijk staat hier een getal opgebouwd uit drie waarden N x 2^.
Ofwel N D + N D + N D
Bij dit getal delen we dus eerst twee maal.
N = [111] = 7 wordt na driemaal vermenigvuldigen en drie maal delen getransformeerd tot 3^3-1 = 26. T is dan 3^3 = 27.
Dat is getal # (3+2 x 3) = # 9
Nogmaals delen, vermenigvuldigen (26/2=13!), delen levert getal # 12

Om N=1 (let op; 81 maal) weg te werken: vermenigvuldigen, delen.
Dan zijn we bij getal # 14.
De kop van het getal (N=15 [1111]) wordt bereikt bij getal #15.
bestaat het getal uit 243 rompjes van 15 (2^ -1).
Anders gezegd: Getal # 15 heeft een staart T = 3^5 =243,
Als de Restterm 0 zou zijn, dan zou na 4 keer vermenigvuldigen en vier keer delen het getal de waarde 243 x (3^-1) krijgen.
ofwel 3^ x (3^ -1) = 3^ - 3^ = 19.440

Omdat de Restterm 76 na twee maal delen al Oneven is, verstoort de Restterm het proces van de rompgetallen.
We schakelen daarom over naar de stapsgewijze verwerking.

Getal # (15 + 2 x 4) = #23 blijkt uit te komen op 18.844
(niet ver van 19.440).

Als het begingetal uit louter 1-en zou bestaan, dan zou (2^13-1) ontwikkelen tot (3^-1) = 1.594.322
waarbij Max zelfs 2 maal (3^-1) is: 3.188.644
Maar de getallenreeks uitgaande van 7836 bestaat niet uit 13 binaire 1-en.
De getallenreeks van (7836) kent slechts een Max van 80.512 (!).
Dat is getal # 39, waarna zich een sterke daling inzet.

In ons voorbeeld bestaat het binaire getal uit een kop [1111] en een 'staart' van vier 1-en en vijf 0-en.

#	Totaalgetal			Rompgetal	T	Rompgetal	Restgetal	t	Restge	Controle
1	7836	1	0	7836	1	1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0			26	7862
				7680	1	1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0				
				128	1	1 0 0 0 0 0 0 0				
				28	1	1 1 1 0 0				
3	1959			1920		1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0				
		m		32		1 0 0 0 0 0				
				7		1 1 1				
9	6614			240	27	1 1 1 1 0 0 0 0				
	3307			4	27	1 0 0			26	6614
	9922					3^3-1 = 26	1 1 0 1 0			
12	4961			60	81	1 1 1 1 0 0				
				1	81	1		((26 / 2) x 3 +1) / 2	20	4961
							1 0 1 0 0			
14	7442			30	243	1 1 1 1 0				
				0		3^1-1 = 2	1 0 0 1 1 0 0 0	((81 + 20) x 3 +1) / 2	152	7442
15	3721	v		15	243	1 1 1 1	1 0 0 1 1 0 0		76	3721
		Nieuw getal		3720	1	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0	1		1	3721
16	11164	d		3720	3	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0	1 0 0		4	11164
18	2791	v		930	3	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0	1		1	2791
19	8374	d		930	9	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0	1 0 0		4	8374
20	4187	v		465	9	1 1 1 0 1 0 0 0 1	1 0		2	4187
	4187	m		464	9	1 1 1 0 1 0 0 0 0	1 0 1 1	9 + 2 =	11	4187
21	12562	d		464	27	1 1 1 0 1 0 0 0 0	1 0 0 0 1 0		34	12562
22	6281	v		232	27	1 1 1 0 1 0 0 0	1 0 0 0 1		17	6281
23	18844	delen door 4		232	81	1 1 1 0 1 0 0 0	1 1 0 1 0 0		52	18844
25	4711			58	81	1 1 1 0 1 0	1 1 0 1		13	4711
26	14134			58	243	1 1 1 0 1 0	1 0 1 0 0 0		40	14134
27	7067			29	243	1 1 1 0 1	1 0 1 0 0		20	7067
	7067			28	243	1 1 1 0 0	1 0 0 0 0 0 1 1 1	243 + 20 =	263	7067
28	21202			28	729	1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 1 0 1 1 0		790	21202
29	10601			14	729	1 1 1 0	1 1 0 0 0 1 0 1 1		395	10601
30	31804			14	2187	1 1 1 0	1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0		1186	31804
31	15902			7	2187	1 1 1	1 0 0 1 0 1 0 0 0 1		593	15902
31	15902	Nieuw getal		15902	1	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0			0	15902
32	7951			7951	1	1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1			0	7951
40	40256	2 x 4 stapen voorts		496	81	1 1 1 1 1 0 0 0 0	1 0 1 0 0 0 0 3^4-1		80	40256
44	2516	delen door 16		31	81	1 1 1 1 1	1 0 1		5	2516
44	2516	delen door 4		2516	1	1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0				2516
46	629			629	1	1 0 0 1 1 1 0 1 0 1				629
		vermenigvuldigen		628	1	1 0 0 1 1 1 0 1 0 0	1			628
47	1888	delen door 4		628	3	1 0 0 1 1 1 0 1 0 0	1 0 0			1884
49	472			157	3	1 0 0 1 1 1 0 1	1		1	472
	472	delen door 4		156	3	1 0 0 1 1 1 0 0	1 0 0	3 + 1 =	4	472
51	118			39	3	1 0 0 1 1 1	1		1	118
51	118	delen door 2		38	3	1 0 0 1 1 0	1 0 0	3 + 1 =	4	118

en zo voorts tot getal # 80.

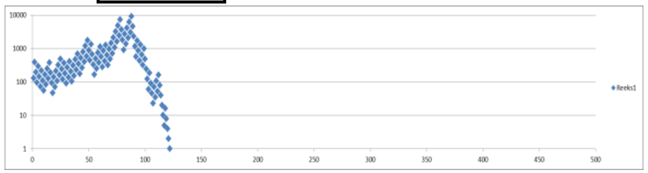
Van Vermoeden van Collatz naar Bewijs van Pompe

Ir Caspar L.P.M. Pompe — **16-01-2018** — **Blad 20**

Het getal 129 [10000001] ($2^{\wedge 7}$ +1) uitgewerkt

Voor het getal 129 = [10000001] = $2^{\wedge 7}$+1 heb ik het BGV-proces stapsgewijs doorlopen. Dit is een klein getal.
De getallenreeks telt nota bene 122 getallen.
We hebben gezien dat 129 via 94 loopt - en daarna via 103 eerst opvliegt.
Eigenlijk is dit een soort staartreeks, waarbij de reeks aanvankelijk na een eerste dalende subreeks (129-83) een aantal keer stijgende subreeksen doorloopt.
In deze eerste subreeks neemt T elke keer na twee [0]-en toe.
De oorzaak is dat de restterm 1 na vermenigvuldiging 4 [100] wordt.
Na twee keer delen zijn we weer bij 1 en volgt een vermenigvuldiging.
Dat betekent dat T van ${}^{n}T$ toeneemt tot ${}^{(n+1)}T$ bij elke tweede [0]..

129



In de volgende subreeks weer een 'extra' T door 2 [0]-en omdat deze voorafgegaan wordt door slechts één [1] --> [100].

Hier blijft het getal na verwerking in de zelfde ordegrootte, want de a-waarde is 1,75. Het getal ontwikkelt van 107 tot 137.

Totaalgetal			T	Rompgetal	Rompgetal		Restgetal			Restge	Controle
129	1	0	**1**	**129**	1 0 0 0 0 0 0 0 1					0	129
129			**1**	128	1 0 0 0 0 0 0 0 0	BGV	1	eerste veremenigvuldiging		1	129
388	2	1	**3**	128	1 0 0 0 0 0 0 0 0		1 0 0			4	388
194	3		**3**	64	1 0 0 0 0 0 0	BGV	1 0			2	194
97	4		**3**	32	1 0 0 0 0 0	BGV	1	tweede veremenigvuldiging		1	97
292	5	2	**9**	32	1 0 0 0 0 0	BGV	1 0 0			4	292
146	6		**9**	16	1 0 0 0 0	BGV	1 0			2	146
73	7		**9**	8	1 0 0 0		1	derde veremenigvuldiging		1	73
220	8	3	**27**	8	1 0 0 0	BGV	1 0 0			4	220
110	9		**27**	4	1 0 0	BGV	1 0			2	110
55	10		**27**	2	1 0	BGV	1	vierde veremenigvuldiging		1	55
166	11	4	**81**	2	1 0	BGV	1 0 0			4	166
83	12		**81**	1	1	BGV	1 0			2	83
83	m		**81**	0		BGV	1		81 + 2 =	83	83
83	m	0	**1**	82	1 0 1 0 0 1 0	BGV	1			1	83
250	13	1	**3**	82	1 0 1 0 0 1 0		1 0 0			4	250
125	14		**3**	41	1 0 1 0 0 1	BGV	1 0			2	125
125	15		**3**	40	1 0 1 0 0 0	BGV	1 0 1		3 + 2 =	5	125
376	16	2	**9**	40	1 0 1 0 0 0	BGV	1 0 0 0 0			16	376
188	17		**9**	20	1 0 1 0 0	BGV	1 0 0 0			8	188
94	18		**9**	10	1 0 1 0	BGV	1 0 0			4	94
47	19		**9**	5	1 0 1	BGV	1 0			2	47
47	m		**9**	4	1 0 0	BGV	1 0 1 1		9 + 2 =	11	47
142	20	3	**27**	4	1 0 0		1 0 0 0 1 0			34	142
71	21		**27**	2	1 0		1 1 0 1 1 0			17	71
214	22		**81**	2	1 0		1 1 0 1 0 0			52	214
107	23		**81**	1	1	BGV	1 1 0 1 0			26	107
107	m	4	**81**	0	0	BGV	1 1 0 1 0 1 1		81 + 26 =	107	107
107	m	0	**1**	106	1 1 0 1 0 1 0	BGV	1			1	107
322	24	1	**3**	106	1 1 0 1 0 1 0	BGV	1 0 0			4	322
161	25		**3**	53	1 1 0 1 0 1	BGV	1 0			2	161
161	m		**3**	52	1 1 0 1 0 0	BGV	1 0 1		3 + 2 =	5	161
484	26	2	**9**	52	1 1 0 1 0 0	BGV	1 0 0 0 0			16	484
242	27		**9**	26	1 1 0 1 0	BGV	1 0 0 0			8	242
121	28		**9**	13	1 1 0 1	BGV	1 0 0			4	121
121	m		**9**	12	1 1 0 0		1 1 0 1		9 + 4 =	13	121
364	29	3	**27**	12	1 1 0 0		1 0 1 0 0 0			40	364
182	30		**27**	6	1 1 0		1 0 1 0 0			20	182
91	31		**27**	3	1 1		1 0 1 0			10	91
91	m		**27**	2	1 0		1 0 0 1 0 1		27 + 10 =	37	91
274	32	4	**81**	2	1 0		1 1 1 0 0 0 0			112	274

137	33		81	1	1		1 1 1 0 0 0		56	137
137			81	0	0		1 0 0 0 1 0 0 1	81 + 56 =	137	137
137		0	1	136	1 0 0 0 1 0 0 0		1		1	137
412	33	1	3	136	1 0 0 0 1 0 0 0		1 0 0		4	412
206	34		3	68	1 0 0 0 1 0 0	BGV	1 0		2	206
103	35		3	34	1 0 0 0 1 0	BGV	1		1	103
310	36	2	9	34	1 0 0 0 1 0		1 0 0		4	310
155	37		9	17	1 0 0 0 1	BGV	1 0		2	155
155	m		9	16	1 0 0 0 0	BGV	1 0 1 1	9 + 2 =	11	155
466	38	3	27	16	1 0 0 0 0		1 0 0 0 1 0		34	466
233	39		27	8	1 0 0 0	BGV	1 0 0 0 1		17	233
700	40	4	81	8	1 0 0 0		1 1 0 1 0 0		52	700
350	41		81	4	1 0 0	BGV	1 1 0 1 0		26	350
175	42		81	2	1 0	BGV	1 1 0 1		13	175
526	43	5	243	2	1 0		1 0 1 0 0 0		40	526
263	44		243	1	1	BGV	1 0 1 0 0		20	263
263	m		243	0	0	BGV	1 0 0 0 0 0 1 1 1	243 + 20 =	263	263
263	44	0	1	262	1 0 0 0 0 0 1 1 0	BGV	1		1	263
790	45	1	3	262	1 0 0 0 0 0 1 1 0		1 0 0		4	790
395	46		3	131	1 0 0 0 0 0 1 1		1 0		2	395
395	m		3	130	1 0 0 0 0 0 1 0	BGV	1 0 1	3 + 2 =	5	395
1186	47	2	9	130	1 0 0 0 0 0 1 0		1 0 0 0 0		16	1186
593	48		9	65	1 0 0 0 0 0 1		1 0 0 0		8	593
593	m		9	64	1 0 0 0 0 0 0	BGV	1 0 0 0 1	9 + 8 =	17	593
1780	49	3	27	64	1 0 0 0 0 0 0		1 1 0 1 0 0		52	1780
890	50		27	32	1 0 0 0 0 0	BGV	1 1 0 1 0		26	890
445	51		27	16	1 0 0 0 0		1 1 0 1		13	445
1336	52	4	81	16	1 0 0 0 0		1 0 1 0 0 0		40	1336
668	53		81	8	1 0 0 0	BGV	1 0 1 0 0		20	668
334	54		81	4	1 0 0	BGV	1 0 1 0		10	334
167	55		81	2	1 0	BGV	1 0 1		5	167
502	56	5	243	2	1 0		1 0 0 0 0		16	502
251	57		243	1	1	BGV	1 0 0 0		8	251
251	m		243	0	0	BGV	1 1 1 1 1 0 1 1	243 + 8 =	251	251
251		0	1	250	1 1 1 1 1 0 1 0	BGV	1		1	251
754	58	1	3	250	1 1 1 1 1 0 1 0		1 0 0		4	754
377	59		3	125	1 1 1 1 1 0 1		1 0		2	377
377	m		3	124	1 1 1 1 1 0 0		1 0 1 1	3 + 2 =	5	377
1132	60	2	9	124	1 1 1 1 1 0 0		1 0 0 0 0		16	1132
566	61		9	62	1 1 1 1 1 0		1 0 0 0		8	566
283	m		9	31	1 1 1 1 1		1 0 0		4	283
283	62		9	30	1 1 1 1 0		1 1 0 1	9 + 4 =	13	283
850	63	3	27	30	1 1 1 1 0		1 0 1 0 0 0		40	850
425	64		27	15	1 1 1 1		1 0 1 0 0		20	425
425	64		27	14	1 1 1 0		1 0 1 1 1 1	27 + 20 =	47	425
1276	65	4	81	14	1 1 1 0		1 0 0 0 1 1 1 0		142	1276
638	66		81	7	1 1 1		1 0 0 0 1 1 1		71	638

Het getal houdt na verwerking in de zelfde ordegrootte, want de a-waarde is weliswaar 2,67, maar heeft na een enkele [1] een aantal [0]-en. Dus 'extra' T-ontwikkeling.

Wederom houdt het getal de zelfde ordegrootte, want de a-waarde is weliswaar 2,25, maar begint met ³N en daarna een vijftal [0]-en. Dus 'extra' T-ontwikkeling.

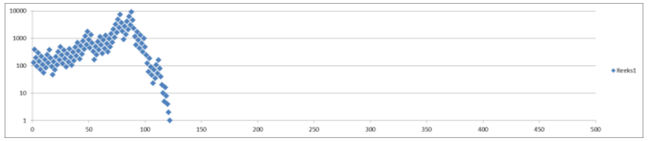
Getal #57 is [11111011]!
de a-waarde is weliswaar 1,14.
De reeks ontwikkelt van 251 tot slechts 479.

Van Vermoeden van Collatz naar Bewijs van Pompe

Ir Caspar L.P.M. Pompe

16-01-2018 **Blad 22**

Dit nieuwe getal 479 heeft n=7 en 9 bits. Dus a = 9/7 is 1,29.
Aan het eind van dit sub-proces is het getal ontwikkeld tot 1367.



Deze transformatie levert 1367 op, met een a-waarde van 11/6 = 1,83.
De reeks neemt af tot 325. Dit getal zit in de 103-reeks op bladzijde 8.

638	m		81	6	1 1 0	1 0 0 1 1 0 0 0	81 + 71 =	152	638
319	67		81	3	1 1	1 0 0 1 1 0 0		76	319
319	m		81	2	1 0	1 0 0 1 1 1 1 1 1	81 + 76 =	157	319
958	68	5	243	2	1 0	1 1 1 0 1 1 0 0 0		472	958
479	69		243	1	1	1 1 1 0 1 1 0 0		236	479
479	m		243	0	0	1 1 1 0 1 1 1 1 1	243 + 236 =	479	479
479	70	0	1	478	1 1 1 0 1 1 1 1 0	1		1	479
1438	71	1	3	478	1 1 1 0 1 1 1 1 0	1 0 0		4	1438
719	72		3	239	1 1 1 0 1 1 1 1	1 0		2	719
719	m		3	238	1 1 1 0 1 1 1 0	1	3 + 2 =	5	719
2158	73	2	9	238	1 1 1 0 1 1 1 0	1 0 0 0 0		16	2158
1079	74		9	119	1 1 1 0 1 1 1	1 0 0 0		8	1079
1079	74		9	118	1 1 1 0 1 1 0	1 0 0 0 1	9 + 8 =	17	1079
3238	m	3	27	118	1 1 1 0 1 1 0	1 1 0 1 0 0		52	3238
1619	75		27	59	1 1 1 0 1 1	1 1 0 1 0		26	1619
1619	m		27	58	1 1 1 0 1 0	1 1 0 1 0 1	27 + 26 =	53	1619
4858	76	4	81	58	1 1 1 0 1 0	1 0 1 0 0 0 0 0		160	4858
2429	77		81	29	1 1 1 0 1	1 0 1 0 0 0 0		80	2429
2429	m		81	28	1 1 1 0 0	1 0 1 0 0 0 0 1	81 + 80 =	161	2429
7288	78	5	243	28	1 1 1 0 0	1 1 1 1 0 0 1 0 0		484	7288
3644	79		243	14	1 1 1 0	1 1 1 1 0 0 1 0		242	3644
1822	80		243	7	1 1 1	1 1 1 1 0 0 1		121	1822
1822	m		243	6	1 1 0	1 0 1 1 0 1 1 0 0	243 + 121 =	364	1822
911	81		243	3	1 1	1 0 1 1 0 1 1 0		182	911
911	m		243	2	1 0	1 1 0 1 0 1 0 0 1	243 + 182 =	425	911
2734	82	6	729	2	1 0	1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0		1276	2734
1367	83		729	1	1	1 0 0 1 1 1 1 1 1 0		638	1367
1367	m		729	0	0	1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1	729 + 638 =	1367	1367
1367	83	0	1	1366	1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0	1		1	1367
4102	84	1	3	1366	1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0	1 0 0		4	4102
2051	85		3	683	1 0 1 0 1 0 1 0 1 1	1 0		2	2051
2051	m		3	682	1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	1 0 1	3 + 2 =	5	2051
6154	86	2	9	682	1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	1 0 0 0 0		16	6154
3077	87		9	341	1 0 1 0 1 0 1 0 1	1 0 0 0		8	3077
3077	m		9	340	1 0 1 0 1 0 1 0 0	1 0 0 0 1	9 + 8 =	17	3077
9232	88	3	27	340	1 0 1 0 1 0 1 0 0	1 1 0 1 0 0		52	9232
4616	89		27	170	1 0 1 0 1 0 1 0	1 1 0 1 0		26	4616
2308	90		27	85	1 0 1 0 1 0 1	1 1 0 1		13	2308
2308	m		27	84	1 0 1 0 1 0 0	1 0 1 0 0 0	27 + 13 =	40	2308
1154	91		27	42	1 0 1 0 1 0	1 0 1 0 0		20	1154
577	92		27	21	1 0 1 0 1	1 0 1 0		10	577
577	m		27	20	1 0 1 0 0	1 0 0 1 0 1	27 + 10 =	37	577
1732	93	4	81	20	1 0 1 0 0	1 1 1 0 0 0 0		112	1732
866	94		81	10	1 0 1 0	1 1 1 0 0 0		56	866
433	95		81	5	1 0 1	1 1 1 0 0		28	433
433	m		81	4	1 0 0	1 1 0 1 1 0 1	81 + 28 =	109	433
1300	96	5	243	4	1 0 0	1 0 1 0 0 1 0 0 0		328	1300
650	97		243	2	1 0	1 0 1 0 0 1 0 0		164	650

Van Vermoeden van Collatz naar Bewijs van Pompe

Ir Caspar L.P.M. Pompe **16-01-2018** **Blad 23**

De staartreeks neemt nu snel af. A= 2,25.
Getal ontwikkelt van **325** (zie 103-reeks op Blad 14) tot 35.

Getalwaarde 70 is een bekende van een staartreeks.

325	98		243	1	1	1 0 1 0 0 1 0		82	325
325	m		243	0	0	1 0 1 0 0 0 1 0 1	243 + 82 =	325	325
325	98	0	1	324	1 0 1 0 0 0 1 0 0	1		1	325
976	99	1	3	324	1 0 1 0 0 0 1 0 0	1 0 0		4	976
488	100		3	162	1 0 1 0 0 0 1 0	1 0		2	488
244	m		3	81	1 0 1 0 0 0 1	1		1	244
244	101		3	80	1 0 1 0 0 0 0	1 0 0	3 + 1 =	4	244
122	102		3	40	1 0 1 0 0 0	1 0		2	122
61	103		3	20	1 0 1 0 0	1		1	61
184	104	2	9	20	1 0 1 0 0	1 0 0		4	184
92	105		9	10	1 0 1 0	1 0		2	92
46	106		9	5	1 0 1	1		1	46
46	m		9	4	1 0 0	1 0 1 0	9 + 1 =	10	46
23	107		9	2	1 0	1 0 1		5	23
70	108	3	27	2	1 0	1 0 0 0 0		16	70
35	109		27	1	1	1 0 0 0		8	35
35	m		27	0	0	1 0 0 0 1 1	27 + 8 =	35	35
35	109	0	1	34	1 0 0 0 1 0	1		1	35
106	110	1	3	34	1 0 0 0 1 0	1 0 0		4	106
53	111		3	17	1 0 0 0 1	1 0		2	53
53	m		3	16	1 0 0 0 0	1 0 1	3 + 2 =	5	53
160	112	2	9	16	1 0 0 0 0	1 0 0 0 0		16	160
80	113		9	8	1 0 0 0	1 0 0 0		8	80
40	114		9	4	1 0 0	1 0 0		4	40
20	115		9	2	1 0	1 0		2	20
10	116		9	1	1	1		1	10
10	m		9	0	0	1 0 1 0	9 + 1 =	10	10
10	m	0	1	10	1 0 1 0			0	10
5	117		1	5	1 0 1				5
5	m		1	4	1 0 0	1			4
16	118	1	3	4	1 0 0	1 0 0		4	16
8	119		3	2	1 0	1 0		2	8
4	120		3	1	1	1		1	4
4	m		3	0	0	1	3 + 1 =	4	4
4	m	0	1	4	1 0 0				4
2	121		1	2	1 0				2
1	122		1	1	1				1

Eind goed al goed!

Vanaf Oefening 4 ben ik overigens overgestapt naar een protocol waarin de mutaties in de formules is opgenomen.
Toch vraagt de module van Oefening 4 nog steeds edel handwerk om de overgangen van subreeks $A_{s(x)}$ naar subreeks $A_{s(x+1)}$ te markeren en de a-waarden te voorspellen.
Maar dat proces is vast ook wel te automatiseren.

Hartelijk dank voor het lezen. Hoop dat u hebt genoten. U kunt een reactie sturen naar caspar@pompe-advies.nl .