Unit n°31

Supplement 1
Modifizierter Collatz-Automat

Untersuchen Sie analog zu Unit 31, Tabelle 1 die Automateneinbettung der modifizierten Collatz-Folge Gl. (1)

$$c_{n+1} = com1(c_n) = \begin{cases} \dfrac{c_n}{2} \text{ für } c_n \text{ gerade} \\ 3c_n + 1 \text{ für } c_n \text{ ungerade und nicht prim} \\ 5c_n + 1 \text{ für } c_n \text{ ungerade und prim} \end{cases}$$

$$c_n \in \mathbb{N};\ n = 0, 1, 2, 3, 4, \ldots \qquad (1)$$

und eigener Modifikationen.

References

[1] Weisstein, Eric W. "Collatz Problem." From *MathWorld*--A Wolfram Web Resource. http://mathworld.wolfram.com/CollatzProblem.html

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Collatz_conjecture

Modifizierte Collatz-Folgen Gl. (1) bei verschiedenen Startwerten c_0

c_0= 26,13,66,33,100,50,25,76,38,19,96,48,24,12,6,3,16,8, per(4,2,1),…

c_0= 27,82,41,206,103,516,258,129,388,194,97,486,243, 730,365, 1096,548,274,137,686, 343,1030,515,1546, 773,3866,1933,9666, 4833,14500,7250,3625,10876, 5438,2719,13 596,6798,3399,10198,5099,25496,12748, 6374,3187,15936,7968,3984,1992,996,498, 249,748, 374,187,562,281,1406,703,2110,1055,3166,1583,7916, 3958,1979,9896,4948, 2474,1237,6186,3093,9280,4640, 2320,1160, 580,290,145,436,218, 109,546,273,820,410, 205,616,308,per(154, 77,232,116,58,29,146, 73,366,183, 550,275, 826,413, 1240,620,310,155,466,233, 1166,583, 1750,875,2626,1313, 3940,1970,985,2956,1478,739, 3696,1848, 924, 462, 231, 694, 347, 1736, 868, 434, 217, 652,326,163,816,408,204,102,51),…

c_0= 28,per(14,7,36,18,9,28),…

Frage

Hat die modifizierte Collatz-Folge Gl. (1) bei allen Startwerten c_0 die Struktur "Einschwingvorgang + periodischer Teil"?

Antwort

Die numerische Erkundung bis $c_0 = 10^6$ ergibt:
Ja. Dabei gibt es nur drei Zyklen:

** den klassischen Collatz-Zyklus (4,2,1),
** (154,77,232,116,58,29,146,73,366,183,550, 275,826,413,1240,620,310,155,466,233,

1166,583,1750,875,2626,1313,3940,1970,
985,2956,1478,739,3696,1848, 924, 462,
231, 694, 347, 1736, 868, 434,217,652,326,
163,816,408,204,102,51)

** (14,7,36,18,9,28)

Ungerade Primzahlen sind orange markiert.
Diese drei Zyklen treten näherungsweise im Häufigkeits-verhältnis 37:61:2 auf. Genauer :

$$\text{für } 2 \le c_0 \le 10^6 \text{ tritt der} \begin{cases} \text{erste} \\ \text{zweite} \\ \text{dritte} \end{cases} \text{Zyklus} \begin{cases} 367445 \\ 611365 \\ 21189 \end{cases} \text{mal auf.}$$

Interpretieren Sie diese Zahlen.

Beweisen Sie diese 3-Zyklen-Vermutung (vgl. [3,4]).

References

[3] G. Opfer. An analytic approach to the Collatz 3n + 1 Problem.
http://preprint.math.uni-hamburg.de/public/papers/hbam/hbam2011-09.pdf

[4] http://www.primini.de/beweis-collatz.html ?

Diskutieren Sie das Statement von Paul Erdös (1913-1996) [5] zum Beweis der Collatz-Vermutung „Die Mathematik ist für solche Probleme noch nicht bereit.“

References

[5] https://de.wikipedia.org/wiki/Paul_Erdös

Untersuchen Sie analog zu Unit 31, Tabelle 1die Automaten-einbettung der modifizierten Collatz-Folge Gl. (2)

$$c_{n+1} = com2(c_n + k) =$$

$$\begin{cases} \dfrac{c_n + k}{2} \text{ für } (c_n + k) \text{ gerade} \\ 3(c_n + k) + 1 \text{ für } (c_n + k) \text{ ungerade und nicht prim} \\ 5(c_n + k) + 1 \text{ für } (c_n + k) \text{ ungerade und prim} \end{cases}$$

$$c_n \in \mathbb{N};\ n = 0,1,2,3,4,\ldots;\ k \in \mathbb{N} \qquad (2)$$

Numerische Erkundung von D. Schönfeld zu *com*2

$c_0 = 2$, $k = 50$ (gerade)

$c_0 = 2$, 26, 38, 44, 47, 486, 268, 159, 628, 339, 1946, 998, 524, 287, 1686, 868, 459, 2546,1298, 674, 362, 206, 128, 89, 696, 373, 1270, 660, 355, 1216, 633, 3416, 1733,8916, 4483, 13 600, 6825, 20 626, 10 338, 5194, 2622, 1336, 693, 3716, 1883, 9666,4858, 2454, 1252, 651, 3506, 1778, 914, 482, 266, 158, 104, 77, 636, 343, 1180,615, 1996, 1023, 3220, 1635, 5056, 2553, 7810, 3930, 1990, 1020, 535, 1756, 903,4766, 2408, 1229, 6396, 3223, 9820, 4935, 14 956, 7503, 22 660, 11 355, 34 216,17 133, 85 916, 42 983, 129 100, 64 575, 193 876, 96 963, 291 040, 145 545, 436 786,218 418, 109 234, 54 642, 27 346, 13 698, 6874, 3462, 1756, 903, 4766, 2408, 1229,6396, 3223, 9820, 4935, 14 956, 7503, 22 660, 11 355, 34 216, 17 133, 85 916, 42 983,129 100, 64 575, 193 876, 96 963, 291 040, 145 545, 436 786, 218 418, 109 234, 54 642,27 346, 13 698, 6874, 3462, 1756, 903, 4766, 2408, 1229, 6396, 3223, 9820, 4935,14 956, 7503, 22 660, 11 355, 34 216, 17 133, 85 916, 42 983, 129 100, 64 575, 193 876, 96 963, 291 040, 145 545, 436 786, 218 418, 109 234, 54 642, 27 346, 13 698, 6874, 3462,1756, 903, 4766, 2408, 1229, 6396, 3223, 9820, 4935, 14 956, 7503, 22 660, 11 355,34 216, 17 133, 85 916, 42 983, 129 100, 64 575, 193 876, 96 963, 291 040, 145 545,436 786, 218 418, 109 234, 54 642, 27 346, 13 698, 6874, 3462, 1756, 903, 4766, …

Analyse

Einschwingvorgang (c_0= 2,26,38,44,47,486,268,159,628,339,1946,998, 524,287,1686,868, 459,2546,1298,674,362,206,128, 89,696,373, 1270,660,355, 1216,633,3416,1733,8916,4483, 13600,6825,20626,10338,5194,2622,1336,693, 3716,1883,9666,4858,2454,1252,651,3506,1778,914,482,266,158,104,77,636,3 43, 1180,615,1996,1023,3220,1635,5056,2553,7810,3930, 1990,1020,535)
+
periodischer Teil per(1756,903,4766,2408,1229,6396,3223, 9820,4935, 14956,7503,22660,11355,34216,17133,85916,42983,129100,64575,193876,969 63,291040,145545,436786,218418,109234,54642,27346,13698, 6874,3462)

Dieses Verhaltensmuster „Einschwingvorgang + periodischer Teil“ tritt für alle c_0 und geradzahlige $k \neq c_0$ auf.

Es besteht hier eine gewisse Parallele zu Langton’s ant.
https://en.wikipedia.org/wiki/Langton%27s_ant
http://mathworld.wolfram.com/LangtonsAnt.html

Anwendung

Testsignalgeneratoren mit Einschwingvorgang und periodischem Testsignal.

Für ungerades $k \neq c_0$ divergiert die erzeugte Folge.

This can be interpreted as a self-running process (see Unit 16) to infinity. And that in turn leads to the following questions.

1° Is it possible to switch (tame) this process to a periodic loop by means of injection of an even k or a sequence of even k with a suitable n-timing?

2° And, conversely, is it possible to switch (break) an even-k-generated periodic loop to diverge by means of injection of an odd k or a sequence of odd k in a suitable n-timing?

Für $k = c_0$ ist die erzeugte Folge konstant $c_0,c_0,c_0,c_0,c_0,\ldots$.

Beispiele

$k = 11$, $c_0 = 3$,
3,7,9,10,64,226,712,2170,6544,19666,59032,177130,531424,1594306,
4782952,14348890,43046704,129140146,387420472,1162261450348678438 4,
10460353186,31381059592,94143178810,282429536464,847288609426,…

$k = 12$, $c_0 = 3$,
3, 46, 29, 206, 109, 364, 188, 100, 56, 34, 23, 106, 59, 356, 184, 98, 55,
336, 174, 93, 316, 164, 88, 50, 31, 216, 114, 63, 226, 119, 656, 334, 173,
556, 284, 148, 80, 46, 29, 206, 109, 364, 188, 100, 56, 34, 23, 106, 59, 356, …

$k = 12$, $c_0 = 12$
12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12,
12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12,
12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12,
12, 12, 12, 12, …

$k = 11$, $c_0 = 11$:
11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11,
11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11,
11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, …

$k = 22$, $c_0 = 11$:
11, 100, 61, 416, 219, 1206, 614, 318, 170, 96, 59, 244, 133, 466, 244, 133, 466,
244,133, 466, 244, 133, 466, 244, 133, 466, 244, 133, 466, 244, 133, 466, 244,
133,466, 244, 133, 466, 244, 133, 466, 244, 133, 466, 244, 133, 466, 244, 133,
466, …

$k = 33$, $c_0 = 11$:
11, 22, 166, 996, 3088, 15 606, 46 918, 140 854, 422 662, 1 268 086, 6 340 596,
19 021 888,57 065 764, 171 197 392, 513 592 276, 1 540 776 928, 4 622 330
884, 23 111 654 586,69 334 963 858, 208 004 891 674, 624 014 675 122, 1 872
044 025 466, 5 616 132 076 498,16 848 396 229 594, 50 545 188 688 882, 151
635 566 066 746, 758 177 830 333 896,2 274 533 491 001 788, 6 823 600 473
005 464, 20 470 801 419 016 492, 61 412 404 257 049 576,184 237 212 771
148 828, 552 711 638 313 446 584, 1 658 134 914 940 339 852,4 974 404 744
821 019 656, 14 923 214 234 463 059 068, 44 769 642 703 389 177 304,
223 848 213 516 945 886 686, 671 544 640 550 837 660 158, 2 014 633 921
652 512 980 574,6 043 901 764 957 538 941 822, 18 131 705 294 872 616 825

566, 54 395 115 884 617 850 476 798,163 185 347 653 853 551 430 494, 815 926 738 269 267 757 152 636, 2 447 780 214 807 803 271 458 008,
7 343 340 644 423 409 814 374 124, 22 030 021 933 270 229 443 122 472,
66 090 065 799 810 688 329 367 516, 198 270 197 399 432 064 988 102 648,
…

k =44, c_0 =11:

11, 166, 105, 746, 395, 2196, 1120, 582, 313, 1072, 558, 301, 1036, 540, 292, 168, 106,75, 358, 201, 736, 390, 217, 784, 414, 229, 820, 432, 238, 141, 556, 300, 172, 108,76, 60, 52, 48, 46, 45, 446, 245, 868, 456, 250, 147, 956, 500, 272, 158, 101, 436,240, 142, 93, 686, 365, 2046, 1045, 3268, 1656, 850, 447, 2456, 1250, 647, 3456,1750, 897, 4706, 2375, 7258, 3651, 11 086, 5565, 16 828, 8436, 4240, 2142, 1093,3412, 1728, 886, 465, 2546, 1295, 4018, 2031, 6226, 3135, 9538, 4791, 14 506, 7275,21 958, 11 001, 33 136, 16 590, 8317, 25 084, 12 564, 6304, 3174, 1609, 4960, 2502,1273, 3952, 1998, 1021, 3196, 1620, 832, 438, 241, 856, 450, 247, 874, 459, 2516,1280, 662, 353, 1986, 1015, 3178, 1611, 4966, 2505, 12 746, 6395, 19 318, 9681, 29 176,14 610, 7327, 22 114, 11 079, 33 370, 16 707, 50 254, 25 149, 75 580, 37 812, 18 928,9486, 4765, 14 428, 7236, 3640, 1842, 943, 2962, 1503, 4642, 2343, 7162, 3603, 10 942, 5493, 16 612, 8328, 4186, 2115, 6478, 3261, 9916, 4980, 2512, 1278, 661, 2116, 1080,562, 303, 1736, 890, 467, 1534, 789, 2500, 1272, 658, 351, 1186, 615, 3296, 1670,857, 2704, 1374, 709, 2260, 1152, 598, 321, 1096, 570, 307, 1054, 549, 2966, 1505,7746, 3895, 11 818, 5931, 17 926, 8985, 45 146, 22 595, 113 196, 56 620, 28 332, 14 188,7116, 3580, 1812, 928, 486, 265, 928, 486, 265, 928, 486, 265, 928, 486, 265, 928,486, 265, 928, 486, 265, 928, 486, 265, 928, 486, 265, 928, 486, 265, 928, 486, 265, …

k =55, c_0 =11:

11, 33, 44, 298, 1766, 5464, 27 596, 82 954, 415 046, 1 245 304, 3 736 078, 18 680 666,56 042 164, 280 211 096, 840 633 454, 2 521 900 528, 7 565 701 750, 22 697 105 416,68 091 316 414, 204 273 949 408, 612 821 848 390, 1 838 465 545 336, 5 515 396 636 174,27 576 983 181 146, 82 730 949 543 604, 248 192 848 630 978, 744 578 545 893 100,2 233 735 637 679 466, 6 701 206 913 038 564, 33 506 034 565 193 096, 100 518 103 695 579 454,301 554 311 086 738 528, 904 662 933 260 215 750, 2 713 988 799 780 647 416,8 141 966 399 341 942 414, 24 425 899 198 025 827 408, 73 277 697 594 077 482 390,219 833 092 782 232 447 336, 659 499 278 346 697 342 174, 1 978 497 835 040 092 026 688,5 935 493 505 120 276 080 230, 17 806 480 515 360 828 240 856, 53 419 441 546 082 484 722 734,160 258 324 638 247 454 168 368, 480 774 973 914 742 362 505 270, 1 442 324 921 744 227 087 515 976,4 326 974 765 232 681 262 548 094, 12 980 924 295 698 043 787 644 448,38 942 772 887 094 131 362 933 510, 116 828 318 661 282 394 088 800 696, …

k =66, c_0 =11:

11, 232, 149, 646, 356, 211, 1386, 726, 396, 231, 892, 479, 1636, 851, 2752, 1409, 4426,2246, 1156, 611, 3386, 1726, 896, 481, 2736, 1401, 4402, 2234, 1150, 608, 337, 1210,638, 352, 209, 826, 446, 256, 161, 1136, 601, 2002, 1034, 550, 308, 187, 760, 413,2396, 1231, 6486, 3276, 1671, 5212, 2639, 8116, 4091, 20 786, 10 426, 5246, 2656,1361, 7136, 3601, 11 002, 5534, 2800, 1433, 7496, 3781, 19 236, 9651, 29 152, 14 609,44 026, 22 046, 11 056, 5561, 16 882, 8474, 4270, 2168, 1117, 3550, 1808, 937, 3010,1538, 802, 434, 250, 158, 112, 89, 466, 266, 166, 116, 91, 786, 426, 246, 156, 111,532, 299, 1096, 581, 3236, 1651, 5152, 2609, 8026, 4046, 2056, 1061, 3382, 1724,895, 2884, 1475, 4624, 2345, 12 056, 6061, 18 382, 9224, 4645, 14 134, 7100, 3583,10 948, 5507, 27 866, 13 966, 7016, 3541, 18 036, 9051, 27 352, 13 709, 41 326, 20 696,10 381, 31 342, 15 704, 7885, 39 756, 19 911, 59 932, 29 999, 90 196, 45 131, 225 986, 113 026, 56 546, 28 306, 14 186, 7126, 3596, 1831, 5692, 2879, 8836, 4451, 22 586,11 326, 5696, 2881, 8842, 4454, 2260, 1163, 6146, 3106, 1586, 826, 446, 256, 161,1136, 601, 2002, 1034, 550, 308, 187, 760, 413, 2396, 1231, 6486, 3276, 1671, 5212,2639, 8116, 4091, 20 786, 10426, 5246, 2656, 1361, 7136, 3601, 11 002, 5534, 2800,1433, 7496, 3781, 19 236, 9651, 29 152, 14 609, 44 026, 22 046, 11 056, 5561, 16 882,8474, 4270, 2168, 1117, 3550, 1808, 937, 3010, 1538, 802, 434, 250, 158, 112, 89,466, 266, 166, 116, 91, 786, 426, 246, 156, 111, 532, 299, 1096, 581, 3236, 1651,5152, 2609, 8026, 4046, 2056, 1061, 3382, 1724, 895, 2884, 1475, 4624, 2345, 12 056,6061, 18 382, 9224, 4645, 14 134, 7100, 3583, 10 948, 5507, 27 866, 13 966, 7016, 3541,18 036, 9051, 27 352, 13 709, 41 326, 20 696, 10 381, 31 342, 15 704, 7885, 39 756, 19 911, 59 932, 29 999, 90 196, 45 131, 225 986, 113 026, 56 546, 28 306, 14 186, 7126, 3596,1831, 5692, 2879, 8836, 4451, 22 586, 11326, 5696, 2881, 8842, 4454, 2260, 1163,6146, 3106, 1586, 826, 446, 256, 161, 1136, 601, 2002, 1034, 550, 308, 187, 760, 413,2396, 1231, 6486, 3276, 1671, 5212, 2639, 8116, 4091, 20 786, 10426, 5246, 2656,1361, 7136, 3601, 11 002, 5534, 2800, 1433, 7496, 3781, 19 236, 9651, 29 152, 14 609,44 026, 22 046, 11 056, 5561, 16 882, 8474, 4270, 2168, 1117, 3550, 1808, 937, 3010,1538, 802, 434, 250, 158, 112, 89, 466, 266, 166, 116, 91, 786, 426, 246, 156, 111,532, 299, 1096, 581, 3236, 1651, 5152, 2609, 8026, 4046, 2056, 1061, 3382, 1724, …

k =77, c_0 =11:

11, 44, 364, 1324, 4204, 12 844, 38 764, 116 524, 349 804, 1 049 644, 3 149 164, 9 447 724,28 343 404, 85 030 444, 255 091 564, 765 274 924, 2 295 825 004, 6 887 475 244, 20 662 425 964,61 987 278 124, 185 961 834 604, 557 885 504 044, 1 673 656 512 364, 5 020 969 537 324,15 062 908 612 204, 45 188 725 836 844, 135 566 177 510 764, 406 698 532 532 524,1 220 095 597 597 804, 3 660 286 792 793 644, 10 980 860 378 381 164, 32 942 581 135 143 724, 98 827 743 405 431 404, 296 483 230 216 294 444, 889 449 690 648 883 564, 2 668 349 071 946 650 924,8 005 047 215 839 953 004, 24 015 141 647 519 859 244, 72 045 424 942 559 577 964,216 136 274 827 678 734 124, 648 408 824

483 036 202 604, 1 945 226 473 449 108 608 044,5 835 679 420 347 325 824 364, 17 507 038 261 041 977 473 324, 52 521 114 783 125 932 420 204, 157 563 344 349 377 797 260 844, 472 690 033 048 133 391 782 764, 1 418 070 099 144 400 175 348 524,4 254 210 297 433 200 526 045 804, 12 762 630 892 299 601 578 137 644, …

Diese numerisch induzierten Vermutungen sind zu beweisen.

Nun betrachten wir den einfachsten Fall eines veränderlichen $k, k(n) = per(k_1, k_2)$.

Beispiele

$c_0 = 37$, $k(n)$ = per(12,10)
= per(gerade,gerade)

37, 148, 79, 274, 142, 77, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98,54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514,262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130, 71, 244,128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442, 227,712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244, 127,418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99,328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370,191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184,98, 54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159,514, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130,71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, …
Verhaltensmuster „Einschwingvorgang + periodischer Teil“

$c_0 = 37$, $k(n)$ = per(10,12)
= per(gerade,gerade)

37, 142, 77, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130,71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442,227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244,127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186,99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113,370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51,184, 98, 54, 33, 130, 71, 244, 128, 69, 244,

127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308,159, 514, 262, 137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33,130, 71, 244, 128, 69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262,137, 442, 227, 712, 362, 186, 99, 328, 170, 90, 51, 184, 98, 54, 33, 130, 71, 244, 128,69, 244, 127, 418, 214, 113, 370, 191, 604, 308, 159, 514, 262, 137, 442, 227, 712, ..

Verhaltensmuster „Einschwingvorgang + periodischer Teil“

$c_0 = 37$, $k(n)$ = per(12,11)
= per(gerade,ungerade)

37, 148, 478, 245, 128, 70, 244, 128, 418, 215, 113, 376, 1162, 587, 299, 934, 2836, 1424,4306, 2159, 1085, 3292, 9910, 4961, 2486, 1249, 630, 321, 166, 89, 50, 31, 21, 100,334, 173, 92, 52, 190, 101, 56, 34, 136, 74, 256, 134, 436, 224, 706, 359, 185, 592,1810, 911, 461, 1420, 4294, 2153, 1082, 547, 279, 874, 2656, 1334, 4036, 2024, 6106,3059, 1535, 4642, 13 960, 6986, 20 992, 10 502, 31 540, 15 776, 47 362, 23 687, 11 849,35 584, 106 786, 53 399, 26 705, 80 152, 240 490, 120 251, 60 131, 180 430, 541 324,270 668, 812 038, 406 025, 203 018, 101 515, 50 763, 152 326, 457 012, 228 512, 685 570,342 791, 171 401, 514 240, 1 542 754, 771 383, 385 697, 1 157 128, 3 471 418, 1 735 715, 867 863, 2 603 626, 7 810 912, 3 905 462, 11 716 420, 5 858 216, 17 574 682, 8 787 347,4 393 679, 13 181 074, 39 543 256, 19 771 634, 59 314 936, 29 657 474, 88 972 456, 44 486 234, 133 458 736, 66 729 374, 200 188 156, 100 094 084, 300 282 286, 150 141 149, 75 070 580, 37 535 296, 112 605 922, 56 302 967, 28 151 489, 84 454 504, 253 363 546, 126 681 779, 63 340 895, 190 022 722, 570 068 200, 285 034 106, 855 102 352, 427 551 182, 1 282 653 580, 641 326 796, 1 923 980 422, 961 990 217, 480 995 114, 240 497 563, 120 248 787, 360 746 398, 1 082 239 228, 541 119 620, 1 623 358 894, 811 679 453, 405 839 732, 202 919 872, 608 759 650, 304 379 831, 152 189 921, 456 569 800, 1 369 709 434, 684 854 723, 342 427 367, 1 027 282 138, 3 081 846 448, 1 540 923 230, 4 622 769 724, 2 311 384 868, 6 934 154 638, 3 467 077 325, 1 733 538 668, 866 769 340, 2 600 308 054, 1 300 154 033, 650 077 022, 325 038 517, 162 519 264, 81 259 638, 243 778 948, 121 889 480, 365 668 474, 182 834 243, 91 417 127, 274 251 418, 822 754 288, 411 377 150, 1 234 131 484, 617 065 748, 1 851 197 278, 925 598 645, 462 799 328, 231 399 670, 694 199 044, 347 099 528, 1 041 298 618, 520 649 315, 260 324 663, 780 974 026, …

Die erzeugte Folge divergiert.

$c_0 = 37$, $k(n)$ = per(11,12)
= per(ungerade,gerade)

37, 24, 18, 88, 50, 184, 98, 328, 170, 544, 278, 868, 440, 1354, 683, 347, 1078, 3268, 1640,4954, 2483, 1247, 3778, 11 368, 5690, 17 104, 8558, 25 708, 12 860, 38 614, 19 313, 9662,4837, 2424, 1218, 3688, 1850, 5584, 2798, 8428, 4220, 12 694, 6353, 3182, 1597, 804,408, 1258, 635, 323, 1006, 3052, 1532, 4630, 2321, 1166, 589, 300, 156, 502, 257, 134,73, 42, 27, 19, 94, 316, 164, 526, 269, 140, 76, 262, 137, 74, 43, 27, 118, 388, 200,634, 323, 167, 538, 1648, 830, 2524, 1268, 3838, 1925, 968, 490, 1504, 758, 2308, 1160,3514, 1763, 887, 2698, 8128, 4070, 12 244, 6128, 18 418, 9215, 4613, 13 876, 41 662,20 837, 10 424, 5218, 15 688, 7850, 23 584, 11 798, 35 428, 17 720, 53 194, 26 603, 13 307,39 958, 119 908, 59 960, 179 914, 89 963, 44 987, 134 998, 405 028, 202 520, 607 594,303 803, 151 907, 455 758, 1 367 308, 683 660, 2 051 014, 1 025 513, 512 762, 256 387,128 199, 384 634, 1 153 936, 576 974, 1 730 956, 865 484, 2 596 486, 1 298 249, 649 130,324 571, 162 291, 486 910, 1 460 764, 730 388, 2 191 198, 1 095 605, 547 808, 273 910, 821 764, 410 888, 1 232 698, 616 355, 308 183, 924 586, 2 773 792, 1 386 902, 4 160 740, 2 080 376,6 241 162, 3 120 587, 1 560 299, 4 680 934, 14 042 836, 7 021 424, 21 064 306, 10 532 159, 5 266 085, 15 798 292, 47 394 910, 23 697 461, 11 848 736, 5 924 374, 17 773 156, 8 886 584, 26 659 786, 13 329 899, 6 664 955, 19 994 902, 59 984 740, 29 992 376, 89 977 162, 44 988 587, 22 494 299, 67 482 934, 202 448 836, 101 224 424, 303 673 306, 151 836 659, 75 918 335, …

Die erzeugte Folge divergiert.

$c_0 = 37$, $k(n)$ = per(9,11)
= per(ungerade,ungerade)

37, 23, 17, 13, 12, 64, 226, 706, 2152, 6484, 19 486, 58 486, 175 492, 526 504, 1 579 546, 4 738 666, 14 216 032, 42 648 124, 127 944 406, 383 833 246, 1 151 499 772,3 454 499 344, 10 363 498 066, 31 090 494 226, 93 271 482 712, 279 814 448 164,839 443 344 526, 2 518 330 033 606, 7 554 990 100 852, 22 664 970 302 584, 67 994 910 907 786, 203 984 732 723 386, 611 954 198 170 192, 1 835 862 594 510 604, 5 507 587 783 531 846,16 522 763 350 595 566, 49 568 290 051 786 732, 148 704 870 155 360 224, 446 114 610 466 080 706, 1 338 343 831 398 242 146, 4 015 031 494 194 726 472, 12 045 094 482 584 179 444, 36 135 283 447 752 538 366, 108 405 850 343 257 615 126, 325 217 551 029 772 845 412, 975 652 653 089 318 536 264, 2 926 957 959 267 955 608 826, 8 780 873 877 803 866 826 506, 26 342 621 633 411 600 479 552, 79 027 864 900 234 801 438 684, …

Die erzeugte Folge divergiert.

$c_0 = 37$, $k(n)$ = per(11,9)
= per(ungerade,ungerade)

37, 24, 100, 334, 1030, 3124, 9400, 28 234, 84 730, 254 224, 762 700,
2 288 134, 6 864 430, 20 593 324, 61 780 000, 185 340 034, 556 020 130, 1 668 060 424,5 004 181 300, 15 012 543 934, 45 037 631 830, 135 112 895 524, 405 338 686 600,1 216 016 059 834, 3 648 048 179 530, 10 944 144 538 624, 32 832 433 615 900,98 497 300 847 734, 295 491 902 543 230, 886 475 707 629 724, 2 659 427 122 889 200,7 978 281 368 667 634, 23 934 844 106 002 930, 71 804 532 318 008 824, 215 413 596 954 026 500, 646 240 790 862 079 534, 1 938 722 372 586 238 630, 5 816 167 117 758 715 924, 17 448 501 353 276 147 800, 52 345 504 059 828 443 434, …
Die erzeugte Folge divergiert.

Vermutung

** k(n) = per(gerade,gerade)
Output-Verhaltensmuster:
„Einschwingvorgang + periodischer Teil“ für alle c_0.

** k(n) = per(gerade,ungerade)
per(ungerade,gerade)
per(ungerade,ungerade)
Die Output-Folge divergiert für alle c_0.

Beweis!