

# Vom Wurm zum Mensch

12 31 34 28 26 17 29 4 9 36 18 35 19 1 16 14 32 33 22 15 11 27 5 20 | 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 20 5 27 11 15 22 33 32 14 16 1 | 19 35 18 36 9 4 29 17 26 28 34 31 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 16 | 14 32 33 22 15 | 11 27 5 20 19 35 18 36 9 4 29 17 26 28 34 31 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 16 15 | 22 33 32 14 11 27 5 20 19 35 18 36 | 9 4 29 17 26 28 34 31 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 16 15 | 36 18 35 19 20 5 27 11 14 | 32 33 22 9 4 29 17 26 28 34 31 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 16 15 14 | 11 27 5 20 19 35 18 36 32 33 22 9 4 29 17 26 28 34 31 | 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 | 16 15 14 31 34 28 26 | 17 29 4 9 22 33 32 36 18 35 19 20 5 27 11 | 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 28 | 34 31 14 15 16 17 29 4 9 22 33 32 36 18 | 35 19 20 5 27 11 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 28 | 18 36 32 33 22 9 4 29 | 17 16 15 14 31 34 35 19 20 5 27 11 | 12 13 30 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 28 29 | 4 9 22 33 32 36 18 17 16 15 14 31 34 35 19 20 5 27 11 | 12 13 30 | 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 | 28 29 30 13 12 11 | 27 5 20 19 35 34 31 14 15 16 17 18 36 32 33 22 9 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 | 11 12 13 30 29 28 27 | 5 20 19 35 34 31 14 15 16 17 18 36 32 33 22 9 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 | 30 13 12 11 5 20 19 35 34 31 | 14 15 16 17 18 36 32 33 22 9 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 34 35 19 20 | 5 11 12 13 14 15 16 17 18 36 32 33 22 9 | 4 23 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 | 34 35 19 20 9 22 | 33 32 36 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 | 22 9 20 19 35 34 33 | 32 36 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 | 19 20 9 22 36 | 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 22 9 | 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 23 | 10 6 3 24 21 8 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 22 9 | 24 3 6 10 23 4 5 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 8 | 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 | 22 9 8 | 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 23 | 10 6 3 24 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 8 9 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 | 23 10 6 3 | 24 25 2 7  
 1 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 8 9 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 3 | 6 10 23 24 25 2 | 7  
 | 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 8 9 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 5 4 3 2 | 25 24 23 10 6 7 |  
 1 2 3 4 5 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 9 8 7 6 10 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 |  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 | 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 |  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36

Umordnung minimaler Länge durch Reversals (Inversionen) mitochondrialen DNA vom Wurm *Axcaris Suum* zum Mensch

## Sortieren durch Inversionen

$$\begin{aligned} P &= (0 \ -2 \ -1 \ 4 \ 3 \ 5 \ \underline{-8 \ 6 \ 7} \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ -1 \ \underline{4 \ 3 \ 5} \ -7 \ -6 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ -1 \ -5 \ \underline{-3 \ -4} \ -7 \ -6 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ \underline{-1 \ -5} \ 6 \ 7 \ 4 \ 3 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ 5 \ 1 \ 6 \ 7 \ \underline{4 \ 3} \ 8 \ 9) \\ Q &= (0 \ -2 \ 5 \ 1 \ 6 \ 7 \ -3 \ -4 \ 8 \ 9) \end{aligned}$$

## Eine Permutation ist die Identität

$$\begin{aligned} P &= (0 \ -2 \ -1 \ 4 \ 3 \ 5 \ \underline{-8 \ 6 \ 7} \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ -1 \ \underline{4 \ 3 \ 5} \ -7 \ -6 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ -1 \ -5 \ \underline{-3 \ -4 \ -7 \ -6} \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ \underline{-1 \ -5} \ 6 \ 7 \ 4 \ 3 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ -2 \ 5 \ 1 \ 6 \ 7 \ \underline{4 \ 3} \ 8 \ 9) \\ Q &= (0 \ -2 \ 5 \ 1 \ 6 \ 7 \ -3 \ -4 \ 8 \ 9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q^{-1} \circ P &= (0 \ 1 \ -3 \ -7 \ -6 \ 2 \ \underline{-8 \ 4 \ 5} \ 9) \\ &\quad (0 \ 1 \ -3 \ \underline{-7 \ -6 \ 2} \ -5 \ -4 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ 1 \ -3 \ -2 \ \underline{6 \ 7} \ -5 \ -4 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ 1 \ \underline{-3 \ -2} \ 4 \ 5 \ -7 \ -6 \ 8 \ 9) \\ &\quad (0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ \underline{-7 \ -6} \ 8 \ 9) \\ Q^{-1} \circ Q &= (0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9) \end{aligned}$$