

Generator für Permutationen in der Aufzählung von Johnson und Trotter.

```
def generate_johnson_trotter(n):
    """Generator: Erzeuge die Permutationen von {1,2,...,n}
    mit dem Johnson-Trotter-Algorithmus."""

    # Initialisierung:
    # - Permutation pi (als numpy-array),
    # - inverse Permutation pi_inv(ebenfalls als numpy-array),
    # - und "Bewegungsrichtungen" der "wandernden Elemente"
    # sind dargestellt als numpy-arrays der Länge n+2.
    # Indices 0 und n+1 dienen nur der "Begrenzung"; das
    # eigentliche Permutationswort ist im "slice 1:n+1")
    # gespeichert.
    # Die numpy-Funktion arange(n) liefert Werte von 0 bis
    # n-1 in einem numpy-array:
    pi = np.arange(n+2, dtype=int)
    # Index 0 enthält - ebenso wie n+1 - eine "Begrenzung",
    # die während des Algorithmus nicht verändert wird:
    pi[0] = n+1
    pi_inv = np.arange(n+2, dtype=int)
    # Die numpy-Funktion ones(n) liefert ein numpy-array
    # der Länge n, dessen Eintragungen alle gleich 1 sind.
    # numpy-Vektoren kann man mit Skalaren (hier: -1) multiplizieren
    # und addieren - wie sich das für Vektoren gehört;-)
    dirs = (-1)*np.ones(n+2, dtype=int)
    # Datentyp dtype=int für die Einträge ist hier WICHTIG, da
    # diese teils als INDIZES in arrays verwendet werden!

    # Aktive Elemente (das sind die, die durch das Permutationswort
    # "wandern"): Anfangs alle außer 1.
    active = [x for x in range(2,n+1)]

    # Solange es aktive Elemente gibt, durchlaufen wir die
    # while-Schleife: len(active) ist zwar genau besehen eine
    # int-Zahl und kein bool-Wahrheitswert, wird aber "automatisch"
    # als Wahrheitswert interpretiert: False genau dann, wenn 0,
    # sonst True.
    while len(active):
        # Ausgabe des aktuellen Permutationswortes
        # (das, wie gesagt, dem "slice 1:-1" entspricht):
        yield ' '.join([str(x) for x in pi[1:-1]])
        # print(' '.join([str(x) for x in pi[1:-1]]))

        # Das größte der aktiven Elemente soll "wandern" ...
        m = max(active)
        # ... und zwar in die "entsprechende Richtung":

        # j ist die Stelle, an der Element m aktuell steht ...
        j = pi_inv[m]
        # ... wir vertauschen das Element an Stelle j (also m)
        # mit seinem "Nachbarn" (in Richtung dirs[m]) ...
        neighbour_j = j + dirs[m]
        pi[j] = pi[neighbour_j]
        pi[neighbour_j] = m
        # (Diese Vertauschung entspricht einer Transposition tau!)
        # ... und passen die inverse Permutation entsprechend
        # an, damit wieder pi[pi_inv[j]] = j für j=1,2,...,n gilt:
        pi_inv[m] = neighbour_j
        pi_inv[pi[j]] = j

        # Haben wir einen "Umkehrpunkt am Rand" erreicht
        # Das ist dann der Fall, wenn wir - in dieselbe Richtung
        # wie bisher weiter wandernd - auf ein Element > m stoßen
        # würden (zur Erinnerung: pi[0] = pi[n+1] = n+1): Dann drehen
        # wir die Richtung von m um und "deaktivieren" m.
        if m < pi[j+2*dirs[m]]:
            dirs[m] = -dirs[m]
            active.remove(m)

        # Nach dem "Schritt von m" lassen wir auch alle
        # Elemente größer als m (wenn es welche gibt) wieder
        # aktiv werden:
        active += [x for x in range(m+1,n+1)]

    # Ausgabe des aktuellen Permutationswortes:
    yield ' '.join([str(x) for x in pi[1:-1]])
```