

```

algorithm LEFTROTATE( $T, x$ )
     $y = \text{right}[x]$ 
     $\text{right}[x] = \text{left}[y]$ 
    if  $\text{left}[y] \neq \text{nil}[T]$  then
         $\text{parent}[\text{left}[y]] = x$ 
    end if
     $\text{parent}[y] = \text{parent}[x]$ 
    if  $\text{parent}[x] = \text{nil}[T]$  then
         $\triangleright$  Wenn  $x$  Wurzel war, wird  $y$  Wurzel.
         $\text{root}[T] = y$ 
    else
        if  $x = \text{left}[\text{parent}[x]]$  then
             $\text{left}[\text{parent}[x]] = y$ 
        else
             $\text{right}[\text{parent}[x]] = y$ 
        end if
    end if
     $\text{left}[y] = x$ 
     $\text{parent}[x] = y$ 
end algorithm

```

algorithm RBINSERT(T, z)

 Zeilen 1–18 wie TREEINSERT(T, z), wobei NIL durch $\text{nil}[T]$ ersetzt wird

$\text{left}[z] = \text{nil}[T]$

$\text{right}[z] = \text{nil}[T]$

$\text{color}[z] = \text{rot}$

 RBINSERTFIXUP(T, z)

end algorithm

```

algorithm RBINSERTFIXUP( $T, z$ )
  while color[parent[ $z$ ]] = rot do
    if parent[ $z$ ] = left[parent[parent[ $z$ ]]] then
       $\triangleright$  Vater ist linkes Kind von Opa
       $y$  = right[parent[parent[ $z$ ]]]       $\triangleright y$  ist Onkel von  $z$ 
      if color[ $y$ ] = rot then
         $\triangleright$  1. Fall: roter Onkel
         $\triangleright$  Umfärben: Vater und Onkel schwarz, Opa rot
        color[parent[ $z$ ]] = schwarz
        color[ $y$ ] = schwarz
        color[parent[parent[ $z$ ]]] = rot
         $z$  = parent[parent[ $z$ ]]       $\triangleright$  weiter mit Opa
      else
        if  $z$  = right[parent[ $z$ ]] then
           $\triangleright$  2. Fall: schwarzer Onkel, Knick auf Weg zu Opa
           $z$  = parent[ $z$ ]
          LEFTROTATE( $T, z$ )       $\triangleright$  Linksrotation um Vater
        end if
        color[parent[ $z$ ]] = schwarz
        color[parent[parent[ $z$ ]]] = rot
        RIGHTROTATE( $T$ , parent[parent[ $z$ ]])
      end if
    else
       $\triangleright$  wie then-Zweig, aber left und right vertauscht
    end if
  end while
  color[root[ $T$ ]] = schwarz
end algorithm

```

1.Fall

2.Fall

3.Fall