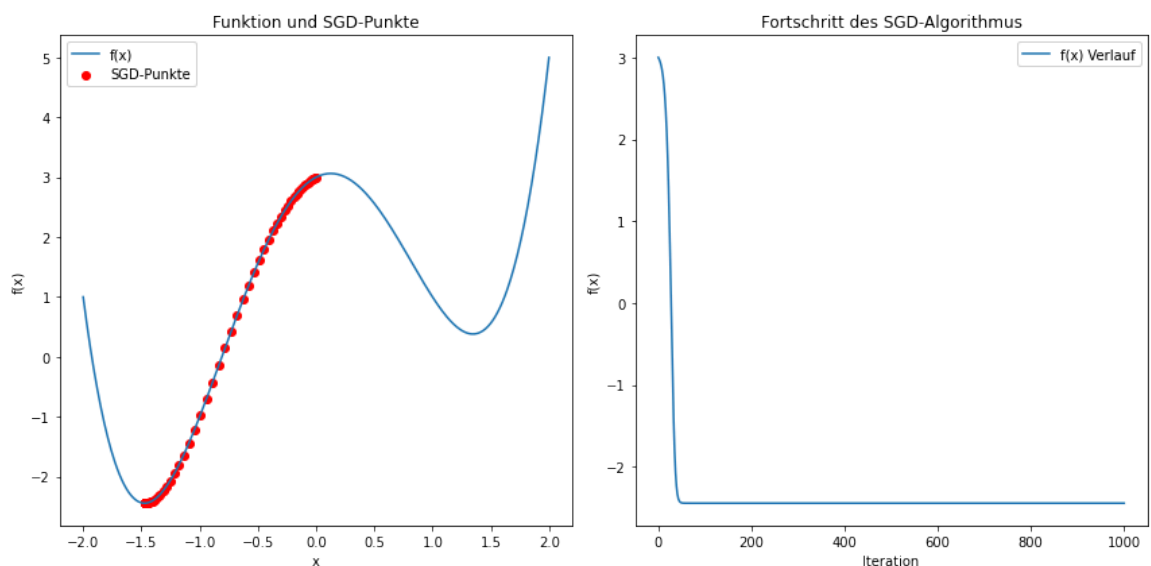


Plot W-Funktion mit SGD-Verfahren

```
In [2]: 1 # Libraries und Initialisierung
2 import time
3 import numpy as np
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 # Definition der Funktion und ihrer Ableitung
7 def f(x):
8     return x**4 - 4*x**2 + x + 3
9
10 def f_prime(x):
11     return 4*x**3 - 8*x + 1
12
13 # SGD-Parameter
14 learning_rate = 0.01
15 num_iterations = 1000
16
17 # Initialisierung
18 x = 0.0
19 x_history = [x]
20 f_history = [f(x)]
21
```

In [3]:

```
1 # SGD-Algorithmus
2 for _ in range(num_iterations):
3     gradient = f_prime(x)
4     x = x - learning_rate * gradient
5     x_history.append(x)
6     f_history.append(f(x))
7
8 # Plotten der Funktion
9 x_vals = np.linspace(-2, 2, 400)
10 y_vals = f(x_vals)
11
12 plt.figure(figsize=(12, 6))
13
14 # Plot der Funktion
15 plt.subplot(1, 2, 1)
16 plt.plot(x_vals, y_vals, label='f(x)')
17 plt.scatter(x_history, [f(x) for x in x_history], color='red', label='SGD')
18 plt.title('Funktion und SGD-Punkte')
19 plt.xlabel('x')
20 plt.ylabel('f(x)')
21 plt.legend()
22
23 # Plot des Fortschritts
24 plt.subplot(1, 2, 2)
25 plt.plot(f_history, label='f(x) Verlauf')
26 plt.title('Fortschritt des SGD-Algorithmus')
27 plt.xlabel('Iteration')
28 plt.ylabel('f(x)')
29 plt.legend()
30
31 plt.tight_layout()
32 plt.show()
```



Ergebniss

Nach ungefähr 150 Iterationen ergibt sich das folgende Minimum: Das minimale x : $x_{\min} \approx -1.473$ Der minimale Funktionswert: $f(x_{\min}) \approx -2.444$ Die Iterationen enden, wenn der Betrag der Änderung in x kleiner als die Toleranzschwelle wird. Dies hängt in diesem Fall aber auch stark am Startpunkt ab. Zudem ist die Steigung an dieser Stelle in Richtung globales Minimum größer als in die andere Richtung. Hätte man einen Startpunkt etwa bei $x = 1.5$ gewählt wäre man beim lokalen Minimum bei $x = 1.36$ gelandet.

In [4]:

```
1 # print current date and time
2
3 print("Date & Time:",time.strftime("%d.%m.%Y %H:%M:%S"))
4 # end of import test
5 print ("*** End of SGD Beispiel ***")
```

Date & Time: 18.09.2024 17:38:44

*** End of SGD Beispiel ***