

# Numerische Mathematik I für Ingenieure SS10

## Verständnisfragen – Hausübung 9

<b>VF-1:</b> Es sei $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ eine zweimal stetig differenzierbare Funktion. Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!	
1.	Wenn $f(a) < 0$ und $f(b) > 0$ sowie $f''(x) > 0$ für alle $x \in [a, b]$ gilt, dann existiert in $[a, b]$ genau eine Nullstelle von $f$ .
2.	Wenn $f(a) < 0$ und $f(b) > 0$ sowie $f''(x) > 0$ für alle $x \in [a, b]$ gilt, dann gilt zu dem Startwert $x_0 = a$ für alle Iterationswerte $x_i$ des Newton-Verfahrens $x_i \geq a$ .
3.	Wenn $f(a) > 0$ und $f(b) < 0$ sowie $f''(x) < 0$ für alle $x \in [a, b]$ gilt, dann bilden die Iterationswerte des Newton-Verfahrens zu $x_0 = b$ eine monoton fallende Folge.
4.	Wenn $f(a) > 0$ und $f(b) < 0$ , dann konvergiert die Bisektion stets schneller als das Sekantenverfahren, da sie den Einschluss der Nullstelle garantiert.

<b>VF-2:</b> Sei $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ eine zweimal stetig differenzierbare Funktion. Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!	
1.	Wenn $f(a) \geq 0$ und $f(b) \leq 0$ gilt, dann existiert in $[a, b]$ genau eine Nullstelle von $f$ .
2.	Wenn $f(a) > 0$ und $f(b) < 0$ gilt, dann existiert in $[a, b]$ genau eine Nullstelle von $f$ .
3.	Wenn $f(a) < 0$ und $f(b) > 0$ gilt und $f''(x) < 0$ für alle $x \in [a, b]$ gilt, dann bilden die Iterationswerte des Newton-Verfahrens zu $x_0 = a$ eine monoton steigende Folge.
4.	Wenn $f(a) < 0$ und $f(b) > 0$ gilt und $f'(x) \neq 0$ für alle $x \in [a, b]$ gilt, dann liefert das Newton-Verfahrens zum Startwert $x_0 = (a + b)/2$ die in $[a, b]$ eindeutige Nullstelle $f(x^*) = 0$ .

<b>VF-3:</b> $x^*$ sei eine Nullstelle der Funktion $f(x) := e^{-x} - 2$ . Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!	
1.	$f$ hat eine eindeutige Nullstelle $x^* \in \mathbb{R}$ .
2.	Das Newton-Verfahren, angewandt auf $f$ , konvergiert für alle Startwerte $x_0 \in \mathbb{R}$ .
3.	Das Newton-Verfahren, angewandt auf $f$ , konvergiert nur für Startwerte $x_0$ , für die $ x_0 - x^* $ hinreichend klein ist.
4.	Mit $x_0 < x^*$ gilt für die mit der Newton-Methode berechnete Folge $(x_k)_{k \geq 0}$ auch $x_k < x^*$ für alle $k \geq 1$ .

<b>VF-4:</b> Mit $k \in \mathbb{N}$ und den Iterationswerten $x_k \in \mathbb{R}$ gelte $x^* = \lim_{k \rightarrow \infty} x_k$ . Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!		
1.	Die Folge $\{x_k\}_{k \in \mathbb{N}}$ konvergiert mit mindestens der Ordnung $p > 1$ gegen $x^*$ , wenn $c > 0$ und $k_0 \in \mathbb{N}$ existieren, so dass $ x_{k+1} - x^*  \leq c x_k - x^* ^p$ für alle $k \geq k_0$ gilt.	
2.	Die Folge $\{x_k\}_{k \in \mathbb{N}}$ konvergiert mit mindestens der Ordnung $p = 1$ gegen $x^*$ , wenn $c > 1$ und $k_0 \in \mathbb{N}$ existieren, so dass $ x_{k+1} - x^*  \leq c x_k - x^* $ für alle $k \geq k_0$ gilt.	
3.	Ein iteratives Verfahren hat die Konvergenzordnung $p > 1$ , wenn sich die Anzahl gültiger Stellen asymptotisch (d. h. für $k \rightarrow \infty$ ) von Iterationsschritt zu Iterationsschritt um den Faktor $p$ vergrößert.	
4.	Je größer die Konvergenzordnung $p$ ist, desto kleiner ist das kleinste $k \in \mathbb{N}$ mit $x_k = x^*$ .	

<b>VF-5:</b> Mit der stetig differenzierbaren Funktion $\Phi : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ und den Iterationswerten $x^k \in \mathbb{R}^n$ , $k \in \mathbb{N}$ , betrachten wir die Iterationsvorschrift $x^{k+1} := \Phi(x^k)$ . Ferner sei $E$ eine abgeschlossene Teilmenge von $\mathbb{R}^n$ , $x^0 \in E$ und $L \in [0, 1)$ . Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!		
1.	Ist $\Phi$ selbstabbildend und kontraktiv in $E$ , so ist $x^* = \lim_{k \rightarrow \infty} x^k$ äquivalent zu $\Phi(x^*) = x^* \in E$ , egal ob $E$ konvex ist oder nicht.	
2.	Ist die Teilmenge $E \subset \mathbb{R}^n$ konvex, mit $\Phi(E) \subset E$ sowie $\ \Phi'(x)\  \leq L \forall x \in E$ in einer beliebigen Operatornorm, so konvergiert die Folge $\{x^k\}_{k \in \mathbb{N}}$ gegen den eindeutigen Fixpunkt $x^* \in E$ .	
3.	Ist $E$ konvex, so ist in einer beliebigen Operatornorm $\ \Phi'(x)\  \leq L \forall x \in E$ hinreichend für die Kontraktivität von $\Phi$ in $E$ .	
4.	$\Phi$ ist kontraktiv in $E$ , wenn in einer beliebigen Norm gilt $\ \Phi(x) - \Phi(y)\  \leq L\ x - y\  \forall x, y \in E$ .	

<b>VF-6:</b> Es sei $\Phi : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ stetig differenzierbar, und für $x^* \in \mathbb{R}$ gelte $\Phi(x^*) = x^*$ und $ \Phi'(x^*)  < 1$ . Mit $x_0 \in \mathbb{R}$ wird die Fixpunktiteration $x_{k+1} := \Phi(x_k)$ , $k = 0, 1, 2, \dots$ definiert. Beantworte alle Fragen mit wahr oder falsch!		
1.	Die Fixpunktiteration konvergiert stets, wenn $ x_0 - x^* $ hinreichend klein ist.	
2.	Die Konvergenzordnung der Fixpunktiteration kann größer als 2 sein.	
3.	Das Fixpunktverfahren lässt sich stets auch als Newton-Verfahren für ein entsprechendes Nullstellenproblem interpretieren.	
4.	Falls $\Phi'(x^*) = 0$ gilt, ist die Konvergenzordnung der Fixpunktiteration größer als 1.	