

→ Name:.....

**Bitte lesbar ausfüllen!**

→ Vorname:.....

→ auf ungeraden Seiten wiederholen →

→ Matr.-Nr.:.....

**Baustoffkunde 1 BB**

(Baustoffkunde 1. Semester)

**WS 18/19**

**30.03.2019**

**für folgende Studiengänge und Studienabschnitte:**

Studiengang		Wahl
Bauingenieurwesen B. Sc.	1. Sem.	
Mobilität und Verkehr B. Sc.	1. Sem.	
Umwelting.-Wissenschaften	1. Sem.	
Wirtsch.-Ing.-Wesen (FR Bauing.) B. Sc.	1. Sem.	
Lehramt Bautechnik	1. Sem.	

**Bitte kreuzen Sie das für Sie Zutreffende in der letzten Spalte der oberen Tabelle an. Dies ist unbedingt erforderlich, da die Klausur sonst nicht bewertet werden kann.**

Die angegebenen Punktzahlen sind Richtwerte für die Bearbeitungszeit in Minuten (1 Punkt = 1 Minute).

**Die Antworten sind in die dafür vorgesehenen Zeilen bzw. Felder einzutragen. Nur die dort eingetragenen Antworten werden bewertet.**

Die Aufgaben sind nachvollziehbar zu lösen.

**Hiermit bestätige ich, dass ich mich gesund fühle und in der Lage bin, an der Prüfung teilzunehmen.**

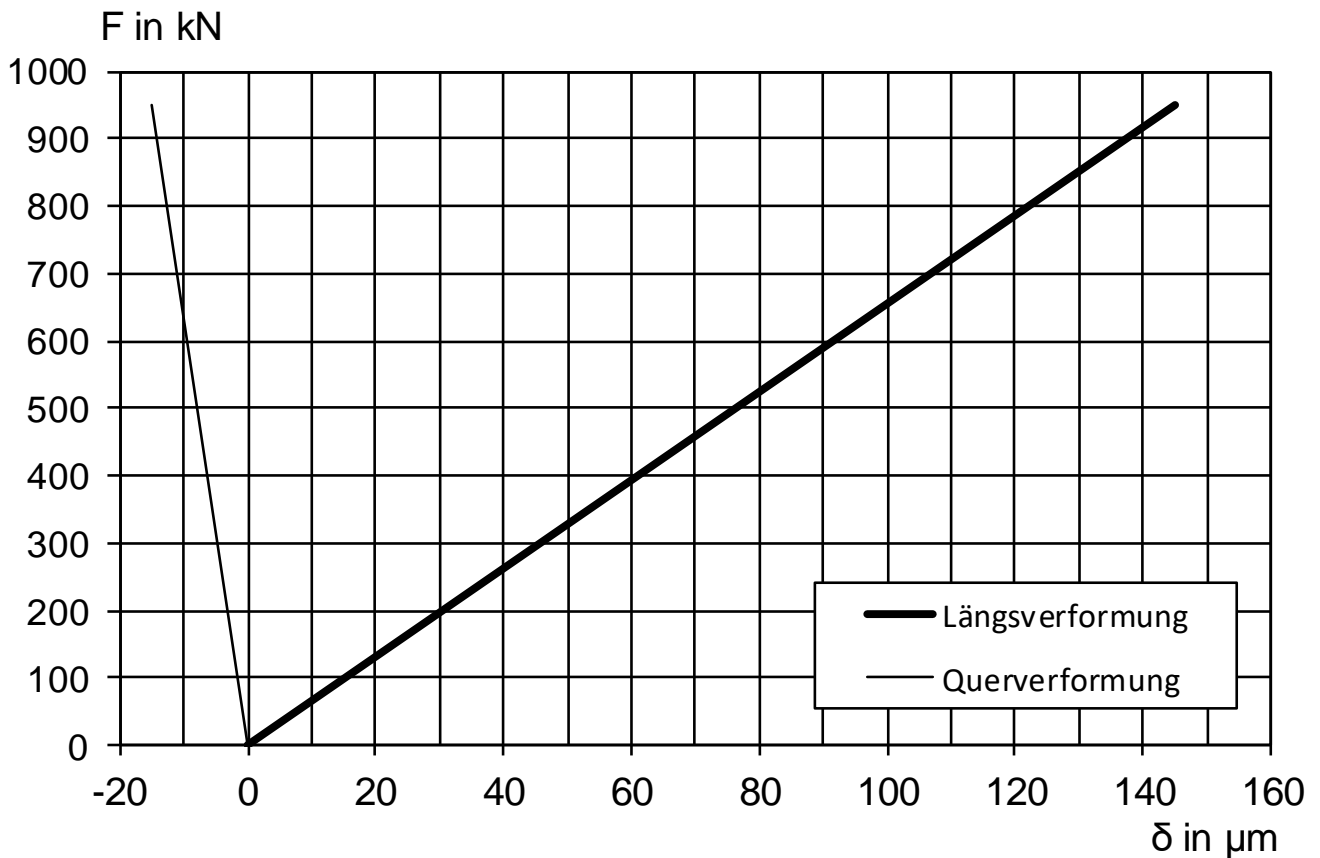
\_\_\_\_\_  
**Datum/Unterschrift**

Aufgabe Nr.	Thema	mögliche Punktzahl	erreichte Punktzahl	korrigiert durch
1	Baustoffkenngrößen	(34)		
2	Kristallstruktur und plastische Verformung	(10)		
3	Verbundwerkstoffe	(14)		
4	Bruchmechanik	(6)		
5	Metalle	(35)		
6	Metallkorrosion	(21)		
Gesamtpunktzahl:		(120)		

## 1 BAUSTOFFKENNGRÖSSEN (34 PUNKTE)

### Aufgabe 1.1:

Bei einem Zugversuch wird ein 2,5 m langer Glasstab mit quadratischer Grundfläche und einer Kantenlänge von 120 mm bis zum Bruch belastet. Dabei wird die Verformung in Längsrichtung sowie in Querrichtung aufgezeichnet. Die Messlänge beträgt dabei in Längsrichtung 150 mm und in Querrichtung 75 mm. Die sich ergebende Last-Verformungs-Kurve ist im folgenden Diagramm dargestellt.



a) Berechnen Sie die Zugfestigkeit und den Elastizitätsmodul des Werkstoffs!

(4 P.)

Antwort	
---------	--

b) Berechnen Sie die Querdehnzahl des Werkstoffs!

(2 P.)

Antwort	
---------	--

c) Zeichnen Sie die Spannungs-Dehnungs-Linie des Werkstoffs in ein geeignetes Diagramm. (3 P.)

---

(max. 9 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 1.2:**

- a) Der Glasstab aus Aufgabenteil 1.1 wird beidseitig eingespannt (vollständig dehnungsbehindert) und anschließend von 20 °C auf -20 °C abgekühlt. Berechnen Sie die sich einstellende Spannung im Bauteil! Kommt es durch die auftretenden Spannungen zum Versagen des Bauteils? Gehen Sie von einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $7 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$  aus! Sollten Sie Aufgabenteil 1.1 nicht gelöst haben, treffen Sie sinnvolle Annahmen für fehlende Kennwerte! (2 P.)

Antwort	
---------	--

- b) Beschreiben Sie den Einfluss des Elastizitätsmoduls bei sonst gleichen Werkstoffeigenschaften auf die Spannungen in dehnungsbehinderten Bauteilen! (1 P.)

Antwort	
---------	--

- c) Welche Bedeutung hat die Relaxation von Werkstoffen für die Höhe der Spannungen unter Dehnungsbehinderung? Antwort mit Begründung! (2 P.)

Antwort	
---------	--

---

(max. 5 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 1.3:**

Sie bekommen eine Lieferung Zement als Betonausgangsmaterial. Dabei handelt es sich um eine Palette mit 12 zylindrischen Eimern mit Deckel. Die Eimer haben eine runde Grundfläche mit einem Durchmesser von 35 cm und ebenfalls eine Höhe von 35 cm. Die Eimer sind im Schnitt zu 90 % gefüllt. Auf Grund Ihrer Berufserfahrung kennen Sie die folgenden Erfahrungswerte für Zement:  $\rho=3.100 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{Rg}=3.100 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_s=1.200 \text{ kg/m}^3$ .

Reicht Ihnen die gelieferte Menge Zement aus, um einen Kubikmeter Normalbeton herzustellen? Bestimmen Sie hierzu überschläglich die gelieferte Masse an Zement!

Antwort	
---------	--

---

(max. 3 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 1.4:**

- a) Zeichnen Sie für eine Spannung  $\sigma_k / \beta_D = 0,3$  sowie 0,9, die über einen längeren Zeitraum auf einen Beton einwirkt, jeweils sowohl die Spannungs-Zeit-Kurve als auch die Dehnungs-Zeit-Kurve!  
(3 P.)
- b) Bezeichnen Sie im Dehnungs-Zeit-Diagramm für  $\sigma_k / \beta_D = 0,3$  die beiden wesentlichen Verformungsanteile!  
(2 P.)

---

(max. 5 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 1.5:**

- a) Welche beiden Grundvoraussetzung müssen vorliegen, damit eine Diffusion durch einen Werkstoff stattfindet? (2 P.)

1	
2	

- b) Welche für das Bauwesen relevanten Substanzen werden über Diffusion transportiert? (2 P.)

1	
2	

(max. 4 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 1.6:**

- a) Wie ist die Dichte definiert? Bitte geben Sie eine typische Einheit für die Dichte an! (1 P.)

Definition	
Einheit	

- b) Was ist der Unterschied zwischen Rein-, Roh- und Schüttdichte? (3 P.)

Antwort	
---------	--

(max. 4 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 1.7:**

Die Grobstruktur von Werkstoffen hat einen Einfluss auf deren Eigenschaften. Beschreiben Sie die Strukturen eines homogen isotropen und eines heterogen anisotropen Werkstoffs! Geben Sie jeweils ein Beispiel für den entsprechenden Werkstoff an!

homogen isotrop	
heterogen anisotrop	

---

(max. 4 Punkte)

Punkte

---

**2 KRISTALLSTRUKTUR UND PLASTISCHE VERFORMUNG (10 PUNKTE)**

**Aufgabe 2.1:**

- a) Welche Kristallstrukturen sind dichtest gepackt? Bitte führen Sie sowohl die Abkürzung als auch die entsprechende Bedeutung auf! (2 P.)

Antwort	
---------	--

- b) Wie hoch ist die Raumauffüllung (Füllgrad) der dichtest gepackten Kristallstrukturen? (1 P.)

Antwort	
---------	--

---

(max. 3 Punkte)

Punkte

---



**Aufgabe 2.2:**

Erklären Sie den Unterschied zwischen einem kristallinen und einem amorphen Werkstoff bezüglich des atomaren Aufbaus!

Antwort	

(max. 1 Punkt)

Punkte

**Aufgabe 2.3:**

a) Nennen Sie die zwei Versetzungsarten?

(1 P.)

1	
2	

b) Welcher Vektor definiert den Versetzungsbetrag? Wie ist dieser Vektor in Bezug auf die Versetzungslinie bei oben genannten Versetzungsarten gerichtet? (3 P.)

Antwort	
---------	--

(max. 4 Punkte)

Punkte

### Aufgabe 2.4:

Was passiert bei Metallen mit dichtest gepackter Kristallstruktur, wenn die kritische Schubspannung überschritten wird?

Antwort	
---------	--

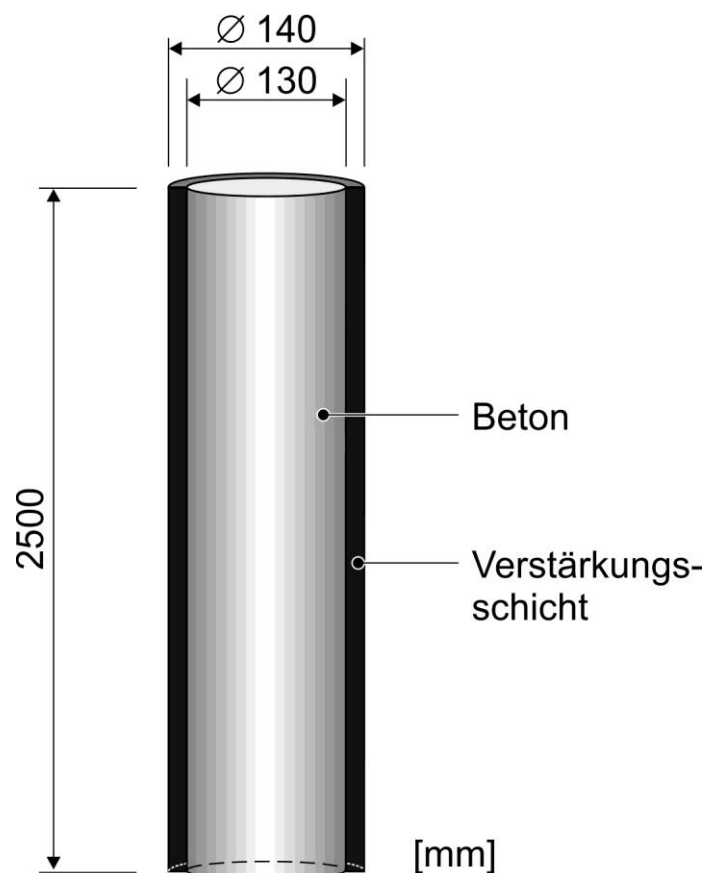
(max. 2 Punkte)

Punkte

### 3 VERBUNDWERKSTOFFE (14 PUNKTE)

#### Aufgabe 3.1:

Im Rahmen einer Umbaumaßnahme eines mehrstöckigen Gebäudes müssen die Stützen aufgrund höherer Lasten verstärkt werden. Ein schematischer Aufbau einer solchen verstärkten Stütze ist in der Abbildung zu sehen.



- a) Berechnen Sie den notwendigen Elastizitätsmodul des Verstärkungsmaterials, sodass die Stauchung der Stütze lediglich 1,5 ‰ beträgt! Nehmen Sie an, dass der Beton einen Elastizitätsmodul von 32.000 N/mm<sup>2</sup> aufweist! Die Masse, welche vollflächig auf die Stütze wirkt, beträgt 80 Tonnen. (9 P.)

Antwort	
---------	--

b) Berechnen die die Verformung der Stütze ohne die zusätzlich aufgebrauchte Verstärkung! (3 P.)

Antwort	
---------	--

c) Berechnen Sie die Querdehnung der Stütze ohne die zusätzliche Verstärkung! Gehen Sie davon aus, dass die Querdehnzahl des Betons 0,2 beträgt! (2 P.)

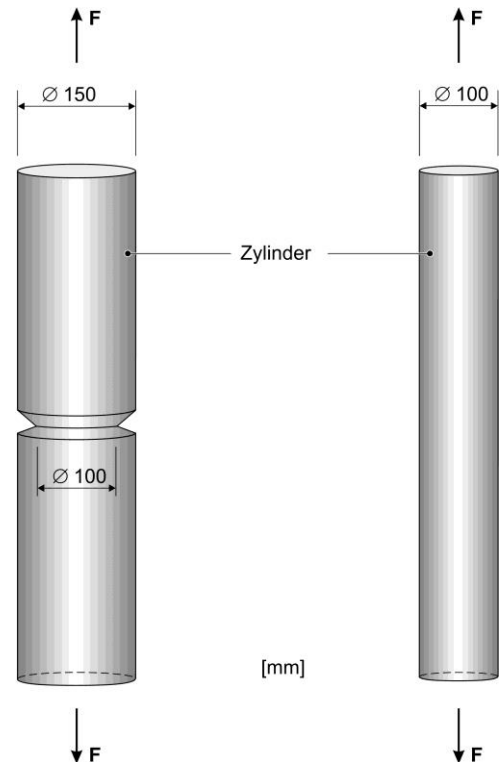
Antwort	
---------	--

#### 4 BRUCHMECHANIK (6 PUNKTE)

##### Aufgabe 4.1:

An jeweils zwei zylindrischen Probekörpern wurden Zugversuche an zwei verschiedenen Werkstoffen durchgeführt. Der ungekerbte Zylinder hatte einen Durchmesser von 100 mm. Der rundum gekerbte Zylinder wies einen Außendurchmesser von 150 mm, einen Innendurchmesser von 100 mm und eine Kerbtiefe von rundum 25 mm auf. Die Ergebnisse der jeweiligen Zugversuche sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Zugkraft in kN			
Werkstoff 1		Werkstoff 2	
ungekerbt	gekerbt	ungekerbt	gekerbt
3.311	3.330	26,69	1,963



a) Berechnen Sie die jeweiligen Zugfestigkeiten der beiden Werkstoffe!

(3,0 P.)

1	
2	

- b) Handelt es sich bei den beiden Werkstoffen um kerbempfindliche Werkstoffe? Begründen Sie ihre Antwort. (3 P.)

Antwort	
---------	--

(max. 6 Punkte)

Punkte

**5 METALLE (35 PUNKTE)**

**Aufgabe 5.1:**

- a) Welches nichtmetallische Legierungselement von Eisen ist grundsätzlich immer im Stahl vorhanden? (1 P.)

Antwort	
---------	--

- b) Welche Stahleigenschaften bzw. Stahlkenngrößen lassen sich durch eine Erhöhung des Gehaltes des in Aufgabenteil a) gesuchten Legierungselementes beeinflussen (3 Nennungen) und welche Auswirkung hat dies auf diese Stahleigenschaften? (3 P.)

Nennungen	Auswirkung

(max. 4 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 5.2:**

a) Welche Stähle werden durch eine technische Streckgrenze charakterisiert? (1 P.)

Antwort	
---------	--

b) Erläutern Sie kurz den Begriff technische Streckgrenze! (1 P.)

Antwort	
---------	--

---

(max. 2 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 5.3:**

Durch die Wärmebehandlung von Stählen lassen sich Festigkeit und Verformbarkeit beeinflussen, ohne den Kohlenstoffanteil zu verändern.

Erläutern Sie kurz die **drei** nachfolgend genannten Verfahren!

Verfahren	Erläuterung
Glühen	
Härten	
Vergüten	

---

(max. 3 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 5.4:**

Zeichnen Sie die Spannungs-Dehnungs-Linie eines **kaltverformten** Stahls in das untenstehende Diagramm! Beschriften Sie die Achsen, benennen Sie die wichtigsten Kenngrößen und die drei Phasen des Verlaufs im vorliegenden Diagramm und markieren Sie diese jeweils eindeutig in Ihrer Skizze!



---

(max. 6 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 5.5:**

Beim Schweißen kann grundsätzlich zwischen zwei Gruppen von Schweißverfahren unterschieden werden; das Schmelzschweißen und das Pressschweißen. Erläutern Sie die beiden Verfahren kurz und nennen Sie jeweils **ein** Verfahren.

Schweißverfahren	Erläuterungen	Beispiele
Schmelzschweißen		
Pressschweißen		

---

(max. 3 Punkte)

Punkte



**Aufgabe 5.6:**

Nennen Sie **drei** zerstörungsfreie Prüfverfahren um den Fehler in einer Schweißnaht fest zu stellen und erläutern Sie diese kurz!

1	
2	
3	

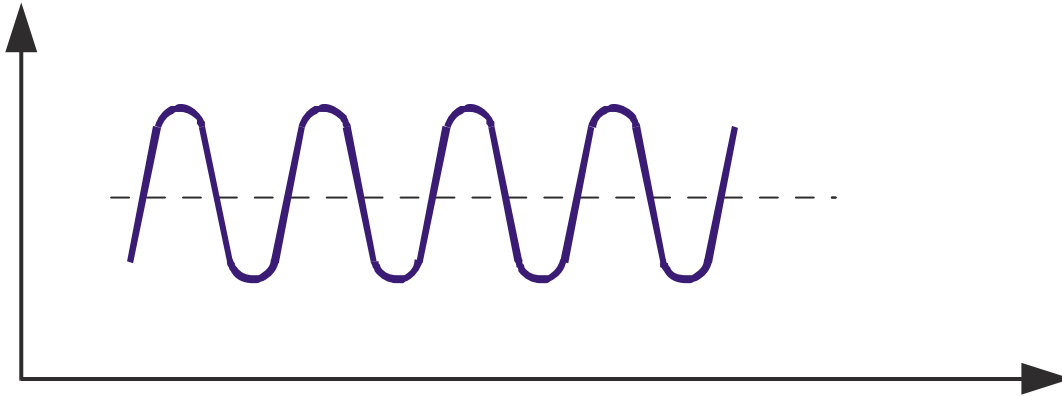
---

(max. 3 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 5.7:**

Nachfolgend dargestellt sehen Sie den schematischen Ablauf eines Dauerschwingversuches. Beschriften Sie die Achsen und kennzeichnen Sie die Oberspannung  $\sigma_O$ , die Mittelspannung  $\sigma_m$ , die Unterspannung  $\sigma_u$  und die Schwingbreite  $\Delta\sigma$ !



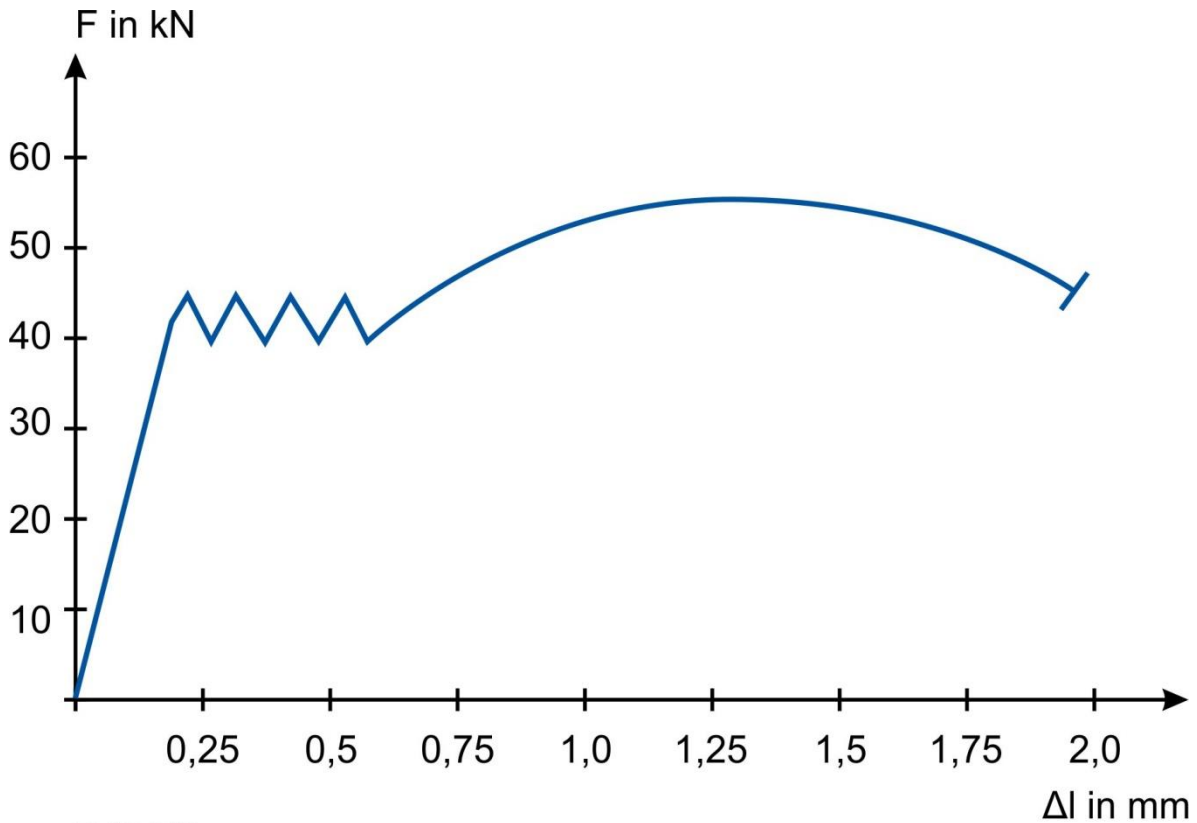
---

(max. 3 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 5.8:**

- a) Berechnen Sie aus dem gegebenen Kraft-Verformungsdiagramm eines Bewehrungsstahles die Kenngrößen Streckgrenze und Zugfestigkeit! Die Querschnittsfläche des Stabes betrug  $A_s = 78,54 \text{ mm}^2$  (Stabdurchmesser  $d_s = 10 \text{ mm}$ ).  
Bitte geben Sie die zugrundeliegenden Formeln sowie den Lösungsweg an und tragen Sie die abgelesenen Werte nachvollziehbar in das Diagramm ein! (3 P.)



L3\_LQ\_04/Ka

Streckgrenze	
Zugfestigkeit	

b) Berechnen Sie Gleichmaßdehnung und Bruchdehnung anhand der handgemessenen Dehnungen! Die Messlänge für die Gleichmaßdehnung beträgt 100 mm. Die Messlänge für die Bruchdehnung beträgt  $10 d_s$ . An der gerissenen Probe wurden für die Messlängen nach Belastung folgende Längen per Hand gemessen

im Bruchbereich: 115,6 mm

außerhalb des Bruchbereichs: 107,4 mm

Beachten Sie, dass Sie die Formel sowie den Lösungsweg auch angeben sollen!

Die Endergebnisse sollen in Prozent [%] angegeben werden.

(3 P.)

Gleichmaßdehnung	
Bruchdehnung	

- c) Berechnen Sie den Elastizitätsmodul (E-Modul) anhand des Kurvenverlaufes im in Aufgabenteil a) gegebenen Kraft-Verformungsdiagramm! Wählen Sie für die Berechnung einmal den Nullpunkt als Hilfspunkt und einmal den Hilfspunkt nach Norm (die Längenänderungen beziehen sich auf eine anfängliche Messlänge von  $l_0 = 100 \text{ mm}$ )! (4 P.)

Antwort

- d) Ist ihr berechneter E-Modul für einen in der Praxis verwendeten Bewehrungsstahl realitätsnah? Nennen Sie den Wert des E-Moduls eines typischen Bewehrungsstahls und ermitteln Sie die prozentuale Abweichung des in Aufgabenteil c) errechneten Wertes gegenüber dem üblichen Wert! (1 P.)

Antwort	

(max. 11 Punkte)

Punkte

## 6 METALLKORROSION (21 PUNKTE)

### Aufgabe 6.1:

- a) Nennen Sie **drei** Voraussetzungen, die für das Zustandekommen einer Metallkorrosion des Sauerstofftyps erfüllt sein müssen! (3 P.)

1	
2	
3	

- b) Durch welche zwei einleitenden Szenarien, die eine elektrochemisch bedingte Schädigung der Bewehrung überhaupt erst ermöglichen, kommt es üblicherweise zur Korrosion eines Bewehrungsstahles im Beton? (1 P.)

1	
2	

---

(max. 4 Punkte)

Punkte

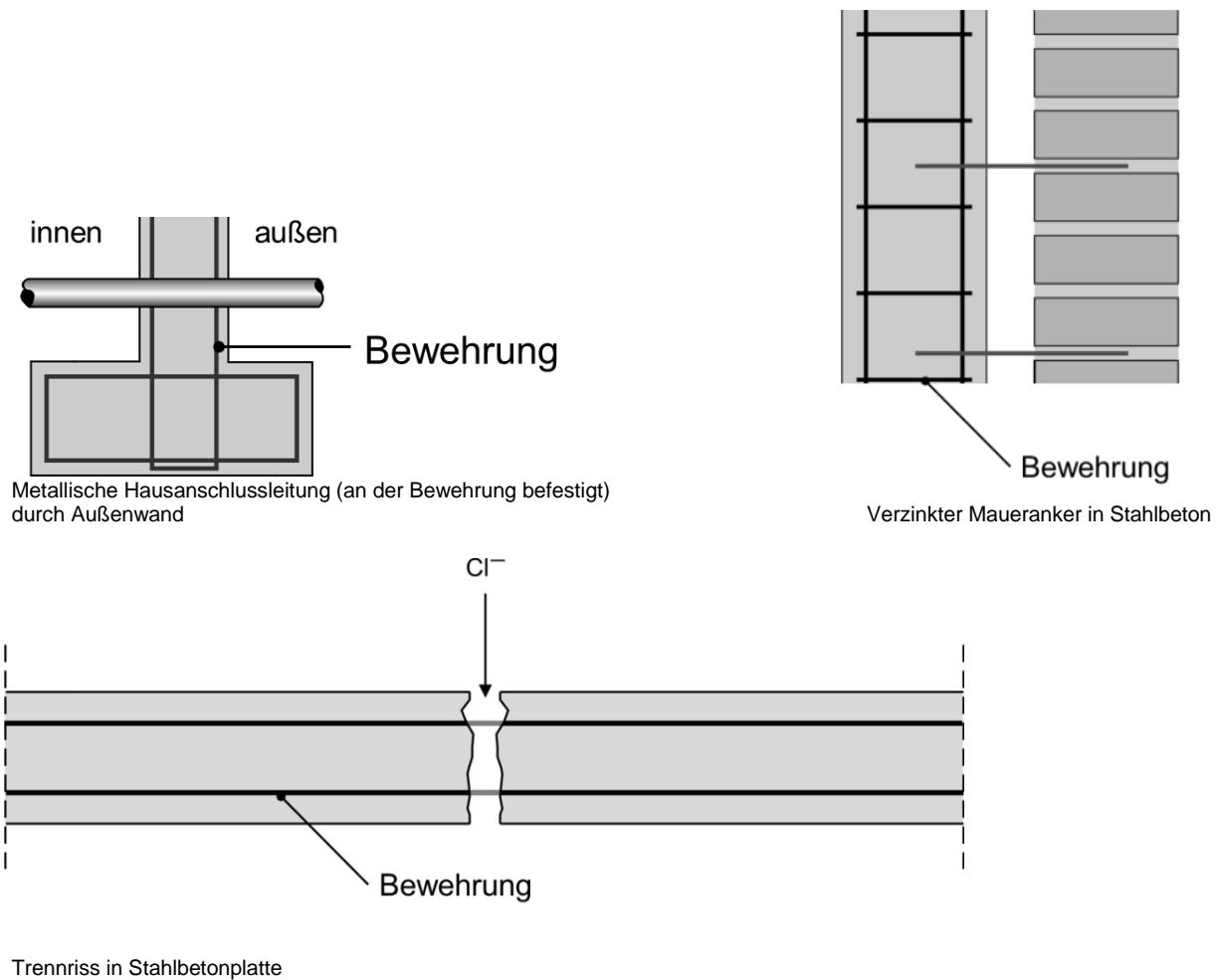
**Aufgabe 6.2:**

a) Erläutern Sie den Begriff Makrokorrosionselement!

(1 P.)

Antwort	
---------	--

b) Nachfolgend sind drei Beispiele für Makrokorrosionselemente abgebildet. Markieren Sie in jedem Bild den Bereich, in dem Eisenauflösung stattfindet. (3 P.)



(max. 4 Punkte)

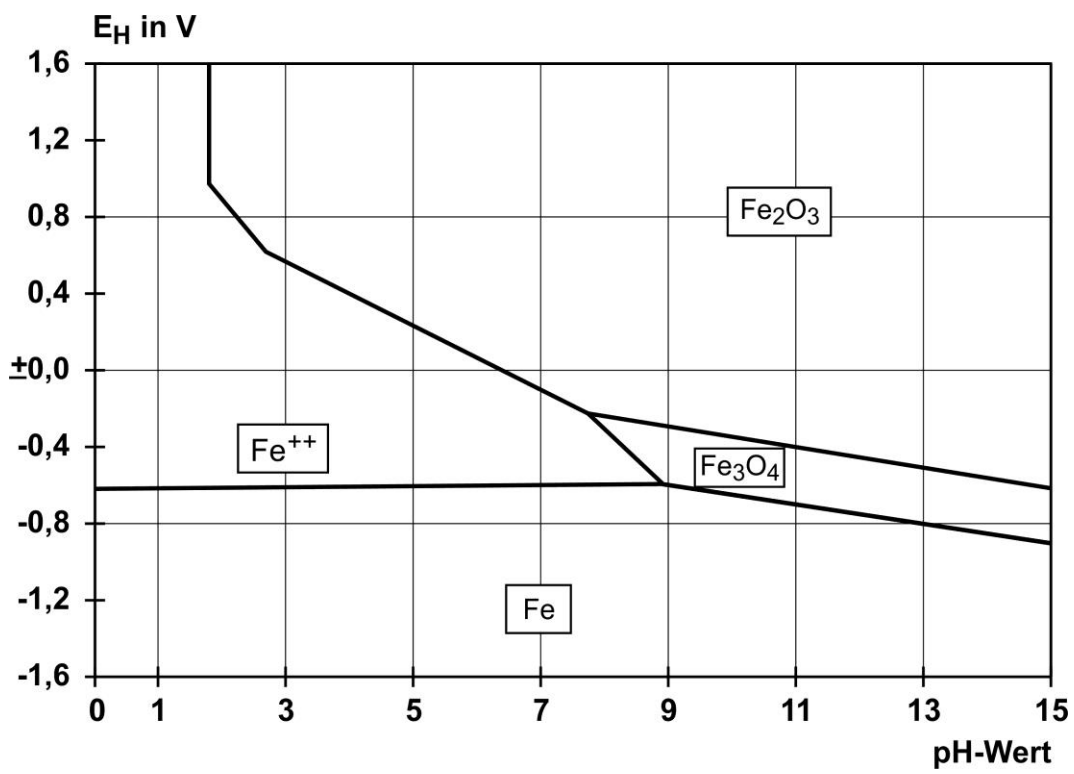
Punkte



**Aufgabe 6.3:**

Erläutern Sie die folgenden drei Bereiche und kennzeichnen Sie diese im nachfolgend abgebildeten Pourbaix-Diagramm!

Korrosionsbereich	
Passivitätsbereich	
Immunitätsbereich	



Pourbaix-Diagramm für Eisen in Wasser bei 25°C

(max. 4 Punkte)

Punkte

**Aufgabe 6.4:**

Ein Dachdecker befestigt eine Kupferregenrinne mit Schrauben aus unlegiertem Stahl. Schon nach kurzer Zeit beginnen die dem Regen ausgesetzten Stahlschrauben zu rosten.

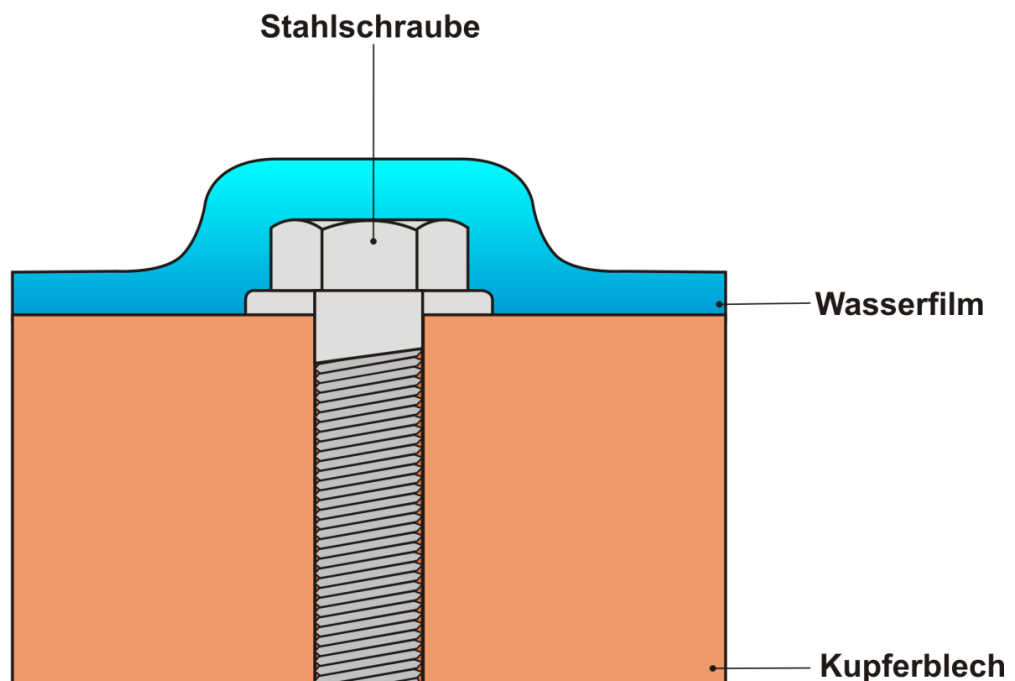
- a) Wie nennt man die vorliegende Art der Sauerstoffkorrosion? (0,5 P.)

Antwort	
---------	--

- b) Warum kommt es in diesem Fall zur Korrosion (**kurze** Erläuterung!)? (2 P.)

Antwort	
---------	--

- c) Gegeben ist eine Skizze der oben beschriebenen Stahlschraube im Kupferblech. Es ist davon auszugehen, dass es durch die Bewitterung regelmäßig zu Wasserfilmen auf der Konstruktion kommt. Tragen Sie die nachfolgend angegebenen Bestandteile eines Korrosionssystems richtig in die Skizze ein: **Elektrolyt, Metallionen (Me+), Hydroxylionen (OH-), Elektronenströme, Ionenströme, Anode, Kathode.** (3,5 P.)



- d) Warum kommt es beim vorliegenden Fall zu hohen Korrosionsgeschwindigkeiten an der Stahlschraube? Erläutern Sie **kurz**, nennen Sie die zugrunde liegende Formel und benennen Sie die enthaltenen Größen! (3 P.)

Antwort	
---------	--

---

(max. 9 Punkte)

Punkte