

Prüfungsfragen Ingenieurhydrologie (Stand: März 2012)

1. Einführung

1) Wasserbilanz

- (a) Geben Sie die Wasserbilanzgleichung für ein Einzugsgebiet an und beschreiben Sie die einzelnen Terme. Unter welchen Voraussetzungen kann man den Speicherterm vernachlässigen? (10P)
- (b) Was ist der Unterschied zwischen dem topographischen, wirksamen und hydrographischen Einzugsgebiet? (10P)
- (c) In welcher Weise hängt die Energiebilanz der Erdoberfläche mit der Wasserbilanz zusammen? (5P)

2) Wasserbilanz

- (a) In einem Einzugsgebiet ($A_E = 50 \text{ km}^2$) beträgt der Mittelwert des Jahresniederschlages für die Periode 1980-2010 $N = 1200 \text{ mm}$. Der mittlere Abfluss in der gleichen Periode beträgt $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$. Wie groß ist die mittlere Verdunstung? (10P)
- (b) Welche Annahme muss bei dieser Berechnung getroffen werden? (5P)
- (c) Bei einem Ereignis in diesem Gebiet wird eine Niederschlagshöhe (h_N) von 23 mm registriert. Welches Niederschlagsvolumen entspricht dies für das gesamte Einzugsgebiet? (10P)

3) Niederwasser

Eine Stadt an einem Fluss soll eine neue Kläranlage bekommen. Zur Berechnung der Konzentration des BSB₅ nach der Einleitung wird das Q_{95} benötigt.

- (a) Was ist mit Q_{95} gemeint? (5P)
- (b) Wie wird es bestimmt, wenn lange Zeitreihen des Abflusses zur Verfügung stehen? (mit Skizze) (10P)
- (c) Wie wird es bestimmt, wenn keine Zeitreihen des Abflusses zur Verfügung stehen? (mit Skizze) (10P)

2. Niederschlag

1) Niederschlag

- (a) Was sind Regenspendenlinien? Skizzieren Sie eine Regenspendenlinie für eine bestimmte Station mit Beschriftung der Achsen und Dauerstufen. 10P
- (b) Beschreiben und skizzieren Sie die Berechnung von Regenspendenlinien jeweils getrennt für Orte mit und ohne Niederschlagsmessungen. Was ist die Datenbasis? 10P
- (c) Wofür werden Regenspendenlinien verwendet? Geben Sie zwei Anwendungsbeispiele an einschließlich des Gesamtablaufes der Berechnungsschritte. 5P

2) Niederschlag

- (a) Was gibt eine Regenspendenlinie an? Wie wird sie ermittelt? Wofür wird sie verwendet? (10P)
- (b) Zeichnen Sie schematisch die Regenspendenlinien für ein Gebiet im Osten Österreichs und ein Gebiet im Bundesland Salzburg. Wodurch unterscheiden sich die beiden Regenspendenlinien? (5P)
- (c) Wie kann man aus den Regenspendenlinien den Bemessungsniederschlag für ein Einzugsgebiet erhalten? (10P)

3) Niederschlagsmessung

- (a) Was ist ein Ombrometer, ein Ombrograph, ein Totalisator? Skizzieren Sie das Ombrometer und den Totalisator und beschreiben Sie die Funktionsprinzipien. (10P)
- (b) Welche Messprinzipien existieren bei Ombrographen (Skizze + Beschreibung)? (10P)
- (c) Welche Faktoren können die Genauigkeit von Niederschlagsmessungen beeinträchtigen? (5P)

4) Niederschlag

Zur Berechnung eines Bemessungshochwassers mit Hilfe eines Niederschlag-Abfluss-Modells für einen Zubringer der Steyr Einzugsgebiet mit 5700 ha Fläche werden Angaben über die 100-jährlichen Regenhöhen für Bezugsdauern von $D=3h$ bis 24h benötigt.

- (a) Welche Möglichkeiten bestehen zur Beschaffung dieser Information? (10P)
- (b) Für welche wasserbaulichen Planungen dienen Regenreihen als Bemessungsgrundlage? (5P)
- (c) Bei einem Ereignis in diesem Gebiet wird eine Niederschlagshöhe (h_N) von 23 mm registriert. Welchem Niederschlagsvolumen entspricht dies für das gesamte Einzugsgebiet? (5P)

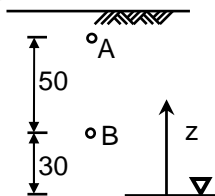
5) Niederschlag, Verdunstung

- (a) Wodurch unterscheidet sich ein Flächenabminderungsfaktor bei advektiven und konvektiven Ereignissen? Warum? (10P)
- (b) Ist die Verdunstung bei feuchtem oder trockenem Boden größer? Warum? (5P)
- (c) Was wird zum Aufstellen einer Bilanzgleichung benötigt? (10P)

3. Wasser im Boden

1) Wasser im Boden

- (a) Zeichnen Sie ein typisches Vertikalprofil für Wassergehalt, Druck und Potential des Bodenwassers bis zum Grundwasser. Begründen Sie in Stichworten die von Ihnen gewählte Form. (10P)
- (b) Aus welchen Teilen setzt sich das Gesamtpotential zusammen? (5P)
- (c) In Punkt A beträgt die Saugspannung -360 cm, im Punkt B -230 cm. Berechnen Sie das Potential in den Punkten A und B über Bezugsniveau $z=0$. Bewegt sich das Bodenwasser von A nach B oder von B nach A? Warum? Längenangabe in der Skizze in cm. (10P)



2) Gesättigte - Ungesättigte Bodenzone

- (a) Erläutern Sie die Begriffe "Grundwasserzone" und "Bodenfeuchtezone". (5P)
- (b) Stellen Sie den Verlauf von Sättigungsgrad und Druckverhältnissen in einem schematischen Bodenprofil zwischen der Geländeoberkante und dem Grundwasserspiegel für eine Niederschlagsperiode dar (10P)
- (c) Durch welche Mechanismen wird der Wassertransport in der gesättigten bzw. ungesättigten Bodenzone bewirkt?(5P)

3) Gesättigte - Ungesättigte Bodenzone

Welche Arten von Porosität können bei Lockersedimenten und Festgesteinen unterschieden werden? (5P)

Was versteht man unter Makroporen? Welche Bedeutung haben sie für die Wasserbewegung im Boden? (10P)

Was ist die Saugspannungskurve (mit Skizze)? (10P)

4) Saugspannungskurve

Was wird durch die Saugspannungskurve beschrieben? Fertigen Sie eine Skizze mit Achsenbeschriftung an. (10P)

Ist die Saugspannung im trockenen oder im feuchten Boden größer? Warum? (10P)

Was bedeuten die Begriffe "Feldkapazität" und "Permanenter Welkepunkt"? (5P)

5) Saugkerze, Ungesättigte Zone

Was ist eine Saugkerze? Wofür dient Sie? Erklären Sie das Funktionsprinzip einer Saugkerze mit Skizze (10P)

Weshalb sind Messungen mit einer Saugkerze für die Ingenieurhydrologie relevant? (5P)

Welche Form hat das Gleichgewichtsprofil über einer Grundwasseroberfläche? Warum? (10P)

6) Bodenwasserpotential

(a) Wann existiert ein Bodenwasserpotential? Erklären Sie Ihre Antwort mit Skizze. (10P)

(b) Zeichnen und beschriften Sie die Komponenten des Bodenwasserpotentials für einen Punkt in der gesättigten Zone.

(c) Zeichnen und beschriften Sie die Komponenten des Bodenwasserpotentials für einen Punkt in der ungesättigten Zone.

7) Darcy'sches Gesetz

(a) Was ist das Darcy'sches Gesetz? Geben Sie die Formel an. Warum besitzt die Gleichung ein negatives Vorzeichen? (10P)

(b) Fertigen Sie eine Skizze des Darcy Versuches an (mit Beschriftung). (10P)

(c) Welche Praktischen Nutzen hat die Verwendung des Darcy'schen Gesetzes in Vektorform für die Analyse von Grundwassersystemen? (5P)

8) Bodenwasserpotential

(a) Die Wasserbewegung im Boden folgt dem Potentialgradienten und kann – je nach Größe der Komponenten des Potentials – nach oben oder nach unten erfolgen. Geben Sie die Gleichung an, die diesen Sachverhalt beschreibt. (10P)

(b) Aus welchen Komponenten besteht das Potential? Wie kann man diese Komponenten berechnen? (5P)

(c) Skizzieren sie die Komponenten des Potentials und zeigen Sie zwei Situationen in denen die Wasserbewegung im Boden nach oben bzw. nach unten erfolgt. (10P)

4. Grundwassersysteme

1) Grundwasser

(a) Beschreiben Sie die einzelnen Terme und Variablen der Grundwasserströmungsgleichung. Von welchen Grundgleichungen ist sie abgeleitet? (10P)

(b) Für welche Situationen ist die Grundwasserströmungsgleichung gültig? (5P)

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{S_s}{k} \frac{\partial \Phi}{\partial t} + \frac{W}{k}$$

Zeichnen Sie den Schichtenplan jeweils für

- Exfiltration von Grundwasser in ein Oberflächengewässer
- Infiltration von Oberflächenwasser in das Grundwasser

(c) Geben sie in den Schichtenlinien mittels Pfeilen die Fließrichtung an. 10P

2) Grundwasser

Was versteht man unter freiem Grundwasser, gespanntem Grundwasser und Grundwasserstockwerke? (5P)

Welche Randbedingungen existieren für das Grundwasser (mit Skizze) (10P)

Mit welchen Methoden kann der Grundwasserspiegel gemessen werden (mit Skizze)? (10P)

3) Grundwasser

(a) Was ist ein Pumpversuch? Wofür dient er? Erklären Sie die Vorgangsweise mit Skizze. (10P)

(b) Die hydraulische Durchlässigkeit bei Sättigung in einem Kies beträgt ca. 10^{-3} m/s, in einem Feinsand ca. 10^{-5} m/s. Wie wirkt sich dieser Unterschied auf die Messgrößen bei einem Pumpversuch aus? Wie wirkt sich dieser Unterschied aus auf die Leistungsfähigkeit eines Wasserversorgungsbrunnens in einem kiesigen bzw. sandigen Aquifer? (10P)

Die (einfachste) Gleichung für die Auswertung von Pumpversuchen lautet

$$k = \frac{Q}{2H\pi(s_1 - s_2)} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

(c) Welche Annahmen und Grundgleichungen liegen dieser Gleichung zugrunde? (5P)

4) Potential der Wasserversorgung aus Grundwasser

Für einen Porengrundwasserleiter soll untersucht werden, ob er sich in Hinblick auf die Wassermenge zur Nutzung für die Wasserversorgung der Gemeinde A eignet. Insbesondere soll die maximale Entnahmemenge aus dem Grundwasserleiter unter Einhaltung der zulässigen Grundwasserabsenkung und Berücksichtigung anderer Nutzungen bestimmt werden.

(a) Beschreiben Sie die einzelnen Schritte der Vorgangsweise im Detail mit Skizzen. (10P)

(b) Geben Sie für jede der Schritte konkrete Verfahren an (mit Skizzen und Erklärung).

Welche Daten werden jeweils benötigt? (10P)

(c) Welche Gleichungen liegen den Verfahren zugrunde? (5P)

5) Grundwasser

Zur Dimensionierung eines Schutzgebietes eines Brunnens zur Trinkwasserversorgung ist die „60-Tages-Grenze“ zu bestimmen.

(a) Was versteht man unter diesem Begriff? (5P)

(b) Wie wird die entsprechende Entfernung ermittelt? Welche Information wird dafür benötigt? (10P)

(c) Wie kann die Geschwindigkeit des Grundwassers bestimmt werden? (Messung und Berechnung) (10P)

6) Grundwasser

(a) Die Wasserbewegung in einem Grundwasserleiter wird durch das Darcy'sche Gesetz beschrieben. Wie lautet dieses Gesetz? Welche Größen kommen darin vor und welche Bedeutung haben diese? (10P)

(b) Für ein Grundwassergebiet liegt ein Grundwasserschichtenplan vor. Mit Hilfe dieses Planes ist abzuschätzen, woher das Grundwasser kommt und wohin es fließt. Wie gehen Sie dabei vor? (10P)

(c) Was ist die theoretische Basis für Ihre Vorgangsweise? (5P)

7) Grundwasser

Von einem Grundwasserleiter sind die folgenden mittleren Größen bekannt: Gefälle=0,22‰, Porosität = 30%, Durchlässigkeitsbeiwert: $k_f = 7 \cdot 10^{-2}$ m/s, Mächtigkeit = 15m, Breite des Grundwasserstroms = 2,5km, Länge = 12 km, Flurabstand = 2m. Innerhalb des Gebietes soll ein Brunnen errichtet werden.

(a) Berechnen Sie den gesamten mittleren Grundwasserdurchfluß für diesen Grundwasserleiter. (10P)

(b) Innerhalb der Fläche, in der die Fließzeit zum Brunnen weniger als 60 Tage beträgt (60 Tage Grenze) besteht das Verbot, organische Dünger aufzubringen. Wie weit erstreckt sich diese Grenze grundwasserstromaufwärts vom Brunnen gerechnet? (10P)

(c) Was ist die theoretische Basis für Ihre Vorgangsweise? (5P)

5. Infiltration

1) Infiltration

(a) Geben Sie die wichtigsten Einflussfaktoren für die Infiltration an. In welcher Weise wirken sie (d.h. erhöhen oder vermindern sie die Infiltration; erhöhen oder vermindern sie den Oberflächenabfluss)? (10P)

(b) Wie kann man die Infiltration an einem Standort messen? (Skizze mit Beschriftung und Erklärung der Funktionsweise) (5P)

(c) Berechnen Sie nach dem Green-Ampt Verfahren, unter der Annahme, dass die Niederschlagsintensität zeitlich konstant und größer als die Infiltrationsrate ist, nach welcher Zeit 40 mm Wasser infiltriert sind und wie groß die Infiltrationsrate nach dieser Zeit ist. (10P)

Bodenparameter : $k=3\text{mm/h}$ $\theta_i=0,1$ $\theta_s=0,4$ $\psi=-100\text{mm}$

Anm.: Green Ampt Gleichung:
$$F(t) + \psi \Delta \Theta \ln \left(1 - \frac{F(t)}{\psi \Delta \Theta} \right) = k t$$

2) Infiltration

(a) Erklären Sie den Infiltrationsversuch (mit Skizze). Was ist der Zweck der Doppelringanordnung? (10P)

(b) Was sind die Annahmen des Green Ampt Verfahrens? (5P)

(c) Berechnen Sie nach dem Green-Ampt Verfahren, unter der Annahme, dass die Niederschlagsintensität zeitlich konstant und größer als die Infiltrationsrate ist, nach welcher Zeit 40 mm Wasser infiltriert sind und wie groß die Infiltrationsrate nach dieser Zeit ist. (10P)

Bodenparameter : $k=3\text{mm/h}$ $\theta_i=0,1$ $\theta_s=0,4$ $\psi=-100\text{mm}$

Anm.: Green Ampt Gleichung:
$$F(t) + \psi \Delta \Theta \ln \left(1 - \frac{F(t)}{\psi \Delta \Theta} \right) = k t$$

3) Infiltration

(a) Wozu dient das Green Ampt Modell? Geben Sie die Voraussetzungen und mache Sie eine Skizze. 10P

$$F(t) + \psi \Delta \Theta \ln \left(1 - \frac{F(t)}{\psi \Delta \Theta} \right) = k t \quad f \equiv \frac{dF}{dt} = k \frac{-\psi \Delta \Theta + F}{F}$$

(b) Ein Boden hat die Eigenschaften: $k=5\text{mm/h}$, $\theta_i=0,1$, $\theta_s=0,4$, $\psi=-100\text{mm}$. Nach welcher Zeit sind 35 mm Wasser infiltriert wenn die Niederschlagsintensität immer größer als die Infiltrationsrate ist? 10P

(c) Wie groß ist die Infiltrationsrate nach dieser Zeit? 5P

6. Abflussbildung

1) Dauerlinie

(a) Was gibt eine Dauerlinie an? Was ist sie statistisch gesehen? Wie wird sie ermittelt? Zeichnen Sie schematisch die Dauerlinien für einen alpinen Fluss und einen Tieflandfluss. (10P)

(b) Wie ist das Q95 definiert? Wofür wird es verwendet? (5P)

(c) Wie wird das Q95 an Stellen mit Abflussmessungen ermittelt? Wie wird das Q95 an Stellen ohne Abflussmessungen ermittelt? (10P)

2) Abflussmessung

(a) Was ist ein Pegelschlüssel? Wofür dient er und wie erhält man ihn? Beschreiben Sie die Teilschritte mit Skizze. Welche Unsicherheiten des Pegelschlüssels treten auf und wodurch werden sie bewirkt? (10P)

(b) Erklären Sie die Funktionsweise eines ADCP mit Skizze. Wofür verwendet man ihn und welche Messgrößen erhält man? Was sind die Vor- und Nachteile gegenüber alternativen Methoden? (5P)

(c) Wer erhebt in Österreich hydrologische Daten? Wie erhält man sie? Welche Datenarten werden publiziert und wo? (10P)

3) Abflussbildung

- (a) Bei der Abflussbildung am Hang unterscheidet man Horton-Oberflächenfließen, Zwischenabfluss, Sättigungsflächenabfluss, Makroporenabfluss und Grundwasserabfluss. Wodurch unterscheiden sich diese Mechanismen? Welche Mechanismen erzeugen kleinere/größere Abflüsse? Bei welchen Bodeneigenschaften und Niederschlagsereignissen sind welche Mechanismen bevorzugt zu erwarten? (10P)
- (b) Wie ist der Ereignisabflussbeiwert definiert? Wofür wird es verwendet? (10P)
- (c) Was ist ein Pegelschlüssel? (5P)

4) Abfluss

- (a) Was versteht man unter Abflussregimetypen? Welche Typen existieren in Österreich? (10P)
- (b) Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Venturikanals. (5P)
- (c) Wie kann man den Ereignisabflussbeiwert an Stellen mit Abflussmessungen ermitteln? Wie wird kann man den Ereignisabflussbeiwert an Stellen ohne Abflussmessungen ermitteln? (10P)

5) Abflussmessung

- (a) An einem großen Fluss sind Durchflussmessungen zu organisieren. Welches Messverfahren schlagen Sie vor? Was ist zu messen? Wie erfolgt die Auswertung?(10P)
- (b) Was ist ein Pegelschlüssel und wieso ist er notwendig? (5P)
- (c) Erläutern Sie das Prinzip der Durchflussmessung nach der Verdünnungsmethode. Was wird gemessen? Wie erfolgt die Auswertung? Für welche Vorfluter würden Sie die Verdünnungsmethode verwenden? (10P)

6) Rechenbeispiel Dreieckswelle

- (a) Für ein Einzugsgebiet (Fläche $A_E = 12 \text{ km}^2$) soll in vereinfachter Form der Hochwasserscheitel aus dem Niederschlag bestimmt werden. Der maßgebende Ereignisniederschlag beträgt 45mm. Der Flächenabminderungsfaktor für den Niederschlag beträgt 0,8. Die Dauer der Abflusswelle soll mit 8 Stunden angenommen werden. Die Form der Hochwasserwelle soll als Dreieck angenähert werden. Wie groß ist der Scheiteldurchfluss der Welle? (10P)
- (b) Welche Komponenten der Berechnung beziehen sich auf die Abflussbildung, welche auf die Abflusskonzentration? (5P)
- (b) Was versteht man unter "Direktabfluss", "Basisabfluss" und "Abflussbeiwert"? (10P)

7) Abfluss

- (a) Welche Annahmen liegen dem SCS Kurvennummernverfahren (CN) zugrunde? Was sind die Eingangsdaten für die Anwendung des Verfahrens, was ist das Ergebnis? (10 P)
- (b) Wie wird die Vorbefeuchtung bei SCS Kurvennummernverfahren berücksichtigt? (5P)
- (c) Was versteht man unter Abflussbildung, was versteht man unter Abflusskonzentration? (10P)

7. Abflusskonzentration

1) Flutplanverfahren

- (a) Was ist das Flutplanverfahren? Wofür dient es? (5P)
- Beschreiben Sie die Arbeitsschritte bei dem Verfahren. (10P)
- Für ein Einzugsgebiet von 3 km² im Raum Wien ist der 100 jährliche Scheitelabfluss mittels Flutplanverfahrens zu berechnen. Das Einzugsgebiet besteht vorwiegend aus Wiese. Die Konzentrationszeit beträgt 30 Minuten. (10P)

Anm.: Scheitelabflussbeiwert Wiese städtisch: $a_S = 0,49$

Bemessungsniederschlag ($t_B = 30 \text{ min}, T = 100$) $h_N = 44,8 \text{ mm}$

Flächenabminderungsfaktor ARF = 0,8

2) Einheitsganglinie (UH)

(a) Geg: Effektivniederschlag $i_1=0.3$, $i_2=0.8$; UH $u_1=4.5$, $u_2=12.0$, $u_3=8.3$, $u_4=2.2$

Berechnen Sie die Direktabflussganglinie. (15P)

(b) Geben Sie die Annahmen für das Einheitsganglinienverfahren an. (5P)

(c) Für ein Ereignis sind Niederschlagsmessungen und der UH vorhanden. Welche zusätzliche Information ist notwendig, um die Direktabflussganglinie zu berechnen? Welche zusätzliche Information ist notwendig, um die Abflussganglinie zu berechnen? (5P)

3) Unit Hydrograph

Was sind die Eingangsdaten für die Anwendung des Einheitsganglinienverfahrens. Was sind die Ergebnisse? (10P)

Für welche Anwendungen der Ingenieurhydrologie wird das Einheitsganglinienverfahren verwendet. (5P)

Was sind die dem Einheitsganglinienverfahren zugrunde liegenden Annahmen? (10P)

8. Abfluss im Gerinne und Wellenablauf

1) Ablauf von Hochwasserwellen im Gerinne

(a) Geben Sie drei Einflussfaktoren auf den Ablauf von Hochwasserwellen im Gerinne an und beschreiben Sie ihre Wirkungsweise (10P)

Wodurch wird die Retention einer Hochwasserwelle im Gerinne bzw. Vorland bestimmt?

Machen Sie eine Skizze und beschriften Sie die zugehörigen Volumina. (10P)

Was versteht man unter der Hysterese in der Durchfluss-Wasserstands-Beziehung (mit Skizze)? (5P)

2) Wellenablauf im Gerinne

(a) Für den Wellenablauf im Gerinne gibt es zwei Gruppen von Verfahren. Welche sind das? Beschreiben Sie für jede der beiden Gruppen die Vor- und Nachteile. Für welche Aufgaben werden die beiden Gruppen jeweils eingesetzt? (10P)

(b) Geben Sie für jede der beiden Gruppen ein Beispiel für ein Verfahren an und beschreiben Sie die Funktionsweise beider Beispiele (mit Skizze). (10P)

(c) Erklären Sie die Gleichheit $\frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x}$ mit einem Beispiel. (5P)

3) Kinematische Welle

(a) Berechnen Sie die Wassergeschwindigkeit v und die kinematische Wellengeschwindigkeit c für ein Rechteckprofil mit Breite $B = 60\text{m}$, einer Neigung $I_s = 1\%$ und einer Stricklerrauhigkeit $k_{ST} = 28$, wenn der Durchfluß $Q = 120\text{m}^3/\text{s}$ beträgt. Was ist größer, die Wellengeschwindigkeit oder die Wassergeschwindigkeit? (20P)

Anm.: Rauigkeitsansatz: $v = k_{ST} h^{2/3} I_s^{1/2}$

Kinematische Wellengeschwindigkeit an einem Punkt: $c = \frac{dQ}{dA} = \frac{1}{B} \cdot \frac{dQ}{dh}$

(b) Für welche Fragestellungen des Bauingenieurwesens dient diese Berechnung? (5P)

4) Abfluss im Gerinne

(a) Zeichnen und beschreiben Sie die Wasserstands-Durchflussbeziehung bei Durchgang einer Hochwasserwelle. (10P)

(b) Welche Parameter bzw. Daten sind für die Lösung der St.Venant'schen Gleichungen erforderlich? (5P)

(c) Was ist eine Linearspeicherkaskade? Was sind die Eingangsgrößen, was das Ergebnis, was sind die Modellparameter und wie werden letztere bestimmt? (10P)

5) Abfluss im Gerinne

(a) Beschreiben Sie die einzelnen Terme und Variablen der St. Venant'schen Gleichungen.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} + g(I_e - I_s) = 0$$

Auf welchen Erhaltungssätzen basieren sie? (10P)

(b) Unter welchen Annahmen sind die eindimensionalen St. Venant'schen Gleichungen gültig? (5P)

(c) Warum ist $\frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x}$?

Geben Sie ein Beispiel an, um diese mathematische Identität zu verdeutlichen. (10P)

9. Hochwasser- und Niederwasserstatistik

1) Bemessungshochwasser

(a) Auf welcher Basis wird die Jährlichkeit des Bemessungshochwassers gewählt? Geben Sie Beispiele an und zeichnen Sie ein Skizze der grundsätzlichen Überlegungen dazu. (5P)
Was ist eine Verteilungsfunktion? Wofür dient Sie? Wie wird sie an die Stichprobe angepasst? Geben Sie ein Beispiel an. (5P)

Was versteht man unter dem hydrologischen Risiko? Wofür dient es? Geben Sie ein Anwendungsbeispiel aus dem Bauingenieurwesen an. (5P)

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein 100-jährliches Ereignis in 2 Jahren mindestens 1 mal auftritt oder überschritten wird? Erklären Sie die Vorgangsweise graphisch. (10P)

2) Hochwasserstatistik

(a) Berechnen Sie das HQ_{30} für die untenstehende jährliche Reihe von Hochwasserscheiteln mittels graphischer Auftragung der empirischen Jährlichkeiten und visueller Anpassung der Verteilungsfunktion. Jahreshöchstwerte des Durchflusses am Pegel Mitterbach

(Einzugsgebietsfläche 30 km²) in den Jahren 1978-1998: 2,7; 4,5; 4,5; 8,2; 4,1; 4,1; 4,5; 4,7; 5,1; 6,1; 4,5; 6,7; 5,7; 17,0; 8,7; 7,0; 4,0; 6,6; 10,6; 20,0; 0,5 (Angaben in m³/s). (10P)

(b) Die Baumleitung einer Wasserbaustelle in der Nähe des Pegels Mitterbach soll auf ein 5 jährliches Hochwasser ausgelegt werden. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Baustelle mindestens einmal geflutet wird, wenn die Bauzeit drei Jahre beträgt. (10P)

(c) Wofür wird die Index-Flood Methode verwendet? (5P)

3) Hochwasserstatistik

(a) Berechnen Sie das HQ_{30} für die untenstehende jährliche Reihe von Hochwasserscheiteln mittels graphischer Auftragung der empirischen Jährlichkeiten und visueller Anpassung der Verteilungsfunktion. Jahreshöchstwerte des Durchflusses am Pegel Wienerbruck

(Einzugsgebietsfläche 36 km²) in den Jahren 1978-1997: 8,8; 18,3; 12,1; 14,9; 19,1; 17,9; 10,4; 17,2; 10,3; 16,2; 13,6; 46,4; 15,0; 74,2; 42,2; 17,2; 15,0; 21,5; 39,4; 79,9 (Angaben in m³/s). (10P)

(b) Die Baumleitung einer Wasserbaustelle in der Nähe des Pegels Wienerbruck soll auf ein 10 jährliches Hochwasser ausgelegt werden. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Baustelle mindestens einmal geflutet wird, wenn die Bauzeit drei Jahre beträgt. (10P)

(c) Wofür wird die Index-Flood Methode verwendet? (5P)

4) Hochwasserstatistik

(a) Was versteht man unter den folgenden Begriffen (definieren Sie jeweils): Stichprobe, Grundgesamtheit, Häufigkeitsverteilung, Summenhäufigkeit, Dichtefunktion, Verteilungsfunktion. (10P)

- (b) Die Baumleitung einer Wasserbaustelle soll auf ein 3 jährliches Hochwasser ausgelegt werden. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Baustelle mindestens einmal geflutet wird, wenn die Bauzeit drei Jahre beträgt. (10P)
(c) Wofür wird die Index-Flood Methode verwendet? 5P

5) Hochwasserstatistik

- (a) Was versteht man unter den folgenden Begriffen (definieren Sie jeweils): Stichprobe, Grundgesamtheit, Häufigkeitsverteilung Summenhäufigkeit, Dichtefunktion, Verteilungsfunktion. (10P)
(b) Wofür werden Historische Hochwässer verwendet. Worauf ist zu achten? In welcher Weise können Sie einbezogen werden. Geben Sie ein Beispiel mit Zahlenwerten an. (5P)
(c) Hydrologisches Risiko. Was ist das, wofür wird es verwendet, wie wird es berechnet? (10P)

6) Hochwasserstatistik

- (a) Welche Annahmen liegen der Momentenmethode zur statistischen Parameterschätzung zugrunde? Wann sind sie gerechtfertigt, wann nicht? (10P)
(b) Geben Sie in Worten die Definition des Niederwasserdurchflusses Q95 wieder. (10P)
(c) Was ist der Unterschied zwischen einer jährlichen und einer partiellen Reihe? Bei welcher Reihe sind die Jährlichkeiten bei gleichem Durchfluss größer? (5P)

7) Hochwasserstatistik

- (a) Beschreiben Sie die fünf Schritte der Hochwasserstatistik. Bei welchen dieser Schritte ist eine "Experteneinschätzung" notwendig und in welcher Hinsicht? 10P
(b) Beschreiben Sie das Konzept der Momentenmethode. Wofür wird sie verwendet? 5P
(c) Stichprobe – Grundgesamtheit. Geben Sie jeweils die Definition an. Wie kann man sie in Beziehung setzen? Warum muss man sie in Beziehung setzen? 10P

10. Regionale Methoden

1) Regionale Methoden

- (a) Was versteht man unter Hochwasserlängenschnitt, Hüllkurve, Hochwasserspendendiagramm? (10P)
(b) Beschreiben Sie die drei Verfahren mit Skizze. Wofür dienen sie jeweils? (10P)
Was ist eine Dauerlinie und wie kann man sie an Gewässerstellen ohne Abflussmessungen bestimmen? (5P)

2) Regionale Methoden

- (a) Was sind die Annahmen der Index-Flood Methode?(5P)
(a) Was sind Hochwasserspendendiagramme und was sind Hüllkurven? (10 P)
(b) Wofür dienen Regionale Methoden? Welche Voraussetzung für ihre Anwendung sollen vorliegen? (10 P)