**Phasendiagramm des Wassers (3P)**

**a. Vervollständigen Sie das Phasendiagramm des Wassers in der nachfolgenden**

**Grafik. Denken Sie auch an eine korrekte Achsenbeschriftung mit Einheiten (2P)**

**b. Welche Bedingungen herrschen im Hörsaal schätzungsweise? Zeichnen Sie**

**diesen Punkt in dem Diagramm ein. (1P)**

**2. Dichteanomalie des Wassers (3P)**

**a. Was wird unter der Dichteanomalie des Wassers verstanden? Wie verändert sich**

**die Dichte von Wasser, wenn es gefriert? (1,5P)**

• Dichte des Wassers nimmt bei sinkenden Temperaturen unterhalb von 4 Grad

Celsius wieder ab, statt wie bei den meisten Stoffen zu (maximale Dichte bei 4 Grad

Celsius)

• Gefriert Wasser nimmt die Dichte sprunghaft ab —> Dichte von Eis wesentlich

geringer, als Dichte von flüssigem Wasser ähnlicher Temperatur

**b. Was ist die Ursache für den Dichtesprung von Wasser beim Gefrieren?**

• Wasserstoffbrückenbindungen

• Ausbildung eines Kristallgitters beim Gefrieren

• Volumen des Wassers nimmt sprunghaft zu

**c. Was passiert beim Abkühlen von Wasser in mitteleuropäischen Seen im Winter und**

**welche Bedeutung hat dieser Vorgang für Lebewesen in Seen? (1,5P)**

• Eisbildung von oben und See kühlt von oben ab —> kaltes Wasser mit geringerer

Dichte schwimmt auf warmen (stabile Schichtung) —> keine Durchmischung

(Winterstagnation) —> Wasser am Grund 4 Grad mindestens, da höchste Dichte

• Lebewesen können im See im Winter überleben, da Wasser “warm genug” ist und

nicht komplett gefriert

**3. Wasser ist ein Stoff mit ganz erstaunlichen Eigenschaften, wenn man es mit**

**anderen Molekülen gleichen Molekulargewichts vergleicht. Geben Sie für folgende**

**vier Eigenschaften jeweils ein Beispiel an, das im Ökosystem eine wichtige Rolle**

**spielt: (je 1P)\***

**a. Die spezifische Wärme von 4,194 j/g:**

Wasser kann als Wärmeübermittler fungieren, z.B. sorgt der Golfstrom für wärmere

Temperaturen in Europa

**b. Die Dichteanomalie des Wassers:**

Eis schwimmt oben und Seen gefrieren von oben, wodurch Leben in Seen auch im

Winter möglich ist

**c. Die Oberflächenspannung:**

Kapillaraufstieg des Wassers, sodass Pflanzen selbst bei Trockenheit noch Wasser zur

Verfügung stehen kann

**d. Die Fähigkeit der Selbstdissozation:**

Regenwasser als leichte Säure/Base kann mit Gestein reagieren und so Stoffe aus

Gestein lösen, die dann Pflanzen zur Verfügung stehen

**e. Hohes Lösungsvermögen:**

Meerwasser löst CO2 aus Atmosphäre und puffert so den anthropogenen Klimawandel

teilweise ab

**f. Strahlungsabsorption:**

Wasser in der Atmosphäre absorbiert kurzwellige Solarstrahlung (Schutz) —> Ermöglicht

Leben auf der Erde

**4. Was bedeutet ein hoher Wert der spezifischen Wärmekapazität? (z.B bei Wasser)**

**(1P)**

Wasser kann vergleichsweise viel Wärme (thermische Energie) speichern

**5. Kreuzen Sie die korrekte(n) Antwort(en) an! Der pH-Wert: (2P)**

Liegt zwischen 0 und 14

Steigt mit zunehmender H+-Ionenkonzentration

Sinkt mit zunehmender H+-Ionenkonzentration

Bedeutet „Promille-H+-Ionen“

**6. Für welches Gas besitzt flüssiges Wasser das höchste Lösungsvermögen? (1P)**

H2

N2

O2

CO2

**7. Nennen Sie eine Eigenschaftsveränderung des flüssigen Wassers, die dessen**

**Lösungsvermögen für Gase verringert. (1P)**

Erwärmung

**8. Wodurch wird die Kapillaraszension des Wassers gefördert? (2P)**

Hohe Adhäsion

Hohe Kohäsion

Großer Benetzungswinkel

**9. Wovon hängt der Gefrierpunkt des Wassers ab?**

Von Temperatur, Druck und im Wasser gelösten Stoffen (z.B. Salz)

**10. Was besagt das Lambert-Beer`sche Gesetz?**

Nach Eintritt der Strahlung ins Wasser nimmt die Strahlungsdichte exponentiell ab—>

Ab gewisser Wassertiefe ist es vollständig dunkel

**11. Welche der folgenden Aussagen ist richtig? (3P)**

Deuterium ist ein schweres Isotop des Sauerstoffs

Deuterium ist ein leichtes Isotop des Wasserstoffs

Der Delta-Deuterium-Wert im Grundwasser nimmt von der Küste zum Landesinneren

grundsätzlich ab

Ein hoher Delta-18O-Wert in Eisbohrkernen weist auf niedrige

Temperaturbedingungen hin

Die Abkürzung „SMOW“ bedeutet „Salinität des MeeresOberflächenWassers“

**12. Skizzieren Sie den globalen Wasserkreislauf.**

**13. Beschreiben Sie wahrscheinliche Veränderungen des Wasserkreislaufs bei global**

**ansteigenden Temperaturen! (4P)**

• Höhere Verdunstung

• Regional stärkere und häufigere Niederschläge

• Abnahme der gespeicherten Wassermenge

• Regional Ab-/Zunahme des Abflusses

**14. Welcher Speicher umfasst global die größte Menge an Süßwasser? (2P)**

Boden- und Grundwasser

Flüsse und Seen

Eis und Schnee

Atmosphäre

**15. Warum werden Kontaminationen des Grundwassers nur schwer entdeckt?**

Aufgrund der langen Verweilzeit von Wasser im Grundwasserspeicher

**16. Was besagt die allgemeine Wasserhaushaltsgleichung? Benennen und**

**beschreiben Sie die einzelnen Terme. Was können jeweils Ursachen für**

**Veränderungen (zeitliche oder räumliche Unterschiede) in den einzelnen Termen**

**sein? (8P)**

Sie besagt, dass die gespeicherte Wassermenge eines hydrologischen Speichers von

Niederschlag, Verdunstung und Abfluss abhängt.

N = V + Q + ΔS —> ΔS = N - V - Q

N = Niederschlag

V = Verdunstung (Evapotranspiration)

Q = Abfluss

ΔS = Änderung der gespeicherten Wassermenge

—> Natürliche Ursachen (Temperturerhöhung, Trockperioden, Starkregen oder

Dauerregen, Schneeschmelze)

—> Antropogene Ursachen (Landnutzung, Städtebau, ….)

**17. Wieviel Wasser wird im globalen Wasserkreislauf jährlich etwa umgesetzt (km3)?**

**(1P)\*\***

39.800 km3/a

**18. Stellen Sie die Wasserhaushaltsgleichung auf und erläutern Sie die Veränderungen**

**der einzelnen Parameter bei steigenden Lufttemperaturen. (3P)**

N = V + Q + ΔS

—> Verdunstung steigt

—> Niederschlag steigt

—> Abfluss verringert sich

—> Im Speicher gespeicherte Wassermenge nimmt ab (z.B. Grundwasser, Bodenwasser)

**19. Was ist der Unterschied zwischen continental evaporation cycling ratio (Ec) und**

**continental precipitation recycling ratio (pc)?**

Continental evaporation cycling ratio (Ec): Verdunstetes Wasser vom Ozean, das

Landmassen durch Niederschlag erreicht; dimensionslos (0-1)

Continental precipitation recycling ratio (pc): Anteil des Niederschlags auf Landmassen

kontinentalen Ursprung; in Prozent

**20. Woran kann man erkennen, dass der globale Wasserhaushalt in den letzten**

**100.000 Jahren großen Veränderungen unterworfen war? Nenne Sie dafür zwei**

**prägnante Beispiele! (2P)**

• Anstieg des Meeresspiegels

• Abschmelzen der Eismassen

**21. Die jährlichen Niederschlagsmengen weisen weltweit große Unterschiede auf.**

**Nennen Sie mindestens vier Faktoren, die für diese Unterschiede verantwortlich**

**sind. (2P)**

• Geographische Breite

• Atmosphärische Zirkulation

• Ozeanische Zirkulation

• Maritimität/Kontinentalität

• Orographie

**22. Das Diagramm nach Baumgartner & Liebscher (1996) zeigt ein Meridianprofil der**

**Niederschläge von 90 Grad n.Br. bis 90 Grad s.Br. Für die gesamte Erde, die**

**Festländer und die Meeresflächen.\***

**a. Warum sind die Niederschlagshöhen im Bereich von 50 Grad s.Br. auf den**

**Landflächen bedeutend höher als auf dem Meer? (2P)**

• Weniger Landmassen auf der SHK

• Ausgeprägte Windsysteme

• Spezielle Orographie an der Küsten (z.B. Gebirgskette Neuseeland, Anden)

**b. Warum liegt das Gebiet mit den höchsten Niederschlägen über den Meeren**

**nördlich des Äquators? (2P)**

• meteorologischer Äquator (= mittlere Lage der ITC) ungleich mathematischer Äquator

• Starke Konvektion und somit Niederschlag liegt auf etwa 5 Grad n.Br.

**23. Erläutern Sie den Verlauf der einzelnen Kurven in folgendem Diagramm.**

**24. Was besagt die Aridität und Humidität nach Penck (1896) und welchen weiteren**

**Index zur Bestimmung der Aridität/Humidität kennen Sie?**

• Indikator für Trockenheitsgrad des Klimas an einem bestimmten Ort

• Formel: A = N-V

• NS > V => humides Klima

• NS < V => arides Klima

• UNEP-Index (5 Klassen: hyper-arid, arid, semi-arid, arid-subhumid, humid)

**25. Effekte der Isotopenfraktionierung:**

(Fraktionierungseffekt bei niedrigen Temperaturen größer)

• Breiteneffekt: Abnahme des Gehalts schwerer Isotopen im Niederschlag mit

zunehmenden Breitengrad

• Kontinentaleffekt: Abnahme des Gehalts schwerer Isotopen im Niederschlag mit

zunehmender Entfernung zum Meer

• Höheneffekt: Abnahme des Gehalts schwerer Isotopen mit der Höhe

**26. Beschreiben Sie:**

**a. die Abhängigkeit des Gefrierpunkts (von Wasser) vom Salzgehalt mit Nennung**

**zweier Beispiele. (3P)**

• Gefrierpunkt sinkt (auch Wasser unter 0 Grad kann noch flüssig vorliegen)

• z.B.: Polynjas, Tiefenwasserbildung

**b. Die Abhängigkeit der Dichte des Wassers vom Salzgehalt. (1P)**

mit zunehmenden Salzgehalt nimmt die Dichte des Wassers zu

**27. Wo ist - zonal betrachtet - der Salzgehalt im Meer am höchsten? Warum?**

**Begründen Sie! (3P)**

• Subtropen

• geringe Niederschläge (trockene Passatwinde und Passatinversion)

• hohe Verdunstung (hohe Sonneneinstrahlung)

**28. Warum hat der Atlantik einen höheren Salzgehalt als alle anderen Ozeane? (2P)\*\***

Hohe Verdunstung v.a im Bereich der Subtropen. Die gebildeten Wolken über dem

Atlantik werden mithilfe der Passatwinde Richtung Pazifik transportiert, wo sie sich

abregnen und eine niedrigere Salzkonzentration bewirken.

**29. Wodurch wird die Ausprägung der Pyknokline in Subpolarregionen beeinflusst.**

**Welche Konsequenzen entstehen daraus? (6P)**

• Pyknokline = Zone mit abrupten Dichtesprung/ Übergangszone zwischen

Wasserschichten unterschiedlicher Dichte

• Abhängig von: Temperatur und Salinität

• Pyknokline in Subpolarregionen nicht so stark ausgeprägt —> Sichtung weniger

stabil (nahezu homogene Verhältnisse) —> Durchmischung möglich —> Bildung von

Tiefenwasser + Verteilung von Nährstoffen, Giftstoffen und Chemikalien

**30. Warum findet im nördlichen Pazifik keine Tiefenwasserbildung statt? (2P)**

• Vorraussetzung für Tiefenwasserbildung: hohe Dichte des Wassers (sehr niedrige

Temperaturen und sehr hoher Salzgehalt)

• Zwar nimmt die Temperatur im Pazifik polwärts ab, jedoch ist im die Salinität

deutlich geringer als im Atlantik, weshalb keine Tiefenwasserbildung stattfindet.

**31. Wie entsteht der äquatoriale Gegenstrom? (8P)**

Saisonale, windinduzierte Wasserbewegung:

• ITC nördlich des Äquators —> SO-Passat übertreten Äquator und werden zu

Westwinden—> Wassermassen ändern Bewegungsrichtung (NO)

• Stau an Landmassen —> Rückfluss durch geneigte Meeresoberfläche —>

Wasserbewegung Richtung NO

**32. Erläutern Sie die Kräfte, welche zur Ausprägung der Oberflächenströmungen der**

**Ozeane führen! (4P)\***

• Wind (Gradientwinde + Corioliskraft; v.a. Passate und Westwinde)

• Salinität und Temperatur (Dichteunterschiede; thermohaliner Antrieb)

• Landmassenverteilung

• Gezeiten (Gezeitenwellen der Meere durch Gravitations- und Fliehkräfte)

**33. Welche Faktoren können den ozeanischen Salzgehalt erhöhen, welche**

**erniedrigen? (4P)**

Erhöhen:

• hoher Niederschlag bei geringer Verdunstung

• Eisbildung

• wenig Durchmischung (z.B salzreiches Mittelmeer mit weniger salzhaltigen Ozeanen)

Erniedrigen:

• hohe Verdunstung bei geringem Niederschlag

• Zufluss von Süßwasser (z.B. Flüsse, Schmelzwasser, Niederschlag)

**34. Die Kryosphäre spielt eine besondere Rolle in der Hydrologie. (3P)**

**a. Was wird unter Kryosphäre verstanden? (1P)**

= Regionen der Erde, in denen Wasser vorwiegend in fester Form vorliegt

**b. Welche Komponenten gehören zur Kryosphäre? Nennen Sie mindestens vier**

**Komponenten. (2P).**

Schnee, Meereis, Schelfeis, Eisschilde, Inlandeis, Gletscher, Permafrostböden

**35. Welche Schneearten gibt es?**

Neuschnee, Altschnee, Firn, Eis

**36. Schneemetamorphose (3P)**

**a. Was verstehen wir unter Schneemetamorphose? (1P)**

= Summe der Prozesse, die zur Verdichtung von Schnee zu Gletschereis führen

**b. Nennen und erläutern Sie zwei Prozesse der Schneemetamorphose (2P)**

• Windverdichtung: Schneekristalle werden durch Windverdriftung zerstört (abhängig

von Windgeschwindigkeit)

**• Druckverdichtung:** Durch Auflast der Schneedecke (erhöhter Druck) kommt es zu

Kompression und Deformation der Schneekristalle

**• Isotherme Metamorphose:** Wasserdampffluss von Kristallspitzen zu Vertiefungen

(unterschiedlicher Dampfdruck) führt zu Kornbildung

• Aufbauende Metamorphose: Deponieren von Wasserdampf an Körnern der höheren

Schichten (Temperatur- und Druckgradient in Schneedecken)

• Regelation: Einsickern und Wiedergefrieren von Schmelzwasser in Poren

(temperierte Gletscher)

**37. Definieren Sie Schneeakkumulation- und ablation.**

• Schneeakkumulation = Seefall und/oder windbedingte Ablagerung, die zum

Massengewinn einer Schneedecke beiträgt

• Schneeablation = durch Schneeschmelzung und -verdunstung bedingter

Massenverlust einer Schneedecke

**38. Nennen Sie die Unterschiede zwischen temporärer, orographischer und**

**klimatischer Schneegrenze. Zeigen Sie den Verlauf der klimatischen Schneegrenze**

**der Alpen in Nord-Süd-Richtung auf (Skizze optional). (2P)**

• Klimatische Schneegrenze: Grenze zwischen ganzjährig schneebedeckten und

zeitweise schneefreien Gebieten (höchste jährliche Lage der Schneegrenze)

• Temporäre Schneegrenze: Schneegrenze die aktuell (zu bestimmten Zeitpunkt)

vorliegt

• Orgographische Schneegrenze: Höhenlage bis zu der lokal im Mittel Schnee liegen

kann

• Alpen: klimatische Schneegrenzen ca. 2800m; Norden Schneegrenze deutlich

niedriger als im Süden

**39. Wie lautet die Wasserbilanz für Schnee- und Eisdecken? (3P)**

C = C´ + S + A - M - R

C = Masse des Gletschers

S = Schneefall

A = Zufluss

M = Schmelze

R = Abfluss

**40. Definieren Sie den Begriff des Gletschers.**

= Massen aus körnigem Firn- und Gletschereis, die sich vom Nährgebiet mit

Schneeauflage, wo sie entstehen zum Zehrgebiet, wo sie abschmelzen, bewegen.

**41. Nennen Sie vier Gletschertypen! (2P)**

Inlandeis, Schelfeis, Plateaugletscher, Kargletscher, Talgletscher, Wandfußgletscher

**42. Wie lässt sich der Untergrund hydrologisch gliedern und welche Arten von**

**Bodenwasser gibt es?**

**Ungesättigte Zone:**

• Sickerwasser (aus NS)

• Haftwasser (Wasser, das entgegen der Gravitation festgehalten wird)

• hygroskopisches Wasser (“Restwasser”, das selbst nach langer Trockenheit

Bodenteilchen umgibt)

**•** Offenes Kapillarwasser (steigt durch Kapillarwirkung der Bodenporen aus GW auf)

**Kapillarraum:**

• Geschlossenes Kapillarwasser

**Gesättigte Zone:** (GW; kein Bodenwasser)

**43. Was versteht man unter einem Porengrundwasserleiter? (1P)\*\***

Grundwasserleiter aus Lockergestein oder Sedimenten, dessen wasserführende

Hohlräume vorwiegend aus Poren gebildet werden.

**44. Was versteht man unter einem Kluftwasserleiter und einem Karstwasserleiter?**

Kluftwasserleiter: Grundwasserleiter aus Festgestein, dessen wasserführende

Hohlräume aus Klüften im Gestein bestehen

Karstwasserleiter: Grundwasserleiter in verkarsteten Gestein

**45. Wie wird Grundwasser gebildet?**

• Infiltration von Niederschlagswasser in Boden —> Versickerung in tiefere

Bodenschichten —> Erhöht Grundwasserstand

• Infiltration von Gewässern (z.B. Fluss): hyporheischer Austausch (Wasseraustausch)

in Übergangszone zwischen Grundwasser und Fließgewässer (hyporheischer

Austausch) —> Ist der Wasserstand des Flusses höher als der Wasserstand des

Grundwassers: Grundwasser wird angereichert (Uferinfiltration)

**46. Von welchen Faktoren wird die Grundwasserneubildung beeinflusst? (4P)**

• Niederschlag

• lokale Wasserbilanz (Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung)

• Durchlässigkeit des Bodens

• Relief

• Landnutzung

**47. Was ist der Unterschied zwischen Grundwasser-Flurabstand und**

**Grundwasserhöhe?**

• GW-Flurabstand: Abstand zwischen Geländeoberfläche und GW-Oberfläche

• GW-Höhe: Höhenlage der GW-Oberfläche über NN

**48. Grundwassergleichenpläne können mit hydrologischen Dreiecken konstruiert**

**werden. Vervollständigen Sie diese Dreiecke in der nachfolgenden Abbildung.**

**Zeichnen Sie zusätzlich die Fließrichtung des Grundwassers ein, indem sie die**

**Fließwege des Wassers mit Pfeilen markieren. (2P)**

**49. Henry Darcy hat auf experimenteller Weise eine der wichtigsten hydrologischen**

**Gesetzmäßigkeiten ermittelt. (3,5P)**

**a. Nenne Sie die drei Parameter, die in der Darcy-Gleichung den Wasserfluss im**

**porösen Medium determinieren. (1,5P)**

dh = Di

fferenz der Druckhöhe

l = Fließstrecke

kf = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigt)

**b. Was besagt das Darcy-Gesetz und wofür wird dieser Ansatz verwendet? (1,5P)**

• Durchflussmenge (q), die ein porösen Mediums laminar durchströmt steigt linear/

direkt proportional zum hydraulischen Gradienten (dh/l)

• Zur Bestimmung der Durchlässigkeit eines Grundwasserleiters

**c. Wie wird die Eigenschaft des porösen Mediums in dem Darcy-Gesetz**

**berücksichtigt? (0,5P)**

• kf-Wert kann aus Tabelle abgelesen werden

• Mit abnehmender Korngröße nimmt Durchlässigkeit ab

**50. Nennen Sie den Unterschied zwischen Freiland- und Bestandsniederschlag.**

• Freilandniederschlag: Niederschlag auf freier Fläche

• Bestandsniederschlag: Niederschlag oberhalb der Vegetation abzüglich der

Interzeptionsverluste —> Niederschlag der den Boden erreicht (aus Kronendurchlass

und Stammabfluss)

**51. Nennen Sie zwei Messgeräte zur Niederschlagsmessung. (1P)**

Ombrometer, Niederschlagswaage, Distrometer

**52. Nennen Sie Verfahren zur Bestimmung des Gebietsniederschlags. (4P)**

• Punktuelle Niederschlags-Messgeräte mittels Messgeräten

• Niederschlagsradar

• Niederschlagsmessung mit Mobilfunktürmen

• Niederschlagsmessung mit Satelliten

**53. Aus welchen Verdunstungsarten setzt sich die Evapotranspiration**

**(Gesamtverdunstung) zusammen?**

• Evaporation: Verdunstung von freien Wasserflächen oder unbewachsener

Oberflächen

• Transpiration: Verdunstung durch Lebewesen (v.a. Pflanzen)

• Interzeption(sverdunstung): Verdunstung von pflanzlichen Oberflächen

*q* = *k f* × D*lh*

**54. Welcher Unterschied besteht zwischen aktueller (realer) Evapotranspiration und**

**potentieller Evapotranspiration?**

• **Aktuelle (reale) ET:** Wassermenge, die von einem pflanzenbewachsenen Standort

unter natürlichen Bedingungen in die Atmosphäre abgegeben wird

• **Potentielle:** Maximal mögliche Wassermenge, die von einem pflanzenbewachsenen

Standort unter optimalen Bedingungen (kein Wassermangel) in die Atmosphäre

abgegeben wird

**55. Nennen Sie zwei Messgeräte zur Verdunstungsmessung.**

• EVakt

: Evaporimeter, Lysimeter

• EVpot

: Verdunstungspfanne

**56. Latente Wärme (insgesamt 5P)**

**a. Definieren Sie den Begriff der latenten Wärme (1P)**

Energie, die beim Phasenübergang eines Stoffes aufgenommen bzw. abgegeben wird

**b. Geben Sie ein Beispiel für die Bedeutung der latenten Wärme im globalen System**

**und begründen Sie ihr Beispiel! (2P)**

Bei der Verdunstung von Wasser an der EOF wird Energie aufgenommen und bei der

Kondensation in die Atmosphäre abgegeben, so wird Energie von der EOF in die

Atmosphäre transportiert. Dabei wird in der Atmosphäre latente Wärme in fühlbare

Wärme überführt. Die Temperaturerhöhung der Atmosphäre (und somit auch der EOF)

hat Auswirkungen auf das globale Klimasystem.

**57. Definieren Sie Interzeption.**

= Speicherung von Niederschlag auf Pflanzenoberflächen

**58. Welche Faktoren verändern die Interzeption?**

Bedeckungsgrad und Vegetationstyp (Blattfläche)

**59. Was beschreibt der Leaf area Index (LAI)?**

Blattflächenindex = der „einseitige“ Quotient von Blattoberfläche pro Untergrundfläche

—> Dichte des Pflanzenbestandes

**60. Die Interzeptionskapazität (2P)**

ist im Nadelwald höher als auf einer Wiese

beschreibt die Niederschlagsmenge, die ein Boden aufnehmen und speichern kann

**61. Wie können Seebecken entstehen?**

• Konstruktive Seebecken: tektonische und vulkanische Prozesse

• Destruktive Seebecken: Erosionsprozesse (z.B. glazial)

• Obstruktive Seebecken: Abdämmung (z.B. Bergstürze)

• Anthropogene Seebecken: künstlich angelegt

**62. Benennen Sie die Zonen in den weißen Kästchen. (2,5P)**

**63. Erklären Sie die sommerlichen, herbstlichen/frühjährlichen und winterlichen**

**Zirkulationsverhältnisse in einem mitteleuropäischen See unter Verwendung der**

**Fachbegriffe zur Gliederung des Wasserkörpers, seiner Schichtung und**

**Zirkulation.**

• Gliederung des Sees:

• Epilimnion: ähnelt meist Ausdehnung der tropogenen Zone

• Metalimnion: Temperatursprung/thermokline

• Hypolimnion: ähnelt meist Ausdehnung der tropholytischen Zone

• Sommer:

• Stabile Schichtung (thermisch)

• Sommerstagnation: Teilzirkulation (Zirkulation nur im Epilimnion)

• Durchmischung durch Wind

• Herbst/Frühling:

• Instabile Schichtung: Aufhebung der thermischen Schichtung

• Durchmischung durch Absinkprozesse und Wind

• Vollzirkulation

• Winter:

• Stabile Schichtung (thermisch)

• Eisbildung verhindert windinduzierte Durchmischung

• Winterstagnation

**64. Erläutern Sie die Zustandswechsel eines dimiktischen Sees im Verlauf eines**

**Jahres unter besonderer Berücksichtigung der jeweiligen thermischen Schichtung!**

**Evtl. mit Skizze. (5P)/ Beschreiben Sie die Zustandswechsel bei einem**

**dimiktischen See. (2P)**

• Sommerstagnation (Teilzirkulation): stabile, thermische Schichtung

• Vollzirkulation (Herbst): Instabile Schichtung

• Winterstagnation: stabile, thermische Schichtung

• Vollzirkulation (Frühling): Instabile Schichtung

**65. Skizzieren Sie die Tiefenprofile von Temperatur und Sauerstoff eines eutrophen**

**Sees in Mitteleuropa während der sommerlichen Stagnationsphase (ohne Angaben**

**von Werten) und benennen Sie die thermisch unterschiedlichen Wasserkörper mit**

**den jeweiligen Fachbegriffen! (3P)\*\***

**66. Skizzieren Sie die Tiefenprofile von Temperatur und Sauerstoff eines oligotrophen**

**Sees in Mitteleuropa während der sommerlichen Stagnationsphase (ohne Angaben**

**von Werten) und benennen Sie die thermisch unterschiedlichen Wasserkörper mit**

**den jeweiligen Fachbegriffen!**

**67. Was versteht man unter der Eutrophierung eines Sees? Welche Trophiegrade gibt**

**es?**

I (Oligotroph) - II (Mesotroph) - III (Eutroph) - IV (Hypertroph) - Dystroph

= wenn hoher Näherstoffeintrag zur Überdüngung eines Gewässers führt mit den

entsprechenden Folgen

1. Normalzustand: Oligotropher See: nährstoffarm, O2-reich, CO2-arm, mittlerer pH

Wert, niedriger Chlorophyllgehalt, niedrige Bakterienzahl

2. Verlauf: NS —> Phytoplankton und Zooplankton vermehrt sich und stribt ab —> viel

tote Biomasse führt zur Vermehrung von aneroben und anaeroben Bakterien —>

anaerobe Bakterien nehmen stark zu und setzten vermehrt CO2 im Gewässer frei +

Faulschlamm und Faulgase (z.B. Schwefel, Ammoniak) aus Sedimenten toter

Biomasse am Grund werden freigesetzt —> Phosphat-mobilisierung aus

Sedimenten sorgt für selbstverstärkung des Effekts

3. Endzustand: Eutropher See: nährstoffreich, O2-arm, niedriger pH-Wert, hoher

Chlorophyllgehalt, hohe Bakterienzahl

**68. Welcher zusätzliche Term der Wasserhaushaltsgleichung muss bei der**

**hydrologischen Betrachtung von Einzugsgebieten berücksichtigt werden? (1P)**

Berücksichtigung des Zuflusses => N + Qin = V + Qout + ΔS

**69. Ergänzen Sie die Tabelle (je 0,5P)\*\***

**70. Wie bezeichnet man Flüsse, die ganzjährig, saisonal und sporadisch Wasser**

**führen? (3P)**

**a. Charakterisieren und begründen Sie die Fließgeschwindigkeitsverteilung**

**(horizontal und vertikal) in einem natürlichen Flussbett (Skizze optional). (3P)**

• Rand und Boden: mehr Reibung —> geringere Fließgeschwindigkeit

• Mitte des Gewässers: weniger Reibung —> höchste Fließgeschwindigkeit

**b. Welche Veränderungen dazu sind in einem künstlichen Gerinne (Beton) zu**

**erwarten? Begründen Sie.**

Weniger Reibung und Reibungsunterschiede —> Höhere Fließgeschwindigkeit

**71. Was besagt die mittlere jährliche Dauerlinie?**

MQ = Durchschnittswert aller Hauptbeobachtungen im betrachteten Zeitraum einer

festgelegten Reihe von Jahren

**Begrif**

**Einheit**

**Definition**

Durchfluss

m3/s

Wasservolumen, das pro Zeiteinheit einen definierten

oberirdischen Flussquerschnitt durchfließt

Abflussspende (l/s)/

km2

Abfluss eines Gebietes geteilt durch die Fläche des

Einzugsgebietes

Abfluss

m3/s

Wasservolumen, das pro Zeiteinheit aus einem Gebiet fließt

**72. Durch welche natürlichen Faktoren / anthropogene Einflüsse kann die Entstehung**

**von Hochwasser begünstigt werden? Nennen Sie je zwei Beispiele! (4P)**

• Natürlich: Schneeschmelze, Starkregen oder langer Dauerreger

• Anthropogen: Flächenversieglung, Land- und Forstwirtschaft

**73. Welchen Einfluss hat die Auenvegetation auf den Abfluss? (3P)**

• Nach Hochwasser bildet sich auf davor vegetationsarmen Boden Auenvegetation aus

• Oberflächenabfluss verringert sich und Basisabfluss erhöht sich

**74. Abflussregime nach Pardé (5P)**

**a. Welche Kurven der nachfolgenden Abbildung können als glaziales und pluviales**

**Abflussregime bezeichnet werden? (1P) oder: Welche der dargestellten**

**Regimeganglinien nach Pardé zeigen ein nivales Abflussregime? (1P)\***

• Kurve 1: pluvial

• Kurve 2/3: nival

• Kurve 4: glazial

**b. Welche Parameter benötigen Sie für die Erstellung der Regimeganglinie nach**

**Pardé? (1P)**

Km = MQm/MQa

Km: monatliche Abflusskoeffizienten/Pardé-Koeffizienten

MQm: mittl. monatlicher Abfluss

MQa: mittlerer jährlicher Abfluss

**c. Was sind die Ursachen für die unterschiedlichen Verläufe des glazialen und**

**pluvialen Abflussregimes. Beschreiben Sie diese Ursachen sowohl für das glaziale**

**als auch für das pluviale Regime stichpunktartig. (3P)**

Glazial:

• Minima in den Wintermonaten, da Niederschlag in Form von Schnee in den

Gletschern gespeichert wird

• Maxima im Hochsommer, da hier Temperaturen ausreichen um Teile des Gletschers

zu schmelzen und somit Abfluss zu erzeugen (Schnee- &Gletscherschmelze)

Pluvial:

• Minima in den Sommermonaten, da hier relativ hohe Temperaturen (hohe

Verdunstung) und wenig NS vorhanden sind

• Maxima in den Wintermonaten: niedrige Verdunstungsraten, mehr Niederschlag

**d. Erläutern Sie die y-Achse der Grafik. Was bedeutet ein km-Wert von 1? (1P)**

• Km = Pardé Koeffizient (0-unendlich) —> Saisonale Variabilität des Abflusses

• Quotient aus dem mittleren Monatsabfluss und dem mittleren Jahresabfluss

• Wert =1: mittlere Monatsabfluss entspricht dem mittleren Jahresabfluss

**75. Welche Abflussregime dominieren in großen Einzugsgebieten? (1P)**

Komplexe Abflussregime 1. und 2. Grades

**76. Komplexe Abflussregime zweiten Grades: (2P)**

Zeichnen sich durch ein Hauptmaximum im Sommer aus

Zeichnen sich durch ein Haupt- und ein Nebenmaximum aus, das jeweils durch

verschiedene Prozesse verursacht wird

Durchfließen unterschiedliche Klimazonen

Weisen ein jährliches Maximum auf, das durch einen Prozess verursacht wird

**77. Der Rhein weist ein komplexes Abflussregime 2. Grades auf. Erläutern Sie diesen**

**Begriff! Beschreiben und erläutern Sie die auftretenden Abflussmaxima für den**

**Ober sowie den Unterlauf! (5P)**

• = Abflussregime mit mehr als zwei Einflussfaktoren (multimodal)

• Kann mehrere Klimazonen durchfließen und weißt mehrere Maxima auf, die durch

unterschiedliche Prozesse verursacht werden

• Oberlauf: nivales Regime

• Unterlauf: ozeanisches Pluvialregime

**78. Wodurch ist ein ozeanisches Nivo-Pluvial-Regime nach Pardé gekennzeichnet?**

**(4P)**

• Abflussregime mit 2 Maxima

• Frühjahr: schneebedingtes Maximum (größer)

• Herbst: niederschlagbedingtes Maximum (kleiner)

**79. Was sagt die Infiltrationsrate und die Infiltrationskapazität aus?**

• **Infiltrationsrate:** Wasservolumen, das pro Zeit- und Flächeneinheit in den Boden

eindringt (mm/h)

• **Infiltrationskapazität:** Wasservolumendifferenz zwischen dem aktuellen

Wassergehalt im Boden und dem Wassergehalt bei Wassersättigung

**80. Nennen Sie zwei Messgeräte zur Bestimmung der Infiltration.**

Doppelringinfiltrometer und Röhreninfiltrometer

**81. Welche Ablussarten lassen sich unterscheiden?**

• Oberflächenabfluss: Abfluss an der Landoberfläche

• Zwischenabfluss: Abfluss in der ungesättigten Bodenzone

• Basisabfluss: Abfluss in der gesättigten Bodenzone (Grundwasser)

• Sonderform “return flow”: Zwischenabfluss der an der Landoberfläche wieder

austritt

**82. Erläutern Sie die folgenden Begriffe: (je 2P)\***

**a. Basisabfluss**

• Grundwasserzufluss = Basisabfluss/indirekter Abfluss

• Wassermengen die mit erheblicher Verzögerung ein abfließendes Gewässer

erreichen

**b. Direktabfluss**

• Oberflächenabfluss = direkter Abfluss

• Wassermengen die mit kaum einer Verzögerung ein abfließendes Gewässer

erreichen

**83. Erläutern Sie mindestens zwei Mechanismen zur Bildung des**

**Oberflächenabflusses. (2P)**

• Infiltrationsüberschuss: Regenintensität > Infiltrationsrate

• Sättigungsüberschuss: Boden ist nahezu vollständig gesättigt wodurch kaum

Wasser infiltrieren kann (Infiltrationsrate abhängig von Bodenfeuchte)

• Return Flow: Infiltriertes Wasser wird am Übergang zu gesättigten Bodenbereichen

zum Austritt gezwungen