

Klimafragen, Kapitel 4 – Temperatur, temperaturabhängige Prozesse & atmosphärische Stabilität

1) Wie ist T definiert?

- Maßzahl für den Wärmezustand
- definiert über die mittlere molekularkinetische Energie des Luftquantums
- je geringer die Eigengeschwindigkeit der Moleküle und Atome, desto geringer ist T
- Ist direkt proportional zur mittleren Geschwindigkeit der Moleküle
- $T \sim mv^2$
- T ist eine Zustandsgröße eines thermodynamischen Systems
- T beschreibt den Wärmeenergieinhalt, der T-Gradient die Richtung des Wärmetransports
- Beim absoluten Nullpunkt gibt es keine Bewegung der Moleküle mehr
- Temperatur verliert ihren Sinn, wenn einzelne Moleküle betrachtet werden

2) Was sind die „Prinzipien“ der Temperaturmessung?

- Temperatur eines Probekörpers im thermischen Gleichgewicht (direkte Messung)
- Einfluss auf elektrische Größen
- Strahlungsmessung und Interpretation nach Planck'schem Strahlungsgesetz (Fernerkundung, Satelliten)
- Laufzeitmessung des Schalls (Fernerkundung)

3) Nennen Sie meteorologisch wichtige Temperaturen!

- Lufttemperatur (→Grundgleichungen)
- Bodentemperatur (→Wärmeaustausch mit Untergrund)
- Temperatur unter besonderen Bedingungen:
 - Feuchtes Thermometer →Luftfeuchte
 - Thermometer unter Sonnenbestrahlung →Sonnenstrahlung
 - Thermometer über kochendem Wasser →Luftdruck
 - Temperatur eines beheizten Drahtes →Windstärke
 - Wärmebilanz am Thermometer:
 - turbulenter Fluss fühlbarer Wärme am Thermometer
 - kurzwellige / langwellige Strahlungsbilanzen
 - Wärmeleitung aus dem Schaft

4) Was ist das Prinzip eines Bimetallthermometers?

- Metall wird bei T-Schwankungen abgelenkt und verbogen, auf einer Skala kann man die Temperatur ablesen
- Paar von Metallen verschiedener Ausdehnungskoeffizienten wird verbunden
- Originalform erhält man bei Referenztemperatur
- Ist ein Ende befestigt, führt Temperaturänderung zu Ablenkung

5) Was ist ein Thermoelement?

Ein Thermoelement besteht aus zwei Metallstücken mit unterschiedlicher **Austrittsarbeit**, die einen geschlossenen Kreis bilden. Elektronen diffundieren vom Metall mit der kleineren Austrittsarbeit zum anderen. Die Thermospannung entsteht, wenn sich zwei Enden eines Metalls bei unterschiedlicher Temperatur befinden (Seebeck-Effekt)

→Vereinfacht kann ein linearer Zusammenhang angenommen werden

6) Was ist ein thermodynamisches System?

Ein thermodynamisches System (z.B. 1 m³Luft) lässt sich durch eine Anzahl von charakteristischen Größen beschreiben. Wenn der Zustand z.B. durch T und V eindeutig festgelegt ist, müssen alle anderen Variablen Funktionen dieser Größe sein

- Im thermodynamischen Gleichgewicht ändert sich die Temperatur nicht
- Thermospannung hängt von den Materialien und leicht von der Temperatur ab

7) Welche T-Skalen gibt es?

Celsius Skala

- gibt es seit 1748
- Eis schmilzt bei 0 Grad
- Wasser kocht bei 100 Grad
- 100°C zwischen Eis und Siedepunkt reinen Wassers bei 0 NN

Kelvin oder absolute Skala:

- keine Molekularbewegung bei 0 K
- Kinetische E bei 0 K = 0
- Gradteilung wie bei Celsius
- 0 Grad Celsius = + 273,15 K

- Siedepunkt: + 373,15
- Absoluter Nullpunkt (Weltraumtemperatur) 0 K oder – 273,15°C

Fahrenheit (1709 durch deutschen Physiker und Glasbläser Daniel Fahrenheit, der Das erste Quecksilberthermometer entwickelte)

- 180 Grad zwischen Nullpunkt und Siedepunkt
- 0 Celsius: 32 F, Wasser kocht bei 212 F

Somit ergibt sich folgende Skalenumrechnung:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 * (^{\circ}\text{F}-32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 * (^{\circ}\text{C}+32)$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$$

→ Es gibt auch noch die Reaumur-Skala (französischer Physiker):

$$0 \text{ Celsius} = 0 \text{ R} / 100 \text{ Celsius} = 80 \text{ R}$$

8) Was ist ein Aspirationspsychrometer nach Assmann?

Das Aspirationspsychrometer ist ein Messinstrument der Gruppe der Psychrometer, mit welchem die wahre, nicht durch Sonnenstrahlung verfälschte relative Feuchtigkeit und Temperatur der Luft gemessen wird. Es besteht ua. aus 2 Thermometern, wobei eines die tatsächliche T, das andere die Feuchttemperatur misst. Das geschieht mit Hilfe eines mit destilliertem Wasser besprühten Baumwollschlauches um die Kapillarkugel. Aus der Temperaturdifferenz des Trocken- und Feuchtthermometers ($t_t - t_f$) lässt sich die relative Luftfeuchtigkeit unter Verwendung der **Sprungschen Formel** bestimmen, meist wird sie aus vorberechneten Tafeln abgelesen.

9) Nach welcher Rechnung lässt sich die Tagesmitteltemperatur errechnen?

$$(7+14+2*21h)/4 \text{ (Mannheimer Stunden 7,14,21)}$$

ab dem 1.4.2001 andere Rechnung:

24 Stundenwerte / 24

- fehlen mehr als 3 Stundenwerte, wird das Mittel aus den synoptischen Messterminen: 0,6,12 und 18 UTC gebildet: $T_06+T_{12}+T_{18}+T_0/4$

10) Wie lässt sich Tages T aus den Extremwerten berechnen?

$$T = T_{\text{max}}+T_{\text{min}} / 2$$

11) Wann sind die Messtermine des DWD seit 1. April 2001?

7, 13 und 19 Uhr

12) Ordnen Sie die T-Abweichungen der verschiedenen Mittelwerte (Arithmetisches M, Mannheimer Stunden, T durch min und max), beginnend von der positiv-geringsten vom Arithmetischen Mittel!

- Arithmetisches Mittel
- $T_{\text{min}} + T_{\text{max}} / 2$: Wärmerer Wert von 0,2 Grad
- Mannheimer Stunden: 0,4 Grad wärmer als das a. Mittel

13) Zeichnen Sie den vertikalen T-Verlauf bis in eine Höhe von 1,6 Metern im Tagesgang!

14) Wo haben wir extrem kalte Wintertemperaturen?

Auf großen Landmassen der Arktischen und Subarktischen Gebieten → Nettostrahlung stark negativ

15) Wie wirkt sich die Land-Meer-Verteilung auf T aus?

- Im Sommer sind Kontinente aufgrund anderer Energieumsätze gegenüber den Meeren (keine konvektiven Wärmestöme an Land, im Wasser Verteilung der Wärme durch Strömungen, langsame Wärmeaufnahme von Wasser, langsame Abgabe, etc.) viel wärmer, im Winter viel kälter
- > Kontinentalklima, Ozeanisches Klima
- > Thermischer Äquator ungleich geographischer Äquator

16) Wo liegt der Kältepol der NHK?

NO-Sibirien, Januarmittel – 50 Grad.

17) Wo liegt der Kältepol der SHK?

Antarktis; Kältestes Monatsmittel -60, wärmstes Monatsmittel -25

> führt ganzzährig zu einem höheren Temperaturgradienten vom Äquator zum Pol als auf der NHK

18) Wie verlaufen die Isothermen auf der SHK?

- Breitengradparallel, mit großen Anomalien auf der Westseite der Kontinente

19) Was ist eine Temperaturinversion und wann ist sie häufig?

Zunahme von T mit der Höhe. In der Troposphäre besonders häufig bei windstillen Großwetterlagen im Winter in der Nacht. Während es am Erdboden -10 Grad geben kann, liegen die Werte in 5 Meter Höhe nur bei -2 Grad. Diese T-Verteilung führt zu einer stabilen Luftschichtung und verhindert die Durchmischung.

20) Eine Strahlungs inversion...

- beginnt sich kurz nach Sonnenaufgang aufzulösen
- kann bei der Bildung von Nebel dennoch eine Abnahme von T mit der Höhe bewirken

21) Was ist der thermische Äquator und wo liegt er?

Der Wärmeäquator, auch thermischer Äquator, verbindet die Punkte mit der höchsten mittleren Jahrestemperatur auf der Erde miteinander, üblicherweise in Form von Isothermen. Streng genommen existiert kein zusammenhängender Wärmeäquator, sondern nur eine verschieden breite Zone, innerhalb der die höchsten Jahresmittel liegen. Diese Zone liegt meist nördlich vom Erdäquator ca. 10 Grad n.Br. und weist eine Durchschnittstemperatur von 26 °C bis 28 °C auf. Der Grund, weshalb der Wärmeäquator keinen Kreis, sondern eine unregelmäßige Linie oder Zone darstellt, ist in der unterschiedlichen Höhenlage und der ungleichen Verteilung von Festland und Meer zu sehen.

22) Wo finden wir das stärkste Wärmegefälle auf der NHK und SHK?

NHK: 40-70 Grad n. Br. (z. B. in Mitteleuropa)

SHK: 55-80 s. Br. (hier ist das Wärmegefälle durch die Antarktis größer!)

→ generell: Temperaturabnahme vom Äquator zum Pol

23) Die T-Amplitude wächst mit der...

- Höhe über NN, da weniger atmosphärischer Regulationseinfluss
- Entfernung zu Wasserflächen
- Lage in Becken und Muldenstrukturen
- Sonnenhöhe

24) Die größten/geringsten tagesperiodischen T-Schwankungen findet man demnach in...

Größten: Hochbecken der Gebirge des subtropisch-randtropischen Trockengürtels

Geringsten: hochozeanischen Klimaten der stürmischen hohen mittelbreiten der SHK

→ in Deutschland liegt die T-Min kurz vor Sonnenaufgang, T-Max kurz nach dem Sonnenhöchststand

25) Welche Regeln lassen sich aus der Strahlungsbilanz und der Land-Meerverteilung für den Jahresgang ableiten?

- Doppeltes Maximum in den inneren Tropen
- Jahresschwankung wächst mit den jahreszeitlichen Strahlungsunterschieden (Maximum in subpolaren Breiten)
- in maritimem Klima geringer
- auf Bergstationen geringer als im Tiefland

26) Beschreiben Sie kurz 7 regionale Typen des Jahresgangs der Temperatur!

-Äquatorialer Typ:

- Sehr geringe Jahresamplitude
- Monatsmittel 24-29 Grad
- kleine Maxima durch Sonnenzenitstand
- keine thermischen Jahreszeiten

Tropischer Typ:

- geringe Jahresamplitude der T (unter 12 Grad), Maxima vor und nach dem zenitalen Sonnendurchgang

Subtropischer Typ:

- Gleichmäßiger Anstieg zum Sommerlichen T-Maximum, gleichmäßige Abkühlung zum Winterminimum
- Kap Verden-Rand-Typ: Starker Meereseinfluss -> Verschiebung der Maxima und Minima in den Herbst und in den März

Monsun-Typ:

- Maximum im Mai vor der Regenzeit, dann starker T-Rückgang
- 2. Maximum nach der Regenzeit (Oktober November)
- Minimum nach Wintersonnenwende

Mittelbreiten (ua. Europa)

- regelmäßiger T-Gang
- 1 Minimum, 1 Maximum
- Relativ große Jahresschwankungen, stark abhängig von Kontinentalität, Maritimität
- Verzögerung der Höchst- und Tiefstwerte der T

Subpolartyp:

Ähnlich dem Mittelbreiten-Typ, aber kälter, kurze Übergänge

Polartyp:

- Sehr große Jahresschwankung
- Verschiebung des Minimums um mehrere Monate nach Sonnentiefststand (Polarnacht)
- geringe Tagesschwankungen

27) Wie stark schwankt die T-Amplitude im Jahresverlauf für Dublin, Belgien, Süddeutschland und Moskau?

Dublin: 10 Grad

Belgien 14 bis 15 Grad

Süddeutschland: 20 Grad

Moskau: 30 bis 35 Grad

28) Nennen Sie wichtige Merkmale der T- Amplitude im Jahresgang!

- Steigt mit zunehmender geogr. Breite
- Stärkste T-Amplitude in subarktischen und arktischen Zonen Nordamerikas und Asiens
- gering in kontinentalen Tropenzonen
- geringer in Küstengebieten gegenüber den kontinentalen Gebieten gleicher geographischer Breite
- geringste A. in Küstenbereichen der Tropenzone

29) Die höchste Jahresamplitude der Temperatur findet man in...

- Sibirien

30) Was ist eine isotherm geschichtete Luft?

- T nimmt mit der Höhe nicht ab sondern bleibt gleich

31) Was ist der geometrische Temperaturgradient?

- Beschreibt das Wärmegefälle unbewegter Luftmassen vom Boden in höhere Bereiche
- meist 0,5 bis 0,6 Grad T-Abnahme / 100 Meter Höhe
- bei extrem trockener Luft bis zu 1 Grad / 100 Meter Höhe (Ausnahme bodennaher Bereich)
- zeitlich und räumlich stark variabel
- im unteren Teil der Troposphäre weitgehend Abnahme der Temperatur mit der Höhe (Ausnahme: Inversionen, besonders in der bodennahen Luftschichten der Polgebiete)
- im oberen Teil der Troposphäre weitgehend Isothermie; ab Tropopause Zunahme der Temperatur
- Stratosphäre durch Ozon Temperaturzunahme mit der Höhe, dabei stabil geschichtet
- durch die Höhenabhängigkeit muss die Temperatur (ähnlich wie der Luftdruck) oft auf Meeresniveau reduziert werden um großräumige Vergleiche herzustellen

32) Wo ist die Troposphäre am kältesten?

Am Übergang zur Stratosphäre, am Äquator in ca. 18 km Höhe (Mittelbreiten 12km Höhe, Polare Gebiete 8km)

> Tempgefälle am Boden: Äquator zum Pol

> Tempgefälle in der Höhe: Pol->Äquator

33) Was ist kennzeichnend für (1) diabatische und (2) adiabatische Prozesse?

(1): Energie / Wärme wird einem System zugeführt oder entzogen

- Richtung des Wärmeflusses folgt dem 2. Gesetz der Thermodynamik: Energie fließt von Orten höher zu Orten tieferer Temperatur

- wichtigster Prozess für Nebelbildung nach adiabatischen Prozessen wichtigster Punkt für Wolkenbildung

(2): Energie / Wärme wird dem System nicht zugeführt oder entzogen

- Das erste Gesetz der Thermodynamik gilt

- Arbeit, die von der Luft ausgeführt wird (Kontraktion, Ausdehnung) führt zu einer Zunahme bzw. Abnahme der internen Energie / Temperatur

34) Was ist der trockenadiabatische Temperaturgradient?

- Bei Vertikalbewegung dehnt sich das Luftpaket aus, da die Luft dünner wird (weniger Masse liegt über ihr)
- Die Energie des Luftpaketes ändert sich nicht

- Der tr. Tgr. gilt, wenn keine latente Wärme frei oder verbraucht wird, also keine Verdunstung oder Kondensation vorherrscht -> 1°C / 100 Meter Temperaturabnahme

35) Was ist der feuchtadiabatische Temperaturgradient?

- Steigt ein Luftpaket vertikal auf, und kühlt dabei stark trockenadiabatisch (1 Grad / 100 Meter) ab, erreicht es bald das Hebungskondensationsniveau. Ab hier kondensiert Wasserdampf aus und bildet Wolken. Dadurch wird latente Wärme freigesetzt, die Abkühlung ist nun pro 100 Meter mit 0,5 bis 0,6 Grad deutlich geringer
- ft. Tgr ist nicht konstant, stark abhängig vom Wasserdampfgehalt der Luft
- nach einiger Zeit ist der Wasserdampf auskondensiert, und das Luftpaket kühlt sich wieder trockenadiabatisch ab

36 a) Was beeinflusst den geometrischen Temperaturgradient? b) Was passiert beim Absinken von Luftmassen?

A)

- Erwärmung am Boden
- Advektion unterschiedlich warmer Luftmassen
- Konvektion

B)

- Wenn Wolken vorhanden sind: Wolkenauflösung, Bindung von latenter Wärme
- Wenn keine Wolken vorhanden sind: Trockenadiabatische Erwärmung

37) Vertikale Abnahme mit der Höhe im Bezug auf die Umgebungstemperatur eines Luftpaketes. Was ist eine...

- a) absolut stabile Schichtung?
- b) absolut labile Schichtung?
- c) indifferente Schichtung?
- d) bedingt instabile Schichtung?
- e) feuchtindifferente Schichtung?

a)

wenn geometrischer Temperaturgradient kleiner ist als der adiabatische Gradient

- Umgebungsluft immer wärmer, als das aufsteigende Paket, dh. ruhende Luft kühlt in der Höhe weniger stark ab, als aufsteigendes Luftpaket
- absinkendes Luftpaket dagegen immer leichter und wärmer als die Umgebungsluft
- aufsteigende Luftpakete können somit nicht unendlich weit aufsteigen und sind gezwungen ab einer bestimmten Höhe wieder abzusinken
- verhindert die Bildung von konvektiven Schauern oder Gewittern

b)

- Schichtungsgradient der ruhenden Luft (geometrischer Temperaturgradient) größer als der adiabatische Temperaturgradient

Aufsteigende Luft immer wärmer, als die Umgebungsluft -> Auftrieb nach Hebungsimpuls

- Absteigende Luft immer kälter als die Umgebungsluft

c)

- Geometrischer Temperaturgradient = Adiabatischer Gradient

- Bei Anhebung oder Absenkung bleibt das Luftpaket immer so warm wie die Umgebung, erhält also keine Sink- oder Aufstiegskomponente

d)

- bei trockenadiabatischer Hebung stabil

- bei feuchtadiabatischer Hebung labil

- Luftpaket kühlt zuerst trockenadiabatisch ab -> stabil -> dh. es muss Energie aufgewendet werden, damit das Paket weiter steigen kann

- erreicht das Paket das HKN (Hebungskondensationsniveau), labile Schichtung -> feuchtadiabatische

Abkühlung -> freie Konvektion ohne Energiezufuhr

→ Bei Gewitterlagen mit einer bedingt instabilen Schichtung sind daher Gebirge als Hindernis anströmender Luftmassen wichtig, da sie die Luft zum Aufstieg zwingen bis es zur Kondensation kommen kann, nachdem dann das rasche Aufsteigen von Gewittertürmen in der dann labilen Schichtung ermöglicht wird

e)

- Geometrischer Temperaturgradient = Feuchtadiabatischer Gradient, d.h. trockenad. Pakete sind am Aufstieg gehindert, feuchtad. Pakete steigen jedoch „unbegrenzt“ weiter auf

38) Was ist eine Inversion und welche Folgen hat sie für das Wetter?

- Umkehrung des Temperaturverlaufes: Mit der Höhe wird es milder.
- Folge: Hochreichende Konvektion wird unterbunden, da aufsteigende Luftpakete schnell in Höhen kommen, wo die Umgebungsluft wärmer wird, so dass sie absinken müssen - > Generell keine Gewitter- oder Schauerbildung möglich.

39) Welche Arten von Inversionen gibt es?

- Strahlungsinversion
- Passatinversion (Durch absinkende Winde aus der Höhe -> unterschiedliche Erwärmung durch verschiedene Wegstrecken der Luftpakete)
- Frontinversion

40) 2 Luftpakete steigen trocken- und feuchtadiabatisch an. Die Umgebungsluft ist isotherm geschichtet. Welches Luftpaket wird zuerst daran gehindert, weiter aufzusteigen und warum?

- Trockenadiabatische Paket: Kühlt schneller ab und erreicht schneller die gleiche Umgebungstemperatur.

41) Nennen Sie die 3 wichtigsten Großeinheiten von Luftmassen inklusive ihres horizontalen / vertikalen Temperaturgradienten / 100 km!

- Tropische Warmluft: 0,39K / 0,7 bis 0,8, wenig stabile Schichtung, Tropopause in 16 km Höhe
- Frontalzone: 0,56K / 100km / 0,67 (feucht), tagsüber oft labile, nachts stabile Schichtung, Tropop. 10 bis 13 km
- Polarluft: 0,21 / 100km / 0,55, oft stabile Schichtung, Tropopause in 8 bis 10 km Höhe

42) Wetterhütten sind üblicher Weise...

weiß gestrichen, in 2 m Höhe, mit Lüftungsschlitzen versehen und haben die Instrumentenöffnung auf der Nordhemisphäre nach Norden hin

43) Die Lufttemperatur nimmt mit der Höhe bis zur Stratosphäre ab, weil....

die Energiequelle der Erwärmung der Troposphäre an der Erdoberfläche liegt

44) Der geometrische Temperaturgradient...

- beschreibt die tatsächliche thermische Schichtung der Atmosphäre
- ist zeitlich und räumlich stark flexibel, jedoch immer unter 1K / 100 Meter

45) Wo liegt der thermische Äquator im Januar auf der SHK?

- Auf Kontinenten weit unterhalb des geographischen Äquators

46) Im Gegensatz zur Celsiusskala, gibt es bei der Kelvinskala keine...

- negativen Temperaturen

47) Die Jahresamplitude der T nimmt mit...

- zunehmender geographischer Breite zu und mit zunehmender Maritimität ab

48) Ein Hauptgrund dafür, dass die höheren T in den Subtropen und nicht am Äquator gemessen werden, liegt an der...

Bewölkung am Äquator -> ITC -> Innertropic Convergence

49) Wenn der geometrische Temperaturgradient nahe der Erdoberfläche 1,2°C/100 m beträgt und ein ruhendes ungesättigtes Luftpaket nach oben beschleunigt wird, wird....

das Luftpaket nach der initialen Beschleunigung weiter ansteigen

50) Wenn die Temperatur in der tropischen Troposphäre mit 0,8°C /100 m abnimmt und ein ruhendes, mit Wasserdampf gesättigtes Luftpaket nach oben beschleunigt wird,

..wird das Luftpaket nach Beschleunigung weiter ansteigen

51) Wenn der geometrische Temperaturgradient in den mittleren Breiten 0,3°C/100 m beträgt und ein ruhendes, wasserdampfgesättigtes Luftpaket nach oben beschleunigt wird,

- wird das Luftpaket nach Beschleunigung wieder in seine Ausgangslage zurückkehren

52) In der niederen Atmosphäre ist der geometrische Temperaturgradient wann am größten?

- Mittags und im Sommer

53) Bei absteigender Luft erwärmt sich ...

trockene Luft trockenadiabatisch, „bewölkte“ Luft feuchtadiabatisch

54) Ein nach oben beschleunigtes Luftpaket wird in einer labilen Atmosphäre stets weiter aufsteigen, weil

- es immer wärmer und leichter als die Umgebungsluft ist

55) Wovon ist die Temperatur abhängig?

- geogr. Breite
- Höhe über N.N
- Tageszeit
- Wolkenbedeckung
- Lage am Wasser
- Ozeanströmung
- Hangneigung
- Vegetation

56) Wie viel Mal größer ist die Wärmekapazität eines Ozeans gegenüber der Atmosphäre?

57 fach, Ozeanströmungen beeinflussen stark die Temperaturen eines Ortes

57) Die Strahlungsbilanz der Polargebiete ist immer...

negativ – zusammen mit den atmosphärischen Winden gleichen Ozeanströmungen das Energiedefizit aus

58) Hauptenergiegewinn liegt im Nordsommer bei welcher geographischen Breite?

45 Grad Nord

59) Warum sind Städte an heißen sonnigen Tagen wärmer als ländliche Gebiete?

- Häuser und Asphalt absorbieren mehr Strahlung
- fehlende Vegetation führt zu keiner Verdunstungskühle
- zusätzliche Wärme durch Klimalampen
- Luftverschmutzung reduziert infrarote Ausstrahlung

60) Was ist der Wind-Chill-Faktor / die Windchilltemperatur?

Gefühlte Temperatur bei Wind

0°C fühlen sich bei 60 km/h Wind so kalt an wie minus 8,8°C

→ Es gibt entsprechende Tabellen für T in Abhängigkeit zur Windstärke

61) Was beschreibt das Gesetz von Gay-Lussac?

Ausdehnung von Stoffen mit zunehmender Temperatur

62) Was beschreibt die ideale Gasgleichung?

Der thermische Zustand eines Gases wird durch die Größen Volumen V, Druck p und Temperatur T beschrieben. Für eine beliebige abgeschlossene Gasmenge (ideales Gas) ist bei Zustandsänderungen der Quotient pV/T konstant. Daher gilt: Ist eine der drei Größen konstant, so ergeben sich diese Sonderfälle:

1. Isotherme Zustandsänderung

(die Temperatur T bleibt konstant)

2. Isobare Zustandsänderung

(der Druck p bleibt konstant)

3. Isochore Zustandsänderung

(das Volumen V bleibt konstant)

63) Solare Strahlung...

- erwärmt den Boden
- Wärme wird über Turbulenz wieder in die Atmosphäre übertragen
- Boden strahlt im Infraroten entsprechend seiner Temperatur aus

64) Was ist ein Bimetall-Thermometer?

erfunden Ende des 18. Jahrhunderts

oft als Thermostat oder zum Schliessen von Relais genutzt

Paar von Metallen verschiedener Ausdehnungskoeffizienten wird verbunden

Originalform bei Referenztemperatur

Ist ein Ende befestigt, führt Temperaturänderung zu Ablenkung y

65) Was sind Thermistoren?

- Heißleiter (Thermistor) sind Halbleiter aus Metalloxyden und werden angeboten als

→NTC (Negativ Temperature Coefficient)

→Thernewid (THERmischNEGativerWIDERstand)

- Widerstand nimmt mit zunehmender Temperatur ab

- Bei reinen Metallen nimmt der Widerstand um ca. 0.4 %/K zu; bei Heißleitern dagegen um ca. 4%/K ab.

- Starke Abweichung von Heißleitern des gleichen Typs (± 5 bis ± 20 %)

- Exponentielle Abnahme mit der absoluten Temperatur

- Eine charakteristische Größe für den Thermistor ist der Wärmeleitwert (Trägheit). Er beschreibt wie viel Wärme man dem Heißleiter zuführen muss, um ihn z.B. bei einer Temperatur von 20°C um 1°C zu erwärmen

66) Nennen Sie 3 Typen thermodynamischer Systeme!

1. Offen: Massen- und Energieaustausch findet statt
2. Geschlossen: Nur Energieaustausch findet statt
3. Abgeschlossen: keinerlei Austausch

67) Was ist die spezifische Wärmekapazität c?

Die Wärmemenge, die notwendig ist, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen

- Phasenübergänge sind hierbei ausgeschlossen

- Für Wasser beträgt die spezifische Wärmekapazität c bei 0°C: 4218 J K⁻¹kg⁻¹ (entsprechend 1 Kcal). Bei Gasen muss der Weg, der zur Temperaturerhöhung genutzt wurde, berücksichtigt werden

68) Sinkt die Temperatur eines aufsteigenden Luftpaketes ab bis zum XXX, dann bilden sich Wolken.

Taupunkt, also wenn Taupunkt = Temperatur des Luftpaketes, dann Wolkenbildung (beim Hebungskondensationsniveau

69) Ein Luftpaket steigt trockenadiabatisch auf. Wie ändern sich die bekannten Feuchtegrößen?

Absolute Feuchte pw: Abnahme

Wasserdampfdruck e: Abnahme

Spezifische Feuchte q: bleibt konstant (da Massenverhältnis)

Mischungsverhältnis m: bleibt konstant (da Massenverhältnis)

Taupunkt Td: Abnahme

Relative Feuchte f: Abnahme (bei feuchtadiabatischem Aufstieg steigt die rel. Feuchte)

Sättigungsdefizit es-e: Abnahme

70) Was ist A: die potenzielle Temperatur und B: die äquivalent-potenzielle-Temperatur?

A: konservative Größe bei trockenadiabatischen Prozessen

B: konservative Größe bei feuchtadiabatischen Prozessen (ist die Temperatur eines Luftvolumens, wenn es zunächst solange gehoben wird, bis aller Wasserdampf kondensiert ist, und dann trockenadiabatisch auf 1000 hPa abgesenkt wird.

71) Welche Hebungsmöglichkeiten gibt es für Luftmassen / Pakete?

- Orographische Hebung
- Hebung an Fronten
- Konvergenzhebung
- Konvektive Hebung

72) Welche Rolle spielt der trocken – bzw. feuchtadiabatische Temperaturgradient beim klassischen Föhn?

Beispiel Alpen bei Südwind:

Feuchte Luftmassen wehen vom Mittelmeer gegen die Alpen, dort kommt es auf der Alpensüdseite zu Regen

- > Luftpakete steigen auf und kühlen sich feuchtadiabatisch gering ab (0,6°/ 100 Meter)

- > Auf der Alpennordseite kommt es zum trockenen Abfall der Luftmassen. Diese erwärmen sich trockenadiabatisch um 1° / 100 Meter (mehr, als sie sich auf der Alpensüdseite abgekühlt haben). Daher ist der Föhn ein sehr warmer Wind.