DIE REGULATION VON INNEREN KÖRPERZUSTÄNDEN

A) TEMPERATURREGULATION

Basis- Metabolismus (Grundumsatz des Stoffwechsels)
= Energie, die Körper im Ruhezustand braucht. Beim Menschen höher als z.B. bei Reptilien, weil Körpertemperatur gleich bleibt.

1. HOMÖOSTASE

* Begriff vom Physiologen **Walter CANNON** (1929)

* Bestimmte **biologische Prozesse und Körpertemperatur** werden **innerhalb festgelegter Grenzen konstant** gehalten.

* Homöostatische Prozesse bewirken **bestimmte physiologische und verhaltensmäßige Aktivitäten**, **sobald bestimmte Werte unter gewisse Limits** fallen.

* In den meisten Fällen handelt es sich eher um einen **Set Point**, da die Toleranzbreite relativ gering ist.
Beispiele für Set Points:
Jemand macht Diät und nimmt z.B. zu wenig Kalzium zu sich -> Kalziumkonzentration im Blut sinkt -> bei unter 0,16g/l Abbau von Kalzium aus den Knochen.
Kalziumlevel über 0,16g/l -> Überschuß wird in Knochen gespeichert; Teile werden mit Kot und Urin ausgeschieden.

* **Analoge Mechanismen** regeln
Konzentration von Wasser, Sauerstoff, Zucker, Protein, Fett und Säuren im Blut.

* **Säugetiere**:
Durst, Hunger, Körpertemperatur sind **beinahe homöostatische Prozesse** , da sie sich sowohl an zukünftige als auch an gegenwärtige Bedürfnisse anpassen
(vgl. dazu: **exakte homöostatische Prozesse**: würden sich nur an gegenwärtigen Bedürfnissen orientieren)
Beispiele: In angstbesetzter Situation -> Ausbruch von kaltem Schweiß (Angst -> Fluchtreaktion -> Körper nimmt Schwitzen vorweg)

* **Set Points** für Körpertemperatur, Körperfett, etc. sind
-> **nicht fix**, sondern von Tageszeiten, Jahreszeiten und dergleichen abhängig und außerdem
-> artgebunden (z.B. Mensch / Säuger ca. 37°C Körpertemperatur; Vögel ca. 41°C)

Reproduktive Zellen brauchen etwas **kühlere Umgebung** als andere Zellen:
* *Männer*: Hodensack hängt außerhalb des Körpers (daher: Tragen Männer zu enge Hosen -> Hoden zu warm -> Zeugungsunfähigkeit!
* *Frauen*: Schwangere sollten nicht zu heiß baden!);
* *Vögel*: brüten Eier aus (haben noch höhere Körpertemperatur als Säuger -> Eier daher nicht im Freien, statt im Körperinneren.

2. MECHANISMEN, UM DIE KÖRPERTEMPERATUR ZU KONTROLLIEREN

* **Poikilothermik**: Fische, Reptilien und Amphibien kontrollieren ihre Temperatur nach diesem Prinzip; es bedeutet, daß die **Körpertemperatur sich an der Umgebungstemperatur orientiert**. Sie benutzen also keine physiologischen Mechanismen wie Zittern, Schwitzen,...

* **Homöothermik:** Säugetiere, Vögel; sie halten ihre **Temperatur nahe einem Set Point**

Eine **bestimmte Temperatur** ist **für chemische Prozesse im Körper nötig** - darum ist das Beibehalten der Temperatur bei einem gewissen kritischen Punkt so lebensnotwendig.
Eine **fast konstante Körpertemperatur ermöglicht** außerdem **Aktivität**, **die von der Umgebungstemperatur unabhängig** ist.

Wichtig: **Temperatur** wird **proportional zur Masse produziert** und **proportional zur Oberfläche abgestrahlt**.
* *Kleinere Tiere* haben ein ungünstiges Masse/Oberflächen-Verhältnis -> strahlen Hitze schnell ab und brauchen viel „Treibstoff“ (Energie)
* *Große Tiere* haben nicht nur günstigeres Masse/Oberflächen-Verhältnis, sondern sind zusätzlich besser gegen Hitzeverlust isoliert.

Gehirnfunktionen zur Regulation der Körpertemperatur

Unterkühlung: **Temperatur** fällt **unter den Set Point**.
Blutgefäße zur Haut kontrahieren -> das Blut kann durch die Außentemperatur nicht mehr so leicht abgekühlt werden und es fließt schneller, da der **Blutdruck steigt** -> die Haut mag zwar kühler werden, die Organe und das Herz bleiben aber konstant warm.
Auch kommt es zum **Zittern**, um Wärme zu generieren.
(Tiere beginnen herumzulaufen; sträuben das Fell -> bessere Isolation!)

Überhitzung: **Erweiterung der Gefäße**, es kommt mehr Blut an die Haut, und sie kann sich somit leichter abkühlen.
Dazu kommen noch **Verhaltensänderungen**, wie Z.B. die Aktivität vermindern und **physiologische Reaktionen** (z.B. Schwitzen,...)
(bei Tieren: Hecheln; Fell abschlecken -Kühlung!)

Zuständiges Areal für die Temperaturregulierung

= ***präoptisches Areal*** (Nucleus innerhalb des Thalamus, und zwar im vorderen Teil);
heißt so, weil es neben dem optischen Chiasma liegt

1. Präoptisches Areal überwacht die Körpertemperatur teilweise dadurch, daß es **die eigene Temperatur überwacht**.
   Überhitzt man im Experiment dieses Gehirnareal, dann beginnt das Tier trotz kühler Umgebung zu schwitzen (und umgekehrt)

2. Außerdem bekommt es **Input von temperaturempfindlichen Rezeptoren in der Haut** und im Rückenmark

Bei Schädigung: Körpertemperatur kann nicht mehr angepaßt werden (Temperaturschwankungen bis zu 10°C).
Fähigkeit zu schwitzen oder vor Kälte zu zittern geht weitgehend verloren.

Temperaturregulierung passiert aber auch noch in anderen Strukturen des **Hypothalamus** und **anderen Gehirnarealen**, sowie im **Rückenmark**.

Verhaltensmechanismen zur Temperaturregulierung

* **Amphibien, Fische und Reptilien** wählen ihre Umwelt so aus, daß sie eine relativ konstante Körpertemperatur bewahren (z.B. Wüsteneidechse buddelt sich zu Mittag und in der Nacht ein)

* **Säugetiere** versuchen ebenfalls, die Umgebung so auszuwählen, daß soviel wie möglich Energie gespart wird (daher: wenig Energie für Körpertemperatur notwendig); z.B. suchen sie bei Hitze schattige Plätze auf, verkriechen sie sich bei Kälte.

Kompensationsmöglichkeiten:

Kinderstrategien werden angewendet, um inadäquate physiologische Mechanismen zu kompensieren:
vgl. junge Ratten kuscheln sich zusammen, um nicht auszukühlen, wechseln Position -> äußere nach innen und umgekehrt.
präoptisches Areal defekt: erwachsene Tiere lernen z.B. eine Wärmelampe einzuschalten

Fieber

* ist an sich nicht ein **Zeichen** für die Krankheit, sondern dafür, daß **sich der Körper wehrt**.

* Viren oder Bakterien, etc. dringen in den Körper ein -> **Leukozyten** (= weiße Blutkörperchen) werden mobilisiert. Sie setzen ein Protein frei, nämlich **Interleukin-1**, das die Produktion von **Prostaglandin E1** bewirkt. Das wiederum veranlaßt die Zellen des präoptischen Areals dazu, die Körpertemperatur zu heben -> Fieber.

Was bewirkt Fieber, ist es schädlich?

=> Tiere mit der Möglichkeit, **Fieber** zu erzeugen, haben im Fall eine Infektion **größere Überlebenschancen**.
=> Die meisten **Bakterien vermehren sich langsamer**, wenn die Temperatur steigt.
=> **Leichtes Fieber** (ca. 2,25° über der Normaltemperatur) ist daher von großem Nutzen;
=> überschreitet es aber einen bestimmten Bereich, wird es kontraproduktiv.

3. TEMPERATURREGULATION UND VERHALTEN

3 Beispiele für die Bedeutung der Temperaturregulation:

* **Körpertemperatur und die Entwicklung von Tier-Verhalten**

Beispiel: **Rattenbabies**: man hat festgestellt, daß Ratten bestimmte Fähigkeiten erst mit ca. 3 Lebenswochen erlernen (fressen, trinken, Sexualverhalten,...)
Erhöht man aber die **Umgebungstemperatur**, dann beherrschen sie diese Fähigkeiten schon nach den ersten Tagen.
Das heißt, daß diese Tiere einfach eine **höhere Temperatur benötigen**, um sich **intellektuell normal entwickeln** zu können.
Vgl. **Personen** werden **in Eiswasser** sitzend mittels **Intelligenztests** getestet
-> wirkt sich eventuell störend auf Ergebnis aus!

* **Körpertemperatur und „Hilfe Schreie“ von Tierbabies**

Beispiel: Wenn ein **Rattenbaby aus dem Nest fällt**, dann stößt es **ganz hohe Fieplaute** (ca. 40Hz) aus, worauf es die Mutter zurück ins Nest setzt.
Erklärung: Solange die Umgebungstemperatur innerhalb einer thermoneutralen Zone liegt, braucht der Körper wenig Energie, um konstante Körpertemperatur zu halten. Wird es aber zu kalt oder zu warm, dann braucht das Tier mehr Energie zur Stabilisierung. Das bedeutet, daß es mehr Sauerstoff braucht und stärker ein- und ausatmet. Der hohe Fieplaut kommt dadurch zustande
Ist **kein Hilfeschrei** (Fehlbezeichnung infolge Anthropomorphismus!)

* **Körpertemperatur und Totstell-Reflex**

Totstellen (tonische Immobilität) = totale Bewegungslosigkeit bis auf gelegentliches Muskelzucken
Küken stellt sich z.B. tot beim Angriff durch Raubvogel -> stehende Beute bedeutet Ende des Angriffs!

Zusammenhang mit Körpertemperatur am Beispiel des Kükens:
Wenn ein Küken zu lange sitzt oder bewegungslos ist, dann steigt seine Temperatur gefährlich an, weil zuwenig Temperatur abgegeben wird. Um die Temperatur wieder zu senken, muß es sich bewegen. (Vögel haben an sich eine schon recht hohe Körpertemperatur, bei Jungvögeln ist sie noch um ca. 2° höher).
-> Ein zu langes Totstellen ist daher gar nicht möglich, weil das Tier sonst sterben würde;
-> Herumlaufen aber birgt die Gefahr, angegriffen zu werden.

B) DURST

*** Menschlicher Körper** besteht zu ca. **70% aus Wasser**.

* Die Zahl der chemischen Reaktionen in unserem Körper hängt von der Konzentration der Chemikalien im Wasser ab. Das heißt, daß auch **der Flüssigkeitshaushalt im Körper innerhalb einer gewissen Bandbreite konstant gehalten werden muß**

* Körper braucht auch genug Flüssigkeit im Kreislauf, um **Blutdruck stabil zu halten**.

1. MECHANISMEN, UM DIE FLÜSSIGKEITSBALANCE ZU HALTEN

unterschiedliche Arten haben unterschiedliche Balancestrategien entwickelt:
2 Strategien:

1. **mehr Wasser aufnehmen**; z.B. Wasserbewohner trinken viel, wenig Urin, feuchte Exkremente; z.B. Biber

2. **weniger Wasser hergeben**; z.B. Wüstenbewohner haben sehr konzentrierten Urin, trockene Exkremente, schwitzen nicht; haben kleine, geschlossene Nasenlöcher -> atmen wenig Feuchtigkeit aus. Zum Abkühlen -> vergraben sich usw. Nehmen wenig Flüssigkeit durch Trinken auf.

Mensch: wenn nötig **beide Strategien verfügbar**.

Nieren geben je nach Bedingungen viel oder wenig Wasser ab.

Wenn **wenig Wasser verfügbar** ist,

wird das **Blut dickflüssiger** -> Hypophyse setzt **Vasopressin** frei -> Gefäße ziehen sich zusammen, Blutdruck hebt sich.

Zusätzlich wird **Antidiuretisches Hormon (ADH)** ausgeschüttet. Es ermöglicht den Nieren Wasser zu reabsorbieren und konzentrierten Urin auszustoßen.

2. DIE VERSCHIEDENEN GRÜNDE FÜRS TRINKEN

-> **Menschen mit inaktiven Speicheldrüsen trinken mehr**

-> Eine **trockene Kehle** spielt meist eine **untergeordnete Rolle**

-> Meist trinkt man **Wasser zum Essen** dazu, weil Nahrung die Stoffkonzentration im Körper ansteigen läßt (-> Durst).

-> Interessant daran ist nur, daß wir dem Körper eigentlich gar keine Chance geben, Durst zu erzeugen**. Wir trinken** schon, bevor Salze in den Zellen gelöst werden (also **schon VOR dem Beginn der Verdauung**)

-> **Andere Gründe fürs Trinken**:

* guter Geschmack des Getränks
* soziale Funktion des Trinkens

Wichtig = **Gleichgewicht zwischen aufgenommenem und ausgeschiedenem Wasser**.

* **Wasseraufnahme durch**: Trinken, Essen (z.B. viel Wasser in grünem Salat)

* **Wasserabgabe durch**: Urinieren, Exkremente, Schwitzen, Atmen, Abgabe von Wasser durch alle feuchten Körperstellen.

Es gibt **2 Arten von Durst:**

a) osmotischer Durst

b) hypovolemischer Durst

ad a) ***osmotischer Durst***:

Stoffkonzentration im Körper von Säugetieren bewegt sich um einen **Set Point von 0,15 Molar**. Jede **Abweichung** von diesem Wert **aktiviert einen Mechanismus**

Dahinter stehendes Prinzip ist der **osmotische Druck**:

= Kraft, mit der eine Lösung ihr Wasser hält und Wasser aus einer angrenzenden Lösung anzieht durch eine semipermeable Membran (d.i. eine Membran, die nur von Wasser, nicht aber von anderen Stoffen passiert werden kann)

Körper scheidet konzentrierten Urin **aus** (= Stoffe abbauen) und **trinkt mehr** (= Wasser zum Verdünnen aufnehmen) -> **osmotischer Durst** (entsteht, wenn hohe Stoffkonzentration außerhalb der Zellen Wasser aus den Zellen abzieht)

Experiment:

Man spritzt Natriumchlorid-Lösung ins Blut -> den Körperzellen wird Wasser entzogen -> zunehmender Durst.

Areal, das für die Wahrnehmung des osmotischen Dursts zuständig ist:

* **Rund um den 3. Ventrikel** liegen spezialisierte Neuronen, um den Druck festzustellen.

* Werden als **OVLT** bezeichnet (= **organum vasculosum laminae terminalis**).

* Dieses Areal ist **nicht durch die Blut-Hirn-Schranke geschützt** -> im Blut befindliche Chemikalien können aufgespürt werden und ins Hirn gelangen.

* Die Neuronen im OVLT geben **Info an den Hypothalamus** weiter, z.B. an **den Suprachiasmatischen Nucleus** und den **paraventriculären Nucleus**. Hier wird **Vasopressinfreisetzung** kontrolliert (Vasopressin = verantwortlich für Blutdruckregulation und Urinkonzentration)

* Neuronen des OVLT geben auch **Info an laterales präoptisches Areal** (= verantwortlich für Wasser-Suchverhalten
  Bei **Läsion des lateralen präoptischen Areals**: das Lebewesen verhält sich so, als ob es Wasser verabscheuen würde, ähnlich einem Wüstenbewohner.

ad 2) ***hypovolemischer Durst:***

* Blut braucht einen bestimmten **Blutdruck**, um den Körper optimal versorgen zu können. Ist er **zu gering**, dann kann es **lebenswichtige Stoffe nicht ausreichend transportieren** -> man spürt **hypovolemischen Durst.**

* Auch, wenn **zu wenig Salze / Nahrung zugeführt** wird.

* **Bei größerem Blutverlust**: Das kann passieren bei inneren Blutungen, bei Menstruation, Geburt, ... (mit der Flüssigkeit gehen dann auch Nährstoffe verloren. Man zieht in diesem Fall salzhältiges Wasser vor)

Wie kann man hypovolemischen Durst untersuchen?

-> nicht, indem man einfach dem VT Blut abzapft, denn bei schnellem Blutverlust -> Schockzustand.

-> sondern: durch **Injizieren von Polyethylen-Glykol** unter die Haut -> Flüssigkeit bleibt hier stundenlang und entzieht von hier aus dem Blut Flüssigkeit. Nach erfolgter Reduktion des Blutvolumens auf diese Art -> VT beginnt verstärkt zu trinken. Trinkt aber größere Mengen von Wasser mit Salzen (bei Wahlmöglichkeit zwischen reinem und gesalzenem Wasser, wird es letzteres vorziehen) -> damit eine Mischung, die dem Blut ähnelt, produziert werden kann

Die Mechanismen des hypovolemischen Dursts:

Körper hat **zwei Möglichkeiten, um Blutverlust festzustellen**.

a) **Barorezeptoren**: sie liegen an den großen Blutgefäßen, die zum Herzen zurückführen (Venen), und geben Info an hypothalamische Areale, die das Trinken verstärken

b) **Hormone**: die **Nieren** merken Veränderung und schütten daraufhin **Renin** aus:
es wird gespalten in **Angiotensin**: = Angiotensin I: dieses wird durch Enzyme zu **Angiotensin II** -> veranlaßt Blutgefäße zu kontrahieren -> Blutdruck wird angehoben (Blutdruckabfall infolge Blutverlusts wird so ausgeglichen)
Wenn **Angiotensin II mit Blut ins Hirn** kommt, dann stimuliert es das **subfornikale Organ**, das wie das OVLT anschließend an den 3. Hirnventrikel und außerhalb der Blut-Hirn-Schranke liegt, und so das Blut direkt überwachen kann.
Es gibt Infos weiter an einen Teil des **präoptischen Areals im Hypothalamus**, der wiederum das Trinken auslöst.
Injizieren einer Substanz, die **Angiotensin II- Rezeptoren blockiert** -> Inhibition des Trinkens. Daher: Angiotensin im Gehirn ruft bestimmten Arten des Dursts hervor.

Barorezeptoren und Hormone haben **synergetischen Effekt**. Ihre kombinierte Wirkung ist besser als nur das Doppelte eines einzigen Mechanismus -> d.h. es braucht weniger Angiotensin, um Durst zu erzeugen, wenn auch die Barorezeptoren niedrigen Blutdruck anzeigen

<u>Salz - Hunger</u>

* Viele Leute müssen **Salzaufnahme reduzieren wegen Bluthochdrucks**.
übermäßiger Salzkonsum = schädlich, aber **bestimmtes Maß an Salz = lebensnotwendig**.

* Nach dem **Verlust von Natrium** (u.a. gelösten Stoffen) **durch Blutverlust**
-> Hunger nach Salzigem + hypovolemischer Durst -> dieser Hunger **entsteht automatisch**.

* **Tiere mit Natriummangel** zeigen gesteigertes Bedürfnis nach salzig schmeckenden Lösungen, sogar nach solchen, die Lithium-Salze (= giftig!) enthalten.

* Salz-Hunger ist **einzige Form der Begierde**, die dann **auftritt**, **sobald** es **tatsächlich** einen **Bedarf** gibt! (ist ein **Beispiel für einen exakt homöostatischen Prozeß**).
Anders verhält es sich beim **Hunger nach Vitaminen sowie Mineralstoffen**. Dieser **wird durch Versuch und Irrtum gelernt** (Man hat zwar die Begierde, etwas Salziges zu essen, aber nicht etwas Vitamin A -Hältiges!)

* Salz-Hunger ist **stark hormonabhängig**:
wenn **Salzreserven zu klein** sind -> **Adrenalindrüsen** (Nebennierenrinde) schütten Hormon **Aldosteron** aus -> bewirkt, daß die **Nieren beim Urinieren Salze zurückhalten**
Aldosteron **wirkt auch auf OVLT** und andere Areale rund um den 3. Hirnventrikel -> fördert Verlangen nach salzigem Geschmack.
Auch Körper reagiert auf zu geringe Salzreserven. Blut wird mit **Angiotensin II** angereichert -> bewirkt Durst und Salz-Hunger im Gehirn (im mittleren Mandelkern)
Aldosteron und Angiotensin sind wieder synergetisch wirksam -> wahrscheinlich weil sie auf verschiedene Teile des Gehirns wirken; gemeinsam sind sie weit effektiver als eines allein

	osmotischer Durst	***hypovolemischer Durst***
ausgelöst:	hohe Salzkonzentration außerhalb der Zellen, daher Wasser aus Zellen abgezogen	geringes Blutvolumen
am besten gestillt:	Trinken von Wasser	Salzwasser oder salzhältiges Wasser
verantwortlich:	OVLT (= Gehirnareal neben dem 3. Ventrikel	1. Barorezeptoren (messen Blutfluß zum Herzen) 2. subfornikales Organ (= Gehirnareal neben 3. Ventrikel)

C) HUNGER

Obwohl wir nie wissen, was worin enthalten ist und obwohl wir unterschiedliche Mengen von Nahrungsmitteln bekommen, müssen wir uns **ausgewogen ernähren**, um **optimal versorgt** zu sein. Das beutet für unser Verdauungssystem eine große Aufgabe.
Z.B. Je mehr Kohlehydrate wir essen, umso mehr Thiamin (= Vitamin B1 brauchen wir.

1. DAS VERDAUUNGSSYSTEM UND DIE NAHRUNGSAUSWAHL

Funktion des Verdauungstrakts: große Moleküle müssen in kleine zerlegt werden.

Weg der Verdauung:

Mund: durch Speichel -> **Kohlehydratzerlegung** (durch Enzyme im Speichel)

Speiseröhre / Magen: hier findet die **Proteinzerlegung** am effektivsten statt (durch Salzsäure und diverse Enzyme). Magen ist gleichzeitig ein **Aufbewahrungsraum**
Zwischen Magen und Dünndarm = **Ringmuskel**, der sich periodisch öffnet

Dünndarm: Proteine, Fette, Kohlehydrate werden hier mit Hilfe von Enzymen zerlegt, und es werden **Stoffe ins Blut absorbiert** (Durch die Wände von Speiseröhre und Magen wird nur wenig absorbiert).
Ist zuviel dieser Stoffe im Blut -> **Speicherung als Fett**
Bei Bedarf Rückverwandlung des Fetts in Glukose und Abgabe ins Blut. Glukose = primärer Körpertreibstoff!

Dickdarm: absorbiert Wasser und Mineralstoffe; übriggebliebene Reste werden mit Gleitmittel angereichert -> Exkremente

Wie der Verdauungsapparat die Nahrungsauswahl beeinflußt

Neugeborene Säugetiere leben ausschließlich von Muttermilch
Grund für Ende des Säugens: Milch trocknet aus, Mutter verstößt Kinder

Ab einem **gewissen Alter verlieren Säugetiere die Fähigkeit, Laktose** (= Milchzucker) **zu zerlegen**. Es **fehlt** dann das Enzym **Laktase** -> Milchgenuß führt nun zu Magenkrämpfen, Unwohlsein, etc.

Laktosetoleranz bei Erwachsenen:

Erwachsene konsumieren Milch und Milchprodukte (Käse, Eis, usw.) **- weltweit kann Mehrheit der Leute größere Mengen davon aber nicht vertragen**.
Grund = rezessives Gen (2/3 der Bevölkerung haben daher geringe Laktosetoleranz).
1/3 hat keine Probleme mit dem täglichen Verzehr von Milch und Milchprodukten; va. nicht Menschen aus Europa (bes. Skandinavier!)
-> vgl. chinesische, thailändische, japanische u.a. ostasiatische Küchen verwenden üblicherweise keinen Käse oder Molkereiprodukte
Mensch kann im Vergleich mit anderen Säugern als Ausnahme gelten!

Andere Einflüsse auf die Nahrungsauswahl

* **Fleischfresser (Carnivoren)** haben es verhältnismäßig leicht - fressen einfach jedes Tier, das ihnen vor die Fänge kommt

* **Pflanzen- und Allesfresser (Herbivoren, Omnivoren)** müssen zwischen genießbar und ungenießbar unterscheiden.

Möglichkeiten zwischen Eßbarem und Nichteßbarem zu unterscheiden:

1. *Lernen* von den Eltern (Mensch und Tier)

2. *Geschmack* entscheidet: Präferenz für süße Sachen - enthalten meist Kohlehydrate; bittere Sachen sind häufig giftig; bei Salzmangel -> Salzhunger
3. *Bekanntes* oder dem Bekannten Ähnliches wird gesucht -> Bekanntes = ungefährlich; Unbekanntes könnte gefährlich sein

4. *Konsequenzen* beobachten: wenn einem schlecht wird, dann wird man etwas nicht mehr essen; auch unterscheidet man, ob etwas sättigend ist oder nicht -> Erfahrung

* Tiere ziehen Nahrung, die Zucker enthält, saccharinhältiger vor -> ist nahrhafter!
* Bei etwas, das man noch nie gegessen hat -> oft schmeckt es nicht beim ersten Mal (vgl. Kaffee)

2. Physiologische Mechanismen von Hunger und Sattsein

* **Neugeborene Ratten**: trinken soviel Muttermilch, bis Milch in der Speiseröhre steht -> hören auf zu trinken, weil sie sonst nicht mehr atmen könnten (= Regulation!)

* **Bären** fressen mehr als sie können; fressen fast alles -> Vorfressen für Zeiten mit wenig Nahrung

* **Mensch**: normalerweise ißt er einzelne Mahlzeiten (vgl. Pferd muß dauergrasen) ; etwas in uns sagt uns, wann wir etwas brauchen und wann wir zu essen aufhören sollen. Hier greifen mehrere Mechanismen ineinander -> wenn einer ausfällt, macht dies ein anderer wett.
aber: viele essen weit mehr als sie brauchen -> Diäten!
und: Diäten können weitere Probleme verursachen!

Orale Faktoren:

Menschen **essen** teilweise, **weil es** ihnen einfach **schmeckt**.

Versuch: Freiwillige VPn (Studenten) wurden über Schlauch in die Speise Röhre ernährt, bekamen Essen, ohne es zu schmecken (5 Tage lang)
-> es kommt der Wunsch etwas zu beißen oder zu schmecken.

Ratte: vor dem Fressen wird Nahrung mit der Schnauze abgetastet -> **taktile Erlebnisse** kommen über den **Trigeminus Nerv** (= 5. Cranialnerv) zum Gehirn. Wird dieser Nerv zerschnitten, dann tastet und beißt die Ratte weniger und verliert zusätzlich auch die Freßmotivation durch den Verlust des Gefühls im Mund
Schein-Fütterungs-Experimente:
VT schluckt; Nahrung wird aber aus Speiseröhre abgesogen und erreicht nicht den Magen
-> VT frißt ein Vielfaches als bei normaler Fütterung

Magenstimulation:

Experiment: Sättigungsgefühl, obwohl Nahrung nicht weiter als bis in den Magen kommt
-> **Magen gibt also Signal**. (Passage vom Magen zum Zwölffingerdarm wurde unterbrochen)
Es kommt aber darauf an, um welche Nahrung es sich handelt -> man kann nach einem Grillabend zum Bersten voll sein und würde sich keinen Bissen Fleisch mehr nehmen, für eine Nachspeise gibt es aber trotzdem noch Platz...

a) **nieder kalorische Nahrungsmittel**: gehen flott durch den Magen, machen auch rasch wieder Platz für Neues!
b) **hoch kalorische Nahrungsmittel**: Magen leert sich nicht so schnell

Vagus Nerv: überwacht Dehnung der Magenwand und gibt Infos ans Gehirn weiter
(bei Schädigung -> Überfressen bis zum Platzen!)

Eingeweide-Nerv (= Splanchnik-Nerv): gibt Auskunft über Nahrungsmittelinhalt (Nährstoffgehalt). Vom Thoral- und Lumbalsegment des Rückenmarks an die Verdauungsorgane)

Für Übergewichtige: **Ballons im Magen** (operativ eingesetzt) sind nicht wirklich zufriedenstellend, da sich Magen einige Zeit nach ihrer Entfernung wieder ausdehnt!

Der Zwölffingerdarm (= Duodenum) und das Hormon CCK (Cholecystokinin):

Zwölffingerdarm = 1. Abschnitt des Dünndarms gleich nach dem Magen.
Er ist die **erste Einheit des Darms**, die eine nennenswerte Menge an **Nahrung absorbiert**.
Gelangt feste Substanz hierher -> VT hört zu fressen auf.
CCK: wird vom Zwölffingerdarm als Enzym verwendet, vom Gehirn als Neurotransmitter.
CCK **schließt den Ringmuskel (= Sphinkter)** am Ausgang des Magens zum Duodenum.
Nahrung kommt vom Magen -> CCK-Ausstoß -> Ringmuskel zu -> Entleerung des Magens wird verhindert und so kann es zur Dehnung der Magenwand kommen.
CCK-Ausstoß **erzeugt Sättigungsgefühl**. Je mehr freigesetzt wird, desto kleiner ist die Mahlzeit.

Blutglukose:

MAYER (1953): Blutglukose = **wichtigster Stoff für das Funktionieren**;
kann **aus Fetten, Proteinen und Kohlehydraten gewonnen** werden und ungehindert die **Blut-Hirn-Schranke passieren**

Verdautes **Essen kommt ins Blut in Form von Glukose**, ist **wichtigster Treibstoff für das Gehirn**.

Glukose = **primäre Basis für hungrig oder satt**. Das Essen wird teilweise darüber kontrolliert, ob Glukose für Körperzellen erreichbar ist.
* Wenn Zellen **zuwenig Glukose** haben -> **Hunger**;
* haben Zellen **genug** -> **Sättigung**

Künstliche Erhöhung der Blutglukose -> Fressen nimmt ab;
Substanz, die Glukose daran hindert, in die Zellen zu gelangen, wird zugeführt -> Fressen nimmt zu.
=> **Essen wird z.T. kontrolliert durch Verfügbarkeit von Glukose in den Zellen**

* Auch **Fructose** (passiert nicht die Blut-Hirn-Schranke, kann nicht in Glukose verwandelt werden**) kann Hunger unterdrücken.**
* Auch **andere Nährstoffe** können dies.

Glukosespiegel im Blut ändert sich unter normalen Bedingungen nur wenig;
während längerer Fastenperiode wandelt **Leber** gespeichertes **Glykogen, Fette und Proteine in Glukose** um.

Insulin (Hormon) -> erleichtert **Eintritt von Glukose in die Zellen**;
wird entweder **als Energie verwendet** oder als **Fett oder Glykogen gespeichert**
Glucagon (Schilddrüsenhormon) -> gegenteiliger Effekt: stimuliert Leber, **um gespeichertes Glykogen in Glukose zu verwandeln** -> Hebung des Glukosespiegels im Blut.

Nach Mahlzeit -> **Insulinspiegel steigt** -> viel Glukose gelangt in die Zellen -> **Appetit nimmt ab**.
Mit der Zeit **Absinken des Glukosespiegels** -> Schilddrüse gibt Glucagon ab, drosselt Insulin -> **Hungergefühl**
* niedriger Insulinspiegel -> Hunger
* Hoher Insulinspiegel -> wenig Hunger

Bleibt **Insulinspiegel nach Mahlzeit hoch und Glucagonspiegel niedrig** -> Glukose wird weiter in Zellen eingebaut, Leber und Fettzellen speichern es als Glykogen und Fett -> Glukosespiegel sinkt. (Ist z.B. so im Spätherbst bei Winterschläfern und Zugvögeln -> rasche Speicherung von Glykogen und Fett, gleich wieder hungrig -> Gewichtszunahme als Vorbereitung für futterlose Zeit).
Auch **Menschen mit chronisch hohem Insulinspiegel** essen viel und nehmen viel zu.

Niedriger Insulinspiegel (z.B. bei Diabetikern) -> Blutglukose bis zu 3x höher als normal, aber nur wenig gelangt in die Zellen -> **Diabetiker essen viel, verlieren aber Gewicht**, weil sie die Glukose ungenützt wieder ausscheiden.

Übergewichtige produzieren **mehr Insulin** als Normalgewichtige -> speichern mehr Fett; haben früher wieder Appetit.

Stoffwechsel:

Gewicht = Ergebnis von **Nahrungsmittelzufuhr und Energieverbrauch**.
-> Viele Übergewichtige könnten abnehmen durch ein mehr an Bewegung

Die **meisten zugeführten Kalorien werden für den Grundumsatz verbraucht**

-> Menschen mit ***hohem Grundumsatz*** produzieren mehr Wärme, geben sie aber an Umgebung ab
->Menschen mit ***niedrigem Grundumsatz*** produzieren weniger Wärme, speichern sie aber besser

Unterschiedlicher Grundumsatz = verantwortlich dafür, daß manche weniger essen und zunehmen, andere viel essen und nicht zunehmen. Hängt von **verschiedenen Faktoren** ab (eventuell auch genetisch bedingt)

Genetische Bedingungen beeinflussen auch sehr das Körpergewicht.

Bei Diäten:
weniger Nahrungsaufnahme -> Grundumsatz wird angepaßt -> Körper nutzt weniger Nahrung effektiver aus -> keine Abnahme, z.B. bei Diäten mit wenig Kalorien
Yo-Yo-Effekt: Diät - Zunahme - Diät - Zunahme, usw. Gewichtsverlust wird mit der Zeit immer schwieriger!

Nahrungsmittelspezifische Mechanismen der Sattheit

Wenn eine **nahrungs- und wasserreduzierte Ratte Wasser** bekommt, weiß sie erst, wieviel sie trinken muß, wenn sie gekostet hat:

reines Wasser -> Ratte trinkt dem Durst entsprechend
Zuckerwasser -> Ratte trinkt ihrem Hunger und nicht ihrem Durst entsprechend
Saccharinwasser -> Ratte trinkt nach ihrem Hunger

Das bedeutet, daß der **Geschmack entweder das Durst- oder das Hungersystem aktiviert**
-> nicht nur Dehnung der Magenwand oder Blutzuckerspiegel entscheiden über die Sättigung, sondern auch der Geschmack!

Bekommt **Ratte 24 Stunden lang kein Futter** -> frißt mehr, als wenn letzte Mahlzeit nur 2-3 Stunden zurückliegt.
Fazit: **mehrere kleine Mahlzeiten über den Tag verteilt sind besser als nur 1 Mahlzeit/Tag**

3. GEHIRNMECHANISMEN DES ESSENS UND DER GEWICHTSKONTROLLE:

Zerstört man den **lateralen Hypothalamus** -> Nahrungsaufnahme nimmt ab
Zerstört man den **ventromedialen Hypothalamus** -> Nahrungsaufnahme nimmt zu
(wurde in den 40er/50er Jahren entdeckt)

Der laterale Hypothalamus

= wichtig für Eßkontrolle

Wird dieses Areal zerstört -> Tier dreht sich angewidert weg und würde bei gutem Futter sogar verhungern. Eine **Stimulation dieses Gebiets verstärkt hingegen das komplexe Futtersuchverhalten**

1. werden **Zellkörper demoliert**:
   Fressen wird eingestellt, Aktivität und Aufgeweckheit bleiben aber fast unverändert

2. werden **Dopamin-hältige Axone demoliert** (z.B. durch 6-Hydroxydopamin-Injektion):
   Tier frißt normal, sobald es Futter im Maul hat, jede Aktivität und Futtersuchverhalten sind aber verschwunden

Wie hängt nun Hypothalamus mit dem Fressen zusammen?

* Axone des lateralen Hypothalamus reichen bis zum **NTS (Nucleus des Tractus Solitarius)** im **Pons**, ein Teil dieser Strecke ist **für den Geschmack zuständig**. Info vom Hypothalamus verändert das Geschmackserlebnis oder regt den Speichelfluß an

* Axone reichen auch bis in **Vorderhirnstrukturen** und erleichtern **Schlucken und Einspeicheln**

* **Hypothalamus stimuliert** auch die **Insulinausschüttung** (durch Bauchspeicheldrüse) und **Magensäfte** (durch Magen)

Bei Beschädigung des lateralen Hypothalamus:

Insulinspiegel sinkt; Verdauungssäfte nehmen ab -> Probleme beim Verdauen.
Durch niedrigen Insulinspiegel -> Blutzuckerspiegel = hoch auch ohne Nahrungsaufnahme

Mediale Areale des Hypothalamus

Großflächige **Läsionen** (z.B. durch Tumore in diesem Gebiet) führen zu **Überessen und Gewichtszunahme**; pendelt sich dann aber auf (zu hohem) Set Point wieder ein.

Ventromedial hypothalamisches Syndrom:

Ist nicht nur **ventromedialer Hypothalamus** betroffen, sondern auch **benachbarte Areale**, inklusive dem **noradrenergen Bündel** -> noch größerer Effekt

Es werden zwar **normal große Mahlzeiten** gegessen, dafür **aber öfter als eigentlich nötig**.
Gründe dafür:
* **höhere Magenaktivität und Sekretion**; Magen leert sich schneller als normal. Je schneller sich der Magen leert, umso schneller wird nächste Mahlzeit eingenommen.
* Schädigung führt zu erhöhter Insulinproduktion -> höherer Prozentsatz jeder Mahlzeit wird als Fett gespeichert. Auch wenn VT am Überfressen gehindert werden -> Gewichtszunahme

=> VT wird nicht fett, weil es sich überfrißt, sondern es überfrißt sich, weil es soviel Fett speichert, daß zuwenig für aktuellen Bedarf übrig ist.

Paraventrikulärer Nucleus (PVN):

Zerstörung: Es wird zwar häufiger gefressen, aber wesentlich größere Mahlzeiten -> Überfressen.
=> PVN scheint **wichtig fürs Beenden der Mahlzeiten** zu sein

Versuche mit Ratten:
PVN = verantwortlich für 1. Mahlzeit nach dem Aufwachen (nach Beginn der Nacht) -> nehmen Mahlzeit mit vielen Kohlehydraten; später essen sie mehr Fett und Proteine.

* **Stimulation des PVN** entweder durch Neurotransmitter **Serotonin oder CCK** (Cholecystokinin)
  -> Aufnahme von Kohlehydraten nimmt ab
* **Hemmung des PVN** durch Neurotransmitter **Norepinephrin**
  -> Aufnahme von Kohlehydraten nimmt zu.
* **Hemmung durch Neuropeptid Y oder Polypeptid YY**
  -> Größe der Mahlzeiten nimmt zu
  -> Fettspeicherung nimmt zu

Beide wurden auch in **Verbindung mit Eßstörungen** gebracht:
z.B. Frauen mit ehemaliger Bulimie haben höhere Polypeptid-YY-Spiegel in ihrer Hirnflüssigkeit

Paraventrikulärer Hypothalamus kann **zur Diätauswahl und Beendigung einer Mahlzeit betragen**:
* Zufuhr von **Norepinephrin** -> Kohlehydrataufnahme nimmt zu (ebenso Zufuhr von Hormon Corticosteron)
* Zufuhr von Hormon **Aldosteron** oder Neurotransmitter **Galanin** -> Fettaufnahme nimmt zu

Essen und Neurotransmitter:

Microdialyse: = Methode um **Chemikalienkonzentration im Gehirn zu messen**.

Mit Flüssigkeit gefüllte Röhre mit dünner Membran, durch die Chemikalien diffundieren, wird implantiert. Membran wird mit Hirngewebe in Kontakt gebracht. Neurotransmitter diffundieren in Röhre; Röhre wird herausgenommen und Inhalt untersucht.

Microdialyse ermöglicht die **Ermittlung des Zeitpunktes**, in dem **die verschiedenen Areale bestimmte Neurotransmitter ausschütten;**
z.B. PVN des Hypothalamus schüttet kleine Mengen Norepinephrin meist am Anfang und Serotonin am Ende der Mahlzeiten aus.

Größe und Häufigkeit der Mahlzeiten dürfte von der **Balance oder dem Wettkampf unter den Hormonen und Neurotransmittern** abhängen.

4. INTEGRATION VON MULTIPLEN MECHANISMEN:

* Das Gehirn hält nicht bloß eine Variable nahe einem Set Point, sondern überwacht gleichzeitig Blutglukose, Magensäfte, Zwölffingerdarm, Körpergewicht, etc.

* Somit werden zukünftige Bedürfnisse genauso vorbereitet wie laufende beantwortet werden.

* Fällt ein System aus, dann kann ein anderes ausschlaggebend sein.

* Essen = komplexes Verhalten, das von kognitiven, sozialen und physiologischen Einflüssen abhängt.

Zusammenfassung: Effekte von Läsionen in bestimmten hypothalamischen Arealen:

präoptisches Areal:	Defizite auf dem Gebiet der Temperaturregulierung
laterales präoptisches Areal:	Defizite im Trinken
lateraler Hypothalamus:	es wird zu wenig gegessen, Gewichtsverlust, geringe Insulin-Werte (wegen Zerstörung der Zellkörper); Aktivitätsverlust, Verlust der Aufgeweckheit (wegen Zerstörung der Axone)
ventromedialer Hypothalamus:	häufiger Mahlzeiten, Gewichtszunahme, hohe Insulinwerte
paraventrikulärer Nucleus:	größere Mahlzeiten, besonders Kohlehydrataufnahme bei der ersten Mahlzeit der aktiven Periode des Tages