

Regulation des Säure- Basen- Haushaltes durch Entgiftungsstrategien der Leber



Inhalt

Die Leber im Fokus der Naturheilkunde	2	Anaerober Stoffwechsel.	10
Aufbau und Funktion der Leber	2	Stoffe im Säure-Basen-Haushalt	11
Methoden zur Beurteilung der Leberfunktion	2	Organe im Säure-Basen-Haushalt	11
Entgiftung	3	Funktionen der Organe im Säure-Basen-Haushalt	12
Fremdstoffentgiftung	4	Die Nieren im Säure-Base-Haushalt	13
Phase I	4	Was misst man im Urin?	13
Phase II	4	pH-Werte im Organismus	14
Giftung - Entgiftung	5	Aziditätsquotient nach F.F. Sander	14
Endogene Gifte	5	Schlussfolgerung	14
Der Energiestoffwechsel	5	Die Leber im Säure-Basen-Haushalt	14
Komponenten des Säure-Basen-Haushaltes	6	Leberstoffwechsel	15
Grundlagen	6	Stoffwechselgifte: Laktat	16
Titration	7	Stoffwechselgifte: Ammoniak	16
Pufferwaage	7	Ammoniak im Darm	17
Physiologische Puffer	8	Entgiftung im Leistungssport	18
Proteine	8	Leberunterstützung in der Naturheilkunde	19
Phosphorsäure	8	Klinische Doppelblindprüfung: Leberzirrhose	19
Das Bikarbonatsystem	9	Studienergebnis	20
Die Pufferwaage - Bikarbonat und Kohlendioxid	9	Gelum Tropfen	20
pH-Regulation = Änderung der Pufferkapazität.	9		
Energiestoffwechsel in der Zelle	10		
Aerober Primärstoffwechsel	10		

Dr. Martin Diefenbach
 MEDIZINISCHE INFORMATION
 DRELUSO Pharmazeutika Dr. Elten & Sohn
 Markt 5
 31840 Hess. Oldendorf
 Tel.: 05152-942411
 info@dreluso.de

Die Leber im Fokus der Naturheilkunde

Jedes Organ ist wichtig und jedes Organ einzigartig. Die Anatomie und die Anordnung im Körper reflektieren die Funktion. Was das angeht, unterscheidet sich die Leber nicht von anderen Organen. Auch die Leber ist einzigartig und besonders. Das Spezielle an der Leber selber ist, dass hier sämtliche Stoffwechselprozesse möglich sind und auch stattfinden.

Die Leber im Fokus der Naturheilkunde

Leber
Entgiftung

exo-/endogene Gifte:
Säure-Basen-Haushalt
Energistoffwechsel

Aufbau und Funktion der Leber

Mit ca. 1,5 kg Gewicht und einer Durchblutung von etwa ¼ des Herzminutenvolumens ist die Leber der metabolische Motor des Menschen und dient der Versorgung aller Organe. In der Leber werden die aus dem Darm aufgenommenen Nährstoffe verarbeitet und je nach Bedarf in die Organe und Speichergewebe verteilt, sowie Stoffwechselschlacken und Toxine aufbereitet und entgiftet. Darüber hinaus ist die Leber ein Stellglied der Regulation von Säure-Basenhaushalt und Elektrolythaushalt und beeinflusst über die Gallensäuren die Fettresorption aus dem Darm.

Die Leber ist „Pforte“ direkt an der Grenze nach aussen und der vorgeschaltete Darm ein formal externer Bioreaktor, der vom Körper gesteuert wird. Über Exkretion und Resorption wird das Milieu im Darm und der Abschluss der Nahrung kontrolliert. Die freigesetzten Nährstoffe gelangen über die Pfortader in die Leber.

Nicht allein die Ernährung bestimmt, wie wir mit allen erforderlichen und essentiellen Bestandteilen versorgt werden; es ist von ebenso großer Bedeutung, dass die Darmflora und die Sekrete des Darmes die Nahrung in der gewünschten Weise aufschließen und verfügbar machen. Ein schlecht durchbluteter Darm ist sauerstoffarm und gibt den anaeroben Darmbakterien Vorteile, die für einen überwiegende reduktiven Stoffwechsel stehen. Entsprechend variabel sind die freigesetzten Stoffwechselprodukte, welche in die Leber gelangen.

Die Leber

- ➔ besteht aus 1 Million identischer funktioneller Einheiten
- ➔ bekommt 25% des Blutes (Herz-Minuten-Volumens)
- ➔ ist der Pfortner nach Aussen;
➔ die Verbindung zum Darm
- ➔ lagert zwischen,
➔ verteilt,
➔ verarbeitet Stoffe aus dem Darm
- ➔ ist der erste Angriffsort von Toxinen (u.a. Arzneimitteln)

Die Leber

Versorgung

Fettresorption (Gallensäuren)
Zucker Aminosäuren

Speicherung

Zucker (Glykogenspeicher)
Fett (Triglyceridspeicher)

Entsorgung

- Stoffe werden chemisch um(ab)gebaut
- Fettlösliche Stoffe werden z.T. in Gallensalze umgewandelt. Über die Gallengänge werden sie in den Darm abgegeben und letztendlich über den Stuhl ausgeschieden.
- Wasserlösliche Stoffe "Abfälle" werden in das venöse Blut abgegeben und über die Nieren (Nierenschwelle) aus dem Blut eliminiert.

Regulation

Der Elektrolythaushalt und der **Säure-Basen-Haushalt** werden u. a. über

- Proteinsynthese (Albumin), den
- Abbau organischer Säuren und dem Verbrauch von Bikarbonat beeinflusst.

Methoden zur Beurteilung der Leberfunktion

Im Gegensatz zur Bestimmung von Kreatinin und Harnstoffstickstoff bei Niereninsuffizienz lassen sich die Funktionen der Leber nicht mit einem einfach quantifizierbaren Test erfassen. Es gibt Tests mit Aussagen zur Leberintegrität: Anhand der Aktivität von Leberenzymen im Blutplasma kann man auf Zerstörungen von Leberzellen schließen. Die Sekretionsleistung der Leber lässt sich ebenfalls bestimmen, wobei diese Messwerte immer nur einen bestimmten Zeitabschnitt einer Kinetik darstellen. Die Halbwertszeit des Albumins liegt bei fast drei Wochen, so dass kurzfristige Änderungen nicht erfasst werden. Um die aktuelle Kapazität des fremdstoffabbauenden Enzymsystems zu testen gibt es spezielle Tests. Die Aussagekraft solcher Tests wird jedoch dadurch

Invasive Techniken wie Laparoskopie und Biopsie	Serologische Methoden
Nichtinvasive, bildgebende Verfahren	Laborchemische Analysen

eingeschränkt, dass die Entgiftungsleistung der Leber individuell verschieden ist und solche Testsysteme deshalb keine absoluten Aussagen erlauben.

Die Vielseitigkeit der Leber führt dazu, dass eine Überlastung oder ein Ungleichgewicht methodisch nur schwer zu fassen ist und meist übersehen wird. Die üblichen „Leberwerte“ sagen nur sehr wenig über die tatsächliche Beanspruchung der Leber aus. Die Referenzbereiche sind so weit gefasst und schwierig zu interpretieren, dass erst eine starke Leberbeschädigung entdeckt werden kann. Außerdem gibt jeder Test immer nur einen kleinen Teil der Funktion und das auch nur zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt wider. Praktisch dienen Leberwertbestimmungen nur der Prognose, ob oder wann eine Lebertransplantation notwendig wird.

Leberintegrität						
Charakteristika der wichtigsten Leberenzyme (nach Classen, Siewert; Gastroenterologische Diagnostik, Schattauer, 1993)						
Enzym	Abk.	Bevorzugte Lokalisation innerhalb der Hepatozyten	Bevorzugte Lokalisation innerhalb der Leberläppchen	Mittlere Hwz im Serum	Normbereich	
Aspartataminotransferase (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase)	AST (GOT)	1/3 Zytoplasma 2/3 Mitochondrien	Keine (gleichmäßige Verteilung)	47 h	< 18	[U/l]
Alaninaminotransferase (Glutamat-Pyruvat-Transaminase)	ALT (GPT)	Zytoplasma	Periportal (Zone 1 nach Rappaport)	17 h	< 22	[U/l]
Alkalische Phosphatase	AP	Zellmembran	Keine, jedoch bei Cholestase Enzymfreisetzung auch aus Gallengangsepithelien	3 - 7 d	< 170	[U/l]
γ-Glutamyltransferase (γ-Glutamyltranspeptidase)	γ-GT	Zellmembran	Keine	3 - 4 d	< 28	[U/l]
Glutamatdehydrogenase	GLDH	Mitochondrien	Perizentral = perivenös (Zone 3 nach Rappaport)	3 - 4 d	< 4	[U/l]
Cholinesterase	CHE	Zytoplasma	keine	18 h	2-7,4	[kU/l]

Es ist die Vielseitigkeit, die das Organ Leber so besonders macht. Die Leber zu unterstützen kann daher ein sinnvoller Ansatz bei einer Vielzahl von Erkrankungen sein.

Die Membran zwischen Blut und Leber weist einen sehr hohen Porenanteil auf, durch welche sogar Makromoleküle wie Albumin, das in der Leber synthetisiert wird, durchtreten können. Das bedeutet auch, dass die Leberzellen für die meisten Fremdstoffe leicht zugänglich sind.

Entgiftung

Nach üblichem Verständnis sind Gifte die Stoffe, die bereits in geringen Dosen zu Schäden führen, und deren Schaden ihren Nutzen übersteigt. Je nach chemischem Charakter oder dem Aufnahmeweg unterscheidet man verschiedene Gifte.

Aber auch nützliche Substanzen können Gifte sein; - zur falschen Zeit, - in der falschen Dosis, - am falschen Ort.

Als giftig in diesem Sinne kann auch das Fehlen von notwendigen Substanzen betrachtet werden. So kann man die Entgiftungsaufgabe der Leber generell als das Einstellen der notwendigen Konzentrationen von Stoffen verstehen. Dann gehören auch der Zucker- und Fettstoffwechsel wie der Harnstoffzyklus zur Entgiftung. Und genau das ist die Aufgabe der Leber, für die richtigen Konzentrationen im Blut zur Versorgung und Entsorgung der anderen Organe und Körperzellen zu sorgen.

Sekretionsleistung der Leber		
Bilirubin	Gesamtbilirubin z.B. 0,1 - 1,2 μmol/l im Serum	HWZ
Gerinnungsfaktoren	Quickwert	
	Faktor V	12-15 h
	Faktor VII	2 - 5 h
Albumin		19 d

Was ist Gift?

Atemgifte	Gase, Aerosole, Stäube
Schwermetalle	verdrängen Mineralien, Radikalbildung
Fettlösliche Gifte	beeinflussen Membraneigenschaften
Spezifische Gifte	greifen Strukturen und Funktionen an
Endogene Gifte	verändern den Stoffwechsel

Alles ist Gift!

Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, braucht die Leber eine sehr umfangreiche biochemische Ausstattung und die Möglichkeit, Stoffe zu lagern und zu speichern.

Fremdstoffentgiftung

Bei der Fremdstoffentgiftung stehen Reaktionen im Vordergrund, die die Lipidlöslichkeit verringern. Die wichtigsten Reaktionen sind im ER (Endoplasmatisches Retikulum) lokalisiert und an "Mikrosomenmembranen" gebunden. Ihre Spezifität ist im Gegensatz zu den Enzymen des Intermediärstoffwechsels gering.

Die Ausprägung des Fremdstoffwechsels kann individuell sehr stark variieren und hängt von unterschiedlichen Faktoren ab: Genetisch, Tageszeit, Enzyminduktion, Enzymhemmung, Ernährung und Krankheit.

Damit Enzyme Reaktionen katalysieren können, müssen Substrat und Enzym wie Schlüssel und Schloss zusammenpassen. Die kontrollierte Entgiftung von Fremdstoffen ist eine Besonderheit der Leber und findet in zwei Phasen statt:

Phase I

In einem ersten Schritt produziert die Leber enzymatisch reaktive Verbindungen (Sauerstoffradikale) aus Sauerstoff oder Wasser (Oxidasen, Hydroxylasen, Cytochrom P₄₅₀). Dass passiert in einem Kompartiment der Zelle (Mikrosomen), von dem die Leber bekannte Stoffe fern hält. In diesem, Phase I genannten Schritt, gelangen funktionelle Gruppen, z.B. Alkohole, Ketone oder Säuren, rein chemisch (unkontrolliert) an die bisher unbekanntes Stoffe.

Phase II

Diese so angehängten funktionellen Gruppen reichen aus, um in einem zweiten Schritt (Phase II) wasserlösliche Stoffe wie z.B. die Glukuronsäure oder Schwefelsäure enzymatisch anzuhängen. So verändert sind diese Fremdstoffe wasserlöslich und werden über den Blutkreislauf in die Nieren überführt, wo sie dann ausgeschieden werden.

Dieses fremdstoffabbauende Entgiftungssystem der Leber ist induzierbar. Beispielsweise bei Barbituraten kommt es aus diesem Grund zur Gewöhnung. Die Enzymaktivitäten werden aber auch schon durch Nahungsgewohnheiten beeinflusst, so dass die Aktivität bei Kaffeetrinkern anders ist als bei Nicht-Kaffeetrinkern.



Giftung - Entgiftung

Die Enzyme wissen nicht, ob ihre Substrate für den Organismus nützlich oder schädlich sind. Sie verändern deren Struktur und damit häufig auch deren Wirkung. So kann aus einer wirksamen Form eines Arzneimittels ein unwirksames Abbauprodukt entstehen, oder aus unwirksamen Stoffen toxische Metaboliten.

Bei Lebererkrankungen kann der "First Pass" von Arzneimitteln reduziert sein, so dass es bei geringeren Dosen zu höheren Wirkstoffspiegeln kommen kann.

Nicht allein die Leber, auch Darmbakterien können einen erheblichen Anteil am Fremdstoffumsatz haben. Dieser hängt besonders von Alter, Nahrung und Krankheit ab. Aufgrund der überwiegend anaeroben Bedingungen stehen Reduktionen im Vordergrund. Außerdem sind Konjugatsspaltungen durch β -Glucuronidasen und Sulfatasen wichtig, weil dadurch weniger hydrophile Stoffe erzeugt werden, die dann leichter rückresorbiert werden können.

Die Entgiftung über die mikrosomale Oxidation produziert Radikale, und senkt dadurch antioxidative Substanzspiegel.

Endogene Gifte

Oft sind es gerade endogene Gifte, die den Stoffwechsel behindern und die Regulationsfähigkeit des Organismus einschränken. Da für das Verständnis der Entgiftung von endogenen „Schlacken“ der Energiestoffwechsel wichtig ist, werden wir zunächst diesen anschauen und dann anschließend auf die Leber zurückkommen.

Der Energiestoffwechsel

Der Säure-Basen-Haushalt

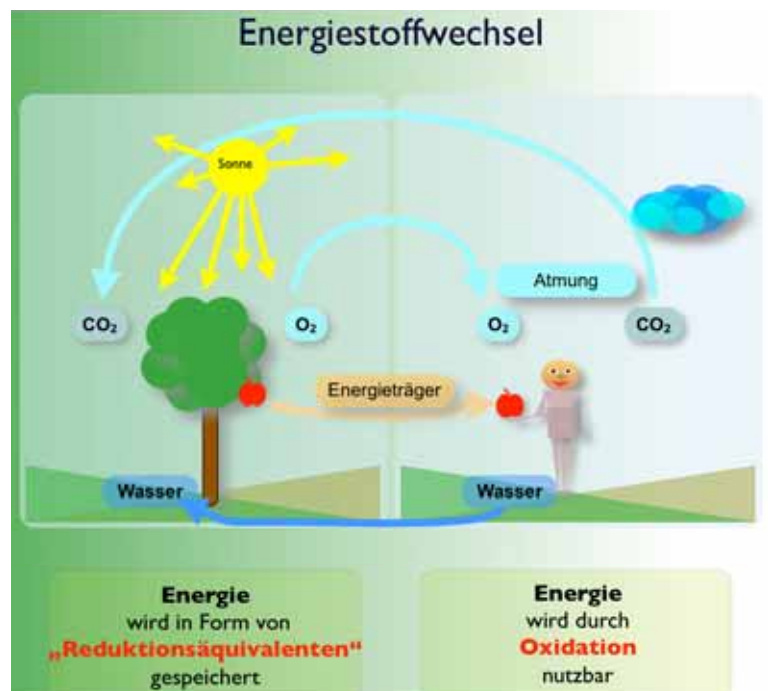
Folgt man den Gazetten soll angeblich fast jeder Körper übersäuert sein und zu wenig Basen haben. Daraus resultieren eine Vielzahl von Krankheiten, die man zu heilen versucht. Allein schon aus den Symptomen, die mit einer Übersäuerung assoziiert sind, lässt sich ein Zusammenhang mit dem Energiestoffwechsel vermuten. Die Symptome lassen sich leicht auch mit Energiemangel und Reaktionsschwäche umschreiben. Daraus resultieren die Beschwerden Leistungsschwäche, Müdigkeit, Infektanfälligkeit und Degeneration.

Alle Energie, die Organismen auf der Erde zum Leben benötigen, stammt letztlich aus der Sonne.

Pflanzen nehmen Kohlendioxid aus der Luft und Wasser aus der Erde und stellen mit Hilfe der Sonnenstrahlen Energieträger wie Zucker und Fett auf der einen und Sauerstoff auf der anderen Seite her.

Wir nehmen die Energieträger auf und verbrennen diese mit Sauerstoff. Dabei produzieren wir Kohlendioxid,

exogene Gifte (Fremdstoffe)		
	Ausgangsverbindung	Metabolit
Metaboliten sind weniger wirksam oder unwirksam	Barbiturate	Hydroxybarbiturate
	Meprobamat	Hydroxymeprobamat
	Phenothiazin	Phenothiazinsulfoxid
Metaboliten sind ebenfalls wirksam	Phenylbutazon	Oxyphenbutazon
	Aminophenazon	Aminoantipyrin
	Codein	Morphin
	Diazepam	Oxazepam
	Methylphenobarbital	Phenobarbital
	Imipramin	Desipramin
Erst der Metabolit ist wirksam	Parathion	Paraoxon
	Cyclophosphamid	Spaltprodukt
	Sulfachrysoidin	Sulfanilamid



nutzen die Energie und geben auch Wasser wieder zurück. So existiert ein perfekter Kreislauf, denn die Pflanzen nutzen Kohlendioxid und Wasser um weitere Energie zu binden.

Die Energiespeicherung in der Pflanze ist eine Reduktion, da Sauerstoff freigesetzt wird. Die Energienutzung ist entsprechend eine Oxidation, bei der Sauerstoff gebunden wird.

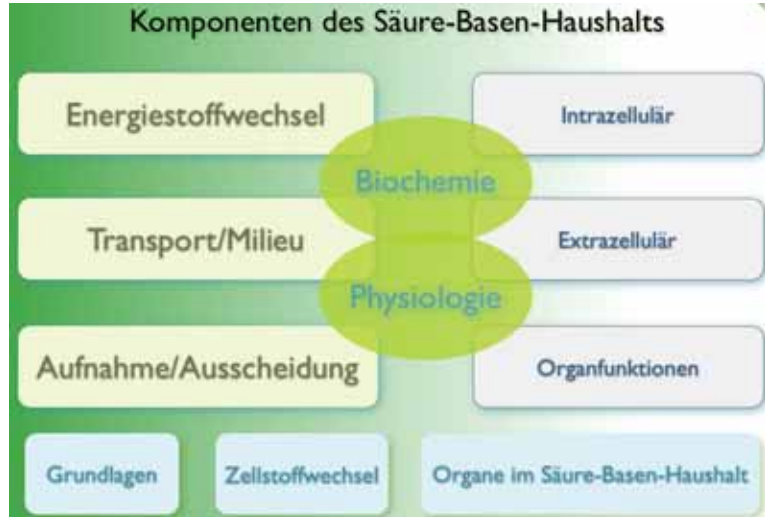
Man kann den Vorgang daher auch so beschreiben: Energie wird in Form von Reduktionsäquivalenten gespeichert und kann durch Oxidation wieder verfügbar gemacht werden.

Komponenten des Säure-Basen-Haushaltes

Die Energiefreisetzung im Körper ist eine ausschließlich intrazelluläre Reaktion. Wie jedoch die Brennstoffe, Zucker, Fett und Sauerstoff in die Zelle transportiert werden und die Abfallstoffe aus der Zelle heraus, das ist ein extrazellulärer Vorgang.

Das alles funktioniert über die entsprechenden Organe zum Austausch mit der Umwelt.

Um den Säure-Basen-Haushalt zu verstehen, müssen wir auf Bereiche der Biochemie und Physiologie zugreifen.



Grundlagen

Der menschliche Körper besteht, je nach Alter, aus 70 bis 80 % Wasser. Der größte Teil des Stoffwechsels findet in dem Lösungsmittel Wasser statt. Deshalb hat das Wasser eine große Bedeutung für biochemische Reaktionen. Wasser ist ein Molekül aus zwei Wasserstoff und einem Sauerstoffatom. Dieses Molekül ist instabil und kann in das positiv geladene Wasserstoffion und das negativ geladene Hydroxylion zerfallen (dissoziieren).

Das Wasserstoffion ist einzigartig, weil es aus einem einzelnen Atomkernbauteilchen, dem Proton besteht und keine Elektronen oder Neutronen enthält. Deshalb ist es chemisch so reaktiv, dass es nur Sekundenbruchteile existieren kann, bevor es sich mit dem nächst gelegenen Molekül verbunden hat. Daraus resultiert meist ein H_3O^+ , das auch reaktiv ist.

Weil es chemisch so reaktiv ist, hat das Proton auch eine Bedeutung bei allen biochemischen Reaktionen im Wasser. Je nach Konzentration laufen Reaktionen im Stoffwechsel schneller oder langsamer ab. Die Konzentration der Wasserstoffionen ist so wichtig, dass man einen eigenen Begriff zur Definition der Wasserstoffionenkonzentration gebildet hat: den pH-Wert.

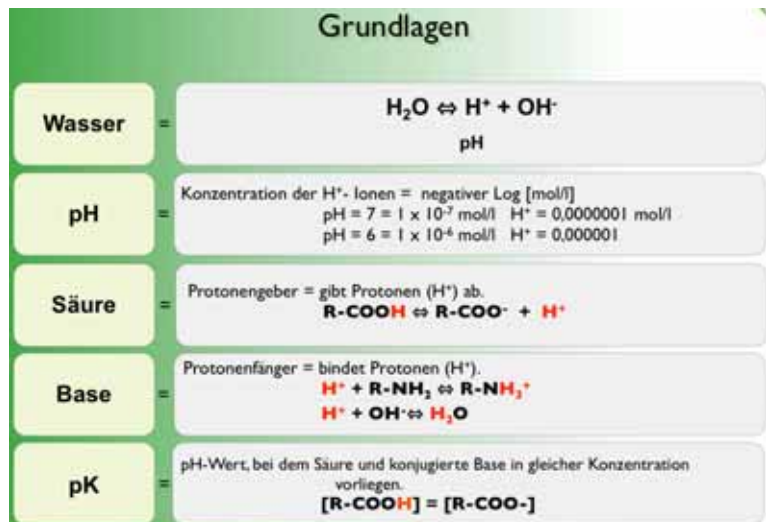
Der **pH-Wert** ist der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration in Mol pro Liter. Einfacher formuliert gibt der pH-Wert die Stellen hinter dem Komma an. pH 6 bedeutet eine Konzentration von 10^{-6} Wasserstoffionen (mol/l) und ein pH-Wert von 7 bedeutet 10^{-7} Wasserstoffionen (mol/l).

Es gibt Substanzen, die die Protonenkonzentration im Wasser verändern können.

Säuren können Protonen abgeben und dadurch die Wasserstoffionenkonzentration erhöhen, den pH-Wert also senken. Entsprechend müssen Säuren Verbindungen sein, die ein Wasserstoffion enthalten und es abgeben können.

Wenn Säuren ihr Proton abgegeben haben bleibt eine Verbindung zurück, die Protonen binden kann. Solche Verbindungen können den pH-Wert wieder erhöhen und werden **Basen** genannt. Es gibt daher immer ein Gleichgewicht von Säure und der dazu gehörenden (= der konjugierten) Base.

Wann aber gibt eine Säure ihr Proton ab und wann nimmt eine Base Protonen auf?



Es gibt starke Säuren, die Protonen leicht abgeben und schwache Säuren, die Protonen nicht so leicht abgeben. Genauso wie es Basen gibt, die Protonen leicht binden und Basen, die Protonen nur schlecht binden.

Ob eine Verbindung eine starke oder schwache Säure bzw. Base ist, wird durch den **pK-Wert** ausgedrückt. Dieser pK-Wert ist eine für jeden Stoff spezifische Konstante und entspricht dem pH-Wert, bei dem Säure und Base in gleicher Konzentration vorliegen.

Bei einer pH-Wert Skala von 1 bis 14 spricht man von einer starken Säure bei pK-Werten zwischen 1 und 3, von schwachen Säuren im Bereich von 4 bis 7. Schwache Basen haben pK-Werte zwischen 7 und 9, starke Basen darüber.

Generell nennt man Stoffe mit einem pK-Wert unterhalb von 7 Säuren, mit einem pK-Wert darüber Basen.

Titration

Ein **Puffer** soll den pH-Wert einer Lösung relativ konstant halten. Ein Puffer ist immer ein Gemisch aus einer Säure und der konjugierten Base, deren pK-Wert in etwa dem zu puffernden pH-Wert entsprechen muss. Im Labor gilt, dass der pK-Wert eines guten Puffers ± 1 pH des zu puffernden pH-Wertes entspricht.

Wie ein Puffer funktioniert, demonstriert die Titrationskurve: Bei reinem Wasser ist der pH-Wert neutral, d.h. pH 7. Gibt man eine starke Säure wie die Salzsäure dazu, dissoziiert (zerfällt) diese vollständig und gibt ihre Protonen in das Wasser ab. Deshalb sinkt der pH-Wert je mehr Säure man dazu gibt.

Mit einer starken Base, hier Natronlauge, werden Protonen aus der Lösung an Hydroxylionen gebunden und damit der Lösung entzogen. Je mehr Natronlauge man zuführt, desto geringer wird die Konzentration der Protonen und der pH-Wert steigt.

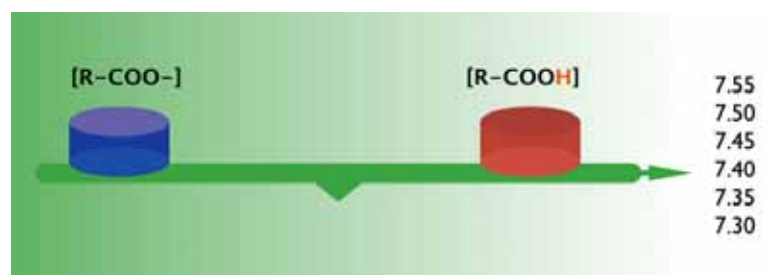
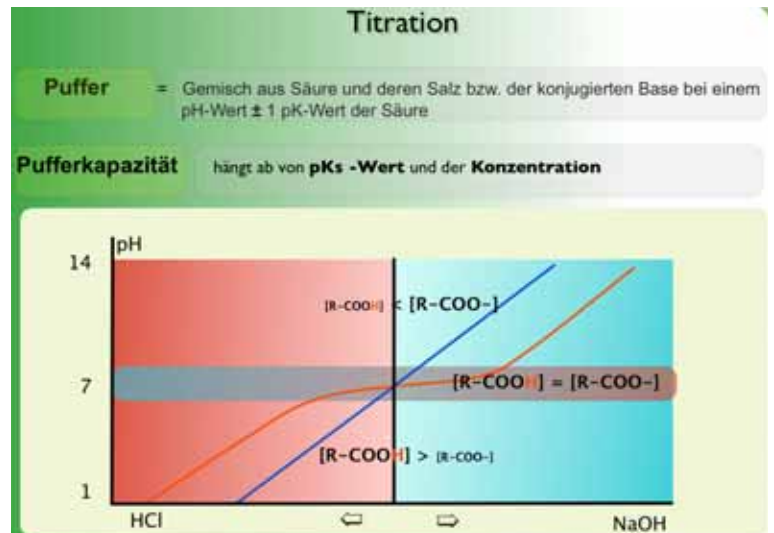
Mit einem Puffer, in diesem Fall eine Säure und ihre konjugierte Base in jeweils gleicher Konzentration mit einem pK-Wert von 7, passiert folgendes:

Gibt man Salzsäure in die Lösung, werden viele der freigesetzten Protonen an die Pufferbase binden. Diese Protonen können den pH-Wert also nicht verändern. Anstelle einer Senkung des pH-Wertes nimmt die Konzentration der Pufferbase ab und die der Puffersäure zu. Der pH-Wert ändert sich zwar auch, aber im Vergleich zur ungepufferten Lösung nur sehr gering. Analoges passiert, wenn man der gepufferten Lösung mit Natronlauge Protonen entzieht. Dann ersetzt die Puffersäure die Protonen und die Konzentration der Pufferbase nimmt solange zu, bis die Puffersäure verbraucht ist. Ist der Puffer verbraucht, ändert sich der pH-Wert wieder vollständig ungepuffert.

Die Stärke eines Puffers, die Pufferkapazität, hängt damit zum Einen vom pK-Wert des Puffers und zum Andern von dessen Konzentration ab.

Pufferwaage

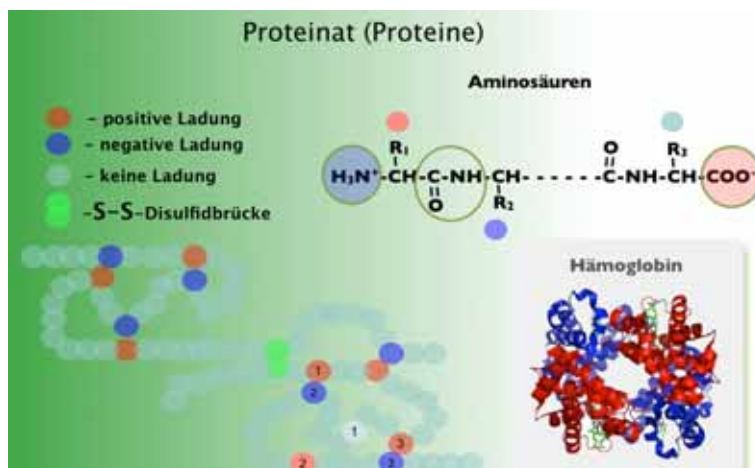
Um sich die Pufferwirkung zu veranschaulichen, kann man sich die Pufferbase und die Puffersäure auch auf einer Waage vorstellen. Gibt man Protonen hinzu, ändert sich das Verhältnis von Säure zu Base. Die Säure steigt und der pH-Wert sinkt leicht. Entnimmt man der Lösung Protonen werden diese von der Puffersäure ersetzt und der pH-Wert steigt leicht.



Physiologische Puffer

Proteine

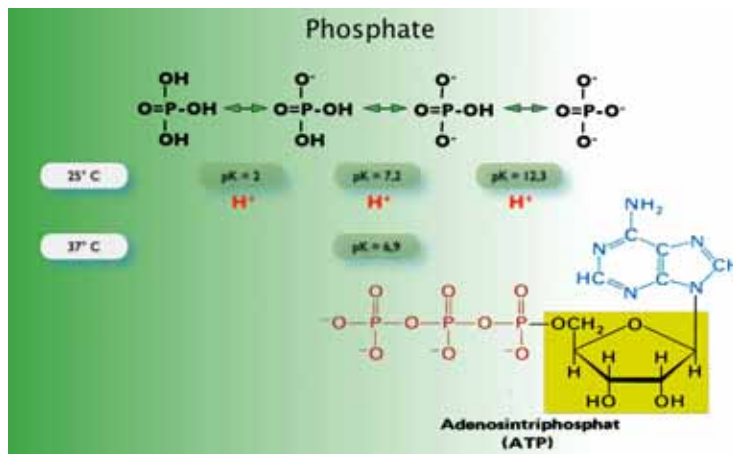
Proteine sind aus Aminosäuren zusammengesetzt. Es gibt 23 verschiedene proteinogene Aminosäuren, die sich nur durch den Rest (R) unterscheiden. Allen gemeinsam ist eine Aminogruppe und eine Carboxygruppe an einen Kohlenstoffatom. Diese beiden Gruppen können sich unter Wasserabspaltung miteinander verbinden und so lange Fäden aus Aminosäuren bilden. Je nachdem ob der Rest positiv geladen, negativ oder ungeladen ist, falten sich diese Aminosäureketten zu Proteinen zusammen und bilden die räumliche Struktur der Proteine (z.B. ein Enzym). Ändert sich der umgebende pH-Wert, können sich die Ladungen an den Resten verändern. Dadurch verändert sich dann die räumliche Struktur. Ändert sich die Form des Enzyms (Proteins), ändert sich die Reaktionsgeschwindigkeit. Damit ist leicht verständlich, warum jedes Protein ein pH-Optimum hat. Manche Proteine benötigen ein saures Milieu wie z.B. die Proteine des Magens (Pepsin, pH-Optimum ist ca. 1,5-3,0) oder ein basisches Milieu wie die Enzyme des Pankreas (Trypsin, pH-Optimum 7-8). Die meisten Enzyme im Zellstoffwechsel haben ein pH-Optimum bei ca. pH 7.0.



Für den Säure-Basen-Haushalt ist das Hämoglobin ein wichtiger proteinogener Puffer. Die Bindung von Protonen an Hämoglobin verändert die Form des Hämoglobins derart, dass es dann Sauerstoff schlechter binden kann. Wenn der pH-Wert steigt, ändert sich die Form des Hämoglobins so, dass Sauerstoff besser gebunden werden kann. Doch dazu später.

Phosphorsäure

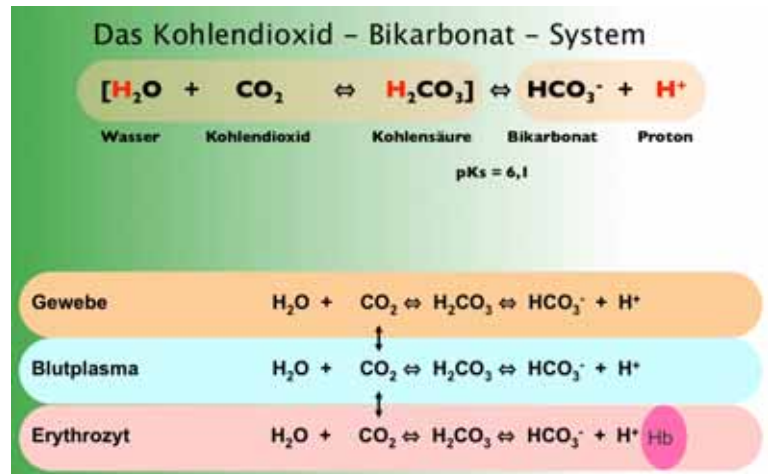
Ein weiterer wichtiger physiologischer Puffer ist das Phosphat. Dieser Säure kann drei Protonen freisetzen und deshalb über drei pH-Wert-Bereiche puffern. Die pK-Werte sind bei 25° C zwei, 7,2 und 12,3. Bei 37° C sind die pK-Werte geringer. Die pK-Werte sind damit von der Temperatur abhängig, wie auch der pH-Wert. Je höher die Temperatur ist, desto mehr Moleküle des Wassers dissoziieren und desto niedriger ist der pH-Wert. Am Beispiel der pK-Werte der Phosphorsäure sehen wir, das eine Temperaturerhöhung um nur 2 Grad den pH-Wert bereits um 0,05 Grad senkt. Da der pH-Wert im Blut 7,4 ist und eine (konstante) Änderung um 0.05 Grad bereits intensivmedizinisch betreut werden muss, zeigt sich, wie schwierig die eindeutige Bestimmung des pH-Wertes in der Praxis ist.



Auch die Phosphorsäure ist nicht einzig ein physiologischer Puffer sondern als Teil des ATP an jeder energiegekoppelten Reaktion beteiligt. Wenn man sich hier eine Ansäuerung des Milieus vorstellt wird schnell klar, dass Phosphat anstelle von Magnesium Protonen aufnimmt und damit für eine energiegekoppelte Reaktion nicht mehr zur Verfügung steht. Mit sinkendem pH-Wert ist daher eine Energieübertragung gestört.

Das Bikarbonatsystem

Das Kohlendioxid-Bikarbonat-System ist das bekannteste der physiologischen Puffersysteme, obwohl es mit einem pK-Wert von 6.1 chemisch ein ungeeigneter physiologischer Puffer ist. Bikarbonat, die Base, steht im Gleichgewicht mit der Kohlensäure. Kohlensäure ist jedoch sehr instabil und zerfällt zu Kohlendioxid und Wasser. Das Kohlendioxid steht immer mit der Kohlensäure im Gleichgewicht und ist im Gegensatz zu anderen Säuren klein, gasförmig und ungeladen. Deshalb kann Kohlendioxid frei über alle Membranen diffundieren und gelangt aus der Zelle leicht über den Extrazellularraum in die Erythrozyten. Auch dort steht Kohlendioxid mit der Kohlensäure im Gleichgewicht, die jedoch ein Proton abgibt, das dann von Hämoglobin gebunden (gepuffert) wird. Das genau ist der Grund, warum das Kohlendioxid-Bikarbonat-System im Organismus eine so große Bedeutung hat. In Form des Kohlendioxids kann das Proton aus der Zelle heraus in das Blut transportiert und in Folge ausgeschieden werden.



Die Pufferwaage - Bikarbonat und Kohlendioxid

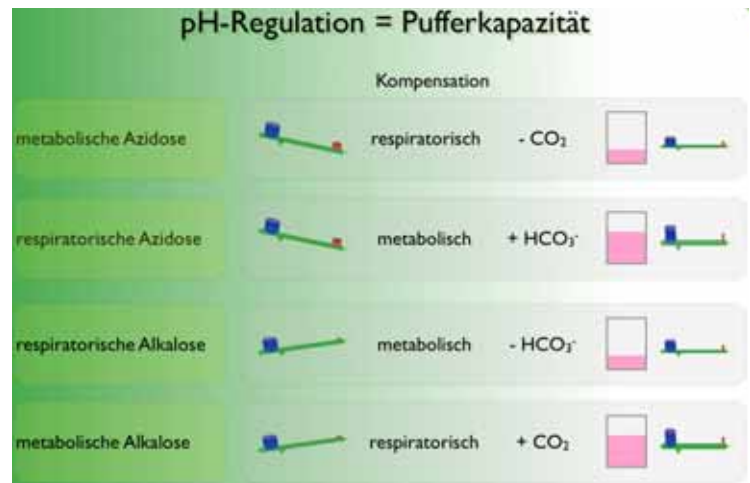
Betrachtet man nun das Kohlendioxid-Bikarbonat-Puffersystem in der Darstellung als Waage sieht man gleich, dass die Bikarbonatkonzentration bei pH 7,4 im Blut etwa 20fach höher als die Kohlendioxidkonzentration ist. Fallen zusätzlich Protonen an, werden diese an Bikarbonat gebunden und über den Umweg Kohlensäure entsteht Kohlendioxid, das über die Lunge abgeatmet und damit aus dem Stoffwechsel entfernt wird. In der Folge sinkt die Pufferkapazität, da Bikarbonat zusammen mit dem Proton in Form des Kohlendioxids ausgeschieden wird.

pH-Regulation = Änderung der Pufferkapazität.

Ein Puffer kann den pH-Wert nicht exakt halten, aber größere Änderungen verhindern. Um den originalen pH-Wert wieder herzustellen, muss ein Austausch mit der Umwelt stattfinden. Als schnelle Reaktion werden metabolisch gebildete Säuren mit der Atemluft ausgeschieden. Deshalb wird die Atmung forciert, weshalb ein Sportler unter Belastung schneller atmet. Das Atemzentrum wird nämlich auch vom Kohlendioxidgehalt des Blutes gesteuert. Hier spricht man von einer respiratorischen Kompensation. Dabei sinkt die Pufferkapazität.

Die respiratorische Azidose entsteht, wenn zu wenig Kohlendioxid abgeatmet wird. Hier versucht der Körper metabolisch gegen zu lenken und reduziert die Ausscheidung von Bikarbonat. Hier handelt es sich also um eine Azidose mit gesteigerter Pufferkapazität. Bei Alkalosen ist es gerade umgekehrt. Eine respiratorische Alkalose entsteht durch Kohlendioxidverlust bei forcierter Atmung (hecheln, schreien) und kommt relativ häufig auf Konzerten bei den schreienden Teenies vor. Durch metabolische Kompensation wird vermehrt Bikarbonat ausgeschieden und die Pufferkapazität nimmt ab. Das beste Gegenmittel ist dann einfach die Luft anhalten.

Die metabolische Alkalose entsteht durch zu basenreiche Ernährung oder durch Säureverluste durch Erbrechen. Eine langsame Atmung ist die respiratorische Kompensation, welche zu einer erhöhten Pufferkapazität führt.



Energiestoffwechsel in der Zelle

Jede lebende Zelle benötigt Energie. Die Energie wird in Form von Kohlenhydraten und Fett in die Zelle angeliefert und dort, lokal und vor Ort umgesetzt. Es gibt keine zentrale Energiebereitstellung im Körper. Jede Zelle muss die benötigte Energie aus den zu Beginn vorgestellten Zutaten, Energieträger und Sauerstoff, selber freisetzen. Energiestoffwechsel findet immer intrazellulär statt.

Aerober Primärstoffwechsel

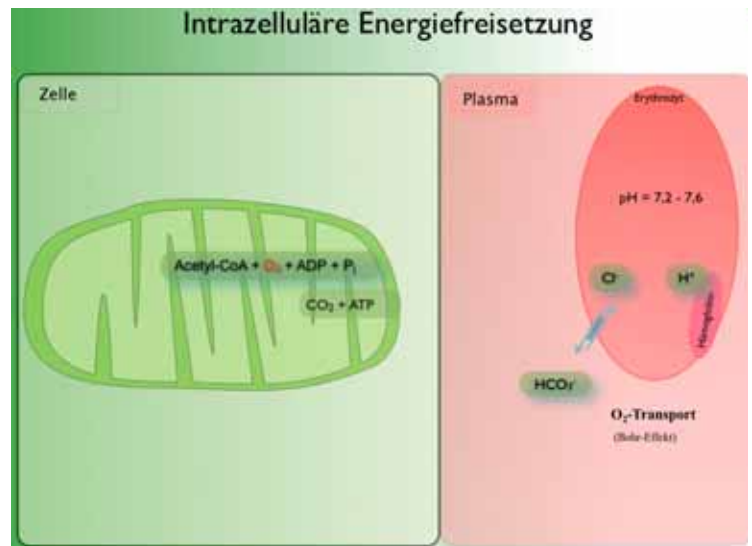
Auf der linken Seite der Abbildung ist eine Zelle mit Mitochondrium angedeutet. Zucker wird im Zellplasma, dem Cytosol, durch Glykolyse zu Acetyl-Coenzym A gewandelt. Dieses wandert in das Mitochondrium. Bei der Glykolyse wird bereits eine kleine Menge ATP als Energieträger gebildet.

Fettsäuren gelangen direkt in das Mitochondrium und werden dort durch Verbrennung mit Sauerstoff (β -Oxidation) ebenfalls zu Acetyl-CoA.

Acetyl-CoA wird dann in Anwesenheit von Sauerstoff weiterverbrannt, wobei Kohlendioxid Wasser und ATP gebildet werden.

Kohlendioxid kann als Gas frei über alle Membranen diffundieren und gelangt in den Erythrozyten. Dort wird mit Hilfe der Carboanhydrase Wasser angelagert, es entsteht

Kohlensäure die sofort ein Proton abspaltet, das von Hämoglobin gepuffert wird. So sinkt die Kohlendioxidkonzentration in den Erythrozyten damit weiteres Kohlendioxid aus den Geweben in die Erythrozyten fließen kann. Ein großer Teil des Bikarbonats wird im Austausch gegen Chlorid aus dem Erythrozyten in das Plasma transportiert, so dass der pH-Wert im Erythrozyten sinkt, während er im Plasma nahezu gleich bleibt. Unter normalen physiologischen Bedingungen kann der pH-Wert in den Erythrozyten in den Sauerstoff verbrauchenden Geweben auf 7,2 sinken. Weil Hämoglobin dann die Protonen puffert, ändert sich seine räumliche Form und die Sauerstoffbindung wird schwächer. Mit anderen Worten, dort wo Sauerstoff gebraucht wird, gibt Hämoglobin mehr Sauerstoff ab. Wenn das Blut weiter in die Lunge wandert kehrt sich der Prozess um. Dann wird Kohlendioxid abgeatmet und der pH-Wert im Erythrozyten steigt bis auf pH 7,6. Das führt zu einer Änderung des Hämoglobins, welches dann besonders gut Sauerstoff binden kann. Die Abhängigkeit der Sauerstoffbindung des Hämoglobins vom pH-Wert ist als sigmoide Bindungskurve oder als Bohr-Effekt bekannt.



Anaerober Stoffwechsel.

Zucker und Fett lassen sich im Körper als Glykogen und Fettsäuren speichern. Sauerstoff dagegen nicht. Sauerstoff muss zu jederzeit in ausreichender Menge vorhanden sein, um eine adäquate Energieversorgung der Zelle zu gewährleisten.

Wenn es zu Sauerstoffmangel kommt, werden Fettsäuren nicht verstoffwechselt und wandern nicht in die Mitochondrien. Das Endprodukt der Glykolyse ist auch nicht Acetyl-CoA sondern Milchsäure. Bei dem vorliegenden pH-Wert gibt Milchsäure ihr Proton ab und wird zu Laktat. Im Unterschied zum Kohlendioxid ist das Proton geladen und kann nicht einfach über die Zellmembran in den Erythrozyten diffundieren.

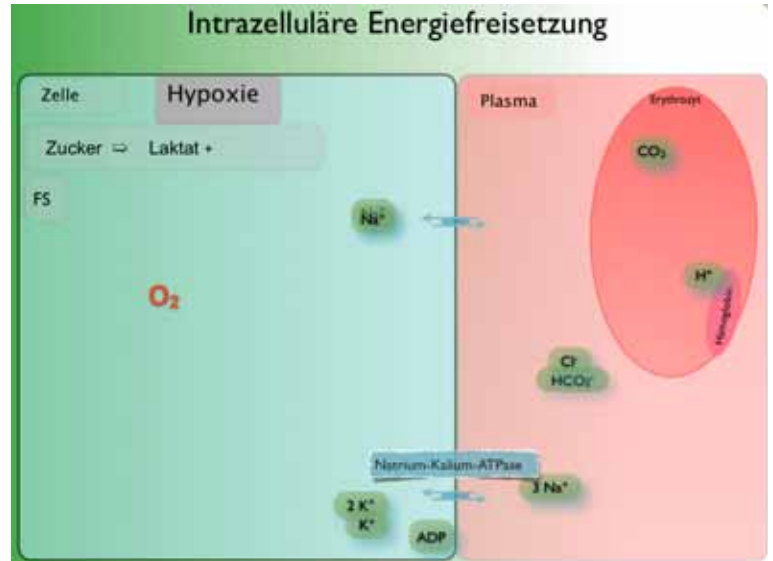
Hier gibt es einen Shuttle, der das Proton im Austausch gegen Natrium aus der Zelle in das Plasma transportiert.

Im Plasma wird das Proton von Bikarbonat gepuffert, es entsteht Kohlensäure die in Kohlendioxid und Wasser zerfällt. Das Kohlendioxid kann nun in den Erythrozyten gelangen, die Carboanhydrase lagert wieder Wasser an, die Kohlensäure gibt das Proton ab, welches von Hämoglobin gepuffert wird.

Im Unterschied zum aeroben Stoffwechsel ist die Bildung von Laktat keine Oxidation. Die Energie, welche gewonnen wurde, muss später zurückgezahlt werden. Im Leistungssport spricht man von „Sauerstoffschuld“. Ein weiterer Unterschied ist der,

dass Bikarbonat im Plasma verbraucht wird, wenn das entstandene Kohlendioxid in der Lunge abgeatmet wird, so dass sich die Pufferkapazität verringert.

Da die Zelle immer mehr Natrium aufnimmt, würde sie einerseits osmotisch quellen, zum anderen würde die Membran mit der Zeit depolarisieren. Damit dies nicht geschieht, wird Natrium über die Natrium-Kalium-ATPase unter Verbrauch von Energie aus der Zelle heraus transportiert. Im Austausch werden 2 Kalium in die Zelle hinein und 3 Natrium aus der Zelle heraus transportiert. Das dafür verantwortliche Enzym ist wie jedes Protein auf einen optimalen pH-Wert angewiesen. Als Membranenzym ragt es sowohl in die Zelle als auch in den Zellzwischenraum und befindet sich damit in zwei getrennten Reaktionsräumen. Sinkt der pH-Wert in der Zelle, arbeitet das Enzym schneller. Sinkt er dagegen im Extrazellularraum, wird die Enzymaktivität gedrosselt.



Auch hier ist die Reaktionsgeschwindigkeit damit vom pH-Wert abhängig. Eine saure Zelle kann nur dann entsäuert werden, wenn der Extrazellularraum nicht ebenfalls übersäuert ist.

Eine übersäuerte Zelle mit erniedrigtem pH-Wert kann nur langsam arbeiten und reagieren, da der pH-Wert einen Einfluss auf ATP und die Enzyme der Zelle hat. Letztlich sinkt die Leistung der Zelle. Im Leistungssport wird dieser Zusammenhang als periphere Ermüdung bezeichnet. Dann können die Muskeln aufgrund ihrer Übersäuerung keine Energie mehr freisetzen.

Dauert eine Übersäuerung lange an, kann man sich leicht vorstellen, dass die Pufferkapazität im Extrazellularraum sinkt, weil der Bikarbonatspiegel geringer geworden ist. In diesem Fall würde eine zusätzliche Bikarbonatgabe die Zelle zu entsäuern helfen. An der Ursache der Übersäuerung ändert das Bikarbonat aber gar nichts, denn die Ursache ist der Sauerstoffmangel. Das Wichtigste beim Säure-Basen-Haushalt ist damit der Sauerstoff, erst danach sind Mineralien und Bikarbonat zu nennen.

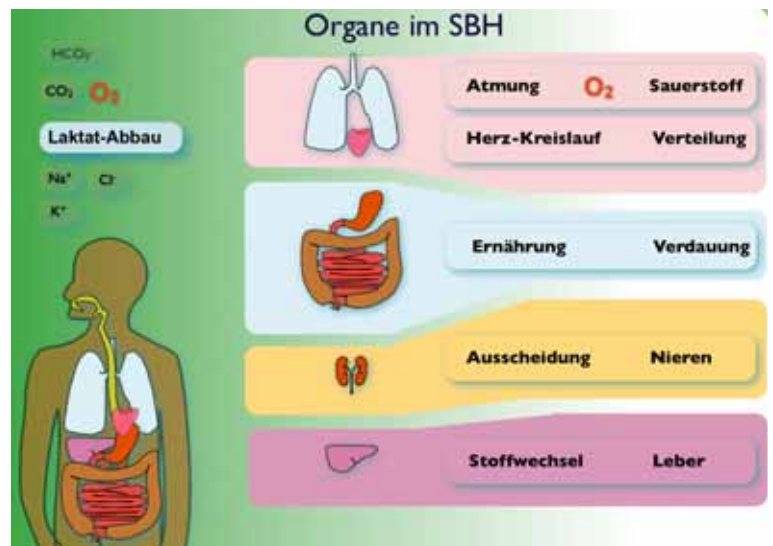
Stoffe im Säure-Basen-Haushalt

Von allen möglichen Mängeln ist der Sauerstoffmangel am häufigsten anzutreffen. Mineralien sind überall vorhanden und die wichtigsten, Natrium und Kalium, sind in der Regel keine Mangelsubstanzen. Auch die Fettreserven eines Normalgewichtigen bergen genügend Energie um (theoretisch) 2 Wochen ununterbrochen laufen zu können. Nur Sauerstoff ist ein begrenzender Faktor was z.B. dadurch deutlich wird, wenn Sie sich folgende Fragen stellen: Wie lange können Sie auf feste Nahrung (Energieträger) verzichten? Die Antwort ist Wochen. Wie lange können Sie auf Flüssigkeit verzichten (Mineralien). Die Antwort ist Tage. Aber wie lange können Sie die Luft anhalten? Nur Minuten. Allein das verdeutlicht die Bedeutung des Sauerstoffs für den Säure-Basen-Haushalt. Ganz wesentlich und gerne vergessen ist auch die Bedeutung des Laktats, dass Energie „leiht“ und an anderer Stelle im Stoffwechsel verarbeitet werden muss. Es ist ja kein Gas, dass man einfach abatmet.

Organe im Säure-Basen-Haushalt

Für den Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid mit der Umwelt ist die **Lunge** zuständig. Der Transport erfolgt über das **Herz-Kreislaufsystem**, bestehend aus Herz, Blut und Gefäßen.

Ebenfalls eine Rolle im Säure-Basen-Haushalt spielt die Ernährung, die sowohl für die Zufuhr der Energieträger, als auch der Mineralien notwendig ist. Bemerkenswert ist insbesondere der **Magen**, der in den Belegzellen aus Kohlendioxid via Kohlensäure Protonen zur Säuerung des Magenumens und Bikarbonat für die Exkretion



durch Pankreas bereitstellt. Die **Nieren** sind ein wichtiges Ausscheidungsorgan, das alle nicht flüchtigen Säuren oder auch Basen ausscheiden kann. Durch vermehrte oder reduzierte Ausscheidung kann ein Einfluss auf die Zusammensetzung der Puffer im Körper genommen werden. Als Stoffwechselzentrale ist die **Leber** auch für den Energiestoffwechsel und die Aufnahme von Nährstoffen aus dem Darm wichtig. Da alle Organe aus Zellen bestehen, die Energie benötigen, hat der Zellstoffwechsel und damit jedes Organ einen Einfluss auf den Gehalt an Bikarbonat und Kohlendioxid. Die Mengen an Natrium, Kalium und anderen Mineralien werden zum Einen durch die Ernährung und die Resorption im Darm bestimmt und auf der anderen Seite über die Ausscheidung durch Nieren und im Schweiß.

Der Laktatabbau erfolgt zu einem kleinen Teil im Herz, ein anderer Teil kann über die Nieren ausgeschieden werden, aber nur, wenn die Nierenschwelle überschritten wird. Also nur in dem Fall, dass die Laktatkonzentration im Blut über etwa 2 mol/l liegt. Die Skelettmuskeln können etwa 30 % des Laktats abbauen, das bei intensiver sportlicher Belastung gebildet wird, aber der größte Teil des Laktatabbaus findet in der Leber statt.

Funktionen der Organe im Säure-Basen-Haushalt

Vergleicht man nun den Einfluss der verschiedenen Organe auf den Säure-Basen-Haushalt so ist die Lunge ein wichtiges Organ. Täglich werden ca. 450 Liter Kohlendioxid über die Lunge ausgeschieden. Sie kann aber ausschließlich den Gehalt der flüchtigen Komponenten beeinflussen. Die Menge an Mineralien oder nichtflüchtigen Stoffen kann durch die Atmung nicht verändert werden. Zur Regulation ist sie daher nur eingeschränkt fähig.

Die Ernährung und vor allem die Säure-Basen-Produktion im Magen haben einen Einfluss auf den Säure-Basen-Haushalt. Nur so kann zwischenzeitlich ein Überschuss an Bikarbonat in das Blut gelangen (so genannte Basenflut). Diese kann im Bedarfsfall die Pufferkapazität des Extrazellularraumes kurzfristig erhöhen und die Geschwindigkeit der Natrium-Kalium-ATPase erhöhen. Da das Bikarbonat aber auch via Pankreas dazu dient, die Säure des Magens wieder zu neutralisieren, ändert die Aktivität des Magens nichts an der Säure-Basen-Bilanz des Körpers.

Der Einfluss der Ernährung auf den Säure-Basen-Haushalt wird gerne überschätzt, denn alle organischen Säuren werden im Stoffwechsel zu Kohlendioxid verstoffwechselt und abgeatmet. Da auch in saurem Essen immer ein Anteil organischer Basen enthalten ist (aufgrund des pK-Wertes liegt ein Teil als Base vor), entstehen im Stoffwechsel zusätzliche Basen. Insbesondere Laktat, Citrat, Acetat, Malat um nur die wichtigsten zu nennen. Selbst viele Fettsäuren werden als Salze aufgenommen und führen zu einem Überschuss an Basen, die anders als Kohlendioxid nicht abgeatmet werden. Rein biochemisch gesehen ist ein Basenmangel durch Ernährungsfehler fast ausgeschlossen. Ernährung ist aber eben nicht nur Nahrung, sondern auch die Verdauung. Wenn die Verdauung gestört ist, dann kann es zu teilweise ernährungsbedingten Störungen im Säure-Basen-Haushalt kommen.

Darüber hinaus kann ein ernährungsbedingter Überschuss an nierenpflichtigen Säuren bei eingeschränkter Nierenfunktion den Säure-Basen-Status deutlich beeinflussen. Insbesondere im Alter, wenn die Nieren weniger leisten, kann eine Verminderung solcher Nahrungsbestandteile zu einem ausgeglicheneren Säure-Basen-Haushalt führen.



Wobei wir auch schon bei den Nieren sind. Bedingt durch die Menge von täglich etwa 1.5 Litern Harn mit einem pH-Wert nicht niedriger als 4,5 kann man berechnen, dass die Nieren pro Tag ca. 450 mmol Protonen ausscheiden können. Das wichtigste Organ im Säure-Basen-Haushalt ist die Leber, die etwa die 40fache Menge an Protonen binden kann, nämlich 10.000 bis 24.000 mmol pro Tag. Betrachten wir zunächst die Nieren, da die im Säure-Basen-Haushalt zumindest das bekannteste Organ sind.

Die Nieren im Säure-Base-Haushalt

Die Nieren filtern das Blut ca. 60 mal am Tag und erzeugen bei einem 70 kg schweren Menschen täglich ca. 180 Liter Ultrafiltrat. Alles, was kleiner als 2 - 4 nm ist, bleibt im Blut, der Rest kann ausgeschieden werden. Tatsächlich ist die Menge an Urin aber nur 1,5 Liter täglich. Entsprechend viel muss die Niere wieder resorbieren.

Natürlich hat das Ultrafiltrat den gleichen pH-Wert wie das Blutplasma und der ist 7,4. Wenn der Urin nachher sauer ist, muss die Niere eine große Menge an Basen zurückgewonnen haben. Ist der pH-Wert dagegen höher als 7,4 wurden weniger Basen zurückresorbiert. Ein saurer pH-Wert kann daher nur bei einer guten Nierenleistung gebildet werden.

Bei Niereninsuffizienz wird weniger Primärharn gebildet. Es kommen also weniger nierenpflichtige Säuren zur Ausscheidung. Es kann auch sein, dass die Rückresorption gestört ist. Dann werden mehr Basen als notwendig ausgeschieden. In beiden Fälle ist der Urin eher alkalischer als er sein sollte. Bei einer metabolischen Azidose aufgrund einer Nierenerkrankung ist der Urin unverändert bis basisch, so dass eine Messung des pH-Wertes im Urin sicher kein diagnostisches Kriterium sein kann.

Die Nieren im Säure-Base-Haushalt

- Ultrafiltration (Ø < 2-4 nm; 180 l/d)
- Bei 70 kg KG (etwa 3 l Blutplasma) 60 x am Tag
- Rückresorption
 - ca. 180 l/d Primärharn - pH 7,4
 - ca. 1,5 l/d Urin - pH 4,8 - 7,5

Niereninsuffizienz = Metabolische Azidose

- weniger Primärharn = Retention nierenpflichtiger Säuren
- weniger Rückresorption = eher Basenverlust
- ➔ Urin wird eher alkalisch

pH-Wert im Urin ist kein diagnostisches Kriterium

Was misst man im Urin?

Die Idee, man könne anhand der Säure im Urin Rückschlüsse auf den Säure-Basen-Haushalt ziehen stammt vor allem von Herrn F.F. Sander. 1953 erschien sein Buch mit dem Titel: „Der Säure-Basenhaushalt des menschlichen Organismus“. Zur Zeit findet man die dritte unveränderte Auflage aus dem Jahr 1999. In der zweiten Auflage 1985 findet sich auf Seite 117 die Kernaussage, die zu einer Messung des Aziditätsquotient im Urin führte: So lange eine Azidose im Blut latent, ... , ist der Harn, ... ein direktes Ausscheidungsprodukt der Gewebe....“.

Wenn man das liest sind zwei Dinge erstaunlich. Erstens, warum das Buch in über 50 Jahren keine Korrekturen erfahren hat - Wusste Sander bereits alles und haben wir nichts Neues im Bereich der Biochemie und Physiologie dazugelernt? Oder ist die Hypothese so falsch, dass kleinere Korrekturen nicht möglich sind?

Das zweite Erstaunliche ist die Frage: Den pH-Wert welcher Gewebe kann man denn im Urin messen?

Was misst man im Urin?

- 1953 erschienen
- Unveränderte 2. Auflage 1985
- Unveränderte 3. Auflage 1999

S. 117:
 „Solange eine Azidose im Blut latent, also das Blut in stände ist, seine Isostruktur zu bewahren, ist der Harn, physiologische gesehen, ein direktes Ausscheidungsprodukt der Gewebe und nicht des Blutes, das hierbei nur Transportmittel ist.“

Welcher Gewebe?

pH-Werte im Organismus

In den Zellen ist der pH-Wert mit 6,9 nahezu neutral in anderen Kompartimenten kann er von pH 1 im Magen bis zu pH 8,2 im Pankreassaft variieren. Wechselnde pH-Werte finden wir vor allem im Verlauf des Darmes und im Harn. In den anderen Kompartimenten ist der pH-Wert relativ streng geregelt, insbesondere im Blut.

Wenn man nicht den pH-Wert der Gewebe im Urin messen kann, was misst man dann?

Aziditätsquotient nach F.F. Sander

Herr Gläsel hat sich sehr intensiv mit der Bestimmung des Aziditätsquotient nach Sander beschäftigt. Bei dieser Methode wird im Unterschied zur einfachen pH-Messung die Säure und die Base im Urin titriert, so dass volumenbedingte Änderungen keinen Einfluss haben.

Herr Gläsel hat sehr ausführlich dokumentiert, dass jede Ernährung einen Einfluss auf den Tagesverlauf des AQ im Urin hat. Links ist eine optimale Tageskurve dargestellt und rechts eine optimale Kurve, die allein durch Ernährung hergestellt wurde.

Man stellt also folgendes fest: Erstens gibt es einen Tagesverlauf, den es nicht in den Geweben gibt und zweitens bewirken unterschiedliche Nahrungsmittel unterschiedliche Aziditätsquotienten.

Schlussfolgerung

Aus dem Ergebnis, dass sich die Tageskurve in Abhängigkeit von der Ernährung verändert schlussfolgerte man, dass man die Situation im Gewebe durch bestimmte Ernährung verändern kann. Richtig ist aber lediglich, dass der Urin durch Nahrung und Verdauung veränderbar ist.

Der Aziditätsquotient ist kein Kriterium zur Bestimmung von Parametern im Säure-Basen-Haushalt. Der pH-Wert des Urins hat bezüglich der Säure-Basen-Situation keinerlei Aussagekraft.

Eine Änderung im Tagesverlauf gibt die Ernährung und Verdauungskraft wieder und hat auf diese Weise durchaus Aussagekraft. So ist die Dynamik ein Zeichen von Regulation und Anpassungsfähigkeit, Starre dagegen ein Zeichen von mangelnder Vitalität und Reaktionsfähigkeit. Solch eine Starre findet man daher auch häufig bei Patienten unter Medikation mit H₂-Blockern. Eine Aussage über den Bedarf an Säuren oder Basen lässt sich durch die Messung des AQ nicht treffen.

Die Leber im Säure-Basen-Haushalt

Bedingt durch den Abbau organischer Säuren ist die Leber das wichtigste Organ zur Regulation des Säure-Basen-Haushaltes. Insbesondere die Milchsäure ist ein endogenes "Gift", das u.a. den Energiestoffwechsel der Zelle beeinträchtigt. Immer, wenn im Stoffwechsel mehr Sauerstoff benötigt als angeliefert

pH-Werte im Organismus

Welcher Gewebe?

Magen:	1.0 - 3.0
Vagina:	3.4 - 4.2
Schweiß:	4.0 - 6.8
Harn:	4.8 - 7.5
Mundhöhle:	6.2 - 7.2
Milch:	6.6 - 7.0
Duodenum:	4.8 - 8.2
Jejunum:	6.3 - 7.3
Liquor cerebr.:	7.3 - 7.4
Conjunctiva:	7.3 - 8.0
Blut:	7.35 - 7.45
Ileum:	7.6
Rektum:	7.8
Colon:	5,5-7,0 7,9-8,0

Ferth, W., D. Henschler, W. Rummel, K. Starke (1993): 81 Wissenschafts Verlag, Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, 6. Auflage, S. 31.

Was misst man im Urin?

Azidiätsquotient (AQ) im Urin nach Sander

**Man erkennt eine Tageskurve
Jedes Nahrungsmittel verursacht einen spezifischen AQ**

Aut. Gläsel, K.O. (1999): Heilung ohne Wunder und Nebenwirkungen, Liber Gläsel Verlag Kottbus

Was misst man im Urin?

Ausscheidung Nieren

Azidiätsquotient (AQ) im Urin nach Sander

- Der AQ ist Maß der Ernährung (Nahrung x Verdauung)
- pH-Wert des Urins**
- Der pH-Wert im Urin ist kein Kriterium der latenten Azidose
- Dynamik des AQ**
- Dynamik ist ein Zeichen von Vitalität
- Starre des AQ**
- Starre zeigt nicht, ob Säuren oder Basen fehlen

wird (sei es bei besonderen Belastungen, stark zehrenden Erkrankungen oder hypoxischen Zuständen), wird Milchsäure in den Zellen gebildet. Dadurch sinkt der intrazelluläre pH-Wert. In der Sportmedizin als periphere Ermüdung bekannt, nehmen die Zellen weniger Sauerstoff auf und sind weniger leistungsfähig. Um den zellulären Stoffwechsel zu normalisieren muss der größte Teil der Milchsäure in die Leber transportiert und dort abgebaut werden. Durch den Milchsäureabbau entsteht CO_2 oder wieder Glukose, die entweder als Glykogen gespeichert oder zur Versorgung der Organe in das Blut abgegeben wird. So wird dann auch Bikarbonat wieder frei, das zuvor die H^+ -Ionen der Milchsäure gepuffert hat.

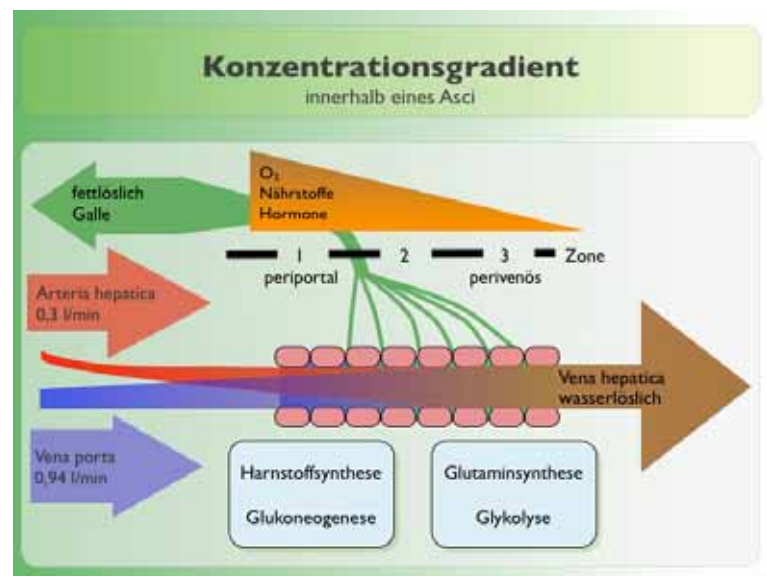
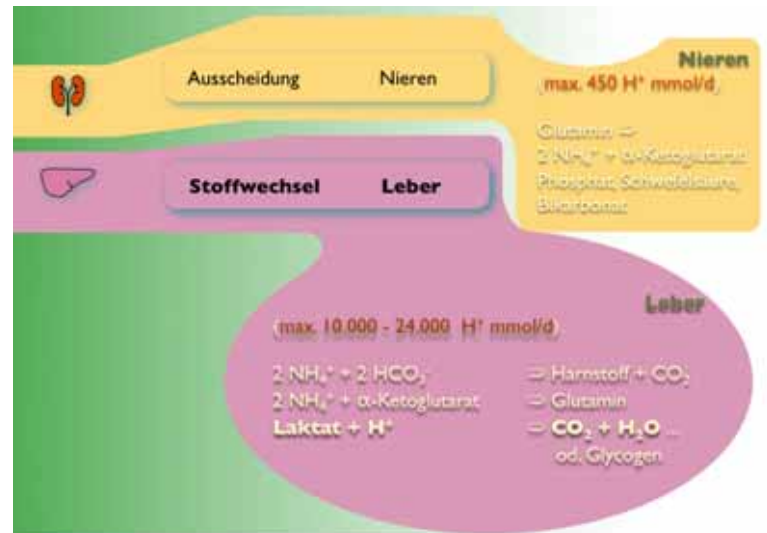
Allein über den Abbau organischer Säuren kann die Leber 50fach mehr H^+ -Ionen eliminieren als die Nieren! Eine Leistung der Leber, die leider oft übersehen wird.

Leberstoffwechsel

Die Leber besteht aus etwa 1 Million identischer funktioneller Einheiten, den Ascis oder Leberläppchen. Während sich das Blut durch das Leberläppchen bewegt, ändern sich die Konzentrationen der durchfließenden Stoffe. In der Leber werden arterielles und Pfortaderblut über die riesige Oberfläche der Hepatozyten, die in vielen, gleich aufgebauten funktionellen Einheiten angeordnet sind, vorbei gespült.

Durch diesen anatomischen Aufbau innerhalb der Leberläppchen wird auch die Funktion der Leberzellen bestimmt. Im sauerstoffreichen, periportalen Bereich finden vor allem oxidative Reaktionen statt, im perivenösen, sauerstoffarmen Bereich dagegen überwiegend reduktive Reaktionen. Ausnahme davon ist die Fremdstoffentgiftung, die überwiegend in den perivenösen Zellen stattfindet - sozusagen nachdem die Entgiftung von bekannten Stoffen bereits erfolgt ist. Entsprechend dieser räumlichen Lage und der enzymatischen Ausstattung werden Sauerstoff, Nahrung, Gifte und Hormone aus dem Blut aufgenommen und von spezialisierten Leberzellen verarbeitet.

Welche Reaktionen in der Leber ablaufen, wird im wesentlichen durch die Konzentrationen der Reaktanden im Blut und von Hormonen reguliert. Über die Anordnung bestimmter Stoffwechselprozesse in den Zonen 1 bis 3 wird eine Gewichtung der Reaktionen über das verfügbare Sauerstoffangebot erzeugt. Je nach Nahrungsaufnahme sind unterschiedliche Konzentrationen an Fetten, Zuckern und Aminosäuren im Pfortaderblut enthalten, die so umgewandelt werden, dass eine möglichst konstante Menge im venösen Blut die Leber verlässt. Die Glukosekonzentration im Blut und der Insulinspiegel entscheiden z. B. darüber, ob Nahrungszucker, Proteine oder organische Säuren zu Glykogen verarbeitet werden (gespeichert) oder über die Vena hepatica an den Körper weitergeleitet werden sollen. Ein Viertel des anflutenden Blutes, etwa 0,3 l/min über die Arteria hepatica liefert den Sauerstoff zur Energiegewinnung in der Leber. Drei Viertel des anflutenden Blutes, etwa 0,94 l/min, kommen über die Portalvene. Dieses Blut kommt entlang des Magen-Darm-Kanals und hat seinen Sauerstoff schon unterwegs abgegeben. Es enthält alle die Stoffe, die aus dem Darm resorbiert wurden. Im Laufe des Ascis werden diese Stoffe nun verstoffwechselt, so dass ein Gradient an Sauerstoff, Nährstoffen und Hormonen entsteht. Entsprechend dieses Gradienten finden wir auch unterschiedliche Stoffwechselwege im Verlauf eines Ascis, von periportal nach perivenös. Periportal, in der Zone 1 nach Rappaport, finden oxidative Reaktionen statt, perivenös, in der Zone 3 nach Rappaport, vor allem reduktive Reaktionen. Das Ergebnis des Stoffwechsels sind entweder wasserlösliche Substanzen, die über die Vena hepatica weiter in den Körper gelangen oder es sind fettlösende Stoffe, die via Gallenflüssigkeit in den Darm abgegeben werden und für die Fettresorption wichtig sind.



Im reduktiven Teil des Asci finden wir z.B die Glutaminsynthese und die Glykolyse; im oxidativen Bereich, den periportalen Hepatozyten, finden sich die Harnstoffsynthese und auch die Glukoneogenese. Die Glukoneogenese ist der Weg, über den Laktat abgebaut wird, die Harnstoffsynthese dient der Ammoniakentgiftung. Beide Reaktionswege benötigen Energie und konkurrieren um den zur Verfügung stehenden Sauerstoff. Da Ammoniak ein stärkeres Zellgift ist, liegt die Priorität bei der Harnstoffsynthese zu Lasten des Abbaus von Laktat. Ammoniak kann deshalb den Laktatabbau verzögern.

Abbau von Schlackenstoffen

Bei Lebererkrankungen findet sich selten ein Überschuss an fremden Toxinen im Blut, sondern oft notwendige Stoffe, z.B. Ammoniak oder Laktat in zu hoher Konzentration.

Stoffwechselgifte: Laktat

Ein energiezehrende Prozess der Leber ist der Abbau von Milchsäure (Laktat) in der Gluconeogenese. Dieser Prozess findet in den periportalen Hepatozyten statt und bildet in Ruhe ca. 0,5-1 Mol Glucose pro Tag. Bei sportlicher Belastung und hohen Laktatkonzentrationen im Blut, kann sich dieser Wert vervielfachen.

Laktat ist ein wichtiges Biomolekül, das bei der anaeroben Glykolyse im Zellplasma entsteht. Als Base der Milchsäure steht es mit dieser im Gleichgewicht. Bei physiologischem pH-Wert liegt die Milchsäure zu 99% als Laktat, dem geladenen Anion vor. Im Unterschied zu Ammoniak ist es relativ sauer und polar und kann Membranen nicht via Diffusion passieren. Laktat wird in den Erythrozyten ständig gebildet, weil diese keine Mitochondrien besitzen und nur über die anaerobe Glykolyse Energie freisetzen können. Da der Körper ständig Milchsäure produziert, findet man im Blut eine normale Laktatkonzentration von etwa 1 mMol/l ($\pm 0,8$).

Laktat wird in anderen Zellen immer dann gebildet, wenn die mitochondriale Energieausbeute durch Oxidation gering ist. Das ist u.a. bei Tumorzellen der Fall, bei Durchblutungsstörungen und bei intensiver sportlicher Belastung.

Auch bei Patienten mit akutem Leberversagen findet man häufig eine Hyperlaktatämie, sowohl aufgrund einer Erhöhung der Laktatbildung wie auch durch die Abnahme der Laktatclearance in Folge der Leberfunktionsstörung.

Neuere Studien haben gezeigt, dass Laktat im arteriellen Blut ein früher prognostischer Marker für das Überleben von Patienten mit akutem Leberversagen sein kann. Hohe Laktat-Konzentrationen sind Hinweise sowohl auf die Schwere der Leberverletzung als auch Hinweise auf ein anschließendes Multiorganversagen.

Stoffwechselgifte: Ammoniak

Der Ammoniakstoffwechsel betrifft vor allem fünf Organe: Darm, Niere, Muskel, Leber und Gehirn. Ammoniak ist einerseits für Synthesen von wichtigen Cofaktoren und als Bausteinen für Makromoleküle notwendig (Purine, Pyrimidine, Porphyrine, Kreatin, Aminozucker). Andererseits ist es hoch toxisch und muss entgiftet werden. Als stärkste Base im Stoffwechsel beeinflusst es den pH-Wert und damit die Enzymaktivitäten. Beim physiologischen pH-Wert beträgt das Verhältnis von Säure (Ammoniumion = NH_4^+), zur konjugierten Base (Ammoniak = NH_3), etwa 99:1 (pK-Wert = 9,1). Sobald der pH-Wert steigt ändert sich das Verhältnis von Ammoniak und Ammoniumion zugunsten des Ammoniaks.

Als Ammoniak (NH_3) ist es ein unpolares Gas und kann über Diffusion über die Zellmembranen in die Zellen gelangen. Als positiv geladenes Ammoniumion (NH_4^+) kann es aber über Kaliumkanäle transportiert werden und steht in direkter Konkurrenz zu Kalium. Damit nimmt Ammoniak auch Einfluss auf das Membranpotential u.a. von Nervenzellen.

Ammoniak wird vor allem im Darm durch bakteriellen Abbau von Aminen, Aminosäuren, Purinen und Harnstoff gebildet. Harnstoff ist ein Ammoniaklieferant, der in der Leber gebildet wird, in den Darm gelangt und von der bakteriellen Urease wieder zu Ammoniak und Kohlendioxid gespalten wird. Enterozyten bauen auch Glutamin zu Glutamat und Ammoniak durch die Glutaminase ab. Aus dem Darm gelangt das Ammoniak über den Portalkreislauf in die Leber. Nur kleinere NH_3 -Mengen im systemischen Blutkreislauf entstammen Gehirn, Muskeln und Nieren.



Da beide Molekülformen (NH_4^+ und NH_3) immer im Gleichgewicht miteinander stehen, sind unter physiologischen Bedingungen beide Molekülformen vorhanden. Auch wenn der größte Teil des Ammoniaks im Darm aufgrund des nur leicht alkalischen pH-Wertes als geladenes Molekül vorliegt, so gelangt immer noch ein kleiner Teil als ungeladenes Molekül in die Portalvene und wird im Darm sofort aus Ammonium ersetzt.

Aus dem Darm gelangt Ammoniak über die Portalvene in die Leber. Hier wird es zu einem großen Teil im Harnstoffzyklus zu Harnstoff abgebaut. Die Synthese von Harnstoff ist ein energieaufwendiger Prozess. Aus diesem Grund findet man die Enzyme des Harnstoffzyklus vorwiegend in den periportalen Hepatozyten, wo der Sauerstoffgehalt und damit die zu Verfügung stehende Energie am höchsten ist.

Pro Molekül Harnstoff sind 4 Moleküle ATP erforderlich. Bei einer durchschnittlichen Tagesproduktion von 30 g sind das 0,5 Mol. Die Harnstoffsynthese kann bei eiweißreicher Ernährung aber auch den dreifachen Wert erreichen (1,5 Mol/d). Damit nimmt dieser Stoffwechselweg im Energieverbrauch den ersten Rang ein. Hier findet sich die Erklärung für die Verwendung bestimmter proteinreicher, fett- und kohlenhydratarmer Diäten zur Körpergewichtsreduktion ("Hollywood-Diät"). Der Zweck besteht in der Erhöhung des Energieaufwandes für die Harnstoffsynthese zu Lasten körpereigener Fettreserven.

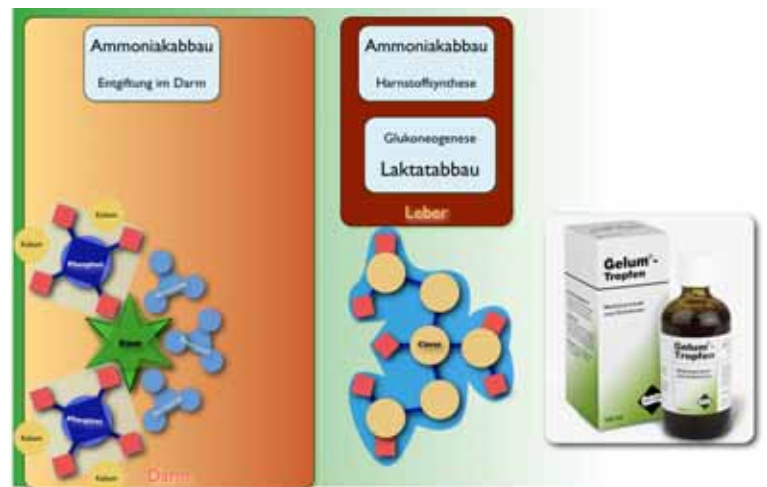
Die Entgiftung von Ammoniak und die Glukoneogenese, in der die anaerob gebildete Milchsäure abgebaut wird, finden beide in den periportalen Hepatozyten statt. Hier ist der Sauerstoffgehalt höher und es steht mehr Energie zur Verfügung. Aus diesem Grund ist der Energiestoffwechsel, der auch als Säure-Basen-Haushalt bekannt ist, zum weiteren Verständnis der Leber wichtig.



Ammoniak im Darm

Ammoniak ist das Ergebnis einer Reduktion und entsteht vor allem im Darm. Insbesondere wenn der pH-Wert im Darm relativ basisch ist, etwa pH 7,5 - 8,0, ist die Urease aktiver und produziert mehr Ammoniak. Als Ergebnis einer Reduktion kann Sauerstoffarmut im Darm die Ammoniakbildung erhöhen.

Der Laktatabbau in der Glukoneogenese ist vor allem erforderlich, wenn durch Sauerstoffmangel in den Geweben Laktat gebildet wird. Bei Sauerstoffmangel im Gewebe infolge von Durchblutungsstörungen ist das Problem doppelt, da dann auch der Darm schlecht durchblutet sein kann und zusätzlich viel Ammoniak anfällt.



Um hier therapeutisch einzugreifen, sollte man die Ammoniakfreisetzung aus dem Darm reduzieren. Wenn das gelingt, ist auch der Laktatabbau beschleunigt und das Laktat aus sauren Zellen kann schneller abfließen.

Wie das funktionieren kann, soll nachfolgend mit der Anwendung der Gelum Tropfen dargestellt werden.

Gelum Tropfen enthalten als Wirkstoff einen Komplex aus Eisen-Phosphat-Citrat und Kalium. Das Phosphat verhindert die Resorption des Eisens aus dem Darm und Kalium-Citrat hält Bindungsstellen des Eisens frei, an denen Ammoniak binden kann. Im Laufe der Darmpassage nehmen Gelum Tropfen deshalb Ammoniak auf, geben Citrat ab und werden zusammen mit dem Ammoniak ausgeschieden. In der Folge muss die Leber weniger Ammoniak entgiften und hat mehr Kapazität zum Abbau von Laktat. Wenn aus Laktat wieder ein Zucker gebildet wird, werden auch die Protonen der Milchsäure wieder benötigt und das zuvor gebundene Bikarbonat wieder verfügbar.

Entgiftung im Leistungssport

Um diesen Mechanismus zu beweisen wurde eine klinische Doppelblindprüfung mit Leistungssportlern durchgeführt. Die Untersuchung wurde mit einem erschöpfenden Stufenbelastungstest am Fahrradergometer durchgeführt. Nach einer kurzen Anwärmphase begann der Test bei 130 Watt und wurde alle 5 Minuten um 30 Watt erhöht. ebenfalls alle 5 Minuten wurde kappilarisiertes Ohrläppchenblut entnommen, das Blutbild bestimmt und kontinuierlich die Herzfrequenz und die Sauerstoffaufnahme protokolliert.

Für den ersten Versuchstag sind hier die Herzfrequenz, die Sauerstoffaufnahme und die Laktatkonzentration eines Sportlers gegen die Zeit dargestellt. Bei einer Laktatkonzentration von 2 bis 3 mmol/Liter spricht man von der aerob-anaeroben Übergangsschwelle. Das ist der Bereich, wo die Energie zur Leistung der Muskeln nicht mehr allein aerob gewonnen werden kann und die Gewebe langsam anfangen zu übersäuern. Am ersten Versuchstag tritt diese Schwelle hier nach 15 Minuten bei einer Leistung von 190 Watt ein.

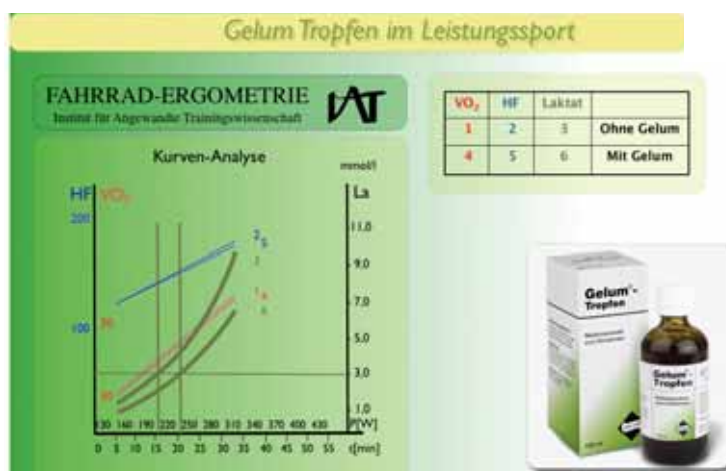
Da nach einem erschöpfenden Belastungstest die Glykogenreserven der Muskeln vollständig erschöpft sind und die Zellen übersäuert, kann man ein Vergleichsexperiment nicht direkt im Anschluss durchführen. Zunächst muss der Körper wieder regeneriert werden. Üblicherweise setzt man dazu einen Entlastungstag ein, in dessen Verlauf die Glykogenreserven wieder aufgebaut und das gebildete Laktat wieder abgebaut werden.

Am dann folgenden Tag wird der Belastungstest zur gleichen Tageszeit wiederholt. Da ein solcher Belastungstest gleichfalls trainiert, ist meist mit einer Verbesserung der Leistung zu rechnen. Es spielen aber auch noch andere Umstände eine Rolle wie die Tagesform, das Wetter, der Schlaf etc.. Ein Einzelexperiment ist in der Aussage daher nur sehr eingeschränkt interpretierbar. In unserem Versuch bekam die Probandin am Entlastungstag 100 Tropfen Gelum und am Folgetag wieder 100 Tropfen, eine Stunde vor Beginn des erneuten Belastungstest.

Bei dem zweiten Belastungstest zeigen sich die Sauerstoffaufnahme und die Herzfrequenz im Vergleich zum ersten Belastungstest kaum verändert. Die Laktatkonzentration im Blut fällt jedoch deutlich geringer aus. Der Laktatwert von 3 mmol/l wurde nun erst 5 Minuten später bei einer höheren Belastungsstufe erreicht. Wenn bei gleicher Laktatmenge mehr Leistung erbracht wird spricht man von einer Rechtsverschiebung der Laktatleistungskurve. In diesem Vorexperiment entsprach die Leistungszunahme etwa 0,5 Watt pro kg Körpergewicht, was deutlich mehr ist, als durch den Trainingseffekt zu erwarten gewesen wäre.

Die klinische Doppelblindprüfung mit 24 Triathleten wurde in der Schweizerischen Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie publiziert und zeigt einen signifikanten Unterschied im Gruppenvergleich. Dargestellt sind hier die intraindividuellen Differenzen der Laktatwerte gegen die Zeit und eine Regressionsgerade. In der linken Abbildung sehen wir die große Streuung der Laktatwerte in der Plazebogruppe. Gemittelt findet sich jedoch eine Verbesserung von 0,1 mmol/l Laktat bezogen auf die Belastung bei 340 Watt. In der Gelum Gruppe dagegen ist eine Verbesserung des Laktatwerte von über 1 mmol/l Laktat zu sehen. Das ist etwa das 10fache dessen, was in der Plazebogruppe erreicht wurde.

Mit diesen Experimenten wurde nachgewiesen, dass Gelum Tropfen einen signifikanten Einfluss auf die Laktatkonzentration im Blut hat. Tatsächlich ist durch Gelum Tropfen die Regenerationszeit hochsignifikant verkürzt, der pH-Wert schneller normalisiert und die Laktatkonzentration signifikant erniedrigt worden.



Leberunterstützung in der Naturheilkunde

Die Erfahrung über 50 Jahre der Anwendung von Gelum Tropfen bei den unterschiedlichsten Erkrankungen lässt sich komplett über das in der Sportlerstudie angenommene Wirkprinzip erklären. Allein durch die stoffwechselbedingte Kopplung des Ammoniakstoffwechsels mit dem

Anzahl der Dokumentationsbögen	Anz.	%	Zusammenfassung	Anz.	Zusammenfassung	Anz.	Zusätzliche Indikationen
Sauerstoffmangelerkrankungen	736	100,00	Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems	72	Allergie	16	Kontaktallergie, Heuschnupfen, Nahrungsallergie
Lebererkrankungen	595	80,84	Hauterkrankungen	58	Tinnitus	14	Tinnitus, Ohrgeräusche, Meniere, Hörsturz
Gewebe- und Geschwulsterkrankungen	540	73,37	Darm-/ Pilzkrankungen	56	Abwehrschwäche	11	Abwehrschwäche, Immunschwäche, Erkältung, Infekte, Sinusitis
bei Entgiftungsmaßnahmen	456	61,96	Schmerzen	37	Adipositas	10	Adipositas, Diät
Stoffwechselstörungen	442	60,05	Asthmie	33	Depression	9	
Störungen des Säure-Basen-Haushaltes	399	54,21	Gelenkerkrankungen	31	Diabetes	9	Diabetes, Neuropathie
bei Übersäuerung	330	44,84	Geriatric	29	Rauchentwöhnung	5	
Sklerosen	327	44,43	Rekonvaleszenz	26	Streß	4	Streß, Stresspatient
in der Sauerstofftherapie	248	33,70			Urologie	4	Nieren-, Blasenkrankungen, Anurie
beim Heilfasten	148	20,11			Lungenerkrankung	3	Asthma, Lungenemphysem, chronische Bronchitis
Sportler (Leistungssteigerung)	131	17,80			Ausleitung	3	Cholesterinämie, Cholesterinsenkung
Summe der Indikationen	4852				Sonstige Indikationen	456	Anzahl der zusätzlich aufgeführten Indikationen
						5308	Summe aller Indikationen

Laktatabbau in der Leber kann der Energiestoffwechsel im ganzen Körper beeinflusst werden.

Eine bereits vor Jahren durchgeführte Befragung zu den Anwendungsgebieten, die erfolgreich mit Gelum Tropfen behandelt werden zeigt bei 736 Therapeuten insgesamt über 5000 genannte Indikationen, die man in ca. 30 Indikationsbereichen zusammenfassen kann.

Obwohl seit 1960 über 1.000 Einzelfälle im Rahmen unterschiedlicher Studien dokumentiert sind, sind diese Erfahrungen kein Nachweis der Wirksamkeit, welcher aus heutiger Sicht ausschließlich im Rahmen einer klinischen Doppelblindprüfung bei einer Erkrankung erfolgen kann.

Klinische Doppelblindprüfung: Leberzirrhose

an Patienten mit Leberzirrhose und minimaler hepatische Enzephalopathie

Bei Leberfunktionsstörungen kommt es aufgrund der Hyperammonämie im Blut zur hepatischen Enzephalopathie, einer zunächst reversiblen Einschränkung der psychomotorischen und kognitiven Leistungen. Neben der Hyperammonämie findet sich im Hirn häufig eine Hyperlaktämie. Im Unterschied zum Leistungssport steigt hier zuerst der Ammoniakgehalt und verzögert danach der Laktatspiegel im Gehirn.

Ammoniak tritt in die Astrozyten ein, wo es die Osmoregulation stört. Die Zellen schwellen an, so dass ihre Funktion als Blut-Hirnschranke eingeschränkt wird. Das Ammoniumion selber stört die Ausbildung des für die Weiterleitung neuronaler Potentiale notwendigen Membranpotentials, da es mit Kalium um die Kaliumkanäle konkurriert. Derzeit ist noch nicht bekannt, auf welchem Wege der erhöhte Ammoniakspiegel im Gehirn die Laktaterhöhung verursacht.

Randomisierte, placebo-kontrollierte Doppelblindstudie zur Prüfung der Wirksamkeit von Gelum[®]-Tropfen bei Patienten mit Leberzirrhose und minimaler hepatischer Enzephalopathie

PSE-Syndrom-Test

Der PSE-Syndrom-Test setzt sich aus den folgenden fünf Untertests zusammen

- 1) Zahlensymbol,
- 2) Zahlen verbinden A,
- 3) Zahlen verbinden B,
- 4) Kreise punktieren und
- 5) Linien nachfahren.

Zu allen Untertests liegen vier Parallelförmige für wiederholte Untersuchungen bei Verlaufsbeobachtungen vor.

SummenScore im PSE-Syndrom Test von -18 (sehr schlecht) bis +6 (sehr gut) pathologisch < -4

4 Wochen Therapie

Für den Nachweis der Wirksamkeit von Gelum Tropfen bei einer klinischen Indikation zu führen, wurde eine Doppelblindprüfung an Patienten mit minimaler hepatischer Enzephalopathie durchgeführt. Bei minimaler hepatischer Enzephalopathie ist die Leber nicht ausreichend in der Lage, das anfallende Ammoniak abzubauen. An 51 Patienten wurden vor und nach 4wöchiger Behandlung psychometrische Leistungstest durchgeführt. Der PSE-Syndrom-Test ist ein standardisierter Test mit einer Symptomsummenscore-Skala von +6 bis -18. Die noch behandelbare minimale hepatische Enzephalopathie bei der schon klinische Symptome auftreten ist ab einem Wert kleiner -4 zu finden. Für die Studie wurden Patienten mit einem Score kleiner -4 eingeschlossen. Als Hauptzielkriterium für die Auswertung wurde definiert, dass ein Responder nach 4 Wochen Therapie einen Wert besser als -4 haben muss.

Da die Leberzirrhose eine schwere Erkrankung ist und die Ammoniakbelastung höher als bei den meisten Indikationen der Naturheilkunde, wurde die Dosierung in dieser Studie verdoppelt, von 3 x 20 auf 3 x 40 Tropfen täglich.

Studienergebnis

Als Ergebnis der Studie wurde eine Responderrate von 72,0 % in der Gelum-Gruppe gefunden. Im Vergleich dazu kam es in der Placebogruppe nur bei 27 % zu einer Verbesserung über -4. Dieses Ergebnis ist hochsignifikant und nun endlich der lange gesuchte und anerkannte Wirksamkeitsnachweis.

Der ebenfalls ausgewertete CLDQ-Test (Fragebogen zur Lebensqualität) ergab ebenfalls Verbesserungen im Bereich Müdigkeit, Aktivität und seelisches Befinden (Eur J Gastroenterol Hepatol. 2013 Mar;25(3):352-8).

Gelum Tropfen

Nachdem Gelum Tropfen seit über 50 Jahren bei den unterschiedlichsten Patienten mit sehr verschiedenen Erkrankungen angewendet wurde erlaubt die heutige Gesetzeslage lediglich das in der klinischen Studie nachgewiesene Anwendungsgebiet in der Gebrauchsinformation. Da die Studie bei der doppelten Dosierung durchgeführt wurde, ist jetzt auch die doppelte Dosierung in der Gebrauchsinformation angegeben. Statt aber der 40 Tropfen wurde die Angabe in 2 ml geändert, damit ein schneller Tropfer das Abmessen erleichtert. Deshalb hat Gelum Tropfen einen neuen „Schnelltropfer“ und dazu einen Messbecher mit dem man auch die alte Dosierung von 20 Tropfen entsprechend 1 ml abmessen kann.

Das wichtigste Organ zur Regulation des Energiestoffwechsels ist die Leber. Gelum Tropfen kann über die Bindung von Ammoniak im Darm die Leber entlasten und mehr Kraft geben. Die Leber zu unterstützen ist als naturheilkundliches Rezept bei vielen Erkrankungen sinnvoll.

