

Hallo Tyler, schön dass Sie heute nach München kommen konnten, wir haben ja so viele Fragen an Sie. Wir hatten ja schon eine Menge Korrespondenz miteinander., das ist das ist schon ein Buch. Fast. Und nun übernehmen Sie die restlichen Fragen, ich bin echt froh, dass Sie da sind und unsere Fragen beantworten. Heißen wir die Zuschauer bei Tyler Le Baron willkommen – er ist der King.

Noch einmal herzlich willkommen in München, Tyler Le Baron, Sie sind der Gründer, der Kopf und das Herz der Molecular Hydrogen Foundation MHF in den USA, einer weltweit tätigen Stiftung, die es sich auf die Fahne geschrieben hat, das ziemlich junge Wissen über den medizinischen Einsatz von Wasserstoffgas auf der ganzen Welt zu verbreiten. Sie sind Biochemiker und selbst noch ziemlich jung, heute, im Mai 2017, am neunundzwanzigsten sind Sie gerade mal neunundzwanzig Jahre alt und sind schon der wahrscheinlich meistgebuchte Kongressredner weltweit zu diesem Thema. Im Beirat sitzen internationale wissenschaftliche Koryphäen. Und Sie sind quasi der Chefkoordinator der weltweiten Forschung zu diesem explodierenden Thema. Worin sehen Sie die Aufgaben Ihrer Stiftung?

(Antwort)

Ja, ich bin der Gründer der Molecular Hydrogen Foundation. Das ist eine wissenschaftsbasierte gemeinnützige Organisation. Wir sind darauf ausgerichtet, die Forschung, das Bewusstsein und die Aufklärung über Wasserstoff als medizinisches Gas zu fördern. Wir verkaufen keinerlei Produkte und empfehlen oder befürworten sie auch nicht. Wir wollen uns lediglich auf den Fortschritt der Forschung konzentrieren und auf das Bewusstsein dafür, was Wasserstoff wirklich ist. Die Wasserstoff-Forschung steckt ja noch in den Kinderschuhen. Tatsächlich startete sie erst so um 2007, als ein Artikel im Nature Medicine Journal erschienen ist, der aufzeigte, dass Wasserstoff therapeutische Vorteile haben kann.

Und die Forschung ist zwar exponentiell angewachsen, aber es sind immer noch nur rund 1000 Veröffentlichungen über molekularen Wasserstoff. Natürlich könnte man denken, das ist ganz schön viel, was auch stimmt, weil es exponentiell zunimmt – aber innerhalb der akademischen Welt ist das nur ein winziger Forschungsbereich. Darum brauchen wir wirklich noch ein tieferes Verständnis des molekularen Wasserstoffs. Es ist ein faszinierendes Betätigungsfeld für die MHF Stiftung. Und wir hoffen, dass wir das Bewusstsein dafür prägen können und die Leute darüber aufklären. Denn eines ist klar – und das war sogar schon bekannt, bevor man wusste, dass Wasserstoff sehr heilsam ist – Wasserstoff ist sicher. Wir produzieren ihn ja selbst in unserer Darmflora und ihm dadurch permanent ausgesetzt. Er ist also etwas sehr Natürliches. Man benutzt ihn seit den 1940er Jahren beim Tiefseetauchen um die Dekompressions- oder Taucherkrankheit zu verhindern. Denn Wasserstoff hat eine so hohe Diffusionsgeschwindigkeit. Er verlässt den Körper sehr rasch. Es kann nicht zu einer toxischen Anreicherung kommen. Die Leute, die Wasserstoffgas in einer Dosis genommen haben, die buchstäblich millionenfach höher ist als das, was wir für den therapeutischen Einsatz brauchen, haben den hohen **Sicherheitswert** von Wasserstoff gezeigt. Und nachdem wir sehen, dass er sicher ist, und gleichzeitig die verschiedenen Studien betrachten, die klinischen, die Tierversuche, die Zell- und Gewebeuntersuchungen, die an verschiedenen Tieren, nicht nur an Ratten, Mäusen, Schweinen, Hunden, Affen usw. durchgeführt wurden, dann fangen wir allmählich an zu sagen: Oho, tatsächlich bringt er wirklich bemerkenswerte Vorteile und wir müssen wirklich genau verstehen, wie das funktioniert und wie man die Dosis festlegt. Da gibt es so viele Verständnisfragen. Aber weil es eine sichere Sache ist, muss man dem intensiver nachgehen, denn vielleicht könnte es einer Vielzahl von Leuten helfen.

Im Hinblick auf die pädagogische Aufgabe Ihrer Stiftung müssen wir vielleicht erst mal für einige Teile unserer Zuhörerschaft die Grundbegriffe rund um den Wasserstoff ordnen, damit wir nicht nur wissen, wovon wir hier reden, sondern vor allem, wovon wir hier **nicht** reden. Da herrscht ja oft ein Tohuwabohu zwischen den verschiedenen Erscheinungsformen von Wasserstoff. Die meisten kennen ihn als Bestandteil von Wasser, H₂O, aber da schwirren dann oft Begriffe herum wie H, H⁺, H⁻, Hydroxid, Proton, Wasserstoffion, aktiver Wasserstoff, Wasserstoffradikal, Wasserstoffsuperoxid, Knallgas und vieles mehr. Worum geht es bei dem für Ihre Stiftung so interessanten molekularen Wasserstoff.?

Eine der am häufigsten gestellten Fragen ist: Was ist Wasserstoff überhaupt? Wasser ist ja H₂O, also das ist es nicht. Und wenn man dem Wasser **Wasserstoff hinzufügt** wird dann H₃O daraus, also ein Hydronium-Ion mit einem H⁺, welches das Wasser sauer macht? Oder macht das Wasser basisch, weil der pH-Wert die Abkürzung für Potentia Hydrogenii ist, also die Kraft des Wasserstoffs? Und wäre dann das Wasser basischer, weil mehr Wasserstoff auch einen höheren pH-Wert macht? Also um diese Fragen dreht sich alles.

Als allererstes aber will ich sagen: Wenn wir von molekularem Wasserstoff sprechen, bedeutet das ganz einfach Wasserstoffgas, also das, was man als alternative Energiequelle im Auge hat. Es geht also um zwei Wasserstoffatome, die sich zu einem Wasserstoffmolekül vereinigt haben. Es geht um Di-atomaren

Wasserstoff, wobei Di für zwei steht, also zweiatomigen Wasserstoff. Wasserstoffgas ist an nichts Anderes gebunden, es ist frei verfügbar. Es ist nichts anderes.

Also ist der medizinisch genutzte Wasserstoff etwa im Wasserstoffwasser, bei der Inhalation, Injektion oder Infusion ganz dasselbe, was ich tanke, wenn ich ein Wasserstoffauto mit Brennstoffzelle fahren will?

Ja, es ist ganz dasselbe Wasserstoffgas, das man ins Wasser gibt, etwa durch Hineinblubbern, wie das Gas zum Betanken eines Wasserstoffautos oder andere Arten von Brennstoffzellen. Dort ist es äußerst nützlich, weil es dreimal so viel Energie wie Benzin enthält. Und was wir eben auch sehen, dass es toll für den menschlichen Körper ist. Das ist eine wirklich aufregende Angelegenheit. Es ist unter diesen zwei Gesichtspunkten das Molekül des Jahrhunderts. Aber wenn man Wasserstoffgas ins Wasser gibt, hydriert man es nicht etwa oder, anders ausgedrückt, ruft man keine Wasserstoffbrückenbindungen zu den Wassermolekülen hervor. Es löst sich nicht wie ein Salz auf, sodass man dann aus Wasser mit Salz schließlich Wasser mit Chlorid- und Natrium-Ionen bekommt. Und die Natrium-Ionen binden sich tatsächlich nicht kovalent oder sonst wie an das Wassermolekül. Sie sind nur gelöst. Genau wie das Wasserstoffgas. Es bildet kein H_4O , H_3O oder irgendwelche vielfältigen Formen von Wasser. Es ist einfach Wasser mit Wasserstoffgas. Und wenn man mal eine gesättigte Lösung von Wasserstoffgas im Wasser hat, sollte man es ziemlich bald trinken, weil das Gas sich sonst schnell aus dem Wasser davonmacht.

Also: Es gibt verschiedene Arten von Wasserstoff, und vielleicht sollten wir darüber kurz reden. Wenn wir uns das Wassermolekül ansehen, wissen die meisten: Das sieht irgendwie aus wie Mickey Mouse. Da ist ein großer Sauerstoff und die beiden Wasserstoffatome kleben da dran. Aber wohlgemerkt sind sie so angebracht, dass sie nicht anderweitig verfügbar sind. Die meisten Verbindungen beinhalten irgendwo Wasserstoff, schauen Sie sich nur mal den Zucker an, die Glukose, mit der chemischen Formel C_6 , also 6 Kohlenstoffatome, und O_6 , 6 Sauerstoffatome, und H_{12} , 12 Wasserstoffatome. Glukose beinhaltet also 12 Wasserstoffatome. Wasser hat 2 Wasserstoffatome. Aber das ist etwa völlig anderes. Denn die einen Wasserstoffatome sind an das Glukosemolekül gebunden, die anderen an das Wassermolekül. Das sind vollkommen andere Strukturen. Denken Sie daran, dass immer das Molekül die Funktion bestimmt. Wir haben bei Wasserstoffgas also zwei Wasserstoffatome, die sich selbst genügen und den kleinstmöglichen Abstand haben. Es kann ganz schnell durch Zellmembranen und überall hin diffundieren, es ist das kleinste Molekül überhaupt. Das ist molekularer Wasserstoff. Der ist an nichts anderes gebunden. Die anderen Wasserstoffarten, auf die sich manche Leute beziehen, sind das Wasserstoff-Ion, also H^+ . Das ist ein positiv geladenes Wasserstoffatom ohne Elektron. Es hat nur ein Proton. Dieses Wasserstoff-Ion ist tatsächlich das, was Wasser sauer macht. Denn eine Säure ist definiert als etwas, das Wasserstoff-Ionen abgeben kann. Und wenn man ein Molekül hat, das eine Säure ist, dann kann es ein Wasserstoffion ans Wasser abgeben und es ansäuern. Kommt Säure in eine Base, geht es um den pH-Wert, über den wir kurz reden können: Das P in pH heißt Potentia oder Kraft. Das wird aber mathematisch ausgedrückt, denn die die Kraft von pH 10 ist exponentiell, genauer gesagt ist es der negative dekadische Logarithmus. Da P in pH meint also in Wirklichkeit einen negativen Logarithmus und das H steht für das H^+ Ion. Tatsächlich ist es also der negative dekadische Logarithmus der H^+ - Konzentration. Das also ist die wahre Bedeutung von pH. Wenn wir von pH reden, reden wir immer von H^+ Ionen. Und je mehr H^+ -Ionen im Wasser sind, desto saurer wird der pH Wert, weil eben eine höhere Zahl bei einem negativen Logarithmus kleiner wird. Daher ist H^+ immer spezifisch um etwas sauer zu machen.

Tyler, das ganze Universum besteht zur Hauptsache aus Wasserstoff. Man kann da eher von einem Überfluss als einem Mangel sprechen. Es gibt so ungeheuer viel davon. Warum ist es trotzdem gut für uns und warum ist es nützlich für die Gesundheit, wenn wir uns Wasserstoff zuführen?

Ja natürlich ist Wasserstoff ist das häufigste aller Elemente. In der Atmosphäre finden wir aber nur 0,00005 Prozent Wasserstoffgas. Wenn wir also zusätzliches Wasserstoffgas einatmen, oder wenn wir Wasserstoffgas im Wasser lösen und es dann trinken, sehen wir jedenfalls therapeutische Effekte. Das ist ein wirklich neues Feld der biomedizinischen Forschung. Schon eine kleine Menge zusätzliches Wasserstoffgas bringt Vorteile. Zum Beispiel verringert es oxidativen Stress oder Entzündungen. Es führt zum stetigen Rückgang **von Gelenkserkrankungen** wie Arthritis, die ihre Grundlage in oxidativem Stress und Entzündungen haben. Daher können wir schon sagen, etwas mehr molekularer Wasserstoff in unserem Körper kann heilsam sein. Aber die Forschung darüber steckt immer noch in den Kinderschuhen. Wir brauchen noch ein tieferes Verständnis, für welche Krankheitsformen und Personen Wasserstoffgas am effektivsten ist.

Aber die vorläufigen Ergebnisdaten und einige der bisherigen klinischen Studien sind sehr eindrucksvoll und bemerkenswert. Da hoffen wir, dass, je mehr Forschungen angestellt werden, die Wasserstofftherapie umso überzeugender wird.

Na ja, es gibt also sehr viel Wasserstoff im Universum. In der Atmosphäre und auf der Erde gibt es aber weniger als 1 % davon. Aber wo kommt denn selbst diese geringe Menge dieser irdischen Mangelware überhaupt her? Das Wasserstoffgas düst ja in hoher Geschwindigkeit ins Universum davon. Wo wird es denn nachproduziert? Und welche Bedeutung hat es eigentlich natürlicherweise in unserem Lebensraum?

Ja, das ist eine sehr interessante Frage. Wenn man weit in der Zeit zurück geht, hatte die Erde eine Atmosphäre, die im chemischen Sinne viel reduzierender war, weil die Wasserstoffkonzentration damals wesentlich höher war. Und daher kommt der heutige Wasserstoff überhaupt. Zu Urzeiten wurde er in verschiedene Verbindungen eingefangen. Und es gibt auch Forschungsergebnisse, die nahelegen, dass ein Großteil des Wassers durch eine Reaktion mit Sauerstoff geformt wurde. Und andererseits haben wir zum Beispiel in der Tiefsee hydrothermale Quellen bei denen durch Basalt katalysierte Reaktionen stattfinden. Oder man denke an Eisen und andere Metalle, die Elektronen abgeben können, die mit Wasser reagieren und dadurch Wasserstoffgas freisetzen. Und umgekehrt: Als Wasserstoffgas für die ersten Organismen, die Archaea und die Bakterien zur Energiequelle wurde, konnten diese ihn als Energiespeicher nutzen und daraus die Elektronen herausziehen. Das war der Ursprung des Lebens. Im Laufe der Zeit änderte sich aber die Atmosphäre, weil Wasserstoffgas das leichteste Molekül unter allen Gasen ist, hat es die höchste Verdünnungsrate und es lässt die Atmosphäre sehr leicht und sehr schnell. Dennoch wird es andauernd aus Wasser oder durch Bakterien produziert. Sogar innerhalb unseres Körpers hat sich eine symbiotische Beziehung zwischen den Bakterien auf unserer Haut und im Darmtrakt quer durch den ganzen Körper entwickelt. Wir sehen, dass die Darmflora die unverdaulichen Kohlenhydrate verstoffwechseln kann und dass einige dieser Bakterien tatsächlich Wasserstoffgas produzieren, sodass wir am Ende immer ein ziemlich hohes Grundniveau von Wasserstoffgas im Blut und beim Ausatmen haben. Es ist schon interessant, dass wir diese Beziehung zum Wasserstoffgas wirklich seit dem Beginn der Zeitrechnung haben. Wasserstoff war tatsächlich an der Evolution unserer Prokaryoten und Eukaryoten durch die Hydrogenase und andere Dinge, die sich während der Evolution entwickelt haben, beteiligt.

Na ja, wir lassen unsere Darmbakterien Wasserstoff produzieren und atmen ihn doch auch permanent aus. Warum sollen es dann gesund sein, ihn wieder einzuatmen oder ihn uns durch Trinken einzuverleiben?

In der Tat wundert man sich, dass man Wasserstoff zu sich nehmen soll, obwohl er doch von hauseigenen Bakterien produziert wird. Das ist durchaus noch ein ungeklärtes Rätsel. Tatsächlich können die Bakterien doch eine grundlegende Menge an Wasserstoff erzeugen. Aber sowohl die Tierstudien als auch die Versuche am Menschen zeigen, dass bereits eine geringe zusätzlich zugeführte Menge molekularen Wasserstoffs durch Trinken oder Einatmen therapeutischen Nutzen und Gesundheitsvorteile bringt, egal ob er in Wasser gelöst ist oder einfach über einen Inhalator eingeatmet wird. Ein Grund dafür ist die Konzentration des Gases. Denn selbst wenn wir eine beträchtliche Menge von den Bakterien geliefert bekommen, bekommen wir durch die Inhalation bedeutend mehr in den Blutkreislauf und erreichen dort die minimale Dosis, die für einen Therapieerfolg nötig ist. Wie hoch diese Dosis ist, ist noch nicht ganz klar, vielleicht 20 Mikromol auf Zellniveau.

Eine andere Sache ist, dass es sich zwar um eine Wasserstoffzufuhr mit Unterbrechungen handelt, dass wir aber ganz allgemein in der Pharmakologie sehen, dass es zu einem Abstumpfungseffekt kommt, wenn ein Signal permanent anliegt. Es kommt dann zu einer Desensibilisierung dafür. Vielleicht passiert dasselbe beim molekularen Wasserstoff auch. Dass man nämlich bei ständig gleicher Zufuhr trotz bestimmter Vorteile wie der permanenten Neutralisierung des Hydroxyl-Radikals – das ja immer präsent ist – nicht mehr mit den wichtigeren Effekten rechnen kann: Also etwa der Aktivität des Wasserstoffs als Zellmodulator, die ihm diese antientzündlichen Wirkungen verleihen. Oder auch die Phosphorylierung von Proteinen oder Genexpressionen. Das alles sind anscheinend eher Effekte unterbrochener Zufuhr oder später eintretende Wirkungen. Wenn Sie so wollen eine Art Anstoß. Daher kann das Inhalieren von höher konzentriertem Wasserstoffgas oder das Trinken von wasserstoffreichem Wasser für eine schwankende Konzentration sorgen und dadurch diese vorübergehenden Veränderungen hervorrufen. Im Jahr 2012 erschien ein Artikel über einen Modellversuch mit der Parkinson-Krankheit. Die Autoren zeigten, dass eine kontinuierliche Wasserstoffaufnahme durch Inhalation von 2 prozentiger Luft über 24 Stunden an 7 Tagen pro Woche keinen Effekt auf die Parkinson-Krankheit hatte. In ähnlicher Weise brachte auch die Gabe von Lactulose, die von den Darmbakterien zu einer hohen Menge von Wasserstoffgas verstoffwechselt wird keinerlei Effekt zutage. Als die Forscher aber das Wasserstoffgas zur Inhalation nur mit Unterbrechungen anwendeten, so in etwa 15 Minuten pro Stunde, stellte sich ein statistisch signifikanter Behandlungserfolg ein. Was aber bei diesem Versuch besonders interessant ist, dass die Inhalationsmethode bei weitem nicht so erfolgreich war wie das einfache Trinken von wasserstoffreichem Wasser. Was wir also daraus lernen, ist die große Bedeutung einer Wasserstoffzufuhr mit Unterbrechungen. Das meinte ich vorhin, als ich von einer Desensibilisierung oder einem Signalabstumpfungseffekt sprach. Das ist bedeutsam für die

Aktivierung der Zellmodulation durch Wasserstoffgas, die allen gasartigen Signalmolekülen sehr ähnlich ist.

Der zweite Punkt ist: Die Rundumversorgung ist vielleicht anders zu sehen. Denn wenn man die Pharmakokinetik verändert, beeinflusst man auch die Pharmakodynamik. Anders gesagt: Ob wir etwas inhalieren oder es oral einnehmen verändert man viel am Wasserstoff. Wenn man trinkt, geht man über den Magen Darm Trakt ins Blut. Demgegenüber geht der Wasserstoff bei Inhalieren direkt über die Lungen zum Blutkreislauf. Es gab einen Artikel der Kyushu Universität, der in einem Nature World Magazin erschienen ist, von Dr. Noda, der herausfand, dass das Trinken von Wasserstoffwasser eine neuroprotektive Sekretion von GHRELIN im Magen auslöst. GHRELIN ist ein sehr guter Nervenschutz und Entzündungshemmer. Und das Trinken von wasserstoffreichem Wasser kann dazu führen, dass GHRELIN ausgeschüttet wird. Das passiert vielleicht nicht in diesem Ausmaß, wenn man das Wasserstoffgas nur einatmet. Doch durch diesen anderen Weg der Zuführung sowie durch die Einnahme mit Pausen fangen wir langsam an zu verstehen, warum die verschiedenartigen Wirkungen von Wasserstoff bei den unterschiedlichen Krankheiten auftreten.

Ich möchte noch etwas mehr über die Löslichkeit von Wasserstoff im Wasser erfahren, also über das, was wir dann als Wasserstoffwasser trinken können. Bei einem Salzkristall sieht man ja, wie das Wasser ihn langsam auflöst. Dabei wird er in seine beiden Ionen Natrium und Chlorid zerlegt. Aber Wasserstoffgas ist ja kein Salz. Es ist ein nicht-polares Molekül, also nicht durch Wasserstoffbrückenbildung löslich wie ein Salzkörnchen. Ist das nicht eine andere Art von Löslichkeit? Irgendwie kommt es mir so vor, dass der Wasserstoff sich im Wasser nicht so richtig wohl fühlt, sondern sich schnell davon machen will, weil er im Grunde wasserscheu ist.

Ja, das ist eine gute Frage. Die Frage Nummer eins ist tatsächlich die, ob sich Wasserstoff überhaupt im Wasser lösen lässt, um überhaupt wasserstoffreiches Wasser herzustellen. Und wenn man ihn dann dort untergebracht hat: Macht er sich nicht viel zu schnell davon, weil er eigentlich gar nicht löslich ist. Tja. Die Sache mit der Löslichkeit ist immer ein relativer Begriff. Denn in einem geringen Umfang ist alles in Wasser löslich. Zumindest auf der atomaren Ebene. Bei Standardluftdruck- und Temperaturbedingungen von 1 Atm. sind 0,8 mmol bzw. 1,6 ppm, das heißt 1,6 mg pro Liter Wasserstoff im Wasser löslich. Also wenn man einen Liter Wasser hat und darüber eine 100 prozentige Wasserstoffatmosphäre auf Meereshöhe liegt, bekommt man 1,6 mg Wasserstoff in einem Liter Wasser aufgelöst.

Also wenn man das hört - 1,6 mg Wasserstoff in einem Liter Wasser: Das scheint auf den ersten Blick nicht gerade viel zu sein. Da könnte ich doch 100 mg Vitamin C nehmen!

Aber: Da vergisst man, dass Vitamin C bedeutend schwerer ist als Wasserstoffgas. Vitamin C hat etwa 176 Gramm pro Mol... (unverständlich)... Dagegen wiegt Wasserstoffgas nur 2 Gramm pro Mol. Die Massen unterscheiden sich also sehr deutlich. Wenn man also tatsächlich die Moleküle von Wasserstoffgas und Vitamin C in Wasser vergleicht, würde man sehen, dass wirklich mehr Wasserstoffmoleküle in einem Liter Wasser sind, das mit 1,6 ppm gesättigt ist, als man dort Moleküle von Vitamin C unterbringen könnte, wenn man 100 mg Vitamin C auflöst. Es sind einfach mehr Wasserstoffmoleküle! In dem Fall ist das eine ausreichende Dosis. Aber viel wichtiger ist, wenn wir aktuelle wissenschaftliche Studien mit Tierversuchen und beim Menschen angehen, sehen wir, dass es sich um eine effektive Konzentration handelt. Und darüber hinaus sehen wir, wenn wir 1,6 mg Wasserstoff in einem Liter Wasser oral aufnehmen, wird dieser Liter durch 40 Liter Körperwasser verdünnt. Das geht dann also runter auf eine sehr niedrige Konzentration von 10 bis 20 Mikromol. Wir können dann einen Selbstversuch mit derselben Konzentration machen und wir sehen immer noch einen Effekt. Da kann die Konzentration des Wasserstoffs, der ins Wasser kommt, ausreichend sein, aber wir müssen das wasserstoffreiche Wasser gleich nach der Herstellung trinken. Denn es ist ein Gas, das sich nicht mit dem Wasser verbindet. Es löst sich nicht leicht darin und möchte ganz schnell in der Atmosphäre verdunsten. Schauen Sie sich doch mal Getränke mit Kohlensäure wie Sprudelwasser an: Da gast das CO₂, das im Wasser gelöst ist schnell aus. Und wenn Sie es abstehen lassen, wird es lasch. Das CO₂ geht raus. Und wenn man Wasserstoffgas rein gibt? Das verfliegt zwar nicht sofort, sondern verbleibt eine gewisse Zeit. Wenn Sie es vielleicht innerhalb einer halben Stunde trinken, ist vielleicht noch das meiste vorhanden. Aber es hängt auch von der Oberfläche des Behälters ab, von äußeren Störungen, von der Temperatur und all solchen Umständen. Also wenn Sie das Wasser herumschütteln verfliegt der Wasserstoff natürlich viel schneller. Die normale Halbwertszeit von Wasserstoffgas im Wasser beträgt ungefähr 2 Stunden. Wenn man also mit 1,6 ppm startet und dann nach 2 Stunden wieder zum Testen kommt, wird das Ergebnis in der Nähe von 0,8 ppm sein. Man sollte es also innerhalb von einer halben Stunde trinken.

Frage 7: Also wenn das nur 1,6 mg /l bzw. 1,6 ppm sind, wie kommen dann manche Leute dazu zu behaupten, dass Wasser mit einem weit höheren Wasserstoffgehalt herstellen könnten?

Ja, das ist auch eine häufige Frage. Weil wir ja sagen, dass bei 1,6 ppm die Sättigungsgrenze von Wasserstoff erreicht ist, geht ja nicht mehr. Wie sind dann Produkte möglich, die eine höhere Konzentration wie 2,6 ppm, 3 ppm, 5 ppm? Wie soll das gehen? Ist das überhaupt möglich oder nur eine werbliche Übertreibung? Na, ja manchmal ist es wirklich nur Werbegeschwätz. Und die Leute haben keinerlei Ahnung, was die Konzentration wirklich bedeutet. Man plappert einfach eine Zahl heraus. Aber man kann schon höher als 1,6 ppm kommen. Die 1,6 ppm sind einfach nur die Konzentration im Standard Gleichgewicht bei Standard Temperatur und Druck. Also, wenn man einfach den Druck erhöht, kann man auch eine höhere Konzentration bekommen. Und denken Sie an den Druck zurück, wir reden hier von einem Partialdruck von reinem Wasserstoffgas, nicht von einem Gesamtdruck. Wenn man also zum Beispiel auf Meereshöhe ist bei einer Atmosphäre Druck, dann hat man 1 Atmosphäre Gesamtdruck. Da sind 21 % Sauerstoff dabei und 78 % Stickstoff und all die anderen Gase, das ist dann ein Partialdruck und nicht der Gesamtdruck, sondern nur ein Teildruck. Wenn man aber 100 Prozent allein vom Wasserstoffgas hat, bei 1 Atmosphäre, dann erreicht die Konzentration bei ausreichend langer Wartezeit einen Gleichgewichtszustand von 1,6 ppm. Aber wie gesagt, wenn man eine Flasche unter Druck setzt, oder irgendetwas anstellt, um den Druck zu erhöhen, ändert sich das Gleichgewicht und die neue Sättigungsgrenze ist vielleicht 3 ppm oder 5 ppm. Das kann man so weiter treiben mit immer mehr Druck und dadurch eine höhere Konzentration erreichen. Natürlich wird es irgendwann immer schwieriger, den Druck zu erhöhen und das Gas fängt viel schneller an, sich zu zerstreuen. Man kann aber 3, 4 oder 5 ppm tatsächlich erreichen, und manche Publikationen arbeiten wirklich mit einer solchen Konzentration.

Na gut, wenn die Leute nun zum Beispiel Wasserstoffwasser in einem speziellen Trinkbeutel kaufen oder sich ein Elektrolysegerät anschaffen, das mit höherem Druck arbeiten kann: Wie können Sie denn eigentlich kontrollieren, ob dann tatsächlich 2 oder 3 oder noch mehr ppm im Wasser tatsächlich drin sind? In Videos von Anbietern sieht man oft ein Messgerät der japanischen Firma Trustlex, das kann zum Beispiel maximal 2 ppm anzeigen, und man weiß, dass das mit einer solchen Messmethode nicht in jeder Art von Wasser möglich ist. Wie misst man denn nun unabhängig von der Wassersorte und wie misst man diese Werte über 2 ppm oder gar 5 und 10 ppm, was alles angeboten wird. Dazu nimmt man wohl am besten die H₂ blue Tropfen, mit denen man den Wasserstoffgehalt durch Titration bestimmen kann, oder? Wie unterscheiden sich denn die elektrische und die chemische Messmethode?

Eine häufig gestellte Frage lautet, hier ist ein Produkt, das behauptet eine bestimmte Menge Wasserstoff zu enthalten, hat es aber wirklich eine so hohe Konzentration von Wasserstoff. Zunächst mal ist es ja überhaupt schwierig, ein stabiles Wasserstoffprodukt als fertiges Trinkprodukt oder ähnliches zu haben. Denn Wasserstoff ist so ein kleines Gas. Er durchdringt rasch die Schichten des Aufbewahrungsgefäßes. Daher kann man ihn nicht lange in Plastikbehältern aufbewahren. Da diffundiert er gleich durch. Aber es gibt schon bestimmte mehrfach beschichtete Aluminiumgefäße, die den molekularen Wasserstoff im Wasser halten können. Und dort will man vielleicht selbst die Konzentration messen. Und auch bei bestimmten Geräten will man messen, ob die Konzentration für therapeutische Zwecke ausreicht. Aber die Messung ist schwierig, weil Wasserstoff ein nicht polares Gas ist und daher keine elektrischen Eigenschaften hat, die leicht messbar sind. So sind zum Beispiel die meisten Messgeräte mit ionenselektiven Membranen ausgestattet. So ist zum Beispiel ein pH-Messgerät auf das H⁺ Ion zugeschnitten. Oder man hat Nitratmessgeräte, die eben das Nitrat-Ion messen usw. Aber Wasserstoff ist eben kein Ion, sondern ein neutrales Molekül. Andere Messgeräte messen zum Beispiel die Sauerstoffmenge im Wasser. Der Sauerstoff ist ja neutral, aber er ist auch polar, und er hat eine diamagnetische Eigenschaft, die man zur Messung benutzen kann. Das geht beim Wasserstoff nicht. Also ist es schwierig. Es gibt zwar einige Messgeräte auf dem Markt, die sich auf die Wasserstoffkonzentration beziehen, aber die einzige wirkliche Möglichkeit ist die Gaschromatographie. Dabei muss man eine Standard-Kalibrierkurve erstellen, indem man von einer bekannten Wasserstoffkonzentration ausgeht und anhand eines zweiten bekannten Werts das Messgerät damit einstellt. Mit dieser Kalibrierung kann man dann einen unbekanntem Wert rechnerisch bestimmen. Aber wenn es da Messgeräte gibt, die ohne Kalibrierflüssigkeiten betrieben werden, mit der man das Gerät eichen könnte, sind die Chancen für eine exakte Messung sehr gering. Solche Geräte sind unterwegs, die versuchen, aber sie können keine korrekten Ergebnisse liefern, weil sie pH-empfindlich reagieren und vielerlei Probleme zeigen, die einen verlässlichen Messwert verhindern. Es gibt aber auch Redox-Titrations-Flüssigkeiten, die Methyleneblau mit kolloidalem Platin als Katalysator benutzen, die tatsächlich eine chemische Reaktion zeigen: Das ist die einfachste und schnellste Methode um Wasserstoffgehalt zu bestimmen. Man gibt einen Reagentztropfen davon in einen Becher mit 6 ml Wasserstoffwasser und dann reagiert der Tropfen mit den Wasserstoffmolekülen im Wasser und die Reaktionsflüssigkeit wird klar. Dann tropft man so lange weiter, bis die Flüssigkeit blau bleibt. Das ist dann der Titrations-Endpunkt. Man kann dann zählen, wie viele Tropfen zugefügt wurden und daraus die Wasserstoffkonzentration ableiten, die eben vorliegt. Das

~~funktioniert nicht so genau, wenn man so etwas nachweisen will wie Wasserstoff im Blut, aber in der Praxis des Wassermessens so im Bereich von 1 ppm ist es sehr einfach.~~

Also die Messung der Wasserstoffkonzentration ist sehr wichtig. Das müssen wir in der Forschung tun, damit wir wissen, welche Dosis die Versuchstiere oder die Menschen bekommen. Oder um die Wasserstoffkonzentration in Zellkulturen oder im Blut zu bestimmen. Es ist ganz entscheidend, den Wasserstoff zu messen. Auch für die Leute, die von verschiedenen Herstellern Produkte kaufen, ist es wichtig zu wissen, wie viel Wasserstoff sie tatsächlich bekommen.

Aber: Die Messung ist ziemlich schwierig. Denn die verbreiteten Messgeräte sind anders ausgerichtet, sie messen typischerweise Ionen. Aber Wasserstoff ist ein Gas, sehr klein, es handelt sich um ein neutrales Molekül, und nicht um ein Ion. Die meisten Geräte haben irgendeine Art ionenselektiver Elektrode. Zum Beispiel misst ein pH-Messgerät das H^+ Ion. Es hat eine ionenselektive Membran. Oder ein Nitratmessgerät oder andere, die immer genau ein Ion messen. Aber Wasserstoff ist ein neutrales Molekül und eben kein Ion und es ist nicht polar und das macht die Sache schwer. Es gibt andere Sachen wie Sauerstoff, der ebenfalls ein neutrales Gasmolekül darstellt, aber für dessen Messung haben wir Geräte. Das liegt daran, dass Sauerstoff wegen seiner Elektronen in der äußeren Schale eine unterschiedliche Eigenschaft aufweist. Die machen ihn paramagnetisch. Und wir können diese paramagnetische Eigenschaft ausnutzen um Sauerstoff zu messen. Dagegen ist Wasserstoff diamagnetisch, was die Messung wiederum schwierig macht.

Also in der Regel misst man Wasserstoff mit einer spezifischen Gas Chromatographie. Das ist aber recht kompliziert, weil man eine fachliche Sparte für dieses Molekül braucht, weil es so winzig ist. Die meisten Sektionen an Universitäten, die Gas-Chromatographie im Einsatz haben, können tatsächlich auch keinen Wasserstoff messen. Also das macht es schwierig.

Es gibt zwar Messgeräte, von denen behauptet wird, sie könnten Wasserstoff messen. Die meisten sind im Grunde Mehrfachmessgeräte, die eigentlich gar nicht wirklich Wasserstoff messen, sondern ein Spannungspotential, das sie messen, in eine wahrscheinliche Wasserstoffkonzentration umrechnen. Aber diese Geräte sind nicht spezifisch für Wasserstoff, sie reagieren auch empfindlich auf pH-Änderungen und können daher oft falsche Ergebnisse messen. Sie sind nicht kalibrierbar, weil es keinen aktuellen Standard dafür gibt.

Also die wirklich in der Forschung benutzten Messgeräte muss man zum Beispiel Messproben mit definierter Wasserstoffkonzentration auf eine Standard-Kalibrierungskurve eichen. Da hat man diese und jene bekannten Werte und dazwischen ergibt sich die Kalibrierungskurve, anhand derer man dann eine Probe mit unbekannter Konzentration durch Vergleich mit der Kurve rechnerisch bestimmen kann. Das ist der Standard. Das ist recht kompliziert und für die meisten zu teuer.

Darüber hinaus gibt es aber auch noch eine andere Methode, die sehr simpel ist, aber nicht so genau. Man kann damit zum Beispiel nicht in der Größenordnung von 0,001 ppm messen, wie man es im Blut antrifft. Aber es gibt einfache Redox Reagenzien zum Titrieren, die mit Hilfe von Methylenblau und einem Platinanteil als Katalysator eine Titrationsreaktion hervorrufen. Das ist sehr einfach, man schüttet einfach das Wasser in einen 6 ml Becher, gibt einen Reagentropfen dazu, und der Wasserstoff reagiert mit dem Tropfen und macht das Methylenblau durchsichtig. Dann tröpfelt man weiter, und je mehr Tropfen man zufügt, desto mehr Wasserstoffmoleküle werden verbraucht. Wenn dann alle aufgebraucht sind und die Tropfenlösung blau bleibt, ist man am Endpunkt der Titration angelangt und kann die Konzentration einfach bestimmen, weil man weiß, wie viel Tropfen man ins Wasser gegeben hat. Das ist wahrscheinlich der allereinfachste Weg derzeit, mit dem man die Wasserstoffkonzentration bei den einzelnen Produkten messen kann um sicher zu gehen, dass sie auch therapeutisch wirksam ist.

Gut, nun wissen wir das Wichtigste über das Nachmessen, also die Kontrolle des gelösten Wasserstoffs. Dann sollten wir doch als nächstes erfahren, wie viel des Guten wir denn trinken sollten. Und auch: In welcher Konzentration. Also zum Beispiel: Ist es besser, öfter am Tag eine niedrigere Konzentration zu trinken, sowas von 0,5 bis 1 ppm. Und so allmählich auf 2-3 Liter am Tag kommen? Oder wäre es besser, nur 1 Liter am Tag zu trinken, dafür aber in einer höheren Konzentration, z.B. 3 ppm.

Eine weitere häufig gestellte Frage lautet: Na schön, wie viel Wasserstoff brauche ich denn für einen therapeutischen Effekt? Welche Konzentration brauche ich in meiner Ration? Na ja, wir wissen nicht ganz genau, was die minimale Konzentration ist, oder welche am wirksamsten ist. Wir können aber wirklich sagen, welche Konzentration zweckmäßig ist. Und das fußt auf den Tierstudien und noch genauer auf den Studien am Menschen, bei denen wir eine bestimmte Konzentration eingesetzt haben, die sich als therapeutisch vorteilhaft erwiesen hat. Normalerweise liegt diese Konzentration bei 1 bis 1,6 ppm. Manchmal sogar höher bis nahe 5 ppm. Aber man darf dabei nicht nur die Konzentration betrachten, sondern muss auch an die Dosis denken, die man bekommt. Denn man kann ja 3 Liter mit 1ppm trinken

und dadurch insgesamt 3 mg Wasserstoff bekommen, oder man kann einen Liter mit 3 ppm trinken, die einem ebenfalls 3 mg abgeben und nur die Wassermenge ist unterschiedlich. Also ziehen Sie die Humanstudien heran und rechnen Sie, wie viel Wasser die Leute bekommen, wie die typische Konzentration ist und daraus die Menge an Wasserstoff, die man üblicherweise in Milligramm pro Tag ausdrückt. Da sind es 0,5 bis 3 Milligramm. Sogar noch höher. Also wenn man sich umsieht: 1,6 mg und 3 mg pro Tag ist in etwa das, wo man hin will. Wir stellen fest, dass in manchen Fällen wahrscheinlich eine höhere Konzentration wirksamer ist. Andererseits bringt es in anderen Fällen keinen Zusatznutzen. Aber was wir schon sehen. Das scheint zumindest nach unseren Selbst- und Tierversuchen so: Eine höhere Konzentration ist jedenfalls nicht weniger effektiv als eine niedrigere. Das ist wichtig. Denn wir wissen ja, dass Wasserstoff in der Anwendung sicher ist. Da können wir eine höhere Konzentration nehmen. Mit dem guten Gefühl, dass wir wenigstens genug davon bekommen, dass er etwas bewirken dürfte. Wir sollten genug bekommen, dass etwas passieren kann. Also so ist die Lage der Dinge. Denn die Forschung steckt immer noch in den Kinderschuhen. Es sind etwa 40 derzeit registrierte klinische Studien am Laufen –so in etwa weitere 40 sind abgeschlossen. Manche davon beschäftigen sich nur mit der Inhalation in Kliniken, aber viele davon auch mit dem Trinken von wasserstoffreichem Wasser. Aber wir brauchen wirklich mehr Humanstudien, um die Dosierungsvorschriften zu verstehen. Wenn man insgesamt 3 mg am Tag bekommen soll: Soll man die am Morgen einnehmen oder am Abend oder nachts? Soll man morgens abends und nachts jeweils 1 mg nehmen? Was ist in diesem oder jenem Fall angesagt. All dies sind nützliche Fragen. Und es gibt gute Gründe, warum die eine oder andere Methode unterschiedliche Wirkungen zeitigt. Denn es ändert die Pharmakokinetik, und ebenfalls die Pharmakodynamik. Damit steigt dann wieder das zelluläre Niveau an...

Nun ja, das ist das Feld der Therapie, da kann ich je nach Krankheit in den einzelnen Studien nachschauen, welche Dosis erfolgreich war. Und wichtig festzuhalten scheint mir die Aussage: mehr Wasserstoff schadet in keinem Fall. Es gibt also je nach therapeutischem Ziel nur eine Untergrenze und keine Obergrenze. Jetzt muss ich ja nicht krank sein, um mich für das Trinken von Wasserstoffwasser zu begeistern. Das schmeckt ja auch gut, und vielleicht will ich einfach nur länger gesund bleiben. Oder das Wassertrinken soll mich dabei unterstützen, ein Fitnessprogramm durchzuziehen. Kurzum: Wellness- und Fitnessleute, sogar Leistungssportler fragen mich immer, wieviel sie denn trinken sollen und welche Konzentrationen sie brauchen. Hilft es beim Muskelaufbau? Und die allerdringendste Frage scheint zu sein, nimmt man denn durch das Trinken von Wasserstoffwasser vielleicht sogar ab. Oder doch nicht? Schließlich wachsen ja Pflanzen schneller, wenn man sie gießt, und sogar bei Tierzüchtern wird der Einsatz diskutiert, weil es Hinweise gibt, dass die Schweine und Hühner schneller Gewicht gewinnen. Hersteller werben mit den unterschiedlichsten Argumenten und Werbeaussagen, was stimmt, und was ist bloß Marketing-Geschwätz?

Das ist eine ebenfalls häufig gestellte Frage: Wie wirkt sich Wasserstoff auf das Gewicht aus? Nun, da gibt es die einen, die sagen, wenn sie Wasserstoffwasser trinken, nehmen sie zu. Dann gibt es welche, die sagen, dass sie damit abnehmen können. Und wieder andere sagen schließlich, mein Gewicht bleibt so wie es ist. Also wofür hilft Wasserstoffwasser denn nun? Gewicht verlieren, ohne zuzunehmen, oder bewirkt es da gar nichts? Oder tut es genau das, was man will? Ich weiß es einfach nicht. Wir brauchen mehr Studien am Menschen, um dieses Gebiet besser zu verstehen. Wir können über bestimmte Zahlen diskutieren, die schon vorliegen, die die eine oder andere Tendenz zeigen. Da gab es zum Beispiel in einem Journal über Übergewicht die Studie einer größeren Autorengruppe, die gezeigt hat, dass wasserstoffreiches Wasser grundsätzlich das Hormon Fibroblast Wachstumsfaktor 21 (FGF21) hervorruft. Dieses dient zur Anregung des Energiestoffwechsels, besonders durch Verbrauch von Fettsäuren und ähnliches. Und wenn man eine erhöhte Stoffwechselrate hat, fängt man an, mehr Kalorien zu verbrennen. Und tatsächlich hatte eine Gruppe der Versuchstiere - ich glaube, es waren Mäuse – eine beschränkte Kalorienzufuhr, die andere Gruppe war uneingeschränkt und bekam Wasserstoffwasser zu trinken. Und das Ergebnis war, dass das Trinken von Wasserstoffwasser einen ähnlichen Effekt hatte wie eine 20-prozentige Kalorienreduktion im Rahmen einer fettreichen Ernährungsweise. Daraufhin kombinierte man Wasserstoffwasser mit Kalorienreduktion und so zeigte diese Studie sogar noch einen größeren Effekt und legt nahe, dass Wasserstoff zum Gewichtsverlust beitragen kann, weil er das FGF21 Hormon aktiviert, den Energieverbrauch hervorruft und den Stoffwechsel verbessert. Und in anderen Studien über den Effekt von Wasserstoff auf die Mitochondrien gab es allerlei Hinweise darauf, dass das Wasserstoffwasser wirklich sinnvoll zu Gewichtsverlust oder Fettabbau beitragen kann.

Aber was ist mit den Leuten, die sagen, dass sie zunehmen? In diesem Bereich muss man auch einige Punkte beachten, über die wir schon gesprochen haben. Wir haben ja schon gesehen, dass Wasserstoffwasser tatsächlich die Ausscheidung des neuroprotektiven Magen hormons GHRELIN anregt, das entzündliche Eigenschaften hat, also ein sehr nützliches Hormon ist. Möglicherweise einer der Gründe, warum Fasten gut für uns ist, weil es einen hohen GHRELIN-Hormonspiegel erzeugt. Denn GHRELIN vermittelt einige der positiven Auswirkungen des intermittierenden Fastens. Und

interessanterweise kann man sagen, dass Wasserstoffwasser den GHRELIN – Spiegel erhöht. Und GHRELIN ist genau das Hormon, welches das Hungergefühl hervorruft. Für manche Leute gilt also, dass sie einen höheren GHRELIN-Spiegel bekommen und daher mehr essen. Und weil sie eben mehr essen, können sie letztlich auch Gewicht zulegen, was sie gar nicht beabsichtigt haben.

Darüber hinaus steht GHRELIN für growth hormone releasing (Wachstumshormon freisetzend). Genau darum geht's. Es ist natürlich ein anabolisches Hormon, das beim Aufbau und Erhalt von Muskelmasse hilft. Und es hat eine Menge weiterer Vorteile. Und vielleicht erhöht der Wasserstoff das Wachstumshormon durch die Ausscheidung von GHRELIN Spiegel ein bisschen und dann kann man mehr Muskeln feststellen. Man kann also Sportlern in verschiedenen Bereichen bei der Gewichtszunahme helfen, indem sie mehr essen, indem Wachstumshormon dazu kommt.

Und dennoch gibt es die andere Gruppe, die überhaupt keine Auswirkung auf das Gewicht zeigt. Vielleicht, weil sie keine Veränderung brauchen. Oder es hat einfach keine Auswirkung, obwohl sie es gerne haben wollten.

Jeder ist unterschiedlich. Und manche Leute berichten gelegentlich, dass sie eben keinen dramatischen Gewichtsabnahme-Effekt erzielen. In manchen Studien ist es umgekehrt, da nehmen sie sogar zu.

Hier eine Zwischenfrage dazu von Herrn Yasin Akgün, der gerne wissen möchte, wie Sie es mit dem Fasten halten. Empfehlen Sie das überhaupt und wenn ja, wann und wie lange soll man denn Fasten bzw. Essenspausen einhalten?

Über das Fasten werde ich viel gefragt. Ich sprach ja darüber, wie Wasserstoffwasser die GHRELIN-Ausschüttung im Magen erhöht und auch den Spiegel von Wachstumshormon erhöht, das durch dieses Signalmolekül GHRELIN geregelt wird. Das hat ja gewisse Vorteile. Ob ich nun faste, ob Fasten an sich in Verbindung mit Wasserstoff gut ist? Na ja, wahrscheinlich faste ich zwischen den Mahlzeiten dauernd.... Ganz sicher ist Fasten etwas Gutes. Es gibt Tierstudien. Humanstudien könnten wir einige mehr brauchen, um die wirklichen Vorteile des intermittierenden Fastens zu sehen. Das geht einher mit der allgemeinen Kalorienreduzierung, die natürlich vor allem bei Übergewicht und ähnlichem sehr hilfreich ist. Da sieht man Änderungen bei verschiedenen Hormonen, bei Insulin und IGF 1 Molekülen, dem insulinähnlichen Wachstumsfaktor 1. Das kann bei der DNA-Reparatur helfen. Die Frage ist: Kann Wasserstoff das Potential des Fastens erhöhen? Daran habe ich keinerlei Zweifel. Wir sehen doch, dass Wasserstoff die GHRELIN Ausscheidung im Magen anregt, dass er eine FGF21-Ausscheidung bewirkt und auch andere DNA-Reparaturmechanismen erhöht, die ebenfalls beim Fasten eine Rolle spielen. Der Wasserstoff scheint dieselben Stoffwechselwege und Transkriptionsfaktoren zu aktivieren wie das Fasten. Also gibt es vielleicht einen zusätzlichen oder mitwirkenden Effekt. Oder der Fasteneffekt wäre so groß, dass man keinen der Wasserstoffeffekte mehr sieht. Das wissen wir einfach nicht.

Wir kennen nur eine Studie, die nicht wenigstens einen Zusatzeffekt zur Kalorienreduzierung und dem Trinken von Wasserstoffwasser zeigt. Also ist es wahrscheinlich eine gute Idee. Bleibt nur die Frage: Wann wollen wir den Wasserstoff zu uns nehmen? Sollen wir ihn während der Mahlzeit einnehmen oder während des Fastens? Was ist am besten? Das wissen wir wieder nicht. Vielleicht ist es am besten während einer Mahlzeit, weil er dann dem Körper beim Stoffwechsel behilflich ist. Tatsächlich ist gezeigt worden, dass wohl ein Teil des Wasserstoffs im Glykogen in der Leber gespeichert. Und wenn das Glycogen verbrannt wird, sammelt sich mehr Wasserstoff dort an und verteilt sich dann und verbleibt so ein bisschen länger im Körper. Daher könnte das eine gute Methode sein. Aber vielleicht ist auch die Aufnahme in einem leeren Magen besser, weil dann der Körper frisch und unbelastet ist und der Wasserstoff direkt in den Körper aufgenommen wird, ohne andere Moleküle und Nahrungsbestandteile, die ihn irgendwie verändern können. Vielleicht ist das wirksamer. Also ich weiß es nicht. Aber ich persönlich ziehe es vermutlich vor, meinen Wasserstoff morgens vor dem Essen aufzunehmen. Ein andermal aber auch zur Mahlzeit. Aber typischerweise trinke ich sowieso keine große Menge Wasser zum Essen.

Aber ob Wasserstoffwasser zum Essen oder beim Fasten: Wir kennen den effektivsten Weg bisher nicht. Für die Wirkung sollte man wohl genügend im nüchternen Zustand zu sich nehmen. Nach einer Studie jedenfalls könnte das ein bisschen wirksamer sein.

Akgün: Und wann sollte man essen und wann fasten?

Ja, es wird oft gefragt, wann man essen oder fasten sollte. Darüber gibt es eine Menge widersprüchlicher Forschungsergebnisse. Ich bin kein Fastenexperte, auch wenn ich sagte, ich faste zwischen jeder Mahlzeit. Ich erinnere mich aber an einen etwas älteren Artikel, bei dem es um zwei Abnehmgruppen ging. Die eine aß etwa 70 Prozent der Kalorien am Morgen, 20 % Mittags und 10 % Abends. Bei der anderen war es umgekehrt 10 % am Morgen, 20 Prozent Mittags und 70 % am Abend. Am Ende kam heraus, dass beide Gruppen in gleicher Weise abgenommen hatten. Interessant war aber dass die Gruppe mit dem

umfangreicheren Mittagessen vornehmlich Fett abbaute, wohingegen die andere hauptsächlich Muskelmasse verlor. Und die in dieser kleinen Humanstudie vorgeschlagene Begründung lautete: Vielleicht steigt das Wachstumshormon in der Schlafenszeit, wenn der Körper sich repariert, an. Dann brauchen wir Enzyme, die der Körper aufbauen muss, und Aminosäuren für die Proteine. Wenn man dann keine Substrate oder Nährstoffe im Blut oder im Magen hat, braucht der Körper so dringend Aminosäuren, dass er Muskeln abbaut, um die Aminosäuren für die Proteine und Enzyme zu erzeugen, die er für seine Reparaturmechanismen braucht. Also nüchtern ins Bett zugehen ist vielleicht nicht die beste Idee. Und am Morgen ist man sowieso nicht so aktiv. Da gibt es auch eine psychologische Perspektive für die Abnehmwilligen dabei, die eine Kalorienreduktion vornehmen: Es macht aus meiner Sicht durchaus Sinn, eher ein kleines Frühstück zu nehmen oder es sogar auszulassen und morgens geschwind aus dem Haus zu gehen, nur ein kleines Mittagessen zu nehmen und dann am Abend ein gutes, gesundes nahrhaftes Mahl zu sich zu nehmen. Das ist obendrein ein sozial günstiger Zeitpunkt, wenn man mit seiner Familie oder Freunden zusammen ist und den Großteil an Kalorien verzehrt, dann zu Bett geht und dann sozusagen bis zur nächsten Mahlzeit fastet, obwohl man nicht dabei hungert und der Körper genügend Substrat zur Verfügung hat um zu funktionieren. Wir brauchen aber mehr Forschung zur Idee des intermittierenden Fastens, wie es am besten funktioniert und das ganze Drumherum. Es ist ein interessantes Thema mit einer gewissen Übertragbarkeit auf die Wasserstofftherapie.

Herr Akgün hat dazu noch eine sehr interessante Zusatzfrage, die bei einem Wasser, das voll mit dem energiereichen Gas Wasserstoff gesättigt ist, natürlich auch zu erwarten ist. Aber soweit ich weiß, wurde sie bislang noch nicht beantwortet: Ist der Wasserstoff im Wasser, der ja einen Elektronenüberschuss bedeutet, den man als negatives Redoxpotential messen kann, vielleicht am Ende selbst sogar eine Art Nahrungsmittel? Und kann man deswegen sogar darauf verzichten, den Hunger durch die übliche kalorienreiche Nahrung zu stillen?

Also, wegen dem Fasten und dem Wasserstoff sagen auch manche: Hey, wenn ich Wasserstoffwasser trinke, fühle ich mich so energiegeladener, als wäre es was zum Essen. Ich habe dermaßen Energie, dass ich nichts mehr essen muss. Na ja, das ist ein möglicher Effekt. Wir sehen tatsächlich, dass Wasserstoff einen Effekt auf die Mitochondrien hat. Er stimuliert den Output von Energie, sodass vielleicht mehr ATP-Äquivalente oder andere Energieformen vorhanden sind, die nutzbar sind, um Entzündungen und so etwas wie oxidativen Stress zu hemmen. Man fühlt sich einfach wacher und klarer im Kopf. Das kann alles sein. Aber Wasserstoff für sich gesehen gilt nicht als Nahrungsmittel. Er wird eigentlich vom Körper nicht verstoffwechselt wie ein energiereicher Nährstoff, so etwas wie von NAD⁺ zu NADH oder etwas das innerhalb der Elektronen Transport Kette wirklich dazu dient, ATP herzustellen. Wasserstoff wird nicht direkt verwendet, aber wir sehen doch, dass er tatsächlich das Potential der mitochondrialen Membran anheben kann, was die ATP Produktion erhöhen kann, besonders wenn das Mitochondrion aus diesem oder jenen Grund in einer kritischen Situation ist.

Es ist schon möglich, dass uns das Trinken von wasserstoffreichem Wasser eine Art Sättigung gibt, einfach weil es mehr mentale Klarheit schafft, es könnte aber auch sein, dass das einfach da her kommt, dass man Wasser trinkt. Denn Wasser führt zu einer Ausdehnung des Magens, sodass er uns gefüllt erscheint. Und ein gedehnter Magen ist eines der stärksten Signale für Sättigung. Also kann schon einfaches Wassertrinken das Hungergefühl unterdrücken.

Da muss man wahrscheinlich noch Geduld haben, bis die Wissenschaft im Licht der neuen Möglichkeiten, die energiereiches Wasserstoffwasser bietet, den Begriff „Nahrung“ vielleicht eines Tages erweitert oder auf eine höhere Abstraktionsstufe hebt. Bis jetzt gilt ja Wasser zwar als Lebensmittel, und zwar eigentlich als das wichtigste, aber nicht als Nahrungsmittel, weil man es bisher als kalorienfrei angesehen hat. Da ist das letzte Wort noch nicht gesprochen. Natürlich möchte man annehmen, dass freiwerdende Elektronen so etwas wie Energieübertragung bedeuten könnten. Andererseits gibt der molekulare Wasserstoff ja seine Elektronen nur unter ganz widrigen Umständen ab, nämlich dann, wenn er dem besonders aggressiven Hydroxyl Radikal begegnet. Das kann man vielleicht doch nicht als einen durch Nahrung ausgelösten Energiestoffwechsel verstehen. Oder doch? Wir werden diese schwierige Frage, die ins Grundsätzliche und Philosophische unserer Nahrungsdefinition geht, derzeit noch nicht abschließend klären können.

Beleuchten wir daher lieber das, was bereits wissen über Wasserstoffwasser, das wir zum Beispiel durch Trinken in unserem Körper aufnehmen. Wie lange dauert das eigentlich, bis er in den einzelnen Organen ankommt und seine Wirkung entfaltet?

Eine weitere häufige Frage ist die nach der Pharmakokinetik von Wasserstoff, das heißt, wie lange dauert es, bis der eingenommene Wasserstoff in meinem Körper wirkt und wie lange er dortbleibt. Na gut, wir wissen aus einigen Humanstudien, dass er, wenn die Leute Wasserstoffwasser trinken, beim Ausatmen ansteigt. Denn nach dem Trinken geht das Wasser in den Magen und in den Darm, von dort über die

Pfortader zur Leber und dann ins venöse Blutsystem, zum Herzen in die Lungen, wo man das meiste Wasserstoffgas ausatmet. Es gibt also einen Anstieg beim Wasserstoff-Ausatmen, was klar aufzeigt, dass der Wasserstoff durch die Darmwand in den Blutstrom kommt.

Und normalerweise erreicht man abhängig von der eingenommenen Dosis den höchsten Messwert zwischen 5 und 15 Minuten. H₂ geht also sehr schnell durch und bei einer so hohen Diffusionsrate und seiner so geringen Größe kann es die Zellmembranen durchdringen und praktisch überall vorhanden sein und eindringen. Aber auch ganz leicht wieder aus allem herausgehen. Nach vielleicht einer Stunde ist alles weg, je nach der Menge und Dosierung dauert es auch länger zum höchsten Messwert zu kommen, aber ungefähr eine Stunde später ist man wieder auf dem Ausgangsniveau. Also wenn man den Wasserstoff beim Ausatmen misst, und dabei vielleicht 5 ppm davon in der Luft hat, und man trinkt dann einen halben Liter mit 1,6 ppm, dann macht er in der ausgeatmeten Luft einen Sprung auf in etwa einen Bereich von 80 bis 115 ppm. Danach fällt er nach einer Stunde wieder auf den Normalwert von 4 bis 5 ppm der ausgeatmeten Luft. Also das ist die Basis der Pharmakokinetik von Wasserstoff beim Trinken von wasserstoffreichem Wasser.

Es gibt natürlich auch noch die Inhalation, da geht es aber ganz ganz schnell. Beim Inhalieren von Wasserstoffgas hängt es vom Prozentsatz ab. Viele der Studien nutzen einen Prozentsatz unter 4 %, weil es bei 4,6 Prozent brennbar wird und bei einem Funken gäbe es eine Zündung, die das Gas zur Explosion bringt, was nicht so gut wäre. Also gegenwärtig halten sich die Studien unter diesem Wert auf, und dabei folgt der Wasserstoff dem Blutkreislauf und kommt rasch durch den Körper, erreicht die Muskeln und das Gehirn usw. und erreicht ein konzentrationsabhängiges Gleichgewicht. Wenn man das etwa eine halbe Stunde andauernd inhaliert: Sobald man damit aufhört, geht der Messwert auch wieder nach etwa einer Stunde auf das Grundniveau zurück, wobei es auch am Atemvolumen liegt. Bei manchen Studien wird sogar 66 % Wasserstoff und 33 % Sauerstoff verwendet, da wird die Präsenz im Blut wohl länger sein. Die Frage ist eben, was ist besser, mehr oder weniger zu inhalieren? Also nochmal: Wir brauchen mehr Studien am Menschen, um herauszufinden, was besser ist. Wir wissen schon, dass es einen Unterschied macht, ob wir 0,1 Prozent 24 Stunden lang am Tag inhalieren, was überhaupt nicht therapeutisch wirksam wäre, weil wir damit die ausreichende Konzentration auf Zellniveau dafür erreichen könnten. Wir sehen das zumindest an Tierstudien, und an Zellkulturen, dass die Konzentration nahe an oder über 1 Prozent sein sollte, üblicherweise ungefähr 2 bis 3 Prozent. Viele Studien zeigen das, auch eine große in Japan und die japanischen Behörden haben nunmehr die Wasserstoffinhalation als medizinisches Verfahren für Patienten nach einem Herzstillstand zugelassen. Die verwenden 2-3 Prozent Wasserstoffkonzentration, das unter der Entflammungsgrenze. Der Punkt ist, wir wissen, dass wir eine gewisse zelluläre Konzentration für eine effektive Wasserstoffanwendung brauchen. Und die Frage ist: Okay, man kommt auf ein therapeutisches Niveau, und es ist ganz egal, ob durch Inhalieren von 3 oder 66 % Wasserstoff. Wir müssen dann schauen, um welche Krankheit es geht und ob sie einen dosisabhängigen Effekt hat, ob es einen Anstoß- oder Impulstyp für die Anwendung gibt. Braucht es sowas um die Effektivität zu steigern. Gegenwärtig wissen wir das nicht. Es gibt darüber lediglich anekdotische Berichte und keine wissenschaftlichen Fakten und Beweise darüber, was wir tun sollen. Da sind wir noch in der Forschungsphase.

Also. Da wir ja über die Pharmakokinetik von Wasserstoff reden

Wenn man eine Stunde nach dem Trinken wieder auf den Grundpegel von Wasserstoff im Blut zurückfällt, könnte man ja vielleicht eine Empfehlung daraus ableiten, einmal pro Stunde Wasserstoffwasser zu trinken, oder?

Na ja, wir reden hier von Pharmakokinetik von Wasserstoffwasser, also, dass es nach 5 bis 15 Minuten zum Spitzenpegel von Wasserstoff im Blut kommt und dann innerhalb einer Stunde wieder auf den Normalpegel zurückfällt. Daraus schließen manche, es wäre gut, jede Stunde zu trinken, sodass der Pegel immer rauf und runter geht. Ja, vielleicht ist das wirklich sinnvoll. Wir wissen es aber nicht so recht, denn vielleicht gibt es noch andere Gesichtspunkte. Vielleicht sollte aber der Pegel nur einmal richtig hoch angehoben werden und wartet dann und man setzt kein weiteres Signal und wartet wieder eine Zeitlang bis man die Zelle wieder mit einer höheren Konzentration anregt... wegen all der Stoffwechselprozesse und Veränderungen der Genexpression, die einfach ihre Zeit brauchen. Wir wissen noch nicht, ob wir es stündlich, drei mal am Tag, oder mit oder ohne Mahlzeiten einnehmen sollen, es ist noch unbekannt.

Was wir in den Tier- und Humanstudien über das Trinken von wasserstoffreichem Wasser erkannt haben, ist dessen Effizienz. Und die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass es nicht falsch, sondern nach dem gegenwärtigen Stand gut und nützlich ist.

Nochmal zurück zur Aufnahme von Wasserstoff nach dem Trinken in den Körper: Wie viel davon geht in den Blutkreislauf über und wieviel durchströmt den Körper direkt als Gas, das ja alles durchdringt und nicht auf den Transport durch Blutgefäße angewiesen ist?

Wir haben von der Pharmakokinetik von Wasserstoff durch Wassertrinken gesprochen, das über die Pfortader in den Venenkreislauf kommt: Wieviel Wasserstoff atmen wir davon aus, und wie viel geht durch den restliche Körper? Nun – das meiste wird letztlich einfach ausgeatmet, etwa 95 %, vielleicht sogar mehr. Die Frage ist also, wie viel geht denn wirklich ins Gewebe oder die Muskeln oder mein Knie? Wie viel molekularer Wasserstoff kommt dort hin? Das ist wahrscheinlich nur eine geringe Menge. Da spielen aber noch andere sekundäre Botenstoffe eine Rolle wie GHRELIN, über das wir schon gesprochen haben, oder in der Leber oder auch Effekte in den Nieren, die so oft passiert werden, dass wir dort Effekte gegen oxidativen Stress oder für die Nierenfunktion etc. gesehen haben. Da sind Fragen der Dosierung offen, und warum dieses und jenes besser funktioniert

Nun wissen wir also, dass wir noch relativ wenig darüber wissen, wie die Aufnahme von Wasserstoff in den Körper dosiert werden muss. Ein Thema aber, das schon lange diskutiert wurde, sogar schon lange bevor die pharmakologische Wirkung von Wasserstoffgas im Wasser überhaupt bekannt war, ist die antioxidative Wirkung von Wasser, das ein negatives Redoxpotential oder ORP besitzt. Worin besteht eigentlich diese antioxidative Wirkung von Wasserstoffwasser genau und was unterscheidet sie von anderen Antioxidantien?

Oft fragt man mich über Wasserstoff als Antioxidans, denn es sind ja so viele Antioxidantien in unserer Ernährung oder durch Nahrungsergänzungen verfügbar. Warum also Wasserstoff als ein weiteres Antioxidans einnehmen?

In Wirklichkeit halte ich das für einen irreführenden Gedanken. Ich sehe eigentlich Wasserstoff gar nicht als Antioxidans an. Natürlich hat es durch seine Natur reduzierende Eigenschaften weil es Wasserstoff-Gas ist, aber es ist nicht wie ein normales Antioxidans, egal, wie es reagiert. Dabei kommen ja nur Werbeaussagen hoch. In der NATURE MEDICINE Veröffentlichung von 2007 hieß es: Wasserstoff wirkt als selektives therapeutisches Antioxidans, indem es selektiv zellschädliche Sauerstoffradikale auslöscht. Das brachte natürlich eine Menge Medienaufmerksamkeit jeder kennt ja das Modewort „Antioxidantien“. Aber es ist viel komplexer und diffiziler. Eine wunderbare Geschichte, über die wir ein bisschen reden sollten. In Wirklichkeit sollte man es nicht als Antioxidans ansehen. Wir sollten uns echt erst mal die antioxidativen Eigenschaften von Wasserstoff ansehen: Ein Antioxidans sollte erst mal fähig sein, seine Elektronen an ein Oxidans abzugeben und dieses zu neutralisieren. Etwa wie Vitamin C oder Vitamin E (Tocopherol) oder die polyphenolen Antioxidantien, die ihr Elektron abgeben... um ein freies Radikal zu neutralisieren, das im ganzen Körper Alterungsprozesse, Krankheiten und so viele Probleme verursacht, bei denen oxidiert wird, an der D N A, den Proteinen und Zellmembranen. Also das, was den Apfel braun werden lässt, ... also die ganzen Oxidationsprozesse verursacht, die den Körper schädigen. Das also sind Antioxidantien. Wie vergleichbar ist aber H₂ zu anderen Antioxidantien?

Schauen wir uns erst mal die Moleküle selbst an: Wasserstoff ist sehr klein, es ist das kleinste Molekül überhaupt. Das, was entscheidend ist für die Bioverfügbarkeit und die Fähigkeit, ein freies Radikal zu neutralisieren, ist die Molekülgröße und der Ort, wo ein freies Radikal produziert wird.. Die meisten freien Radikale werden aber in der Nähe von Mitochondrien produziert. Das gibt es 1 – 3 verschiedene Orte dafür., an die Wasserstoffgas sehr leicht hin kommt, weil es so klein ist, da kommt sonst nichts hin. Es kann die Zellmembranen durchdringen, kommt auch in die Mitochondrien, den Zellkern und die umgebenden Regionen rein, wohingegen andere Moleküle den Transportmechanismen unterliegen. So wie ich es sehe, brauchen hydrophile, wasserlösliche Moleküle eine gewisse Zeit, um die Zellmembran zu passieren. Oder etwa Vitamine, die eher fettlöslich und hydrophob sind: die wollen in der Zellmembran verbleiben und sich nicht im Raum des Wassers aufhalten. Für die ist also der Übertritt schwierig.

Also allein aufgrund der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasserstoff unter den Antioxidantien ist Wasserstoff überlegen. Denn er kann sehr leicht in die Zellen gelangen, wo er möglicherweise Freie Radikale fangen kann.

Aber fängt er sie wirklich?

Also so, wie der Artikel in Nature Medicine es darstellte, ist Wasserstoff ein selektives Antioxidans. Also was bedeutet das?

Also grundsätzlich haben wir Freie Radikale, die sogenannten reaktiven Sauerstoff Spezies (ROS). Darunter fällt das Hydroxyl-Radikal, das nicht zu den freien Radikalen zählt, aber zu den ROS, und diese ROS sind einfach in uns. Denken Sie an Cholesterin. Lange Zeit dachte man, hallo, das ist übel, möglichst weg damit. Aber dann kam man auf HDL und LDL und dass manche Paarungen von HDL und LDL gut sind und andere schlecht.

Genauso war es bei den ROS, den reaktiven Sauerstoffradikalen: Manche waren gut, manche schlecht. Viele dieser selbstgesetzten Grenzen basieren auf der Redox-Chemie, oder, wo es um Elektronentransfer zu freien Radikalen geht.

Tatsächlich geht die Gefäßerweiterung der Adern auf ein freies Radikal namens Stickoxid (NO) zurück, das viele von Ihnen schon kennen, also NO, das ein freies Radikal ist. Es ist ziemlich stabil – nicht so stabil wie andere freie Radikale – aber es wird an einem bestimmten Ort produziert und reagiert mit seinem Zielobjekt und bringt all die Vorteile von NO. Aber wenn es zu viel wird, kriegt man Kopfschmerzen, weil es oxidativen Schaden verursacht, mit Superoxidradikalen reagiert und daraus Peroxynitrit-Anionen formt, die sehr zerstörerische und gefährliche Oxidantien für Sie sind.

Und wenn unser Immunsystem ROS einsetzt, um Pathogene abzutöten, brauchen wir eben diese freien Radikale.

Wenn wir Sport treiben, produzieren wir mehr freie Radikale, um mehr Oxidation und höhere Produktionsraten von freien Radikalen zu haben. Und diese freien Radikale fördern wahrscheinlich die wirklichen Nutzenaspekte des Sporttreibens.

Denn diese freien Radikale - zusätzlich zu den Transkriptionsfaktoren zur erhöhten Erzeugung von Mitochondrien, also Energie produzierende Organellen in uns - also eine Menge dieser Vorteile sind durch diese freien Radikale produziert

Also, was bestimmt darüber, das eine freies Radikal gut oder schlecht für uns ist?

Der Hauptbestimmungsfaktor dafür ist die Aktivität dieses freien Radikals.

Stickoxid ist zwar ein freies Radikal, aber, wie gesagt, nicht so reaktiv wie ein anderes Radikal, etwa das Hydroxyl-Radikal., das HO-mit einem ungepaarten Elektron, das ist sehr aktiv und sehr giftig und zellschädigend. Die Hydroxylradikale können bei einer aktiven Umgebung anderer freier Radikale wie Superoxid oder durch die Fenton-Reaktion oder Wasserstoff-Peroxid und weitere Reaktionen produziert werden. Das Hydroxylradikal ist also wirklich sehr zerstörerisch und hat wirklich keinerlei Nutzen. Es gibt keinerlei internen Mechanismus, um es zu detoxifizieren. Es gibt freie Radikale wie das Superoxid-Anion Radikal, für die gibt es innerhalb des Körpers Mechanismen, um damit umzugehen. Das heißt dann Superoxid Dismutase (SOD).

Und dann gibt es ja noch sowas wie Wasserstoff Peroxid, das ist ein Oxidans, dafür gibt es Glutathion Peroxidase und Katalase. Aber sowas gibt es nicht für das Hydroxylradikal, das hochreaktiv ist und und alles auf seinem Weg angreift.

Na gut, Wasserstoffgas ist ein sehr sanftes und schwaches Antioxidans. Es reagiert eigentlich mit nichts. Damit es reagiert, muss schon etwas sehr starkes daher kommen. Und das einzige Radikal, das dafür stark genug ist, ist das Hydroxyl Radikal. Das ist so stark, dass es tatsächlich mit Wasserstoffgas reagiert. Und wenn das passiert, entsteht daraus Wasser. Das ist doch eine hübsche Geschichte, dass als Nebenprodukt Wasser herauskommt.

Also Wasserstoffgas kann tatsächlich nicht mit all den anderen freien Radikalen reagieren, die ja vielleicht auch nützlich für den Körper sein könnten und die wir deshalb nicht neutralisieren wollen.

Also, das könnte ja auch erklären, warum einige dieser umfangreichen klinischen Human-Studien über den intensiven Einsatz von Antioxidantien herausfanden, dass der übertrieben Einsatz von Antioxidantien oft schwerwiegende gesundheitsschädliche Ergebnisse brachten. Vielleicht, weil sie zu viele von diesen vorteilhaften reaktiven Sauerstoffspezies Molekülen neutralisiert haben, die wir tatsächlich brauchen. Und das stört und dysreguliert die Redox-Balance.

Dagegen neutralisiert Wasserstoff nichts davon, nur das Hydroxyl Radikal, und das Peroxynitrit Anion, wie der Artikel im Nature Medicine Journal hinzufügt. Das ist auch sehr stark oxidierend.

Also in der Tat können die Vorteile von Wasserstoff nicht nur der Neutralisation von Hydroxylradikalen zugeschrieben werden. Es gibt zu viele Erklärungen und Gründe dafür, dass es nicht sinnvoll ist, zu sagen, dass das alle diese Vorteile bringt. Was wir als den tatsächlichen Vorteil von Wasserstoff ansehen liegt im Bereich der Zellmodulation. Er ist eher ein gasförmiger Signalmodulator, so wie Stickoxid-Gas, Schwefelwasserstoff oder Kohlenmonoxid. Das sind wohlbekannte gasförmige Signalmodulatoren. Und Wasserstoff gehört in diese Gedankenwelt. Im Mai 2017 gab es einen Artikel, der zeigte, dass Wasserstoff bei Mitochondrien deren Membranspannung und die ATP-Produktion erhöht. Und wie geht das? Das passiert durch eine vorübergehende Superoxidradikal Produktion in den Mitochondrien. Und dieses Radikal und andere Transkriptionsfaktoren wie der NRF 2 Pfad, der mehr antioxidative Enzyme wie Glutathion und Superoxid Dismutase hervorruft.

Also das ist vielleicht einer der Wege, wie Wasserstoff funktioniert: Eher als mitochondriale Hormesis, die vorübergehend die Produktion freier Radikale erhöht, wodurch viele der Vorteile von Wasserstoff vermittelt werden. Also, richtig verstanden, wenn man sich anschaut, warum Wasserstoff gut ist, ist das eine, dass er ein sehr schwaches Antioxidans ist, das nicht alles, sondern nur die sehr schlechten Radikale neutralisiert, die den größten Schaden anrichten. Das andere ist aber, dass er möglicherweise auch ein Pro-Oxidans ist, das eine geringe und nicht giftige Menge von Radikalen auslöst, die gerade ausreichen, um Transkriptionsfaktoren entstehen zu lassen. Also gerade genug Superoxid-Radikale in den Mitochondrien. (...) Wir haben also gesehen, dass er vorübergehend kleine Mengen reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) hervorruft, und das führt zu einer Reihe von Vorteilen.

Also nochmal: Wasserstoff bringt Vorteile. Nicht, weil er ein starkes Antioxidans ist, sondern weil er ein sehr sehr schwaches Antioxidans ist, das nur auf die Bösen losgeht. Und er ist ein schwaches Pro-Oxidans, das so ähnlich wie sportliches Training die Menge freier Radikale ein bisschen anhebt, und das führt dann zu all seinen Vorteilen.

Die Anwesenheit von gelöstem Wasserstoffgas im Wasser verursacht ein niedriges, negatives Redoxpotential, das man als ORP messen kann. Aber, was für viele Leute aber überraschend ist: ein niedriges negatives ORP muss noch nicht heißen, dass besonders viel Wasserstoff im Wasser gelöst ist. Wie kann man das erklären?

Diese Frage ist recht häufig.

Sehr oft fragt man mich zum ORP und über dessen Messung.

ORP steht für Oxidations Reduktions-Potential. Aber dies zur Bestimmung von Wasserstoffmengen im Wasser zu benutzen, funktioniert nicht gut. Es ist nicht spezifisch dafür und keine sehr genaue Methode für Wasserstoff, weil es eben nicht spezifisch ist.

ORP bedeutet tatsächlich Oxidation, also haben wir es mit oxidierten und reduzierten Spezies zu tun. Potential heißt Unterschied, es ist als die Differenz zwischen oxidierten und reduzierten Spezies, ein Verhältniswert. Genauer gesagt ist es das negative logarithmische Verhältnis zwischen oxidierten und reduzierten Spezies., das auf der wohlbekannten Nernst-Gleichung beruht und berechnet werden kann.

Genau das passiert, wenn man irgendwas ins Wasser rein gibt. Da ist dann eine Lösung und die ORP Messung ergibt dann eine Zahl. Das kann dann eine positive oder negative Millivolt Zahl sein. Wenn es eine positive Zahl ist, heißt das nur dass mehr oxidierte Sachen gelöst sind als reduzierte. Und wenn die Zahl negativ ist, sind es mehr reduzierte. Bei einer negativen ORP Messung muss man sich erst mal fragen, was die Ursache für das negative ORP ist. Ist das nun gut oder schlecht? Denn man kann allerlei ins Wasser geben, das ein negatives ORP macht, aber giftig ist wie Dihydropurine oder Ethanol, oder Metalle im unterschiedlichen Redoxzustand, die alle sehr negative Redoxpotentiale abgeben, aber beim Trinken ziemlich giftig wären. Als nur weil etwas ein negatives ORP aufweist, heißt das in keinsten Weise, dass das gut für uns ist. Also erst mal nach dem Grund fragen, warum da ein negatives ORP auftritt. Dann weiß man, ob es wirklich gut oder schlecht ist. Und wenn man dann feststellt, hey, das ist gut, weil es vielleicht von Vitamin C oder von Polyphenolen aus einem Tee kommt, oder sogar direkt vom Wasserstoffgas, denn das macht ein sehr ansehnliches negatives ORP, dann weiß man Bescheid, dass es was taugt und nicht schadet, sondern gute Moleküle enthält.

Dann kommt die Frage: Ist die Konzentration so hoch, dass es keine Zeitverschwendung ist. Ich sag's noch mal, ORP hat nichts mit einer Konzentration zu tun. Es ist ein Verhältniswert mit einem negativen Logarithmus. Je größer der Unterschied ist, desto bei einem negativen Wert die Zahl. Wenn man also minus 500 Millivolt misst, weiß man keineswegs etwas über die Konzentration der aktiven Ingredienzien.

Angenommen wir reden von Wasserstoffgas, sagen wir nur Wasserstoff und Wasser. Da gibt es also als reduzierte Form H_2 und H^+ als oxidierte Form. Und ebenfalls zu bedenken sind Sauerstoff und Chlor, falls die als oxidierte Spezies drin sind. Aber konzentrieren wir uns auf Wasser und H^+ .

Als H^+ macht den pH Wert, je mehr H^+ , desto saurer. Und wenn wir Wasserstoff durch H^+ teilen, haben wir bei basischem Wasser nur sehr wenige H^+ Ionen. Nun ergibt ein Zähler geteilt durch einen kleineren Nenner einen höheren Quotienten. Und der negative Logarithmus dieses Quotienten ergibt eine negativere Zahl. Also einen hohen Zahlenwert. Je basischer also der pH Wert, desto stärker negativ wird das ORP. Aber dabei wird übersehen, dass der Zähler, also die wirkliche Wasserstoffkonzentration ja unverändert ist. Also theoretisch, wenn alles gut läuft, kann man über die Nernst Gleichung den pH errechnen, die H^+ Konzentration herausbekommen und dann kann man bekanntlich aus dem inversen Exponenten die Wasserstoffkonzentration ermitteln. Aber so läuft's nicht. Ich habe es ausprobiert. Man hat ganz andere Konzentrationen. Und der Grund dafür ist, dass das ORP Messgerät nicht spezifisch auf Wasserstoff

reagiert. Wir reden doch hier über Konzentrationsveränderungen, die verhältnismäßig gering sind. In einem normalen Leitungswasser nur die sehr geringe Menge aus der Atmosphäre von 0,0005 %, deren Wasserstoff sich auch im Wasser löst. Das ergibt dann eine Konzentration von 0,0000001 ppm. Wenn man nun nur das ORP dieses Wassers misst, hat man vielleicht ein negatives – korrigiere – positives ORP von sagen wir mal 300 mV positivem ORP bei 0,0000001 ppm Wasserstoff.

Wenn man nun die Wasserstoffkonzentration eine Million mal höher macht, bekommt man 0,1 ppm. Ungefähr 0,1 ppm. Man hat die Konzentration eine Million mal erhöht, und wegen des logarithmischen Verhältnisses ändert sich das ORP von +300 auf -500 mV.

Und nun schauen wir, was weiter passiert, wenn wir die Konzentration von 0,1 auf 1,0 ppm erhöhen, also um das 10-fache. Man erhöht sie nur 10-fach, und da sieht man kaum eine Veränderung im ORP. Es bleibt immer noch bei etwa -500 mV. Wir sehen da überhaupt keine große Veränderung. Ich habe das so oft getestet, probieren Sie es selbst. Man kann sagen, dass bei zwei Wassergläsern mit meinermaßen – 500 mV ORP das eine eine möglicherweise therapeutische Menge von 1 ppm hat, und das andere nur 0,1 ppm das nicht therapeutisch wirksam sein dürfte.

Aber das ORP ist gleich. Man kann auch tatsächlich eines mit 1 ppm haben und das andere mit 0,1 ppm, das einen negativen Wert von -800 mV aufweist. Warum? Weil das eine mit 1 ppm einen neutralen pH Wert hat, während das andere bei pH 10 liegt und scheinbar eine höhere Konzentration aufzeigt.

Nochmal: pH ist auch logarithmisch. Wenn Sie also von pH 7 auf 10 raufgehen, sind das 10, 100, 1000 mal weniger H⁺ Ionen. Also hat man eine 1000 mal kleinere Zahl im Nenner, während die Zähler gleich bleiben. Das alles macht die exponentiellen Änderungen aus, ein exponentielles Problem logarithmischer Art bei diesen Änderungen. Darum kann man ein ORP Messgerät nicht benutzen, um eine höhere Konzentration zu zeigen.

Nun gibt es dennoch einige Vorteile beim Gebrauch eines ORP Messgeräts. Im Allgemeinen haben frische(re) Früchte und Säfte meist einen negativeren ORP Wert. Man kann also sagen: Die sind frisch. Es ist gut, dass das ORP negativ(er) ist. Das zeigt ihre Frische an.

Aber wenn es um Wasserstoff geht, kann man diese Methode nicht benutzen, um zu zeigen, welche Frucht von beiden mehr Wasserstoff besitzt.

Wenn wir, sagen wir mal, 1 ppm oder mehr haben, wird man immer ein ziemlich negatives Redoxpotential von -400 bis - 500 mV oder weniger haben. Bei -400 bis -500 mV kann die Konzentration 0.05 ppm sein, aber eben auch 10 ppm. Das ist alles möglich.

Aber wenn man -10 mV oder + 100 mV hat, weiß man, dass in einem Glas Wasser kein Wasserstoff gelöst ist.

Wenn ein negatives ORP da ist, ist auch Wasserstoff da, aber man weiß einfach nicht, wie viel – tut mir echt leid. Wenn man weiß, dass die chemische Spezies bei Vorliegen eines negativen ORP-Werts in Wasser Wasserstoff ist, weiß man das, aber nicht wie viel. Also muss man das messen und dazu vielleicht das vorhin erwähnten Messtropfen zur Titration verwenden. Das sollten Sie sich merken.

Der einzige Vorteil bei der Nutzung eines ORP Messgeräts, das behauptet, Wasserstoff in Wasser zu messen, ist der, dass, wenn nur -50 mV oder gar eine positive Zahl gemessen wird, man sich den Aufwand einer Wasserstoffmessung sparen kann, weil dort kein brauchbarer Gehalt zu erwarten ist.

Manche glauben ja, sie müssten gar nicht mühsam nachmessen, ob Wasserstoff im Wasser gelöst ist. Die zeigen dann zum Beispiel, wie das Wasser milchig trüb aus einem Wasserionisierer kommt und sagen dann, dass man den Wasserstoff ja schließlich sehen kann. Oder sie halten ein Feuerzeug an den Auslauf des Geräts und es gibt kleine Knallgas effekte. Oder wenn man sich einen dieser kleinen Wasserstoff-Booster mit PEM-Zelle ansieht, da sieht man ja, wie sich mehr oder weniger große Bläschen durch das Wasser bewegen und sich dabei auflösen scheinen. Dann gibt es wiederum Leute, die sagen, es kommt auf die Größe der Wasserstoffblasen an, dass sie sich im Wasser lösen. Was passiert denn da eigentlich genau, wenn Wasserstoff sich im Wasser löst? Und kann man den Wasserstoff sehen?

Das werde ich oft über die Art und Weise gefragt, wie sich Wasserstoff im Wasser löst. Denn manche Wasserstoffgeneratoren erzeugen so viel Wasserstoffgas im Wasser, dass es milchig und neblig wird. Wenn man die Blasen sieht, ist das Wasser dann wirklich schon so übersättigt, dass das Gas herauskommt? Was passiert denn da? Ist das ein gutes Zeichen, wenn man darin die Gasblasen sieht? Na ja, man sieht daran, dass Wasserstoff produziert wird. Aber die Blasen, die man sieht, sind nur das Gas, das n i c h t gelöst ist. Und das bringt nicht wirklich irgendwelche gesundheitlichen Vorteile, weil es nicht im Wasser ist.

Wenn man Mikrobubbles sieht, wie sie ins Wasser gehen und verschwinden, sind zwei Themen da: Entweder werden sie kleiner und gehen ins Wasser über oder sie vereinigen sich im Wasser und gasen aus. Es gibt nur diese beiden Möglichkeiten. Wenn man also diese großen Makroblasen im Wasser sieht, sind die eben nicht im Wasser gelöst. Daraus kann man die Konzentration wahrhaftig nicht erschließen. Man kann Wasser so trüb machen, dass es wie Milch aussieht. Aber wenn man dann nachmisst, sind es nicht mal 0,1 ppm. Also nur weil es milchig trüb aussieht, heißt das noch lange nicht, dass der Wasserstoff tatsächlich im Wasser gelöst ist. Das heißt nur, dass da viele Bläschen sind. Also muss man wirklich noch die Konzentration nachmessen. Denn es sind die unsichtbaren Bläschen, die zählen, und nicht die, die man sieht.

Ganz ähnlich ist es, wenn man ein Feuerzeug unter den Wasserauslass hält, und man hört es knallen. Das beweist, dass tatsächlich Wasserstoffgas produziert wird. Aber es ist ein Riesenunterschied, ob Wasserstoff produziert, oder im Wasser gelöst wird. Und die therapeutischen Wirkungen kommen nur vom gelösten Wasserstoff. Also zeigt es geradezu, dass eben kein Wasserstoff im Wasser gelöst ist. Es mag schon auch gleichzeitig gelöster Wasserstoff im Wasser vorhanden sein. Aber man muss das eben testen. Aber nur ein paar Knallgeräusche bedeuten gar nichts. Man könnte sogar argumentieren, dass eine Maschine, die Wasser ohne Knalleffekte erzeugt, effektiver ist, weil der ganze Wasserstoff im Wasser gelöst und nicht in die Atmosphäre verblasen wird.

Bei all dem geht es nur um Werberummel. Tatsächlich muss man aber immer die Konzentration messen, anstatt zu sagen, schau wie milchig und trüb es ist und wie es knallt, da muss doch Wasserstoff drin sein. Aber wir wissen es nicht, denn die Auflösung des Gases braucht Zeit. In unserem Körper löst sich zum Beispiel Kohlendioxid in unserem Blut sehr rasch. Das müssen wir loswerden. Wir atmen es aus. Und das muss alles sehr schnell gehen. Deswegen haben wir das Carbon-Anhydrase-Enzym in uns, um es schnell los zu werden. Das ist eines unserer schnellst wirkenden Enzyme überhaupt in uns. Ohne diese Enzyme wären wir sehr schnell tot, wenn wir das Gas nicht schnell in den Blutfluss rein und wieder raus bringen könnten.

Also noch mal zurück zum Wasserstoffgas: Es muss im Wasser gelöst sein und das geht nicht, indem man es einfach durch blubbern lässt. Es braucht Zeit, bis sich das Sättigungs-Gleichgewicht einstellt.

Was ist der Unterschied zwischen Mikrobubbles und Nanobubbles?

Der Unterschied zwischen Microbubbles und Nanobubbles ist eine häufige Frage an mich. Das ist ein sehr faszinierendes aktuelles Forschungsgebiet. Mikrobubbles sind einfach Bläschen im Mikrometer Größenbereich...manche vereinigen sich zu größeren Blasen, andere werden immer kleiner und lösen sich im Wasser.

Die Existenz von Blasen im Nanobereich dagegen wurde lange diskutiert. Sogar gefragt, ob es sie wirklich gibt.

Dann vielleicht noch eine einfachere Frage, die häufig gestellt wird: Welche Art von Wasser ist denn am besten zur Produktion von Wasserstoffwasser geeignet: Ist es eher Mineralreiches Wasser oder das Gegenteil, also Umkehrosmosewasser?

Ja, das werde ich häufig gefragt, und es ist eine ganz schön schwierige Frage, weil es darauf ankommt, wie man das Wasserstoffwasser herstellt. Also, ob man einfach Wasserstoff aus einem Gasbehälter durch das Wasser blubbern lässt, oder ob man eine Maschine hat, das spielt alles dabei eine Rolle. Für manche Geräte benutzt man nur doppelt destilliertes Wasser, ganz ohne Ionen. Denn die Membran selbst wirkt hier als Elektrolyt und das funktioniert so. In anderen Fällen sind Elektrolyte im Wasser drin, und je mehr Mineralien es sind, desto besser ist die Leitfähigkeit und umso effizienter ist die Produktion von Wasserstoffgas. Es gibt eine Unzahl von Varianten. Und alles was ich dazu sagen kann ist: Messen Sie nach, was bei Ihrem Gerät das bessere Ergebnis bringt. Fragen Sie den Händler oder Hersteller nach dessen Empfehlung danach, ob es überhaupt einen Einfluss hat. Und wenn Sie einfach mal generell auf die Wasserqualität achten: Es ist gut, wenn man Wasser mit Mineralien trinkt. Dessen Mineralien sind sehr gut bioverfügbar. Es ist eine der besten Methoden, Mineralien zu bekommen. Darüber gibt es sehr große epidemiologische Studien. Die zeigen: Wasser, das Mineralien enthält, ist gesund. Trinkwasser ist eine großartige Methode, um Mineralien im Rahmen der Ernährung aufzunehmen. Entionisiertes Wasser aus Umkehrosmose ist nicht giftig, obwohl es auch sauer ist, denn das ist keine gefährliche Säure, die einem Schaden zufügen könnte, weil sie nicht gepuffert ist. Es fehlen einfach die Mineralien. Aber unser Körper braucht Mineralien.

Also, das ist jetzt kein sehr wichtiger Punkt, aber man darf schon annehmen, dass es weise ist, mineralreiches Wasser zu trinken. Ich denke dafür gibt es ausreichende Beweise, die nahelegen, dass das eine Option ist, die unserem Leben förderlich ist.

Ich würde noch gerne ein paar technische Fragen erklärt bekommen über die unterschiedlichen Elektrolyse-Geräte, mit denen man Wasserstoffwasser herstellen kann: Da gibt es die neuen PEM-Zellen und die Mehrfachzellen der schon länger auf dem Markt erhältlichen Wasserionisierer. Könnten Sie den Unterschied erklären?

Wenn man das Umfeld der Elektrolyse betritt, mit der Wasserstoff für medizinische Zwecke erzeugt wird, gibt es eine Reihe von Methoden. Man kann Elektrolysekammern ohne Membran verwenden. Die haben nur eine Anode und eine Kathode und der Wasserstoff wird an der Kathode produziert. An der Anode entsteht dann Sauerstoff und alles wird durcheinander gemischt. Dann gibt es Zellen mit einer Spezialmembran, die das Vermischen des Anolytwassers mit dem Kathodenwasser verhindert. Auf diese Weise funktionieren Wasserionisierer, die basisches und saures Wasser erzeugen, das durch diese Membrane getrennt bleibt....

Dann gibt es einen anderen Membrantyp namens SPE oder Protonen-Austauscher Membran (PEM). Diese Membran lässt nur die Protonen, also die H^+ Ionen passieren. Die kommen dann zur Kathode und produzieren Wasserstoffgas.

Dann gibt es noch verschiedene Methoden, wie man diese Zellen zusammen baut. Zum Beispiel nach dem SPE System, dem Solid Polymer Elektrolyte mit einer Art PEM Membran. Damit erzeugt man Wasserstoffgas an der Kathode, das dann ins Trinkwasser infundiert wird. Das sollte in einer Mischkammer geschehen, damit der Wasserstoff auch wirklich im Wasser gelöst wird.

Das sind die zwei Elektrolysemethoden um Wasserstoffgas herzustellen. Welche ist besser? Das ist eine reine Designfrage. Das beste Design nach der einen Methode ist jedenfalls besser als das schlechteste nach der anderen.

Einfach die Wasserstoffkonzentration nachmessen. Und schauen, ob was verkalkt ist, ob es ein besonderes Wasser ist oder nicht: Gibt es ein Verschleißrisiko für die Elektroden und kommen dadurch schädliche Metallpartikel ins Wasser? Man muss sehr vieles zugleich beachten, und das ist eine umfangreiche Anforderung an die Geräte, die jetzt neu entwickelt werden.

Yasin Akgün: Ich wollte nur wissen. Es gibt Leute, die Wasserstoffwasser trinken, besonders wenn es stark elektrolysiert wurde, die fühlen sich gleich richtig high direkt nach dem Trinken. Wie kann das sein. Dringt der Wasserstoff denn dermaßen schnell ins Gehirn ein?