

## Transkript des Audimax Podcast mit Wolfram Weckwerth

### **Maiada Hadaia:**

Herzlich willkommen. Ihr hört Audimax, der Podcast der Universität Wien mit mir Maiada Hadaia. Vielen herzlichen Dank Wolfram Weckwerth, dass ich hier bei Ihnen zu Gast sein darf, nämlich im Department für Funktionelle und Evolutionäre Ökologie im dritten Bezirk. Dankeschön.

### **Wolfram Weckwerth:**

Ja, ich freue mich auch sehr.

### **Maiada Hadaia:**

Danke für Ihre Zeit. Dann darf ich Sie gleich bitten, dass Sie sich ein wenig vorstellen.

### **Wolfram Weckwerth:**

Ich habe Chemie studiert in Berlin an der Technischen Universität in Berlin, habe dann meine Masterarbeit an der Biosynthese von Taxol gemacht. Das ist ein wichtiger Naturstoff in der Krebstherapie. Dann meine Doktorarbeit, eine Biosynthese von **Peptid-Antibiotika**. Dazu gehören zum Beispiel Penicillin oder Gramicidin, auch relativ bekannte Naturstoffe auch. Und ich bin dann als Postdoc ans Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie und habe dann dort eine Arbeitsgruppe gegründet, fünf Jahre dort gearbeitet und auch meine Habilitation gemacht. Habilitation an der Universität Potsdam im Fach Systembiologie. Und wieso der akademische Werdegang? Ich habe mich dann auf Professuren beworben.

Ich habe dann auch Angebote in den USA gehabt und auch in Wien. Und das war für mich dann die tolle, tolle Entscheidung im Prinzip für mich nach Wien zu gehen. Natürlich, weil ich mich schon immer viel mit Musik und Philosophie auseinandergesetzt habe und in Wien sozusagen an jeder Straßenecke die Musik lauert, insbesondere auch die klassische Musik von Beethoven, Brahms, Bruckner, Schubert, Mozart, Haydn, Mahler und viel mehr.

### **Maiada Hadaia:**

Und das heißt, Sie haben es vor den USA bevorzugt? Obwohl eine wissenschaftliche Karriere in den USA, aber möglicherweise international noch mehr Gewicht hätte. Kann man das so sagen?

### **Wolfram Weckwerth:**

Absolut. Sehr, sehr korrekt. Ja, absolut. Ich werde auch immer wieder gefragt, wie ich zu der Entscheidung gekommen bin, dann insbesondere auf internationalen Kongressen. Ich bin sehr viel unterwegs in China, Indien, Japan, Australien und da ist das Verständnis doch wirklich anders. Aber ich habe das Gefühl, dass sich das auch ändert, dass Europa auch wirklich ein Hotspot der Forschung war, war es so wieso schon immer. Aber es entwickelt sich auch immer mehr und wird auch immer konkurrenzfähiger. Eigentlich auch mit den USA auf jeden Fall. Wo eigentlich die große Konkurrenz jetzt auftaucht, ist China, das muss man schon mal so sagen. Und Indien auch, Indien auch sehr stark. Also da, da, da wird es noch sehr spannend werden in der europäischen Forschung.

### **Maiada Hadaia:**

Österreich kann sich auch geehrt fühlen, dass Sie sich entschieden haben.

**Wolfram Weckwerth:**

Oh je, ich fühle mich geehrt für dieses Angebot. Sagen wir es mal lieber so!

**Maiada Hadaia:**

Wieso? Was heißt das genau?

**Wolfram Weckwerth:**

Ich wollte auch noch ganz kurz zu dem philosophischen Aspekt etwas sagen, weil die Philosophie auch so stark vertreten ist in Wien durch den Wiener Kreis. Karl Popper zum Beispiel. Und dann gibt es auch einen sehr großen, sehr spannenden Wissenschaftler, Ludwig von Bertha Lansky, der in Wien auch gelehrt hat. Und er hat im Prinzip die Grundlagen der Systemtheorie geschaffen. Und diese Systemtheorie ist eigentlich so unser Steckenpferd. Das sind so die Themen, die wir wirklich adressieren wollen. Und da verknüpft man im Prinzip tatsächlich auch alle wichtigen philosophischen und naturwissenschaftlichen Theorien. Das ist eben auch ein Punkt, der an Wien ganz besonders attraktiv ist.

**Maiada Hadaia:**

Was auch sehr spannend ist, ist ja die Kombination des Interesses Philosophie, Naturwissenschaft nicht? Ja, das ist auch nicht so ganz üblich, obwohl man vielleicht sagen könnte, dass es doch auch sehr stark zusammengeht.

**Wolfram Weckwerth:**

Sehr stark. Also es gibt viele Naturwissenschaftler, die dann gerne sagen, die Philosophie ist tot oder so was. Ja, also das sind einfach, Zitate, die völlig, völlig unsinnig sind, weil die Philosophie bietet eigentlich Denkmodelle und Methoden, um Konzepte zu entwickeln und ohne Konzeptdenken in der Naturwissenschaft, das klingt jetzt vielleicht ein bisschen ungewöhnlich, aber ohne dieses Konzeptdenken kommen wir eigentlich nicht weiter.

Wenn wir einfach immer nur induktiv, das hat Karl Popper ja auch gesagt, Induktion ist einfach problematisch. Wenn wir immer nur induktiv ein Detail ans andere reihen, um dann die Natur zu verstehen, wenn wir nicht wirklich weiterkommen.

Wir brauchen auch die Deduktion, das heißt die Bildung von Konzepten, die wir dann quasi evidenzbasiert, also wieder induktiv, eigentlich auch bestätigen können. Und diese Konzeption ist eine grundlegende philosophische Denkrichtung, eigentlich auch die Wissenschaftstheorie oder auch die Erkenntnistheorie.

**Maiada Hadaia:**

Also das heißt, Philosophie fördert ja möglicherweise auch die Kreativität des Denkens.

**Wolfram Weckwerth:**

Absolut, ganz genau. Und da habe ich das Glück, dass ich eine Lehrveranstaltung organisieren kann. Das ist das philosophisch theologisch psychologische Seminar mit den Studenten. Und da verknüpfen wir dieses Konzeptdenken, dieses systemische Denken und das interdisziplinäre Denken. Wir haben da also Dozenten aus der Psychologie, aus der Ökologie, aus der Philosophie, natürlich aus den Sozialwissenschaften. Aus der Theologie auch. Absolut, ganz genau.

Das ist wieder eine andere Ebene, aber gehört natürlich zu unserer Gesellschaft. Wie alles andere auch. Kann man sicherlich nicht ausblenden aus der Gesellschaft. Insofern muss man sich auch als

Naturwissenschaftler mit dieser Fragestellung auseinandersetzen. Und das können wir da machen mit den Studenten. Wir haben dann auch immer ein Wochenendseminar, wo wir alle zusammenkommen und alles diskutieren und die Lehrenden mit den Studenten wild diskutieren und wir also wirklich fantastische Ergebnisse auch haben, die dann immer wieder vorgestellt werden in Plenarsitzungen und die die typische Reaktion von den Studenten ist tatsächlich so sie haben faktisch blind studiert ihr ganzes Studium lang, haben Fakten, Fakten, Fakten gesammelt, was ja auch sehr gut ist, da freue ich mich auch sehr drüber. Ja, aber Sie haben diesen großen Zusammenhang nicht gesehen. Also es gibt tatsächlich Studenten, die dann sagen ja, sie haben Wissenschaft erst verstanden nach diesem Seminar, nach dieser wirklich interdisziplinären Diskussion.

**Maiada Hadaia:**

Ja, ja, vielleicht noch ganz kurz zum Standort. Wir haben einen spannenden Raum besucht mit großen Geräten. Was kann man da machen?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, wir haben hier an der Universität Wien eine Massenspektrometrieplattform aufgebaut. In den letzten zehn Jahren, zwölf Jahren. Und was heißt das genau? Wir können Inhaltsstoffe von biologischen Systemen messen mit dieser Massenspektrometrie. Das ist quasi die ganze Bioanalytik. Vielleicht haben auch einige schon gehört von Genomsequenzierung, Genomsequenzierung gehört auch zur Bioanalytik. Da möchte ich nachher auch ein bisschen genauer drauf eingehen. Und die ganze Massenspektrometrie, die Analytik von Inhaltsstoffen gehört auch zu dieser Bioanalytik. Und da haben sich Technologien entwickelt, die im Zuge der Genomsequenzierung in den letzten 20 Jahren extrem wichtig geworden sind, wie zum Beispiel die Metabolomics Technology.

Das heißt, Metabolite sind ja in jedem biologischen Gewebe, in jeder Zelle zu finden. Und diese Metaboliten, also diese Stoffwechselprodukte, bestimmen eigentlich unser Leben. Ja, also das fängt bei der Entwicklung des Embryos an bis hin zum adulten Organismus, dann bei der Ernährung, dann die Umwelteinflüsse, die auf den Organismus wirken. Das alles wird durch die Interaktion, Wechselwirkung mit dem Stoffwechsel eigentlich reguliert und kontrolliert. Und wir können eben mit diesen Massenspektrometrie Plattformen diesen Stoffwechsel messen. Wir setzen ihn ein in Umweltstudien, also wir messen Umweltproben, wir messen Pflanzen, wir messen in klinische Studien mit Medizinern, also auch wir untersuchen dort Krankheiten, zum Beispiel. Also die ist wirklich universell einsetzbar und diese Plattform.

**Maiada Hadaia:**

Können Sie vielleicht ein Beispiel nennen, welche Krankheiten?

**Wolfram Weckwerth:**

Das ist natürlich jetzt auch wieder viel Grundlagenforschung. Wir haben zum Beispiel im Immunsystem gearbeitet oder arbeiten im Immunsystem und gucken uns da solche Entzündungsprozesse an beim Menschen, insbesondere was eine bestimmte Zellart angeht. Makrophagen, das sind quasi so die erste Linie der Verteidigung gegen Infektionen im Körper und wir können den Stoffwechsel sehr genau charakterisieren, haben das auch gemacht mit Metabolomics Analysen und haben dann neue. Man nennt die Checkpoints vom Immunsystem gefunden. Also wir finden wirklich Schlüsselpositionen im Stoffwechsel, die diese Makrodynamik und auch Differenzierung beeinflussen können. Das ist ein Beispiel. Oder wir arbeiten auch mit Medizinern zusammen in der Krebsforschung.

Wir haben dort neue Mechanismen identifiziert, die wichtig sind bei der Bekämpfung von Tumor Metastasen und Tumor Progression im Menschen. Das hat auch viel mit Ernährung zu tun, hat viel mit Stoffwechsel zu tun. Aktivitäten. Und da konnten wir über die Metabolomics Plattform neue Mechanismen

identifizieren, die unter Umständen helfen, tatsächlich auch Krebs Progression als Entwicklung etwas zu bekämpfen.

**Maiada Hadaia:**

Gab es jetzt im Zuge der Corona-Pandemie auch spezielle Anfragen an Sie?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, wir haben immer wieder Anfragen bekommen, aber das ist jetzt auch nicht unser Spezialgebiet. Einerseits. Andererseits ist natürlich das Immunsystem. Und gerade wenn ich mit Makrofragen arbeite, bin ich eigentlich schon sehr nah dran an den respiratorischen Krankheiten, insbesondere bei den schweren Verläufen, weil es daher wirklich extrem starke Entzündungserscheinungen gibt. Dass es diese Interleukin Storm vier, Interleukin sechs. Klar könnte man da eigentlich sofort mit der Forschung reingehen, aber wir haben so viele andere wichtige Projekte da. Ich bin mehr auf der systemtheoretischen Ebene beschäftigt mit der Krise. Wir haben im Prinzip gesehen und das wollte ich eigentlich ein bisschen herleiten, auch wir haben gesehen, dass das keine reine medizinische Fragestellung ist, mit der wir es hier zu tun haben. Ich glaube, das hat inzwischen jeder begriffen, sondern das ist ein humanökologisches Problem ist. Ja, und das können wir natürlich in diesem interdisziplinären Kontext mit Ökologen, Humanökologen, Philosophen, Sozialwissenschaftlern können wir das sehr gut ansehen.

**Maiada Hadaia:**

Aber haben Sie das auch ein wenig machen können?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, ein bisschen zu wenig Zeit, leider viel zu wenig Zeit. Aber wir haben eine sehr gute Gruppe von Leuten zusammenbekommen, die wirklich interdisziplinär denken, also von Medizinern zu Philosophen, zu Immunologen, Virologen modellieren. Und wir sind eigentlich im ständigen Austausch miteinander und versuchen auch ein bisschen klarzumachen, also mit wissenschaftlichen Publikationen, dass hier ein systemisches Denken ganz entscheidend ist und dass das unter Umständen in der Krise in dem Krisenmanagement auch viel zu kurz gekommen ist.

**Maiada Hadaia:**

War das vielleicht ein großes Problem der Medien und auch da das letztendlich auch zur Kommunikation, oder?

**Wolfram Weckwerth:**

Ich glaube.

**Maiada Hadaia:**

Die Diskussion zwischen Ihnen, oder?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, ich glaube das Problem, ja, alle Beteiligten sind überrascht worden. Von dem Ganzen ist natürlich das eine der schwersten Krisen wahrscheinlich, die wir jemals erlebt haben. Und jetzt ist die Frage, wie läuft das Management, wie läuft die Interaktion? Und wenn man nicht von vornherein eigentlich überlegt, dass wir es hier mit einem systemischen Prozess zu tun haben. Manche haben es ja nicht, nicht mal

Pandemie genannt, sondern sind eben, das heißt, dort ist auch die ganze Gesellschaft, Verwicklung ist dabei. Also man muss diese ganzen Prozesse eigentlich als Gesamtheit betrachten und wenn man nicht von vornherein an das Problem herangehen mit so einer gesamtheitlichen Betrachtung, sondern einfach das reduziert auf zum Beispiel ein medizinisches Problem, dann läuft man in große Probleme rein und ja, und das wird ja alles sehr kontrovers diskutiert im Prinzip und ich hoffe einfach, dass wir so eine Community, die von der Systemtheorie, dass wir da etwas beitragen können, dass wir ein ganzheitliches Denken mal besprechen können.

Wir haben zum Beispiel auch Mediziner dabei, die sagen, auch die Ausbildung in der Medizin ist eigentlich zu fachspezifisch, zu eng. Was aber auch verständlich ist, weil es ist so ein riesiges Gebiet inzwischen geworden. Das gehört alles auch zu den Dingen, wo wir auch dran forschen. Wir haben so viel Information jetzt, dass man ja man kann Jahrhunderte damit verbringen. Das meine ich ernst. Wir können Jahrhunderte damit verbringen, diese ganzen Genominformationen auszuwerten, die wir haben. Jetzt zurzeit. Also ich spreche von Tausenden von Millionen von sequenzierten Organismen, deren Genom sequenzvollständig bekannt ist. Und allein die Auswertung dieser Daten wird uns für Hunderte von Jahren beschäftigen.

#### **Maiada Hadaia:**

Nur auch nur ein Satz dazu. Was ist denn dann wichtig? Wie filtert man denn aus so einer riesigen Informationsblase? Was filtern Sie, wonach richten Sie sich dabei in der Forschung?

#### **Wolfram Weckwerth:**

Ja, also das Entscheidende ist, dass wir die Genotyp-Phänotyp Beziehung uns genau ansehen. Was heißt es jetzt? Der Phänotyp ist quasi das phänotypische Erscheinungsbild von jedem Organismus, vom Menschen, von der Pflanze. Also ich spreche auch wirklich von allen Organismen. Wenn ich von Pflanzen spreche, spreche ich auch von individuellen Pflanzenindividuen. Jede einzelne Pflanze hat ihre individuelle Ausprägung. Und diese phänotypische Ausprägung, diese Merkmale, die man dann da sehen kann, das sind die Ausprägungen, die in erster Linie mal durch Genominformation vorgelegt sein müssen. Das heißt, wir müssen zunächst einmal suchen, wie können wir jetzt die Information, die wir im Genom haben, mit diesem Phänotyp verknüpfen, können wir die Genominformation nehmen, um eine sogenannte genomic prediction zu machen, also eine genomische Vorhersage des Typs? Das ist die große Kernfrage der Biologie, und da ist jetzt die Systembiologie zentral geworden, hat sich in den letzten Jahren entwickelt, obwohl die auch schon sehr, sehr frühe Wurzeln hat, also schon bei Ludwig von Berthalanffy, der erste Systembiologe sozusagen oder einer der ersten. Und die versucht jetzt im Prinzip auch diese klassische Biologie, wo man Morphologie, Anatomie von Organismen sich anschaut, mit molekularen Grundlagen zu vernetzen. Insbesondere diese Massenspektrometrie Plattform, wo wir omics, sogenannte Omics-Messungen machen, Metabolomics, Genomics, **Transcriptomics**.

Genau das sind die Gesamtheit aller Gene, die Gesamtheit aller Metabolite, die Gesamtheit aller Proteine. Proteomics in einer Zelle, in einem Gewebe. Und diese Daten können uns jetzt kausale Zusammenhänge eröffnen vom Genom zum Phänotyp. Das ist die Kernfrage, und das versuchen wir im Prinzip mit unseren Technologien zu beantworten. Und wir sind gut unterwegs. Wir werden sicherlich viele, viele Jahrzehnte damit beschäftigt sein, diesen kausalen Zusammenhang herzustellen. Aber wir sind da auf einem sehr guten Weg und wir können auch teilweise sehr starke Vorhersagen schon machen von Phänotypen. Das ist übrigens auch eine Technologie, die in der Pflanzenzüchtung ganz ausgeprägt ist.

Also da hat man schon immer Gene typische Merkmale in den Pflanzen gemessen und dann aus diesen Merkmalen die Phänotypen vorhergesagt für Züchtungsprogramme. Also das ist eigentlich ein klassisches Gebiet, was auch aus der Pflanzenbiologie, Pflanzenphysiologie und Pflanzenzüchtung kommt.

**Maiada Hadaia:**

Noch eine Frage, wenn Sie sagen, dass es hier riesige Datenmengen sind, nur um sich so was vorzustellen, also all diese Daten, die in Datenbanken gesammelt werden, und auch die Geräte, die hier stehen, die ja auch 24 Stunden durch. Arbeiten, das heißt sehr viel Stromverbrauch auch. Ja, wenn sich da so ein bisschen Gedanken gemacht, wie das denn wäre, wenn es jetzt Energiekrise, Stichwort weniger Strom oder. Gibt es da irgendwie andere Arten der Aufzeichnung?

**Wolfram Weckwerth:**

Falls ja, das ist eine gute Frage. Also es ist halt alles tatsächlich auf elektronischen Datenträgern gespeichert. Wir haben jede Menge Backups von diesen elektronischen Daten in sogenannten auf Bändern, auf Speicherbändern. An der Universität Wien gibt es im Prinzip einen ganzen Raum voll mit Robotern, die mit solchen Bändern ausgestattet sind, wo die Daten auch gespeichert werden. Und tatsächlich, wenn wir auf längere Zeiten Stromausfall haben, wird es oder mittelfristig wird es keinen großen Einfluss haben. Aber ja, wenn eine Infrastruktur kaputt geht usw., dann sieht die Sache natürlich sehr problematisch aus. Also wie das? Ja klar. Also, aber ich glaube, dann ist das fast die zweitrangige Frage.

Wenn jetzt von Krieg reden oder so was, ja, dann ist das wohl. Ich meine, ja, sagen wir mal so, es ist alles in unseren Köpfen drin, in den Köpfen der Wissenschaftler, die Wissenschaftler schreiben Bücher und in ihren Büchern wird es noch verfügbar sein. Aber unter Umständen können elektronische Datenträger ein Problem sein. Aber diese Datenmengen, die da sind, sind nicht in Büchern aufgeschrieben. Das ist unmöglich, das kann man nicht mehr leisten. Man kann solche genomischen Daten nur noch auf elektronischen Datenträgern halten. Das ist.

**Maiada Hadaia:**

Wie steht es mit den Wissenschaftlerinnen? Vielleicht noch ein Wort dazu zum Wissenschaftsbetrieb allgemein, vor allem in den Naturwissenschaften, weil wir da auch immer wieder so Vorurteile herrschen, dass zu wenig Frauen, zu wenig Studierende, zu wenig Wissenschaftlerinnen da sind. Stimmt denn das?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, also Sie hatten mich ja, hat mir diese Frage gestellt und ich kann mal grundsätzlich sagen, zu den Zahlen der Studierenden ist es sehr hoch bei uns in der Biologie. Also ich habe Bachelor Kurse, wo ich so um die 800 Studenten habe und es sind auch sehr gute Studierende und wir haben hier einen sehr ausgewogenen Anteil an Frauen und es ist ein sehr starkes Fach eigentlich auch. Und die Lebenswissenschaften gehören also ganz klar hier auch mit zu den attraktivsten Disziplinen unter den Naturwissenschaften. Und wie gesagt, stark vertreten die Frauen in der weiteren Entwicklung dann in der klassischen akademischen Karriere oder auch in der Industrie. Da dreht sich das dann ein bisschen aus mit den Frauen. Da haben wir aber Programme auch an der Universität, also Women in Biologie zum Beispiel. Und wir versuchen eigentlich konkret da viel Unterstützung zu leisten. Ich habe zum Beispiel auch eine Wissenschaftlerin jetzt in meinem Labor, die in einem Revueprogramm arbeitet, was extra aufgebaut worden ist, um Frauen eine höhere akademische Karriere zu ermöglichen. Und die ist in einem Traineeprogramm drin. Wir versuchen da wirklich auch Unterstützung zu leisten. Wie schreibt man Anträge, wie entwickelt man Projekte usw. Und das sind alles hochqualifizierte Wissenschaftlerinnen. Da kann man eigentlich von ausgehen, dass sie eine gute Karriere machen werden.

**Maiada Hadaia:**

Wie sieht es aus mit transdisziplinärer Forschung, gemeinsame Forschung auch über Grenzen hinaus?

**Wolfram Weckwerth:**

Da ist auch die Lebenswissenschaft sehr stark aufgestellt. Also erstmal warum ist die überhaupt so attraktiv für die Studenten? Weil die in jedem Bereich unseres Alltags zu finden ist Ernährung, Gesundheit, Umwelt. Dort hat man auch eine ganz starke Interdisziplinarität. Also wir vereinigen eigentlich in den Lebenswissenschaften die klassische Biologie, die Biochemie, die Bioinformatik, die Mathematik, die Physik, die Chemie, die Ökologie, also alles interdisziplinäre Wissenschaften, die miteinander kommunizieren müssen, damit man heutzutage wirklich auch zu schlüssigen Forschungsergebnissen kommt. Und dass diese Interdisziplinarität ist ein zentrales Thema für uns, auch hier in der Arbeitsgruppe.

**Maiada Hadaia:**

Kommen wir zu den großen Fragen Umwelt, nachhaltige Landwirtschaft und ob das Hand in Hand geht und was Ihnen hier wichtig ist, verständlich zu machen. Auch nach außen. Auch für Interessierte, die nicht unbedingt immer so genau sehen können, was passiert hier an der Universität.

**Wolfram Weckwerth:**

Zum Beispiel in der Biologie verknüpfen wir die klassische Biologie, die den Organismus als Ganzes betrachtet, mit den molekularen Grundlagen. Das heißt, dass jetzt die Aufklärung der Erbinformation, der Prinzipien der Erbinformation, die in der DNA gespeichert ist, in den 50er Jahren hat dann dazu geführt, dass erste komplette Genome sequenziert worden sind, um 2000 das menschliche Humangenom und es publiziert, waren 2002 das erste Humangenom zusammengesetzt aus vielen einzelnen Teilen. Und dann, parallel zu diesem Humangenom ist dann das erste Pflanzengenom einer höheren Pflanze sequenziert worden und publiziert worden. **Arabidopsis thaliana** das ist ein Modell Organismus, sozusagen die weiße Maus der Pflanzenwissenschaften.

Auf jeden Fall ist die **Arabidopsis thaliana**, der Modellorganismus für die Pflanzen. Seitdem hat sich die Technologie entwickelt. Das heißt, wir können heutzutage Genome in Tagen sequenzieren. Das heißt, ich könnte eine Probe von Ihnen nehmen und die auf einem Sequenziergerät füttern, also extrahieren, die DNA extrahieren und lesen lassen. Und ich hätte innerhalb von 2 bis 3 Tagen ein Genom von Ihnen mit einem eins zu zwei, dreifacher Coverage sozusagen. Man kann also tatsächlich so arbeiten inzwischen, das sind Technologien, die sind so groß wie ein Smartphone. Das ist eine Technologie, die haben wir auch im Labor. Da pipettieren wir die DNA drauf.

Und wie gesagt, innerhalb von drei Tagen ist das Genom sequenziert.

**Maiada Hadaia:**

Was würden Sie denn dann sehen?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, ich wollt es nur kurz ausführen. Genau das kommt noch. Und wir haben zum Beispiel diese Technologie auch im Tropenwald jetzt benutzt. Das heißt, wir haben dort auch die Medientechnologie eingesetzt. Und wir haben eine Forschungsstation in La Gamba in Costa Rica von der Universität Wien. Und dort arbeiten wir zum Beispiel mit tropischen Bäumen. Und die haben eine besondere ökophysiologische Anpassung an verschiedenste Standorte. Also die wachsen an ganz verschiedenen, sehr kargen Orten auf Felsen, auch auf Sanddünen. Aber sie wachsen auch mitten im Tiefland Regenwald. Wirklich ganz erstaunliche Anpassungsfähigkeit. Und das erklären wir im Prinzip durch ihre Fotosynthese Modi, die sie hat. Und das verstehen wir im Prinzip nicht genau. Und wir sind jetzt also in den Regenwald gegangen, in die Tropen Station, haben dort verschiedene von diesen Bäumen ausgesucht und haben dann dort einen Baum sequenziert. Mit dem Männchen, das heißt, direkt vor Ort kann man inzwischen sogar im Regenwald Genome sequenzieren, was eigentlich unvorstellbar war vor zehn Jahren war eigentlich nicht

denkbar so genau. Was können wir jetzt mit dieser Information machen? Wir können jetzt diese Genominformation nehmen und schauen, welche Gene dort vorhanden sind, die unter Umständen die Funktion haben, die Anpassungsfähigkeit dieses Baumes zu erhöhen. Genau in den verschiedenen klimatischen Zonen.

Und genau das machen wir im Prinzip. Dazu hat die Pflanze einen spezifischen Stoffwechsel entwickelt, den Metabolismus. Und wir können also im Genom genau ablesen, wie dieser Stoffwechsel sich evolutionär entwickelt hat. Und das sind, das sind die Informationen, wo wir dann im Prinzip den Genotyp mit dem Phänotyp auch verknüpfen können, bis hin zu jenen Funktionen im Organismus, die direkt eigentlich gekoppelt sind an das jeweilige Ökosystem. Dort, wo der Baum wächst, dort hat dieses Gen eine ganz spezifische Funktion, zum Beispiel diesen Metabolismus aufzubauen. Und das ist das, was wir aus diesen Daten lernen können.

**Maiada Hadaia:**

Heißt es, dass diese bestimmte Pflanze, die hier untersucht wird und unter unterschiedlichen oder in unterschiedlichen klimatischen Bedingungen leben kann? Das ist ja ein und dieselbe Pflanze?

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, die kann trotzdem sich so unterschiedlich entwickeln, dass sie eben an verschiedenen Standorten leben kann, zum Beispiel im Bergregenwald, auch wo permanent eigentlich eine Luftfeuchtigkeit von 90 % ist. Es ist dunkel, es ist wenig sonnig, da auch bis hin zu Felsen an der Küste, wo die direkt auf dem Felsen wachsen können. Das sind auch unterschiedliche Arten, aber die haben ähnliche Stoffwechselwege und haben ähnliche physiologische Anpassungen entwickelt.

**Maiada Hadaia:**

Ist das mit dem Menschen vergleichbar?

**Wolfram Weckwerth:**

Absolut. Genau das ist der Punkt. Wir haben eben auch diese Genominformationen von Millionen von individuellen Menschen jetzt und können natürlich aus dieser Genominformation sehr, sehr viel lesen. Inzwischen gibt es Datenbanken, wo bis zu 20.000 verschiedene genomische Regionen bestimmt worden sind, die Krankheiten mit bestimmten Phänotypen korrelieren. Das ist natürlich eine unglaubliche Informationsfülle, die wir da haben, die wir eigentlich kaum verwalten können, ganz zu schweigen von den ethischen Problemstellungen, die sich da ergeben. Also wenn wir diese Information tatsächlich so rauslesen können aus dem Genom, was ergibt sich dann eigentlich für uns als Konsequenz von der Ethik? Wie geht man um mit diesen Informationen?

Das muss im Prinzip auch jeder selbst für sich entscheiden. Jeder hat die Möglichkeit. Sich sequenzieren zu lassen und sich dann auch Modelle vorhersagen zu lassen, wie sein Lifestyle ist, was die Gefährdungen sind, wie die Ernährungsstatus ist, wie man sich besser ernähren könnte. Also es wird gemacht, das wird auch gemacht. Ja, ja klar. Es gibt Firmen zum Beispiel in den USA, die haben solche Programme erstellt und man muss aber sehr aufpassen. Also ich, wenn ich recht informiert bin, haben diese Firmen dann letztlich auch ein Recht auf diese Information der DNA gehabt, also anonymisierte DNA. Aber sie konnten natürlich da Datenbanken aufbauen und sehr viel Information daraus auch gewinnen.

Man muss also wirklich sehr aufpassen. Das sind auch alles Diskussionen, die wir in dem philosophisch theologisch biologischen Seminar diskutieren.

**Maiada Hadaia:**

Wie früher so ein bisschen das Handlesen oder Wahrsagen, wo man sich vor der Vorhersage gefürchtet hat?

**Wolfram Weckwerth:**

Das ist ein sehr guter Einwurf, weil es ist, tatsächlich ein bisschen Handlesen, weil, weil, ich spreche hier von Korrelationen. Das heißt, ich habe im Genom Informationen, die korrelieren mit einem bestimmten Sinne. Das heißt aber nicht, dass dieser Phänotyp sich auch entwickelt, notwendigerweise. Der muss sich nicht ausprägen, und das ist ein ganz großer Unterschied. Das heißt, wenn wir nur die Genominformation haben und daraus ableiten, ich habe Probleme mit BSE ohne Krebsgenen und muss dann irgendwelche prophylaktischen Eingriffe machen oder so was. Das ist total problematisch. Also und genau da ist auch wieder der Kernpunkt unserer Forschung, dass wir versuchen, eben dieser kausale Zusammenhang herzustellen. Wir haben die Assoziation aus dem Genom, wir haben den Phänotyp und wir versuchen jetzt durch die molekularen Analysen diese Assoziation zu einem kausalen Zusammenhang zu entwickeln.

**Maiada Hadaia:**

Bleiben wir bei der Landwirtschaft, hier kurz, kann man dann auch daraus Pflanzen entwickeln, die resistenter sind? Ich glaube, Sie haben einiges dazu gemacht. Ja, ein, zwei Sätze.

**Wolfram Weckwerth:**

Genau, genau. Genau das ist eigentlich ein wesentlicher Punkt, den ich auch ein bisschen erläutern wollte. Was haben jetzt Umwelt, nachhaltige Landwirtschaft und diese Forschung miteinander zu tun? Warum geht das Hand in Hand? Und da möchte ich damit anfangen, dass wir zunächst einmal uns klar machen sollten, was Pflanzen überhaupt sind, was sie für uns bedeuten. Sie sind so alltäglich und sind aber gleichzeitig auch entscheidend in unserem Leben. Und man kann schnell die Wichtigkeit von ihnen vergessen, wenn man nicht fragt, wie man Krisen dieser Welt von Klimakrise, Umweltverschmutzung, Ernährungskrise, Energiekrise bewältigen soll, sag ich zunächst einmal Denken wir doch über Pflanzen nach und ihre Rolle im Miteinander und auf diesem Planeten.

Warum ist das so? Weil Pflanzen sind die Netto primärproduzenten auf unserer Erde. Das heißt, sie sind in der Lage, die Energie des Sonnenlichts aufzunehmen und es dann mithilfe von komplexen biochemischen Prozessen in biochemische Energie umzuwandeln.

In ATP **Adenosintriphosphat**. Nehmen wir das jetzt einfach mal als Energiewährung lebenden Systemen. Und diese Energiewährung wird jetzt eingesetzt in den Pflanzen, um CO<sub>2</sub> zu reduzieren, also das CO<sub>2</sub> aus der Luft zu fixieren und zu Zucker zu reduzieren. Das heißt, diese Zuckerproduktion der Pflanzen ist der grundlegendste Prozess im Ökosystem Erde, weil wir als heterotrophen Organismen zu 100 % abhängig sind von diesem Prozess.

Wir nehmen diese Zucker wieder auf. Also Heteroorganismen sind Tiere, Insekten, Menschen, Bakterien. Wir nehmen diesen Zucker auf Zucker, alle möglichen anderen organischen Stoffe, auch organische Säuren usw. Wir nehmen die auf und verstoffwechseln die jetzt wieder unsererseits und produzieren jetzt, um diese biochemische Energie zu bekommen und produzieren jetzt wiederum CO<sub>2</sub>. Dieses CO<sub>2</sub> wird wieder von der Pflanze fixiert und in Zucker umgewandelt. Und auf einmal schließt sich ein perfekter Kreislauf. Das ist sogar abgebildet in den molekularen und zellspezifischen Charakteristika von Pflanzen und Tieren. Pflanzen haben sogenannte Chloroplasten Organellen. Da ist die Zuckerfabrik lokalisiert, da ist das Foto System, die Lichtsammelkomplexe, die das Licht aufnehmen.

Der ganze sehr, sehr komplexe Photosystemapparat, der dann das ATP produziert, das ATP und Elektronen auch abzweigt aus dem Wasser. Auch ein unglaublicher Prozess in der Photosynthese. Wasser wird

gespalten. Wenn man sich darüber mal Gedanken macht, was das für ein energetischer Aufwand ist, um Wasser zu spalten und Elektronen herauszubekommen. Es ist unglaublich und wir haben es hier vor unserer Haustür. Wir haben es ja überall. Hier in meinem Büro stehen ganz viele Pflanzen. Ich brauche mich nur umgucken. Ich sehe dieses Grün und fühle mich, fühle mich gut. Ja, das ist einfach bei uns intrinsisch verankert. Wir lieben Pflanzen, allein diese Blüten.

Wir können ja in jedem Blumenladen laufen und wunderschöne Blüten kaufen. Was könnte das für eine Bedeutung haben? Warum lieben wir eigentlich Blumen? Weil wir potenzielle Bestäuber sind. Wir stecken unsere Nase in die Blume und sind am Reproduktionsprozess beteiligt und Pflanzen. Also für mich ist es eine ganz starke Symbiose, die wir immer wieder auffrischen müssen. Wir müssen das Wissen auffrischen. Und wenn man die molekularen Mechanismen der Photosynthese kennt, dann folgt alles ganz schlüssig im Nachhinein. Das wollte ich jetzt ein bisschen erklären.

**Maiada Hadaia:**

Waren Sie bei der letzten Weltnaturschutzkonferenz?

**Wolfram Weckwerth:**

Nein. Nein.

**Maiada Hadaia:**

Dort ging es ja genau darum, dass möglichst viel Grün auf der Erde ja geschützt und beibehalten werden soll.

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, da muss man auch wieder sagen es geht nicht immer nur in eine Richtung. Das ist das Problem. Ich bin total dabei, dass man sagt, man muss das Grüne halten, man muss es pflegen. Aber zur Pflege gehört eben auch, dass man es kultiviert. Also der Mensch ist nun mal einfach so ein Wesen, was alles kultivieren möchte. Also da kommen wir ja gleich auf die Landwirtschaft zu sprechen. Das ist ja seine größte Eigenschaft eigentlich. Und auch die lebenserhaltende Eigenschaft des Menschen auf der Erde, dass wir in der Lage sind, Pflanzen zu kultivieren und so einzusetzen, wie wir das brauchen.

Das gleiche gilt aber auch für Wälder. Wälder muss man auch kultivieren, die kann man nicht einfach nur wachsen lassen. Und dann Selbst so ein Ökosystem kann aus dem Gleichgewicht geraten und geht dann einfach kaputt. Und da ist der Mensch tatsächlich in der Lage, auch regulierend einzugreifen, ohne es auf keinen Fall. Also nicht zerstören, im Gegenteil, sondern erhalten durch Pflege. Und da muss man wieder mehr systemisch denken, meiner Ansicht nach. Man kann ich nur sagen so, ich lasse jetzt alle Wälder so wie sie sind und sie entwickeln sich zu Urwäldern zurück. Das wird wahrscheinlich nicht funktionieren, weil es vielleicht in unserem Kontext im Zuge der Klimaveränderung dann tatsächlich zum Sterben von Ökosystemen führen kann.

Und da sind wir aber in der Lage, eben Wälder aufzuforsten. Zum Beispiel ist das Beispiel in Costa Rica, in der Tropenstation, da sind Wälder wieder aufgeforstet worden. Sie sind jetzt zehn, 15 Jahre alt oder älter. Und die, also die sehen wunderbar aus, die haben wirklich schon diesen Regenwaldcharakter wiederbekommen, also wirklich fantastisch. Die Pflanzen stehen eben am Anfang der Nahrungskette. Sie nehmen das CO<sub>2</sub> aus der Luft daraus also unser berühmtes Klimagas, wo wir alle damit kämpfen. Und sie sind auch die größte Kohlenstoffsенke auf der Erde, das heißt, die größte lebende Biomasse auf der Erde ist der Tropenwald und auch natürlich Wälder in den gemäßigten, klimatischen usw.

Also das ist wirklich, wir sprechen hier wirklich von der größten Biomasse auf der Erde. Und allein aus dieser Erkenntnis heraus ist es ganz klar, dass wir Tropenwälder nicht abholzen dürfen, weil wir damit unser Ökosystem Erde irreversibel schädigen. Ja, also das möchte ich gerne hervorheben, wenn die

Leute sich ein bisschen mit diesen Prinzipien beschäftigen, was ist eigentlich Photosynthese? Was sind die molekularen Prinzipien? Wie können wir dann letztlich die netto Primärproduktion auf der Erde messen? Das können wir nämlich tatsächlich mit sogenannten Hyperspektren. Messungen von Satelliten. Können uns einen Eindruck geben, wie die Netto Primärproduktion auf der Erde aussieht.

Also ganz hohe CO<sub>2</sub> Fixierung von den Pflanzen sieht man eben in solchen Bildern und kann sagen okay, wo ist ganz Starke. Und das sieht man auf der Erde, wenn man sich dieses Bild so vorstellt. Hat man im Bereich des Äquators um den tropischen Regenwald die höchste Netto Primärproduktion, die höchste Biomasse, die höchste netto Primärproduktion? Das sind alles Konsequenzen, die einem ganz klar sagen, wenn ich dort eingreife, in dieses Ökosystem irreversibel eingreif, wenn ich es einfach niederholze, dann werde ich unser gesamtes Klima-Ökosystem-Erde irreversibel schädigen. Und das ist das, was ich finde, was eigentlich jeder heutzutage transportieren kann, und zwar ganz sachlich auch formulieren kann mit dieser Erkenntnis.

Und nun kommt jetzt die ganze Landwirtschaft dazu, die natürlich direkt verknüpft ist damit. Und wenn man darüber nachdenkt, dann ist es doch eigentlich auch offensichtlich, dass, wir reden ja auch von Pflanzen und Pflanzen sind primär Kohlenstoffsinken, das heißt sie fixieren CO<sub>2</sub>, warum ist die Landwirtschaft nicht temporär auch eine Kohlenstoffsinke und kann damit das Klima positiv beeinflussen? Ja, und das ist das Problem. Hier ist der anthropogene Einfluss auf die Agrarproduktion so stark, dass hier wiederum netto Klimagase gebildet werden. CO<sub>2</sub> wird eben bei den ganzen Agrarproduktionsprozessen gebildet. Das ist das Problem. Und es gibt noch einen ganzen großen anderen Aspekt, und zwar die Stickstoffoxide, die auch ganz starke Klimagase sind.

300-mal stärker als CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O also das berühmte Lachgas. Und das wird tatsächlich in der Agrarproduktion stark produziert und trägt dann natürlich auch wieder zur Klimaerwärmung bei. Und das erkläre ich jetzt gleich noch mal ein bisschen. Ja, also es ist eigentlich paradox, da wir in der Landwirtschaft mit Pflanzen zu tun haben, Die werden wieder aufgearbeitet, es wird wieder als Grundnahrungsmittel eingesetzt, aber dann wird das CO<sub>2</sub> ja wieder fixiert. Wir hätten ja eigentlich einen Prozess, der klimaneutral sein müsste. Ist er aber nicht aufgrund der Probleme, die wir erzeugen durch die Agrarproduktion. Ein ganz wichtiger Punkt ist auch die Pflanzen Produktivität, die jetzt wiederum unter der Klimaerwärmung leidet.

Das heißt, wenn Pflanzen weniger produktiv sind, dann haben wir wieder eine negative Bilanz in der CO<sub>2</sub> Fixierung. Und das ist auch ein Problem. Das heißt, wir können jetzt hier genau mit diesen Technologien, die wir haben, die Genomsequenzierung und die Systembiologie, können wir Pflanzen identifizieren, die genau da in diese Nische reingehen können, trockenresistent sind, aber gleich ihre Produktivität erhalten können oder auch kälteresistent sind, die hitzeresistent sind. Vor allem auch ein ganz wichtiger Prozess bei den Reproduktionsprozessen in der Pflanze. Die sind. Der Pollen zum Beispiel ist extrem hitzeempfindlich und jede Hitzeperiode killt eigentlich dann die Reproduktion und damit die Samenbildung und damit auch die Nahrungsmittelproduktion.

So, wie können wir also jetzt mit der Genomforschung und Systembiologie eigentlich das adressieren?

Der Punkt ist wir haben eben nicht nur eine Sorte Weizen oder eine Sorte Kartoffeln, Tomaten, Mais oder Reis, sondern eben ganz viele verschiedene. Das ist eine sogenannte natürliche genetische Variabilität. Und die, jetzt wird es vielleicht klar, die können wir genau mit der Genomsequenzierung adressieren. Wir können jetzt wirklich hier sehen, wie innerhalb einer Art von Weizen zum Beispiel ganz unterschiedliche Sorten sind, die sich völlig unterschiedlich auch an Klimata anpassen können. Das ist natürlich ein Schatz an Information und Möglichkeiten für jeden Pflanzenzüchtern. Aber wir fangen gerade an, das zu erarbeiten.

Also da gibt es große Netzwerke von Forschungsinstituten, die sogenannten CGIAR Institute, das ist die Consultative Group of International Agriculture Research, und die beherbergen große Biobanken. Und genau diese Biobanken, zum Beispiel das Institut in Mexiko für Weizen und Mais Forschung hat 140.000 verschiedene Weizen Sorten in der Biobank. Und auf alle diese können wir zugreifen, weil diese CGIARs

sind Non Profit Institute, die werden von Regierungen finanziert von Foundations inzwischen auch sehr stark. Also Foundations sind sehr stark einbezogen in diesem Bereich, was gut ist, aber auch seine negativen Seiten hat, weil keine freie Forschung teilweise gemacht werden kann, betrieben werden kann, weil immer vorgegeben wird, was genau gemacht werden soll.

Da muss man vorsichtig sein. Aber natürlich ist die finanzielle Unterstützung von diesen Foundations ganz wichtig, das ist klar. Ja, und diese Institute, wir haben so 15 Institute weltweit. Wir arbeiten ganz eng mit dem Institut in Indien zusammen. Und wir arbeiten auch mit dem mexikanischen Institut zusammen. Wir bestellen zum Beispiel gerade Linien, die wir hier bei uns untersuchen sollen. Und wer kann jetzt diese Linien durch sequenzieren? Man kann die genotypisieren und jetzt können wir genau das machen, was ich bei erwähnt habe bei diesem tropischen Baum.

Wir können jetzt die Gene uns anschauen und sagen okay, diese Gene sind jetzt wichtig für die Trockenresistenz oder für eine höhere Produktivität oder für eine bessere Qualität des ES, zum Beispiel eine Qualität der Inhaltsstoffe. Eisenkonzentrationen sind ganz wichtig, zum Beispiel oder auch Vitamine Folat, das sind ganz wichtige Inhaltsstoffe, auf die man ganz gezielt züchten kann. Und wir haben eben diesen Zugang, Wir haben die Gene Typisierung, wir haben den Phänotyp und wir können jetzt hier wirklich große, schnelle Züchtungsprogramme starten. Das nennt sich auch Speedbreeding heutzutage also sehr schnelles Züchten, weil man hat im Prinzip Systeme geschaffen, in der man sehr viele Generationen von Weizen Linien pro Jahr erzeugen kann und die man dann weiter charakterisieren kann, bis man dann zu der zu der Linie kommt, die man gerne haben möchte.

So können wir also unsere Methoden hier einsetzen. Wir haben auch schon Pflanzen identifiziert, die ganz besondere Eigenschaften haben unter Trockenstress. Die behalten quasi ihre ihren Ertrag. Die können ihren Ertrag vollständig erbringen, ohne dass wir sie weiter wässern müssen. Das ist allerdings ein anderes Getreide, das ist die per Hirse, und der Weizen kann unter diesen Bedingungen nicht überleben. Also das ist schon mal wirklich sehr bemerkenswert. Man hat sozusagen zwei Pflanzen nebeneinander, beides Getreide, Hirse und Weizen. Und das eine Getreide geht vollständig ein, kann diese Trockenperioden überhaupt nicht überleben und die andere Art bringt wunderbaren Ertrag, selbst wenn man nicht mehr bewässert.

Also das sind so Dinge, die wir da sehen können. Und wie gesagt, von dieser Perlhirse haben wir zum Beispiel auch 1000 Genotypen sequenziert. Wir haben 1000 Genotypen, die teilweise aus Westafrika, aus Südafrika stammen, von. Die da ihr täglich Brot mitmachen. Wir können also von diesen Linien die Eigenschaften bestimmen und können dann natürlich darauf zurückgreifen und dann wirklich Programme entwickeln, wo wir sehr nachhaltige Pflanzen Linien bekommen, die die Diversität in der Landwirtschaft erhöhen sollen. Es geht jetzt wirklich wieder nicht um Monokultur, sondern es geht darum, dass der Landwirt im Prinzip zugreifen kann auf bestimmte Linien, die er genau anpassen kann an seinen Standort und auch abwägen kann, was jetzt für ihn gut ist.

#### **Maiada Hadaia:**

Vielleicht eine abschließende Frage dazu, auch eher eine größere, aber vielleicht kann man es ein wenig kürzer halten. Was ist Ihre Meinung dazu, wenn wir jetzt auch über Ernährung sprechen? Inwiefern müssten Ihrer Ansicht nach wir Menschen unsere Ernährung auch so umstellen, dass das auch Sinn macht? Ich denke natürlich auch an Hunger in der Welt.

#### **Wolfram Weckwerth:**

Ja, in erster Linie ist es Fleischproduktion. Ja, wir sehen eben dieses Phänomen, dass Ländern wie Österreich oder was 60 % der Agrarproduktion in die Fleischproduktion geht, auch in Deutschland natürlich. Und ja, man kann sich wirklich fragen, ob das, ob das sinnvoll und nachhaltig ist. Sicherlich ist es das nicht und es gibt verschiedene Modelle, ganz klar von der FAO-Food and Culture Organisation. Ganz Wichtiges auch Non Profit Unternehmen der UN. Auch da gibt es klare Positionen, dass im Zuge der

Klimaveränderungen und der Zunahme der Weltbevölkerung wir solche Programme brauchen, also die gerade die Pflanzen Produktivität betreffen. Und ich sehe das auch so, ich sehe das so, dass die Klimaveränderungen uns da große Überraschung bescheren wird. Also letztes Jahr in Deutschland war die Maisernte komplett schlecht und solche Dinge werden immer häufiger werden. Das heißt, wir fühlen uns jetzt noch sehr gut, aber ich bin der Meinung, dass wir diese Änderungen, die da auf uns zukommen, stark unterschätzen gerade und dass wir unbedingt Instrumente entwickeln müssen, um da schnell darauf zu reagieren. Das gehört auch mit zum systemischen Denken. Die Vorhersage, was passiert in zehn Jahren und wie schnell können wir dann reagieren mit Pflanzen, mit Sorten zum Beispiel, die genau diese Trockenresistenz haben?

Oder Hitzeresistenz. Das ist die eine Seite. Die andere Seite ist eben diese politische Komponente. Das heißt das hier. Es gibt auch Modelle, die sagen, wir könnten mit der Produktion auskommen, wenn wir den Fleischkonsum einfach um 80, 90 % reduzieren. Das ist aber eine illusorische Vorstellung, weil das wird so nicht funktionieren, wenn man nach China geht, nach Indien usw., weil da einfach eine andere Art von Denken herrscht. Also die haben eine ganz andere Mentalität als wir in Europa zum Beispiel und aber auch völlig berechtigt, also völlig gerechtfertigt. Und ich glaube, wir ignorieren einfach irgendwie, dass es also riesige Populationen gibt von Menschen, die eine völlig andere Einstellung zum Leben haben, die auch um ihr Leben kämpfen müssen, die um ihre Existenz kämpfen müssen. Und ich glaube, da haben wir extrem viel Nachholbedarf. Wir müssen uns viel internationaler bewegen. Das ist also meine Meinung dazu.

**Maiada Hadaia:**

Aber heißt das jetzt, dass Menschen in China oder Indien, sich auch anders ernähren sollten?

**Wolfram Weckwerth:**

Die werden automatisch mehr Fleisch konsumieren, weil es irgendwie dazugehört. Und für die ist es kein großes Thema, dass man jetzt Fleisch reduzieren muss. In den meisten Fällen, weil sie gar nicht so viel Fleisch zur Verfügung haben. Wenn wir aber jetzt die Produktionsstätten weiter so aufbauen, wie wir das teilweise machen, mit der Massentierhaltung und der Produktion, dann ermöglichen wir ja im Prinzip technologisch, dass immer mehr Fleisch verfügbar wäre. Und das ist, das macht einfach keinen Sinn. Genau da muss man ansetzen. Man muss da wirklich Bilanzen machen, Bilanzen machen und wichtig einfach auch mal nach China gucken, nach Indien gucken, was es da für Entwicklungen gibt in den USA. Auch USA ist mehr ein Abbild von uns. Aber oder umgekehrt. Aber, also ich bin der Meinung, wir ignorieren das sehr stark. Leider. Und das ist nicht gut, dieses internationale Element. Ja, noch einen kurzen Satz zu den Stickstoffoxiden sagen, weil das auch noch mal ganz wichtig ist. Es gibt noch einen anderen Aspekt in der Landwirtschaft, der ganz stark zur Klimaerwärmung beiträgt und problematisch ist Es ist die Stickstoffdüngung. Der Ertrag von Grundnahrungsmittel Pflanzen korreliert exakt mit der Menge des Stickstoffdüngers, den man auf das Feld gibt. Insbesondere bei den Getreidearten. Der Stickstoff, den die Landwirte benutzen, stammt aus dem Haber Bosch Verfahren, wird also künstlich in die Umwelt gebracht.

Es wird chemisch produziert. Jetzt ist es aber so, dass nur 50 % die Stickstoffdünger in die Pflanze hineinkommen. Also die nimmt wirklich sehr wenig Stickstoff, auch von dem ganzen Stickstoff, der dort aufgegeben wird. Der Rest geht dann als Nitrat ins Grundwasser, der wird ausgeschwemmt und als Stickstoffoxid  $NO_2$  in die Luft als Klimagas starkes Gas. Das liegt an sogenannten Nitrifikationsprozessen in der Erde, die also den Stickstoffdünger umwandeln in Nitrat und in zwei. Und das ist eben die große Umweltbelastung, die daraus entsteht. Und das ist auch ein Phänomen, was wir im Laufe der letzten Jahrzehnte beobachtet haben, dass die Pflanzenproduktivität linear gesteigert wurde, was dazu geführt hat, dass wir von 30 % Menschen, die hungern, auf der Erde auf 10 % runtergekommen sind.

Also wir haben definitiv die, die Armut senken können. Aber gleichzeitig haben wir eben den Preis gezahlt, dass wir so viel Stickstoff in die Umwelt gebracht haben, dass wir den globalen Stickstoffkreislauf aus der Balance wieder gebracht haben. Gleichzeitig haben wir den globalen Kohlenstoffkreislauf aus der Balance gebracht mit den fossilen Brennstoffen, was man in Bilanzierung ganz klar sagen kann. Das heißt, wir haben hier wieder die Pflanze, die zentral an zwei großen oder den wichtigen globalen Kreisläufen beteiligt ist der Stickstoffkreislauf und der Kohlenstoffkreislauf. Und da steht die Pflanze zentral mit ihrer Bedeutung. Jetzt ist aber das Problem, wenn man die steigende Weltbevölkerung ernähren möchte, muss man auch die Produktivität erhöhen.

Man hat gleichzeitig die Probleme durch die Klima Ernährung. Also wie kann man jetzt dieses Problem lösen, dass man weniger Stickstoff, auf den auf den Acker gibt? Und da kommen wir wieder zu diesen Biobanken zurück. Also die Pflanze ist hier wieder die Lösung des Problems. Es gibt Pflanzen, die diese Nitrifikationsprozesse initiieren können durch Wurzeln. Und das gibt es auch beim Weizen, also bei Getreidesorten hat man das beobachtet. Das untersuchen wir gerade sehr stark. Und wenn man jetzt also Pflanzen entwickelt, die eine Höhe, eine höhere Stickstoffnutzungseffizienz haben, das heißt, die nehmen mehr Stickstoff aus dem Boden auf und gleichzeitig können sie die Nitrifikationsprozesse im Boden initiieren. Würde man damit weniger Stickstoffdünger auf den Feldern benötigen, um die gleiche Produktivität zu bekommen? Und genau das ist. Das ist eigentlich eine Lösung, ein Teil der Lösung des Problems, den wir gerade aktuell erforschen.

**Maiada Hadaia:**

Das bedeutet zum Verständnis vielleicht noch mal, das heißt diese Art Dünger, der jetzt hauptsächlich eingesetzt wird, ist nicht biologische Landwirtschaft?

Der ist eben so problematisch, dass man den eigentlich weglassen.

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, das ist nicht in der Bio-Landwirtschaft aber weglassen kann man ihn auf keinen Fall, weil wie gesagt, der Ertrag korreliert direkt mit der Menge der Stickstoffdünger ist. Aber man kann diese Bilanz deutlich verbessern, wenn man Pflanzen züchtet oder charakterisiert, die genau diese Eigenschaften haben eine sogenannte BNI, eine biological nitrification inhibition Aktivität, also eine biologische Nitrifikation Aktivität durch die **Wurzelexsudate**, das heißt die Wurzeln sekretieren Stoffe und die, eigentlich modelliert sich die Pflanze ihr Mikrobiom im Boden durch diese organischen Stoffe, die sie sekretiert. Man sagt also, 50 bis 70 % der fotosynthetischen Assimilate wird eigentlich als Wurzelexodat in den Boden gegeben von der Pflanze. Und da leben die Bakterien mit. Die können organische Säuren, Zucker usw. die können davon leben. Gleichzeitig wird aber ihre Population manipuliert durch die Pflanze. Sie kann die also gezielt manipulieren und kann zum Beispiel dafür sorgen, dass sie wachstumsfördernde Mikroorganismen in ihrer Wurzelsphäre hat oder auch eben Nitrifikationsprozesse inhibieren. Und diese Nitrifikationsprozesse im Boden, die produzieren genau dieses N<sub>2</sub>O, also dieses Klimagas. Und die sorgt auch dafür, dass Nitrat gebildet wird, was dann wieder aus dem Boden gespült wird. Das heißt, wenn die Pflanze direkt diese Prozesse inhibiert, können wir genau diese nachteiligen Effekte der Landwirtschaft adressieren.

**Maiada Hadaia:**

Letzte Frage noch dazu Wie interessant ist es für Menschen, die in der Landwirtschaft tätig sind, für Landwirte, Landwirtinnen? Wie kommen diese Informationen von Ihnen aus dem Labor zu den Menschen? Infos oder Kontakte?

**Wolfram Weckwerth:**

Das ist eine sehr gute Frage. Also einerseits haben wir Kontakte auch zu Biobauern in Österreich, die uns auch schon direkt kontaktiert haben. Es gibt immer mal wieder eine Publikation, die steht dann in der Presse drin und dann sind die wirklich sehr interessiert und sagen okay, ich habe hier genauso viel Acker, ich will jetzt mal gar kein Stickstoff draufpacken und wenig gießen. Könnt ihr mir irgendwie eine Pflanzenlinie in der Richtung geben und dann kann man da kooperieren. Das ist also dieses Lokale, das finde ich supertoll, das. Wir wohnen auch draußen im Tullnerfeld und wir haben gute Freunde, auch bei den Bauern. Und diese Interaktion ist fantastisch. Ich bin eigentlich Grundlagenforscher, aber ich lerne so viel von denen. Das ist unglaublich. Es ist einfach fantastisch. Das ist die eine Seite. Und die andere Seite ist, dass wir das international angehen. Das heißt, wir haben jetzt auch ein großes Konsortium, BNI, biological nitrification inhibition, wo auch zum Beispiel das mexikanische Züchtungsinstitut, involviert ist. Die haben jetzt Weizenlinien entwickelt, die eine ganz starke Aktivität zeigen in der Richtung, da ist es tatsächlich so, ich würde jetzt gerne Grafik zeigen, an hat die normale Weizenlinie mit Stickstoffdünger und man sieht wunderbar, wie der Ertrag ganz linear mit dem Stickstoffdünger, korreliert.

Und man hat diese Linie bekommen durch Züchtung, die jetzt eine starke Nitrifikationshemmung hat im Boden. Und die fängt schon an mit einem ganz hohen Stickstoff Effizienz, ohne dass überhaupt Stickstoffdünger auf den Acker gegeben worden ist und geht dann auch linear hoch und befindet sich immer oberhalb der normalen Weizen Linie, die da untersucht worden ist. Das heißt, wir haben wirklich hier die Möglichkeit den Stickstoffdünger, die Düngung selbst drastisch einzuschränken und haben die gleiche Produktivität, gleiche Stickstoff, Aufnahmekapazität der Pflanzen, was natürlich fantastisch ist. Das sind Projekte, die wir gerade international machen. Wir haben jetzt zum Beispiel diese Weizenlinien auch bestellt von dem Weizen Forschungsinstitut, die liefern das zu uns und wir werden jetzt Metabolomics Analysen machen. Wir werden Wurzelexodate messen, um zu sehen, wie das genau funktioniert mit der Nitrifikationshemmung.

**Maiada Hadaia:**

Dann bedanke ich mich sehr herzlich bei Ihnen, Herr Weckwerth. Sehr gerne! Zeit für die vielen großartigen Informationen, die dann rausgehen und hoffentlich viele Menschen auch erreichen. Danke schön!

**Wolfram Weckwerth:**

Ja, herzlichen Dank auch Ihnen.