

Micronutrient malnutrition and the impact of modern plant breeding on public health in India: How cost-effective is biofortification?

Alexander J. Stein

1 Problemstellung

Weltweit leidet jeder siebte Mensch an Hunger. Die Ernährungslage der betroffenen Bevölkerungsteile muss daher nachhaltig verbessert werden. Es gibt jedoch auch eine unauffälligere Form des Hungers als der direkte Mangel an Nahrung: Mikronährstoffmangel oder „verdeckter Hunger“. Diese Art der Mangelernährung tritt auch bei Menschen auf die sich nicht hungrig fühlen, deren (eintönige) Kost jedoch keine ausreichende Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen sicherstellt. Schätzungen zufolge sind davon zwei Drittel der Weltbevölkerung betroffen – zum größten Teil Frauen und Kinder. Dieser verdeckte Hunger kann verheerende Folgen für das Leben, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Betroffenen haben (wie vorzeitiger Tod, Blindheit, Kretinismus oder ein geschwächtes Immunsystem). In vielen Ländern stellen diese Mangelerscheinungen daher ein ernsthaftes Problem für die öffentliche Gesundheit dar. Sind solche Mangelerscheinungen weitverbreitet, so können sie darüber hinaus die allgemeine Produktivität und das Wirtschaftswachstum eines Landes hemmen, was wiederum dessen Entwicklungschancen einschränkt.

Selbst wenn wirtschaftliche Entwicklung langfristig dazu beitragen kann das Problem der Mangelernährung zu lösen, so reichen Einkommenszuwächse alleine nicht aus um Mikronährstoffmangel in der näheren Zukunft unter Kontrolle zu bringen. Jedoch haben auch herkömmliche Ansätze zur Behebung des Problems – durch flächendeckende Verabreichung von Mikronährstoffpräparaten, durch gesetzlich geregelte Anreicherung von Grundnahrungsmitteln, durch erzieherische Maßnahmen zur Förderung einer ausgewogenen Ernährung oder durch die Förderung von Projekten die die Verfügbarkeit von Gemüse erhöhen – ihre eigenen Schwächen, die Fortschritte bei der Bekämpfung des verdeckten Hungers erschweren.

In diesem Zusammenhang könnten die jüngsten Entwicklungen in Bezug auf „natürliche Anreicherung“ (engl. „biofortification“) vielversprechend sein, da dieser Ansatz Schwächen der existierenden Alternativen ausgleichen und das Instrumentarium zur Verbesserung der Ernährungslage sinnvoll erweitern könnte. Hierbei ist die zugrundeliegende Idee Pflanzen zu züchten, die einen erhöhten Mikronährstoffgehalt aufweisen. Geschieht diese Anreicherung bei Pflanzen die als Grundnahrungsmittel dienen (engl. „staple crops“) und in der Ernährung der Armen überwiegen, so kann diese Maßnahme ihre Zielgruppe automatisch erreichen. (Wohingegen z.B. bei der Verteilung von Mikronährstoffpräparaten die entsprechende Infrastruktur, Logistik und Kon-

trolle notwendig sind). Allerdings ist das Hauptargument das für diese Maßnahme vorgebracht wird ökonomischer Natur: Da eine weitestgehend einmalige Investition in die Entwicklung dieser angereicherten Feldfrüchte mehrere Länder gleichzeitig nützen kann, und da diese Pflanzen von den Bauern beliebig nachgebaut und vervielfältigt werden können, multipliziert sich der potentielle Nutzen dieser Investition über Raum und Zeit hinweg, d.h. sie verspricht akkumulierende Gewinne in Form besserer Gesundheit und größeren Wirtschaftswachstums abzuwerfen. In Anbetracht der wiederkehrenden Kosten der alternativen Maßnahmen, könnte sich natürliche Anreicherung als sehr kosteneffizient erweisen. In einer Welt des Mangels wiegt ein solches Argument schwer: Ressourcen im Gesundheitswesen von Entwicklungsländern besser zu nutzen kann bedeuten Leben zu retten.

Natürlichen Anreicherung hat jedoch weitere Implikationen: Falls das Genmaterial der Pflanze nicht die nötige Variabilität in Bezug auf den Gehalt des gesuchten Mikronährstoffs aufweist, kann die Anreicherung nicht durch konventionelle Züchtung erfolgen. In einem solchen Fall bietet die Gentechnik u.U. einen Ausweg. Allerdings wird die „grüne“ Gentechnik kontrovers diskutiert und insbesondere ihr potentieller Beitrag zur Bekämpfung des Hungers in der Welt wird von verschiedenen Seiten in Frage gestellt. Daher bietet die Analyse einer gentechnisch veränderten Pflanze mit höherem Nährwert die Möglichkeit auch dieses Argument zu beleuchten.

2 Forschungsfrage

Die vorliegende Arbeit soll klären, ob natürliche Anreicherung von Grundnahrungspflanzen tatsächlich geeignet sein kann, Mangelernährung wirkungsvoll zu lindern. Darüber hinaus ist zu klären, ob natürliche Anreicherung relativ kostengünstiger sein kann als bestehende Alternativen oder als andere Maßnahmen im Gesundheitswesen von Entwicklungsländern, denn nur in diesem Fall wäre sie auch eine sinnvolle Ergänzung des Maßnahmenkatalogs zur Kontrolle von Mikronährstoffmangel. Bei der Untersuchung dieser Fragestellungen ist ferner zu klären, welche Faktoren den Erfolg natürlicher Anreicherung beeinflussen können (wie die Höhe des Mikronährstoffgehalts in den Pflanzen oder ihr Verbreitungsgrad), denn aus diesen Erkenntnissen lassen sich konkrete Empfehlungen für die Durchführung dieser Intervention ableiten. Von zusätzlichem Interesse ist außerdem die Klärung der Frage, ob die Anwendung grüner Gentechnik in diesem Bereich dazu beitragen kann, die Ernährungslage in Entwicklungsländern zu verbessern und die Auswirkungen von Mangelernährung zu verringern.

3 Zielsetzung

Obwohl sich die Entwicklung natürlich angereicherter Feldfrüchte gegenwärtig in einem fortgeschrittenen Stadium befindet, fehlt es an einer gründlichen und umfassenden Bewertung dieses Ansatzes – abgesehen von vereinzelt Studien bestimmter Pflanzen, die oftmals eher Beispielcharakter haben und nur auf begrenztem Datenmaterial aufbauen. Um für zukünftige Forschungs- und Politikentscheidungen eine solide Basis zu schaffen, ist es daher notwendig, ent-

sprechend fundierte Analysen durchzuführen. Hierzu werden fünf angereicherte Feldfrüchte (eisenreicher Reis und Weizen, zinkreicher Reis und Weizen und betakarotinreicher Reis) analysiert, die drei Mikronährstoffdefizite (Eisen-, Zink- und Vitamin A-Mangel) decken sollen. Diese Studie ist dabei auf Indien ausgerichtet, da dort alle drei Mangelercheinungen weitverbreitet sind und sowohl Reis als auch Weizen in größerem Umfang konsumiert werden.

4 Methodisches Vorgehen

Die Studie gibt zunächst einen Überblick über das Problem des Mikronährstoffmangels und der Gegenmaßnahmen. Außerdem werden wirtschaftliche und rechtliche Begründungen für die Bekämpfung verdeckten Hungers vorgestellt und natürliche Anreicherung wird in den größeren historischen und technologischen Zusammenhang der Grünen Revolution und der grünen Gentechnik gestellt.

Im Hauptteil der Studie wird der analytische Ansatz für die Quantifizierung der durch Mangelernährung verursachten Gesundheitsschäden entwickelt. Nach einer kritischen Erörterung baut dieser Ansatz auf der Methode der „gesunden Lebensjahre“ (engl. „disability-adjusted life years“ bzw. DALYs) auf, welche der Gesundheitsökonomie entstammt. Die Anwendung einer der Agrarökonomie zunächst fremden Methode ist nötig, da agrarökonomische Methoden normalerweise darauf abzielen, quantitative Veränderungen aufgrund einer neuen Technologie zu erfassen und zu bewerten (sei es ein Mehr an Ertrag oder ein Weniger an Produktionsmitteln). Der Nutzen natürlicher Anreicherung ist jedoch nicht quantitativ sondern qualitativer Art. Darüber hinaus ist diese qualitative Verbesserung der Pflanzen für Bauern und Konsumenten – außer bei Anreicherung mit Betakarotin, die eine Farbveränderung bewirkt – nicht greifbar: Die mangelnde Wahrnehmung von Mikronährstoffen ist ja ein Grund für verdeckten Hunger. Doch selbst bei einer möglichen Würdigung des erhöhten Nährwerts der Pflanzen durch die Konsumenten wäre das Problem ihre fehlende Kaufkraft, schließlich ist zumeist Armut (über die dadurch bedingte eintönige Kost) Auslöser der Mangelernährung. Daher ist ein marktbasierter Ansatz zur Bewertung natürlicher Anreicherung nicht zielführend. Im Rahmen dieser humanitären Intervention ist es vielmehr angebracht, die gewünschte Gesundheitswirkung direkt zu quantifizieren.

Die DALYs-Methode ermöglicht die Gewichtung und – derart normiert – die Aufsummierung der Gesundheitsbelastung aufgrund unterschiedlicher Ursachen. Die Gewichtung reicht dabei von 0 bis 1, wobei 0 für vollständige Gesundheit steht (und in der Berechnung der Krankheitslast durch Multiplikation herausfällt) und 1 gleichbedeutend mit dem Tod ist (der auf diese Weise in die Berechnung einfließt). Die Schwere verschiedener Gesundheitsfolgen wird demzufolge einfach abgebildet, indem entsprechende Gewichtungsfaktoren festgelegt werden.

Ausgehend von der derzeitigen Krankheitslast (engl. „burden of disease“), d.h. ausgehend von der Anzahl der DALYs die derzeit durch die jeweiligen Mikronährstoffdefizite verloren gehen, wird in verschiedenen Szenarien der Konsum mikronährstoffreicher Feldfrüchte simuliert. Durch

diesen Konsum wird der Mikronährstoffmangel gelindert, die Häufigkeit und Schwere der entsprechenden Gesundheitsfolgen nimmt ab und die durch Mangelernährung verursachte Krankheitslast sinkt, d.h. es gehen weniger DALYs verloren. Über die Differenz der DALYs zwischen dem „Status quo“ und den einzelnen Szenarien wird die Wirkung natürlicher Anreicherung quantifiziert, bzw. die Wirkung natürlicher Anreicherung wird anhand der Anzahl der geretteten „gesunden Lebensjahren“ gemessen. Die Wirkungskette von erhöhter Mikronährstoffaufnahme zur Verbesserung des Gesundheitszustandes wird bei Zink- und Vitamin A-Mangel über eine Konsum-Reaktions-Kurve (engl. „dose-response“) abgebildet, während sie bei Eisenmangel (aufgrund der besseren Datenlage und der Besonderheiten dieser Defiziterscheinung) von einer kumulierten Verteilungsfunktion abgeleitet wird.

Durch eine Gegenüberstellung der auf diese Weise errechneten geretteten DALYs und der geschätzten Kosten (für Forschung und Entwicklung, Züchtung, soziales Marketing, etc.) wird ein Koeffizient gebildet (US\$/DALY), der in der Gesundheitsökonomie in zunehmendem Maße bei Kosten-Effizienz-Analysen Verwendung findet. Außerdem haben sowohl die Weltbank wie auch die Weltgesundheitsorganisation Empfehlungen abgegeben, wie diese Koeffizienten zu bewerten sind. Nach einer eingehenden Diskussion der Stärken und Schwächen dieses Ansatzes werden DALYs auch direkt in Geldeinheiten bewertet, da auf diese Weise der Gesundheitsnutzen natürlicher Anreicherung eine monetäre Dimension erhält und somit eine herkömmliche und allgemein verständlichere Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden kann. Aufbauend auf diese Bewertung der DALYs wird außerdem geschätzt, wie groß der durch Mangelernährung herbeigeführte Schaden für die indische Volkswirtschaft insgesamt ist. In einer separaten Analyse werden darüber hinaus verbreiteter Argumente gegen Goldenen Reis qualitativ erörtert und teilweise quantitativ auf ihre Stichhaltigkeit hin untersucht.

5 Empirische Grundlagen und Ergebnisse

Die besondere empirische Stärke der Studie besteht darin, dass ein ausführlicher, landesweit repräsentativer Datensatz genutzt wird, der 120.000 Haushalte umfasst. Über den mengenmäßig erfassten Konsum von 140 Lebensmitteln wird – mittels entsprechender Nährwerttabellen – der Mikronährstoffkonsum der einzelnen Haushalte berechnet. Anhand ihres durchschnittlichen Verzehrs wird dieser Haushaltskonsum auf die verschiedenen Geschlechts- und Altersgruppen verteilt, woraus die individualisierte Mikronährstoffaufnahme von über 500.000 Individuen errechnet wird. Die übrigen Daten entstammen nationalen oder internationalen Gesundheitsstatistiken.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigen, dass in Indien durch Eisenmangel jährlich 4 Mio. gesunde Lebensjahre verloren gehen, durch Zinkmangel gehen 2,8 Mio. verloren und durch Vitamin A-Mangel (VAM) 2,3 Mio. Zusammengefasst kosten diese drei Defiziterscheinungen die indische Gesellschaft jährlich geschätzte 0,8-2,5 Prozent Wirtschaftswachstum – was die negative Auswirkung von Mangelernährung auch auf die Wirtschaft unterstreicht. Bei ausrei-

chendem Züchtungserfolg und weitverbreitetem Konsum können die angereicherten Getreidearten die Krankheitslast der drei Mangelerscheinungen in Indien jedoch um über 50 Prozent reduzieren. Abhängig von den jeweiligen Annahmen könnte das eisenreiche Getreide das Ausmaß der negativen Gesundheitsfolgen von Eisenmangel in Indien um 19-58 Prozent verringern; zinkreiches Getreide könnte die Folgen von Zinkmangel um 16-55 Prozent reduzieren und Goldenen Reis die des VAM um 5-54 Prozent.

Die Analyse der Kosteneffizienz zeigt, dass sich die Kosten für die Bewahrung eines gesunden Lebensjahrs bei der Anreicherung von Reis und Weizen mit Eisen auf 0,46-5,39 US\$ belaufen, bei der Anreicherung des Getreides mit Zink sind es 0,68-8,80 US\$ und bei Goldenem Reis 3,40-35,47 US\$. Somit ist natürliche Anreicherung kosteneffizienter als alternativen Maßnahmen (die bei Eisenmangel 6-16 US\$ kosten, bei Zinkmangel 5-18 US\$ und bei VAM 84-599 US\$). Natürliche Anreicherung erfüllt auch die von internationalen Organisationen vorgeschlagene Obergrenze von 217-620 US\$/DALY mit Leichtigkeit. Nach der zusätzlichen Umrechnung der Gesundheitsgewinne in Geldeinheiten ergibt eine herkömmliche Kosten-Nutzen-Analyse, dass sich der interne Zinsfuß für die Entwicklung von eisenreichem Reis und Weizen auf 61-168 Prozent beläuft, bei dem zinkreichen Getreides beträgt er 53-153 Prozent und bei Goldenem Reis 30-76 Prozent. Diese Ergebnisse liegen z.T. auch deutlich über den Renditen anderer landwirtschaftlicher Projekte, welche laut einer Meta-Analyse zwischen 17-81 Prozent fallen.

Bei aller bei ex ante Analysen gebotenen Vorsicht führen diese Ergebnisse zu einer günstigen Bewertung natürlicher Anreicherung: Sie kann nicht nur sehr effektiv sein, sondern auch preiswerter als alternative Interventionen und sozial einträglicher als andere landwirtschaftliche Projekte. In Anbetracht der Schwankungen der Ergebnisse bei der Projektion unterschiedlicher Szenarien ist jedoch das Engagement und die Unterstützung aller Akteure und Beteiligten nötig um das volle Potential natürlicher Anreicherung ausschöpfen zu können. Gleichzeitig darf die Bedeutung der anderen Maßnahmen nicht unterschätzt werden. Zur Bekämpfung von Mikronährstoffmangel bedarf es einer umfassenden Strategie, welche eine Kombination der Stärken der verschiedenen Interventionen beinhaltet. Die vorliegenden Ergebnisse rechtfertigen jedoch auf jeden Fall die derzeit laufenden Bemühungen um natürliche Anreicherung. Zukünftige Forschung mag diese Ergebnisse bekräftigen und bestätigen, dass natürliche Anreicherung eine sehr kosteneffizienten Maßnahme ist, die dazu beitragen kann die Ernährungslage in den betroffenen Ländern zu verbessern und die Auswirkungen von Mangelernährung zu verringern.

Alexander Stein

alexander.stein@ec.europa.eu

<http://www.AJStein.de>