

# **Baseline assessment and cost analysis of a supplementary feeding intervention on Adivasi children in West Bengal, India:**

*How to diversify diets with locally available resources cost-effectively to reduce the burden of child and maternal undernutrition and anaemia?*

**Dissertation**

**to obtain the doctoral degree of Social Sciences (Dr. rer. soc)**

**Faculty of Business, Economics and Social Sciences  
University of Hohenheim**

**Institute of Health Care and Public Management  
*Fg. Household and Consumer Economics (530a)***

submitted by:

Silvia K. E. Golembiewski

from Heilbronn, Germany

2022

## Abstract

**Background:** Anaemia and undernutrition are widely spread in India. The latest National Family Health Survey (published in 2020) showed that anaemia prevalence increased since 2015-16 and rose from 59 to 77 percent of under-five-children; likewise stunting (chronic malnutrition) numbers rose in six out of ten major states. Tribal Adivasi children and mothers living in rural Birbhum district, West Bengal, were found to be widely affected by undernutrition and anaemia and initiatives to overcome this situation are urgently needed. In order to develop adequate strategies, the living situation of Adivasi families as well as linkages of those with the occurrence of anaemia and undernutrition need to be better understood.

**Objectives:** This dissertation therefore aimed to investigate the extent of anaemia and undernutrition of children (aged 6-39 months) and their mothers in the tribal Adivasi communities in rural Birbhum district and to make their living, health and nutrition situation known. It was strived to work out associations between the living situation (as income or child caring capacities) and the occurrence of anaemia and undernutrition. The dissertation further aimed to examine in how far nutritious meals alone or rather nutritious meals along with a locally prepared leaf powder of Moringa and Amaranthus or along with a nutrient sprinkle would help to reduce anaemia in children? Knowing the effectiveness of providing nutritious meals to children in decreasing anaemia, a cost-effectiveness analysis of locally available foods (n=425) has been conducted in order to know the foods most suited to feed undernourished children and mothers. Using cost-effective foods (rather than those absolutely most nutrient-dense) appeared needful in the light of the limited spending capacity on food of Adivasi families. A weekly meal schedule was developed in order to cover RDAs of children (aged 12-23 months) and their mothers - being lactating, pregnant or non-pregnant and non-lactating. The research further aimed to enumerate the costs to prepare the suggested meals and to assess if those are at all affordable to tribal Adivasi families or not. It was finally shown how the deficit to pay for the suggested cost-effective nutrient-dense meal schedule can be covered with the help of government schemes (AWCs, PDS, MGNREGA), as well as NGO involvement, respectively.

**Methods:** A baseline survey comprising 298 HHs has been conducted in order to understand the living, health and nutrition conditions of Santal Adivasi families living in rural Birbhum district. Further, a comparative pre-post-intervention trial has been implemented to investigate the usefulness of providing nutritious meals with or without the Moringa/Amaranthus leaf powder/TopNutri sprinkle to children aged 6-39 months to decrease anaemia; medical examinations of children (n=307) and their mothers took place every six months - with a total duration of 18 months. Finally, a cost-effectiveness analysis of locally available foods (n=425) has been conducted, analyzing 38 nutrients and 5 anti-nutritive elements.

**Results:** Anaemia and undernutrition of Adivasi children and mothers living in rural Birbhum district may be decreased by training families to prepare cost-effective nutrient-dense meals and to process used foods in order to improve nutrient absorption and better cover RDAs. The support of government schemes is urgently required to implement such strategy - as the cost of a diversified diet clearly exceeds the family's spending capacities on food. Further, kitchen gardens, fishing activities and crop diversification may contribute to pave the way for regular intakes of cost-effective and nutrient-dense meals.

**Conclusion:** Besides focusing on children moving in the "1000-days-window" of opportunity (starting with their conception/pregnancy and lasting throughout the CF period until the children reach two years), also lactating mothers need to be focused when striving to improve nutrient intakes and decrease therewith anaemia and undernutrition amongst the rural Adivasi population of Birbhum district; those should be considered to become beneficiaries of AWC meals.

## Summary of findings

This dissertation presented and analyzed the living, health and nutrition situation of tribal Adivasi children (aged 6-39 months) as well as of their mothers living in rural Birbhum district, West Bengal, India. It was found that extended families use to have higher incomes ( $p<0.05$ ) compared to nuclear families and that higher education of mothers (having completed at least class eight) is associated with higher incomes, too ( $p<0.05$ ). Higher incomes were further found associated with a lesser incidence of moderate and severe anaemia amongst children ( $p<0.05$ ). Further, active child caring was found to decrease the incidence of stunting ( $p<0.05$ , for caring efforts of three hours or more per day) - while mothers tied up in cooking (with cooking efforts of 6 and more hours a day) showed to have bigger likelihood of having a wasted or underweight child ( $p<0.05$ ). It was suggested that the provision of gas cookers along with cooking gas to Adivasi families may be helpful to free mothers to care more actively for their children and reduce therewith child undernutrition. The dissertation further revealed that either father or mother deciding alone how to expense available income is superior to joint spending decisions - and it was in fact HHs with mothers deciding alone which showed the largest share of children with no or merely mild anaemia ( $p<0.05$ ). It was suggested, accordingly, that mothers may be entrusted to manage a food budget on their own. Very importantly, the nutritional status of children and their mothers was found to be linked, where mothers with adequate BMI (18.5 and higher) had less often than expected a wasted child ( $p<0.001$ ) and also less often an underweight child ( $p=0.001$ ). Severe thin mothers (with a BMI<16.0) showed biggest likelihood of having a child with at least one anthropometric failure. No significant association was found between the anaemia status of the mother and her youngest child ( $p>0.05$ ). Still, non-anaemic mothers showed bigger likelihood of having non-anaemic children than mothers with poorer Hb statuses, and - the other way around - mothers with severe anaemia showed the biggest likelihood of having children with moderate anaemia. It was argued, accordingly, that not only children but also their mothers should be better nourished in order to break the vicious circle of undernutrition - with a focus on lactating mothers who have highest nutritional intake needs. Overall, 94 percent of tribal Adivasi children were found anaemic ( $n=307$ , age range: 6-39 months,  $Hb<11g/dl$ ) as well as 86 percent of their mothers ( $n=283$ ,  $Hb<12g/dl$ ). Anaemia in children was found significantly associated with the age of the child ( $p<0.001$ ) where Hb was found to rise with increasing age and children above three years reached mild forms of anaemia - while children aged 6-23 months commonly suffered from moderate anaemia. Further, the consumption of fruit was found to decrease the incidence of moderate and severe anaemia ( $p<0.05$ ). There was also a link between child undernutrition and the occurrence of severe anaemia, where children with no anthropometric failure (CIAF indicator) showed lesser likelihood to develop severe anaemia compared to children with at least one anthropometric failure ( $p<0.05$ ). Seeing the high incidence of anaemia and interlinking to child undernutrition as well as interlinking of nutritional status of children and their mothers - the question arose how to overcome child as well as maternal undernutrition and anaemia? The present comparative intervention study conducted in 21 tribal villages found that providing diversified meals three times a week to children aged 6-39 months rose their mean Hb by 0.98g/dl (compared to 0.45g/dl in the CG); it was found that after 12 months children receiving the diversified meals showed a bigger share of non-anaemic or only mildly anaemic children compared to the CG ( $p<0.05$ ). Further, children who had received the diversified meals showed bigger likelihood of achieving Hb increases which belong to the top 30 percent of all reported Hb increases (amounting to 1.40g/dl and more) after 12 months of intervention compared to the CG ( $p<0.01$ ). It was argued, accordingly, that providing nutritious meals to undernourished tribal Adivasi children increases Hb and reduces anaemia. No significant difference in the distribution of non-anaemic and mildly anaemic children versus moderately and severely

anaemic children could be found when comparing a group of children who had received a leaf powder of Moringa and Amaranthus along with diversified meals to the CG ( $p>0.05$ ) and when comparing a group of children who had received a (low dosed) micronutrient sprinkle along with diversified meals ( $p>0.05$ ). A cost-effectiveness analysis of 425 locally available foods has been conducted in order to work out those foods delivering highest nutrient density in relation to their retail cost (adjusted for edible portion). Foods from the FGs cereals and millets, vegetables, and roots and tubers belonged more often to the top 30 percent of cost-effective foods as per winter-price analysis ( $p<0.001$ ) - while also grain legumes became cost-effective as per summer-price analysis ( $p<0.05$ ). While the overall cost-effectiveness of FGs showed little difference considering winter- and summer price analyses, the cost-effectiveness of specific foods within some of the analyzed FGs did actually change (especially in case of vegetables). It was recommended, accordingly, to use most cost-effective locally available foods to nourish undernourished children and mothers adequately - and to consider also seasonal price changes of foods thereby. The developed aggregate cost-effectiveness indicator covered 38 nutrients. Further, five anti-nutritive elements to be limited in the diet of undernourished individuals had been considered: oxalate, phytate, polyphenols, sodium as well as dietary fibre. The need to process foods rich in anti-nutrients in order to cover the RDAs of undernourished children and mothers was highlighted - working out a categorization of anti-nutritive elements in low ( $\leq 4$ th percentile), medium ( $> 4$ th until  $\leq 8$ th percentile), high ( $>8$ th until  $\leq 9.5$ th percentile) or very high ( $> 9.5$ th percentile) contents. On the basis of knowing most cost-effective locally available foods and assessing also their anti-nutritive elements, a weekly meal schedule has been worked out in cooperation with the nutritionist Caroline Stiller (who was the second PhD candidate in this twin PhD project and knows the local setting well). It became clear that the RDAs of moderately malnourished children and their mothers can hardly be fully covered with locally available foods alone - where a deficit of 20 and more percent of the RDA remained with regard to vitamins A, E, B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>, as well as of zinc and linoleic acid (children), with regard to vitamins A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>9</sub>, as well as of potassium and linoleic acid (lactating women), with regard to vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>9</sub>, as well as of iron, potassium and linolenic acid (pregnant women), and with regard to vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub>, as well as of iron, potassium and linolenic acid (non-pregnant and non-lactating women). It was further found that the costs associated with the suggested cost-effective and nutrient-dense weekly meal schedule exceeded available family budgets (calculated based on  $n=66$  HHs and with respect to consumed portion sizes of children and mothers) by 217 percent in case of children (with a weekly cost of 267 Rs. rather than the available 144 Rs.), and by 200 percent in case of lactating, pregnant as well as non-pregnant non-lactating mothers. The role of government services (AWCs, the PDS, and the MGNREGA), kitchen gardening/wild plant collection, own fishing activities and crop diversification in covering this deficit was enumerated and it was found that AWCs are able to cover the largest part of the weekly financing deficit (amounting to 34 percent in case of children), followed by kitchen gardens/wild plant collection (24 percent). As breastfeeding is deeply rooted in the Santal Adivasi communities (96 percent of mothers,  $n=275$ , were found to breastfeed their youngest child - with a mean age of 21.2 months), it is proposed in this dissertation that lactating women should be included as beneficiaries of AWCs in order to cover their nutrient needs and break - finally - the circle of undernutrition where children and mothers need to be seen together, rather than focusing merely on children in the well-known 1000-days window of opportunity.

## Ergebniszusammenfassung

Diese Dissertation analysiert die Lebens-, Gesundheits-, und Ernährungssituation von Kindern der Bevölkerung Indiens im Alter von 6-39 Monaten, die im ländlichen Birbhum Distrikt in West Bengalen leben - und präsentiert dabei auch Daten ihrer Mütter. Es zeigte sich, dass Großfamilien signifikant öfter eine höhere Einkommensgruppe erreichen als Kleinfamilien ( $p < 0,05$ ), und dass sich weiterhin ein höherer Bildungsstand der Mütter (Abschluss der 8. Klasse) positiv aufs Einkommen der Familie auswirkt ( $p < 0,05$ ). Höhere Einkommen korrelierten mit einer geringeren Inzidenz an moderater und schwerer Anämie bei den untersuchten Kindern ( $p < 0,05$ ). Zudem konnte gezeigt werden, dass Mütter, die sich mindestens drei Stunden am Tag aktiv ihrem Kind zuwenden, weniger oft ein chronisch unterernährtes Kind haben (stunting,  $p < 0,05$ ) - wohingegen Mütter deren Hauptbeschäftigung das Kochen ist (mit einem Kochaufwand von 6 und mehr Stunden täglich) signifikant öfter ausgezehrt oder untergewichtige Kinder haben (wasting/underweight, jeweils  $p < 0,05$ ). Entsprechend scheint es sinnvoll, der Adivasi-Bevölkerung in Birbhum Distrikt Gaskocher bereit zu stellen, sowie das notwendige Gas, sodass die Mütter Zeit gewinnen sich ihren Kindern zu widmen. Die Dissertation zeigt weiterhin, dass Haushalte, in denen die Mütter alleine über Ausgaben entscheiden, den höchsten Anteil an Kindern mit nur milder oder gar keiner Anämie aufwiesen ( $p < 0,05$ ) und es scheint empfehlenswert, Müttern ein Essens-Budget zu überantworten. Der Ernährungsstatus von Kindern und ihren Müttern korrelierte, wobei Mütter mit adäquatem BMI (18,5 und höher) weniger oft als erwartet ein ausgezehrt Kind hatten (wasting,  $p < 0,001$ ), sowie weniger oft ein untergewichtiges Kind (underweight,  $p < 0,001$ ). Sehr dünne Mütter (mit einem BMI  $< 16,0$ ) zeigten die größte Wahrscheinlichkeit ein mangelernährtes Kind zu haben. Bezüglich des Anämie-Status von Kind und Mutter konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang gefunden werden ( $p > 0,05$ ). Dennoch zeigten nicht-anämische Mütter eine höhere Wahrscheinlichkeit ein nicht-anämisches Kind zu haben als Mütter mit niedrigem Hb; im selben Sinne zeigten Mütter mit schwerer Anämie die höchste Wahrscheinlichkeit ein Kind mit moderater Anämie zu haben (die häufigste Anämie-Form unter den untersuchten Adivasi-Kindern). Entsprechend gilt es nicht nur die Kinder der indischen Ureinwohner, sondern auch deren Mütter besser zu ernähren, um den Kreislauf der Mangelernährung zu durchbrechen; hierbei gilt es einen Schwerpunkt auf die stillenden Mütter zu legen, die den höchsten Nährstoffbedarf haben. Insgesamt wiesen 94 Prozent der untersuchten Kinder im Alter von 6-39 Monaten eine Anämie auf ( $n=307$ ,  $Hb < 11g/dl$ ), sowie 86 Prozent ihrer Mütter ( $n=283$ ,  $Hb < 12g/dl$ ). Der kindliche Anämie-Status korrelierte stark mit dem Alter ( $p < 0,001$ ), wobei ältere Kinder weniger anämisch waren und Kinder  $> 36$  Monate eher milde Anämien zeigten - wohingegen Kinder zwischen 6-23 Monaten meist eine moderate Anämie vorwiesen. Der Verzehr von Früchten senkte nachweislich das Vorkommen von moderater und schwerer Anämie unter den Kindern ( $p < 0,05$ ). Zudem zeigte sich eine Korrelation kindlicher Unterernährung und schwerer kindlicher Anämie, wobei gut ernährte Kinder (no anthropometric failure, CIAF Indikator) eine geringere Wahrscheinlichkeit zeigten eine schwere Anämie zu entwickeln ( $p < 0,05$ ). Mit Blick auf die sehr hohe Anämie- und Mangelernährungsrate unter den untersuchten Adivasi-Kindern und im Wissen, dass mütterliche und kindliche Unterernährung verknüpft sind, stellte sich die Frage, wie sich die Ernährungssituation im ländlichen Birbhum Distrikt effektiv verbessern lässt? Eine komparative Interventionsstudie in 21 Adivasi-Dörfern Birbhums zeigte, dass der Verzehr nährstoffdichter Mahlzeiten dreimal die Woche über 12 Monate hinweg den Hb der Kinder (6-39 Monate) um  $0,98g/dl$  ansteigen lies (verglichen zu einem Anstieg von  $0,45g/dl$  in der Kontrollgruppe); im Vergleich zur Kontrollgruppe waren die Kinder mit den nährstoffreichen Mahlzeiten öfter nicht oder nur mild anämisch nach 12 Monaten ( $p < 0,05$ ). Desweiteren erreichten

die Kinder mit nährstoffdichten Mahlzeiten signifikant öfter einen hohen Hb-Anstieg, der unter die besten 30 Prozent aller verzeichneten Hb-Entwicklungen fiel (mit einem Anstieg von 1,4g/dl und mehr innerhalb von 12 Monaten;  $p < 0,01$ ). Aus der Interventionsstudie schließt sich, dass der Verzehr nährstoffdichter Mahlzeiten den Hb der mangelernährten Adivasi-Kinder steigen lässt und die Anämie-Prävalenz reduziert. Der Verzehr von einem Blatt-Pulver aus Moringa und Amaranthus zusätzlich zu den Mahlzeiten (IG2) zeigte keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Verteilung von nicht-anämisch und mild anämischen Kindern versus moderat und schwer anämischen Kindern zur Kontrollgruppe ( $p > 0,05$ ); selbiges gilt für den Verzehr eines gering-dosierten Mikronährstoffpulvers (Sprinkle) zusätzlich zu den Mahlzeiten ( $p > 0,05$ ). Innerhalb der vorliegenden Dissertation wurde weiterhin eine Kosten-Effizienz-Analyse durchgeführt, die 425 lokal verfügbare Lebensmittel einbezog und untersuchte, welche dieser Lebensmittel bezogen auf die Kosten die höchste Nährstoffdichte aufweisen? Die Kosten wurden an die tatsächlich essbare Portion angepasst, um etwa Knochen, Schale und Kerne zu berücksichtigen. Lebensmittel der Nahrungsmittelgruppen (1) Getreide/Hirse, (2) Gemüse und (3) Wurzeln gehörten signifikant öfter zu den Top 30 Prozent der kosteneffizienten Lebensmittel in der Winterpreis-Analyse ( $p < 0,001$ ); im Sommer zeigten sich zudem (4) Leguminosen kosteneffizient ( $p < 0,05$ ). Während die Kosteneffektivität der Nahrungsmittelgruppen nur geringe saisonale Unterschiede aufwies, schwankte die Kosteneffektivität einzelner Nahrungsmittel (besonders beim Gemüse) beachtlich. Es empfiehlt sich daher unter Berücksichtigung saisonaler Besonderheiten die kosteneffizientesten Lebensmittel zur Ernährung der mangelernährten Adivasi Kinder und Mütter auszuwählen. Der angewandte Kosten-Effektivitätsindikator schließt 38 Nährstoffe ein; desweiteren finden sich fünf Anti-Nährstoffe betrachtet, die in der Ernährung moderate mangelernährter Kinder möglichst gering zu halten sind: Oxalat, Phytat, Polyphenole, Natrium und Ballaststoffe. Die Dissertation thematisiert die Notwendigkeit, antinährstoffreiche Lebensmittel vor dem Verzehr zu bearbeiten (etwa einzuweichen oder zu rösten), um die Referenzwerte (RDAs) der mangelernährten Kinder und deren Mütter zu erreichen - hierfür wurde entsprechend der Perzentile eine Kategorisierung der indischen Lebensmittel erarbeitet, um sehr hohe ( $> 9,5$ tes Perzentil), hohe ( $> 8$ tes bis  $\leq 9,5$ tes Perzentil), mittlere ( $> 4$ tes bis  $\leq 8$ tes Perzentil), und geringe ( $\leq 4$ tes Perzentil) Antinährstoffniveaus zu unterscheiden. Basierend auf der Kenntnis der lokal verfügbaren kosteneffektiven und antinährstoffarmen Lebensmittel wurde - in Kooperation mit der Ernährungswissenschaftlerin Caroline Stiller - ein wöchentlicher Ernährungsplan für die Adivasi-Kinder ihre Mütter entwickelt. Es zeigte sich, dass die RDAs der moderat mangelernährten Kinder (die höher liegen als die Verzehrsempfehlungen gesunder Kinder!) und ihrer Mütter nicht vollständig durch lokale Lebensmittel alleine gedeckt werden können; es blieb trotz Einsatz der kosteneffektivsten Lebensmittel ein Defizit von 20 Prozent und mehr der empfohlenen Verzehrsmenge in Bezug auf die Vitamine A, E, B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>, sowie Zink und Linolsäure (Kinder), in Bezug auf die Vitamine A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>9</sub>, sowie Kalium und Linolsäure (stillende Frauen), in Bezug auf Vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und B<sub>9</sub>, sowie Eisen, Kalium und Linolsäure (Schwangere), und in Bezug auf Vitamine B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>, sowie Eisen, Kalium und Linolsäure (nicht-schwangere, nichtstillende Frauen). Die Dissertation zeigte desweiteren, dass die Kosten der empfohlenen Ernährung das verfügbare Budget der Adivasi-Familien (berechnet auf Basis den Einkommensdaten von  $n=66$  Haushalten und mit Bezug auf die Verzehrsmengen von Kindern und Müttern) um 217 Prozent (Kinder) bzw. um 200 Prozent (Mütter) übersteigen. Das Potential von Regierungsprogrammen (AWCs, PDS, sowie der MGNREGA), Küchengärten, Fischerei und einer diversifizierten Landwirtschaft wurde quantifiziert, wobei die AWC den größten Teil zur Finanzierungslücke einer kosteneffizienten diversifizierten Ernährung beitragen können, gefolgt von Küchengärten. Da das Stillen bei den Adivasi-Müttern weit verbreitet ist (96 Prozent der Mütter,  $n=275$ , stillten ihr jüngstes Kind entsprechend des Baseline-Surveys - mit einem mittleren Alter der Kinder von 21,2 Monaten), empfiehlt diese Dissertation stillende Mütter dringend als Nutznießer der AWC einzuschließen, um ihren Nährstoffbedarf besser abzudecken und den Kreislauf der Unterernährung, wo Kinder und ihre Mütter gemeinsam gesehen werden müssen und der alleinige Fokus auf die Kinder in den ersten 1000 Tagen unzureichend ist, schließlich zu durchbrechen.