

**Investment in health within the agriculture,  
water, sanitation and hygiene nexus for rural  
households in Bangladesh**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades

Doktor der Agrarwissenschaften

(Dr. agr.)

der

Landwirtschaftlichen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt von

**Mohammad Monirul Hasan**

aus

Tangail, Bangladesch

Bonn 2018

## Abstract

Water, sanitation and hygiene (WASH) related burden of disease is one of the most important aspects of human capital formation. As WASH is a system issue, it needs to be investigated with many other complementary factors to establish the possible synergy effects with nutrition and human capital. By identifying the possible linkage between WASH and nutrition, this thesis strives to identify the impact of improved water infrastructure and behavioural change investment on health and nutrition. In doing so, it investigates the impact of publicly supplied piped water on water and food quality, health, and child nutrition for rural households in north-western Bangladesh. Having examined the ineffectiveness of the piped water on health and nutrition, this study applies a Randomized Controlled Trial (RCT) experiment of Food Hygiene Education (FHE) to the rural households to evaluate how behavioural change investment towards WASH could benefit health and nutrition.

Using a nationally representative panel data of rural Bangladesh, the first analytical chapter finds that improved water and sanitation infrastructure is found to reduce diarrhoea related morbidity and the level of malnutrition in children under-five. Moreover, education, household dietary diversity score and water purification are found to improve diarrhoea and child nutrition but are sensitive to the maintenance of proper hygiene and cleanliness. In addition, irrigating poses some risks and increases diarrhoea incidence, possibly because the situation is worsened if adequate hygiene and water purification are not practiced. Having livestock in the household plays a positive role in reducing malnutrition if and only if the personal, food and environmental hygiene standards are maintained properly. Therefore, it is the hygiene level which mostly matters for reduction of malnutrition even after controlling for the other household characteristics such as household size, income, education and location. For maintaining proper hygiene, investment is required for personal, food and environmental cleanliness.

One such investment is in the area of access to clean drinking water. In the next chapter, the study uses propensity score matching to investigate the association between a public piped water infrastructure programme (BMDA) and gains in water-sanitation, hygiene and health outcomes in north-western Bangladesh. In terms of food safety, there is no evidence of improvement in the quality of drinking water, measured by *E. coli* count per 100 ml of water at the point of use (i.e. the pots and jars used to store it). Food utensils were tested positive for *E. coli* in both the control and treatment group, thus showing no improvement through the BMDA intervention. Hygiene behaviour such as handwashing with soap after defecation or before feeding children also does not improve. In addition, the study finds no evidence of health benefits, such as decreased diarrhoea incidence in children under-five or improved nutritional outcomes such as stunting, underweight and wasting. Although access to BMDA piped water in the premises is subject to a fee, it seems this incentive mechanism is not strong enough to improve water behaviour or its outcomes: treated households are as poor as the non-treated in terms of maintaining hygiene and water quality, possibly because of a lack of information.

Consequently, the final chapter presents an RCT experiment of FHE. It aims to fill the information gap between the households and identify potential changes in water, sanitation and hygiene related behaviour in the marginalized rural households in the same communities of north-western Bangladesh. The treatment combines three elements - microbiological test results of contamination from *E. coli* bacteria in drinking water and on food preparing utensils, training to maintain food hygiene at the household level and a poster of hygiene messages to be hung in the dining area. The evidence suggests that the FHE treatment has a positive impact on the microbiological quality of drinking water and kitchen utensils. The percentage of households with *E. coli* in the drinking water was reduced after one and two months of intervention, compared with the control group. Households' hygiene practices and cleanliness have increased significantly in the treated households without significant increases in the costs of water, sanitation infrastructure and related investment. In this randomized phased-in evaluation, the former treated households reduced the incidence of child diarrhoea and significantly reduced child wasting by 5% in the two month period compared to the later treated households. The FHE experiment thus results in positive health and nutritional gain for children under-five in the rural households. However, the study only investigates the impact over a two month period. The long term outcomes of FHE are unknown and require further research.

## Zusammenfassung

Krankheitslasten, die im Zusammenhang mit Wasser, Sanitäranlagen und Hygiene (WASH) stehen, sind einer der wichtigsten Aspekte von Humankapitalbildung. Um potentielle Synergieeffekte zwischen Ernährung und Humankapital zu identifizieren, muss WASH als ganzheitliches System durch die Betrachtung verschiedener und sich komplementierender Faktoren untersucht werden. Durch die Beleuchtung der potentiellen Beziehung zwischen WASH und Ernährung prüft die vorliegende Dissertation den Einfluss verbesserter Wasserinfrastruktur einerseits und geänderter menschlicher Verhaltensweisen andererseits auf Gesundheit und Ernährung. Konkret untersucht die Arbeit den Einfluss öffentlicher Wasserversorgung auf die Wasser- und Lebensmittelqualität, die Gesundheit und die Kinderernährung in ländlichen Haushalten im Nordwesten Bangladeschs. Nachdem die Wirkungslosigkeit öffentlicher Wasserversorgung für eine verbesserte Gesundheit und Ernährung herausgearbeitet wird, nutzt die Dissertation ein randomisiertes kontrolliertes Experiment ("Randomized Controll Trial (RCT)") – die Ausbildung ländlicher Haushalte im Bereich Lebensmittelhygiene („Food Hygiene Education (FHE)“) – um zu evaluieren, ob Gesundheit und Ernährung von der Investition in veränderte menschliche Verhaltensweisen profitieren können.

Auf Grundlage einer national repräsentativen Panelbefragung im ländlichen Bangladesch stellt das erste Kapitel fest, dass verbesserte Wasser- und Sanitärinfrastruktur Durchfallerkrankungen und das Ausmaß von Mangelernährung bei Kleinkindern unter fünf Jahren verringern kann. Zusätzlich mindern zwar Bildung, Nahrungsvielfalt in Haushalten und Wasseraufbereitung die Anfälligkeit für Durchfallerkrankungen und verbessern die Ernährung von Kleinkindern, allerdings sind diese Faktoren abhängig von geeigneter Hygiene und Sauberkeit. Zusätzlich stellen Bewässerungssysteme ein Risiko dar, da sie die Anzahl von Durchfallerkrankungen erhöhen, wenn hierbei nicht auf adäquate Hygienemaßnahmen geachtet wird. Dagegen verbessert Tierhaltung im Haushalt die Ernährung, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass entsprechende personelle, ernährungsrelevante und ökologische Hygienestandards eingehalten werden. Folglich stellen hohe Hygienestandards den wichtigsten Faktor zur Reduzierung von Mangelernährung dar. Diese Beziehung hält auch der Kontrolle bezüglich Haushaltsgröße, Einkommen, Bildung und Standort der Haushalte stand. Entsprechend muss für die notwendige Hygiene in personelle, ernährungsrelevante und ökologische Sauberkeit investiert werden.

Ein möglicher Investitionsbereich stellt der Zugang zu sauberem Trinkwasser dar. Entsprechend verwendet das nächste Kapitel die Methodik des Propensity Score-Matchings, um den Zusammenhang zwischen einem Infrastrukturprogramm zur öffentlichen Wasserversorgung und verbesserten Wasser-, Hygiene- und Gesundheitsstandards im Nordwesten Bangladeschs zu untersuchen. Mit Blick auf Lebensmittelsicherheit lässt sich durch das Infrastrukturprogramm keine Verbesserung der Trinkwasserqualität, gemessen an der Anzahl von E. Coli-Bakterien pro 100ml, feststellen. Küchengeräte wurden sowohl in der Kontroll- als auch in der Versuchsgruppe positiv hinsichtlich E. Coli-Bakterien getestet. Darüber hinaus stieg das Hygieneverhalten, zum Beispiel Händewaschen mit Seife nach dem Stuhlgang oder vor dem Füttern von Kindern, ebenfalls nicht an. Schlussendlich findet die Arbeit auch keinen Nachweis für gesundheitliche Vorteile wie verringerte Durchfallerkrankungen bei Kleinkindern unter fünf Jahren oder verbesserte Ernährungssicherheit, zum Beispiel durch die Abnahme von körperlichen Entwicklungshemmnissen, Untergewicht oder Auszehrungserscheinungen. Obwohl der Zugang zur Wasserversorgung durch das Infrastrukturprogramm kostenpflichtig ist, gibt es aufgrund des fehlenden Zusammenhangs demnach nicht genügend Anreize, das Programm zu nutzen.

Infolgedessen präsentiert das abschließende Kapitel ein RCT im Bereich Lebensmittelhygiene das FHE. Das Experiment zielt darauf an, Informationslücken bei den Haushalten zu schließen, indem es mögliche Verhaltensänderungen hinsichtlich WASH bei den benachteiligten ländlichen Haushalten im Nordwesten Bangladeschs identifiziert. Die FHE-Versuchsgruppe kombiniert drei Elemente: mikrobiologische Testergebnisse zur Kontaminierung von E. Coli-Bakterien in Trinkwasser und Küchengeräten, Training zur Hygienesicherung von Nahrungsmittel auf Haushaltsebene sowie Plakate mit praktischen Hinweisen zu verbesserter Hygiene im Esszimmer. Die Ergebnisse legen nahe, dass das FHE-Verfahren einen positiven Effekt auf die mikrobiologische Qualität von Trinkwasser und Küchengeräten hat. Im Vergleich zur Kontrollgruppe reduzierte sich der Anteil von Haushalten mit E. Coli-infiziertem Trinkwasser nach ein bis zwei Monaten nach der FHE-Intervention. Zusätzlich erhöhten sich die Hygienepraktiken und die Sauberkeit in der Versuchsgruppe signifikant, ohne dabei die Kosten für Wasser- und Sanitätsinfrastruktur sowie damit verbundenen Investitionen zu steigern. Schlussendlich reduzierte die Versuchsgruppe die Anzahl von Durchfallerkrankungen bei Kindern sowie deren Auszehrungserscheinungen um 5% in den ersten zwei Monaten im Vergleich zu den später behandelten Haushalten. Die Ergebnisse des FHE-Experiments zeigen demnach positive Gesundheits- und Ernährungsentwicklungen bei Kleinkindern unter fünf Jahren in ländlichen Haushalten. Anzumerken ist, dass die Studie diese Effekte ausschließlich über einen Zeitraum von zwei Monaten untersucht. Die langfristigen Effekte von FHE sind noch unbekannt und erfordern weitere Forschung auf diesem Gebiet.