

**Assoziation von sozioökonomischem Status und  
kognitiver Entwicklung von 1-jährigen Kindern in  
einem Malariarisikogebiet in Ghana**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Medizin (Dr. med.)

an der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Anna-Magdalena Ginsbach  
aus  
Stuttgart

Hamburg 2024

Betreuer:in / Gutachter:in der Dissertation: Prof. Dr. Jürgen May

Gutachter:in der Dissertation: PD Dr. Robin Kobbe

Vorsitz der Prüfungskommission: PD Dr. Robin Kobbe

Mitglied der Prüfungskommission: PD Dr. Carola Bindt

Mitglied der Prüfungskommission: Prof. Dr. Jürgen May

Datum der mündlichen Prüfung: 08.09.2025

An meine Großeltern

# Inhaltsverzeichnis

1	Arbeitshypothese und Fragestellung .....	6
2	Einleitung .....	7
2.1	Einführung .....	7
2.2	Kognitive Entwicklung und Ihr Aufbau .....	8
2.3	Risikofaktoren der kognitiven Entwicklung .....	10
2.4	Untersuchung der kognitiven Entwicklung .....	12
2.5	Der Sozioökonomische Status (SES) .....	13
2.6	Verbesserungsmöglichkeiten der kognitiven Entwicklung/SES .....	15
3	Material und Methoden .....	17
3.1	Studienort und Bevölkerung .....	17
3.2	Die Malaria Geburtskohorte (MBC) .....	18
3.3	Studienteilnehmer und Einschlusskriterien .....	19
3.4	Erhebung der kognitiven Entwicklung .....	20
3.5	Aufbau DMC III .....	20
3.5.1	Grobmotorik .....	21
3.5.2	Feinmotorik .....	21
3.5.3	Sprache .....	22
3.6	Anwendung des DMC III .....	22
3.7	Datenerhebung zur Sozioökonomischen Untersuchung .....	24
3.8	Erstellung des SES .....	24
3.9	Statistische Analyse des Zusammenhangs .....	25
3.10	Ethikvotum .....	27
4	Ergebnisse .....	28
4.1	Charakterisierung der Studienteilnehmer .....	28
4.2	Ergebnisse der Kognitiven Entwicklung .....	31
4.2.1	Deskriptive Statistik .....	31
4.2.2	Darstellung der Streudiagramme der kognitiven Teildomänen im Vergleich untereinander über Pearson Korrelation .....	33
4.3	Analyse des SES .....	34
4.3.1	Deskriptive Statistik der Variablen .....	34
4.3.2	Korrelationsmatrix der Variablen .....	36

4.3.3	Hauptkomponentenanalyse des SES .....	37
4.3.4	Ladung der einzelnen Variablen für die PCA.....	38
4.4	Statistischer Zusammenhang von Kognitiver Entwicklung und SES .....	40
5	Diskussion .....	43
5.1	Zusammenfassung.....	43
5.2	Diskussion der Methoden.....	43
5.2.1	Studienpopulation und Rekrutierung.....	43
5.2.2	DMC als Methode zur Untersuchung der kognitiven Entwicklung .....	45
5.2.3	SES-Erstellung.....	47
5.3	Diskussion der Ergebnisse:.....	48
5.3.1	Ergebnisse DMC III/ Intraindividuelle Variabilität der kognitiven Entwicklung .....	48
5.3.2	Ergebnisse des SES .....	49
5.3.3	SES und kognitive Entwicklung - Ein Netzwerk von Einflussfaktoren.....	50
5.4	Schlussfolgerung und Ausblick: .....	53
6	Zusammenfassung .....	55
7	Literaturverzeichnis.....	59
8	Abkürzungsverzeichnis.....	65
9	Abbildungsverzeichnis.....	66
10	Tabellenverzeichnis .....	67
11	Anhang .....	68
12	Erklärung des Eigenanteils .....	82
13	Eidesstattliche Versicherung .....	84
14	Danksagung.....	85

# 1 Arbeitshypothese und Fragestellung

Ziel des Projekts ist eine strukturierte und standardisierte Erfassung der kognitiven Entwicklung von Kindern in Abhängigkeit des familiären sozioökonomischer Status (SES). Es wird von folgender Hypothese ausgegangen:

Hypothese: Ein niedrigerer familiärer SES hat einen negativen Einfluss auf die kognitive Entwicklung von 1-jährigen Kindern in der Studienpopulation.

Es wird angenommen, dass Kinder von Eltern mit niedrigerem sozioökonomischen und niedrigerem Bildungsstatus weniger Frühförderung der kognitiven Entwicklung erhalten, sowie mögliche Entwicklungsverzögerungen später erkennen. Ein niedrigeres Einkommen kann zudem die allgemeinen Lebensbedingungen verschlechtern, mit Einfluss auf die allgemeine Ernährungssituation und auf das Risiko für Infektionserkrankungen. Diese multifaktoriellen Einflüsse können die frühkindliche kognitive Entwicklung von Kindern negativ beeinflussen.

Umgekehrt kann eine Umgebung im frühen Kindesalter, in welcher die Entwicklung der Kinder mit Spiel- und Lernmaterialien gefördert wird, lebenslange positive Auswirkungen auf den Bildungserfolg und die Produktivität haben. Ein hoher hygienischer Standard, der das Auftreten von Infektionserkrankungen bestmöglich verhindert, sowie eine gute Ausbildung der Eltern, die eine frühe Erkennung und Förderung von Entwicklungsverzögerungen möglich macht, kann die Entwicklung der Kinder hierbei ebenfalls positiv unterstützen.

## 2 Einleitung

### 2.1 Einführung

Lernen und die Möglichkeit sich Wissen anzueignen gelten von jeher als Fähigkeiten, die einen der zentralsten und wichtigsten Punkte des Lebens und der Lebensqualität bilden. Gerade innerhalb der ersten Lebensjahre kommt es zu immensen Lern- und Entwicklungsschritten, die bis ins Erwachsenenalter Auswirkungen tragen. Daher ist es vor allem in den ersten Lebensjahren wichtig, das eigene maximale Potential auszuschöpfen. Global gesehen ist dies jedoch bei weitem nicht für alle Kinder möglich (vgl. Abb. 1).

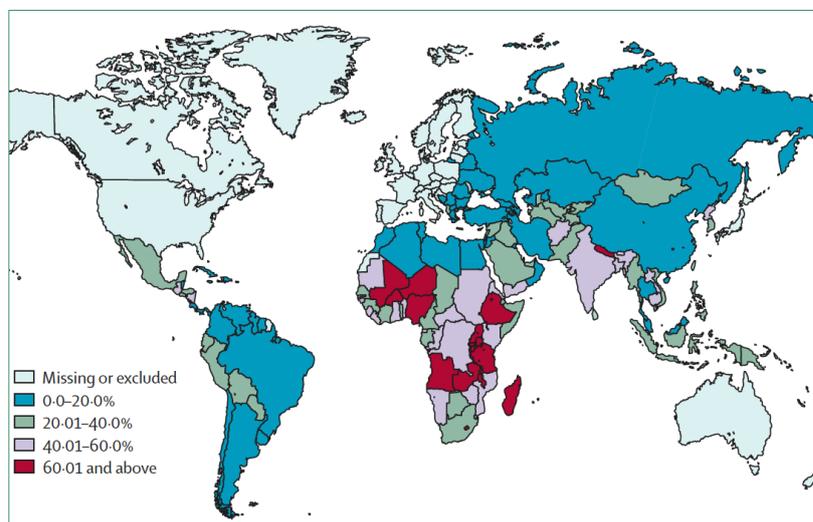


Abbildung 1: Prozentsatz der benachteiligten Kinder unter 5 Jahren (2004) [1]

Nach aktueller Studienlage können in Niedriglohnländern (Low- and Middle-income Countries, LMICs) über 250 Mio. Kinder ihr mögliches kognitives Potential nicht erreichen [2]. Im subsaharischen Afrika (SSA) schöpfen bisher schätzungsweise 66% aller Kinder unter 5 Jahren ihr mögliches kognitives Potential nicht aus [3]. Dabei ist bekannt, dass eine eingeschränkte Entwicklung innerhalb der ersten Lebensjahre gesundheitlich zu weitreichenden Entwicklungsdefiziten der betroffenen Kinder, bis hin zu einer erheblichen Verminderung des erreichbaren Einkommens im Erwachsenenalter, führt [4].

Dieses globale Problem adressierten unter anderem die Vereinten Nationen (UN) in den globalen Nachhaltigkeitszielen (*Sustainable Development Goals*, SDG). Sie verfassten einen Aktionsplan mit 17 Zielen, die bis 2030 umgesetzt werden und weltweit für mehr

Sicherheit, Frieden und Gleichberechtigung sorgen sollen. In der durch die von der Organisation aufgestellten Agenda, sollen diese 17 Ziele durch entsprechende Forschung und Infrastrukturen erweitert und verbessert werden.

Der vierte Punkt der Agenda verfasst das Ziel, allen Kindern weltweit ein Angebot für gleichwertige Bildung und Zugang zu kontinuierlichen Lernmöglichkeiten zu schaffen und damit dem Recht auf gleiche Bildungschancen näherkommen [5].

## **2.2 Kognitive Entwicklung und Ihr Aufbau**

Die genauen Prozesse von kognitiver Entwicklung sind bis heute noch nicht vollständig verstanden. Es gibt einige Theorien, die sich mit den kausalen Zusammenhängen dieser Entwicklungsschritte befassen. Dabei geht die heute anerkannteste und am häufigsten angewandte Theorie auf den Entwicklungspsychologen Jean Piaget zurück und wird daher an dieser Stelle als Erklärungsmodell verwendet [6-8].

Nach Piaget verfügen Kinder bereits zum Zeitpunkt der Geburt über einen begrenzten Wissensstand. Sie haben ein unbewusstes Wissen über Fähigkeiten, wie z.B. überlebenswichtige Neugeborenen-Reflexe (Saug-, Blinzel- und Greifreflex), können aber nicht aktiv auf diese Wissensbasis zugreifen.

Ab dem Zeitpunkt der Geburt erfolgt die kognitive Entwicklung der Kinder durch den Kontakt und die Interaktion mit der Umwelt. Das vorhandene Wissen wird hierdurch gefestigt und durch neue Informationen ergänzt [7]. Prozesse, die anfangs nur unbewusst durchgeführt werden konnten, können durch diese Entwicklung auch aktiv abgerufen und reproduziert bzw. unterdrückt werden [6, 9].

Im zeitlichen Ablauf der kognitiven Entwicklung werden nach der Theorie von Piaget vier altersabhängige Stufen unterschieden (Abb. 2). Innerhalb dieser Stufen lernen Kinder vergleichbare Fähigkeiten, die durch Meilensteine messbar und einordbar sind. Grob lassen sich die Stufen in eine sensomotorische (0-2 Jahre), eine prä-operationale (2-7 Jahre), eine konkret-operationale (7-11 Jahre) und eine formal-analytische Stufe (ab 11 Jahren) zusammenfassen[9, 10].

### Piaget's Stages of Cognitive Development

Stage	Age range	What happens at this stage?
Sensorimotor	0-2 years old	Coordination of senses with motor responses, sensory curiosity about the world. Language used for demands and cataloguing. Object permanence is developed.
Preoperational	2-7 years old	Symbolic thinking, use of proper syntax and grammar to express concepts. Imagination and intuition are strong, but complex abstract thoughts are still difficult. Conservation is developed.
Concrete Operational	7-11 years old	Concepts attached to concrete situations. Time, space, and quantity are understood and can be applied, but not as independent concepts.
Formal Operational	11 years old and older	Theoretical, hypothetical, and counterfactual thinking. Abstract logic and reasoning. Strategy and planning become possible. Concepts learned in one context can be applied to another.

The Psychology Notes Headquarters - <https://www.PsychologyNotesHQ.com>

Abbildung 2: Stadien der Kognitiven Entwicklung nach Piaget

Diese Meilensteine der Entwicklung sind besonders für eine Untersuchung relevant und lassen sich unterschiedlichen kognitiven Domänen zuordnen [11]. In der kindlichen Entwicklung können dahingehend sechs Domänen unterschieden werden (kognitive, sprachliche, exekutive Funktionen, selbst-regulatorische, motorische und sozial-emotionale Domäne) [11].

Die kindliche Entwicklung kann entweder über die kognitive Entwicklung, beispielsweise nach Piaget betrachtet und mit Hilfe psychologischer Abfragen getestet werden, oder aber strukturell-neurologisch erfasst werden.

In der Analyse von Säuglingsgehirnen mittels MRT-Bildgebung konnte wiederholt festgestellt werden, dass besonders die ersten beiden Lebensjahre eines Kindes eine kritische Phase der Hirnentwicklung bilden [12, 13]. Das Volumen des Säugling-Gehirns wächst in dieser Zeit auf 80-90% der Erwachsenengröße [14]. Während des Wachstums finden Entwicklungs- und Anpassungsvorgänge statt, die eine entscheidende Rolle für die langfristige neurologische Entwicklung eines Säuglings darstellen. Neue Neuronen-Kreise bilden sich aus, die bereits vorhandenen festigen sich und Signalübertragungswege werden modifiziert [13, 14]. Bei einer Unterbrechung oder Störung dieser Vorgänge kann es zu lebenslangen Beeinträchtigungen oder Veränderungen kommen [12]. Diese sind allerdings bei früher Intervention reversibel und eine normale Entwicklung kann durch geeignete Interventionen wiederhergestellt werden [15].

## 2.3 Risikofaktoren der kognitiven Entwicklung

In Metaanalysen konnten bereits zahlreiche Risikofaktoren identifiziert werden, die zu einer Verzögerung oder Beeinträchtigung der kognitiven Entwicklung im Kindesalter führen [16-18].

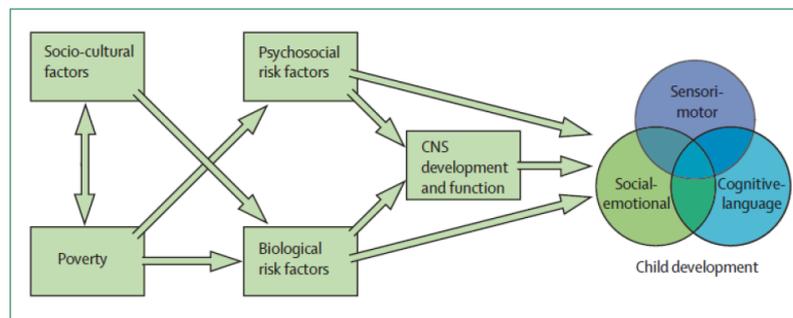


Abbildung 3: Risikofaktoren der kognitiven Entwicklung [17]

Wie in Abb. 3 dargestellt, spielt die Interaktion von Risikofaktoren in einigen entscheidenden Lebensbereichen der Kinder und Familien für die adäquate kindliche Entwicklung eine Rolle. Diese Faktoren können dabei entweder direkt oder indirekt auf die kindliche Entwicklung einwirken, oder über Störungen des ZNS-Stoffwechsels zu einer Entwicklungsverzögerung der betroffenen Kinder führen. Es kann schon ein einzelner Risikofaktor Veränderungen erzeugen. Global gesehen leiden allerdings die meisten Kinder gleichzeitig unter mehreren dieser Risikofaktoren [17]. Mit welchen Risiken Kinder konfrontiert sind, ist in jedem Land, in jeder Familie und in jeder Situation unterschiedlich. An dieser Stelle wird für einen Überblick der Risikogruppen auf die Einteilung nach Walker et al. eingegangen und die Risikofaktoren für Kinder von 0-5 Jahren dargestellt. Es können 4 Bereiche unterschieden werden, die aufeinander einen Einfluss ausüben und dadurch die Entwicklung beeinträchtigen können.

Bei einer näheren Betrachtung der einzelnen Bereiche von Risikofaktoren aus Abb. 3, führen biologische und psychosoziale Risikofaktoren sowohl zu einem direkten Einfluss auf die Entwicklung, als auch zu einem Einfluss auf die Funktionen und Entwicklung des ZNS. Innerhalb der biologischen Risikofaktoren spielen Ernährung, Umwelteinflüsse und das Auftreten von Infektionserkrankungen eine zentrale Rolle.

Mangelernährung und Mangelerscheinungen in Mutter und Kind können zu Entwicklungsverzögerungen führen [16].

Ein Jodmangel während der Schwangerschaft oder eine durch Eisenmangel bedingte Anämie führt bei Kindern zu einer Verzögerung sowie Beeinträchtigung der Entwicklung [19-21]. Umwelteinflüsse, wie z.B. Blei, Mangan oder Arsen im Trinkwasser zeigen bei hoher Exposition ebenfalls Beeinträchtigungen an [17]. Infektionserkrankungen, wie z.B. Wurm-, HIV- oder Malariainfektionen zählen zu den biologischen Risikofaktoren, die potentiell negative Auswirkung auf die Entwicklung haben [22, 23].

Neben den biologischen Faktoren zeigten auch psychosoziale Faktoren Einfluss auf die ZNS-Entwicklung und Funktion. In diesem Bereich kommt besonders die Interaktion zwischen Mutter und Kind zum Tragen. Für eine gute kindliche Entwicklung sind hier besonders 3 Faktoren wichtig: die kognitive Stimulation des Kindes, die Sensibilität und Reaktion der Mutter auf kindliche Bedürfnisse und der Affekt der Mutter [17, 24]. In Hinblick auf affektive Störungen konnten Studien, die eine pränatale maternale Depression untersuchten, feststellen, dass die Kinder kognitiv schlechter entwickelt waren als eine Vergleichsgruppe [25].

Die dritte Gruppe von Risikofaktoren beschreibt den Bereich der soziokulturellen Faktoren von Familien, die einen Einfluss auf die Entwicklung ausüben. Dabei konnte vor allem gezeigt werden, dass ein niedriger mütterlicher Bildungshintergrund einen negativen Effekt auf die kindliche Entwicklung hatte [26].

Ein Faktor, der auf alle drei zuvor genannten Gruppen von Risikofaktoren eine Auswirkung hat, ist Armut. Vor allem schwerste Armut ist ein Hauptrisikofaktor für eine eingeschränkte Entwicklung, wobei hier die Definition verwendet wird, dass Kinder weniger als 2,15 \$ am Tag zum Leben zur Verfügung haben [27]. Nach Analyse von Mc Gregor et al., lebten im Jahr 2007 126 Mio. Kinder unter 5 Jahren in Niedrigeinkommensländern in absoluter Armut [1]. Die meisten dieser Kinder lebten dabei in ländlichen Gebieten [28]. Nach neuesten Berechnungen von UNICEF (Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen) lebten im Jahr 2023 noch weltweit 356 Mio. Kinder in extremer Armut. Durch die COVID-19 Pandemie kamen über 100 Mio. zusätzliche Kinder in die Situation extremer Armut [29]. Die Abschaffung von absoluter Armut und Hunger definierte die UN in ihrem ersten SDG [30].

Die Effekte und Wege, die Armut dabei auf die kindliche Entwicklung nehmen können sind vielseitig und werden an späterer Stelle genauer betrachtet.

## 2.4 Untersuchung der kognitiven Entwicklung

Da innerhalb der ersten Lebensjahre eine außerordentliche Entwicklung stattfindet, ist eine Untersuchung auf Störungen oder Verzögerungen besonders in dieser Zeit sinnvoll.

Durch die Komplexität der Prozesse von kognitiver Entwicklung, stellt auch ihre Untersuchung eine Herausforderung dar [31]. Es gibt viele unterschiedliche Testmethoden, die sich in ihrem Aufbau und Inhalt stark voneinander unterscheiden.

Für eine Einteilung unterscheidet Semrud-Clikeman et al. zwei Ansätze. Der erste Ansatz wird als Screening Methode bezeichnet, der zweite als umfassende kognitive Erhebung [32]. Dabei untersucht eine Screening Methode gleichzeitig mehrere kognitive Domänen und kann im Rahmen von zwei zu untersuchenden Gruppen von Kindern vor allem starke Entwicklungsunterschiede anzeigen. Eine umfassende kognitive Entwicklungserhebung untersucht dagegen feinere Unterschiede zwischen zwei Gruppen. Die Untersuchung erfolgt dabei detailliert durch medizinisches Personal und stellt als Ergebnis die maximale Leistung eines Kindes dar [32]. Je nach Studienmodell sollte vorher geklärt werden, ob eine umfassende kognitive Erhebung benötigt wird, oder ob eine Untersuchung hinsichtlich großer Entwicklungsunterschiede im Rahmen des Screening Ansatzes ausreichend ist.

Neben der Auswahl des geeigneten Ansatzes des kognitiven Testverfahrens, sind bei der Auswahl des Testinstrumentes weitere Einflussfaktoren entscheidend. Dazu zählen unter anderem kulturelle und umweltbedingte Hintergründe der zu untersuchenden Population [32, 33]. Je nach Hintergrund der zu untersuchenden Gruppen, sollten daher unterschiedliche Testmethoden zum Einsatz kommen.

Hinsichtlich des kulturellen Hintergrunds konnte bereits dargestellt werden, dass sich Kinder in kulturell unterschiedlichen Umgebungen auf eine unterschiedliche Art entwickeln [34]. Durch das Lernen in Kontakt mit der Umgebung und den unterschiedlichen Gegebenheiten der Kinder, sind die absoluten Fähigkeiten in den Stadien der kindlichen Entwicklung unterschiedlich ausgeprägt. In einer Umgebung, in der Spielmaterialien, wie z.B. Puzzles eingesetzt werden (hier v.a. in Ländern mit hohem Einkommen, High-income Country, HIC), können Kinder Aufgaben mit Puzzlesteinen eher ausführen, als in Umgebungen, in denen das Puzzlespiel nicht verbreitet ist [33]. Wird ein Kind in den ersten Lebensjahren viel auf dem Rücken getragen, ist die motorische Entwicklung anders ausgeprägt als in Kulturen, in denen Kinder viel Bewegungsspielraum haben [33]. Daher ist es wichtig die Hintergründe der zu untersuchenden Population bei der Auswahl des Testverfahrens zu berücksichtigen und, wenn möglich, ein Testverfahren anzuwenden,

welches in einem vergleichbaren Setting bereits erfolgreich eingesetzt wurde, oder diesen Test auf das jeweilige Umfeld anzupassen.

Testverfahren, die für HICs entwickelt wurden, können in den meisten Fällen nur schwer auf LMIC angewendet werden und bedürfen starker Anpassung, um die tatsächliche Entwicklung der Kinder adäquat einschätzen zu können [35, 36]. Dies zeigte sich bereits in einigen Studien zur kognitiven Entwicklung als Limitation der Ergebnisse [36].

## **2.5 Der Sozioökonomische Status (SES)**

Ein Risikofaktor der kognitiven Entwicklung im Kindesalter, stellt ein niedriger familiärer sozioökonomischer Status (SES) dar [37].

Unter dem SES versteht man die Position, die eine Person in einer gesellschaftlichen Rangordnung einnimmt [38]. Er zeigt den Lebensstandard an und leitet sich aus der Kombination unterschiedlicher Faktoren von sozialem und ökonomischem Status ab [39]. Dabei zeigte sich wiederholt, dass der SES einen starken Einfluss auf das Verhalten und die Gesundheit einer Person oder Familie ausübt [40].

Die genauen Wege dieser Einflüsse sind noch nicht abschließend geklärt, allerdings konnten in einigen Studien Risiken und Assoziationen identifiziert werden, die einen Einfluss der Lebenssituation auf das Verhalten und die gesundheitliche Situation bildeten [41].

Nach Ahun et al. können mögliche Zusammenhänge wie im Folgenden erklärt werden [42]. Hat eine Person in einer Gesellschaft einen hohen SES, können im Krankheitsfall Symptome schnell erkannt und eine Behandlung durch den Zugang zum Gesundheitssystem eingeleitet und finanziert werden. Die Kinder aus Familien mit einem hohen SES bekommen meist weniger Kinder, die dann vergleichsweise mehr Aufmerksamkeit und eine bessere Ausbildung erhalten. Durch die Ausbildung erhalten diese Personen meist wieder einen höheren SES im Erwachsenenalter [42, 43]. Besonders das Bildungslevel der Mutter und die familiären Besitztümer zeigten in Bezug auf die Kinder einen positiven Zusammenhang zur Entwicklung. Hier konnte beispielsweise durch präventive Gesundheitspraktiken eine höhere kognitive Entwicklung bei den Kindern erreicht werden [42].

Im Gegensatz dazu leiden Menschen, die unter niedrigen sozioökonomischen Bedingungen leben, unter den negativen Auswirkungen des familiären SES. Sie sind mehr Stress ausgesetzt, haben meist eine schlechtere gesundheitliche Situation und weniger Zugang zur kritischen Infrastruktur der Gesundheitsversorgung [17]. Für werdende Mütter mit niedrigem SES ist die Vorsorge während der Schwangerschaft schlechter [43]. Frauen haben insgesamt eine höhere Fertilität, bekommen also zahlenmäßig mehr Kinder und das Alter der Mutter bei Geburt ist jünger [44].

Auch die Kinder sind von Geburt an mehr Stressfaktoren ausgesetzt. Im Kleinkind- und Kindesalter gibt es meist weniger Zugang zu Lernmaterialien und durch die Lebensbedingungen ein erhöhtes Risiko für Krankheiten. Die Symptome der Krankheiten werden durch die geringere Bildung der Eltern teilweise nicht schnell genug erkannt und können auch dann finanziell nicht immer adäquat behandelt werden. Der Zugang zu sozialen Ressourcen, beispielsweise die örtliche Anbindung an ein Krankenhaus ist erschwert, so dass die bestehenden Bedingungen zu mehr Stress bei Eltern und Kindern führt [37].

Wird eine Person mit einem niedrigen SES geboren und lebt in Armut, ist es wahrscheinlich, dass sich dieser Status auf die Kinder überträgt. Besonders ausgeprägt ist dies bei Familien, die in absoluter Armut aufwachsen. Dies wird intergenerationaler Kreislauf von Armut genannt (Abb. 4) [1].

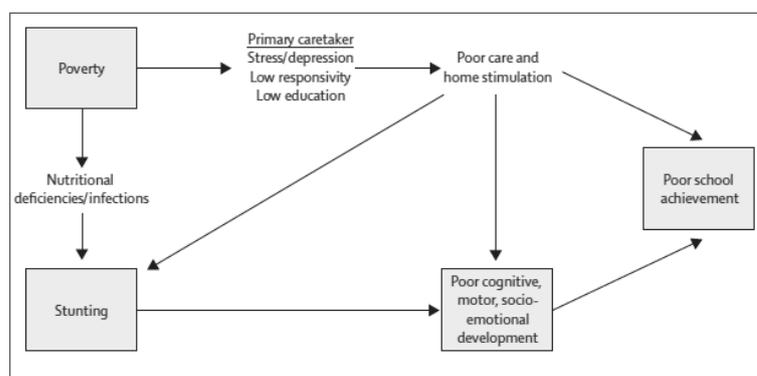


Figure 2: Hypothesised relations between poverty, stunting, child development, and school achievement

Abbildung 4: Effekte von niedrigem familiärem SES [1]

Diesen Kreislauf zu durchbrechen, in dem die absolute Armut reduziert wird, gehört ebenfalls zu den UN SDG [30].

Der SES ist eine relative Größe. Daher muss er für jede Situation und Gesellschaft neu definiert werden. Erst nach Bildung des SES kann eine Einteilung in Kategorien und eine

Unterscheidung der zu untersuchenden Population erfolgen. Ein hoher SES in einem Land, kann in einem anderen Land eine gänzlich andere Bedeutung haben [41].

Es gibt verschiedene Methoden um einen SES zu erstellen. Dabei werden Informationen zu Beruf, Einkommen und Bildungsniveau zu einer Position zusammengefasst und interpretiert [39]. Zu den bekanntesten Methoden zählen die Bildung eines SES-Punktstands (auch als „Score“ aufgeführt) mittels Hauptkomponentenanalyse, die von Vyas oder Pritchett gut beschrieben wurde. Hierbei werden unter anderem Daten zum individuellen Besitz von Gütern, z.B. Fernseher, Kühlschrank oder Auto, verwendet und anschließend der SES durch eine Hauptkomponentenanalyse linear quantifiziert [45, 46].

## **2.6 Verbesserungsmöglichkeiten der kognitiven Entwicklung/SES**

Ziel der Forschung von kognitiver Entwicklung im Kindesalter, ist die Etablierung von Interventionen oder Programmen, die Risikofaktoren vermindern oder verhindern um so Kindern eine bessere Entwicklung zu gewährleisten [47, 48]. Als besonders schwerwiegende und dringend zu adressierende Risikofaktoren in der kognitiven Entwicklung konnten in Entwicklungsländern die Faktoren Mangelernährung, eine inadäquate kognitive Stimulation, Eisenmangel und eine Eisenmangelanämie identifiziert werden [17].

Es konnte gezeigt werden, dass geeignete Programme oder Interventionen innerhalb der ersten 3 Lebensjahre zu einer verbesserten kognitiven Entwicklung [47] und einer Steigerung des Einkommens im Erwachsenenalter von bis zu 40 % führen kann [4].

Es gibt dabei verschiedene Arten von Interventionen. Bei der Implementierung von Programmzielen kann entweder ein Risikofaktor selbst [47] (Eisenmangelanämie durch Eisensupplementation) oder die Auswirkungen durch Risiken angesprochen werden (verbesserte medizinische Versorgung, verbesserte Trinkwasserqualität oder Gesundheitsvorsorge-Programme).

Zum Beispiel konnte durch die Jodierung von Salz der Jodmangel maßgeblich reduziert werden, der nachweislich auch zu einer Einschränkung der kognitiven Entwicklung führen kann, und damit die kindliche Entwicklung verbessert werden [49].

In Hinblick auf sozioökonomische Faktoren und Armut, gibt es einige Herausforderungen in der Etablierung von Interventionsprogrammen. Die Mehrheit der Studien und Programme

wurden bisher in städtischem Rahmen durchgeführt [50]. Dabei ist bekannt, dass die meisten von Armut betroffenen Kindern in ländlichen Gebieten leben [50].

Um dem ersten SDG Ziel, absolute Armut bis 2030 zu eliminieren, näherzukommen, verfasste UNICEF wichtige Punkte zur Beachtung [48]:

1. Armut sollte bei Studien mit Kindern standardmäßig erfasst werden
2. Bei der Etablierung von politischen Programmen, z.B. Programme zur Reduktion von Armut, soll das ökonomische Interesse aller Bürger, vor allem aber das der Kinder beachtet werden
3. Kindliche Bedürfnisse und sozialer Schutz sollen gestärkt werden - auch durch direkte finanzielle Unterstützung von Familien mit Kindern in absoluter Armut
4. Investitionen sollten in Bildung, Gesundheit, Ernährung, sauberes Trinkwasser, sanitäre Anlagen und Infrastruktur getätigt werden, um Kinder zu fördern, die in Armut leben und zu verhindern, dass diese in ökonomische Instabilitäten zurückfallen

Werden Interventionsprogramme dabei früh genug implementiert, können Kinder eine bessere Ausbildung und eine bessere gesundheitliche Situation erhalten und dadurch den intergenerationalen Kreislauf von Armut eher durchbrechen [47].

### 3 Material und Methoden

Die Durchführung der Untersuchung fand im Rahmen einer über das Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (BNITM) durchgeführten epidemiologischen Studie in Agogo (Ghana) statt.

#### 3.1 Studienort und Bevölkerung

Ghana liegt in Westafrika in unmittelbarer Nähe zum Äquator und wird zu den Low- and Middle-Income Countries (LMIC) des subsaharischen Afrikas gezählt [51]. Der Studienort Agogo liegt innerhalb Ghanas in der Ashanti-Region (Abb. 5) [52]. Diese Region zählt, neben der Region Greater Accra, die um die Landeshauptstadt Accra verteilt ist, zu den bevölkerungsdichtesten des Landes und umfasst eine geschätzte Einwohnerzahl von 5,4 Mio. Menschen [53]. Die größte Stadt der Ashanti-Region ist Kumasi. Kumasi verfügt über einen eigenen Flughafen, der aktuell Inlandsflüge bedient und eine gute Anbindung innerhalb des Landes darstellt [54]. Agogo liegt etwa 80 km von Kumasi entfernt in einem von Hügeln umsäumten ländlichen Teil der Region [52]. Die Anbindung von Agogo nach Kumasi ist gut. Es finden täglich zahlreiche öffentliche Transporte statt, die zwischen 1-2 h dauern.



Abbildung 5: Karte Ghanas mit Markierung der Ashanti Region [52]

Klimatisch unterliegt die Region einer Trockenzeit von Dezember-März und zwei Regenzeiten (April-Juli, September-November) [55].

Wie in ganz Ghana, zählt zu den gesundheitlichen Risikofaktoren der Region die Malariainfektion. Gerade in der Regenzeit stellt die Infektion eine gesundheitliche Belastung für die Bevölkerung des Landes dar. Mit etwa 10,4 Mio. Verdachtsfällen im Jahr ist sie einer der Hauptgründe für eine Vorstellung im Krankenhaus [53]. Besonders bei einer Infektion im jungen Kindesalter (unter 5 Jahren) ist die Malariainfektion ein Hauptrisikofaktor für eine verzögerte Entwicklung bis hin zu letalen Verläufen [22, 56].

Im Jahr 2020 gab es laut Malariareport 2021 in den afrikanischen Ländern 228 Mio. Malariafälle, von denen 602.000 Infektionen tödlich verliefen. Unter den Todesfällen befanden sich etwa 80% Kinder unter 5 Jahren [56].

Der Studienort Agogo liegt in der Ashanti Akim North Gemeinde und hat etwa 85.000 Einwohner [57]. Er ist in mehrere Regionen aufgeteilt. Im Ortszentrum liegt ein großes Krankenhaus, Agogo Presbyterien Hospital (APH), mit einem eigenen Campus. Außerdem gibt es einen großen, fast täglich geöffneten Markt, zahlreiche Grundschulen, sowie zwei weiterführende Schulen.

Die am meisten gesprochene Sprache ist Twi, eine Großzahl der Menschen verfügt allerdings auch über Englischkenntnisse.

### **3.2 Die Malaria Geburtskohorte (MBC)**

Das Forschungsprojekt, in welches diese Arbeit eingebunden ist, ist die Malaria Geburtskohorte (Malaria Birth Cohort, MBC), die seit April 2019 in Agogo durchgeführt wird. Die MBC ist eine longitudinale epidemiologische Studie, deren Hauptbeobachtungspunkte Malariainfektionen und die Entwicklung einer Anti-Malaria Immunität sind.

Sie findet in Kooperation mit dem KCCR (Kumasi Center for Collaborative Research in Tropical Medicine), sowie dem APH in Agogo statt. Das APH ist ein Krankenhaus der Maximalversorgung und Lehrkrankenhaus für „Nursery and Midwifery“. Es umfasst 250 Betten in den Fachrichtungen Innere Medizin, Chirurgie, Kinderheilkunde, Gynäkologie und Augenheilkunde und versorgt die Gemeinde medizinisch [58].

Ziel der MBC ist es, die Immunitätsentwicklung bei Malaria zu untersuchen, sowie diagnostische, therapeutische und präventive Maßnahmen für schwangere Frauen und Kinder im Alter von 1–3 Jahren zu verbessern. Über 1.000 Kinder wurden bis Januar 2022 in die Kohorte rekrutiert. Das Gesamtprojekt ist als longitudinale Beobachtungsstudie konzipiert. Es umfasst 12 Arbeitspakete mit Untersuchungen zu den Themen Immunität bei

Malaria, plazentare Malaria, Autoantikörperbildung, Anämie und die vorhandenen Seroprävalenz von anti-SARS-Cov-2 Antikörpern. Außerdem werden sozioökonomischen Faktoren der Studienpopulation und Entwicklungsschritte der geborenen Kinder verfolgt.

Die Kinder werden vom Zeitpunkt der Geburt an zu definierten Zeitpunkten und bei Krankheit medizinisch untersucht. Im Falle von Krankheit werden sie über die Kooperation mit dem APH medizinisch versorgt und therapiert.

Das Projekt wird von dem Deutschen Zentrum für Infektionsforschung (DZIF) seit 2019 finanziert (der Lauf der Studie ist bis 2025 geplant).

Durch die aufgebaute Infrastruktur ist es möglich die Familien und ihre Kinder eng zu begleiten. Es werden Proben sowohl in Krankheits- wie auch im gesunden Zustand im jährlichen Abstand entnommen. Die Analyse dieser Proben erfolgt sowohl in Agogo, als auch in Kumasi, Hamburg und Heidelberg.

### **3.3 Studienteilnehmer und Einschlusskriterien**

Die Rekrutierung der Studienteilnehmer erfolgte über die ANC (Antenatal Care Clinic) des APH, durch über die Studie angestellte Hebammen. Ab dem 3. Schwangerschaftstrimester konnten die schwangeren Frauen, die an der ANC zu den regulären Vorsorgeuntersuchungen während der Schwangerschaft kamen, in die MBC aufgenommen werden.

Als Ausschlusskriterien für die Rekrutierung galten dabei:

- Alter <18 Jahren
- Positiver HIV-Status
- Wohnort außerhalb Agogos

Vom Zeitpunkt der Rekrutierung an erfolge eine engmaschige Untersuchung der Mütter und ab dem Zeitpunkt der Geburt eine Betreuung und Beobachtung der geborenen Kinder.

In die Untersuchung der vorliegenden Arbeit wurde eine Subgruppe der MBC eingeschlossen. Einschlusskriterien waren hierbei Kinder der MBC in einem gesunden Zustand, die im Zeitraum von April 2021 bis Februar 2022 das Alter von 12 Monaten

erreichten. Der gesunde Zustand wurde dadurch definiert, dass das Kind keine akute Infektionserkrankung hatte (Fieber, Gastrointestinaler Infekt, Malaria).

Der Test zur Erhebung der kognitiven Entwicklung wurde anschließend in einem Zeitintervall von 2 Wochen nach dem 1. Geburtstag durchgeführt.

Die Kinder wurden in ihrer Größe und Gewicht durch den z-score dargestellt [59, 60]. Dieser leitet sich von der WHO ab und wurde für jedes Kind individuell berechnet. Er gibt darüber Informationen, inwieweit die Körpergröße und das Körpergewicht der der Kinder von der Standardnorm abweicht [61].

### **3.4 Erhebung der kognitiven Entwicklung**

Das Instrument zur Einschätzung der Kognitiven Entwicklung war der Developmental Milestone Checklist III Fragebogen (DMC III) (Anhang 1). Dieser wurde für LMICs entwickelt und evaluiert. Die Entwicklung erfolgte 2010 in Kenia [62]. Anschließend fand eine Anpassung in Burkina Faso statt, bei welcher der Fragebogen auf die Gegebenheiten vom SSA erweitert und verbessert wurde [63, 64].

### **3.5 Aufbau DMC III**

Der DMC III ist ein aus 86 Fragen bestehender Test zur Einschätzung der kognitiven Entwicklung von Kindern zwischen 3 und 46 Monaten. Inhaltlich basiert er auf einer Einschätzung der kognitiven Teilbereiche Grobmotorik, Feinmotorik und Sprache. Dabei sind die Fragen vom Schwierigkeitsgrad in aufsteigender Reihenfolge geordnet und können jeweils rein mündlich durch einen Elternteil oder als direkte Beobachtung des Kindes beantwortet werden. Der Aussage des Elternteils kommt unter den Antwortmöglichkeiten die wichtigste Bedeutung zu, da das Kind dort die meiste Zeit verbringt und die abgefragten Fähigkeiten am zuverlässigsten beobachtet und angegeben werden können.

Von den 86 Fragen des Tests werden nicht alle Fragen für jedes Kind abgefragt, sondern die Befragung beginnt an altersdefinierten Startpunkten und endet sobald ein Kind in einem zu untersuchenden Teilbereich 4 aufeinanderfolgende Fragen nacheinander nicht ausführen kann, bzw. die Fragen von den Eltern mit „nein“ beantwortet werden.

Die Bewertung der einzelnen Fragen erfolgt über Punkte. Je nachdem, ob das Kind die entsprechende Aufgabe noch nicht, beginnend oder schon seit über einem Monat konstant ausführen konnte, werden die Fragen mit ,0' (noch nicht), ,1' (beginnend) oder ,2' (konstant für mehr als 4 Wochen) bewertet. Durch ein Aufsummieren der Punkte und Ergänzen von

Punkten vor der Startfrage, resultiert nach Abschluss des Tests einerseits ein separater Punktestand für die Bereiche Grobmotorik, Feinmotorik und Sprache, sowie ein gesamter kognitiver Entwicklungs-Score. Dabei wurde nur der Antwortteil der Eltern mit in die Punkteberechnung aufgenommen. Der Beobachtungsteil ist als Unterstützung während der Befragung zur Qualitätsverbesserung der Antwort der Eltern gedacht.

Inhaltlich beginnen die Fragen mit der Abfrage von grundlegenden Fähigkeiten, die im Laufe der Testung anspruchsvoller werden.

### 3.5.1 Grobmotorik

Der grobmotorische Bereich befragt den kognitiven Entwicklungsstand der Bewegungsabläufe der großen Muskelgruppen. Die Befragung startete bei 12 Monate alten Kindern mit der Frage nach der Fähigkeit, 3 zusammenhängenden Krabbelzüge zu machen. Es wurde dafür sowohl der Elternteil befragt, wie auch eine direkte Beobachtung des Kindes vorgenommen bzw. versucht. Exemplarisch wurde in Abb. 6 eine Aufgabe der motorischen Fertigkeiten photographisch festgehalten. Das Kind sollte zur Erfüllung der Aufgabe ohne fremde Hilfe auf den Hocker klettern (Frage DMC III 5.11, Abb.6).

Wurde die Frage mit „ja“ beantwortet, wurden Frage um Frage anspruchsvollere Bewegungsabläufe abgefragt (Stehen, Laufen, Treppenlaufen, Rennen, Springen, Ball werfen/fangen) und im Test dokumentiert. Die motorischen Fähigkeiten konnte den Eltern mit Hilfe von exemplarischen Abbildungen zur besseren Verständlichkeit gezeigt werden (Abb.6 und 7, rechte Seite).



Abbildung 6: Kind klettert auf einen Stuhl (DMC III, Frage 5.11)

### 3.5.2 Feinmotorik

Im Bereich der Feinmotorik (Koordination kleiner Muskelgruppen) fing die Befragung der Kinder mit der Abfrage der Hand-Finger Koordination an, (Kann das Kind ein kleines Objekt

mit den Fingern greifen? (Frage DMC III 6.2, Abb.7). Innerhalb des DMC sollten die Kinder kleine Objekte mit Daumen und Zeigefinger aufheben können. Die Aufgaben wurden im Verlauf über die Hilfsmittel wie Stift/Papier zu Aufgaben, bei denen die Kinder bestimmte Abbildungen zeichnen mussten, erschwert.



Abbildung 7: Kind greift kleines Objekt (DMC III, Frage 6.6)

### 3.5.3 Sprache

Als dritter kognitiver Teilleistungsbereich wurde die Sprachentwicklung untersucht. Der Aufbau der Befragung begann hier mit der Frage, ob das Kind Laute bzw. Silben wahrnehmen und ausdrücken könne. Anschließend wurde erhoben, ob das Kind ganze Wörter bis hin zur gezielten Bildung von Satzstrukturen und Sätzen verstehen oder sprechen konnte.

## 3.6 Anwendung des DMC III

Der Test wurde speziell für die Verwendung von Forschungshelfkräften entwickelt. Daher musste die Erhebung nicht durch einen Psychologen oder Arzt erfolgen, sondern konnte von einer im Test geschulten Person durchgeführt werden. Ort der Testung war das häusliche Umfeld. Die Befragung und Beobachtung vor Ort erfolgte von einem im Test trainierten Masterstudierenden, sowie einem trainierten Field-worker. Die Sprache des Interviews war Englisch, mit der Möglichkeit zur Twi Übersetzung, bei Bedarf.

In der praktischen Umsetzung der Testung, wurde vom Untersucher im Alter von 12 Monaten ein Termin mit der Familie des Kindes vereinbart. Nach Vorbereitung der Umgebung (Schaffen einer ruhigen Atmosphäre) und der Beurteilung, ob das Kind in einem gesunden Zustand war, erfolgte die Testung.

Das Interview dauerte in etwa 40 Minuten und konnte vom Interviewer oder Kind in gewissen Situationen unterbrochen oder abgebrochen werden (z.B. zu müde oder keine Lust). Es wurde nach Beendigung des Interviews auf Fragen der Familie eingegangen, allerdings wurden keine absoluten Ergebnisse des Tests mitgeteilt.

### 3.7 Datenerhebung zur Sozioökonomischen Untersuchung

Die Daten der sozioökonomischen Untersuchung wurden mit Hilfe einer Haushaltsbefragung über einen postnatalen Besuch im häuslichen Umfeld erhoben. Die Durchführung des Fragebogens erfolgte etwa 6 Wochen nach der Geburt, durch im Test trainierte Fieldworker.

Grundlage der Fragen waren Informationen, wie sie ähnlich auch bei „Demographic Household Surveys“ (DHS) abgefragt werden. Er bestand insgesamt aus 145 auszufüllenden Feldern und befragte abschnittsweise die Familienkonstellation, die Anzahl der im Haushalt lebenden Mitglieder und erhob Informationen zu den hygienischen Bedingungen im Haushalt. Darauf folgte ein Abschnitt mit Fragen zu den Besitztümern, zur Ernährung und Hungersituation, zum Besitz eigenen oder angemietetem Landes, sowie Fragen zur Beschaffenheit und zum Material des Hauses (Anhang 2).

Die Dateneingabe erfolgte initial in Papierform und wurde im Verlauf auf eine elektronische Dateneingabe umgestellt. Die Dauer der Erhebung war etwa 1 Stunde. Jeder Haushalt wurde während der Befragung durch ein GPS-Gerät, zur genauen Lokalisation im Studiengebiet, aufgezeichnet. Eine Karte zur Übersicht der Haushalte innerhalb des Studiengebietes wurde in *R* unter der Verwendung der Pakete *openstreetmaps* erstellt.

### 3.8 Erstellung des SES

Auf statistischer Ebene wurde der sozioökonomische Status aus einer Kombination von Variablen des Haushaltsfragebogens, die zu einem Punktestand verbunden wurden, gebildet.

Er wurde nach Empfehlung durch eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) quantifiziert [45]. Es erfolgte zur Erstellung eine Vorauswahl der Variablen, welche erst einzeln deskriptiv betrachtet und anschließend untereinander korreliert wurden.

Die ausgewählten Variablen wurden deskriptiv durch Mittelwert, Häufigkeitsverteilungen und Kreuztabulieren betrachtet. Kriterium für den Einschluss in die Hauptkomponentenanalyse stellte dabei dar, dass die Variablen in genügender Anzahl beantwortet wurden. Für Kinder oder Familien, die 6 oder mehr Fragen nicht beantwortet haben, wurde die Beobachtung herausgenommen.

In die finale Hauptkomponentenanalyse mit einbezogen wurden 14 Variablen, die folgende sozioökonomische Teilbereiche abfragten:

1. Quelle des Trinkwassers
2. Quelle des Kochwassers
3. Art des Brennmittels
4. Beschaffenheit der Toilette
5. Geteilte Toilette
6. Beschaffenheit des Bodens
7. Anzahl an Schlafräumen
8. Verfügbarkeit von Elektrizität
9. Besitz eines Fernsehers
10. Besitz eines Computers
11. Besitz eines Kühlschranks
12. Besitz einer Uhr
13. Besitz eines Fahrrads
14. Besitz eines Bankkontos

Mit den ausgewählten Variablen wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) berechnet und aus der ersten Komponente wurde der SES der Familien erstellt. Dabei wurde die Varianzaufklärung als Faktor für die Beurteilung der PCA verwendet. Es wurde dabei quantifiziert, in wieweit das durch die Hauptkomponentenanalyse aufgebaute Modell die Streuung der Daten erklären kann [45].

Für die Erstellung des SES-Punktstands wurden fehlende Werte über ein Random Forest Model ersetzt. Hierfür wurde ein Model mit allen Variablen, die in der Hauptkomponentenanalysen verwendet wurden, erstellt. Die fehlenden Werte wurden in R über das Paket *randomforest* ersetzt.

Der gebildete SES wurde anschließend in 4 Gruppen eingeteilt, die auf einem gleichen Abstand auf der errechneten Score-Skala basieren.

### **3.9 Statistische Analyse des Zusammenhangs**

Der statistische Zusammenhang von SES und kognitiver Entwicklung im 1. Lebensjahr der Kinder erfolgte vorerst graphisch als Streudiagramm. Die Korrelation wurde über einen

Pearson Korrelations Koeffizient ( $\rho$ ) berechnet. Anschließend wurden über eine lineare sowie eine multiple lineare Regressionsanalyse die Effektstärken ermittelt. In die multiple Regression wurde für Geschlecht, Alter der Mutter, Gestationswoche, und Malariaepisoden adjustiert, um für den Effekt möglicher Confounder zu korrigieren.

Grafisch wurden die für die Studienpopulation wesentlichen Einflussfaktoren in Form eines Pfeildiagramms dargestellt, um den gegenseitigen Einfluss darzustellen.

Die Dateneingabe erfolgte elektronisch auf einem Tablet, während der Durchführung des Interviews. Das elektronische Datenmanagement erfolgte über das Programm RedCap [65-67] Die statistischen Datenanalysen erfolgte mit STATA (Version 14) [68].

### **3.10 Ethikvotum**

Ein positives Ethikvotum wurde 2018 sowohl von der Ärztekammer Hamburg (PV5940), als auch in Ghana von der „Committee in Human Research, Publication and Ethics“ der School of Medical Sciences/Komfo Anokye Teaching Hospital (CHRPE/RC/018/19) eingeholt.

## 4 Ergebnisse

Da die Studie zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit weiterhin durchgeführt wurde und fortlaufend Daten erhoben wurden, handelt es sich hierbei um die Analyse einer Subgruppe der Studienkinder zum Zeitpunkt Mai 2022.

### 4.1 Charakterisierung der Studienteilnehmer

Die untersuchte Studienpopulation ist in Tabelle 1 dargestellt. In die Gesamtanalysen eingeschlossen wurden 195 Kinder im Alter von 1 Jahr.

Tabelle 1: Statistik der Studienpopulation

Charakterisierung	
N (n/N (%))	195/195 (100%)
Geburtszeitraum	25.02.2020 – 26.05.2021
Geschlecht	
männlich	89/195 (45,6 %)
weiblich	104/195 (53,3 %)
Gewicht bei Geburt in kg; Median (IQR)	3,2 (2,9 – 3,5)
Länge bei Geburt in cm; Median (IQR)	49 (48 – 51)
Schwangerschaftswoche bei Geburt (SSW, Median, IQR)	40 (36 – 42)
Geburt durch Kaiserschnitt	
Ja	38 (19,5 %)
Nein	153 (78,5 %)
Alter der Mutter bei Geburt (Jahre, Median, IQR)	27 (23 – 32)

Es kann Tabelle 1 entnommen werden, dass 89 (45,6 %) der untersuchten Kinder männlichen Geschlechts, 104 (53,3 %) Kinder weiblichen Geschlechtes waren. Sie hatten

bei Geburt eine mediane Länge von 49 cm (IQR) und ein medianes Gewicht von 3,2 kg (IQR 2,9 – 3,5). Dies entspricht einem z-score BMI von -0,28.

Die Mütter der Kinder waren bei Rekrutierung im Median 27 Jahre (IQR 23 – 32) alt. Die Schwangerschaftsdauer lag im Median bei 40 SSW (IQR 36 – 42). 19,5 % (n=38) der Kinder wurden durch einen Kaiserschnitt geboren.

Tabelle 2: Aufteilung der Haushalte auf die Regionen in Agogo

Regionen	
AH (Ahenbrunum)	19/195 (9,7 %)
AP (Apentenyinase)	7/195 (3,6 %)
BO (Bontodiase)	16/195 (8,2 %)
GY (Gydim)	49/195 (25,1 %)
HW (Hwidiem)	7/195 (3,6 %)
NT (New Town)	12/195 (6,2 %)
OB (Obuasi)	57/195 (29,2 %)
SU (Sukuumu)	4/195 (2,1 %)
ZO (Zongo)	24/195 (12,3 %)

Die Wohnorte der Familien lagen innerhalb Agogos verteilt in unterschiedlichen Regionen. Die Tabelle zeigt die Verteilung der Haushalte auf diese Regionen an. Der größte Anteil an untersuchten Haushalten lebte, mit 29,2% (n=57), in Obuasi, als zweithäufigste Region lebten Familien in Gydim (n=49, 25,1%).



## 4.2 Ergebnisse der Kognitiven Entwicklung

Im folgenden Abschnitt werden die Daten zur Analyse der kognitiven Entwicklung vorgestellt. Die Darstellung der Ergebnisse ist unterteilt in eine deskriptive Betrachtung der untersuchten kognitiven Teil-Domänen Grobmotorik-, Feinmotorik-, Sprache- und Gesamt-Score sowie die Abbildung der Korrelation der Teildomänen untereinander.

### 4.2.1 Deskriptive Statistik

Tabelle 3: Deskriptive Statistik der kognitiven Entwicklung

Kognitiver Bereich	Median (IQR)
Punkte Grobmotorik	23 (20-28)
Punkte Feinmotorik	14 (12-15)
PunkteSprache	9 (8-14)
Kog Entw. Gesamt	46 (41-56)

Tabelle 3 zeigt die deskriptive Statistik der Scores für die Domänen der kognitiven Entwicklung der 195 untersuchten Kinder. Dabei zeigt sich in den grobmotorischen kognitiven Teilleistungsbereich ein Median von 23 (IQR: 20 – 28) Punkten, im feinmotorischen Bereich von 14 (IQR: 12 – 15) Punkten und im Sprachbereich von 9 (IQR (8 – 14) Punkten. Im addierten Gesamtergebnis erreichten die untersuchten Kinder im Median eine Summe von 46 (IQR: 41 – 56) Punkten.

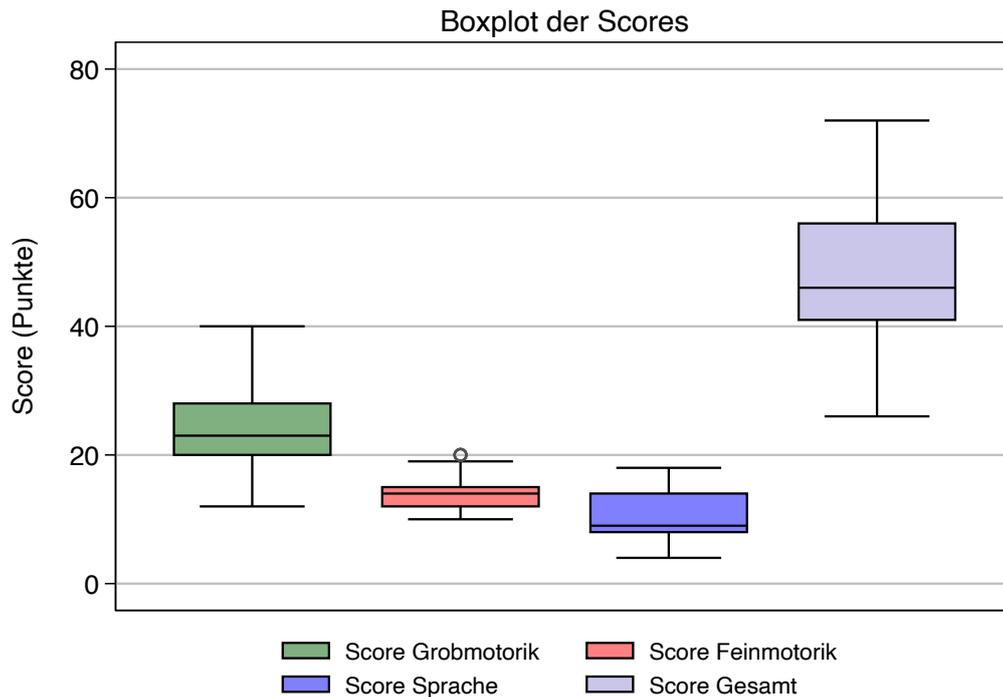


Abbildung 9: Boxplots der Ergebnisse der kognitiven Entwicklung im Vergleich

Der dargestellte Boxplot (Abb. 9) zeigt die einzelnen Domänen der kognitiven Entwicklung nebeneinander und gibt Informationen zu der Spannweite der einzelnen Variablen. Die Boxplots zeigen dabei farbig den entsprechenden IQR mit entsprechendem Median, Minimum und Maximum an. Dabei ist zu erkennen, dass der grobmotorische Bereich die größte Spanne zwischen min 12 Punkten – max 40 Punkten. Der Bereich Feinmotorik hat eine Spannweite von 10-20 Punkten, der Bereich Sprache zeigte eine Spannweite von mindestens 4 und maximal 18 Punkten.

Der Gesamtscore der Kognitiven Entwicklung hatte ein Minimum bei 26 Punkten und ein Maximum bei 72 Punkten.

#### 4.2.2 Darstellung der Streudiagramme der kognitiven Teildomänen im Vergleich untereinander über Pearson Korrelation

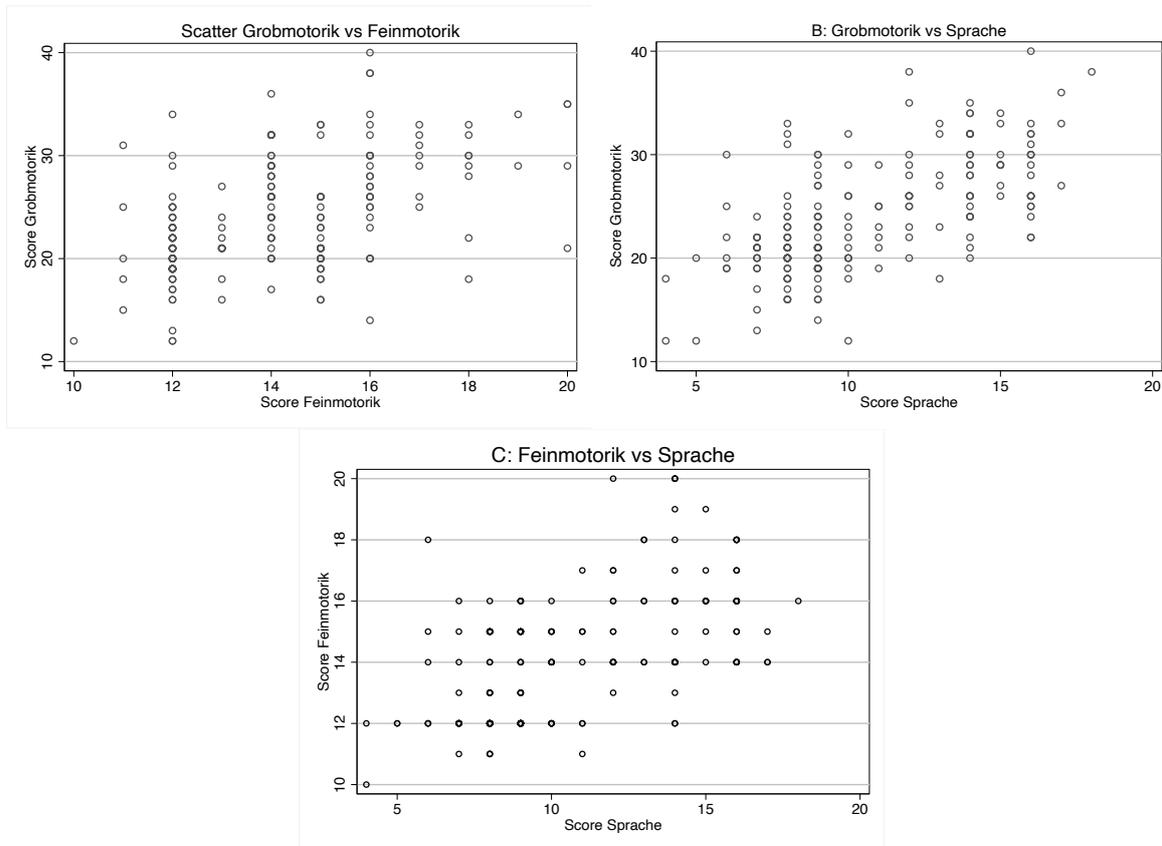


Abbildung 10 A-C: Pearson Korrelation der Domänen untereinander

Abbildung 10 A-C zeigen die Korrelation der kognitiven Domänen untereinander. Die schwarzer markierten Punkte geben eine Häufung von Beobachtungen in diesem Wert wieder. Die erreichten Werte liegen dabei für die zu vergleichenden Domänen jeweils auf einem Wert.

In der Korrelation Grobmotorik vs. Feinmotorik (Abb. 10A) ist eine positive Korrelation von  $r = 0,50$  zu erkennen. Im Bereich Grobmotorik vs. Sprache (Abb. 10B) ist ein Zusammenhang von  $r = 0,64$  zu sehen. Im Zusammenhang Feinmotorik vs. Sprache (Abb. 10C) sieht man eine Korrelation von  $r = 0,57$ .

### 4.3 Analyse des SES

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Berechnung des SES dargestellt. Als Grundlage für die Erstellung des SES wurden die Daten der Haushaltsbefragung verwendet. Wie in den Methoden beschrieben, wurden für diese Analyse fehlende Werte über randomforrest ersetzt.

#### 4.3.1 Deskriptive Statistik der Variablen

Tabelle 4 bezieht sich auf die Daten der 195 Kinder und deren Haushalte, in denen sie aufwachsen. Dargestellt sind die 14 Variablen, die in die Hauptkomponentenanalyse zur Erstellung des SES eingeschlossen wurden.

Innerhalb der Zeilen sind die einzelnen Variablen jeweils vom niedrigeren in den höheren Status geordnet, aufgeführt. Dabei haben die Variablen zwischen 3 und 4 Kategorien. Es ist zu sehen, dass ein besonders hoher Anteil an Familien als Quelle für das Trinkwasser, Wasser aus Plastikflaschen/Sachets bezog (n = 134, 68,7 %). Auch ist zu erkennen, dass sich mehr als die Hälfte der Familien eine Toiletteneinrichtung mit einem anderen Haushalt teilten (n = 136, 69,7 %) und als Schlafraum nur ein Zimmer zur Verfügung stand (n = 128, 65,6 %). Dem gegenüber bezogen nur sehr wenige Familien das Trinkwasser aus einer natürlichen Quelle (n = 15, 7,7 %), oder Kochwasser aus einer ungeschützten Quelle (n = 8, 4,1 %). Ebenso ist zu sehen, dass nur ein geringer Anteil über keine Toiletteneinrichtung bzw. eine hängende Latrine verfügte (n = 8, 4,1 %) und der Fußboden eine Natur-(n = 12, 6,2 %) oder Fliesenbeschaffenheit (n = 11, 5,6 %) hatte.

Tabelle 4: Deskriptive Beschreibung der Variablen des SES

SES Variablen	Kategorien nach Status n/N (%)			
Quelle des Trinkwassers (Var 1)	Natürliche Quelle 15/195 (7,7%)	Leitung 46/195 (23,6%)	Plastik 134/195 (68,7%)	
Quelle des Kochwassers (Var 2)	Ungeschützte Quelle 8/195 (4,1%)	Natürliche Quelle 72/195 (36,9%)	Steigleitung 65/195 (33,3%)	Leitung 50/195 (25,6%)
Art des Brennmittels (Var 3)	Holz 37/195 (19,0%)	Kohle 127/195 (65,1%)	Kerosin/Gas 31/195 (15,9%)	
Beschaffenheit der Toilette (Var 4)	Keine / Hängende Latrine 8/195 (4,1%)	Öffentlich 56/195 (28,7%)	Grube 94/195 (48,2%)	Spülung 137/195 (19,0%)
Geteilte Toilette (Var 5)		Ja 136/195 (69,7%)	Nein 59/195 (30,3%)	
Beschaffenheit des Bodens (Var 6)	Natur 12/195 (6,2%)	Zement 78/195 (40,0%)	Fliesen 11/195 (5,6%)	Teppich 94/195 (48,2%)
Anzahl an Schlafräumen (Var 7)	1 Raum 128/195 (65,6%)	2 Räume (35/195 (18,0%))	über 3 Räume (32/195 (16,41%))	
Verfügbarkeit von Elektrizität (Var 8)		Nein 35/195 (18,0%)	Ja 160/195 (82,0%)	
Besitz eines Fernsehers (Var 9)		Nein 48/195 (24,6%)	Ja 147/195 (75,4%)	
Besitz eines Computers (Var 10)		Nein 171/195 (87,7%)	Ja 24/195 (12,3%)	
Besitz eines Kühlschranks (Var 11)		Nein 128/195 (65,6%)	Ja 67/195 (34,4%)	
Besitz einer Uhr (Var 12)		Nein 125/195 (64,1%)	Ja 70/195 (35,9%)	
Besitz eines Fahrrads (Var 13)		Nein 159/195 (81,5%)	Ja 36/195 (18,46%)	
Besitz eines Bankkontos (Var 14)		Nein 98/195 (50,3%)	Ja 97/195 (49,7%)	

#### 4.3.2 Korrelationsmatrix der Variablen

Durch Korrelation der Variablen untereinander ergab sich eine Korrelationsmatrix, die in Tabelle 5 dargestellt ist. Die Variablen sind dabei als Zahlen aus der vorherigen Tabelle in Ihrer abgebildeten Reihenfolge übernommen. Die Ergebnisse für die Variablen reichten von einer Korrelation von -0,08 bis zu einer maximalen Korrelation von 0,52 für die Variablen 8 (Besitz eines Fernsehers) und 5 (Beschaffenheit des Bodens). Überwiegend stehen die Variablen in einem positiven Verhältnis.

Tabelle 5: Korrelationsmatrix der Variablen des SES untereinander

	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8	Var 9	Var 10	Var 11	Var 12	Var 13	Var 14
Var 1	1,00													
Var 2	0,26	1,00												
Var 3	0,15	0,13	1,00											
Var 4	0,14	0,23	0,34	1,00										
Var 5	0,33	0,30	0,20	0,11	1,00									
Var 6	0,02	0,10	0,08	0,31	0,01	1,00								
Var 7	0,37	0,11	0,15	0,10	0,27	-0,00	1,00							
Var 8	0,31	0,13	0,13	0,14	0,31	0,52	0,69	1,00						
Var 9	0,08	0,08	0,17	0,09	0,13	0,08	0,18	0,21	1,00					
Var 10	0,16	0,20	0,25	0,30	0,33	0,28	0,31	0,41	0,25	1,00				
Var 11	0,19	0,28	0,16	0,11	0,35	0,08	0,21	0,28	0,14	0,22	1,00			
Var 12	0,13	0,15	-0,08	-0,08	0,07	-0,06	0,05	0,06	0,02	-0,01	0,33	1,00		
Var 13	0,05	0,07	0,16	0,04	0,12	-0,04	0,17	0,21	0,16	0,25	0,15	0,03	1,00	
Var 14	0,08	0,07	0,03	0,05	0,15	-0,07	0,25	0,27	0,19	0,11	0,26	0,09	0,26	1,00

### 4.3.3 Hauptkomponentenanalyse des SES

Die in den vorherigen Unterpunkten dargestellten Variablen wurden für die Erstellung des SES als Hauptkomponentenanalyse quantifiziert.

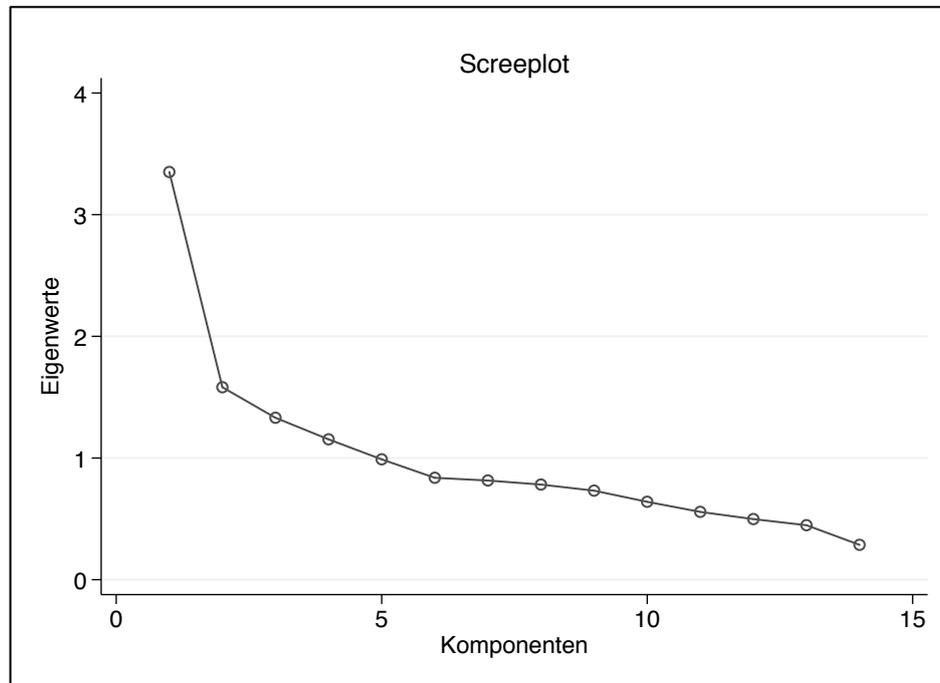


Abbildung 11: Screplot der Hauptkomponentenanalyse

Der dargestellte Screplot zeigt die Verteilung der Eigenvalues in der Hauptkomponentenanalyse. Zur Beurteilung des SES wurde anschließend die erste Komponente mit einem Eigenwert von 3,35 verwendet, was einer Varianzaufklärung von 23,9% entspricht. Auf die zweite Komponente erfolgte ein Abfall auf einen Eigenwert von 1,5.

#### 4.3.4 Ladung der einzelnen Variablen für die PCA

Tabelle 6: Ladung des SES auf die Variablen

SES-Variablen	Ladung in Hauptkomponentenanalyse
1 Quelle des Trinkwassers	0,28
2 Quelle des Kochwassers	0,24
3 Art des Brennmittels	0,26
4 Beschaffenheit der Toilette	0,21
5 Geteilte Toilette mit anderem Haushalt	0,22
6 Beschaffenheit des Bodens	0,32
7 Anzahl an Schlafräumen	0,10
8 Verfügbarkeit von Elektrizität	0,36
9 Besitz eines Fernsehers	0,39
10 Besitz eines Computers	0,21
11 Besitz eines Kühlschranks	0,35
12 Besitz einer Uhr	0,31
13 Besitz eines Fahrrads	0,10
14 Besitz eines Bankkontos	0,21

Tabelle 6 zeigt die Ladung der einzelnen Variablen auf die 1. Komponente (SES) der Hauptkomponentenanalyse, auf welcher Grundlage die individuellen SES-Punkte erstellt wurden.

Die geringste Ladung befand sich auf der Variable 7 (Anzahl an Schlafräumen) und Variable 13 (Besitz eines Fahrrads) mit 0,10. Die höchsten Ladungen lagen auf den Variablen 8 (Verfügbarkeit von Elektrizität) mit 0,36, Variable 9 (Besitz eines Fernsehers) mit 0,39, Variable 11 (Besitz eines Kühlschranks) zeigte eine Ladung von 0,35 und Variable 6 (Beschaffenheit des Bodens) eine Ladung von 0,32.

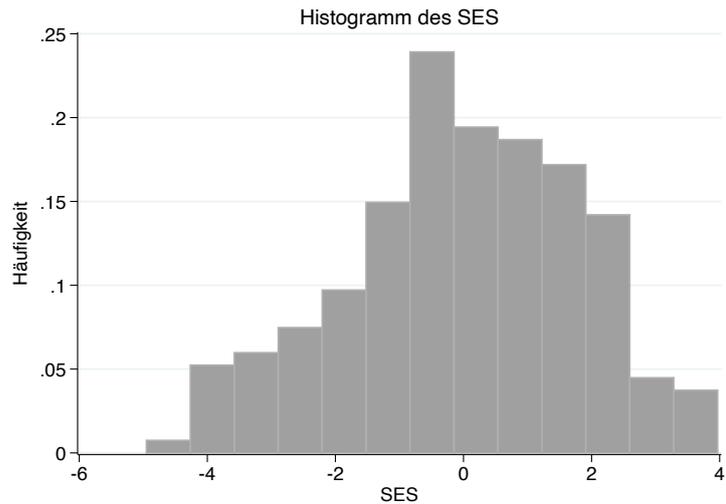


Abbildung 12: Histogramm der SES-Kategorien

Der SES wurde als Histogramm durch die kontinuierliche Punkte-Verteilung dargestellt. Es zeigte sich eine leicht linksschiefe Verteilung.

Tabelle 7: SES der einzelnen Haushalte

SES	Anzahl
SES 1	29 (14,9 %)
SES 2	68 (34,9 %)
SES 3	71 (36,4 %)
SES 4	27 (13,9 %)

Bei Teilung des SES in 4 Kategorien, ergibt sich die in Tabelle 7 dargestellte Verteilung der Familien auf die SES: Die meisten Familien befanden sich innerhalb des 3. Bereichs (SES 3) mit einem Anteil von 36,41 % und anschließend in der SES 2 Kategorie (34,87 %).

#### 4.4 Statistischer Zusammenhang von Kognitiver Entwicklung und SES

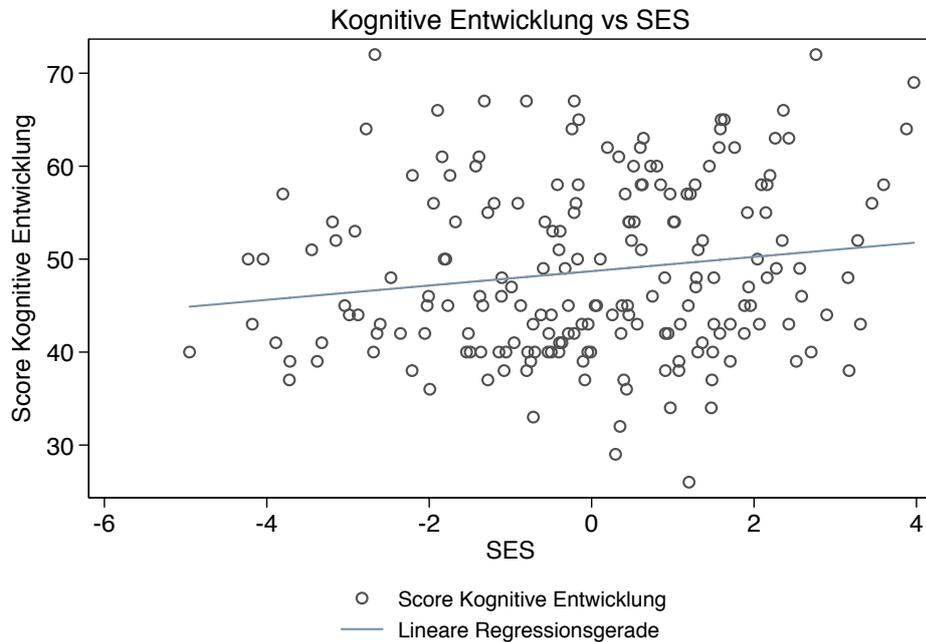


Abbildung 13: Streudiagramm von Score der Kognitiven Entwicklung vs. SES

Der statistische Zusammenhang von kognitiver Entwicklung und SES wurde in Abb. 13 mittels Linearer Regression bestimmt. Es zeigte sich ein niedriges  $R^2$  von 0,023. Das aufgestellte Modell konnte eine Varianzaufklärung von 2,3 % berechnen. Die Steigung des kognitiven Scores von 0,77 (95%-CI: 0.06-1.48) Punkten pro SES-Punkt ist eher gering, allerdings von der Tendenz leicht positiv.

Tabelle 8: Multivariate Regressionsanalyse

Characteristic	Bivariable Linear model		Multivariable Linear Model	
	Coefficient	Explained Variance	Coefficient	Explained Variance
<b>SES</b>	0.77 (0.06–1.48)	2.3 %	0.96 (0.23-1.68)	5.7 %
<b>Geschlecht</b>	1.82 (-0.81-4.45)	1.0 %	1.42 (-1.25-4.10)	
<b>Gestationswoche</b>	0.19 (-0.66-1.05)	0.1 %	0.45 (-0.40-1.30)	
<b>Kein Malaria</b>	0.54 (-0.96-2.04)	0.3 %	0.34 (-1.20-1.88)	
<b>Erste Malaria</b>	0.00 (-0.01-0.01)	0.0 %		
<b>Alter der Mutter</b>	0.10 (-0.10-0.31)	0.5 %	0.14 (-0.07-0.35)	

Das multivariate Regressionsmodell zeigt die Beziehung von SES und Kognitivem Entwicklungs-Score unter Berücksichtigung von ausgewählten Kovariablen (Geschlecht, Gestationswoche, Kinder, die noch keine Malariaepisode hatten, Kinder, die bereits eine Malariaepisode hatten und das Alter der Mutter). Die Varianzaufklärung zeigt sich bei SES am höchsten und bei der ersten Malariaepisode am geringsten, Es konnte im Gesamtmodell die Varianzaufklärung SES und Kognitiver Entwicklungs-Score von 2,3 % auf 5,7 % verbessert werden.

## Vernetzungsfaktoren von Kognitiver Entwicklung und Sozioökonomischen Status

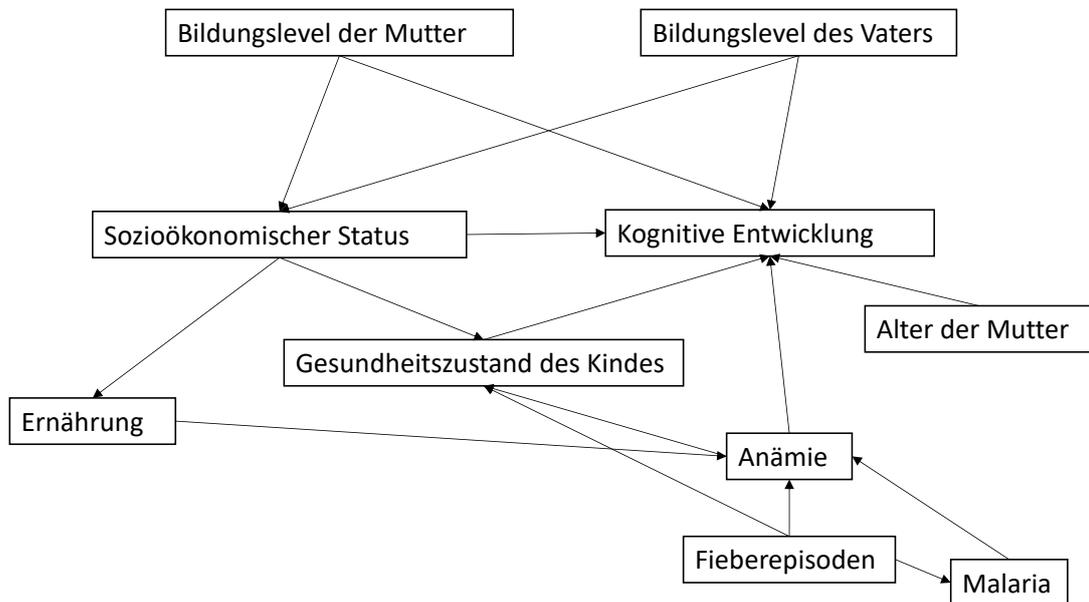


Abbildung 14: Vernetzung von Kognitiver Entwicklung und SES

Abbildung 14 veranschaulicht die Vernetzung der kognitiven Entwicklung mit anderen essentiellen Einflussfaktoren in der Kindheit in Ghana. Im Zentrum der Abbildung stehen die beiden Elemente Sozioökonomischer Status und Kognitive Entwicklung. Dabei ist zu sehen, dass eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf direktem aber auch auf indirektem Weg durch die Beeinflussung von weiteren Faktoren einen Einfluss auf die kognitive Entwicklung und den SES nehmen.

## **5 Diskussion**

### **5.1 Zusammenfassung**

Im Rahmen der klinisch-epidemiologischen Studie MBC wurde in der vorliegenden Arbeit ein Zusammenhang zwischen kognitiver Entwicklung und familiärem sozioökonomischen Hintergrund gebildet. Es wurden dafür 195 1-jährige Kinder in die Analyse eingeschlossen. Für die beiden Bereiche SES und kognitive Entwicklung wurden statistisch „Scores“ erstellt, die mittels Regressionsanalysen in Zusammenhang gebracht wurden. Dabei konnte eine Varianzaufklärung von 2,3 % mit einer Steigung der Regressionsgeraden von 0,77 gebildet werden. Eine Berücksichtigung von Kovariablen in der Regression mittels Multipler Regressionsanalyse führte mit einer Varianzaufklärung von 5,7 % zu einer kleinen Verbesserung des Modells. Es ist daraus zu schließen, dass bei der vorliegenden Kohorte für die untersuchten Kinder im Alter von 1 Jahr wohl eine Tendenz, aber noch kein klarer Zusammenhang zwischen kognitiver Entwicklung und SES zu erkennen war.

### **5.2 Diskussion der Methoden**

#### **5.2.1 Studienpopulation und Rekrutierung**

Die Studie fand in Ghana statt. Ghana gilt als ein sicheres Land mit stabiler politischer Lage [69]. Der Ort Agogo in Ghana liegt gut angebunden an Kumasi und verfügt über eine seit Jahren ausgebaute Infrastruktur, die mit einem eigenen Labor, eigenen Fahrzeugen, die im Rahmen von Haushaltsbesuchen erforderlich sind und direkt angeschlossenem Krankenhaus, eine gute Datenerhebung möglich macht. Auch das Krankenhaus führt seit über 10 Jahren eine enge Kooperation mit dem BNITM und dem KCCR, sodass gute Voraussetzungen für einen erfolgreichen Studienablauf gegeben waren.

Bei der Betrachtung des Studiendesigns können einige Aspekte positiv wie auch limitierend hervorgehoben werden. Während der MBC wurden die Mütter und ihre Kinder sehr eng betreut. Es gab viele Termine, bei denen Kinder untersucht und Mütter befragt wurden. Bei Krankheit und Fieber, konnten und sollten die Mütter die Beratung über die MBC ersuchen und ihr Kind behandeln lassen. Auch die Geburt war durch über die Studie angestellte Hebammen begleitet. Die so aufgebaute Beziehung zwischen Angestellten der MBC in Agogo und den Studienteilnehmern, führte zu einer engen Beziehung mit einer hohen Motivation und Vertrauen, die Daten gut erheben und bereitzustellen zu können [70]. Die schnelle Behandlung bei Krankheit durch das Studiendesign führte zu einer Grundlage für

die Kinder, sich gut zu entwickeln und Defizite jeglicher Art schon sehr früh feststellen und bei Bedarf behandeln zu können. In Bezug auf das Erkennen möglicher Risikofaktoren kann dies auch limitierend dargestellt werden, da mögliche Entwicklungsdefizite ohne die enge Betreuung bzw bei einem Studiendesign aus der Retroperspektive gegebenenfalls deutlicher erkennbar gewesen wären.

Auch die Heterogenität der Studiengruppe insgesamt wurde durch die Rekrutierungsvoraussetzungen im Rahmen der MBC teilweise eingeschränkt. Alle in die Studie eingeschlossenen Mütter kamen aus Agogo (aus einem Umkreis von 4 x 8 km (vgl. Abb. 8)). Sie sollten für die Erreichbarkeit über ein Mobiltelefon verfügen, sie durften keine Infektionserkrankungen, wie HIV haben und mussten das 18. Lebensjahr vollendet haben. Demzufolge konnten Familien, die über keine Möglichkeit verfügten, um ein Mobiltelefon zu laden, oder die durch einen Wohnort außerhalb Agogos sowohl in ihrer Erreichbarkeit von Seiten der Feldarbeiter, aber auch durch die Erreichbarkeit von den Familien zum Ort/Krankenhausanbindung/Markt/Bildung eingeschränkt wären bzw. einen HIV-positiven Status hatten, nicht in die Studie und damit in die Analyse eingeschlossen werden. Dies reduzierte die Heterogenität der Familien vor allem in Bezug auf deren sozioökonomischen Hintergrund und den gesundheitlichen Zustand.

In der Literatur konnte in Bezug auf eine HIV-Infektion in der Schwangerschaft bereits ein negativer Zusammenhang zur kognitiven Entwicklung von Kindern im Alter von 0-2 Jahren gezeigt werden [71].

Diese Zusammenhänge wären bei einer zukünftigen Studie in Bezug auf SES und kognitive Entwicklung als zusätzlicher Einflussfaktor interessant zu berücksichtigen.

Ein positiver HIV-Status führte auch in anderen Studien zum Ausschluss der Teilnahme. In einer kürzlich durchgeführten Geburtskohorte in Malawi wurden etwa 400 Kinder in Ihrer Entwicklung untersucht. Dabei durften die Mütter keinen positiven HIV-Status haben [72]. In einer Geburtskohorte in Benin, bei welcher 636 Kinder in ihrer kognitiven Entwicklung untersucht wurden, durfte ebenfalls kein positiver HIV-Status vorliegen [73]. In Bezug auf das Alter bei Rekrutierung wurden in einer Analyse des Zusammenhangs von SES und kognitiver Entwicklung in Südafrika 476 Mütter eingeschlossen, wobei in die Rekrutierung 16-18 Jahre alte Mütter eingeschlossen werden konnten [2].

### 5.2.2 DMC als Methode zur Untersuchung der kognitiven Entwicklung

Die Wahl des geeigneten Instruments für die Erhebung der kognitiven Entwicklung im jungen Kindesalter ist bestimmend für die Qualität und Aussagekraft des Ergebnisses [32]. Im Rahmen der MBC wurde die kognitive Entwicklung durch den Fragebogen DMC III erhoben. Berücksichtigt wurde bei der Auswahl dieser Testmethode der kulturelle Hintergrund der Studiengruppe und die Größe der Kohorte. Denn die Entwicklung des DMC erfolgte initial in Kenia [62]. Kenia zählt wie Ghana zu den LMICs [51]. Daher ist der Fragebogen eine potentiell passende Methode für die Verwendung in Geburtskohorten in anderen LMIC Afrikas, wie Ghana. Die anschließende Anpassung des DMC für die Region Burkina Faso ist geographisch eine weitere Annäherung an das Studienland [74]. Burkina Faso grenzt nördlich an Ghana, zählt nach den Daten der World Bank aber im Gegensatz zu Kenia und Ghana zu den Niedriglohnländern (LICs) [75]. So ist durch die Unterschiede des Einkommenslevels auch von Unterschieden innerhalb der Lebensbedingungen dieser beiden Länder auszugehen und eine mögliche Verzerrung im Rahmen der Testung durch die angepasste DMC-Version wäre möglich. Anschließend fand jedoch eine weitere Anpassung des DMC II für eine Anwendung in Malawi und Ghana statt, sodass die Anwendung in der vorliegenden Studiengruppe in Ghana eine kulturell richtige Gruppe für die Anwendung des DMC III darstellt [64].

Die inhaltliche Erhebung der kognitiven Entwicklung mittels Checklist gehört zu den Screening Methoden der Untersuchung von kindlicher kognitiver Entwicklung. Dies zählt im Hinblick auf zurückliegende Studien und Metaanalysen zu den Methoden, die deutliche Unterschiede in der Entwicklung anzeigen [33]. Die Befragung der Eltern, wie sie im DMC III stattfindet, gilt als eine zuverlässige Methode zur Untersuchung von kleinen Kindern und zeigte wiederholt eine enge Korrelation mit einer direkten Untersuchung des Kindes [76, 77]. Da im DMC III zusätzlich eine direkte Beobachtung und Adressierung von Fragen erfolgt, wird die Aussage der Eltern zusätzlich validiert und die Ergebnisqualität verbessert. Der DMC wurde bisher in unterschiedlichen Settings mit verschiedenen Fragestellungen und Kohorten-Größen erfolgreich angewendet.

Es fand eine Anwendung in Kenia und Botswana mit einer ähnlichen Kohortengröße wie der vorliegenden (ca 200 Kinder) statt. Dabei konnte mittels des DMC ein Zusammenhang auf unterschiedliche medizinische Fragestellungen gezeigt werden. In Kenia wurden 1-jährige Kinder, die eine Neugeborenenengelbsucht hatten, in ihrer Entwicklung von einer Vergleichsgruppe unterschieden [62]. In Botswana wurde eine Therapiemethode zu HIV bei 2-jährigen Kindern untersucht [78, 79]. Genauso kam der DMC aber auch in Studien mit Kohortengrößen von über 1000 Kindern in Indien (6-18 Monate) und Burkina Faso (16-20

Monate) zur Anwendung [63, 80]. Die Beurteilung des direkten Zusammenhangs von SES und kognitiver Entwicklung ist in der vorliegenden Analyse der erste Einsatz des DMC IIIs.

Bei der Betrachtung des Untersuchungs-Settings können zwei Punkte hervorgehoben werden. Für eine gute und vergleichbare Untersuchung sollte ein hohes Maß an Gleichheit in Bezug auf den Untersuchungsort und ein gutes Training des Untersuchers im Test beachtet werden [32]. Allgemein kann nie eine komplett identische Situation für die Untersuchung hergestellt werden. Die im Rahmen der MBC gewählte Untersuchung im häuslichen Umfeld, zählt zu Orten für junge Kinder, an denen sie sich wohlfühlen und eine gute Untersuchung möglich ist. Je nach Tageszeit, Situation und Hungerzustand kann es jedoch Unterschiede in der Beantwortung bei direkter Adressierung von Aufgaben geben. Als Qualitätskontrolle der direkten Beobachtung ist der Befragungs-Teil über die Eltern hilfreich, allerdings könnte es gerade bei Grenzsituationen zu Unterschieden kommen. Die beiden Untersucher kannten das Studiendesign und die Familien sehr gut. Beide hatten keinen medizinischen Hintergrund. Dies ist für den DMC III jedoch auch nicht nötig. In der Vergangenheit zeigte sich bei der Adressierung der Tests von Ärzten oder Psychologen in Studien sogar eine Verschlechterung der Datenqualität durch zusätzlichen Bias, da Fragen und Aufgaben durch den medizinischen Hintergrund teilweise schon mit interpretiert und die reine Datenqualität dadurch verzerrt werden kann [81].

Auffällig im Vergleich zu anderen Studien ist auch, dass die kognitive Entwicklung des frühen Kindesalters meist durch mehrere Testverfahren gleichzeitig untersucht wurde. Dies zeigte sich auch in Bezug auf Studien, die Versionen des DMC anwandten. Als zusätzliche Methode kam hier oft die Mullen Scale of Early Learning oder die Bayley Scale of Early Learning zum Einsatz. Beides sind Untersuchungsmethoden, die zu den umfassenden kognitiven Erhebungen zählen [78, 82]. Die Erhebung der Daten für die kindliche Entwicklung sind so deutlich zeitaufwendiger, es werden oft mehrere kognitive Domänen für die kindliche Entwicklung untersucht und eine abschließende Einschätzung und ein Vergleich kann detaillierter erfolgen. Bei der vorliegenden Population sollten die Kinder vorerst innerhalb von Gruppen verglichen werden, sodass die Erhebung über ein Screening Verfahrens in diesem Setting ausreichend war.

### 5.2.3 SES-Erstellung

Die Bildung des familiären SES und damit die Annäherung an den für die Studienpopulation geltenden Lebensstandard in einer Größe zu erfassen, stellt im internationalen Forschungskontext eine Herausforderung dar.

Der in der Arbeit gebildete SES der MBC wurde auf Grundlage des Papers von Vyas et al. als Hauptkomponentenanalyse dargestellt [45]. Es wurden 14 Variablen aus den Bereichen: hygienische Bedingungen, Besitztümer (Var. 9-13), Vorhandensein von Elektrizität (Var. 8) und Beschaffenheit des Hauses berücksichtigt. Die Berücksichtigung von Besitztümern zeigte sich in vergangenen Studien als ein Faktor, der zu einer hohen Sicherheit des Ergebnisses des SES führte [83].

Nicht eingeschlossen werden konnten Variablen, die das absolute Einkommen der Familien betrachten. Diese wurden zwar im Haushaltsfragebogen abgefragt, allerdings stellt die Verwendung des Einkommens in der Literatur nicht immer eindeutig eine verbesserte Annäherung an den SES dar [84]. In der MBC verfügten nur etwa die Hälfte der Familien über ein Bankkonto (50 % vgl Tab 4). Das monatliche Einkommen musste somit von 50 %, die ihr Geld nicht über ein Bankkonto verwalteten, abgeschätzt werden. Dies bezieht Geld, welches wieder für Lebensmittel oder anderen Handel ausgegeben wird, nicht in die Berechnung mit ein.

Ebenso konnte das absolute Bildungslevel der Eltern nicht in den Score eingeschlossen werden. Dieses zeigte schon vermehrt ein Zusammenhang zur kindlichen kognitiven Entwicklung und wird an dieser Stelle als Limitation erwähnt [26, 85].

Die Variablen des SES standen innerhalb der Korrelationsmatrix miteinander in Zusammenhang. In der durchgeführten Korrelationsmatrix ist zu sehen, dass besonders die Variablen Strom und Beschaffenheit des Bodens eine enge Assoziation zeigten (0,52). Die Hauptkomponentenanalyse konnte die Studienpopulation mit einer Varianzerklärung von 23,6 % gut darstellen.

Bei einem Vergleich der Konstruktion des SES in anderen Kohorten und Fragestellungen kann festgestellt werden, dass oft ähnliche Variablen zur Erstellung des SES verwendet wurden und die Studienpopulation dadurch zu unterscheiden war [2, 22, 23, 86].

## 5.3 Diskussion der Ergebnisse:

### 5.3.1 Ergebnisse DMC III/ Intraindividuelle Variabilität der kognitiven Entwicklung

Die kognitive Entwicklung zwischen unterschiedlichen Kohorten zu vergleichen, stellt sich im wissenschaftlichen Kontext als erschwert dar. Es gibt wenig absolute Zahlen und Daten zur kognitiven Entwicklung von Kindern in LMIC [87]. Grundsätzlich konnten Unterschiede in der Entwicklung zwischen Kindern, die in ländlichen und städtischen Kontext aufwachsen gezeigt werden. Dabei zeigte sich besonders im ländlichen Raum eine erhöhte Gefährdung der kognitiven Entwicklung [50].

Die von den Kindern erreichte Punktzahl des DMC III lagen bei einem Median von 46 Punkten (41-56 Punkte). Positiv hervorzuheben ist, dass alle Fragen für jedes Kind beantwortet wurden und somit keine fehlenden Variablen ersetzt werden mussten. Im Vergleich der Scores der Teildomänen untereinander, zeigte die Pearson Korrelation einen positiven Zusammenhang. Dementsprechend waren Kinder, die einen höheren Punktescore im grobmotorischen Bereich erreichen konnten, auch im feinmotorischen und im sprachlichen Entwicklungsstand besser.

Innerhalb des Gesamtergebnisses und auch innerhalb der Teildomänen (v.a. Grobmotorik und Sprache) fiel auf, dass der IQR (interquartile Abstand) relativ groß war (15 Punkte im Gesamtscore). Die Kinder verteilten sich in ihrer grobmotorischen Entwicklung relativ breit auf diesen Bereich. Dies könnte auf eine hohe Intraindividualität der Entwicklung der Kohorte im Alter von einem Jahr hinweisen. Denn nicht jedes Kind entwickelt jede Fähigkeit bei dem schnellen Wachstum innerhalb der ersten beiden Lebensjahre gleich schnell [88, 89].

In der Vergangenheit konnten neben der Individualität der Kinder weitere 2 Faktoren hervorgehoben werden, die die Datenqualität von kognitiven Untersuchungen beeinflussen. Einerseits die Situation und die Gegebenheiten zum Zeitpunkt der Untersuchung [90]. Eine größere Variabilität in den Daten muss daher nicht unbedingt bedeuten, dass die kognitive Entwicklung der Kinder stark eingeschränkt ist [88, 91].

Vielmehr ist interessant, in diesem Zusammenhang, die longitudinale Entwicklung bei der Analyse des Folgezeitpunkts der DMC III Erhebung im Alter von 2 Jahren abzuwarten. Kommt es dabei zu einem Abfall des Scores, ist eine Verzögerung der Entwicklung vorstellbar.

Ein Vergleich der absoluten Scores des DMC III mit vergangenen Studien oder einer Vergleichsgruppe ist nicht direkt möglich, da zum Zeitpunkt der Auswertung der Daten, in der Literatur noch keine Vergleichszahlen vorlagen. Da der DMC III allerdings schon in Ghana angewendet wurde, wird davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse die kognitive Entwicklung repräsentieren und die Gruppen untereinander vergleichbar sind [64]. Bei einem relativen Vergleich der Werte, wurden Ergebnisse vorheriger Varianten des DMC II bewertet. Dabei ist zu erkennen, dass ähnlich, wie in der vorliegenden Erhebung die Punkte in Ihren interquartilen Abständen um mindestens 2-3 Punkte zum Median abweichen [78-80, 82] und dabei ein Unterschied zu einer Vergleichsgruppe zu erkennen war.

Bei der erneuten und dann longitudinalen Analyse kann ein Unterschied in der Geschwindigkeit der Entwicklung einzelner Kinder gezogen werden. Bei der Betrachtung der Ergebnisse zum jetzigen Zeitpunkt, wird vor allem von einer hohen Individualität der Entwicklung der Kinder in einem ähnlichen Level ausgegangen.

### 5.3.2 Ergebnisse des SES

In der Auswertung der Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse stellte sich der SES leicht linksschief normalverteilt dar (vgl Abb. 11). Die Einteilung in 4 SES-Kategorien zeigte die Mehrheit der Familien mit etwa 70 % in den Kategorien SES 2 und 3 (vgl. Tab 7), also relativ eng beieinander in einem mittleren ähnlichen Niveau.

Besonders hohe Bedeutung für den SES der MBC, hatte der Besitz eines Fernsehers (Var 9, Loading 0,39 (75 %)) und die Verfügbarkeit von Elektrizität (Var. 8, Loading 0,36 (82 %)).

Auch in vorherigen Studien zeigten diese Punkte besondere Relevanz in Bezug auf SES und kognitive Entwicklung im frühen Kindesalter. Die Wichtigkeit von Elektrizität für den Wohlstand eines Haushaltes kann durch die Abhängigkeit vieler weiterer Aspekte erklärt werden. So ist das Vorhandensein von Elektrizität, die Voraussetzung für einen Fernseher oder Kühlschrank. Durch einen Kühlschrank können Nahrungsmittel hygienischer gelagert werden. In einer Analyse für SSA kam es in Familien, die einen Kühlschrank und Elektrizität hatten zu weniger allgemeinen pädiatrischen Erkrankungen [92]. In einer Untersuchung in Ghana wirkte sich das Nichtvorhandensein von Elektrizität auf die mentale Gesundheit der Haushaltsmitglieder aus [93].

Weitere klinische Relevanz innerhalb des SES lag in vergangenen Untersuchungen, in der Beschaffenheit des Haushaltes. Hier konnte ein Bezug zur kognitiven Entwicklung von 3-5 Jahre alten Kindern in SSA hergestellt werden. Beachtet wurden dabei die Bedingungen Haushalt mit hochwertigem Material, gute Trinkwasserqualität sowie gute Sanitäre Anlagen [94]. Eine Studie, die die Fortschritte in der Verbesserung der Lebensbedingungen im Hinblick auf die Beschaffenheit des Haushalts untersuchte, zeigte, dass es in den Jahren 2000 – 2016 eine Verdopplung an Haushalten gab, die langfristiges und robustes Material verwendete. Die Materialunterschiede betrafen beispielsweise die Bodenbeschaffenheit, die nicht mehr aus Sand oder Erde, sondern aus Zement oder Fliesen bestand. Ebenfalls konnte hier ein Zusammenhang von Haus-Beschaffenheits-Qualität zum Bildungslevel der Familienmitglieder und darüber eine positive Auswirkung auf die kindliche Entwicklung gezogen werden [95].

Bei einer Betrachtung der hygienischen Bedingungen der Familien im Rahmen der MBC fällt auf, dass die meisten Familien ihr Trinkwasser aus sog. Plastik-“Sachets“ oder Plastikflaschen bezogen (vgl. Tabelle 4). Wenige Familien bezogen Trinkwasser aus einer ungeschützten Quelle. Dies verhindert negative Auswirkungen auf die Gesundheit und Entwicklung durch sehr schlechte hygienische Bedingungen, wie sie in zurückliegenden Studien festgestellt werden konnten [96-98].

Die Studienpopulation konnte durch den gebildeten SES gut dargestellt werden. Es liegen klare Unterschiede in Bezug auf den SES vor. Insgesamt liegen die Hintergründe und Lebensstandards jedoch in einem vergleichweisen ähnlichen Level und ähnlichem Risikospektrum.

### 5.3.3 SES und kognitive Entwicklung - Ein Netzwerk von Einflussfaktoren

Die lineare Regressionsanalyse zeigte einen positiven Zusammenhang zwischen kognitiver Entwicklung und familiärem SES. Daraus lässt sich schließen, dass die Kinder mit einem höheren SES einen tendenziell besseren kognitiven Entwicklungsstand aufwiesen. Mit einer Steigung der Regressionsgerade von 0,77 war die Assoziation allerdings gering ausgeprägt.

Die Richtung dieses Zusammenhanges bestätigt sich auch im Rahmen von anderen Studien. So konnte in Südafrika ein negativer Zusammenhang zwischen der kognitiven Entwicklung 5-jähriger Kinder und einem niedrigeren SES gezeigt werden [2]. In Guatemala war ein niedrigerer SES bei Geburt mit weniger Schulbesuch und einer schwächeren Kognition im Erwachsenenalter assoziiert [85]. Im Rahmen einer longitudinalen Studie in

Brasilien konnte gezeigt werden, dass das elterliche Einkommen bei der Geburt mit der kognitiven Entwicklung im Alter von 12 Monaten und mit den Schulnoten im Alter von 18 Jahren assoziiert war [99].

Doch wie im multifaktoriellen Regressionsmodell beschrieben, ist der SES nicht der einzige Risikofaktor, der Einfluss auf die kognitive Entwicklung im frühen Kindesalter nehmen kann. Daher kann der Zusammenhang nicht nur auf diese beiden Faktoren begrenzt werden, sondern sollte, um eine eindeutigere Aussage treffen zu können, im Gesamtkontext mit einigen weiteren Faktoren untersucht werden, die Einfluss auf die kognitive Entwicklung nehmen. Es wurden im Modell in dem Studiendesign mögliche Covariablen für die Analyse berücksichtigt. Im Folgenden sollen weitere für die Studienpopulation zutreffende Risikofaktoren diskutiert werden, die die Aussagekraft des vorliegenden Modells in der Theorie noch verbessern können. Dabei ist eine Abgrenzung von Faktoren, die auf die kognitive Entwicklung wirken und solche, die durch den SES beeinflusst werden, nicht immer eindeutig herbeizuführen. Vielmehr sind diese meist direkt miteinander in Zusammenhang oder üben durch andere Risikofaktoren einen Einfluss aufeinander aus [3, 16-18].

Besonders im Zusammenhang mit Fieber- und Infektionserkrankungen (wie Malariainfektionen) zeigte sich bereits in zahlreichen Analysen ein Zusammenhang zu kognitiven Entwicklungsverzögerungen im Kindesalter und zum SES [17]. In einigen Geburtskohorten konnte hier sowohl bei einer einfachen Malariainfektion, als auch im Besonderen bei einer zerebralen Malaria ein negativer Effekt auf die Kognition im Kindesalter gezeigt werden [100]. Besonders innerhalb der Teilbereiche Aufmerksamkeit und des Arbeitsgedächtnisses konnten bei zerebraler Malaria Entwicklungsdefizite bei Kindern aus Uganda und dem Senegal erkannt werden [22, 23, 101]. Gleichzeitig wird die Wahrscheinlichkeit, eine Infektion zu bekommen durch den familiären SES beeinflusst. Kinder mit niedrigerem familiärem SES zeigten ein erhöhtes Risiko, sich mit Malaria zu infizieren [102]. Als Erklärung konnte hier gezeigt werden, dass die Qualität der Häuser schlechter ist, dass die Kenntnisse über Übertragung und Erkrankung geringer ist und dadurch eine Infektion schneller stattfindet und auch erst später erkannt wird [102].

Zu den weiteren Einflussfaktoren auf die kognitive Entwicklung zählt das Krankheitsbild der Anämie, insbesondere die Eisenmangelanämie [17, 103, 104]. Diese betrifft sowohl die Mutter während der Schwangerschaft und Stillzeit wie auch das Kind selbst mit unterschiedlichen Effekten [20, 73, 105, 106]. Die Prävalenz einer Anämie im Kindesalter

(< 5 Jahren) liegt in Ghana bei 59,5 % und betrifft somit mehr als die Hälfte aller Kinder [107]. Eine Anämie der Mutter in der Schwangerschaft führt allerdings nicht eindeutig zu Entwicklungseinschränkungen des Kindes [20]. In Benin konnte gezeigt werden, dass ein Eisenmangel der Mutter während der Geburt zu keinen kognitiven Entwicklungseinschränkungen von 1-jährigen Kindern führte [73]. Auch in Indien führte eine Anämie während der Schwangerschaft nicht zu Veränderungen der Entwicklung der Kinder von 22-32 Monaten [108]. Eine Anämie der Kinder selbst zeigte allerdings bereits zahlreich langfristige negative Effekte auf die kognitive Entwicklung von Kindern und gilt als einer der Hauptgründe für ein vermeidbares kognitives Defizit von Kindern [20, 105]. Eine negative Auswirkung zeigte sich besonders in der sprachlichen und die koordinativen Entwicklung von anämischen 1-jährigen Kindern in Chile [109].

Eine Eisenmangelanämie kann über mehrere Mechanismen ausgelöst werden. Einerseits kann sie durch mangelnde Eisenaufnahme aus der Ernährung, andererseits auch als Folge von anderen Erkrankungen (Malariainfektion/Wurminfektionen) hervorgerufen werden [23, 110, 111]. Ernährungsbedingt spielt neben unzureichender Eisenaufnahme auch der Jodmangel eine Bedeutung für die Entwicklung von Kindern. Denn auch hier konnte ein negativer Effekt zur kognitiven Entwicklung gezeigt werden [21].

Durchfallerkrankungen betreffen in klinischem Ausmaß besonders Kinder im frühen Kindesalter. Dabei werden diese oft durch schlechte hygienische Bedingungen (beispielsweise fehlende Sanitäranlagen) und durch schlechten Zugang zu sauberem Wasser hervorgerufen [96]. Das bedeutet, dass ein niedrigerer SES ein Risikofaktor für weitere Risikofaktoren der kognitiven Entwicklung darstellt. Eine eindeutige Belegung des Zusammenhanges von Diarrhoe und kognitiven Entwicklungseinschränkungen konnte jedoch noch nicht abschließend belegt werden [18].

Auch Wurmerkrankungen betreffen einen Großteil der Bevölkerung von SSA. So leidet auch die Bevölkerung von Ghana unter Wurmerkrankungen [112]. Es gibt einige Programme zur Eradikation von Wurminfektionen [113]. Ob eine Wurmerkrankung zu Entwicklungseinschränkungen im Kindesalter führt, ist allerdings ebenfalls noch nicht komplett klar [111, 112, 114]. Während eine Studie in Kambodia kognitive Entwicklungsunterschiede bei mit dem Hakenwurm infizierten zu nicht infizierten Schulkindern fanden [111], konnte an anderer Stelle bei Schulkindern in Benin kein kognitiver Unterschied festgestellt werden [115].

Neben den bisher benannten Risikofaktoren, sind auch Risiken durch die Interaktion von Eltern und Kindern in der Kohorte zu berücksichtigen. Besonders der Bildungshintergrund

der Eltern zeigte sowohl in der mütterlichen wie auch der väterlichen Seite eine direkte Auswirkung auf die Entwicklung der Kinder [26]. Dabei zeigten Eltern mit einer höheren Ausbildung über mehr Wissen von protektiven Verhalten und konnten Risiken von kindlichen Entwicklungsrisikofaktoren besser erkennen [116].

Als letzter Einflussfaktor, soll ein Bezug zur Covid-19 Pandemie hergestellt werden. Diese begann Ende 2019 und betraf in unterschiedlichem Ausmaß somit alle in die Studie eingeschlossenen Familien. International wurde bereits einige Male bestätigt, dass besonders Kinder einen negativen Einfluss der Situation und der Maßnahmen der Pandemie ausgesetzt waren [69].

Wie in global nahezu allen Ländern der Welt, gab es auch in Ghana Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie. Diese umfassten Einschränkungen der Kontakte, Ausgangssperren, Reisebeschränkungen, den Schluss der Landesgrenze und vorübergehende Schulschließungen [117].

Die langfristigen Auswirkungen auf die jungen Kinder sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig abzuschätzen. Allerdings sind inhaltlich die sozialen Kontakte eingeschränkter, der Stress bei Eltern und Kindern größer und der Zugang zu Bildungseinrichtungen eingeschränkter gewesen. Innerhalb der umweltbedingten Risikofaktoren ist damit eine deutliche Veränderung der Lebenssituation der Kinder gegeben gewesen. Dies gestattet auch einen Vergleich mit zurückliegenden Studien schwerer.

#### **5.4 Schlussfolgerung und Ausblick:**

Es konnte ein positiver Zusammenhang zwischen familiärem SES und kognitiver Entwicklung des Kindes gezeigt werden.

Gleichzeitig wurden die Komplexität und Vernetzung dieser beiden Faktoren auch im Zusammenhang von anderen Risikofaktoren hervorgehoben. Durch die zahlreichen Risikofaktoren sollte gezeigt werden, dass die kindliche Entwicklung sehr individuell ist und im Kontext betrachtet werden muss. Die untersuchten Kinder waren zum Zeitpunkt der Untersuchung mit einem Jahr noch sehr individuell und unterschiedlich in der Entwicklung. Eine eindeutige und langfristige Aussage aus dieser Analyse zu treffen scheint hier noch sehr früh. Eine erneute Analyse der Kinder mit 2 Jahren und dann eine longitudinale Auswertung der Daten kann dahingehend jedoch eine veränderte oder stärkere Assoziation des Zusammenhanges von SES und kognitiver Entwicklung in der Kohorte zeigen oder bestätigen.

Sollte es zu einer Festigung dieses Zusammenhanges kommen, sollten die Einzelfaktoren mit untersucht werden, um neue Studien zu konzipieren und Programme zu implementieren. Programme, wie beispielsweise Eltern-Trainings können dann helfen, auf Defizite in der kindlichen Entwicklung zu achten und Kindern möglichst früh eine Förderung zu ermöglichen, die sozialer Ungerechtigkeit entgegenwirkt.

## 6 Zusammenfassung

Eine verzögerte kognitive Entwicklung im frühen Kindesalter kann weitreichende und lebensverändernde Einschränkungen für das gesamte Leben eines Kindes im Hinblick auf dessen ökonomischen, psychischen und gesundheitlichen Zustand haben.

Unter zahlreichen Risikofaktoren ist besonders in den letzten Jahren die Rolle des familiären SES in das Interesse internationaler Forschung gerückt. Die Identifizierung und Darstellung dieses Zusammenhangs und möglicher Ursachen einer verzögerten Entwicklung bildet dabei die Grundlage für die Etablierung von Programmen und Therapiemöglichkeiten.

Vor diesem Hintergrund war das Ziel der vorliegenden Arbeit, den Zusammenhang von kognitiver Entwicklung im frühen Kindesalter und familiärem SES in einem Malariarisikogebiet in Ghana zu untersuchen.

Im Rahmen der Malaria Geburtskohorte MBC wurden 195 1-jährige Kinder im Studienort Agogo, einem ländlichen Gebiet Ghanas, in ihrer kognitiven Entwicklung, sowie ihrem familiären SES untersucht. Die Methode zur Einschätzung der Entwicklung bestand in der Erhebung über eine Checklist (DMC III). Der SES wurde statistisch über eine Hauptkomponentenanalyse dargestellt und der Zusammenhang dieser beiden Faktoren wurde mittels Regressionsanalysen bestimmt.

Für die Assoziation der beiden Parameter konnte eine leicht negative Assoziation von 2 % berechnet werden. Es konnte allerdings kein starker statistischer Zusammenhang hergestellt werden. In der multiplen Regression konnte die negative Tendenz ebenfalls bestätigt werden und eine Varianzaufklärung von 5,7 % gezeigt werden.

Im wissenschaftlichen Kontext bestätigte sich der negative Zusammenhang von niedrigem familiärem SES und kognitiver Entwicklung. Dabei wurde in einigen Geburtskohorten von einer starken Assoziation dieser beiden Faktoren berichtet. Der Grund für die eher schwächere Intensität des Zusammenhangs der vorliegenden Kohorte, lässt sich am ehesten darauf zurückführen, dass die Kohorte relativ klein war, die Kinder zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch sehr jung und der sozioökonomische Hintergrund der Gruppe insgesamt durch die Rekrutierungsvoraussetzungen in einem ähnlichen Bereich lagen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die beiden Faktoren von zahlreichen weiteren Einflussfaktoren im Untersuchungsgebiet, wie einer Anämie, einer Malariainfektion oder

Auswirkungen durch Umwelteinflüsse, wie die zur Studienzeit beginnende Pandemie die beiden Faktoren mitbeeinflussen.

Die Arbeit wurde während der laufenden Datenerhebung verfasst. Eine erneute Analyse zu einem späteren Zeitpunkt ist geplant. Dabei soll sowohl der Zusammenhang der größeren Kohorte gebildet, wie auch im longitudinalen Kontext berechnet werden. Die dann erhobenen Daten könnten die Ergebnisse innerhalb der Tendenz noch bestärken und zusätzliche Risikofaktoren könnten mit erhoben und in der Analyse berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse können dann mit als Ausgangspunkt für weitere Förderungsmöglichkeiten und Maßnahmen dienen, um Kindern weltweit gleichwertigere Voraussetzungen zu ermöglichen und den UN Sustainable Development Goals 2030 einen Schritt näher zu kommen.

## **Abstract**

Cognitive development in early childhood has shown to have a great impact on children's success in terms of their economic, psychological and health status. Any delay or disruption may have negative consequences on their wellbeing, profession and health.

Identifying possible risk factors is crucial for creating and establishing health programs and therapy options for these children. Family SES as a potential risk factor has gotten into the focus of international research.

Aim of the present work was to analyze the association of cognitive development in early childhood and family SES in a malaria area in rural Ghana.

This thesis is part of the MBC (malaria birth cohort), a prospective longitudinal cohort study conducted in Agogo, a rural area of Ghana. 195 one-year-old children were assessed in their cognitive development level and their family SES. The method for assessing the cognitive development was a checklist system named "developmental milestone checklist" (DMC III). The SES was created by a principal component analysis. The statistical association between cognitive development and SES was analyzed in linear and multivariate regression analysis.

The linear regression analysis showed a negative association (2%) for cognitive development and family SES. This statistical association however was not strong. Multiple regression analysis has shown a stronger association (explained variance 5.7%).

A negative association for low family SES and cognitive development could already be built in various previous studies. A strong association of these two factors was reported in some birth cohorts. Reasons for a weaker association in the given cohort and therefore a limitation of the study can be attributed to various factors. The cohort was relatively small, children were still very young at the time of data collection and the socioeconomic background of the whole study group was in a similar range due to the recruitment requirements.

In the study area cognitive development and SES are influenced by numerous other factors, such as anemia, malaria infection or environmental influences (i.e. covid pandemic).

This thesis was written in time of ongoing data collection. A new analysis is planned at a later time. Future analysis can establish a connection between the larger cohort and calculate the results in a longitudinal context. It could strengthen the results and additional risk factors could be added and taken into account of the analysis.

Results can lead to further funding opportunities and research aimed at ensuring equal conditions for children worldwide. It can help to get one step closer in fulfilling the UN Sustainable Development Goals 2030.

## 7 Literaturverzeichnis

1. Grantham-McGregor, S., et al., *Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries*. The Lancet, 2007. **369**(9555): p. 60-70.
2. Drago, F., et al., *Psychosocial and environmental determinants of child cognitive development in rural south africa and tanzania: findings from the mal-ed cohort*. BMC Public Health, 2020. **20**(1): p. 505.
3. Lu, C., M.M. Black, and L.M. Richter, *Risk of poor development in young children in low-income and middle-income countries: an estimation and analysis at the global, regional, and country level*. Lancet Glob Health, 2016. **4**(12): p. e916-e922.
4. Lake, A. and M. Chan, *Putting science into practice for early child development*. Lancet, 2015. **385**(9980): p. 1816-7.
5. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs*. 2022; Available from: <https://sdgs.un.org/2030agenda>.
6. McLeod, S., *Jean Piaget's Theory of Cognitive Development*. 2022.
7. Babakr, Z., P. Mohamedamin, and K. Kakamad, *Piaget's Cognitive Developmental Theory: Critical Review*. 2019.
8. Lefa, B., *The Piaget theory od cognitive development: an educational implications*. Educational Psychology, 2014. **1**: p. 9.
9. Mayatepek, E., *Pädiatrie*. 2007: Elsevier Verlag. S.34-36.
10. Gahr, S.u., *Pädiatrie*. 2013: Springer Verlag. S.13-16.
11. Murray, G.K., et al., *Infant developmental milestones and subsequent cognitive function*. Ann Neurol, 2007. **62**(2): p. 128-36.
12. Knudsen, E.I., *Sensitive periods in the development of the brain and behavior*. J Cogn Neurosci, 2004. **16**(8): p. 1412-25.
13. Knickmeyer, R.C., et al., *A structural MRI study of human brain development from birth to 2 years*. J Neurosci, 2008. **28**(47): p. 12176-82.
14. Pfefferbaum, A., et al., *A quantitative magnetic resonance imaging study of changes in brain morphology from infancy to late adulthood*. Arch Neurol, 1994. **51**(9): p. 874-87.
15. Nelson, C.A., 3rd, et al., *Cognitive recovery in socially deprived young children: the Bucharest Early Intervention Project*. Science, 2007. **318**(5858): p. 1937-40.
16. Ford, N.D. and A.D. Stein, *Risk factors affecting child cognitive development: a summary of nutrition, environment, and maternal-child interaction indicators for sub-Saharan Africa*. J Dev Orig Health Dis, 2016. **7**(2): p. 197-217.
17. Walker, S.P., et al., *Child development: risk factors for adverse outcomes in developing countries*. Lancet, 2007. **369**(9556): p. 145-57.
18. Sania, A., et al., *Early life risk factors of motor, cognitive and language development: a pooled analysis of studies from low/middle-income countries*. BMJ Open, 2019. **9**(10): p. e026449.
19. Toloza, F.J.K., H. Motahari, and S. Maraka, *Consequences of Severe Iodine Deficiency in Pregnancy: Evidence in Humans*. Front Endocrinol (Lausanne), 2020. **11**: p. 409.
20. Grantham-McGregor, S. and C. Ani, *A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children*. J Nutr, 2001. **131**(2s-2): p. 649S-666S; discussion 666S-668S.

21. Jáuregui-Lobera, I., *Iron deficiency and cognitive functions*. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2014. **10**: p. 2087-95.
22. Boivin, M.J., et al., *Cognitive impairment after cerebral malaria in children: a prospective study*. *Pediatrics*, 2007. **119**(2): p. e360-6.
23. Boivin, M.J., et al., *Malaria illness mediated by anaemia lessens cognitive development in younger Ugandan children*. *Malar J*, 2016. **15**: p. 210.
24. Fries, A.B., E.A. Shirtcliff, and S.D. Pollak, *Neuroendocrine dysregulation following early social deprivation in children*. *Dev Psychobiol*, 2008. **50**(6): p. 588-99.
25. Shuffrey, L.C., et al., *Association of maternal depression and anxiety with toddler social-emotional and cognitive development in South Africa: a prospective cohort study*. *BMJ Open*, 2022. **12**(4): p. e058135.
26. Patra, K., et al., *Maternal Education Level Predicts Cognitive, Language, and Motor Outcome in Preterm Infants in the Second Year of Life*. *Am J Perinatol*, 2016. **33**(8): p. 738-44.
27. Bank, T.W., *Poverty and Inequality Platform*. 2024.
28. Olinto, P., et al., *The state of the poor: Where are the poor, where is extreme poverty harder to end, and what is the current profile of the world's poor*. *Economic premise*, 2013. **125**(2): p. 1-8.
29. UNICEF. *Child poverty*. 2023 [cited 2023 31.01.2023]; Available from: <https://www.unicef.org/social-policy/child-poverty>.
30. Nations, U. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs*. 2022; Available from: <https://sdgs.un.org/2030agenda>.
31. Bond, T., *Measurement of Cognitive Development*. 2008.
32. Semrud-Clikeman, M., et al., *Selecting measures for the neurodevelopmental assessment of children in low- and middle-income countries*. *Child Neuropsychol*, 2017. **23**(7): p. 761-802.
33. Fernald, L.C.H., et al. *Examining early child development in low-income countries : a toolkit for the assessment of children in the first five years of life*. 2009.
34. Chiao, J.Y. and K.D. Blizinsky, *Culture-gene coevolution of individualism-collectivism and the serotonin transporter gene*. *Proc Biol Sci*, 2010. **277**(1681): p. 529-37.
35. Van de Vijver, F. and Y. Poortinga, *Towards an Integrated Analysis of Bias in Cross-Cultural Assessment*. *European Journal of Psychological Assessment*, 1997. **13**: p. 29-37.
36. Tapajós, R., et al., *Malaria impact on cognitive function of children in a peri-urban community in the Brazilian Amazon*. *Malar J*, 2019. **18**(1): p. 173.
37. Bradley, R.H. and R.F. Corwyn, *Socioeconomic status and child development*. *Annu Rev Psychol*, 2002. **53**: p. 371-99.
38. Ditton, H. and K. Maaz. *Sozioökonomischer Status und soziale Ungleichheit*. 2011.
39. Ditton, H. and K. Maaz. *Sozioökonomischer Status und soziale Ungleichheit*. 2011.
40. Adler, N.E., et al., *Socioeconomic status and health. The challenge of the gradient*. *Am Psychol*, 1994. **49**(1): p. 15-24.
41. Psaki, S.R., et al., *Measuring socioeconomic status in multicountry studies: results from the eight-country MAL-ED study*. *Population Health Metrics*, 2014. **12**(1): p. 8.
42. Ahun, M.N., et al., *Child development in rural Ghana: Associations between cognitive/language milestones and indicators of nutrition and stimulation of*

- children under two years of age. *Can J Public Health*, 2018. **108**(5-6): p. e578-e585.
43. Afulani, P.A., *Rural/urban and socioeconomic differentials in quality of antenatal care in Ghana*. *PLoS One*, 2015. **10**(2): p. e0117996.
  44. Kutty, V.R., et al., *How socioeconomic status affects birth and death rates in rural Kerala, India: results of a health study*. *Int J Health Serv*, 1993. **23**(2): p. 373-86.
  45. Vyas, S. and L. Kumaranayake, *Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis*. *Health Policy Plan*, 2006. **21**(6): p. 459-68.
  46. Filmer, D. and L.H. Pritchett, *Estimating wealth effects without expenditure data—or tears: An application to educational enrollments in states of India*. *Demography*, 2001. **38**(1): p. 115-132.
  47. Engle, P.L., et al., *Strategies to avoid the loss of developmental potential in more than 200 million children in the developing world*. *Lancet*, 2007. **369**(9557): p. 229-42.
  48. UNICEF. *Ending Extreme Poverty: A Focus on Children*. 2022 [31.01.2022]; Available from: [https://www.unicef.org/media/49996/file/Ending\\_Extreme\\_Poverty\\_A\\_Focus\\_on\\_Children\\_Oct\\_2016.pdf](https://www.unicef.org/media/49996/file/Ending_Extreme_Poverty_A_Focus_on_Children_Oct_2016.pdf).
  49. Prado, E.L. and K.G. Dewey, *Nutrition and brain development in early life*. *Nutrition Reviews*, 2014. **72**(4): p. 267-284.
  50. Hermida, M.J., et al., *Risks for Child Cognitive Development in Rural Contexts*. *Front Psychol*, 2018. **9**: p. 2735.
  51. The World Bank. *Low & middle income | Data*. 2022; Available from: <https://data.worldbank.org/country/XO>.
  52. Wikipedia, E.W., *Politische Karte Ghanas*. 2006, Domenico-de-ga.
  53. Service, G.H. *Annual report - Ghana - Annual Report, 2016.pdf*. 2016 Annual Report 2016.
  54. Limited, G.A.C. *Kumasi Airports*. 2023; Available from: <https://www.gacl.com.gh/ongoing-kumasi/>.
  55. The World Bank. *Climate Change Knowledge Portal*. 2024; Available from: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ghana/climate-data-historical>.
  56. World Health Organisation, *World Malaria Report 2021*. 2021.
  57. Service, G.S. *Ashante Akim North Municipal*. 2021 [28.10.2024]; Available from: [https://statsghana.gov.gh/gssmain/fileUpload/pressrelease/Asante\\_Akim\\_North\\_Municipal.pdf](https://statsghana.gov.gh/gssmain/fileUpload/pressrelease/Asante_Akim_North_Municipal.pdf).
  58. *Profile | Presbyterian Health Services - Agogo*. 2022; Available from: <https://agogopresbyhospital.org/main/profile/>.
  59. World Health Organization, *Weight for Age*. 2024.
  60. World Health Organization, *Length for age*. 2024.
  61. Manuals, M.S.D. *Perzentile des Body Mass Index (BMI) für Mädchen (2 bis 20 Jahre)*. 2023; Available from: <https://www.msmanuals.com/medical-calculators/BodyMassIndexGirls-de.htm>
  62. Abubakar, A., et al., *Developmental monitoring using caregiver reports in a resource-limited setting: the case of Kilifi, Kenya*. *Acta Paediatr*, 2010. **99**(2): p. 291-7.

63. Prado, E.L., et al., *Lipid-Based Nutrient Supplements Plus Malaria and Diarrhea Treatment Increase Infant Development Scores in a Cluster-Randomized Trial in Burkina Faso*. J Nutr, 2015. **146**(4): p. 814-822.
64. Prado, E.L., et al., *A method to develop vocabulary checklists in new languages and their validity to assess early language development*. J Health Popul Nutr, 2018. **37**(1): p. 13.
65. Harris, P.A., et al., *The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners*. Journal of Biomedical Informatics, 2019. **95**: p. 103208.
66. Harris, P.A., et al., *Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support*. Journal of Biomedical Informatics, 2009. **42**(2): p. 377-381.
67. Harris PA, T.R., Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG, *Research electronic data capture ( REDCap )— A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support*. J Biomed Inform. Elsevier Inc.
68. StataCorp, *Stata Statistical Software: Release 14*, in College Station, TX. 2015.
69. UNICEF. *UNICEF Ghana Country Office Annual Report 2021*. 2021; Available from: <https://www.unicef.org/reports/country-regional-divisional-annual-reports-2021/Ghana>.
70. Canova, C. and A. Cantarutti, *Population-Based Birth Cohort Studies in Epidemiology*. Int J Environ Res Public Health, 2020. **17**(15).
71. Struyf, T., et al., *The effect of HIV infection and exposure on cognitive development in the first two years of life in Malawi*. Eur J Paediatr Neurol, 2020. **25**: p. 157-164.
72. Weckman, A.M., et al., *Neurocognitive outcomes in Malawian children exposed to malaria during pregnancy: An observational birth cohort study*. PLoS Med, 2021. **18**(9): p. e1003701.
73. Mireku, M.O., et al., *Prenatal Iron Deficiency, Neonatal Ferritin, and Infant Cognitive Function*. Pediatrics, 2016. **138**(6).
74. Prado, E.L., et al., *Extending the Developmental Milestones Checklist for use in a different context in Sub-Saharan Africa*. Acta Paediatr, 2014. **103**(4): p. 447-54.
75. The World Bank. *Burkina Faso | Data*. 2022; Available from: <https://data.worldbank.org/country/burkina-faso?view=chart>.
76. Handal, A.J., et al., *Effect of community of residence on neurobehavioral development in infants and young children in a flower-growing region of Ecuador*. Environ Health Perspect, 2007. **115**(1): p. 128-33.
77. Heo, K.H., J. Squires, and P. Yovanoff, *Cross-cultural adaptation of a pre-school screening instrument: comparison of Korean and US populations*. J Intellect Disabil Res, 2008. **52**(Pt 3): p. 195-206.
78. Kacanek, D., et al., *Pediatric Neurodevelopmental Functioning After In Utero Exposure to Triple-NRTI vs. Dual-NRTI + PIART in a Randomized Trial, Botswana*. J Acquir Immune Defic Syndr, 2018. **79**(3): p. e93-e100.
79. Magai, D.N., et al., *Neonatal jaundice and developmental impairment among infants in Kilifi, Kenya*. Child Care Health Dev, 2020. **46**(3): p. 336-344.
80. Larson, L.M., et al., *A Cross-Sectional Survey in Rural Bihar, India, Indicates That Nutritional Status, Diet, and Stimulation Are Associated with Motor and Mental Development in Young Children*. J Nutr, 2017. **147**(8): p. 1578-1585.

81. Sheldrick, R.C., S. Merchant, and E.C. Perrin, *Identification of developmental-behavioral problems in primary care: a systematic review*. Pediatrics, 2011. **128**(2): p. 356-63.
82. Cassidy, A.R., et al., *In Utero Efavirenz Exposure and Neurodevelopmental Outcomes in HIV-exposed Uninfected Children in Botswana*. Pediatr Infect Dis J, 2019. **38**(8): p. 828-834.
83. McKenzie, D.J., *Measuring Inequality with Asset Indicators*. Journal of Population Economics, 2005. **18**(2): p. 229-260.
84. Braveman, P.A., et al., *Socioeconomic status in health research: one size does not fit all*. Jama, 2005. **294**(22): p. 2879-88.
85. Stein, A.D., et al., *Schooling, educational achievement, and cognitive functioning among young Guatemalan adults*. Food Nutr Bull, 2005. **26**(2 Suppl 1): p. S46-54.
86. Larson, L.M., et al., *Effectiveness of a home fortification programme with multiple micronutrients on infant and young child development: a cluster-randomised trial in rural Bihar, India*. Br J Nutr, 2018. **120**(2): p. 176-187.
87. Black, M., et al., *Series, Child development in developing countries. Strategies to avoid the loss of developmental potential in more than 200 million children in the developing world*. Lancet, 2007. **369**: p. 229-42.
88. De Ribaupierre, A. and T. Lecerf, *On the Importance of Intraindividual Variability in Cognitive Development*. J Intell, 2018. **6**(2).
89. Meyer, L.G.u.S., *Pädiatrie*. 2018: Thieme Verlag.
90. Cattell, R., B., (1966). *Handbook of multivariate experimental psychology*. Chicago: Rand McNally, 1966. **156**: p. 35.26-58.
91. Nesselroade, J.R. and P.C. Molenaar, *Some Behavioral Science Measurement Concerns and Proposals*. Multivariate Behav Res, 2016. **51**(2-3): p. 396-412.
92. Chilot, D., et al., *Prevalence and associated factors of common childhood illnesses in sub-Saharan Africa from 2010 to 2020: a cross-sectional study*. BMJ Open, 2022. **12**(11): p. e065257.
93. Lin, B. and M.A. Okyere, *Multidimensional Energy Poverty and Mental Health: Micro-Level Evidence from Ghana*. Int J Environ Res Public Health, 2020. **17**(18).
94. Gao, Y., et al., *Housing environment and early childhood development in sub-Saharan Africa: A cross-sectional analysis*. PLoS Med, 2021. **18**(4): p. e1003578.
95. Tusting, L.S., et al., *Mapping changes in housing in sub-Saharan Africa from 2000 to 2015*. Nature, 2019. **568**(7752): p. 391-394.
96. Mara, D.D., *Water, sanitation and hygiene for the health of developing nations*. Public Health, 2003. **117**(6): p. 452-6.
97. Jirout, J., et al., *How Lifestyle Factors Affect Cognitive and Executive Function and the Ability to Learn in Children*. Nutrients, 2019. **11**(8).
98. Kothari, M.T., et al., *Exploring associations between water, sanitation, and anemia through 47 nationally representative demographic and health surveys*. Annals of the New York Academy of Sciences, 2019. **1450**(1): p. 249-267.
99. Victora, C.G., et al., *The Pelotas birth cohort study, Rio Grande do Sul, Brazil, 1982-2001*. Cad Saude Publica, 2003. **19**(5): p. 1241-56.
100. Kihara, M., J.A. Carter, and C.R. Newton, *The effect of Plasmodium falciparum on cognition: a systematic review*. Trop Med Int Health, 2006. **11**(4): p. 386-97.
101. John, C.C., et al., *Cerebral malaria in children is associated with long-term cognitive impairment*. Pediatrics, 2008. **122**(1): p. e92-9.

102. Degarege, A., et al., *Improving socioeconomic status may reduce the burden of malaria in sub Saharan Africa: A systematic review and meta-analysis*. PLoS One, 2019. **14**(1): p. e0211205.
103. Zimmermann, M.B. and R.F. Hurrell, *Nutritional iron deficiency*. Lancet, 2007. **370**(9586): p. 511-20.
104. Black, M.M., et al., *Early childhood development coming of age: science through the life course*. Lancet, 2017. **389**(10064): p. 77-90.
105. Lozoff, B., et al., *Long-lasting neural and behavioral effects of iron deficiency in infancy*. Nutr Rev, 2006. **64**(5 Pt 2): p. S34-43; discussion S72-91.
106. Lozoff, B., E. Jimenez, and A.W. Wolf, *Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency*. N Engl J Med, 1991. **325**(10): p. 687-94.
107. World Health Organisation, *Prevalence of anaemia in children aged 6-59 month (%)*. 2021.
108. Heesemann, E., et al., *Pregnancy anaemia, child health and development: a cohort study in rural India*. BMJ Open, 2021. **11**(11): p. e046802.
109. Walter, T., et al., *Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development*. Pediatrics, 1989. **84**(1): p. 7-17.
110. Chaparro, C.M. and P.S. Suchdev, *Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries*. Ann N Y Acad Sci, 2019. **1450**(1): p. 15-31.
111. Kuong, K., et al., *Cognitive Performance and Iron Status are Negatively Associated with Hookworm Infection in Cambodian Schoolchildren*. Am J Trop Med Hyg, 2016. **95**(4): p. 856-863.
112. Ahiadorme, M. and E. Morhe, *Soil transmitted helminth infections in Ghana: a ten year review*. Pan Afr Med J, 2020. **35**: p. 131.
113. Ansell, J., et al., *The reliability of self-reported blood in urine and schistosomiasis as indicators of Schistosoma haematobium infection in school children: a study in Muheza District, Tanzania*. Trop Med Int Health, 1997. **2**(12): p. 1180-9.
114. Nampijja, M., et al., *Effects of maternal worm infections and anthelmintic treatment during pregnancy on infant motor and neurocognitive functioning*. J Int Neuropsychol Soc, 2012. **18**(6): p. 1019-30.
115. Garrison, A., et al., *Soil-transmitted helminth infection in pregnancy and long-term child neurocognitive and behavioral development: A prospective mother-child cohort in Benin*. PLoS Negl Trop Dis, 2021. **15**(3): p. e0009260.
116. Vollmer, S., et al., *The association of parental education with childhood undernutrition in low- and middle-income countries: comparing the role of paternal and maternal education*. Int J Epidemiol, 2017. **46**(1): p. 312-323.
117. GmbH, G.M. *COVID-19 pandemic - Ghana*. 2023; Available from: <https://global-monitoring.com/gm/page/events/epidemic-0002023.G61q45qnqj0N.html?lang=en>.

## 8 Abkürzungsverzeichnis

ANC .....	<i>Antenatal Care Clinic</i>
BNITM .....	<i>Bernhard Nocht Institut für Tropenmedizin</i>
DHS .....	<i>Demographic Household Survey</i>
DMC .....	<i>Developmental Milestone Checklist</i>
DZIF .....	<i>Deutsches Zentrum für Infektionsforschung</i>
HIC .....	<i>High Income Country</i>
HIV .....	<i>Humanes Immundefizienz Virus</i>
KCCR .....	<i>Kumasi Centre for Collaborative Research</i>
LMIC .....	<i>Low-Middle-Income Country</i>
MBC .....	<i>Malaria Geburtskohorte</i>
MRT .....	<i>Magnet Resonanz Tomographie</i>
PCA .....	<i>Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis)</i>
SDG .....	<i>Sustainable Development Goals</i>
SES .....	<i>Sozioökonomischer Status</i>
SSA .....	<i>Subsaharan Africa</i>
UN .....	<i>United Nations (Vereinte Nationen)</i>
UNICEF .....	<i>Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen</i>
WHO .....	<i>Weltgesundheits Organisation (World Health Organization)</i>
ZNS .....	<i>Zentrales Nervensystem</i>

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozentsatz der benachteiligten Kinder unter 5 Jahren (2004) [1] .....	7
Abbildung 2: Stadien der Kognitiven Entwicklung nach Piaget .....	9
Abbildung 3: Risikofaktoren der kognitiven Entwicklung [17] .....	10
Abbildung 4: Effekte von niedrigem familiärem SES [1] .....	14
Abbildung 5: Karte Ghanas mit Markierung der Ashanti Region [52] .....	17
Abbildung 6: Kind klettert auf einen Stuhl (DMC III, Frage 5.11).....	21
Abbildung 7: Kind greift kleines Objekt (DMC III, Frage 6.6).....	22
Abbildung 8: Karte von Agogo mit eingezeichneten Haushalten (© Open Street Maps) ..	30
Abbildung 9: Boxplots der Ergebnisse der kognitiven Entwicklung im Vergleich .....	32
Abbildung 10 A-C: Pearson Korrelation der Domänen untereinander.....	33
Abbildung 11: Screeplot der Hauptkomponentenanalyse .....	37
Abbildung 12: Histogramm der SES-Kategorien .....	39
Abbildung 13: Streudiagramm von Score der Kognitiven Entwicklung vs. SES.....	40
Abbildung 14: Vernetzung von Kognitiver Entwicklung und SES .....	42

## 10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Statistik der Studienpopulation .....	28
Tabelle 2: Aufteilung der Haushalte auf die Regionen in Agogo .....	29
Tabelle 3: Deskriptive Statistik der kognitiven Entwicklung.....	31
Tabelle 4: Deskriptive Beschreibung der Variablen des SES.....	35
Tabelle 5: Korrelationsmatrix der Variablen des SES untereinander .....	36
Tabelle 6: Ladung des SES auf die Variablen.....	38
Tabelle 7: SES der einzelnen Haushalte .....	39
Tabelle 8: Multivariate Regressionsanalyse .....	41

# 11 Anhang

## Anhang 1: DMC III Instructions

**DMC-III Form** Version 2016-11-22 Nickname of the child: \_\_\_\_\_

Q	Information requested	Data
1.	Child's ID number	_ _ _ _ _ _ _
2.	Date of the interview / observation	_ _ _  /  _ _ _  / 20 _ _ _  d d m a y y
3.1	Person doing the interview / observation	_ _  Code
3.2	Respondent's relationship to the child 1 = Mother, 2 = Father, 3 = Other adult, family member ≥15 years of age	_  Code
4.1	Language most often spoken to the child 1 = , 2 = , 3 =	_  Code
4.2	Language child most often speaks 1 = , 2 = , 3 =	_  Code
4.3	Total number of languages spoken to the child by family, friends, and others	_  Code
<b>Codes for the Response column:</b> 0 = respondent said child has not yet started doing the activity 1 = respondent said child has been able to do the activity in the past 4 weeks but not continually 2 = respondent said child has been able to do the activity continually for the past 4 weeks 9 = mother/caregiver does not know / does not remember / has not observed		<b>Codes for the Observation column:</b> 0 = interviewer observed that the child cannot do the activity 1 = interviewer observed that the child can do the activity 9 = not observed or the child refused
Start at the item appropriate for the child's age. If the child scores 0, go to the previous start point. If the child scores 1 or 2, continue to the next item. Stop after 4 consecutive scores of 0.		
		<b>Response</b>
		<b>Observation</b>
<b>5. GROSS MOTOR</b>		
<b>Head Control</b>		
<b>How to administer 5.1</b> If you observe the child holding his or her head erect without support for more than 5 seconds, ask the mother how long the child has been able to do this. If you observe the mother supporting the child's head continuously, then ask the mother: <i>Are you ever able to leave the child's head unsupported? How long can your child support his/her own head?</i>		
0-7 mo	5.1 Can your child hold up his or her head for 5 seconds?	5.1.1  _  Code 5.1.2  _  Code
<b>How to administer 5.2</b> If you observe the child holding his or her head erect without support and turning his or her head to the right and to the left, ask the mother how long the child has been able to do this. If you observe the mother supporting the child's head, ask the mother: <i>Have you observed your child hold his head erect unsupported and turn his or her head to the left and to the right?</i>		
	5.2 Can your child hold his or her head up unsupported and turn his or her head to the left and to the right?	5.2.1  _  Code 5.2.2  _  Code
<b>Sitting</b>		
<b>How to administer 5.3-5.4</b> Ask: <i>What happens when you leave the child to sit alone on the floor? How does he/she sit? Additional probes: Have you observed him/her sit upright by his/herself? Have you observed him/her leaning on anything? Have you observed him/her sitting upright on your lap while leaning on you? Have you observed him/her sitting upright without leaning on his/her hands or on anything?</i>		
8-9 mo	5.3 Can your child sit supported?	5.3.1  _  Code 5.3.2  _  Code
	5.4 Can your child sit alone on the floor?	5.4.1  _  Code 5.4.2  _  Code
<b>Standing</b>		
<b>How to administer 5.5-5.6</b> Ask: <i>When you hold the child upright, what does he/she do? What does he/she do with his/her feet? Additional probes: Have you observed him/her try to place his/her feet flat on your lap or on the floor and push his/her feet into the floor? Have you observed him/her stand up while you're holding him/her?</i>		
	5.5 Can your child push down with feet on the floor when held?	5.5.1  _  Code 5.5.2  _  Code
	5.6 Can your child stand when held up?	5.6.1  _  Code 5.6.2  _  Code
10-12 mo	5.7 Can your child crawl 3 continuous movements without stomach on the ground?	5.7.1  _  Code 5.7.2  _  Code

		Response	Observation
	<b>How to administer 5.8</b> Ask: <i>What happens when your child is sitting on the floor and wants to stand up? Have you observed him/her use a chair or another object to pull him/herself up to a standing position?</i>		
5.8	Can your child pull self into a standing position while holding on to object?	5.8.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.8.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.9 and 5.13</b> Ask: <i>What happens when you place your child in a standing position? What happens when you let go? Additional probes: Have you seen him/her standing up? Have you seen him/her standing while holding onto a chair or something else? Have you seen him/her standing up without holding onto anything?</i>		
5.9	Can your child stand holding on to furniture or object 10 seconds?	5.9.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.9.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.10 and 5.14</b> Ask: <i>Does your child move around? What happens when your child wants something that is not within reach? How does he/she move to get it? Additional probes: Have you observed your child moving on all fours? Have you observed your child moving forward on his/her feet when you are holding his/her hands? Have you observed your child walking on his/her own?</i>		
13-19 n	5.10	Can your child walk when hands are held?	5.10.1   <input type="checkbox"/>   Code 5.10.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.11</b> Ask: <i>If your child wants to get into a low chair, what does he/she do? Have you observed him/her climbing up by him/herself? How does he/she do it?</i>		
5.11	Can your child climb onto a low chair?	5.11.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.11.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.12</b> Ask: <i>If your child wants to get out of a low chair, what does he/she do? Have you observed him/her climbing out of the chair by him/herself?</i>		
5.12	Can your child climb out of a low chair?	5.12.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.12.2   <input type="checkbox"/>   Code
5.13	Can your child stand alone for 10 seconds?	5.13.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.13.2   <input type="checkbox"/>   Code
20-23 n	5.14	Can your child walk alone 5 steps?	5.14.1   <input type="checkbox"/>   Code 5.14.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.15-5.16</b> Ask: <i>Ask the mother: What happens when your child tries to walk out of a house when there is a step? Have you seen him/her go down the step? How does he/she do it? Additional probes: Have you seen him/her sit down on his/her bottom or on his/her knees to go down the step? Does he/she hold onto something? Have you seen him/her go down the step without touching anything with his/her hands?</i>		
24-31 n	5.15	Can your child go down one step while standing with support?	5.15.1   <input type="checkbox"/>   Code 5.15.2   <input type="checkbox"/>   Code
	5.16	Can your child go down one step while standing without support?	5.16.1   <input type="checkbox"/>   Code 5.16.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.17</b> Ask: <i>Have you seen your child run? Say to child: we are going to run there and back (demonstrate to child). Now you try.</i>		
32-37 n	5.17	Can your child run?	5.17.1   <input type="checkbox"/>   Code 5.17.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.18</b> Ask: <i>Have you observed your child jump with both feet leaving the ground at the same time? Have you observed your child do this without holding on to anything? Say to child: we are going to jump high like this (demonstrate to child). Now you try.</i>		
5.18	Can your child jump? (both feet leaving the ground at the same time)	5.18.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.18.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>5.19</b> Ask: <i>Have you observed your child try to kick a ball? What happens? Have you seen his/her foot make solid contact with the ball? Have you observed him/her kick the ball without falling? Say to child: we are going to kick the ball like this (demonstrate to child). Now you try.</i>		
5.19	Can your child kick a ball while standing?	5.19.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.19.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.20</b> Ask: <i>Have you observed your child try to throw a ball? What happens? Does it go in the right direction? Say to child: we are going to throw the ball like this (demonstrate throwing to mother). Now you try.</i>		
5.20	Can your child throw a ball?	5.20.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.20.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.21</b> Ask: <i>Have you observed your child try to walk backwards? What happens? Have you observed him/her take 5 steps backwards without losing balance? Say to child: we are going to walk backwards like this (demonstrate to child). Now you try.</i>		
> 37 n	5.21	Can your child walk backwards 5 steps?	5.21.1   <input type="checkbox"/>   Code 5.21.2   <input type="checkbox"/>   Code
	<b>How to administer 5.22-5.23</b> Ask: <i>Have you observed your child try to stand on one leg? What happens? Have you observed him/her stand on one leg for at least one second? For at least ten seconds? Say to the child: we are going to stand on one foot like this (demonstrate to child). Now you try.</i>		
5.22	Can your child stand on one leg for at least 1 second?	5.22.1   <input type="checkbox"/>   Code	5.22.2   <input type="checkbox"/>   Code

		Response	Observation
<b>5.23</b>	Can your child stand on one leg for at least 10 seconds?	5.23.1 <input type="checkbox"/> Code	5.23.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 5.24</b> Say to the child: we are going to hop on one foot like this (demonstrate to child). Now you try.			
<b>5.24</b>	Can your child hop forward on one foot four times in a row?	5.24.1 <input type="checkbox"/> Code	5.24.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 5.25</b> Say to the child: we are going to throw and catch like this (demonstrate to child). Now you try.			
<b>5.25</b>	Can your child throw a ball into the air and then catch it?	5.25.1 <input type="checkbox"/> Code	5.25.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 5.26</b> Say to the child: we are going to walk one foot in front of the other like this (demonstrate). Now you try.			
<b>5.26</b>	Can your child walk 3 steps putting one foot in front of the other with heel touching toe?	5.26.1 <input type="checkbox"/> Code	5.26.2 <input type="checkbox"/> Code
TOTAL GROSS MOTOR SCORE = SUM OF RESPONSE ITEMS 5.1.1 – 5.26.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>6. FINE MOTOR</b>			
<b>Watching and reaching</b>			
<b>How to administer 6.1-6.3</b> Ask: When you hold a cloth or a toy in front of the child's face what does he/she do? <b>Additional probes:</b> Have you seen your child watch the object and follow it with his/her eyes? Have you seen your child reach out his/her arm/hand to try to get the object? Have you seen the child manage to take the object?			
0-5 mo	<b>6.1</b>	Can your child watch a moving item in front of his or her face?	6.1.1 <input type="checkbox"/> Code 6.1.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.2</b>	Can your child reach out for objects even if child doesn't manage to grasp it?	6.2.1 <input type="checkbox"/> Code 6.2.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.3</b>	Can your child reach out and grasp objects?	6.3.1 <input type="checkbox"/> Code 6.3.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>Picking things up</b>			
<b>How to administer 6.4-6.5</b> Ask: If there is a small toy or an object on the floor or table in front of the child, what does he/she do? <b>Additional probes:</b> Have you seen him/her pick it up? How? Does he/she use one hand or two?			
6-9 mo	<b>6.4</b>	Can your child pick up small objects in any way?	6.4.1 <input type="checkbox"/> Code 6.4.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.5</b>	Can your child pick up small objects using one hand rather than two?	6.5.1 <input type="checkbox"/> Code 6.5.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 6.6</b> Ask: If there are small grains or beads on the ground in front of the child, how does he/she pick them up? <b>Additional probes:</b> Have you observed your child pick up small grains using only his/her thumb and forefinger?			
10-17 m	<b>6.6</b>	Can your child pick grains or beads with thumb and forefinger?	6.6.1 <input type="checkbox"/> Code 6.6.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 6.7</b> Ask: What does your child do when he/she wants to go through a closed door? <b>Additional probes:</b> Have you observed him/her push the door open on his/her own without any help?			
	<b>6.7</b>	Can your child open a door that requires pushing?	6.7.1 <input type="checkbox"/> Code 6.7.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>Writing</b>			
<b>How to administer 6.8-6.11</b> Ask: Have you observed your child holding a pen or pencil? What does your child do when you give him/her a pen? How does he/she hold it? What does he/she do with it? <b>Additional probes:</b> Have you observed him/her move it along the floor or a table as if writing or drawing? Have you observed your child scribble on paper? Say to child: Let's scribble some patterns ok? Watch me (demonstrate scribbling). Now you do it.			
18-42 m	<b>6.8</b>	Can your child hold a pen in any way with the intent to write?	6.8.1 <input type="checkbox"/> Code 6.8.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.9</b>	Can your child hold a pen between finger and thumb (like an adult)?	6.9.1 <input type="checkbox"/> Code 6.9.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.10</b>	Can your child scribble with a pen?	6.10.1 <input type="checkbox"/> Code 6.10.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.11</b>	Can your child scribble with a pen without going off the page?	6.11.1 <input type="checkbox"/> Code 6.11.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 6.12-6.14</b> Say to child: Let's do some drawing (demonstrate drawing a straight line). Now you do it. Say to child: Let's do another one (demonstrate drawing a circle). Now you do it. Say to child: Let's do another one (demonstrate drawing a triangle). Now you do it.			
> 42 m	<b>6.12</b>	Can your child draw a straight line?	6.12.1 <input type="checkbox"/> Code 6.12.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.13</b>	Can your child draw a circle?	6.13.1 <input type="checkbox"/> Code 6.13.2 <input type="checkbox"/> Code
	<b>6.14</b>	Can your child draw a triangle?	6.14.1 <input type="checkbox"/> Code 6.14.2 <input type="checkbox"/> Code

		Response	Observation
<b>How to administer 6.15-6.17</b> Do not demonstrate. Say to child: "Let's draw a picture of e.g. Mommy, Daddy etc. ok? You do it. If child does not understand, repeat. After that if child still does not understand, Say ok let's start by drawing mommy's head. You do it.... What else? Mommy has a head and a....." Do not mention or point to other body parts Child should draw a picture of a person with any of these parts: head, legs, arms, eyes, body, nose, ears, hands			
6.15	Child draws a picture of a person with 1 or more body parts	6.15.1  __  Code	6.15.2  __  Code
6.16	Child draws a picture of a person with 2 or more body parts	6.16.1  __  Code	6.16.2  __  Code
6.17	Child draws a picture of a person with 4 or more body parts	6.17.1  __  Code	6.17.2  __  Code
<b>How to administer 6.18-6.19</b> Do not demonstrate. Say to child: "Let's write some letters. Show me what you can write! Can you write A? What about T? What about O?" If the child does not respond, ask the mother what letters the child can write and ask the child to write them.			
6.18	Child writes 1 or more letters	6.18.1  __  Code	6.18.2  __  Code
6.19	Child writes 2 or more letters	6.19.1  __  Code	6.19.2  __  Code
<b>How to administer 6.20-6.22</b> Do not demonstrate. Say to child: "Let's write some numbers. Can you write 1? What about 2? Continue with 3, 4, and so on.			
6.20	Child writes 1 or more numbers	6.20.1  __  Code	6.20.2  __  Code
6.21	Child writes 2 or more numbers	6.21.1  __  Code	6.21.2  __  Code
6.22	Child writes 3 or more numbers	6.22.1  __  Code	6.22.2  __  Code
<b>How to administer 6.23-6.24</b> Do not demonstrate. Say to child: "Now, let's write the letters of the alphabet in order. Start with A. What comes next? Write it!" Continue asking the child "What comes next?" but do not tell the child the letter that comes next.			
6.23	Child writes 1-2 or more letters in order after "A" (B or B, C)	6.23.1  __  Code	6.23.2  __  Code
6.24	Child writes 3 or more letters in order after "A" (B, C, D, and so on)	6.24.1  __  Code	6.24.2  __  Code
<b>How to administer 6.25-6.27</b> Do not demonstrate. Say to child: "Let's write some words. Write "give." What about "book"? Write "book." Continue with "hope" "use" and "add." Make sure the child cannot see the words you are reading and allow plenty of time to write each one. *When translating to another language, substitute the words that children are first taught to write in pre-school or school.			
6.25	Child writes 1 or more words	6.25.1  __  Code	6.25.2  __  Code
6.26	Child writes 2 or more words	6.26.1  __  Code	6.26.2  __  Code
6.27	Child writes 4 or more words	6.27.1  __  Code	6.27.2  __  Code
TOTAL FINE MOTOR SCORE = SUM OF RESPONSE ITEMS 6.1.1 – 6.27.1		__	__
<b>7. LANGUAGE</b>			
<b>Pre-speech language</b>			
<b>How to administer 7.1</b> Ask: What does your child do when there is a loud sound like a shout or a loud knock?			
0-8 m	7.1 Is your child startled by loud noises?	7.1.1  __  Code	7.1.2  __  Code
<b>How to administer 7.2-7.3:</b> Observe the child as you have opportunity during the interview. Take note of the child's vocalizations. If you hear the child making vowel sounds and/or syllable sounds, ask the mother how long the child has been making those sounds. If you do not hear the child making any sounds, ask the mother: Does your child make any sounds? What sounds does he/she make? <b>Additional probes:</b> If you talk to her and say "aa aa, aa," what does she say? Does she say it back to you? If you talk to her and say "ba ba, ba" what does she say? Does she say it back to you?			
	7.2 Can your child repeat vowels in strings (ex : aa aa, aa)?	7.2.1  __  Code	7.2.2  __  Code
9-12 m	7.3 Can your child repeat syllables in strings (ex : ma ma ma)?	7.3.1  __  Code	7.3.2  __  Code

		Response	Observation
<b>How to administer 7.4</b> Ask: <i>If you stretch out your arm to ask your child for something, does he/she give you something? Even if it's not what you asked for, does the child understand the gesture reaching out to ask for something?</i>			
<b>7.4</b>	Can your child understand the gesture reaching out to ask for something?	7.4.1   <input type="checkbox"/> Code	7.4.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>7.5</b> Ask: <i>When your child wants to show you something, what does he/she do? When your child wants something, how does he/she tell you? When your child wants you to come to him/her, what does he/she do? Does he/she use any gestures to communicate to you?</i>			
<b>7.5</b>	Can your child use gestures to communicate?	7.5.1   <input type="checkbox"/> Code	7.5.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>Understanding words</b>			
<b>How to administer 7.6</b> Ask: <i>What does your child do when you say 'no'? Does he understand when you tell him no?</i>			
<b>7.6</b>	Can your child understand when told "no"?	7.6.1   <input type="checkbox"/> Code	7.6.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.7</b> Ask: <i>What does your child do when you say "come here" or "go away"? Does he/she understand when you tell him/her to do something simple?</i>			
<b>7.7</b>	Can your child understand simple instructions like "come here" or "go away"?	7.7.1   <input type="checkbox"/> Code	7.7.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.8</b> Ask: <i>How many objects can your child identify? If you ask your child to bring his shoes, does he go and get them? What else does your child know? Anything in the kitchen? If you ask your child to show you his spoon, does he know? His cup? Among his clothes? Anything at all?</i>			
<b>7.8</b>	Can your child identify at least 1 familiar object?	7.8.1   <input type="checkbox"/> Code	7.8.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.9</b> Ask: <i>Have you heard your child say any words? Even if he/she doesn't get the sound of the word right, does he/she say any sounds to always mean the same thing?</i>			
<b>7.9</b>	Can your child say one definite word?	7.9.1   <input type="checkbox"/> Code	7.9.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.10</b> Ask: <i>Can your child identify any body parts? For example, if you ask "where's your eyes?" can he/she point to his/her eyes? What about his/her hair, nose, fingers, mouth, ears, hands, teeth, feet, head, any one thing?</i>			
<b>7.10</b>	Identifies at least 1 body part	7.10.1   <input type="checkbox"/> Code	7.10.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.11</b> Ask: <i>How many objects can your child identify? If you ask your child to bring his shoes, does he go and get them? What else does your child know? Anything in the kitchen? If you ask your child to show you his spoon, does he know? His cup? Among his clothes? Anything else? If necessary, write the objects below then count the number of objects that the mother reports the child can identify.</i>			
1	3	5	7
2	4	6	8
9	10		
<b>7.11</b>	Can your child identify at least 10 familiar objects?	7.11.1   <input type="checkbox"/> Code	7.11.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.12</b> Ask: <i>How many objects can your child name? If you point to his shoes and ask your child "what's that" what does he say? If you point to a cup and say "what's that" what does he say? Anything else? Any one thing?</i>			
<b>7.12</b>	Can your child name at least 1 familiar object?	7.12.1   <input type="checkbox"/> Code	7.12.2   <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.13 and 7.19</b> Ask: <i>Have you heard your child say any words? Even if he/she doesn't get the sound of the word right, does he/she say any sounds to always mean the same thing? For example, if the child sees a chicken he/she says "ki" or if the child wants to go to the toilet he/she says "ca." Or, the child might also pronounce the word well. How many words does he/she say? Any words for animals? What words? Any words for things you have in the kitchen or around the house? What words? Any words for things that are outside? Any words for people? Any foods? Any clothes? Any body parts? If necessary, write the words below then count the number of words the mother tells you that the child says.</i>			
1	10	19	28
2	11	20	29
3	12	21	30
4	13	22	31
5	14	23	32
6	15	24	33
7	16	25	34
8	17	26	35
9	18	27	36
			37
			38
			39
			40
			41
			42
			43
			44
			45

		Response	Observation		
<b>7.13</b>	Can your child say at least 10 words?	7.13.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.13.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.14</b> Ask: <i>When your child sees a goat, does he/she make the "mee" sound that a goat makes? When he/she sees a dog, does he/she make the "woof," sound that a dog makes? Does he/she make the sound a car makes? Any other sounds?</i>					
<b>7.14</b>	Can your child imitates animal and other sounds, e.g., mee for a goat, moo for a cow, vroom for car?	7.14.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.14.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.15 and 7.18</b> Ask: <i>Can your child identify body parts? For example, if you ask "where's your eyes?" can he/she point to his/her eyes? What about his/her hair, nose, fingers, mouth, ears, hands, teeth, feet, head, anything else? Write the body parts below then count the number of body parts the mother reports the child can identify.</i> <i>Say to child: Where are your eyes? nose? feet? hair? mouth ears? How many can he/she point to?</i> If the child identifies more than 5 body parts, continue with: <i>Where is your head...? Legs...? Arms...? fingers...? Teeth...? thumbs...? toes...?</i> If necessary, write the body parts below then count the number of body parts the child can identify.					
1	3	5	7	9	11
2	4	6	8	10	
<b>7.15</b>	Identifies at least 5 body parts	7.15.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.15.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.16</b> Ask: <i>How many objects can your child name? If you point to his shoes and ask your child "what's that" what does he say? If you point to a cup and say "what's that" what does he say? Anything else?</i>					
1	3	5	7	9	11
2	4	6	8	10	
<b>7.16</b>	Can your child name at least 10 familiar objects?	7.16.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.16.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.17 and 7.20</b> Ask: <i>If your child wants something, how does he/she say it? What if she doesn't want you to do something? Have you heard him/her say two words together to try to make a sentence? Have you heard him/her say three words together to try to make a sentence?</i>					
<b>7.17</b>	Can your child use two-word combinations?	7.17.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.17.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.18</b> See Item 7.15 above.					
<b>7.18</b>	Can your child identify at least 10 body parts?	7.18.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.18.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.19</b> See item 7.13 above.					
<b>7.19</b>	Can your child say at least 50 words?	7.19.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.19.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.20</b> See item 7.17 above.					
<b>7.20</b>	Can your child use three-word combinations?	7.20.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.20.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>Following Instructions</b>					
<b>How to administer 7.21</b> Ask: <i>If you Ask child to do three things can they remember and do all three?</i> <i>Say to the child: Now I'm going to tell you to do something, are you ready to do it? Stand up and clap your hands and sit back down. See if the child can remember and do all three. Do not give the instructions one by one.</i>					
<b>7.21</b>	Can your child follow three instructions together?	7.21.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.21.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.22-7.23</b> Point to colored boxes and say to child: <i>Show me something red. Now say show me something blue. Also try with green, yellow, orange, violet, white, black, brown, pink and grey. How many did he/she get right?</i>					
<b>7.22</b>	Can your child identify at least 3 colors?	7.22.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.22.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>7.23</b>	Can your child identify at least 8 colors?	7.23.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.23.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>How to administer 7.24-7.25</b> Say to the child: <i>Do these one by one. Give these instructions one by one and see if the child can follow each one.</i> 1. Put your hands above head, 2. Put your fingers below your eyes. 3. Point to the center of this table/mat 4. Point to the corner of the table/mat					
<b>7.24</b>	Child follows 2 or more instructions	7.24.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.24.2   <input type="checkbox"/>   Code		
<b>7.25</b>	Child follows all four instructions	7.25.1   <input type="checkbox"/>   Code	7.25.2   <input type="checkbox"/>   Code		

39-46 m

> 46 m

		Response	Observation
<b>How to administer 7.26</b> Say to the child: Which goes faster, a person or a car? Which goes faster, a turtle or a horse? Which goes faster a bicycle or an airplane? The child must answer at least two of the three questions correctly.			
<b>7.26</b>	Child answers which goes faster for 2 or more questions	7.26.1 <input type="checkbox"/> Code	7.26.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.27-7.28</b> Say to the child. "When I say this, copy me... Pa, Chi, Tu, Go". Say to the child, say "pa", then say to the child "say pa, chi", then say to the child "say pa, chi, tu", then say to the child "say pa, chi, tu, go". See how many the child can repeat.			
<b>7.27</b>	Child can repeat 2 or more syllables (pa, chi)	7.27.1 <input type="checkbox"/> Code	7.27.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>7.28</b>	Child can repeat 4 syllables (pa, chi, tu, go)	7.28.1 <input type="checkbox"/> Code	7.28.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.29</b> Say to the child; An ant is small, a goat is _____. (big) The sun comes up in the day, the moon comes up at _____. (night) A baby is young, a grandma is _____. (old) The child must answer at least two of the three questions correctly.			
<b>7.29</b>	Child answers what is the opposite for 2 or more questions	7.29.1 <input type="checkbox"/> Code	7.29.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.30-7.31</b> Put some coins in front of the child and say to child, "give me 2 of the coins." Then ask for 1, 3, 5, and 4 of coins. Does he or she give you the right number of coins?			
<b>7.30</b>	Child knows quantities 1, 2, and 3	7.30.1 <input type="checkbox"/> Code	7.30.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>7.31</b>	Child knows quantities 4 and 5	7.31.1 <input type="checkbox"/> Code	7.31.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>How to administer 7.32-7.33</b> Say to the child: "I'm going to say four words. One does not belong. Listen and then tell me the words that does not belong." "Chocolate, sugar, chalk, bread." Did the child say "chalk"? Try again with these: "Bathroom, train, kitchen, bedroom." Did the child say "train"? Try again with these: "Brother, helper, ladder, neighbor." Did the child say "ladder"?			
<b>7.32</b>	Child knows which one does not belong for 1 or more questions	7.32.1 <input type="checkbox"/> Code	7.32.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>7.33</b>	Child knows which one does not belong for all 3 questions	7.33.1 <input type="checkbox"/> Code	7.33.2 <input type="checkbox"/> Code
<b>TOTAL LANGUAGE SCORE = SUM OF RESPONSE ITEMS 7.1.1 – 7.33.1</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>8</b>	Do you have any concerns regarding the child's growth and development? <b>1 = Yes, 0 = No</b> If « yes », ask her to explain her concerns (briefly) and write them below :	8 <input type="checkbox"/> Code
	_____	
	_____	
	_____	

Comments/observations: \_\_\_\_\_

	Data Collector	Supervisor/Quality control agent	Data entry #1	Data entry #2
Code/Initials	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / _____			
Date	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / 20 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / 20 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / 20 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / 20 <input type="checkbox"/>

# Anhang 2: Household Questionnaire

## INTRODUCTION AND CONSENT

Hello. My name is \_\_\_\_\_, I am working with the Agogo Presbyterian Hospital (APH)/Kumasi Center Collaborative Research (KCCR). We are conducting a survey about malaria as part of the Malaria Birth Cohort study, which you have kindly agreed to enroll in. The information we collect will help find ways to prevent children from getting infected with malaria and to improve malaria treatment options for children. I would like to ask you some questions about your household. The questions usually take about 15 to 20 minutes. All of the answers you give will be confidential and will not be shared with anyone other than members of the study team. You don't have to be in the survey, but we hope you will agree to answer the questions since your views are important. If ask you any question you don't want to answer, just let me know and I will skip that question. If you have any questions or need more information about the survey, you may contact the person listed on this card. Do you have any questions? May I begin the interview now?

SIGNATURE OF INTERVIEWER \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RESPONDENT AGREES TO BE INTERVIEWED . . . 1 →

RESPONDENT DOES NOT AGREE TO BE INTERVIEWED . . . 2 → END

87	ATTEMPT 1: RECORD THE TIME THE INTERVIEW STARTS, 1st attempt (24 hours system)	Hours:     :       Mins:
88	ATTEMPT 2: RECORD THE TIME THE INTERVIEW STARTS, 2nd attempt (24 hours system)	Hours:     :       Mins:
89	ATTEMPT 3: RECORD THE TIME THE INTERVIEW STARTS, 3rd attempt (24 hours system)	Hours:     :       Mins:

## MALARIA BIRTH COHORT - M19 HOUSEHOLD QUESTIONNAIRE

HOUSEHOLD ID \_\_\_\_\_

COVER PAGE  
BENEFICIARIES

BNITM

INTERVIEWER VISITS			TOTAL NO. OF VISITS
	ATTEMPT 1	ATTEMPT 2	ATTEMPT 3
DATE	____/____/____	____/____/____	____/____/____
INTERVIEWER'S NAME	_____	_____	_____
RESULT*	____ If code 7, pls specify: _____	____ If code 7, pls specify: _____	____ If code 7, pls specify: _____
<small>Only in case the interview was not completed and you fixed another attempt, pls write the time when the interview stopped/ended.</small>			
TIME (24-hours system)	Hours:     :       Mins:	Hours:     :       Mins:	Hours:     :       Mins:
DATE (dd/mm/yy)	____/____/____	____/____/____	____/____/____
TIME (24-hours system)	Hours:     :       Mins:	Hours:     :       Mins:	Hours:     :       Mins:
RESULT CODES:	1 COMPLETED 2 REFUSED 3 POSTPONED 4 NOT AT HOME 5 PARTLY COMPLETED 6 INAPPLICATED 7 OTHER		
LANGUAGE OF QUESTIONNAIRE: <b>1</b>	LANGUAGE OF INTERVIEW: _____ <small>If code 3, pls specify: _____</small>	NATIVE LANGUAGE OF RESPONDENT: _____ <small>If code 3, pls specify: _____</small>	TRANSLATOR USED (YES = 1, NO = 2): _____
LANGUAGE OF QUESTIONNAIRE: <b>ENGLISH</b>			LANGUAGE CODES: 1 English 2 Twi 3 Other
STUDY DOCTOR/SENIOR FIELDWORKER	NAME _____	1ST DATA ENTRY BY	NAME _____
		2ND DATA ENTRY BY	NAME _____



HOUSEHOLD CHARACTERISTICS

NO.	QUESTIONS AND FILTERS	CODING CATEGORIES	SKIP
114	Write a list of the household's agricultural land (Q. 113a) with the number of acres here. Does not apply DON'T KNOW	Acres [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] DOES NOT APPLY DON'T KNOW	98 98
115	In the last 12 months, what was the main use of the produce from your household's crops and livestock activities? CIRCLE ONE ANSWER with the only, if any.	YES a) SALE FOR MONEY ..... 1 b) EXCHANGE FOR OTHER PRODUCE ..... 1 c) HOME CONSUMPTION ..... 1  NO a) ELECTRICITY ..... 1 b) RADIO ..... 1 c) TELEVISION ..... 1 d) NON-MOBILE TELEPHONE ..... 1 e) COMPUTER ..... 1 f) REFRIGERATOR ..... 1	NO 2 2 2 2 2 2
116	Does your household have:	YES a) Electricity ..... 1 b) Radio ..... 1 c) Television ..... 1 d) Non-mobile telephone ..... 1 e) Computer ..... 1 f) Refrigerator ..... 1  NO a) Watch ..... 1 b) Mobile phone ..... 1 c) Bicycle ..... 1 d) Motorcycle or motor scooter? ..... 1 e) Animal-drawn cart? ..... 1 f) Car/truck ..... 1 g) Boat with a motor? ..... 1	NO 2 2 2 2 2 2 2
117	Does any member of this household have a bank account?	YES a) A wash? ..... 1 b) A mobile phone? ..... 1 c) Motorcycle or motor scooter? ..... 1 d) An animal-drawn cart? ..... 1 e) A car or truck? ..... 1 f) A boat with a motor? ..... 1  NO DON'T KNOW	NO 2 2 2 2 2 2
118	Does any member of this household have a bank account?	YES a) Watch ..... 1 b) Mobile phone ..... 1 c) Bicycle ..... 1 d) Motorcycle or motor scooter? ..... 1 e) Animal-drawn cart? ..... 1 f) Car/truck ..... 1 g) Boat with a motor? ..... 1  NO DON'T KNOW	NO 2 2 2 2 2 2
119	In the last 6 months, did your household receive help in the form of money or goods from an individual living in another country?	YES NO DON'T KNOW	1 2 121
120	How much was received in remittances (in Cedi)?	AMOUNT IN CEDI [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] DON'T KNOW	98 121
121	In the last 6 months, did your household receive help in the form of money or goods from an individual living in Ghana?	YES NO DON'T KNOW	1 2 123
122	How much was received in remittances (in Cedi)?	AMOUNT IN CEDI [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] DON'T KNOW	98 123

HHS-3

HOUSEHOLD CHARACTERISTICS

NO.	QUESTIONS AND FILTERS	CODING CATEGORIES	SKIP
108	The toilet you are most often using is a public toilet. Please define the kind of public toilet.  How much to you have to pay to use the toilet once?	FLUSH OR POUR FLUSH TOILET FLUSH TO PIPED SEWER SYSTEM ..... 11 FLUSH TO PUMPED SEWER SYSTEM ..... 12 FLUSH TO PIT LATRINE ..... 13 FLUSH TO SOMEWHERE ELSE ..... 14 PIT FLUSH, DON'T KNOW WHERE ..... 15 VENTILATED IMPROVED PIT LATRINE ..... 21 PIT LATRINE WITH SLAB ..... 22 PIT LATRINE WITHOUT SLAB/OPEN PIT ..... 23 COMPOSTING TOILET ..... 31 BUCKET TOILET ..... 41 HANGING TOILET/HANGING LATRINE ..... 51 OTHER (SPECIFY) ..... 96 CEDI ..... 97 108	11 12 13 14 15 21 22 23 31 41 51 96 97 108
107	Do you have this toilet facility with other household?	YES NO	1 2 109
108	Including your own household, how many households use this toilet facility?	NO. OF HOUSEHOLDS IF LESS THAN 10 DON'T KNOW	98 98
109	What type of fuel does your household mainly use for cooking?	ELECTRICITY ..... 01 KEROSENE ..... 02 COAL/LIGNITE ..... 03 CHARCOAL ..... 04 STRAW/SHRUBS/GRASS ..... 05 AGRICULTURAL CROP ..... 07 ANIMAL DUNG ..... 08 NO FOOD COOKED IN HOUSEHOLD ..... 95 OTHER (SPECIFY) ..... 96	01 02 03 04 05 07 08 95 96
110	How many rooms in this household are used for sleeping?	ROOMS YES NO	1 2 113
111	Does this household own any livestock, birds, other farm animals, or poultry?	a) Cows/Bulls b) Other cattle c) Donkeys? d) Goats e) Sheep f) Chicken or other poultry? g) Pig? h) Rabbits i) Grasscutter? j) Other, PLS SPECIFY	1 2 113
112	How many of the following animals does this household own? IF NONE, RECORD '00'. IF 50 OR MORE, RECORD '98'. IF UNKNOWN, RECORD '98'. a) Milk cows or bulls? b) Other cattle? c) Donkeys? d) Goats? e) Sheep? f) Chicken or other poultry? g) Pig? h) Rabbits? i) Grasscutter? j) Other?	a) Cows/Bulls b) OTHER CATTLE c) DONKEY'S d) GOATS e) SHEEP f) CHICKENS/POULTRY g) PIGS h) RABBITS i) GRASSCUTTER j) OTHER, PLS SPECIFY	1 2 113
113	During the last 12 months, did your household have any of the following agricultural land? ANSWERS a) Any own agricultural land? b) Permanent meadows or pastures from someone else? c) Kitchen garden? d) Permanent meadows or pastures? e) Any own agricultural land f) None of the above	a) OWN AGRICULTURAL LAND b) PERMANENT MEADOWS OR PASTURES FROM SOMEONE ELSE c) KITCHEN GARDEN d) MEADOWS OR PASTURES e) ANY OWN AGRICULTURAL LAND f) IF NONE, RECORD '00'	1 2 114 2 2 2 2 116

HHS-2

HOUSEHOLD EXPENDITURE

I would like to ask you some questions about how much your household spends on food, housing and other things. For all questions in this section report all values in local currency, whether paid in cash or in kind.

NO.	QUESTIONS AND FILTERS	CODING CATEGORIES										SKIP
		CEDI	DONT KNOW	998								
123	In the last 4 weeks, how much did your household spend in total?	CEDI	DONT KNOW	998								
124	In the last 4 weeks, how much did your household spend on the following items:											
a	Food, including such things as rice, meat, fruits, vegetables, and cooking oil, include the value of any food that was prepared at home, but exclude alcohol, tobacco and restaurant meals.	CEDI	DONT KNOW	998								
b	Housing, gas electricity, water, telephone, and heating fuel	CEDI	DONT KNOW	998								
c	Education fees and supplies	CEDI	DONT KNOW	998								
d	Health care costs, excluding any insurance reimbursements	CEDI	DONT KNOW	998								
e	Voluntary insurance premiums or prepaid health plans	CEDI	DONT KNOW	998								
f	All other goods and services	CEDI	DONT KNOW	998								

MOSQUITO NETS

NO.	ASK THE RESPONDENT TO SHOW YOU ALL THE NETS IN THE HOUSEHOLD	CODING CATEGORIES										SKIP
		NET #1	NET #2	NET #3								
125	ASK THE RESPONDENT TO SHOW YOU ALL THE NETS IN THE HOUSEHOLD. IF MORE THAN 3 NETS, USE QUESTIONNAIRES.	OBSERVED NOT OBSERVED	1 2	OBSERVED NOT OBSERVED	1 2	OBSERVED NOT OBSERVED	1 2					
126	How many months ago did your household get the mosquito net? (ASK RESPONDENT)	MONTHS AGO										
127	OBSERVE OR ASK TYPE OF MOSQUITO NET. IF YOU CANNOT OBSERVE THE TYPE OF NET, ASK THE TYPE OF TYPICAL NETS USED TO RESPONDENT.	LONG-LASTING INJECTOR	11									
128	Did you get the net through a LOCAL NAME OF A MASS CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT? YES, NAME OF MASS DIST. CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT?	YES, NAME OF MASS DIST. CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT?	1 2 3 4	YES, NAME OF MASS DIST. CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT?	1 2 3 4	YES, NAME OF MASS DIST. CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT?	1 2 3 4	YES, NAME OF MASS DIST. CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT?	1 2 3 4	YES, NAME OF MASS DIST. CAMPAIGN? YES, IMMUNIZATION VISIT? YES, RESEARCH PROJECT?	1 2 3 4	
129	Where did you get the net?	GOVERNMENT HEALTH PRIVATE HEALTH PHARMACY SHOP/MARKET RELIGIOUS INSTITUTION OTHER DONT KNOW	01 02 03 04 05 06 07 08 09	GOVERNMENT HEALTH PRIVATE HEALTH PHARMACY SHOP/MARKET RELIGIOUS INSTITUTION OTHER DONT KNOW	01 02 03 04 05 06 07 08 09	GOVERNMENT HEALTH PRIVATE HEALTH PHARMACY SHOP/MARKET RELIGIOUS INSTITUTION OTHER DONT KNOW	01 02 03 04 05 06 07 08 09	GOVERNMENT HEALTH PRIVATE HEALTH PHARMACY SHOP/MARKET RELIGIOUS INSTITUTION OTHER DONT KNOW	01 02 03 04 05 06 07 08 09	GOVERNMENT HEALTH PRIVATE HEALTH PHARMACY SHOP/MARKET RELIGIOUS INSTITUTION OTHER DONT KNOW	01 02 03 04 05 06 07 08 09	
130	Is the net intact?	YES NO PLEASE SPECIFY	1 2									
131	Did anyone sleep under this mosquito net last night?	YES NO NOT SURE (SKIP TO 133)	1 2 3									
132	Who slept under this mosquito net last night? (REPORT NAME AND LINE NUMBER FROM HOUSEHOLD SCHEDULE)	NAME LINE	1 2 3									
133	Are you using the net for other purposes?	YES NO PLEASE SPECIFY	1 2									
134												GO BACK TO 125 FOR NEXT NET. OR, IF NO MORE NETS, GO TO 135.

NO.	QUESTIONS AND FILTERS	CODING CATEGORIES		SKIP
		YES	NO	
137	Was your food intake in the last month different from usual? For example, a celebration or feast day where you ate special foods or for any reason ate more or less than usual.	1 2	98 99	135
138	Please explain what was different about last month food intake.			
139	I would like to ask you about all the different foods that you eat in your household. Again, now we are asking about your household as a whole, not just your diet.			
	Could you please tell me how many days in the last 7 days your household member (s) have eaten the following foods? AND DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS			
a	Starchy foods (e.g. rice, pasta, lentils, yam, wheat, potatoes, plantain, sweet potatoes, maize)		DAYS 98 99	
b	Vegetables (any type)		DAYS 98 99	
c	Beans, peas, nuts, or seeds (e.g. cooked dry beans, peanuts, groundnut)		DAYS 98 99	
d	Foods containing oil, fat, or butter		DAYS 98 99	
e	Meat, poultry, fish, or eggs		DAYS 98 99	
f	Milk or milk products (e.g. yoghurt, milk sweets, cheese)		DAYS 98 99	
g	Fruits		DAYS 98 99	
h	Sugar* (or any foods containing these items) *Includes sugar or raw cane sugar, but not sugar cane plantations.		DAYS 98 99	

NO.	QUESTIONS AND FILTERS	CODING CATEGORIES		SKIP
		YES	NO	
135	Before we start: Are you in charge of your household's kitchen?	1 2		
136	Now I would like to ask you about your household's food supply only during the last one month. During the last month, how many times did you worry that your household would not have enough food or where food will come from? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
a	In the last month, how many times were you (or any member of your household) prevented from eating your preferred food because of lack of money to buy these foods? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
b	In the last month, how many times did you (or any members of your household) have to eat other kinds of food which are less nutritious or of a lack of resources? (e.g. eating wild/uncultivated food) DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
c	In the last month, how many times did you (or any member of your household) eat less food at mealtimes (e.g. breakfast, lunch, or dinner) than you intended because there was not enough food or money to buy food? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
d	In the last month, how many times did you (or any member of your household) have to eat fewer meals or skip meals in a day because there was not enough food or money to buy food? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
e	In the last month, how many times did the food stored in your home run out and there was no money to buy more food that day? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
f	In the last month, how many times did you (or any member of your household) have to eat less food than you intended because there was not enough food or money to buy food? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	
g	In the last month, how many times did you (or any member of your household) have to go a whole day and night without eating anything because there was not enough food? DO NOT READ OUT ANSWER OPTIONS.	1 2 3 4	98 99	





## 12 Erklärung des Eigenanteils

Die vorliegende Arbeit fand unter der Betreuung von Dr. Nicole Gilberger in der Abteilung von Prof. Dr. Jürgen May am Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin statt. Prof. Dr. Jürgen May ist der Doktorvater der Arbeit.

Sie wurde im Rahmen einer longitudinalen Geburten-Studie erstellt, die u.a. die Auswirkungen von Infektionskrankheiten während der Schwangerschaft auf die kindliche Entwicklung untersucht. Die Studie startete im Jahr 2019 und läuft aktuell noch. Das vorliegende Projekt wurde in einer neuen Förderphase als Arbeitspaket „Kognitive Entwicklung“ implementiert. Es lag ein positives Ethikvotum vor.

Für das Arbeitspaket war es vorgesehen, die zu erfassenden Daten mit Hilfe der mobilen App des elektronischen Datenerfassungssystems REDCap [67] zu sammeln. Der zu verwendende Fragebogen DMC III lag bereits vor. Die elektronische Datenbank wurde dazu eigenständig in Absprache mit dem Datenmanagement der Infektionsepidemiologie programmiert.

Im Rahmen eines 8-monatigen Aufenthalts in Ghana fand die Implementierung des Projekts mit folgenden Aufgaben vor Ort statt:

- 1) Eine Integration des Arbeitspaketes in die laufenden Arbeitsabläufe
- 2) Eine Einweisung in die Nutzung der RedCap mobile App
- 3) Das Schulen des Teams in der Durchführung der Interviews
- 4) Eine anfängliche Begleitung und spätere Betreuung bei der Datenerhebung

Zusätzlich zu den im Rahmen des Arbeitspaketes anfallenden Arbeiten erfolgten in Ghana Aufgaben im Rahmen der gesamten Studie, die über die vorliegende Arbeit hinausgingen. Hierzu zählte die Arbeit in der ANC und Probenentnahme bei der Geburt in Zusammenarbeit mit über die Studie angestellten Hebammen. Außerdem fand eine Teilnahme an wöchentlichen Besprechungen sowie Fortbildungen im Krankenhausteam und Besprechungen im Studienteam statt.

Eine Haushaltsbefragung zur Ermittlung des sozioökonomischen Status (SES) fand seit Beginn der Studie in 2019 statt. Konzeption, Implementierung sowie Schulung des Personals wurde unter der Leitung von Dr. Eva Lorenz, Dr. Jani Puradiredja und Dr. Johanna Brinkel durchgeführt. Die dort erhobenen Daten, sowie die zusätzlichen Variablen der multivariaten Regressionsanalyse wurden für die vorliegende Arbeit von der Verfasserin mitverwendet.

Konzeptentwicklung und Formulierung der Fragestellung der Doktorarbeit erfolgte in Zusammenarbeit mit Dr. Ralf Krumkamp und Dr. Nicole Gilberger. Die statistische Berechnung des „Cognitive Development Scores“ zur Erfassung der kognitiven Entwicklung, ebenso wie die Auswahl der Variablen, die Erstellung des SES, die Durchführung der Regressionsanalysen und die entsprechende Auswertung wurden eigenständig von der Autorin unter der Aufsicht von Dr. Krumkamp vorgenommen.

Die Abfassung der Dissertationsschrift erfolgte eigenständig.

## 13 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe, insbesondere ohne entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten, verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe. Das gilt insbesondere auch für alle Informationen aus Internetquellen.

Soweit beim Verfassen der Dissertation KI-basierte Tools („Chatbots“) verwendet wurden, versichere ich ausdrücklich, den daraus generierten Anteil deutlich kenntlich gemacht zu haben. Die „Stellungnahme des Präsidiums der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zum Einfluss generativer Modelle für die Text- und Bilderstellung auf die Wissenschaften und das Förderhandeln der DFG“ aus September 2023 wurde dabei beachtet.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Datum

Unterschrift

## 14 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Professor Dr. Jürgen May für die Bereitstellung des Themas und die Betreuung sowie die Aufnahme in die Studie bedanken. Besonders möchte ich mich auch bei Dr. Dana Barthel und Dr. Jani Puradiredja für die Bereitstellung des DMC III sowie des Household Questionnaires bedanken ohne die meine Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Zutiefst bedanke ich mich bei meiner Betreuerin Dr. Nicole Gilberger. Sie stand mir Tag und Nacht zur Seite, wir hatten konstruktivste Gespräche und kreative Ideen die mich unglaublich unterstützt haben. Außerdem stand sie mir in allen Phasen dieser Arbeit zur Seite, wofür mein tiefster Dank steht. Vielen lieben Dank an Dr. Ralf Krumkamp. Den Mut, sich an statistische Analysen zu trauen, die Einführung in die Datenanalyse und auch die geduldige und stets lösungsorientierte Herangehensweise an Fragestellungen haben mich zutiefst beeindruckt und weitergebracht. Vielen Dank dafür!

Weiterhin gilt mein tiefster Dank dem Land und den Menschen in Ghana. In meiner Zeit in Agogo habe ich mich willkommen gefühlt, das Land hat mich mit ganz besonderen Menschen in Berührung gebracht, die meinen persönlichen Horizont unendlich erweiterten. Hier möchte ich mich auch ganz besonders bei Ingrid bedanken, die immer für mich da war und mich aufs Herzlichste in Kumasi aufgenommen hat. Vielen Dank Felix und Razak für die Durchführung und Arbeit, die ihr in die Erhebung der kognitiven Daten gesteckt habt.

Schließlich möchte ich mich bei all meinen Freunden, bei meinem Freund Niki, meiner Schwester Clara und meiner ganzen Familie für die stetigen Zusprüche und Motivation bedanken.