

Dringend gesucht: Durchbrüche bei der Malaria-Bekämpfung

Autor: Nadine Querfurth | 24. April 2013

An den Ufern des Ogoué-Flusses in Lambaréné steht das Albert-Schweitzer-Hospital. Es ist wegen seines hohen Standards und seiner modernen Ausstattung sehr gefragt. Ebenso die medizinische Forschungseinrichtung des Hospitals. Sie gehört zu den weltweit führenden Institutionen im Kampf gegen Malaria. Ein Großteil der Bevölkerung in den umliegenden Dörfern allerdings kann sich kein Taxi ins Krankenhaus leisten.

Das Albert-Schweitzer-Hospital hat für solche Fälle eine mobile Krankenstation ins Leben gerufen, die zu den Betroffenen in die Dörfer fährt. Unsere Autorin Nadine Querfurth ist mitgefahren und hat sich angeschaut, wie wichtig Aufklärungsarbeit vor Ort ist.

Der Dorfplatz von Nzoghe Bang in Gabun. Laut hupend biegt ein Toyota Pickup von der Asphaltstraße ab und fährt auf den verschlafenen Fleck. Das Hupen rüttelt auf und ist gleichzeitig ein Zeichen: Wie jeden Monat kommt Krankenschwester Sophie vom Albert-Schweitzer-Hospital aus dem 30 Kilometer entfernten Lambaréné in das Dorf. Sie unterstützt die Mitarbeiterin der kleinen Krankenstation vor Ort. Besonders jetzt in der Regenzeit kommen tagtäglich viele Patienten mit Malaria-Symptomen. Wenn die schrill tönende Autohupe im Dorf zu hören ist, wissen die Frauen, dass die Vorsorgeuntersuchungen ihrer Babys und Kinder ansteht. Schwester Sophie verabreicht alle nötigen Kinderimpfungen, untersucht und gibt Vorsorgekurse. Sie bietet diesen Service an, weil das nächste Krankenhaus ein Tagesmarsch entfernt ist und sich die meisten ein Taxi nicht leisten können.

Sophie und die Stationschwester entladen Metallkisten, Arztkoffer sowie Stühle und Klapptafeln. Impfstoffe bringt sie in Kühltaschen gelagert aus der Apotheke des Hospitals mit, denn in der Krankenstation gibt es keinen Strom. Der Warteraum füllt sich. Schwester Sophie geht offen auf die jungen Frauen zu. Die meisten sind mit 13 oder 14 Jahren selbst noch Kinder, viele der Babys haben keinen Vater. Die Krankenschwester hebt die Babys in grüne Wiegehörschen



Die Mittel für die Vorsorgeuntersuchungen sind einfach: Klapptafel und selbst gemalte Schilder.
© Nadine Querfurth



Mit seiner Frau Helene, die Krankenschwester ist, erreicht Albert Schweitzer im April 1913 nach fast dreiwöchiger Seereise Gabun, am Flussufer des Ogoué legt er den Grundstein für das heutige Albert-Schweitzer-Hospital.
© Deutsches Albert-Schweitzer-Zentrum

und trägt die Werte in ein Vorsorgeheft ein. Nebenbei gibt sie Tipps, wie die Mütter sich und ihre Kinder vor Malaria schützen können. Die Maßnahmen sind einfach: Den Wohnbereich sauber halten, offene Wasserstellen entfernen und das Gras um das Haus herum kurz halten, um den Malaria-übertragenden Anopheles-Mücken möglichst keine Brutstätten zur Vermehrung zu bieten. Über 20 verschiedene Anopheles-Arten können auf dem afrikanischen Kontinent Malaria-Erreger übertragen. Weil die Mücken nachaktiv sind, betont Sophie den jungen Frauen gegenüber immer wieder, abends die Fensterläden zu schließen und in jedem Fall unter einem Moskitonetz zu schlafen, um nicht gestochen zu werden.

Mitarbeiter von NGOs haben solche mit Insektiziden imprägnierten Bettnetze in Gabun großflächig verteilt, jeder sollte eines bekommen haben. Ob sie tatsächlich benutzt werden, ist fraglich. Jörn Lange, Kinderarzt und ehemaliger Mitarbeiter am Albert-Schweitzer-Hospital, beobachtet eine Diskrepanz zwischen den Aussagen der Patienten und seinen Beobachtungen.

„Viele Mütter sagen zwar, dass ihre Kinder unter Bettnetzen schlafen. Das deckt sich jedoch nicht mit den Neuerkrankungen, die wir tagtäglich beobachten.“ Als der kleine Ogowe mit Wiegen an der Reihe ist, sagt seine Mutter, er habe seit Tagen hohes Fieber und esse nicht. Der 18-monatige Säugling wirkt apathisch. Schwester Sophies Vermutung liegt nahe: Le Paludisme. Französisch für Malaria. Bestätigen kann aber nur eine mikroskopische Untersuchung eines dicken Tropfen Bluts, ob der Junge Malaria hat.

Die WHO nennt in ihrem aktuellen Malariareport 219 Millionen Erkrankte weltweit für das Jahr 2010. Davon überlebten 660.000 Menschen die Erkrankung nicht. Am häufigsten sind Kinder unter fünf Jahren betroffen. Ihr Immunsystem kennt die Malaria-Erreger noch nicht und hat deshalb keine Teilimmunität entwickelt. Erwachsene, die in Malariagebieten leben, bauen bis zum jungen Erwachsenenalter durch ständigen Kontakt mit den Erregern eine solche Teilimmunität auf. Sie sind dann in gewissem Maße vor Malaria geschützt, und die Krankheit verläuft bei ihnen seltener tödlich. Babys und Kleinkinder haben diesen Schutz noch nicht und erkranken oft besonders heftig. Der Erreger der schweren Malaria, *Plasmodium falciparum*, führt zu einem Krankheitsbild, das sehr vielfältig sein kann: ein breites Spektrum der Anämie, Organversagen bis hin zum Koma und zerebraler Malaria, die sich im Gehirn manifestiert. Bei diesem schweren Verlauf fallen die Kinder ins Koma oder sterben. Warum nur ein Teil der Kinder schwer erkrankt, ist noch ungeklärt und von verschiedenen Faktoren wie Virulenz der Parasiten, Genetik der Kinder und auch dem allgemeinen Gesundheitszustand wie zum Beispiel Unterernährung abhängig. Das Wichtigste bei Malaria ist eine schnelle Diagnose, um möglichst rasch mit einer Therapie zu beginnen. Deshalb wird Schwester Sophie eine Blutprobe des kleinen Ogowe mit ins Albert-Schweitzer-Hospital nehmen, um sie im Labor mikroskopieren zu lassen. Schwere Malaria wird bei Kindern im Idealfall sofort durch intravenös injiziertes Chinin behandelt. Im Fall von Ogowe wird ihm wahrscheinlich ein Artemisinin-haltiges Kombinationspräparat (ACT) in Form eines roten Saftes verabreicht. Die WHO empfiehlt ACTs seit 2006 als Therapie gegen *Plasmodium falciparum*.



Wenn die Hupe des Toyota Pickups ertönt, wissen die Frauen, dass Schwester Sophie vom Schweitzer Hospital da ist, um die Vorsorgeuntersuchungen durchzuführen.
© Nadine Querfurth

Artemisinin, der Grundstoff dieser Medikamente, besitzt eine reaktive Peroxidstruktur. Chemiker sprechen von einem Endoperoxid. Der detaillierte Reaktionsmechanismus gegen die einzelligen Malaria-Parasiten, die zur Gattung der Plasmodien gehören und in mehreren Arten vorkommen, ist noch nicht gänzlich verstanden. Artemisinin wirkt schnell, meist schon nach 24 Stunden, und hat eine kurze Halbwertszeit. Überlebt auch nur ein Plasmodium, kann als Folge die Infektion wieder aufflammen. Aus diesem Grund wird heute Artesunat, ein Derivat des Artemisinins, in Kombination mit einem zweiten Wirkstoff, zum Beispiel Mefloquin, Amodiaquin oder Sulfadoxin/Pyrimethamin verabreicht. Artesunat tötet die meisten Erreger schnell nach der ersten Gabe, der zweite Wirkstoff ist stabiler und tötet die verbleibenden Parasiten im Blut.

Weil ACTs momentan das Mittel der Wahl sind, ist der Bedarf an Artemisinin ungebrochen hoch, die Verfügbarkeit aber nicht immer gewährleistet. Blüten und Blätter der einjährigen Beifuß-Pflanze *Artemisia annua* enthalten Artemisinin. Für die Pharmaindustrie wird die Pflanze mittlerweile von Kleinbauern in Ländern Zentralafrikas und Südostasiens, in China und auch in Südamerika angebaut. Die Gewinnung von Artemisinin aus der Pflanze erfolgt über Extraktion mit organischen Lösungsmitteln wie Hexan. Dieser Prozess ist allerdings sehr aufwändig, denn der Anteil des Wirkstoffs in Blüten und Blättern liegt nur bei gut einem Prozent. Ein Hektar Anbaufläche liefert circa zwei Tonnen Blattmaterial, aus dem zwei bis drei Kilogramm des weißen Artemisinin-Pulvers extrahiert werden können. Nach Schätzungen werden 150 Tonnen Artemisinin pro Jahr benötigt, um den Weltbedarf für die Medikamentenproduktion zu decken, das entspricht circa 225 Millionen ACT-Behandlungseinheiten. So viel zu liefern, ist für die Kleinbauern schlicht unmöglich, weil die Verfügbarkeit der Beifußpflanze jahreszeitlich schwankt und sie erst nach sechs Monaten nennenswerten Ertrag bringt. Zudem macht die kostspielige Extraktion aus der Pflanze Artemisinin-haltige Medikamente sehr teuer. Günstiges, jederzeit verfügbares Artemisinin in ausreichenden Mengen wird also dringend benötigt.

Eine Lösung könnte aus Golm bei Potsdam kommen. Professor Peter Seeberger ist Direktor des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung und hat einen Lehrstuhl am Institut für Chemie an der Freien Universität Berlin inne. Er hat mit seinem ehemaligen, kanadischen Kollegen François Lévesque ein Verfahren entwickelt, das Artemisinin schneller und günstiger liefert als bisher. Ausgangsstoff für Seebergers Synthese ist eine Säure aus der Beifuß-Pflanze, Dihydro-Artemisininsäure, die bisher bei der Extraktion von Artemisinin als ungenutztes Nebenprodukt in Blättern und Blüten zurückgeblieben ist und als Abfall deklariert wurde. Außerdem lässt sich Dihydro-Arte-



Der Wirkstoff Artemisinin wird bisher in einem aufwändigen Prozess aus den Blättern der Pflanze *Artemisia annua* extrahiert. © Kristian Peters / wikimedia



Mit der mobilen Krankenstation kommt Sophie nach Nzoghe Bang. © Nadine Querfurth

misininsäure mittlerweile auch in gentechnisch modifizierter Hefe biotechnologisch herstellen, so dass Seeberger sein Ausgangsprodukt aus zwei möglichen Quellen erhält: Aus Pflanzenabfällen der Extraktion oder gentechnisch produziert in Hefe. „Der Vorteil des biotechnologischen Verfahrens liegt darin“, so Seeberger, „dass man von der Züchtung der Pflanzen unabhängig ist. Der Nachteil besteht darin, dass die Kleinbauern ihre Existenzgrundlage verlieren. Denkbar ist, dass wir beide Quellen kombinieren. Soweit wie möglich nutzen wir Pflanzenabfälle, falls nötig ergänzen wir mit dem Material aus der Biotechnologie.“

In dem neu entwickelten Syntheseweg der Forscher entsteht aus der pflanzlichen Säure in einem Reaktionsschritt die Substanz Artemisinin. Ein wichtiger Schritt dabei ist eine Fotoreaktion. Durch UV-Licht entsteht reaktiver Sauerstoff, der in das Molekül eine sehr reaktive chemische Gruppe aus zwei benachbarten Sauerstoffatomen einbaut. Es entsteht das Endoperoxid Artemisinin.

Pharmafirmen haben Artemisinin bisher mit einem anderen Ausgangsstoff in vielen Einzelreaktionen in großen Gefäßen synthetisiert – im Batch-Verfahren. Professor Seeberger hält es für nicht wirtschaftlich. Lichtblitze für die Fotoreaktion dringen von außen nicht tief genug in die Flüssigkeit ein – der reaktive Sauerstoff reicht für eine vollständige Reaktion nicht aus. „Zu viele Nebenreaktionen“, sagt er. In Gollm entwickelte man in Seebergers Labor eine handliche Apparatur, die nicht größer ist als ein kleiner Trolley-Koffer. „Die Synthese von Artemisinin deutlich zu vereinfachen, setzt nicht nur gutes Gespür für eine elegante Kombination der richtigen Teilreaktionen voraus. Sie erfordert auch eine Portion Mut, denn die Chemiker verließen die Wege, die die Industrie bei der Synthese von pharmazeutischen Wirkstoffen bislang nimmt“, ist auf der Institutshomepage zu lesen. Um ausreichend reaktiven Sauerstoff zu bilden, bedienen sich die Wissenschaftler eines raffinierten Tricks in ihrer Konstruktion. Sie schicken das Reaktionsgemisch durch einen dünnen Schlauch in einen Lichtkäfig. Darin wickelt sich der dünne Schlauch in vielen Windungen direkt um ein LED-Modul aus 60 energiereichen Lampen. Auf diese Weise durchdringt Licht das gesamte Reaktionsmedium und bringt die chemische Umwandlung sehr effizient in Gang.

Das Endprodukt Artemisinin tropft in einen Erlenmeyerkolben und wird letztlich zu einem weißen Pulver kristallisiert. Das entscheidend Neue an dieser Apparatur ist, dass die Lösung im kontinuierlichen Durchfluss ständig komplett mit Licht bestrahlt ist. In nur 4,5 Minuten läuft die chemische Reaktion ab. „Wir erhalten jetzt 65 Prozent Ausbeute. Das heißt 65 Prozent der pflanzlichen Säure, die eigentlich Abfall war, können in Artemisinin umgewandelt werden.“

Seeberger hat Großes vor mit seinem Verfahren, das Chemiker Durchflusszytometrie nennen. Sei kurzem ist es patentrechtlich geschützt. Momentan synthetisiert die Apparatur 150 Gramm Artemisinin am Tag. Die Produktion soll hochskaliert werden. Noch in diesem Jahr beginnen Reaktoren bis zu 10 Tonnen pro Jahr herzustellen. Das Produkt Artemisinin möchte Professor Seeberger chemisch noch leicht modifizieren, nämlich zu Artesunat und Artemeter, chemische Derivate des Artemisinins. Daraus sollen dann Tabletten als Malaria-Medikament gepresst werden. Seine Vision ist, mit NGOs wie Ärzte ohne Grenzen oder



Schwester Sophies Angebot der Vorsorgeuntersuchungen wird gut angenommen, der Warteraum füllt sich. © Nadine Querfurth

Stiftungen zusammenzuarbeiten, um die Medikamente direkt an diejenigen auszuliefern, die sie benötigen. Und zwar zu einem günstigen Preis. Er strebt an, die Kosten um das 10 fache zu reduzieren. „Ich denke, das werden wir noch nicht ganz schaffen, aber falls wir den Preis um mindestens ein Drittel oder die Hälfte senken können, wären wir schon ein ganzes Stück in die richtige Richtung gegangen.“ Angestrebt werden Kosten von einem bis zwei Dollar pro Behandlungseinheit.

Noch wirken Artemisinin-haltige Medikamente in Kombinationstherapien gut. Vereinzelt treten bereits Resistenzen von Plasmodien gegenüber Artemisinin auf. Aus dem Grenzgebiet Kambodschas sind solche Fälle vereinzelt bekannt. „Allerdings gegen die Einzeltherapie mit Artemisinin, nicht gegen die Kombinationspräparate“, sagt Professor Kai Matuschewski, Leiter der Abteilung Parasitologie am Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie in Berlin. Ihm zufolge sei es letztendlich eine Frage der Zeit, bis auch in Ostafrika Resistenzen auftreten. Erste Anzeichen dafür gäbe es bereits, so Matuschewski: „Die Resistenzentwicklung ist nicht aufzuhalten. Wir sind in der misslichen Lage, dass Alternativen nicht absehbar sind. Es gibt keinerlei Ersatz für ACT's.“ Matuschewski vergleicht die Situation mit einem Wettlauf gegen die Zeit. „Man muss sich diesen enormen Selektionsdruck vorstellen: In Afrika und Asien wird Malaria mit einem einzigen Wirkstoff in einem Kombinationspräparat bekämpft. Das ist einfach eine Zeitbombe. Umso wichtiger, dass wir vorausschauend an einer Alternative forschen.“



Schwester Sophie wiegt und untersucht die Kinder und Neugeborenen und notiert die Daten in einem Vorsorgeheft. © Nadine Querfurth

Selbst ein ideales Paket zur Malariabekämpfung mit den gängigen Strategien des 21. Jahrhunderts würde es nicht schaffen, Malaria in den Griff zu bekommen. „Wie bei allen wichtigen Infektionskrankheiten wird ein Impfstoff der Schlüssel zum Erfolg sein“, sagt Matuschewski. Noch gibt es keinen zugelassenen Impfstoff gegen Malaria. Die Entwicklung und Forschung daran ist nicht zuletzt deshalb aufwändig, weil Plasmodien eukaryontische Organismen und Meister im Versteckspiel sind. Mit rund 6.000 Genen sind sie im Vergleich zu Viren oder Bakterien sehr komplex und haben einen raffinierten Lebens- und Entwicklungszyklus. Sie verändern ständig ihre Oberflächenproteine, die sie dem Immunsystem präsentieren, und verstecken sich für das Immunsystem unerreichbar immer wieder in anderen Zellentypen: erst in der Leberzellen, dann in Erythrocyten.

Seit fast 40 Jahren arbeiten Forscher intensiv an einem Malaria-Impfstoff. Mehr als ein Dutzend Kandidaten gibt es. Der unter der Abkürzung RTS,S bekannte Impfstoffkandidat, seit kurzem Mosquirix genannt, hat es am weitesten in der klinischen Entwicklung geschafft. In einer groß angelegten Phase-3-Studie wird er momentan an elf Forschungszentren in sieben afrikanischen Ländern getestet. Acht der Zentren wurden für die Studie komplett neu aufgebaut. Matuschewski zufolge hat es so etwas in der Geschichte der Infektionsforschung noch nicht gegeben: „Dass mit Partnern vor Ort auf Augenhöhe eine solche umfangreiche Studie durchgeführt wird und der Fokus auf Nachhaltigkeit und Capacity-Building liegt, ist bemerkenswert.“ Insgesamt sind über 11.000 Kinder im Alter von sechs Wochen bis 17 Monaten in das Studiendesign eingeschlossen.

Zum zweiten Mal wurden nun Zwischenergebnisse der Studie veröffentlicht. Die Wirksamkeit von RTS,S bei Kindern zwischen fünf und 17 Monaten gegen klinische und schwere Malaria lag bei rund 56 Prozent. Bei der Anwendung zusammen mit den üblichen Kinderimpfungen zeigte sich bei jüngeren Kindern zwischen sechs und 12 Wochen nur eine Wirksamkeit von 31 Prozent. In beiden Altersgruppen laufen die Nachbeobachtungen weiter. Die Studie konnte zum ersten Mal zeigen, dass ein Teilschutz gegen Malaria bei Kindern möglich ist. „Im Grunde genommen kaufen wir uns mit einer 3-fachen Immunisierung sechs Monate Zeit, bei denen die Kinder in der Tat sehr wenig Malaria bekommen“, bewertet Matuschewski die Studien. Danach, das müsse man auch ehrlich sagen, so Matuschewski weiter, sei die Zahl der Neuerkrankungen nicht mehr von der bei nicht immunisierten Kindern zu unterscheiden. „Für Länder, die keine großen Ressourcen haben, ein gewisser Knackpunkt. Können wir uns das leisten, Kinder dreimal zu immunisieren, wenn sie dann letztlich in einem Zeitraum von sechs Monaten weniger Malaria bekommen? Das ist also sicherlich grenzwertig.“



Vergilbte Plakate machen auf Malaria aufmerksam. Die Tropenkrankheit ist auf dem afrikanischen Kontinent immer noch Todesursache Nummer eins. © Nadine Querfurth

Ein weiteres Problem: Dadurch, dass Kinder seltener klinische Malaria bekommen und weniger Parasiten in sich tragen, ist die Möglichkeit, sich gegen das Blutstadium ein Gedächtnis anzulegen auch drastisch reduziert, so Matuschewski: „Das wirkt sich nicht negativ aus, aber mit dem Abschwächen der Antikörper gegen die Malaria-Erreger ist dann die Uhr wieder zurückgesetzt. Die Infektionen manifestieren sich ganz normal wie bei den nicht immunisierten Kindern. Eine richtige Investition in die Zukunft der Immunantwort ist es nicht unbedingt.“ Für die Zulassung eines Erst-Impfstoffes sind Kriterien festgelegt, nämlich ein Schutz von 50 Prozent der Geimpften über mindestens ein Jahr, längerfristig sollten dann 80 Prozent der Geimpften zwei Jahre lang geschützt sein. Ob die Wirksamkeit von Mosquirix für eine Zulassung ausreicht, wird frühestens Ende 2014 entschieden, sobald weitere Studienergebnisse publiziert sind. Professor Peter G. Kremsner, Direktor des Tübinger Tropeninstituts und wissenschaftlicher Direktor des Forschungszentrums am Albert-Schweitzer-Hospital, hält die Entscheidung auch für eine politische, ob Mosquirix der möglicherweise erste Impfstoff gegen Malaria wird: „Wenn Mosquirix zugelassen wird, entscheidet die Pharmafirma Glaxo Smith Kline, ob sie ihn produzieren wird. Dann könnte man den Impfstoff immerhin kaufen, zu welchem Preis wird sich zeigen.“

Sicherlich ist ein Malaria-Impfstoff ein Meilenstein in der Gesundheitsentwicklung. Allerdings sollte das große Ziel sein, die Impfung - so sie denn ausreichend wirksam ist - in Malaria-Gebieten in das jeweilige nationale Impfprogramm aufzunehmen. Jedes afrikanische Land hat ein solches Impfprogramm, das durch die Regierung, Partner wie die WHO und Institutionen aus Europa und den Vereinigten Staaten finanziert wird. „Wenn der Impfstoff nicht in dieses Programm integriert ist, haben wir im Endeffekt einen Impfstoff, der sinnlos ist“, sagt Dr. Maxime Agnandji, der regionaler Studienleiter am Forschungszentrum in Lambaréné ist: „Dann könnten ihn nur fünf Prozent der Bevölkerung kaufen, weil nur sie die finanziellen Mittel haben. Befriedigend wäre also, wenn er Teil des nationalen Impfprogramms wird.“

Schwester Sophie hebt das letzte Baby aus dem Wiegehöchen und legt es zurück in den Arm seiner Mutter. Sie stellt die Klappstühle beiseite und bittet alle Mütter, sich mit ihr in einen Kreis zu stellen. „Viele der jungen Frauen verstehen sachliche Erklärungen zum Thema Malaria nicht. Sie sind unsicher und oft peinlich berührt. Deshalb gehe ich mit Ihnen andere Wege. Wir singen und spielen zusammen Theater. So versuche ich, ihnen das Wichtigste über Malaria zu vermitteln.“ Mit über 20 Frauen wippt und klatscht Schwester Sophie rhythmisch. Alle singen mit.

Im fernen Europa könnte in den Laboren von Professor Seeburger in naher Zukunft eine optimierte Artemisinin-Produktion starten. Die gepressten Tabletten zur Akutbehandlung von Malaria würden dann nur noch einen Bruchteil des momentanen Preises kosten und wären stets verfügbar. Idealerweise würde Schwester Sophie den ersten Malaria-Impfstoff Mosquirix in Kühltaschen aus der Apotheke des Albert-Schweitzer-Hospitals mitbringen und Kinder regulär mit anderen Impfungen auch gegen Malaria impfen. Noch sind das Zukunftsvisionen.

Der letzte Schritt in Sachen Impfstoff ist noch nicht gemacht. Alle Impfstoffe basieren auf natürlichen Immunantworten. Bei Malaria allerdings können wir uns nicht an der Natur orientieren. Wir müssen mit innovativen Methoden und neuen Ansätzen etwas schaffen, was bisher noch nicht gelungen ist: Einen Immunschutz gegen Malaria-Parasiten aufzubauen, der so in der Natur nicht zu finden ist. Denn der Erreger trickst uns aus durch seine komplexe eukaryontische Struktur, seine variablen Oberflächenproteine und die zahlreichen Ortswechsel im Wirtsorganismus bisher immer wieder aus.



Schwester Sophie nutzt die Gelegenheit, die Mütter über den Krankheitsverlauf von Malaria zu informieren und Hinweise zu geben, wie sie in ihren Hütten die Ausbreitung von Moskitos verhindern können. © Nadine Querfurth