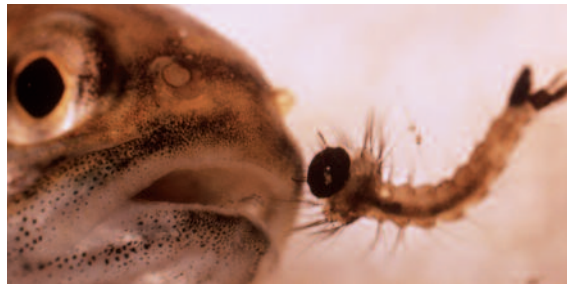




Umweltfreundliche Malariabekämpfung ohne DDT – Strategien und Erfolgsberichte



Eine gesunde Welt für alle.

Mensch und Umwelt vor Pestiziden schützen, Alternativen fördern.

© Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) e.V.
Nernstweg 32, 22765 Hamburg
Tel. +49 (0)40 - 399 19 10 - 0
E-mail: info@pan-germany.org
www.pan-germany.org

Redaktion: Carina Weber
Autorin: Vanessa Laumann
Layout: Ulrike Sommer, grafik:sommer, Hamburg
ISBN 978-3-9812334-6-9

Fotos Deckblatt: Moskito: CDC/James Gathany; Farmergruppe: van den Berg;
Arbeiter: CDC; Gambusia: CDC; Niem: J.M. Garg

Dieses Projekt wurde gefördert durch:



Die Förderer übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Meinungen müssen nicht mit denen der Förderer übereinstimmen.

Umweltfreundliche Malariabekämpfung ohne DDT – Strategien und Erfolgsberichte



Vorwort

1985 veröffentlichte PAN International eine beispielhafte Liste gefährlicher Pestizide, das so genannte »Dreckige Dutzend«. Damit startete PAN eine Initiative, die auf eine strengere Kontrolle, das Verbot und letztendlich die vollständige Eliminierung dieser hochgefährlichen Pestizide abzielte, um Gefahren für Mensch und Umwelt zu reduzieren. Das »Dreckige Dutzend«, darunter auch DDT, wurde sorgfältig ausgewählt, um die verschiedenartigen unerwünschten Wirkungen von Pestiziden zu verdeutlichen. Dazu zählen etwa die akute Giftigkeit, Fortpflanzungsschäden, Krebs oder hormonelle Störungen. Die PAN-Initiative zur Eliminierung des »Dreckigen Dutzend« war sehr erfolgreich, denn der Einsatz der gelisteten Pestizide wurde seither stark verringert. Viele dieser Pestizide sind inzwischen sogar weltweit verboten.

Ein Sonderfall ist DDT. Obwohl die negativen Wirkungen von DDT hinreichend bekannt sind, setzen viele Länder dieses Insektizid immer noch in der Malariabekämpfung ein. Dem 2004 in Kraft getretenen Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe zufolge muss DDT weltweit schrittweise reduziert und schließlich eliminiert werden. Eine Studie von PAN Germany mit dem Titel »DDT und die Stockholmer Konvention – Staaten am Rande der Legalität« (PAN Germany 2009) zeigt jedoch, dass die Maßnahmen, um das Ziel der globalen DDT-Eliminierung zu erreichen, völlig unzureichend sind.

Doch welche Alternativen zu DDT stehen zur Verfügung? Regierungen verfügen grundsätzlich über zwei Optionen: Einerseits können andere Pestizide als Alternative zu DDT verwendet werden; andererseits besteht die Möglichkeit, ein differenziertes System integrierter Maßnahmen anzuwenden, das im Wesentlichen auf einem nicht-chemischen Ansatz beruht. Die Anzahl jener Pestizide, die durch die Weltgesundheitsorganisation als Alternativen zu DDT in der Moskitobekämpfung empfohlen werden, ist begrenzt. Sich ausbreitende Resistenzen oder uneffektive Sprühkampagnen vermindern deren Wirksamkeit. Wie in dieser Studie gezeigt wird, sind viele der alternativen Pestizide ebenfalls sehr gefährlich. Deshalb sollten Malariakontrollprogramme alle ihnen zur Verfügung stehenden Maßnahmen nutzen, um die negativen Wirkungen von Pestizideinsätzen auf den Menschen und auf die Umwelt so weit wie möglich zu reduzieren. Solche Maßnahmen können durchaus auch positive Effekte hinsichtlich der Reduktion anderer Krankheiten haben.

Diese Studie beleuchtet die Problematik der Verwendung von Pestiziden in der Malariabekämpfung, und sie beschreibt nicht-chemische Methoden und Verfahren der Malariakontrolle, die zu einem großen Teil auf Ansätzen des Umweltmanagement basieren. Sechs Fallstudien zeigen Beispiele erfolgreicher alternativer Strategien in verschiedenen Ländern. Die hier dargestellten Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass politischer Wille und die Einbeziehung der von Malaria betroffenen Bevölkerung in Malariakontrollprogramme wesentliche Voraussetzungen für risikoärmere und effektivere Strategien zur Malariakontrolle darstellen. Die dokumentierten Beispiele veranschaulichen, dass weniger gefährliche Ansätze zur Malariakontrolle realisierbar sind. Viele Menschen aus Wissenschaft, Politik, Gemeinden, Dörfern, Bürgerinitiativen, Entwicklungshilfeorganisationen, Stiftungen und dem Gesundheitswesen tragen bereits zur Implementierung von weniger risikobehafteten Methoden und Strategien der Malariabekämpfung bei. Einige von ihnen haben wertvolle Beiträge zu dieser Studie geleistet, indem sie Informationen und Abbildungen zur Verfügung gestellt haben. Wir möchten an dieser Stelle ganz besonders Charles Mbogo, Henk van den Berg, Jorge Méndez-Galván, Andrea Brechelt und Barbara Dinham für ihre Unterstützung danken.

Wir hoffen, dass diese Studie Leserinnen und Leser anregt, zur Weiterentwicklung und Nutzung der viel versprechenden Methoden und Ansätze einer risikoärmeren Malariakontrolle beizutragen.

Carina Weber
(Director, PAN Germany)

Malaria – Eine tödliche Krankheit

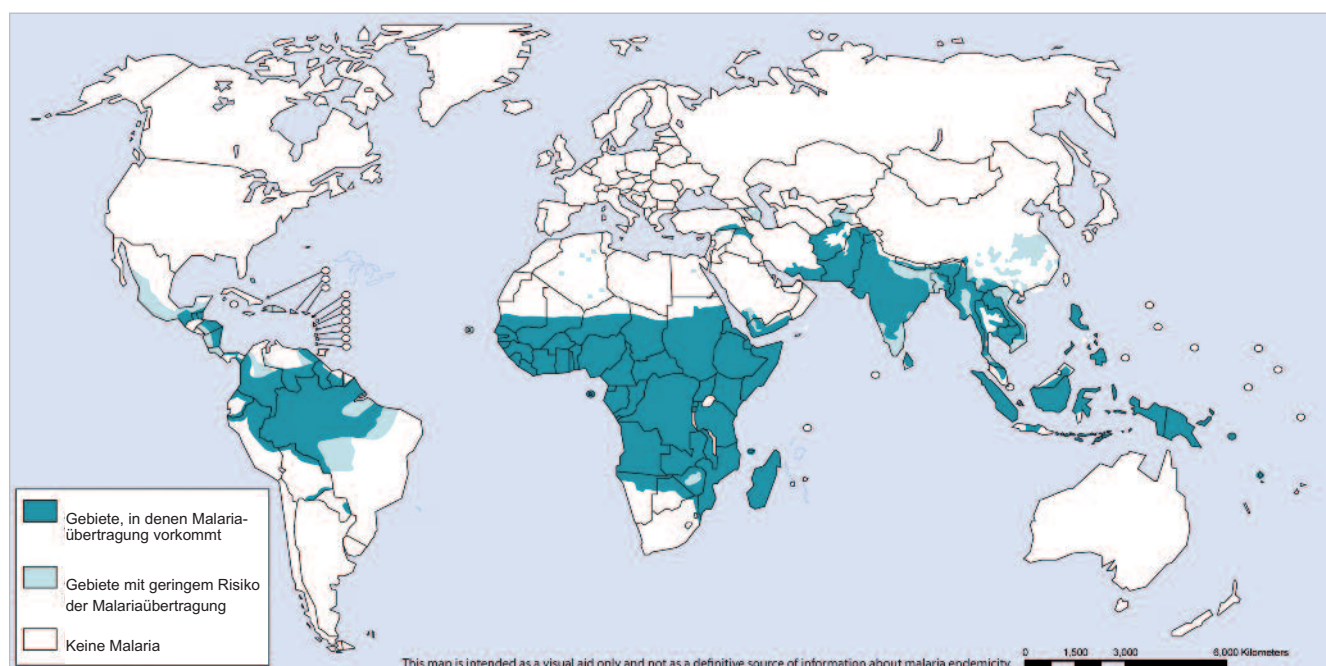
Malaria ist weltweit eine der bedeutendsten tödlichen Infektionskrankheiten. Sie begleitet den Menschen schon seit Jahrtausenden. Es wird angenommen, dass bereits die ursprünglichen Vorfahren des Menschen in Afrika mit einer frühen Form der Malaria infiziert waren. Als die Menschen von Afrika nach Asien und später nach Amerika wanderten, breitete sich mit ihnen auch die Malaria aus.

Der Begriff Malaria stammt aus dem Italienischen (*mala aria*) und bedeutet »schlechte Luft«. Diese Krankheit wird auch als Sumpf- oder Wechselfieber bezeichnet und wird von Parasiten, die durch die *Anopheles*-Mücke übertragen werden, verursacht. Für das menschliche Krankheitsgeschehen sind zwei Parasitenarten bedeutsam: *Plasmodium falciparum* und *Plasmodium vivax*.

Charakteristisch für eine Malariainfektion sind die nach einer Inkubationszeit auftretenden Fieberschübe. Die Inkubationszeit ist je nach Erreger unterschiedlich. Eine Infektion durch *P. vivax* (Malaria tertiana) ist gekennzeichnet durch die nach etwa zwei Wochen auftretenden Fieberschübe. Die Besonderheit dieser Malaria ist, dass die Erreger in der Leber ruhen können und nach Monaten oder Jahren einen erneuten Ausbruch der Krankheit verursachen. Die Malaria tertiana führt relativ selten zum Tod. Etwa 1 – 2 Prozent der unbehandelten Infizierten sterben. Der Erreger *P. falciparum* hingegen verursacht die Malaria tropica. Charakteristisch für diese Erkrankung sind eine ausgeprägte Anämie und neurologische Komplikationen. Tritt bei dieser Erkrankung eine zerebrale Malaria auf, kommt es zu komatösen Bewusstseinszuständen und häufig zum Tod. Eine Infektion mit *P. falciparum* führt bei 25 – 50 Prozent der unbehandelten Infizierten zum Tod. Sie ist nahezu für alle Malariatoten weltweit verantwortlich.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts lebten 77 Prozent der Weltbevölkerung in Malariarisikogebieten. Im Verlauf des Jahrhunderts wurden dann systematisch Strategien entwickelt, um die Malariaverbreitung zu verringern, sodass 1994 nur noch 46 Prozent der Weltbevölkerung in Risikogebieten lebten (Abbildung 1). Allerdings ist die absolute Zahl

(Abbildung 1) Weltweite Verteilung der Malariarisikogebiete im Jahre 2008. Quelle: Weltgesundheitsorganisation (2008)



Parasiten und Vektoren – Lebenszyklen und Umweltbedingungen

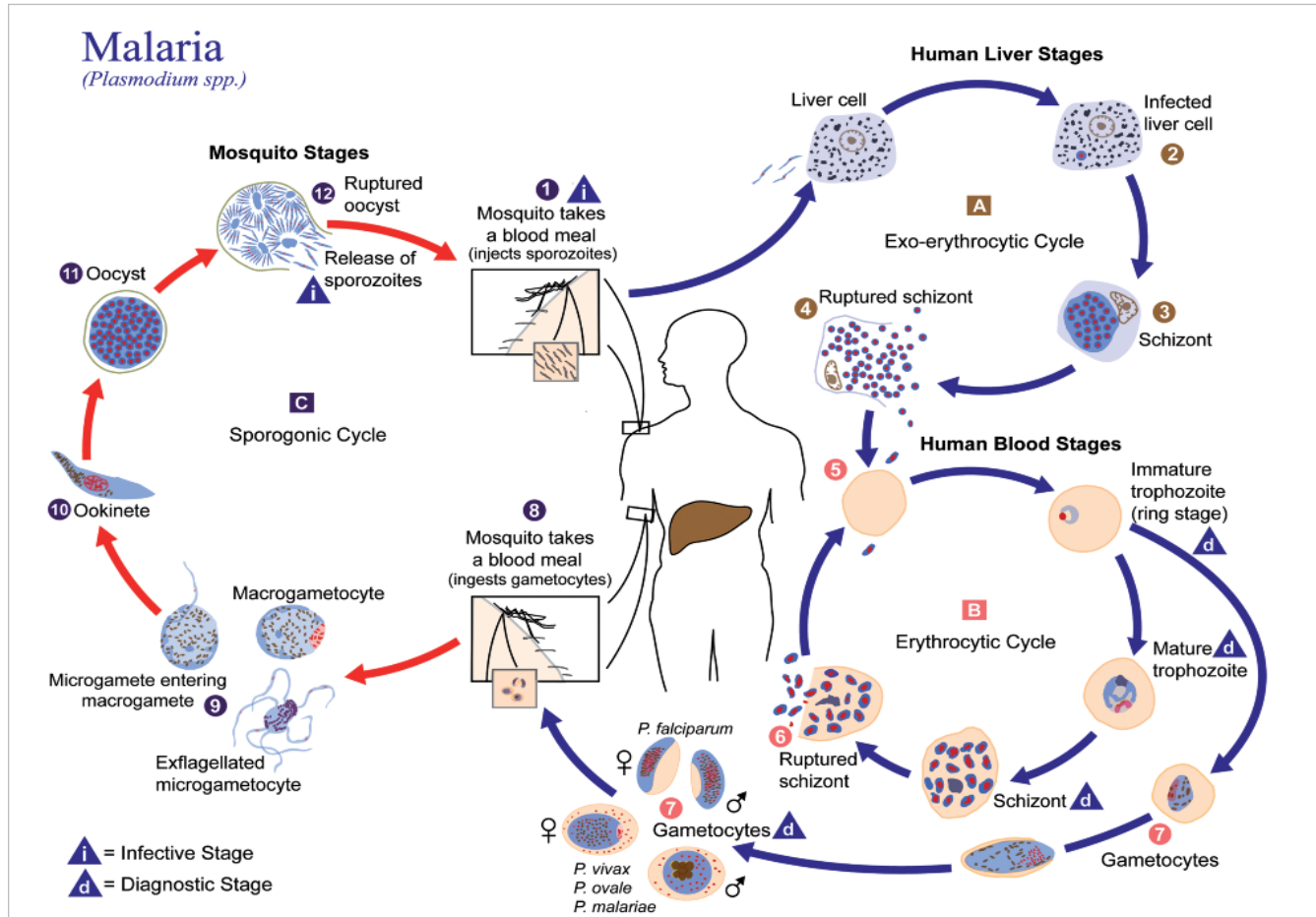
Malaria wird durch Parasiten der Gattung *Plasmodium* (*P.*) hervorgerufen. Humanpathogen sind vor allem *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* und *P. ovale*. Die Übertragung und Infizierung erfolgt durch den Stich der weiblichen Stechmücke der Gattung *Anopheles* (Abbildung 2), auch unter dem Namen Moskito bekannt. Moskitos benötigen zur Entwicklung ihrer befruchteten Eier eine Blutmahlzeit. Die Ausbreitung der Malaria wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, z.B. Umweltfaktoren (Klima, hydrologische und geologische Gegebenheiten), Aktivitäten des Menschen (Landnutzungsformen, tägliche Verhaltensgewohnheiten, Migration) und entomologische Faktoren (Vektordichte, Reichweite der Mücken, Brutverhalten, Ernährung, Infektionsrate).^{5, 6}

Die Übertragung der Malaria erfolgt über einen komplizierten Kreislauf, in dessen Verlauf Parasiten Wirtswechsel zwischen Mücke und Mensch vollziehen (Abbildung 3). Nach dem Stich einer infizierten weiblichen *Anopheles*-Mücke gelangen mit dem Speichel der Mücke Sporozoiten in die menschliche Blutbahn und dringen in die Leber ein. Innerhalb von fünf bis sechs Tagen werden Merozoiten gebildet, die ins Blut gelangen. Der periodische Befall und die Zerstörung von roten Blutkörperchen rufen die typischen Malariasymptome hervor. Hierzu zählen Fieberanfälle, schlagartig einsetzende Kopf- und Rückenschmerzen, Frösteln und Hitzegefühl. Währenddessen bilden einige Merozoiten geschlechtlich differenzierte Zellen (weibliche oder männliche Gametozyten), die von der Mücke beim Stich eines Menschen aufgenommen werden. Etwa zwei Wochen nachdem die Mücke



(Abbildung 2) Die weibliche Malaria-Mücke *A. freeborni* bei der Blutmahlzeit. Quelle: CDC/James Gathany (2004)

(Abbildung 3) Lebenszyklus der *Plasmodien*. Quelle: CDC/Alexander J. da Silva, PhD Melanie Moser (2002)



Die aktuelle Malariabekämpfungsstrategie

Nachdem Anfang der 70er Jahre die weltweite Kampagne der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Ausrottung der Malaria für gescheitert erklärt wurde, ging das Interesse an der Malariabekämpfung erheblich zurück: Die Industrie verlor das Interesse an der Erforschung neuer Insektizide und Medikamente. Staatliche Kontrollprogramme scheiterten in vielen Ländern, in denen die Malaria stark verbreitet ist (Endemiegebiete).⁹ Erst 1998 wurde mit der Initiierung der »Roll Back Malaria« Kampagne durch die WHO neues Interesse für die Malariabekämpfung geweckt. Mehr als 500 Partner sind an diesem Projekt beteiligt, z.B. UNICEF, die Weltbank, das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNDP), Vertreter aus den von der Malaria heimgesuchten Ländern und deren Partnerländern, Wirtschaftsunternehmen, Nichtregierungsorganisationen, Stiftungen und Forschungsinstitute.

Die Finanzierung erfolgt zu einem großen Teil durch den »Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria«, die Weltbank und die »US President's Malaria Initiative«. Um neue Medikamente und Impfstoffe zu entwickeln wurden verschiedene Initiativen ins Leben gerufen, etwa die »Multilateral Initiative on Malaria«, »Medicines Malaria Venture« und die »Malaria Vaccine Initiative«. Für Forschung und Entwicklung (Impfstoffe, Medikamente) erfolgt ein Großteil der Finanzierung durch die »Bill and Melinda Gates Foundation«. Seither sind Investitionen in die Malariabekämpfung deutlich gestiegen, auch wenn offenbar die finanzielle Ausstattung für die angestrebten Ziele nicht ausreicht und die Entwicklung und Anwendung von pestizidfreien Methoden keinen Schwerpunkt darstellt. Die Ziele des Projektes wurden erstmals im Jahre 2000 in der Abuja-Erklärung definiert. Darin wird eine Halbierung der Malariatodesfälle bis 2010 vorgesehen. Auf lange Sicht soll erneut der Versuch unternommen werden, die Malaria auszurotten. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen 80 Prozent der durch die Malaria gefährdeten Menschen, vor allem in Afrika, den lokalen Bedingungen angemessene Vektorkontrollmethoden nutzen, z.B. imprägnierte Bettnetze oder Innenraumsprühen. 80 Prozent der an Malaria Erkrankten sollen schnell diagnostiziert und einer wirksamen Behandlung unterzogen werden. In Gebieten mit hohen Infektionsraten sollen alle Schwangeren Chemoprophylaxen erhalten.⁹⁵

Die aktuellen Strategien der Malariabekämpfung bestehen im Wesentlichen aus folgenden Elementen zur Vorbeugung und Behandlung der Malaria: imprägnierte Moskitonetze, Einsprühen von Wohnräumen mit Insektiziden, Chemoprophylaxe für Schwangere sowie die rasche Diagnose einer Erkrankung mit Diagnoseschnelltests und die Behandlung Erkrankter mit geeigneten Malaria-Medikamenten (Abbildung 4), (Kasten 2). Der globale Malaria-Aktionsplan der »Roll Back Malaria« Initiative sieht vor, die Verfügbarkeit dieser Präventions- und Behandlungselemente sicherzustellen und noch weiter zu erhöhen, sodass mindestens 80 Prozent der gefährdeten Menschen sie nutzen.⁹⁵



(Abbildung 4)

Aktuelle Methoden zur Malariabekämpfung:

- 1 Chemoprophylaxe (Malarone®).
- 2 Einsprühen von Wohnräumen mit Insektiziden in Äthiopien. Quelle: Bonnie Gillespie (2007).
- 3 Imprägnierte Moskitonetze in Afrika.

Quelle: P. Skov Vestergaard Frandsen (2007)

Umweltfreundliche Malariabekämpfung ohne Pestizide

Die heutigen Malariakontrollprogramme stützen sich hauptsächlich auf eine schnelle Behandlung von Patienten mit geeigneten Medikamenten sowie auf die Anwendung von imprägnierten Moskitonetzen und das Einsprühen von Wohnräumen mit Insektiziden zum Schutz vor infektiösen Moskitostichen. Somit ist in vielen Programmen der Einsatz von chemisch-synthetischen Pestiziden ein wesentlicher Bestandteil der Malariakontrolle. Sich ausbreitende Resistenzen der Moskitos gegenüber den Insektiziden sowie veränderte Verhaltensweisen der Moskitos, die zunehmend den Kontakt mit Insektiziden vermeiden, reduzieren allerdings die Wirksamkeit der Maßnahmen. Logistische und finanzielle Schwierigkeiten beschränken die effektive Malariabekämpfung zusätzlich. Darüber hinaus mehren sich Bedenken angesichts der mit dem Pestizideinsatz verbundenen Gesundheitsrisiken.

Schon 1992 rief die Rio Deklaration dazu auf, vorbeugend zu handeln, um irreversible Umweltschäden zu vermeiden, auch wenn keine vollständige wissenschaftliche Gewissheit über Art, Ausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit von möglichen Schadensfällen vorliegt. Im Jahre 1997 verlangte die Resolution 50.13 der Generalversammlung der WHO eine generelle Reduzierung des Insektizidgebrauchs in der Bekämpfung von Krankheitsüberträgern. Die 2004 verabschiedete Stockholmer Konvention setzte das verbindliche Ziel einer schrittweisen Verringerung bis hin zur weltweiten Eliminierung von DDT. Zur Malariabekämpfung stehen neben chemischen und medikamentösen Methoden auch biologische und Umweltmanagement-Maßnahmen einschließlich nicht-chemischer individueller Schutzmaßnahmen zur Verfügung.^{19, 20, 21}

Obwohl es eine Vielzahl von nicht-chemischen Methoden gibt, die sich als risikoarm, umweltfreundlich, kosteneffizient, lokal verfügbar und nachhaltig erweisen, werden solche Ansätze bei der Bekämpfung der Moskitos bisher wenig berücksichtigt. Im Folgenden werden einige wichtige nicht-chemische Methoden beschrieben.

Umweltmanagement

Vor der Einführung chemisch-synthetischer Insektizide stellte die Veränderung der Lebensräume der Moskitos durch Umweltmanagement eine wichtige Vektorbekämpfungsstrategie dar, um den Kontakt zwischen Menschen und Mücken zu verringern und die Mückenreproduktion zu verhindern.

Die WHO definierte 1979 den Begriff Umweltmanagement wie folgt: »*Environmental management is the planning, organisation, carrying out and monitoring of activities for the modification and/or manipulation of environmental factors or their interaction with man with a view to preventing or minimizing vector propagation and reducing man-vector-pathogen contact.*«

Drei Kategorien des Umweltmanagements werden unterschieden: Die Modifizierung der Umwelt verringert die Möglichkeiten für die Eiablage und Larvenentwicklung der Moskitos; periodische Eingriffe in die Umwelt zerstören die Brutgebiete der Moskitos; und individuelle Schutzmaßnahmen verringern den Kontakt zwischen Mensch und Mosquito und schützen so vor Stichen (Kasten 3).⁶

(Kasten 3) Umweltmanagement

- Modifizierung der Umwelt (z.B. Trockenlegen von Tümpeln)
- Periodische Eingriffe in die Umwelt (z.B. periodische Bewässerung)
- Individuelle Schutzmaßnahmen (z.B. Moskitonetze)

Die Modifizierung der Umwelt soll die Entstehung von Brutgebieten der Moskitos langfristig reduzieren oder ganz unterbinden. Derartige Maßnahmen wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts in groß angelegten Moskitokontrollprogrammen in Panama, Italien, Malaysia, Indonesien, im Tennessee-Tal der Vereinigten Staaten und dem Kupfergürtel

von Sambia (Kapitel 6) angewendet. In Sambia z.B. wurden mehrere Maßnahmen kombiniert durchgeführt. Die Modifizierung der Umwelt wurde durch das Trockenlegen von Sumpfbereichen, das Anlegen von Entwässerungskanälen (Abbildung 5 und 9), das Einebnen von Land zur Vermeidung von Tümpeln sowie die Abdeckung von Wasserreservoirien erreicht. Der Planungsbedarf und die Kosten waren anfangs sehr hoch. Umweltmanagementmaßnahmen erwiesen sich letztendlich aber als kosteneffizient und nachhaltig.²² Heutzutage müssen derartige Interventionen hinsichtlich einer potentiellen Bedrohung der Biodiversität kritisch bewertet werden. Großangelegte Entwässerungsmaßnahmen könnten ökologisch wertvolle Feuchtgebiete zerstören.⁵ In den letzten Jahren wurden einige Pilotprojekte kleineren Maßstabs gestartet, die sich auf eine nachhaltige Gesundheitsverbesserung durch die Anwendung von weniger pestizidintensiven Maßnahmen konzentrieren. In einigen Dörfern wurde durch die Beseitigung von durch Menschen erzeugte stehende Gewässer in Kombination mit anderen Maßnahmen die Malariaübertragung deutlich reduziert. Beispiele dafür finden sich in Uganda²³, Kenia (Kapitel 6), Sri Lanka (Kapitel 6) und Indien²⁴.

Der Bau von Bewässerungsanlagen, Staudämmen und Stauseen kann dazu beitragen, dass Malariafälle zunehmen. Schon bei der Planung von Projekten, die günstige Bedingungen für Moskitos schaffen könnten, sollten Risiken berücksichtigt und vermieden werden.²⁵ Brutgebiete von Moskitos können durch die Anpflanzung von Bäumen mit hohem Wasserbedarf reduziert werden. Eukalyptus beispielsweise senkt durch seinen hohen Wasserbedarf den Grundwasserspiegel. Die Bäume können zusätzlich als Einkommensquelle genutzt werden. Erfolgreiche Beispiele findet man in Kitwe (Sambia)²⁶ und Kheda (Indien)²⁴. Hierbei ist zu beachten, dass der Schutz der Artenvielfalt gewährleistet wird und nur einheimische Pflanzen verwendet werden. Auf kleine, deutlich begrenzte Wasserstellen können Styroporkügelchen aufgetragen werden, um so die Eiablage zu verhindern und die Larven abzutöten.²⁷ In Kheda (Indien) wurden auf diese Weise ungenutzte Brunnen im Rahmen eines Malariabekämpfungsprojektes effektiv abgedeckt.²⁴

Periodische Eingriffe in die Umwelt können Brutgebiete der Moskitos zerstören. Durch die Beseitigung von Algen aus Wasserstellen oder von Schatten erzeugender Vegetation, aber auch durch das Anpflanzen von Schatten spendenden Pflanzen – je nach Präferenz der lokalen Mosquitoart – kann die Eiablage verhindert werden. Brutplätze können durch das Durchfluten von Flüssen, die periodische Veränderung des Wasserstandes oder des Salzgehaltes in Wasserbecken zerstört werden. Allerdings sollten auch hierbei entstehende Risiken für andere Organismen berücksichtigt werden.^{28, 29, 6} Der erhöhten Malariagefahr, die aus Bewässerungssystemen im Reisanbau resultiert, kann durch periodische Bewässerung begegnet werden. Eine stoßweise Bewässerung behindert oder unterbindet die Entwicklung der Moskitolarven und kann zusätzlich sogar zur Ertragssteigerung führen. Positive Ergebnisse wurden in Sri Lanka (Kapitel 6), Kenia³⁵ und China³⁰ dokumentiert. Diese Maßnahmen sind stark von den lokalen Gegebenheiten



(Abbildung 5) Ein verstopfter Entwässerungskanal wird gereinigt, damit das Wasser wieder ungehindert fließen kann (1981). Quelle: CDC

tre for Insect Physiology and Ecology« (ICIPE) in Nairobi errichtet.²² Zur Anwendung im Freiland wird das Produkt, flüssig oder pulverförmig, in Wasser suspendiert und mit einem Spritzgerät auf der Oberfläche von stehenden Gewässern verteilt (Abbildung 6). Die Wirkungsdauer wird, abhängig von den Umweltbedingungen, mit 24 Stunden bis zu über einem Monat angegeben.³⁴ In den Vereinigten Staaten ist die Anwendung von *Bti* ein wichtiger Bestandteil von Moskitobekämpfungsprogrammen. In groß angelegten Malariabekämpfungskampagnen wird *Bti* allerdings anderenorts nicht verwendet.⁵ Eine erfolgreiche Anwendung wurde aber an mehreren Orten in Pilotprojekten demonstriert, z.B. in Mwea³⁵, Mbita³⁶, Malindi (Kenia, Kapitel 6) und Dar es Salaam (Tanzania)³⁷.

Larven verzehrende Fische werden seit mindestens 100 Jahren in der Moskitobekämpfung eingesetzt. Beispielsweise ernähren sich *Gambusia*, Guppys und *Tilapia* von Moskitolarven und können somit zur Verminderung der Moskitopopulationen beitragen (Abbildung 7). Der Einsatz von Fischen wird als umweltfreundlich und relativ kostengünstig angesehen. Eine einfache Anwendung kann in kleineren, klar definierten Wasserstellen vorgenommen werden.³⁸ In Betul (Indien) wurde *Gambusia* in kleineren und größeren Tümpeln genutzt.³⁹ In Kheda (Indien) wurden Guppys eingesetzt.²⁴ Fische konnten in Sri Lanka in Brunnen und Wasserbehältern, in Uganda in Gruben²³ und in China in Reisfeldern⁴⁰ erfolgreich zum Einsatz gebracht werden. In diesem Zusammenhang kann die Fischzucht auch ökonomische Anreize bieten, zur Ertragssteigerung beitragen und als Nahrungsquelle für die lokale Bevölkerung dienen. Fische fressen allerdings auch andere Organismen. Der Gebrauch von nicht einheimischen Arten sollte vermieden werden, um das ökologische Gleichgewicht des jeweiligen Ökosystems nicht zu bedrohen und den Schutz der Biodiversität zu gewährleisten.⁵

Pflanzliche Produkte können als Abwehrmittel (Repellentien) eingesetzt werden. Die lebenden Pflanzen selbst sowie die Verbrennung von Rinden und Blättern können abweisende Wirkung haben.⁴¹ Produkte des Niembaums sind auf unterschiedliche Weise verwendbar; Extrakte aus seinem Samen haben nicht nur abweisende Wirkung, sondern wurden auch schon als Larvizid eingesetzt.⁴² Üblicherweise wird Zitronengras als natürliches Abwehrmittel verwendet. Es besitzt eine vergleichbare Effektivität wie das (toxikologisch problematische) chemische Abwehrmittel DEET (Diethyltoluamid), bietet allerdings kürzere Schutzzeiten.⁴³ Eine Mischung aus Niemöl, Zitronengras und Kokosfett zeigt gute Ergebnisse als Mosquitoabwehrmittel und wirkt zudem als Sonnenschutzmittel.⁴⁴

Aus bestimmten *Tanacetum*-Arten kann Pyrethrum gewonnen werden. Dieses natürliche Insektizid kann zur Moskitokontrolle ohne negative Effekte auf den Menschen eingesetzt werden. Das hauptsächlich in Kenia gewonnene Rohmaterial ist allerdings bisher zu teuer, um es in Malariakontrollprogrammen großflächig zu verwenden.⁴⁴

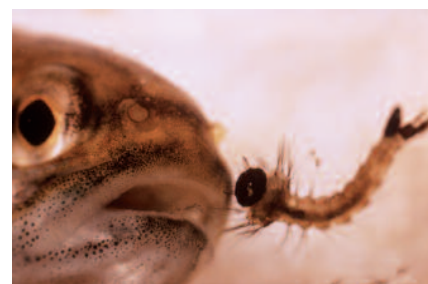
Traditionelle pflanzliche Arzneimittel werden schon seit Jahrtausenden zur Behandlung der Malaria verwendet. Auch das aktuell empfohlene Medikament ACT leitet sich von einer Heilpflanze ab (*Artemisia annua*). Eine weitere Pflanze, die gegen Malariaparasiten wirksam ist, wächst in tropischen Gegenden (*Euphorbia hirta*) (Abbildung 8).⁴⁵

Die folgenden Methoden konnten unter experimentellen Bedingungen bereits viel versprechende Ergebnisse zeigen. In Mexiko wurden Feldstudien zur Abtötung von Moskitolarven mit Nematoden durchgeführt, die effektiv zur Malaria bekämpfung beitragen konnten.⁴⁶ Neuere Labor- und Feldstudien weisen darauf hin, dass bestimmte Pilzarten erfolgreich gegen die Malariamücke eingesetzt werden können. Nach entsprechender Behandlung einer Oberfläche starben 90 Prozent der Mücken, die mit dem Pilz in Kontakt kamen. Bei der Behandlung von Innenräumen könnten Insektizide durch Pilze ersetzt werden.⁴⁷ Auch die Spinne *Evarcha culicivora* könnte eine Rolle in der Malaria-kontrolle spielen. Sie ist in Gegenden rund um den Viktoriasee (Uganda, Kenia) einheimisch und bevorzugt als Beute Mücken, die zuvor eine Blutmahlzeit zu sich genommen



(Abbildung 6) Anwendung von *Bacillus thuringiensis* zur Larvenbekämpfung (2006).

Foto: Mbogo



(Abbildung 7) *Gambusia* kurz vor dem Fressen einer Moskitolarve (1976). Quelle: CDC



(Abbildung 8) *Euphorbia hirta* in Kenia (Malariamedikament), 2006. Foto: Weber

Malariabekämpfung

Erfahrungen und Erfolgsberichte

Berichte wie der *World Malaria Report*, die die aktuellen Erfolge verschiedener Malariakontrollprogramme dokumentieren, richten ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich auf den Einsatz von chemischen Methoden. Dazu zählt etwa die Verwendung von Insektiziden zum Sprüheinsatz in Innenräumen oder die Verteilung und Anwendung von imprägnierten Bettnetzen in Kombination mit der Gabe von Medikamenten.

Erfolge bezüglich der Malaria-Fallzahlen konnten in Eritrea⁵¹, Ruanda, Sao Tome und Principe und Sansibar⁵² verzeichnet werden. Das Einsprühen von Wohnräumen mit Insektiziden in großem Maßstab, die großflächige Verteilung von imprägnierten Bettnetzen und die Vergabe von Medikamenten (ACT) führten dazu, dass die Belastung durch Malaria in diesen Ländern um die Hälfte reduziert werden konnte.¹ Gute Erfolge in der Malariabekämpfung konnten auch durch die Verteilung von imprägnierten Bettnetzen mit lang anhaltender Wirkungsdauer verzeichnet werden, z. B. in Niger, Kenia, Ruanda, Ghana, Sambia und Äthiopien.^{53, 54, 55, 56, 57} In Mosambik, Südafrika und Swasiland sind Erfolge durch Sprühaktionen mit DDT erzielt worden.^{58, 59} Und auch auf Bioko (Äquatorialguinea) wurden Sprühaktionen in allen Haushalten durchgeführt, wodurch die Malariaverbreitung deutlich reduziert wurde.⁶⁰

Neben den Erfolgen dieser Malariabekämpfungsprogramme, treten jedoch eine Reihe schwer wiegender Probleme auf, die aus den toxischen und persistenten Eigenschaften der verwendeten Pestizide resultieren.⁶¹ Deshalb wurden mittlerweile einige alternative Malariakontrollprojekte ins Leben gerufen, die darauf abzielen, den Gebrauch von Pestiziden zu reduzieren und die bevorzugt nicht-chemische Maßnahmen anwenden. Leider werden derartige Projekte bisher viel zu wenig unterstützt und initiiert.⁶² Im Folgenden werden sechs Fallstudien präsentiert, die positive Beispiele in der umweltfreundlichen Malariabekämpfung darstellen: ein historisches Projekt, drei Pilotstudien, die vorwiegend nicht-chemische Ansätze in der Malariabekämpfung verfolgen, und zwei staatliche Kontrollprogramme, deren Strategie den Verzicht auf DDT beinhaltet. Alle Projekte sind gekennzeichnet durch eine erfolgreiche und nachhaltige Malariabekämpfung, einen signifikanten Rückgang des Pestizideinsatzes, die Anwendung kosteneffizienter Kontrollinterventionen, weniger Umwelt- und Gesundheitsbelastungen sowie geeignete Überwachungsmaßnahmen, die es erlauben, die Malariafälle und das Auftreten der Moskitobrutstätten zu dokumentieren. Wo möglich, wird im Folgenden die Entwicklung der Malariafälle grafisch dargestellt (Abbildung 13, 15 und Tabelle 2).

Historische Beispiele

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts, bevor DDT und andere Pestizide zur Malariabekämpfung erhältlich waren, gab es Bekämpfungsstrategien, die sich erfolgreich auf Umweltmanagementmaßnahmen stützten. Diese Strategien konzentrierten sich auf die Bekämpfung und Eliminierung der Brutstätten der Moskitos (Abbildung 9). Der britische Malariaforscher Malcolm Watson (1873 – 1955) war einer jener Pioniere, die erstmalig Umweltmanagement-Maßnahmen zur Malariabekämpfung anwendeten. Zunächst identifizierte er die für die Malariaübertragung ursächlichen Brutstätten und bekämpfte sodann die Larven mit einer Methode, die nachfolgend als *species sanitation* bezeichnet wurde.

Diese Konzepte wurden erstmals in Malaya zu Beginn der ersten Dekade des 20. Jahrhunderts angewendet. Ein abgedecktes Drainagesystem wurde dort im gesamten Hafengebiet eingerichtet. Sumpfige Niederungen wurden mit Erde aufgefüllt. Innerhalb eines Jahres wurde die Zahl der Malariafälle drastisch gesenkt.⁶³

Ein viel zitiertes Beispiel stammt aus Sambia. Dort wurde Malaria ohne den Gebrauch von Insektiziden erfolgreich bekämpft. Über den Zeitraum von zwei Dekaden (1929 bis 1949) wurden im ehemaligen Nordrhodesien verschiedene Malariabekämpfungsmaß-

Malaya/Sambia



(Abbildung 9) Im Rahmen der Malariabekämpfung wird ein Entwässerungskanal ausgehoben (südliche Vereinigte Staaten, 20er Jahre). Quelle: CDC

Umweltfreundliche Malariabekämpfung in Malindi und Nyabondo

Kenia

Kenia ist besonders stark von Malariaerkrankungen betroffen. Es zählt zu jenen fünf Ländern, in denen über die Hälfte der afrikanischen Malariafälle auftreten. Die meisten Fälle werden von dem oft tödlichen Parasiten *P. falciparum* verursacht. Geografisch sind etwa 70 Prozent des Landes dem Risiko von Epidemien ausgesetzt, sodass 20 Millionen Menschen ständig malariagefährdet sind. Jedes Jahr sterben 26.000 Kinder. Das nationale Malariakontrollprogramm folgt im Wesentlichen der WHO-Politik und setzt mittlerweile verstärkt imprägnierte Bettnetze ein. 2006 wurden 7,1 Millionen imprägnierte Netze verteilt, darunter 6,1 Millionen langanhaltend imprägnierte Netze. Ein weiterer Schwerpunkt des Programms ist die Behandlung der Erkrankten mit Artemisinin-haltigen Medikamenten. 2006 wurden fünf Millionen Behandlungseinheiten zur Verfügung gestellt. Im Falle einer Epidemie werden in den jeweiligen Distrikten die Wohnräume der betroffenen Haushalte von speziell ausgebildeten Teams mit Insektiziden besprüht. Das Gesundheitsministerium empfiehlt dazu Pyrethroide wie Lambda-Cyhalothrin. Das nationale Malariakontrollprogramm ermutigt darüber hinaus die Bevölkerung, individuelle Schutzmaßnahmen wie z.B. die Anwendung von Larviziden, Umweltmanagement, Zooprophylaxe, Sprühen von Insektiziden, Moskito-Spiralen, Gitter und Abwehrmittel vorzunehmen. Infolge der Malariakontrollmaßnahmen sinkt mittlerweile die Anzahl der Malariaerkrankten in Kenia.^{66, 67, 68}

Der Einsatz von Pestiziden in Ostafrika ist besorgniserregend. Sie bedrohen nicht nur die menschliche Gesundheit und die Umwelt, sondern haben sich bereits auch schon ökonomisch negativ ausgewirkt. Zwischen 1997 und 2000 verhängte die EU ein Importverbot für alle aus dem Viktoriasee stammenden Fischprodukte. In diesen Produkten waren erhöhte Konzentrationen von Insektiziden gefunden worden. Daraufhin schlug der kenianische Umweltminister vor, den Gebrauch von DDT komplett zu verbieten. Nach wie vor werden allerdings hauptsächlich pestizid-gestützte Interventionen durchgeführt.⁶⁶

Um zu zeigen, dass umweltfreundliche und kostengünstige Methoden, die von der lokalen Bevölkerung mitgetragen werden, eine wirkungsvolle Strategie im Kampf gegen die Malaria darstellen, wurden in Kenia 2004 **zwei Pilotprojekte** gestartet. Die schweizerische Stiftung Biovision initiierte die Projekte in einem städtischen und einem ländlichen Gebiet, in Malindi und in Nyabondo. Die Projekte werden in Kooperation mit dem internationalen Insektenforschungsinstitut ICIPE durchgeführt. Stehende Gewässer bieten den Malaria-Moskitos in den Projektgebieten zahlreiche Brutstätten, wodurch sich die Malaria schnell verbreiten kann. Am wichtigsten ist deshalb, dass die Menschen in den betroffenen Gebieten über die Gefahr von Brutplätzen informiert und in die Maßnahmen zur Beseitigung der Brutstätten einbezogen werden. Durch eine Kombination verschiedener Methoden – die Behandlung der Brutgewässer mit dem umweltfreundlichen *Bti* (*Bacillus thuringiensis israelensis*), Umweltmanagement (Beseitigung von stehenden Gewässern, Verbesserung der Bewässerungssysteme), die Verteilung von Bettnetzen und die konsequente Behandlung der Malariaerkrankten – kann der tödliche Kreislauf zwischen Mücke und Mensch unterbrochen werden (Abbildung 11). Deshalb werden Bewohner zu so genannten »Mosquito-Scouts« ausgebildet. Ein jährlicher Moskito-Informationstag, der durch eine lokale Selbsthilfegruppe ausgerichtet wird, und Programme für Schüler dienen der Bewusstseinsbildung und motivieren die Bevölkerung, persönliche Schutzmaßnahmen vorzunehmen.^{69, 70, 71}

Der Ansatz von Biovision und ICIPE zeigt schon jetzt große Erfolge: Larven- und Moskitopopulationen sowie Malariaerkrankungen bei Kindern konnten signifikant reduziert werden. Aus Malindi wird berichtet, dass die Neuinfektionen um die Hälfte abgenommen haben, von 10.000 (2005) auf 5.000 (2008). In Nyabondo konnte die Malariaquote bei Kindern unter fünf Jahren von 60 auf 20% gesenkt werden.^{72, 96}



(Abbildung 11) Verteilung von imprägnierten Moskitonetzen und Reinigung eines verstopften Entwässerungskanals in Kenia.

Quelle: Mbogo (2009)

..... Sri Lanka Bauern bekämpfen Malaria und steigern Erträge

In landwirtschaftlichen Fortbildungsprogrammen, so genannten »Farmer Field Schools«, die Ende der 80er Jahre von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) in Asien eingeführt wurden, treffen sich Bauern und Bäuerinnen, um ihre Kenntnisse über Anbaumethoden zu verbessern, Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes zu erlernen und den Gebrauch von Pestiziden zu verringern. Zu den Methoden dieser Programme zählen praxisnahe Diskussionsforen, Felduntersuchungen und Experimente in Kleingruppen. Durch experimentelles Lernen entwickeln die Bauern und Bäuerinnen eigene Problemlösungen – mit guten Ergebnissen bezüglich Ertrag und Gewinn. In Gebieten, in denen die Malaria und andere Infektionskrankheiten grassieren, bieten »Farmer Field Schools« zudem eine probate Möglichkeit, um kombinierte Vektorkontroll- und Pflanzenschutzstrategien zu praktizieren. Die so entstehenden Synergieeffekte tragen erheblich dazu bei, die Verwendung von Pestiziden zu reduzieren.

Sri Lanka zählt zu jenen asiatischen Ländern, die am stärksten von Malariainfektionen betroffen sind. Verantwortlich für die meisten Malariaerkrankungen sind die beiden Erreger *P. vivax* und *P. falciparum*. Sie werden hauptsächlich von der Mosquitoart *A. culicifacies* übertragen. Einen großen Einfluss auf die Verbreitung der Malaria haben Bewässerungssysteme im Reisanbau. Wissenschaftliche Studien belegen einen Zusammenhang zwischen der Einführung des bewässerten Reisanbaus und Malariaepidemien, denn die Anbauflächen und ihre Bewässerungssysteme stellen hervorragende Brutgebiete für die Mückenlarven dar.⁷³

Zur Malariakontrolle werden in Sri Lanka hauptsächlich medikamentöse Methoden zur Bekämpfung der Parasiten und chemische Methoden zur Bekämpfung der Moskitos angewendet. Gesundheitseinrichtungen bemühen sich um die Früherkennung und sofortige Behandlung von Malariainfektionen. Zur Vektorkontrolle werden Wohnräume mit Malathion besprüht. Zusätzlich werden imprägnierte Moskitonetze verteilt und die Bevölkerung über die Gefahren von Malariaübertragungen aufgeklärt, damit sie individuelle Schutzmaßnahmen vornehmen.

Aufgrund zunehmender Resistenzen der Moskitos gegenüber DDT und Malathion stieg allerdings das Interesse an weniger pestizidintensiven Maßnahmen.⁷⁴ Da die FAO in Sri Lanka bereits seit 1995 Bauern über »Farmer Field Schools« beim Reisanbau unterstützt, wurde in diesem Zusammenhang 2002 ein durch FAO, UNEP und WHO gefördertes Pilotprojekt gestartet, das die Anwendung des integrierten Pflanzenschutzes in der Landwirtschaft mit einem ganzheitlichen Ansatz in der Vektorkämpfung verknüpft. Das Projekt verfolgt das Ziel, die Verwendung von Pestiziden sowohl im Reisanbau als auch bei der Bekämpfung von Krankheitsüberträgern zu reduzieren. Dazu werden verschiedene Methoden innerhalb der »Farmer Field Schools« entwickelt, um die Bauern zu Anbaustrategien anzuregen und das Auftreten von Vektorkrankheiten mit Hilfe von umweltfreundlichen Maßnahmen zu reduzieren, ohne dabei zusätzliche Kosten zu erzeugen. Finanzielle Anreize zur Förderung der Teilnahme der Bauern kommen nicht zum Einsatz.

Innerhalb der ersten vier Jahre wurden 67 Schulungen im Rahmen der »Farmer Field Schools« zum integrierten Pest- und Vektormanagement durchgeführt (Abbildung 12). Zu den vermittelten und durch die Bauern eigeninitiativ angewendeten Methoden des Umweltmanagements zählt das Einebnen von Land, um Pfützen zu vermeiden; die Reinigung und Verbesserung von Bewässerungssystemen, um die Entstehung von Brutstätten durch eine höhere Fließgeschwindigkeit zu hemmen; die Entwässerung der Felder,

um die Moskitolarven an ihrer Entwicklung zu hindern; das Entleeren von Kokosnussschalen und Wasserbehältern sowie die Abdeckung von Wasserstellen, um potentiellen Brutgebieten vorzubeugen; die Verringerung des Pestizidgebrauchs in der Landwirtschaft, um die natürlichen Feinde der Schädlinge und Moskitos zu erhalten. Zusätzlich wurden Öl und Salz auf Wasserstellen ausgebracht und Fische in Wasserbehältern ausgesetzt. Sanitäre Anlagen in den Wohngebieten der Bauern wurden modernisiert, um die hygienischen Bedingungen zu verbessern und so die Anwesenheit von Moskitos zu verringern.^{75, 76, 77, 78}

Die Seminare konnten mehrere Erfolge verbuchen. Die teilnehmenden Bauern zeigten sich motiviert und zunehmend problembewusst. Das Landwirtschaftsministerium berichtete einerseits über Ertragssteigerungen und andererseits über einen Rückgang des Pestizidgebrauchs in den betroffenen Gebieten. Durch die Vermehrung von Nützlingen wurde die Larvenpopulation und folglich auch die Population ausgewachsener Moskitos reduziert. Darüber hinaus stieg durch die Sensibilisierung der Bevölkerung gegenüber den Risiken der Malaria die Benutzung von Bettnetzen stark an.⁷⁹

Das Beispiel Sri Lanka lässt erkennen, dass ein Umweltmanagement, das von der lokalen Bevölkerung angewendet wird, ein Erfolg versprechender Ansatz ist, um landwirtschaftliche Erträge zu erhöhen und gleichzeitig Malaria zu bekämpfen. Es ist ratsam, Maßnahmen in ein Gesamtpaket inklusive ganzheitlicher Gesundheitsvorsorge zu integrieren.⁷³

(Abbildung 12) In wöchentlichen Seminaren präsentieren Bauern die Ergebnisse ihrer Feldstudien und Ökosystemanalysen, Kendewa village, Anuradhapura District, Sri Lanka (2002). Foto: van den Berg



..... Vietnam Malariabekämpfung durch einen ganzheitlichen Ansatz

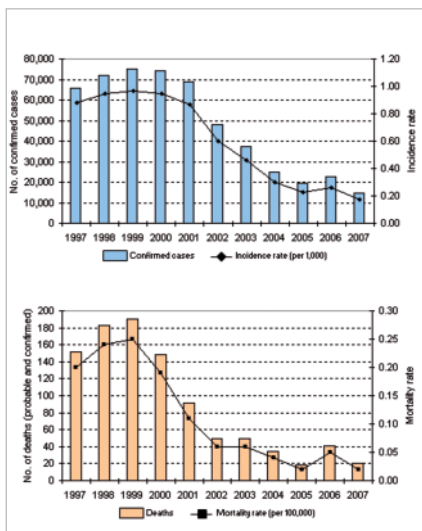
1991 brach in Vietnam eine schwerwiegende Malariaepidemie aus. Sie forderte fast fünftausend Menschenleben. Die Zahl der Malariafälle stieg in diesem Jahr auf eine Million an. In Folge ökonomischer Probleme des Landes waren zu dieser Zeit die Mittel zur Malariabekämpfung dramatisch rückläufig. Noch aus dem Krieg resultierende Wanderungsbewegungen, ein geschwächtes Gesundheitssystem und die mangelnde Verfügbarkeit von Malariamedikamenten und effektiven Strategien zur Malariabekämpfung führten zu einem Wiederaufleben der Malaria.⁸⁰ Als Reaktion darauf wurde die staatliche Malariakontrolle reformiert und ein neues Kontrollprogramm initiiert: Mehr finanzielle Hilfe wurde von staatlicher Seite und von ausländischen Geldgebern bereitgestellt. Die Anwendung von DDT wurde eingestellt.

Seither zählen imprägnierte Bettnetze zu den Hauptkontrollmaßnahmen und das Besprühen von Innenräumen mit Pyrethroiden wird gezielter eingesetzt. Im Zuge sich ausbreitender Resistenzen gegen die bisher verwendeten Medikamenten Chloroquin, Chinin und Sulfadoxin-Pyrimethamin wurden diese zunächst durch Mefloquin und später durch Artemisinin-haltige Präparate ersetzt.

Zur Entwicklung dezentraler Strukturen veranlasste die Regierung die Ausbildung von Gesundheitshelfern in den betroffenen Dörfern und Gemeinden. Sie sind dafür verantwortlich, die Malariafälle zu überwachen und deren Behandlung zu veranlassen. So können etwa 65 Prozent der Malariaerkrankten erfasst werden. Die Malariazahlen sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen. 2006 wurden nur noch 100.000 Malariafälle gezählt – ein spektakulärer Rückgang im Vergleich zu den Zahlen von 1991 als 1 Million Malariafälle registriert wurden (Abbildung 13).⁸¹

Zu den Erfolgen der Malariabekämpfung in Vietnam tragen mehrere Faktoren bei: Für den ganzheitlichen Ansatz spielen Aufklärungskampagnen, Gesundheitserziehung und die Förderung von Präventionsmaßnahmen eine wichtige Rolle. Die Entscheidungsträger in allen relevanten Ebenen des Regierungssystems agieren heute verantwortungsbewusster. Gemeinden werden motiviert und angeleitet, autonom Malariabekämpfungsstrategien in Malariagebieten durchzuführen. Zur Unterstützung bekommen sie die notwendigen technischen und finanziellen Mittel. Die Ausbildung von Resistenzen sowie das Auftreten von Malariaepidemien werden durch mobile Teams überwacht. Mit Hilfe solcher Überwachungsmaßnahmen und der Datenerfassung über die aktuelle epidemiologische Situation können Kontrollinterventionen angepasst und die Maßnahmen gezielter eingesetzt werden.^{80, 82}

Auch wenn seit der Reform die Malariazahlen stark zurückgegangen sind, bleiben große Herausforderungen. Um die Erfolge zu halten und auszubauen, müssen die Fallzahlen kontinuierlich überwacht werden. Und in den ländlichen, abgelegenen, bewaldeten und hügeligen Regionen sind Malariaerkrankungen nach wie vor ein großes Problem. Die Hälfte der Fälle wird in den zentralen Hochebenen des Landes registriert. Dort ist hauptsächlich die Mosquitoart *A. dirus sensu strictu* für die Übertragung der Malaria verantwortlich. Seine anthropophilen, exophagen und exophilen Eigenschaften in Kombination mit dem Verhalten, tagsüber zu stechen, schränken die Effektivität von imprägnierten Moskitonetzen sowie das Einsprühen von Wohnräumen mit Insektiziden erheblich ein. Vor allem sind Waldarbeiter einem erhöhten Risiko ausgesetzt, sich mit Malaria zu infizieren. Zusätzlich wird die Verbreitung der Malaria durch Migration begünstigt. Saiso-



(Abbildung 13) Malaria Fallzahlen (incidence rate) und Todesfälle (mortality rate) in Vietnam, 1997 – 2007. Quelle: WHO (2009)

nale Arbeiter pendeln zwischen Gebieten, in denen die Malaria immer noch auftritt, und Gebieten, die mittlerweile als malariafrei gelten. So könnte die Malaria wieder in Gegenden zurückkommen, in denen die Übertragung erfolgreich bekämpft wurde.^{83, 84}

In abgelegenen Dörfern ist es notwendig, lokale Gesundheitshelfer auszubilden, die Malariafälle erkennen und behandeln. In einer Provinz an der südlichen Küste Vietnams konnte ein deutlicher Rückgang an Malariafällen insbesondere dadurch erreicht werden, dass geschulte Gesundheitshelfer Malariaausbrüche durch die Anwendung von Malariaschnelltests identifizierten und unverzüglich durch gezielte Medikamentengabe therapierten.⁸³ Aus Zentralvietnam wird berichtet, dass nicht nur gezielt auf die Malariabekämpfung ausgerichtete Maßnahmen relevant sind, sondern auch soziale Programme zur Erhöhung des Bildungsstands und der Lebensbedingungen. Eine umfassende Armutsbekämpfungsstrategie kann somit deutlich zur Bekämpfung der Malaria beitragen.^{84, 85}

Vorbild für Nachahmer

Mexiko nimmt eine Vorreiterstellung bei der umweltfreundlichen Malariabekämpfung ein. Die aktive Beteiligung der Bevölkerung, Umweltmanagement und verbesserte hygienische Verhältnisse in Kombination mit der effektiven Vergabe von Medikamenten führten dazu, dass die Zahl der Malariafälle signifikant gesenkt werden konnte und das Land mittlerweile als malariafrei gilt. Gleichzeitig wurde die Anwendung von DDT völlig eingestellt.

Malaria ist in Mexiko ein seit langem bestehendes Problem. Der Parasit *P. vivax* ist heutzutage für 99 Prozent der Malariafälle verantwortlich: *P. falciparum* tritt nur in wenigen Gegenden auf. An der Übertragung der Parasiten sind hauptsächlich die Mosquitoarten *A. pseudopunctipennis* und *A. albimanus* beteiligt.^{86, 87}

Im Zuge der globalen Malaria-Kampagne der WHO wurden in Mexiko 1959 die Richtlinien zur Ausrottung der Malaria festgelegt. Danach wurde DDT, zusätzlich zum Einsatz in der Landwirtschaft, als zentrales Element in Innenraumsprühmaßnahmen verwendet. In den 70er Jahren kamen allerdings toxikologische Bedenken über den DDT-Einsatz auf. 1987 wurde deswegen der Gebrauch auf die Verwendung zur Bekämpfung von Krankheiten wie Malaria beschränkt. Zur Malariakontrolle konnte die Anwendung von DDT zunächst gute Erfolge verzeichnen, sodass die Fallzahlen zurückgingen. 1998 kam es allerdings im Bundesstaat Oaxaca an der Pazifikküste zu einer schweren Epidemie. 18.000 Malariafälle wurden verzeichnet. Infolgedessen initiierte die Regierung umfassende Studien zur Identifizierung der Ursachen und zur Entwicklung neuer, DDT-freier Strategien. Zuvor wurde mit Kanada und den Vereinigten Staaten ein Aktionsplan ausgehandelt, in dem sich die drei Länder verpflichteten, die DDT-Belastung für Umwelt und Gesundheit zu reduzieren. 1997 wurde beschlossen, die Verwendung von DDT in Mexiko bis 2002 um 80 Prozent zu reduzieren.⁸⁸

Wissenschaftler, die sich mit der Epidemiologie der Malaria und der Entomologie der Moskitos beschäftigten, konnten mehr über die Verteilung der Malariafälle und deren Ursachen herausfinden. Geografische Informationssysteme grenzten das gehäufte Auftreten der Malaria auf einige bestimmte Gegenden ein. In Oaxaca wurde beobachtet, dass 50 Prozent der Fälle immer wieder in einigen wenigen Familien auftreten. Innerhalb der Gemeinden traten Malariafälle wiederholt in Familien auf, die in mangelhaften hygienischen Verhältnissen und ärmlichen Unterkünften leben.^{86, 87, 89}

Als Konsequenz wurde in Oaxaca eine neue Strategie zur Malariabekämpfung entwickelt. Um die Erreger in den infizierten Personen zu eliminieren, erhielten alle Erkrankten, die sich 1999 in den Hochrisikogebieten aufhielten, über drei Monate hinweg eine intensive Behandlung mit Chloroquin und Primaquin. Gleichzeitig wurde in drei aufeinander folgenden Nächten Permethrin in den Wohnstätten versprüht, um die vorhandenen Vektoren zu vernichten. Da Malariainfektionen auch ohne Symptome verlaufen können bzw. die Krankheit erst nach Jahren zum Ausbruch kommen kann, wurden auch die Familienmitglieder in den Haushalten, in denen schon einmal ein Malariafall aufgetreten war, behandelt. Zur Bekämpfung der Überträgermücke wurden zusätzlich Umweltmanagementmaßnahmen getroffen. Die Verantwortung dafür, die Brutstätten der

Mexiko



(Abbildung 14) Entfernen von Algen/Abfällen aus einem Fluss und Ausbesserung der Wohnhäuser in Oaxaca, Mexiko.

Quelle: Méndez-Galván (2008)

Moskitos in ihrer Umgebung zu eliminieren bzw. zu reduzieren, wurde auf die einzelnen Gemeinden übertragen. Zu den Maßnahmen zählten z.B. monatliche Säuberungsaktionen zur Entfernung von Algen und Abfällen aus allen Fließgewässern. Außerdem wurde die Bevölkerung dazu angehalten, ihre hygienischen Verhältnisse sowie die bauliche Beschaffenheit ihrer Unterkünfte zu verbessern: Wände und Decken wurden mit einer insektizidhaltigen Farbe gestrichen, Böden mit Zement bedeckt, Tiere erhielten einen abgetrennten Bereich und die Räume wurden besser belüftet. Zudem wurden nah an den Häusern wuchernde Pflanzen, die Moskitos Rastplätze bieten, beschnitten und die Abfallentsorgung verbessert. Menschliche und tierische Gerüche wurden so minimiert, um Mücken weniger anzulocken (Abbildung 14).^{87, 89}

Die Ergebnisse der Maßnahmen waren äußerst positiv. Innerhalb von drei Jahren konnte die Moskitolarvendichte in Oaxaca um 70 Prozent reduziert werden. Die Mückenpopulationen wurden um 80 Prozent reduziert. Die Zahl der Malariafälle fiel von 17.855 (1998) auf 289 (2001).⁸⁷

Zwischen 2000 und 2002 wurden die Maßnahmen auf das ganze Land ausgeweitet. Sprühmaßnahmen mit Insektiziden wurden nur noch im Notfall zur Eindämmung von Epidemien durchgeführt. Schon 2000 stellte der Staat sowohl die Verwendung als auch die Produktion von DDT ein – zwei Jahre früher als ursprünglich im Zeitplan vorgesehen. Alternative Pestizide (hauptsächlich Deltamethrin) werden nur noch ergänzend eingesetzt (Abbildung 15).^{88, 89}

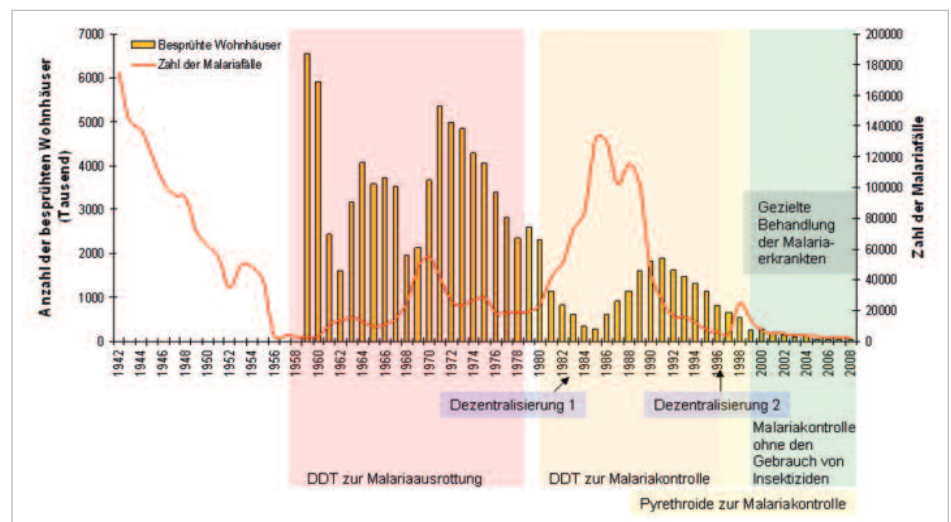
Der Erfolg des Projektes veranlasste 2003 die Pan American Health Organisation (PAHO), diese Strategien auf ganz Lateinamerika auszuweiten und das Projekt »Regional Programme of Action and Demonstration of Sustainable Alternatives to DDT for Malaria Vector Control in Mexico and Central America« zu initiieren. UNEP und die globale Umweltfazilität (GEF) unterstützten das Vorhaben. Es konnte wenige Jahre später erfolgreich demonstrieren, dass pestizidarme Methoden, die gezielt nach sorgfältiger Analyse und Planung der lokalen Situation implementiert werden, die Malariafälle in vielen Ländern Lateinamerikas drastisch senken konnten (Tabelle 2). Zwischen 2000 und 2006 gingen die Malariazahlen auf dem amerikanischen Kontinent um 22 Prozent zurück.⁹⁰

Weitere zehn Projekte in anderen Regionen der Welt wurden 2009 unter dem Projektnamen »Demonstrating and Scaling-up of sustainable Alternatives to DDT in Vector Management« gestartet. In etwa 40 Ländern Afrikas, des östlichen Mittelmeerraums und Zentralasiens werden alternative Kontrollmaßnahmen initiiert, um Malaria effektiv zu bekämpfen und gleichzeitig den Gebrauch von Pestiziden, vor allem DDT, deutlich zu reduzieren.

(Abbildung 15) Zahl der Malariafälle in Mexiko, Anzahl der jährlich besprühten Wohnhäuser und zeitliche Phasen der Malariabekämpfungsstrategien. Quelle: Méndez-Galván (2008)

Land	Letzter Jahresbericht	Änderung in %
Argentinien	2004	- 74%
Belize	2006	- 43%
Bolivien	2006	- 40%
Brasilien	2006	- 11%
Kolumbien	2006	- 9%
Costa Rica	2006	+ 55%
Dominikanische Republik	2005	+ 211%
Ecuador	2006	- 93%
El Salvador	2006	- 93%
Französisch Guyana	2006	+ 10%
Guatemala	2006	- 42%
Guyana	2006	- 12%
Haiti	2005	+ 29%
Honduras	2006	- 67%
Mexiko	2006	- 67%
Nicaragua	2006	- 88%
Panama	2006	+ 61%
Paraguay	2005	- 95%
Peru	2006	- 5%
Suriname	2006	- 70%
Venezuela	2006	+ 25%

(Tabelle 2) Prozentuale Änderung der gemeldeten Malariafälle pro Land (bezogen auf Daten aus dem Jahre 2000). Quelle: PAHO/WHO (2007)



Fazit – Nicht-chemische Methoden stärker fördern

Malaria ist eine der weltweit bedeutendsten Infektionskrankheiten. Diesem Problem wird auch heute noch vielfach mit dem Einsatz von Pestiziden zur Bekämpfung der Moskitos begegnet. Unter den verwendeten Pestiziden sind hauptsächlich hochgefährliche Substanzen, inklusive des gefährlichen Insektizids DDT.

Erfahrungen aus der Geschichte sowie aktuelle Modellberechnungen und Pilotprojekte zeigen, dass auch alternative Methoden wie z.B. das Umweltmanagement einen erheblichen Beitrag zur Malariabekämpfung leisten können.⁹⁴ Bereits vor der Anwendung von Insektiziden konnte die Malaria in einigen Ländern weitgehend ausgerottet werden, z.B. in den Vereinigten Staaten und im Nahen Osten.⁹¹ Die dortigen Strategien stützten sich weitgehend auf Maßnahmen des Umweltmanagements, um Brutgebiete der Malaria-mücke zu reduzieren und zu eliminieren. Zum Erfolg der Strategien trug auch die Verbesserung der Gesundheits- und Bildungssysteme bei. Mit der Entdeckung der insektiziden Eigenschaften von DDT traten ökologische Maßnahmen allerdings in den Hintergrund. Im Rahmen einer weltweiten Malariabekämpfungskampagne setzte die WHO ab Mitte der 50er Jahre DDT als zentrales Element zur Bekämpfung der Moskitos in Häusern und Hütten ein. Anfang der 70er Jahre wurde die WHO-Kampagne für gescheitert erklärt. Die Malaria konnte in vielen Ländern nicht ausgerottet werden.

In Indien etwa wurde die Zahl der Malariaerkrankten zunächst von geschätzten 75 Millionen (1947) auf 49.151 Fälle (1961) gesenkt. Finanzielle, administrative und technische Probleme, wie die Ausbildung von Resistenzen gegenüber DDT und Medikamenten, führten dann jedoch zu einem erneuten Anstieg der Malariafälle auf über 3 Millionen (2006).⁹² Heutzutage befinden sich die Gebiete mit hohem Malariarisiko hauptsächlich in den ärmeren Ländern der Tropen und Subtropen. Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Malaria und der wirtschaftlichen Situation dieser Staaten. Die heutigen Strategien zur Malariakontrolle sind nach wie vor stark von chemisch-synthetischen Pestiziden abhängig, die zum Besprühen von Innenräumen und zur Behandlung von Bettnetzen eingesetzt werden.

Aus der wachsenden Besorgnis über die Auswirkungen der eingesetzten Pestizide auf Mensch und Umwelt resultiert zunehmend das Bestreben, den Einsatz von Insektiziden in der Malariakontrolle zu reduzieren. Diese Notwendigkeit wird auch auf WHO-Versammlungen und in internationalen Konventionen vermehrt formuliert. Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt deswegen ein »Integriertes Vektormanagement (IVM)« und beschreibt diesen Ansatz »als einen rationalen Entscheidungsprozeß zur optimalen Nutzung von Ressourcen«, der die künftige Malariabekämpfung kosteneffizient, umweltfreundlich und nachhaltig gestalten soll.⁹³ Auf der anderen Seite empfahl die WHO 2006 den Gebrauch von DDT zur Behandlung von Innenräumen, sodass viele afrikanische Staaten DDT wieder vermehrt einsetzen.

Die »Roll Back Malaria« Initiative setzt auf einen vermehrten Einsatz von insektizidbehandelten Netzen und das verstärkte Besprühen von Wohnräumen mit Insektiziden in Kombination mit der Verabreichung von Medikamenten. Hierdurch konnten vielerorts die Malariazahlen reduziert werden. Die Ausbreitung von Resistenzen und Verhaltensänderungen von *Anopheles*-Mücken, die zunehmend den Kontakt mit Insektiziden meiden, mindern aber u. a. die Effektivität dieser Interventionen. Die Entwicklung von Pestiziden neuer Substanzklassen, neuer Medikamente und eines Impfstoffes steht aus. Neue Präparate können nicht kurzfristig auf den Markt gebracht werden. Neben den toxikologischen Risiken müssen auch deshalb zunehmend alternative Ansätze verfolgt werden. Viele nicht-chemische Ansätze der Malariakontrolle haben sich bereits als wirksam erwiesen, etwa die biologische Kontrolle der Vektoren und das Umweltmanagement, das auch pestizidfreie persönliche Schutzmaßnahmen zur Verringerung des Kontaktes zwischen Mensch und Mücke umfasst.

Abkürzungsverzeichnis

A.	<i>Anopheles</i>
ACT	Artemisinin-based Combination Therapy (Artemisinin-haltige Medikamente)
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome (erworbenes Immundefektsyndrom)
<i>Bti</i>	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
<i>Bs</i>	<i>Bacillus sphaericus</i>
CIA	Central Intelligence Agency
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
DEET	N,N-diethyl-3-methylbenzamid
DDT	1,1,1-Trichlor-2,2-bis-(4-chlorophenyl)ethan
EPA	Environmental Protection Agency (Umweltbehörde der USA)
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen)
GEF	Global Environment Facility (globale Umweltfazilität)
HIV	Human Immunodeficiency Virus (Humanes Immundefizienz-Virus)
IARC	International Agency for Research on Cancer (Internationale Agentur für Krebsforschung)
ICIPE	International Centre of Insect Physiology and Ecology (internationales Insektenforschungsinstitut, Nairobi)
IRS	Indoor Residual Spraying (Innenraumbehandlung mit Insektiziden)
ITN	Insecticide-Treated Net (insektizidbehandeltes Moskitonetz)
IVM	Integrated Vector Management (integriertes Vektormanagement)
KEMRI	Kenyan Medical Research Institute
LD	Lethal Dose (tödliche Menge)
LLIN	Long Lasting Insecticide-treated Net (langanhaltend insektizidbehandeltes Moskitonetz)
PAHO	Pan American Health Organisation
<i>P.</i>	<i>Plasmodium</i>
PIC	Prior Informed Consent (Zustimmung nach vorheriger Inkenntnisssetzung)
POP	Persistent Organic Pollutant (langlebiger organischer Schadstoff)
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien)
UNEP	United Nations Environment Programme (Umweltprogramm der Vereinten Nationen)
UNICEF	United Nations International Children's Fund (Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen)
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)
US	United States (Vereinigte Staaten)





© Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) e. V.
Nernstweg 32, 22765 Hamburg
Tel. +49 (0)40 - 399 19 10 - 0
E-mail: info@pan-germany.org
www.pan-germany.org

Eine gesunde Welt für alle. Mensch und Umwelt vor Pestiziden schützen. Alternativen fördern.

.....