

■ ERWIN BECK
SIMONE STROBL

Waldforschung in Äthiopien

NATURWALDVERJÜNGUNG
UNTER EXOTEN

■ Abb. 2: Blick in einen Experimentierplot im Naturwald. BayCEER unterstützt die Arbeiten durch Bereitstellung von Gerüstmaterial. So können Messungen im besonnten Teil der Baumkronen durchgeführt werden. Links am Stamm eines *Podocarpus* ein Messgerät zur Feststellung des Wasserflusses durch den Stamm. Damit kann man den täglichen Wasserverbrauch eines Baums berechnen.

Seit 2001 forschen deutsche Bodenkundler, Dendrologen, Pflanzenphysiologen und Forstwissenschaftler zusammen mit Kollegen aus den Biowissenschaften der Universität von Addis Abeba und des Forestry College in Wondogenet in einem der wenigen, noch verbliebenen zusammenhängenden Waldgebiete Südostäthiopiens, dem Sheshamene-Munessa Wald (23.000 Hektar) am Ostabhang des ostafrikanischen Grabenbruchs. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die das Verbundprojekt unterstützt, hat Mittel für den Bau einer Forschungsstation auf 2.280 Metern Meereshöhe zur Verfügung gestellt, die weitab von Wasser und Strom auf einer Waldlichtung im Jahre 2004 erbaut und von der Universität Addis Abeba eingerichtet wurde. Die Station hat 18 Schlafplätze, einen Tagungsraum, ein Labor mit Bibliothek, Küche und sanitäre Einrichtungen, die mit gesammeltem Regenwasser betrieben werden. Der steile, unbefestigte Weg zum nächsten Ort ist in der Regenzeit selbst für Fahrzeuge mit Vierradantrieb und Differentialsperre nur schwer zu bewältigen.

Sieht man von eventuellen Versorgungsengpässen ab, so ist die Station für Forschungszwecke ideal gelegen, am Schnittpunkt von vier verschiedenen Waldtypen (Abb. 1): dem natürlichen, vorwiegend immergrünen *Podocarpus*-Bergwald, und dreier Forste, nämlich einer *Eucalyptus*-Plantage (*E. globulus* und *saligna*), einem Bestand der langnadeligen *Pinus patula* und einer Zypressenpflanzung (*Cupressus lusitanica*). Die Forste, die mittlerweile 30 % des gesamten Waldgebiets ausmachen, werden von dem unter der Provinzregierung stehenden Sheshamene Wood Enterprise mit einem stationären und vier mobilen Sägewerken aus der Väterzeit bewirtschaftet. Die drei Forsttypen halten einem Vergleich mit einem deutschen Wirtschaftsforst nicht Stand, äthiopische Forstwirtschaft baut auf anderen Erfahrungen und Betriebsweisen auf. Andererseits ist der von bis zu 50 Meter hohen Steineiben (*Podocarpus falcatus*), Ölbäumen (*Olea europaea* in verschiedenen Unterarten), dem afrikanischen Kirschbaum (*Prunus africana*) und einigen weiteren immergrünen tropischen Baumriesen gekrönte Naturwald weniger urwaldähnlich (Abb. 2), und – sieht man einmal von Dornengerank (Brombeeren) und anderem Stachelzeug (z. B. *Maytenus*) ab – durch Waldweide stark ausgeräumt, denn die Gegend ist für ein Waldgebiet dicht, zu dicht besiedelt. So ziehen an den Markttagen mit Knüppelholz beladene Eselskarawanen hinunter in den Nachbarort Goljotha, wo Brennholz nach wie vor gefragt ist.

Was und warum forscht man in diesen Wäldern? Der Titel des Forschungsprojekts sagt es: **Functional Ecology and Sustainable Management of the Munessa Forest, Ethiopia**. Es geht also um vergleichende Ökosystemforschung in den vier Waldtypen und, darauf aufbauend, um nachhaltige Waldbewirtschaftung. Die Arbeiten werden in enger Kooperation der deutschen und äthiopischen Wissenschaftler durchgeführt, die ihrerseits PhD-, MSc- und BSc-Kandidaten einbringen, ebenso wie von deutscher Seite Zuarbeit im Rahmen von Diplom- und Doktorarbeiten geleistet wird. In der Anfangsphase arbeiteten auch noch Biogeographen und Mykorrhizaforscher mit. Dass man mit dem von der Universität Bayreuth ausgehenden Projekt nach Äthiopien ging, hat wie so oft in der Wissenschaft persönliche Gründe. Prof. Fetene, mittlerweile Vizepräsident der Addis Ababa University war als Postdoc längere Zeit am Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie der UBT und hat dabei auch die Kollegen in der Geoökologie kennengelernt. Daraus entwickelten sich mehrere Kooperationsprojekte in Äthiopien, wovon das „Munessa-Projekt“ das größte ist. Ebenso gut hätte man entsprechende Bergwälder in anderen ostafrikanischen Ländern studieren können, was wiederum zeigt, dass die erzielten Ergebnisse – *mutatis mutandis* – nicht nur regionale Bedeutung haben. Hier soll ein Blick auf ein pflanzenphysiologisches Projekt gerichtet werden, das natürlich im Datenaustausch mit allen anderen Projekten steht. Dabei geht es um die Naturverjüngung in den vier Waldtypen.

Während sich der *Podocarpus*-Wald, der Zypressen- und der *Eucalyptus*-Forst von selbst verjüngen, ist dies bei den Kiefern trotz reichlicher Zapfenbildung nicht der Fall. Interessanterweise findet man aber in allen vier Waldtypen Jungwuchs der einheimischen wertvollen Steineibe (*Podocarpus*), im Zypressenforst allerdings nur am lichtdurchdrungenen Waldrand, da die Bäume im Inneren dieses Forstes viel zu dicht stehen und die Lichtstärke für das Aufkommen einer Bodenvegetation nicht ausreicht. Die Dichte der *Podocarpus* Jungpflanzen ist in den beiden anderen Plantagen größer als im Naturwald, obwohl die Samen von dort oder von vereinzelt stehenden Überhältern („mother-trees“) her durch Tiere eingetragen werden müssen. Erstaunlich ist, dass die jungen *Podocarpus*-Bäume unter dem Kronendach der exotischen Forstbäume nicht nur zahlreicher sind, sondern offensichtlich besser als im Naturwald gedeihen. Dieser den Erwartungen widersprechende sog. Nurse-Tree-Ef-



Erwin Beck ist Emeritusprofessor am Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie der UBT



Simone Strobl ist Doktorandin im Munessa-Projekt am Lehrstuhl Pflanzenphysiologie

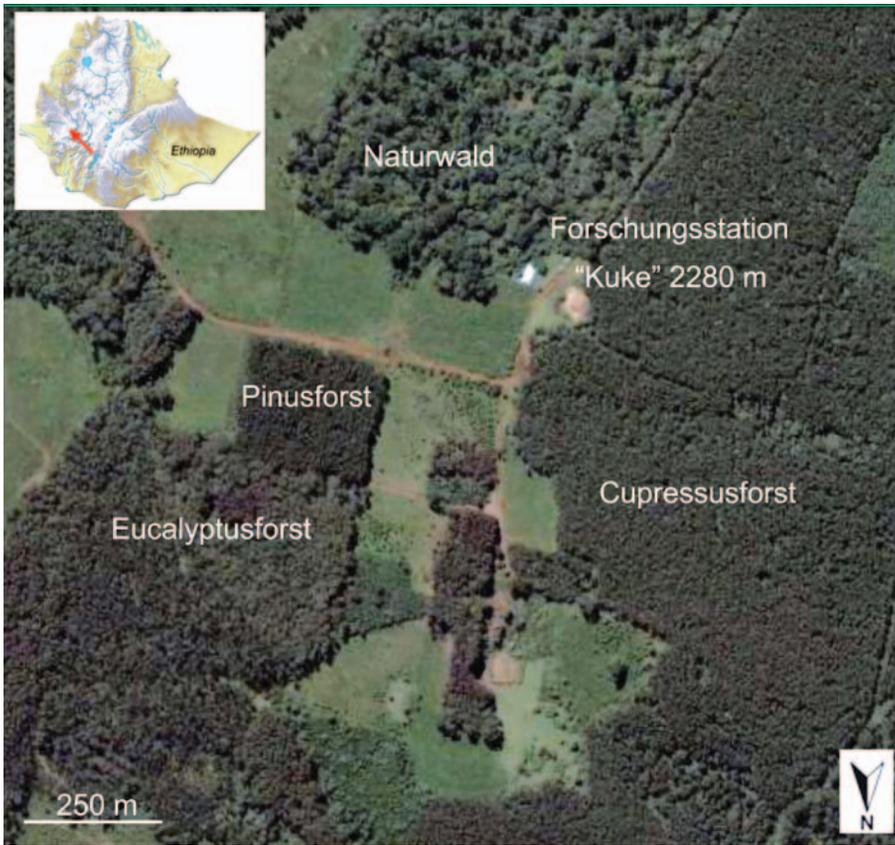


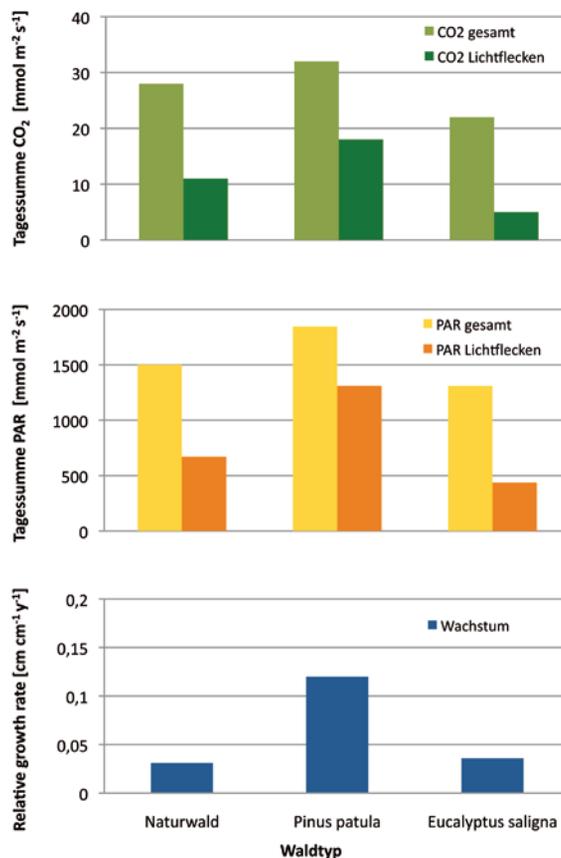
Abb. 1: Die Lage des Forschungsgebiets (roter Pfeil) am Ostrand des ostafrikanischen Grabens und Satellitenbild des Munessa-Waldes mit den verschiedenen Forstplantagen und dem Naturwald (Bild geändert nach Google Earth 2007)

Abb. 3: Einige Messergebnisse zum Kronendach-Effekt in den drei untersuchten Waldtypen.

A: Das durchschnittliche Lichtklima unter dem Kronendach des Naturwaldes, der Kiefern- und der *Eucalyptus*-Plantage. Man beachte die unterschiedlichen Anteile der Lichtflecken an den Tagessummen der Lichtmenge. PAR bezeichnet die photosynthetisch wirksame Strahlung (Photosynthetically Active Radiation).

B: Der tägliche Kohlenstoffgewinn durch Photosynthese von *Podocarpus* Jungpflanzen unter den drei Kronendächern. Ein Vergleich der Lichtmengen und der daraus resultierenden CO₂-Aufnahme zeigt, dass die Lichtflecken photosynthetisch weniger effektiv sind als die diffuse indirekte Strahlung.

C: Die jährlichen Raten des Stammthickenwachstums. Zur Normierung bezieht man den Durchmesserzuwachs auf den zu Beginn des Messjahres vorhandenen Stammdurchmesser.



fect (besser Shelter-Tree-Effekt: Kronendacheffekt) wurde kürzlich in einer Dissertation aufgeklärt. Er beruht hauptsächlich auf den Unterschieden des Lichtklimas unter den verschiedenen dichten und strukturierten Kronendächern.

Während im Naturwald im Jahresdurchschnitt höchstens 1 % der (photosynthetisch wirksamen) auftreffenden Lichtintensität unter dem Kronendach gemessen wurde, waren es im Kieferforst immerhin 3 % und unter *Eucalyptus* fast 4 %. Das Licht im Schatten des Kronendachs setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, der diffusen Helligkeit und der durch Lücken des Kronendachs zeitweise einfallenden direkten Strahlung, den sog. Licht- oder Sonnenflecken. Deren Helligkeit beträgt ein Vielfaches des diffusen Lichts. Die photosynthetische Wirksamkeit dieses im Tagesverlauf stark wechselnden Lichtklimas hängt besonders von der Intensität der diffusen Strahlung und der zeitlichen Verteilung und Dauer der Lichtflecken ab. Einen Vergleich der Lichtklimas unter den drei verschiedenen Kronendächern zeigt die Abb. 3a. Die höchste Tagessumme an photosynthetisch wirksamer Strahlung erfährt der *Podocarpus*-Jungwuchs unter Kiefern, wo auch der Anteil der Lichtflecken am höchsten ist. Die schlechtesten Lichtverhältnisse hat der Jungwuchs im *Eucalyptus*-Forst mit dem niedrigsten Anteil an Lichtflecken. Das Lichtklima im Naturwald liegt zwischen den beiden Extremen.

Vergleicht man das Lichtklima mit den Photosyntheseleistungen der jungen *Podocarpus*-Pflanzen, so zeigt sich die gleiche Reihung (Abb. 3b), man sieht aber auch, dass die Lichtflecken in der Summe weniger effektiv sind als das diffuse Licht, da sie oft den Lichtsättigungswert der Photosynthese übersteigen. Während die Photosynthesemessungen den Shelter-Tree-Effekt der Kiefern klar erkennen lassen, scheinen die jungen *Podocarpus*-Bäume unter dem Kronendach der *Eucalyptus*-Bäume eher in einem ungünstigen Lichtklima zu stehen. Trotzdem ist ihr Stammwachstum gleich oder sogar etwas stärker als das der Vergleichsbäume im Naturwald (Abb. 3c). Wie ist dies zu erklären? In der äthiopischen Forstwirtschaft werden *Eucalyptus*-Plantagen in etwa sechs- bis zehnjährigem Rhythmus mit Ausnahme von Überhältern zur Naturverjüngung auf Stock gesetzt. Während das Kronendach der Überhältern nur zu 72 % geschlossen ist, und somit relativ viel Strahlung passieren lässt, bildet sich durch den Stockausschlag ein zweites „Kronendach“, das in seinem Wachstum den lang-

samer wachsenden *Podocarpus* schnell überholt. Durch dieses zweite Kronendach verschlechtert sich das Lichtklima, wie es die Abb. 3a zeigt. In dieser Zeit wachsen die jungen *Podocarpus* Bäume nicht besser als die im Naturwald. Beim nächsten Schnitt jedoch verbessert sich das Lichtklima dramatisch und der *Podocarpus* Jungwuchs erfährt einen enormen Wachstumsschub (Abb. 4). Während der Kronendacheffekt unter dem Kronendach von *Pinus* durch stetig stärkeres Wachstum zustande kommt, resultiert er im *Eucalyptus*-Forst aus einer stufenweisen Wachstumskurve.

Es ist selbstverständlich, dass auch andere Faktoren, wie geringe Unterschiede im täglichen Temperaturgang und in der relativen Luftfeuchte,

sowie im Wassergehalt der Wurzelhorizonte beim Kronendacheffekt mitspielen. Allerdings lassen sich über 70 % des photosynthetischen Kohlenstoffgewinns durch das Lichtklima und nur etwa jeweils 4 % durch Feuchte und Temperatur erklären. Die Arbeit zeigt, dass die weit verbreitete Meinung, dass exotische Plantagen den tropischen Waldökosystemen abträglich sind, nicht generell zutrifft und dass sie als Vorwald für die Renaturierung der Wälder gute Dienste leisten können.

LITERATUR

- Strobl S, Fetene M, Beck E (2011) Analysis of the “shelter tree-effect” of natural and exotic forest canopies on the growth of young *Podocarpus falcatus* trees in southern Ethiopia. *Trees* DOI: 10.1007/s00468-011-0554-x

Abb. 4: Der *Podocarpus*-Jungwuchs nach der Entfernung des letzten *Eucalyptus* Stockaustriebs. Im Hintergrund ein *Eucalyptus*-Überhälter, rechts ein *Podocarpus* „Mutterbaum“ (Steineiben sind zwei-häusig, d.h. es gibt männliche und weibliche Bäume). Foto E. Beck (2008)

