

# Tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) – glutenfreies Getreide aus Äthiopien

Ursula Heiniger

Zürich, Schweiz

## Schlüsselwörter

*Eragrostis tef* · Tef · Äthiopien · Glutenfreies Getreide · Züchtung · Access and Benefit Sharing, ABS

## Zusammenfassung

Tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) ist ein altes, genügsames Getreide, das seit Jahrtausenden in Äthiopien angebaut wird. Der Ertrag von Tef ist nicht gross, seine Körner sind klein und die Pflanze neigt zum Umknicken. In Äthiopien ist Tef eines der Hauptnahrungsmittel, aus dem das traditionelle «Injera» hergestellt wird. Tef ist glutenfrei und soll reich an Aminosäuren und Mineralien, vor allem an Eisen und Kalzium, sein. Es wird in Europa und den USA sowohl über Reformhäuser als auch über das Internet vermarktet und von der äthiopischen Diaspora geschätzt. Um den Tef-Ertrag zu steigern, wird in Äthiopien in Zusammenarbeit mit amerikanischen und europäischen Forschungsinstituten Tef gezüchtet – mit traditionellen Selektionen und Hybridisierung, aber auch mit molekulargenetischer, Marker-unterstützter Züchtung. Tef wird in den USA auch als Futtergras angebaut. Ein «Access and Benefit Sharing»-Abkommen zwischen Äthiopien und einer niederländischen Firma über den Anbau und Vertrieb von Tef-Produkten ist gescheitert. Zudem werden die Probleme, die sich aus dem weltweiten Anbau von Tef und dessen Vermarktung ergeben, diskutiert.

© 2016 S. Karger GmbH, Freiburg

## Einleitung

Tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) ist ein anspruchsloses Getreide, das in Äthiopien beheimatet ist und dort das wichtigste Grundnahrungsmittel darstellt [1]. Es wird für die Zubereitung der National- und Hauptspeise Injera verwendet. Hierbei handelt es sich um

Revidierte und aktualisierte Version der Arbeit «Tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) – ein altes, unbekanntes Getreide wird Mode», die im Rahmen des Zertifikationsstudiengangs «Ethnobotanik und Ethnomedizin» an der Universität Zürich verfasst wurde.

## Keywords

*Eragrostis tef* · Teff · Ethiopia · Gluten-free grain · Breeding · Access and Benefit Sharing, ABS

## Summary

Teff (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) – *Gluten-Free Grain from Ethiopia*  
Teff (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) is an old cereal species which has been grown in Ethiopia for thousands of years. The yield is low, the kernels are tiny, and the plants tend to lodge. Teff is a staple food in Ethiopia which is used to make the traditional 'Injera'. As teff is gluten-free and rich in amino acids and minerals, especially iron and calcium, it is widely marketed in Europe and the USA – in organic stores as well as via the Internet – and appreciated by the Ethiopian communities. In cooperation with American and European institutes, Ethiopia is breeding teff with higher yields – by traditional selection, hybridization, and marker-assisted breeding. In the USA, teff is also grown as forage. An Access and Benefit Sharing agreement on the production and marketing of teff between Ethiopia and a Dutch company failed. Furthermore, the problems arising from the worldwide marketing of teff are discussed.

einen weichen Sauerteig-Pfannkuchen, der mit verschiedenen Zutaten aus Gemüse und Fleisch serviert wird (Abb. 1). Aus Tef werden auch Brei, Bier und Schnaps hergestellt. Sein Stroh liefert ein eiweissreiches Viehfutter, ausserdem wird es mit Dung vermischt zum Verputz von Häusern verwendet [2].

In den Ländern des Nordens besteht seit einigen Jahren eine geringe, steigende Nachfrage nach Tef, da äthiopische Immigranten und äthiopische Restaurants nach Tef verlangen [3]. Das glutenfreie Mehl mit gutem Nährwert und guten Backeigenschaften, Tef-haltiges Brot, Teigwaren und Gebäck werden über das Internet und in Reform-



**Abb. 1.** a, b Zubereitung von Injera; c Injera mit Beilagen.

**Tab. 1.** Agronomische Eigenschaften von Tef (*Eragrostis tef*)

| Bestes Wachstum, m.ü.M. | Günstiger Niederschlag, mm/Jahr | Reifezeit, Tage | 1000-Korngewicht, mg | Ertrag Getreide, t/Jahr | Ertrag Futter, t/Jahr | Literatur |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|
| 1800–2100               | 750–850                         | 60–120          | 265                  | 1                       | 4                     | [7]       |
| 1800–2100               | 450–550                         | –               | 300–400              | 0,7–1,4 <sup>a</sup>    | 9–13,5                | [8]       |
| –                       | <2500                           | 45–160          | –                    | 1,5–2,5                 | –                     | [3]       |

<sup>a</sup>USA.

M.ü.M. = Meter über Meer.

häusern angeboten und das Mehl als Zusatz in der Lebensmittelindustrie verwendet. Beispielsweise preist eine Website in Europa ([www.teff-shop.de](http://www.teff-shop.de)) Tef aus Afrika an.

Im Folgenden werden die Herkunft, die Biologie und die agronomischen Eigenschaften von Tef sowie seine Bedeutung in der äthiopischen Landwirtschaft beschrieben. Tef gehört zu den seltenen und wenig studierten Kulturpflanzen («orphan and underutilized crops») mit einem geringen Ertrag [4]. Mittels Selektion, gezielter Kreuzung und Marker-unterstützter Züchtung wird in verschiedenen Instituten versucht, den Ertrag von Tef zu steigern. Da die Nachfrage nach Tef weltweit steigt, wird es auch in Europa und den USA angebaut. Diesbezüglich stellt sich die Frage, wem Tef gehört und wer über Tef verfügt. Am Beispiel eines gescheiterten ABS (Access and Benefit Sharing)-Abkommens über Tef wird gezeigt, wie schwierig internationale Abkommen zu realisieren sind.

Für die Ausführungen werden eigene Beobachtungen, wissenschaftliche Publikationen sowie Recherchen über Google Scholar und im Internet, bei der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), beim US Department of Agriculture (USDA) sowie bei verschiedenen Universitäten einbezogen.

## Tef und seine Bedeutung in der äthiopischen Landwirtschaft

### Biologie

Tef (*E. tef* (ZUCC.); syn. *Eragrostis abyssinica* (JACQ.) LINK.) (dt. Zwerghirse, Äthiopisches Liebesgras, Teff, T'ef) gehört in die Familie der Poaceae und die Unterfamilie Chloridoideae (KUNTH EX BEILSCHM.). Die Gattung *Eragrostis* enthält etwa 350 Arten, von denen aber nur *E. tef* kultiviert wird [5]. *E. tef* ist allotetraploid ( $2n = 4x = 40$ ) und nahe verwandt mit *Eragrostis pilosa* (L.) P. BEAUV. [6], dem mediterranen Behaarten Liebesgras, das auch in der Schweiz verbreitet ist. *E. tef* ist chasmogam (selbstbestäubend). Mit 0,2–1% kreuzt es natürlicherweise nur selten aus (Ali in [7]). Als  $C_4$ -Pflanze ist *E. tef* an heisses, trockenes Wetter angepasst [7, 8]. *E. tef* ist eine Kurztagespflanze und entwickelt sich am besten bei einer Tageslänge von 12 h. Die Getreidekörner sind klein ( $0,9\text{--}1,7 \times 0,7\text{--}1,0$  mm) (Abb. 2) [7]. Das 1000-Korngewicht beträgt nur 200–500 mg; eine Pflanze kann über 10 000 Körner produzieren (Tab. 1). Die Körnerfarbe variiert, je nach Sorte, von weiss bis dunkelbraun (Tadesse in [7]). Die Pflanze produziert feine, verzweigte Halme mit klei-

**Abb. 2.** **a** Dreschen von Tef mit Ochs; **b** Dreschen von Tef mit Stecken; **c** Tef-Stroh; **d** Tef-Körner von ca. 1 mm Länge; **e** Tef-Sorten: braun, mittel, weiss; **f** Tef-Sammlung am Debre Zeit Agricultural Research Institute (DZARC).



**Abb. 3.** **a** Junge Tef-Pflanzen am Institut für Pflanzenwissenschaften, Universität Bern, Schweiz (30.09.2009); **b** *Eragrostis tef* im Botanischen Garten Zürich, Schweiz, 07.08.2009; **c** 07.08.2009; **d** 09.09.2009.



nen Ährchen (Abb. 3). Die Frucht ist eine Karyopse, d.h. die Samenschale ist mit dem Perikarp verwachsen. Dank pektinhaltigen Schleimzellen in der Fruchtschale, welche Feuchtigkeit zurückhalten und auch schnell aufnehmen, ist das Korn sehr trockenresistent [9].

#### Herkunft

Tef ist in Äthiopien beheimatet (Vavilov in [7]). Nach Ketema [7] wurde Tef wahrscheinlich schon 4000 v. Chr. in Äthiopien domestiziert. In archäologischen Fundstätten wurden Tef-Körner – neben Gerste und wenig Weizen – in der Vor-Aksumit-Periode (d.h. vor 500 v. Chr.) nachgewiesen [10]. Genetische Untersuchungen mit DNS

RAPD (random amplified polyphormic markers) zeigen, dass Tef aus dem heimischen *E. pilosa* domestiziert wurde [11]. Dabei spielten der Ertrag und die Körnergrösse weniger eine Rolle als die Dürre-resistenz und eine verminderte Samenschütte [12]. Die kleinen, gut lagerfähigen Körner kamen einem nomadischen Leben entgegen.

#### Agronomie

Tef wächst in Äthiopien auf einer Höhe von 0–2800 Meter über Meer (m.ü.M.). Den besten Ertrag erreicht es auf einer Höhe von 1800–2110 m.ü.M. bei einem Jahresniederschlag von 750–850 mm und Temperaturen von 15–21 °C [13]. Weniger als 250 mm Niederschlag und

**Tab. 2.** Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter, die Tef (*Eragrostis tef*) befallen [7, 13, 53]

|  | Massnahmen/Bemerkung                           |
|--|--|
| Krankheiten  |  |
| <i>Uromyces eragrostidis</i> (Blattrost)           | kleine Pflanzendichte, ökonomischer Schaden    |
| <i>Helminthosporium miyakei</i> (Blattdürre)       | frühe Saat                                     |
| <i>Drechslera</i> spp. (Welke)                     |  |
| <i>Epicoccum nigrum</i> (Welke)                    | Pestizide, Urin A24                            |
| Schädlinge   |  |
| <i>Decticoidea brevipennis</i> (Wollo-Bush-Zikade) |  |
| <i>Mentaxya ignicollis</i> (Roter Tef-Wurm)        | greift junge Körner an                         |
| <i>Erlangerius niger</i> (Schwarzer Tef-Käfer)     |  |
| Unkräuter  |  |
| <i>Striga hermonthica</i> (parasitische, invasiv)  | Unkräuter, Bekämpfung von Hand und Fruchtfolge |
| <i>Parthenium hysterophorus</i>                    | Unkräuter, Bekämpfung von Hand und Fruchtfolge |
| <i>Convolvulus arvensis</i>                        | Unkräuter, Bekämpfung von Hand und Fruchtfolge |

**Tab. 3.** Getreideproduktion in Äthiopien im Jahr 2014

| Art                            | Tef <sup>a</sup> | Weizen  | Mais    | Sorghum | Fingerhirse | Getreide total | Literatur |
|--------------------------------|------------------|---------|---------|---------|-------------|----------------|-----------|
| Fläche 1000 ha, 2014           | 3010             | 1660    | 2110    | 1830    | 453         | 10 150         | [17]      |
| Produktion 1000 t, 2014        | 4751             | 4232    | 7235    | 4339    | 915         | 23 607         | [17]      |
| Ertrag, t/ha, 2014             | 1,5              | 2,54    | 3,42    | 2,3     | 2,0         | 2,33           | [17]      |
| Fläche 1000 ha, 2000           | 2154             | 1062    | 1656    | 1011    | 361         | 7184           | [17]      |
| Produktion, 1000 t, 2000       | 1730             | 1235    | 2683    | 1198    | 320         | 8020           | [17]      |
| Ertrag, t/ha, 2000             | 0,8              | 1,16    | 1,62    | 1,18    | 0,8         | 1,12           | [17]      |
| % Fläche 2014                  | 29,7             | 16,4    | 20,8    | 18,0    | 4,0         | –              | [17]      |
| % Fläche 2000                  | 29,9             | 14,8    | 23,1    | 14,1    | 5,0         | –              |           |
| Import 2013, 1000 t            | 0                | 1618    | 18      | 88      | 1           | 1908           | [17]      |
| Preis <sup>b</sup> USD/t, 2014 | 700–753          | 497–625 | 359–393 | 587–618 | 624–674     | –              | [54]      |

<sup>a</sup>In der FAO-Statistik «Cereals nes.» (andere Getreidearten mit geringer Relevanz im internationalen Umfeld – in Äthiopien vor allem Tef).

<sup>b</sup>Preise im Einzelhandel in Addis Abeba (niedrigster–höchster Preis)

Temperaturen über 22 °C während der Bestäubung führen zu empfindlichen Ertragseinbussen [7]. Im Norden von Äthiopien wird Tef während der Sommerregenzeit (Juni bis August) angesät und von Oktober bis Dezember geerntet [14]. Die agronomischen Eigenschaften von Tef sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tef ist anspruchslos und erträgt sowohl Dürreperioden als auch eine gewisse Stauässe. Es ist eine Kulturpflanze mit wenig Risiko [2] und wird von den Bauern oft angepflanzt, wenn Weizen oder Mais nicht aufgegangen sind [7]. Tef ist jedoch sehr anfällig für Halmknicken, was die Erträge massiv senken kann. Sowohl die Körner als auch das Stroh erzielen einen guten Marktpreis [7]. Tef wird nur von wenigen Krankheiten und Schädlingen befallen, die mit Ausnahme eines Rostes von untergeordneter Bedeutung sind. Das feine Gras wird aber von Unkräutern bedrängt, weshalb häufiges Jäten notwendig ist (Tab. 2). Die Lagereigenschaften von Tef sind ausgezeichnet und die Keimfähigkeit bleibt lange erhalten [15]. Lediglich vor Nagern muss es geschützt werden [7]. Die äthiopischen Bauern bevorzugen Tef trotz des geringen Ertrags von 1,5

t/ha. Im Jahr 2014 wurde Tef in Äthiopien auf einer Fläche von 3,01 Millionen ha angebaut, was fast einem Drittel der Getreidefläche (10,15 Millionen ha) entspricht. Der geringere Ertrag wird durch die höheren Preise gegenüber Weizen kompensiert (Tab. 3).

#### Tef-Anbau in Äthiopien

Die äthiopische Landwirtschaft ist noch wenig mechanisiert. Es wird meist von Hand gesät und gejätet, mit Ochsen gepflügt und gedroschen und mit der Sichel geerntet (Abb. 2). Gemäss einer Untersuchung des CYM-MIT [16] stieg die Anzahl von Traktoren von 2009 bis 2013 von 4772 auf 12 500. Eine sehr geringe Zahl in Anbetracht dessen, dass 72,01 Millionen (82%) der Bewohner zur ländlichen Bevölkerung zählen [17]. Die meisten Traktoren werden allerdings von den grossen Landinvestoren eingesetzt. Vor der Aussaat werden die Felder 3- bis 12-mal gepflügt, um das Unkraut zu unterdrücken. Bei Verwendung von Herbiziden ist eine Ansaat ohne Bodenbearbeitung möglich, was eine Bodenerosion verhindert

**Tab. 4.** Inhaltsstoffe von Tef (*Eragrostis tef*)

|                          | Tef <sup>a</sup>                     | Tef <sup>b</sup> | eragrain <sup>®c</sup><br>(S&A, 2004) | Weizenmehl,<br>Vollkorn <sup>d</sup> |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Stärke, %                | –                                    | 73               | 60                                    | 57,8                                 |
| Protein, %               | –                                    | 13,3             | 12                                    | 13,2                                 |
| Lysin, mg/100g           | 368                                  | 376              | 283                                   | 359                                  |
| Calcium, mg/100g         | 180                                  | 180              | 167                                   | 34                                   |
| Fett, %                  | –                                    | 2,1              | 2                                     | 1,9                                  |
| Eisen, ppm               | 115 <sup>e</sup><br>196 <sup>f</sup> | 76               | 57                                    | 36                                   |
| Fasern, Ballaststoffe, % | –                                    | 8                | –                                     | 10,7                                 |
| Referenz                 | [7]                                  | [55]             | www.eragrain.com                      | [55]                                 |

<sup>a</sup>In Äthiopien.  
<sup>b</sup>Teff, ungekocht, in den USA.  
<sup>c</sup>In Europa kultiviert.  
<sup>d</sup>Weizenmehl, Vollkorn, in den USA.  
<sup>e</sup>Weisses Tef  
<sup>f</sup>Rotes Tef.  
ppm = Parts per million/Teile pro Million.

(«no tillage») [18]. Für die Ansaat genügen 15–30 kg Tef-Samen/ha; oft werden aber zur Unkrautunterdrückung 40–50 kg/ha gesät. Es kommen wenig Dünger und Pflanzenschutzmittel zum Einsatz. Eine bescheidene N- und P-Düngung wird empfohlen. Bei zu starker Düngergabe erhöht sich die Gefahr des Halmknickens. Die Ernte des Heus erfolgt 2–3 Monate, jene des Getreides 2–5 Monate nach der Saat. Tef toleriert keine Zwischensaat. Den Kleinbauern fehlt es an Krediten zum Kauf von Maschinen und für den Wartungsservice sowie für Dünger und Pflanzenschutzmittel [16].

### Tef in der gesunden Ernährung

Tef wird von Reformhäusern als glutenfreies und gesundes Getreide mit hohem Lysin-, Eisen- und Fasergehalt und einem niedrigen glykämischen Wert vermarktet. Deshalb gebe es in Äthiopien weniger Osteoporose, und Tef wirke vorbeugend gegen Diabetes (siehe z.B. *www.teff-shop.de*).

Der Nährwert von Tef ist vergleichbar mit demjenigen von Weizen [7].

Das wichtigste Verkaufsargument für Tef ist jedoch dessen *Glutenfreiheit*. In den Niederlanden konsumieren 66% der Zöliakie-Patienten Tef – und dies ohne Nebenwirkungen [19]. Tef soll – anders als die glutenfreien Mehle von Reis, Mais und Hirse – auch gute Backeigenschaften haben, wobei es mit diesen glutenhaltigen Getreiden nah verwandt ist. Das Gluten ist eine wasserunlösliche Proteinfraction von Weizen, Roggen und Gerste. Die Alkoholfraktion des Gluten (ca. 50%) enthält die Prolamine (Gliadin im Weizen, Secalin im Roggen und Hordein in der Gerste). Die Prolamine von Tef sind denjenigen von Mais und Hirse ähnlich [20] und lösen wie diese auch

keine Zöliakie aus. Im Codex alimentarius [21] sind die Standards für Glutenfreiheit (d.h. die Abwesenheit von Gluten aus Weizen, Roggen und Gerste) festgehalten. Die Proteine aus Tef stimulieren – anders als das Gluten von Weizen oder Gerste – die Glia- $\alpha$ 2/9-Epitop-spezifischen T-Zellen-Klone nicht [22], und es kommt nicht zur immunologischen Reaktion der Zöliakie.

Wegen seines niedrigen *glykämischen Indexes* eignet sich Tef auch für Diabetiker, und es gibt Hinweise, dass der hohe Fasergehalt und der niedrige glykämische Index von Tef vor Diabetes schützen. Jedenfalls stieg die Verbreitung von Diabetes bei äthiopischen Immigranten in Israel 2,5–4 Jahre nach deren Ankunft stark an [23].

Der *Eisengehalt* von Tef ist hoch. Dies erkläre laut Kertema [7] den höheren Hämoglobin-Wert bei Äthiopiern und verhindere Hakenwurm-Anämien und Blutarmut während der Schwangerschaft. Für rotes Tef wird ein Gehalt von 19,6 mg/100 g und für weisses Tef von 11,5 mg/100 g angegeben, d.h. wesentlich mehr als für Weizen (4,0 mg/100 g für Winterweizen und 7,8 mg/100 g für Frühlingsweizen [7]). Der Eisengehalt variiert je nach Quelle (Tab. 4); die Höhe des Eisengehaltes ist aber unstritten. Der vermeintlich hohe Eisengehalt wird auf Kontaminationen beim Dreschen auf nackten Böden zurückgeführt [7]. Tef-Körner, die auf dem Labortisch verarbeitet wurden, haben jedenfalls keinen ausserordentlich hohen Eisengehalt (Z. Tadele, persönliche Mitteilung 2009). Der *Lysin-Gehalt* ist bei Tef etwas höher als bei Weizen, während der *Calcium-Gehalt* wesentlich grösser ist (Tab. 4). Der *Fasergehalt* von Tef ist hoch, da sich die Karyopse nicht oder nur sehr schlecht schälen lässt (Tab. 4), und mit dem Vollkornweizenmehl vergleichbar.

Eine äthiopische Studie zeigte zudem, dass Ösophaguskrebs bei Tef-Konsumenten (0,7%) weniger häufig auftritt als bei Weizen-Essern (6,5%) [24].

## Tef-Züchtung

In Äthiopien ist der Getreideertrag aufgrund des Klimas, der Böden und der spärlichen Düngung gering (Tab. 3). Tef produziert im Durchschnitt nur 1,5 t/ha, also weniger als Weizen, Mais und Sorghum (zum Vergleich: In der Schweiz liegt der Weizen-Ertrag bei etwa 8 t/ha) [25].

### Tef-Sorten

Seit Generationen selektionieren die äthiopischen Bauern Tef mit besseren, angepassten Eigenschaften. Schwerwiegende Nachteile sind der kleine Ertrag und das Umknicken bei Wind und Regen. Am Institute of Biodiversity Conservation (IBC) von Äthiopien sind 5169 Samenproben (accessions) von Landrassen aus verschiedenen ökologischen Regionen eingelagert [26]. Sie werden ex situ bei  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  konserviert. Diese Sammlung ist von grosser Bedeutung für die Selektion und Züchtung. Da die Bauern langsam vermehrt verbesserte Sorten statt der lokalen Landrassen anbauen, nimmt die genetische Vielfalt des lokalen Saatguts rasch ab. Das IBC unternimmt deshalb Rettungssammlungen in den verschiedenen ökologischen Zonen [5]. Die genetische Diversität von Tef ist gross, wie Untersuchungen von phänologischen Markern (z.B. Tage bis zur Reife, Pflanzenhöhe, Ährchen/Ähre, Anzahl Internodien, Biomasse, Samengewicht, Tausendsamengewicht usw.) an 144 Sorten aus 10 Regionen zeigten [27]. Dabei ist die Diversität innerhalb der Regionen grösser als zwischen den Regionen. Unterschiede bestehen aber zwischen den verschiedenen Höhenstufen der Herkunft bezüglich der Tage bis zur Reife [5].

### Züchtungsziele

Die wachsende Bevölkerung und die sich verschlechternden Umweltbedingungen für andere Kulturpflanzen verlangen in Äthiopien nach einer verbesserten Tef-Produktion. Seit 1966 wird die Tef-Züchtung am Landwirtschaftlichen Forschungszentrum in Debre Zeit (DZARC) des Äthiopischen Instituts für Landwirtschaftliche Forschung (EIAR) ausgeführt – mit dem Ziel eines erhöhten Ertrags in den verschiedenen Anbaugebieten [28]. Der Tef-Ertrag stieg zwischen 1960 und 1995 von 3425 auf 4955 kg/ha unter guten Wachstumsbedingungen [29], aber der nationale Ertrag beträgt im Durchschnitt nur 1,5 t/ha (Tab. 3). Am DZARC wird mit konventionellen Methoden und der Beteiligung lokaler Partner gezüchtet und selektioniert. In Zusammenarbeit mit ausländischen Universitäten werden auch moderne Züchtungsmethoden verwendet («marker-assisted breeding» und «tilling» (targeting induced local lesions in genomes = gezielt induzierte, lokale Läsionen im Genom)).

Die wichtigsten Züchtungsziele sind:

- Ertragserhöhung;
- verbesserte Standfestigkeit;
- Zwergformen, um das Umknicken zu verhindern und damit Düngung zu erlauben;
- reduzierte Samenschütte;
- Dürre-resistenz;
- Krankheitsresistenz, speziell gegen den Tef-Rost (*Uromyces eragrostidis* Tracy);
- Kornqualität: Kornfarbe, bevorzugt wird weiss;
- Anpassung an die Verhältnisse neuer Produktionsgebiete;
- für Europa und die USA: Anpassung an Langtagverhältnisse und feuchtere Wachstumsbedingungen;
- in den USA: als Futterpflanze.

Der Ertrag hängt stark mit der Standfestigkeit zusammen. Die dünnen Internodien werden rasch geknickt, was zu Ertragseinbussen bis 25% führt, die Samenqualität reduziert und die Ernte mit Maschinen und auch von Hand erschwert [30]. Nimmt das Korngewicht zu, steigt die Gefahr des Halmknickens.

Der Tef-Rost befällt alle Landrassen, ist aber vor allem in Gebieten, wo Tef traditionellerweise nicht angebaut wird, ein Problem [30].

Das DZARC züchtet und testet neue Sorten und versucht, neue verbesserte Sorten unter der ländlichen Bevölkerung zu verbreiten. Die Verbreitung dieses Saatguts birgt grosse Probleme. Umfragen bei äthiopischen Bauern zeigten, dass arme Bauern mit wenig produktiven Böden und ohne finanzielle Mittel für den Kauf von Saatgut und Dünger ihre lokalen Sorten bevorzugen; diese bieten ihnen Nahrungssicherheit – wie frühes Reifen und konstanter Ertrag – und sind an die lokalen Wetterbedingungen und Böden angepasst [31].

## Züchtungsmethoden

### Bäuerliche Selektion

Die äthiopischen Bauern haben eine jahrtausendealte Tradition der Tef-Selektion. Noch heute betreiben viele Bauern die konstante Auslese ihres Saatguts und erhalten damit auch höhere Erträge [32]. In Zusammenarbeit mit Bauern werden am DZARC lokale Sorten und ausgewählte Kreuzungen getestet.

Siebzehn verbesserte Tef-Sorten wurden am DZARC zwischen 1970 und 2007 evaluiert und für den Anbau freigegeben; sieben weitere Sorten wurden von anderen Forschungszentren entwickelt. Die verbesserten Sorten liefern 1,4–2,7 t/ha [30]. Der neuen Sorte Quncho scheint nun ein Erfolg beschieden. Das weisskörnige Quncho ist eine Kreuzung von lokalen Sorten. Es liefert über 2 t/ha und wird von einer wachsenden Anzahl Bauern übernommen. In gewissen Regionen wurden 2009 über 90% der Tef-Fläche mit Quncho bebaut [30].

### Selektion und gezielte Kreuzungen

Die verschiedenen Tef-Sorten dienen als Ausgangsmaterial für Selektionen und Züchtungen. Das Kreuzen von Tef mit anderen Sorten oder *E. pilosa* ist schwierig und mühsam, da die Blüten extrem klein, selbstbestäubend und chasmogam sind. Sie öffnen sich zwischen 6.45 und 7.45 Uhr und müssen unter dem Stereomikroskop bestäubt werden [7].

**Marker-gestützte Selektion:** Molekulargenetische Methoden erlauben es heute, in Züchtungen gezielt nach Gensequenzen zu suchen, die für bestimmte Eigenschaften kodieren. Dies beschleunigt die Züchtung, da es nicht mehr nötig ist, die ausgekreuzten Pflanzen bis zur Samenreife zu ziehen und ihre Merkmale zu beobachten. Einen Überblick über die wichtigsten Methoden geben Assefa et al. [30].

Am DZARC fehlt die Infrastruktur, um die Tef-Züchtung mit modernen Methoden voranzutreiben. In Zusammenarbeit mit der US-amerikanischen Cornell University (Prof. M.E. Sorrells) wurden genetische «Linkage Maps» für Tef erstellt und verschiedene QTLs (quantitative trait locus – Region eines quantitativen Merkmals) für Umknicken, Ertrag und weitere, quantitative phänologische Merkmale identifiziert [33].

### Mutagenese mit Tilling

Die Arbeitsgruppe um Tadele an der Universität Bern, Schweiz, widmet sich der Tef-Züchtung mit dem Ziel, kleinere, kräftige Pflanzen zu erhalten, die nicht umknickgefährdet sind und auf Dünger gut reagieren, um den Ertrag zu erhöhen [34–36]. Mit «Tilling» (Targeting induced local lesions in genomes = gezielt induzierte, lokale Läsionen im Genom) hofft Tadele, schneller als mit traditioneller Züchtung geeignete Pflanzen zu erzeugen. Mit Ethylmethansulfonat wurden in 10 000 Samen Mutationen ausgelöst. Diese Samen wurden ausgesät, die kleinsten Pflanzen ausgewählt und weiter vermehrt, um möglichst homozygote Pflanzen mit den gesuchten Genen zu erhalten. Die genetische Prüfung von 6000 Pflanzen ist in Bearbeitung. Eine erste halbzwergwüchsige und knicktolerante Tef-Linie zeigt eine Mutation im  $\alpha$ -Tubulin-Gen. Während diese Mutation im diploiden Reis kleine, schwache Pflanzen ergibt, ist das tetraploide Tef in seinem Halm nicht geschwächt [37].

Die Samen der besten Pflanzen sollen anschliessend in Äthiopien am DZARC vermehrt, im Feld getestet und auch mit lokalen Sorten weiter gekreuzt werden. Alternativ werden auch etwa 500 äthiopische lokale Sorten auf Gene für Zwergwuchs und grossen Ertrag untersucht. Sind die Gene vorhanden, werden die Pflanzen für Kreuzungsexperimente weiter verwendet («Ecotilling») [34].

### In-vitro-Vermehrung

Zur schnelleren Vermehrung und Selektion werden die Pflanzen mittels somatischer Embryogenese in vitro vermehrt. Allerdings lassen sich die Landrassen besser vermehren als die verbesserten Sorten [38].

### Tef-Produktion in Äthiopien

Das Hauptproduktionsgebiet für Tef ist Äthiopien. Dort wurden 2011 3,5 Millionen Tonnen Tef produziert. Äthiopien ist damit gemäss FAO-Statistik führend in der Produktion von Tef. Neben Äthiopien produzieren Eritrea (49 300 t), Jemen und Dschibuti kleinere Mengen an Tef (keine Daten vorhanden) [17]. Tef wird zwar in der FAO-Statistik nicht separat aufgeführt, aber es wird angenommen, dass unter «Cereals nes.» (andere Getreidearten mit geringer Relevanz im internationalen Umfeld) in diesen Ländern vor allem Tef gemeint ist. In Äthiopien ist Tef ein wichtiges Grundnahrungsmittel und gleichzeitig für die rurale Bevölkerung ein wichtiges Handelsprodukt (cash crop), das unter allen Getreiden den höchsten Marktpreis erzielt (Tab. 3). Im Jahr 2014 übertraf die Produktion von Tef (4,7 Millionen Tonnen) die Weizenproduktion (4,2 Millionen Tonnen).

Wegen seiner guten Eigenschaften, vor allem die Glutenfreiheit, könnte Tef zu einem äthiopischen Exportprodukt werden und den Bauern ein zusätzliches Einkommen liefern. Dies mag allerdings angesichts der Tatsache, dass Äthiopien immer wieder unter Dürren leidet und auf Lebensmittelhilfe angewiesen ist, eine fragwürdige Entwicklung sein. Aufgrund des Wetterphänomens El Niño und der damit einhergehenden Trockenheit sank 2015 die landwirtschaftliche Produktion in gewissen Regionen um 50–90%. Die Zahl der von Hunger betroffenen Bevölkerung stieg bis Dezember 2015 auf 10,2 Millionen an [39], und in einigen Regionen wurde im März 2016 der humanitäre Notfall ausgerufen [40].

Auch der internationale Markt verlangt vermehrt nach Tef. 2006 befürchtete die äthiopische Regierung, dass die Tef-Produktion den einheimischen Bedarf nicht mehr deckt, und verhängte ein Ausfuhrverbot sowohl für Tef-Körner als auch für Tef-Mehl. Nur der Export von gekochten Tef-Produkten war noch erlaubt. So sanken nach einem Exporthoch von 16 605 t im Jahr 2002 die Exporte bis 2012 auf 15 t. Zwischen 2000 und 2012 wurde Tef hauptsächlich in den Jemen, in die Vereinigten Arabischen Emirate und nach Dschibuti (63%), nach Israel (23,23%) und in die USA (4,3%) exportiert [41].

Anfang Juli 2015 hob Äthiopien das Exportverbot für Tef teilweise wieder auf und erlaubte 48 Landwirtschaftsbetrieben, auf insgesamt 6000 ha Tef für den Export anzubauen. Mit genetischen Markern des Saatguts wird sichergestellt, dass nur lizenzierte Firmen exportieren. Der

**Tab. 5.** Getreide- und Futterertrag von Tef (*Eragrostis tef*) in verschiedenen Ländern

| Land              | Ertrag Getreide, t/ha | Bemerkung                       | Ertrag Futter, t/ha | Referenz                               |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| Äthiopien         | 1,42                  | 1990/1991                       |                     | [7]                                    |
|                   | 0,87                  | 1991/1992                       |                     |  |
| Äthiopien         | 2,6                   | von Bauern selektionierte Sorte |                     | [56]                                   |
| Äthiopien         | 4,6                   | verbesserte Sorte, gedüngt      |                     | [30]                                   |
| USA, Montana      | 0,700 <sup>a</sup>    | bis 1,4 t/ha <sup>b</sup>       | 9–13,5              | [8]                                    |
| USA, South Dakota | 0,2–2                 |                                 | 4–11(–15)           | Ecocrop                                |
| USA               |                       |                                 | 10–20 <sup>c</sup>  | teffgrass.com <sup>d</sup>             |
| USA, Nevada       | 1,2                   |                                 | 8,5–12              | Z. Tadele, persönliche Mitteilung 2009 |
| Südafrika         | 2                     |                                 |                     | [3]                                    |
| USA               | 2,7                   |                                 |                     | [57]                                   |
| Niederlande       | 1,7–2                 |                                 |                     | [57]                                   |

<sup>a</sup>Trockenland.  
<sup>b</sup>Bewässert.  
<sup>c</sup>2–3 Schnitte/Jahr.  
<sup>d</sup>2011.

gesamte Ertrag (2–3 t/ha) soll als Tef-Mehl exportiert werden [42].

Mit dem Export von frischem Injera, das nicht dem Exportverbot unterlag, hat sich ein weiteres lukratives Geschäft aufgetan. Diese Exporte, vor allem für die äthiopische Diaspora, stiegen in den letzten Jahren stark auf 2 519 638 kg/Jahr. Davon gingen 65% in die Vereinigten Arabischen Emirate und je ca. 10% in die USA, nach Bahrain und nach Schweden [41]. Allein die Firma «Mama Fresh» fliegt sechsmal wöchentlich 3000 Injeras nach Washington, DC, und geringere Mengen nach Schweden, Norwegen und Deutschland [43].

### Weltproduktion von Tef

Tef wird auch in anderen Gegenden der Welt in kleinen Quantitäten angebaut. Die Mengen liessen sich allerdings nicht eruieren. Gemäss Ketema [7] importierten die britischen Royal Botanical Gardens im Jahr 1866 Tef-Saatgut aus Äthiopien. Dieses wurde nach Indien, nach Australien, in die USA und nach Südafrika verteilt. 1911 kam Tef nach Zimbabwe, Mosambik, Kenia, Uganda und Tansania, 1916 nach Kalifornien (USA), Malawi, Zaire, Sri Lanka, Neuseeland und Argentinien und 1940 nach Palästina. In Südafrika, in Australien und in den USA wird Tef hauptsächlich als Futter angebaut [1]. Tef wird auch in Indien und seinen Kolonien sowie in Australien [44], Kanada, Pakistan, Uganda, Nordkenia und Mosambik produziert ([www.prota.org](http://www.prota.org)) – dort hauptsächlich als Futtermittel oder Weidegras. In Europa wird Tef nur in den Niederlanden in grösserem Masse angebaut. So pflanzten

150 Bauern im Jahr 2003 Tef auf etwa 50 km<sup>2</sup> an. Aufgrund des feuchten Wetters ist die Tef-Qualität allerdings gering (aktuelle Produktionszahlen konnten nicht gefunden werden) [44].

In den USA gewinnt Tef sowohl als Futterpflanze als auch als Weidegras in Gebieten mit trockenen Sommern an Bedeutung. Es eignet sich für Pferde und Kühe. In Oregon kann es während der Sommerbrache angebaut werden, was die Bodenerosion verhindert, und es eignet sich auch im Wechsel mit Alfalfa, um den Schädlingsbefall zu reduzieren [45]. Auch in Michigan wird Tef als Heugras im Wechsel mit Alfalfa empfohlen [46]. Die Beratungsstellen mehrerer Universitäten und landwirtschaftliche Versuchsstationen führen seit mehreren Jahren Versuche mit verschiedenen Tef-Sorten und Anbaumethoden durch (siehe University Wisconsin: <http://fyi.uwex.edu>; University Minnesota: [www.extension.umn.edu](http://www.extension.umn.edu); University Kentucky: <http://ukcc.uky.edu>; Oregon State University: <http://extension.oregonstate.edu>; University Nevada: [www.unr.edu](http://www.unr.edu)). In South Dakota wird Tef-Futter mit einem Ertrag von 4–11 t/ha ohne und von 15 t/ha mit Bewässerung produziert. Die Firma Cal/West Seeds (jetzt Barenburg) ([www.alforexseeds.com](http://www.alforexseeds.com)) entwickelte Tef-Sorten mit höherem Ertrag und verbesserter Futterqualität. Mit Bewässerung liefern diese Sorten 10–20 t/ha Futter (<http://teffgrass.com>).

Auch als Getreide gewinnt Tef in den USA an Bedeutung. Es wird für die äthiopischen Gemeinschaften und wegen seiner Glutenfreiheit für den Gesundheitsmarkt produziert. In Nevada erntete Davison mit modernen Anbaumethoden (Bewässerung, Düngung und Herbizid-Behandlung) im Durchschnitt 1,2 t/ha Körner und



8,5–12 t/ha Futter (Tadele, persönliche Mitteilung 2009). In Kansas versucht die «Kansas Black Farmer Association» ([www.kbfa.org](http://www.kbfa.org)) Tef als Getreide und Futtermittel anzupflanzen – offenbar mit wenig Erfolg, da das Getreide nicht gleichmässig reift und schwierig zu ernten ist [47]. Auch South Dakota produziert kleine Mengen an Tef-Getreide [44]. Der Ertrag ist überall gering (Tab. 5).

«The Tef Company» ([www.teffco.com](http://www.teffco.com)) produziert Tef seit 30 Jahren in Idaho und verkauft das Mehl in den USA und in Kanada. Weitere Tef-Produzenten sind Grain Carlson, Idaho (Körner), Eragrain, Idaho ([www.eragrain.com](http://www.eragrain.com)) und Forage Larson Minnesota (Futter) [8]. Auf dem Weltmarkt wird Tef kaum gehandelt und taucht deshalb in den Handelsstatistiken nicht auf.

#### *Access and Benefit Sharing – Zugang zu genetischen Ressourcen und gerechter Vorteilsausgleich*

Äthiopien gilt als eines der 8 Vavilov-Zentren (Zentren mit grosser Vielfalt an wilden Vorfahren unserer Kulturpflanzen). Die genetische Vielfalt der wilden Vorläufer der Kulturpflanzen sowie der indigenen Kulturpflanzen ist eine wichtige Quelle für die Züchtung neuer und verbesserter Sorten.

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity (CBD)) wurde 1992 an der UNCED-Konferenz in Rio de Janeiro verabschiedet. Der Zugang und die Nutzung der genetischen Ressourcen wird im Nagoya-Protokoll geregelt. Äthiopien hat dieses Protokoll am 28. Juni 2012 in der Hoffnung ratifiziert ([www.ebi.gov.et/ethiopia-ratifies-the-nagoya-protocol-on-genetic-resources/](http://www.ebi.gov.et/ethiopia-ratifies-the-nagoya-protocol-on-genetic-resources/)), dass so die einheimischen Pflanzen in Zukunft vor Biopiraterie geschützt sind – so auch das seit Jahrhunderten von den äthiopischen Bauern selektionierte und angebaute Tef.

#### *Der Fall von Tef-Piraterie in Äthiopien*

Um den Anbau von Tef und den Verkauf von Tef-Saatgut durch die niederländische Firma Health and Performance Food International (HPFI) hat sich eine Kontroverse entwickelt [48, 49]. Dabei geht es um äthiopisches Tef-Saatgut und dessen Weiterverbreitung sowie um ein Patent zur Herstellung von Tef-Mehl.

2003 wurde zwischen dem EIAR, «Larenstein Transfer and Soil» und der Firma «Soil and Crop Improvements» (S&C), einer Vorläuferfirma von HPFI, eine Vereinbarung getroffen, aufgrund derer je 120 kg Tef-Samen von 12 ausgewählten Tef-Sorten zu Forschungs- und Entwicklungszwecken in die Niederlande gesandt wurden.

In der Folge hat das äthiopische IBC im Jahr 2005 zusammen mit dem EIAR ein ABS-Abkommen mit der Firma HPFI über die Verwendung von Tef getroffen. Dies erlaubte der Firma, Tef anzubauen und nichttraditionelle

Lebensmittel daraus zu entwickeln. Im Gegenzug sollten Lizenzgebühren und Profitanteile und auch die Resultate aus gemeinsamer Forschung an Äthiopien fließen. 2004 stellte die Firma HPFI beim Europäischen Patentamt (EPA) einen Antrag mit dem Titel «Verarbeitung von Tef-Mehl», Nr. EP1646287, der am 10.01.2007 bewilligt wurde [50]. Gleichzeitig wurde das Patent auch in den USA, in Japan, in den Niederlanden, in Spanien und in Deutschland eingereicht [51]. Das Patent enthält Methoden, wie mittels Lagerung der Tef-Samen die Fallzahl (Mehlqualität) verbessert werden kann sowie zum Mahlen des Tef in feines Mehl, zur Teigverarbeitung und zur Produktion nichttraditioneller Backwaren. Swertse [52] kritisierte dieses Patent: Seine Untersuchungen hätten gezeigt, dass die Fallzahl nicht vom Mahlprozess, sondern von der Tef-Sorte abhängig sei, was traditionelles Wissen in Äthiopien sei. Das Patent schliesse alle weiteren Parteien, inklusive Äthiopien, von der Produktion und Vermarktung von Tef und seinen Produkten aus.

Im August 2009 meldete die Firma HPFI Konkurs an. Bis dahin waren 4000 Euro an Äthiopien bezahlt worden. Zuvor waren die Firmenwerte in eine neue Firma überführt worden. Diese produziert und vermarktet weiter Tef-Produkte, ohne an die Verpflichtungen gegenüber Äthiopien gebunden zu sein. Solange die Patente zur Verarbeitung von Tef-Mehl gültig sind, wird sich kaum eine Firma für die Weiterentwicklung des Tef-Anbaus und die Herstellung von Tef-Produkten in Europa interessieren. Mit der Gewährung der Patente ist es Äthiopien nicht möglich, ABS-Abkommen über Tef mit anderen Firmen in Ländern zu vereinbaren, in denen das Patent Gültigkeit hat. Der Misserfolg dieses ABS-Abkommens wird wie folgt erklärt:

- unklare Zuständigkeiten (IBC und EIAR);
- Kommunikationsprobleme zwischen Äthiopien und der Firma;
- Überschätzung des Marktpotenzials;
- Unkenntnis des Nagoya-Protokolls und Erwartungen, die nicht erfüllt werden konnten;
- Probleme und Wechsel bei S&C bzw. HPFI und deren Konkurs;
- Mangel an international bindenden Regeln.

Das Tef-Abkommen verbietet die Patentierung der genetischen Ressource Tef, nicht aber Methoden zur Verarbeitung von Mehl. In der Praxis betrifft das Patent jedoch alle reifen Samen, d.h. alle genetischen Ressourcen. Die äthiopische Regierung hat einen Antrag an das EPA gestellt, das Tef-Patent zu annullieren. Im Jahr 2006 hat das «Gemeinschaftliche Sortenamnt» der Europäischen Union die drei Tef-Sorten (Tefaya, Ayana und Adina) der Stichting SCEAR (Züchter der Firma HPFI) bis Ende 2033 unter Schutz gestellt.

«Millets Place» in den Niederlanden (2009 mitbegründet vom ehemaligen Teilhaber von HPFI) bietet Tef sowie

Tef-Produkte an. Das Tef wird unter anderem in den Niederlanden produziert, und die Firma behauptet, dass sie die Züchterrechte für die Sorte MP-teff® habe ([www.milletsplace.com](http://www.milletsplace.com)).

## Diskussion

Äthiopien ist ein armes Agrarland am Horn von Afrika. Über 80% der Bevölkerung leben auf dem Land, in armen Verhältnissen und in verkehrstechnisch sehr schlecht erschlossenen Gebieten. Die meisten Familien sind Selbstversorger, die auf kleinen Grundstücken leben, kaum über Geld verfügen und keinen Marktzugang haben. Die Mechanisierung der Landwirtschaft ist sehr gering.

Das Getreide Tef ist sehr beliebt, da es selbst bei widrigen Umweltbedingungen wachsen kann und oft noch angesät wird, wenn Mais und Weizen schlecht aufgelaufen ist. Tef wird auf über einem Drittel der Getreideflächen angebaut und ist ein wichtiges Handelsprodukt (cash crop) für Bauern, die einen Marktzugang haben. Wegen wiederkehrender Dürren steht Äthiopien immer wieder vor Hungerkrisen. Das Interesse, den Ertrag von Getreide zu erhöhen und zu stabilisieren, ist deshalb gross. Mittels Selektion werden Tef-Sorten gesucht, die weniger umknicken, höhere Erträge geben und nicht rostanfällig sind. Tef ist ein sehr zartes Getreide, weshalb es zum Umknicken neigt. Ein Zuchtziel sind deshalb standfeste Sorten, die dickere Halme haben oder zwergwüchsig sind. Standfeste Sorten lassen sich besser ernten und weisen weniger Ernteverluste auf. Da Tef auch gutes Futter und fressbares Stroh liefert, ist ungewiss, ob Sorten mit stärkeren Halmen noch als Futtermittel akzeptiert werden.

Die neue, vielversprechende Sorte Quncho wurde in zwei Regionen eingeführt, und am Schluss waren dort 90% der Tef-Flächen mit Quncho angebaut. Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob es langfristig günstig ist, vermehrt nur auf eine Sorte zu setzen, zumal bei Monokulturen ein weitaus grösseres Risiko besteht, dass die Ernten unter Insekten- und Schädlingsbefall oder unter ungünstigen Witterungsbedingungen leiden. Zudem besteht die Gefahr, dass die genetische Vielfalt von Tef erodiert und die angepassten lokalen Sorten verloren gehen.

Um neue Sorten einzuführen, sind grosse Anstrengungen vonseiten der lokalen Bauerberater erforderlich. Die Bauern müssen die neuen Sorten akzeptieren, benötigen Zugang zum Saatgut und sollten die Möglichkeit haben, Dünger einzusetzen.

Weltweit wächst das Interesse an Tef. Nach einem Exportverbot im Jahr 2006 hat die Regierung kürzlich wieder einen geringen Export von Tef-Mehl erlaubt. Auch der Export von Injera ist nicht limitiert. Bei Äthiopiens stark negativer Handelsbilanz ist die Regierung anscheinend an allen Exporten interessiert. Positiv ist, dass nur verarbei-

tete Produkte exportiert werden, die einen Mehrwert haben und lokale Arbeitsplätze schaffen.

Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob es zulässig ist, aus einem Land, das auf Nahrungsmittelhilfe angewiesen ist und Weizen importieren muss, Getreide zu exportieren. Wird Tef exportiert, sollten dringend bindende Abkommen geschlossen werden, die den Bauern ein gerechtes Einkommen bieten und dafür sorgen, dass die Selbstversorgung gewährleistet bleibt.

Im 20. Jahrhundert wurde Tef-Saatgut fast auf der ganzen Welt verbreitet. Tef ist aber unbestritten eine Kulturpflanze, die von äthiopischen Bauern über Jahrtausende hinweg gezüchtet wurde. Das weltweite Interesse an Tef führt auch zum Handel mit Tef-Saatgut. Gemäss dem Nagoya-Protokoll sollte die indigene Bevölkerung über ihre Biodiversität selbst verfügen können. Das ABS-Abkommen «Zugang zu genetischen Ressourcen und gerechtem Vorteilsausgleich» soll gewährleisten, dass die Gewinne aus traditioneller Züchtung bei den Züchtern bleiben. Wie dies für all das schon verbreitete und auch das neu gehandelte Tef-Saatgut eingefordert werden kann, ist nicht klar. Wie der Fall des Exports von Tef-Saatgut in die Niederlande aufgrund des ABS-Abkommens zwischen Äthiopien und der Firma HPFI zeigt, ist es für das Herkunftsland schwierig, die Einhaltung der Abmachung einzufordern. Das Abkommen scheiterte zum Teil, weil der Markt für Tef in Europa überschätzt wurde und die Firma in Konkurs ging. Die Einleitung eines internationalen Rechtsverfahrens bedingt ausreichende Finanzen, die Äthiopien fehlen. Wichtig ist auch, dafür zu sorgen, dass das Abkommen nicht mit einem Patent umgangen werden kann, wie dies mit der Patentierung der Mehlproduktion geschah. Zudem muss die Patentierung von verbesserten Sorten unbedingt verhindert werden.

Einige Tef-Sorten wurden in verschiedenen Ländern unter Sortenschutz gestellt. Diese geschützten Sorten können somit nur unter Lizenz angebaut werden, was den Markteintritt für Äthiopien und andere Firmen begrenzt.

Die Tef-Züchtung macht schnelle Fortschritte und neue Sorten versprechen höhere Erträge. Einige Züchtungsprojekte werden von Saatgut-Firmen unterstützt. Es bleibt zu hoffen, dass dennoch der Zugang zu diesem neuen Saatgut allen äthiopischen Bauern ohne finanzielle Auflagen zur Verfügung steht. In der Forschung wird versucht, Tef *in vitro* zu züchten. Dies nicht nur, um Tef zu konservieren oder schneller zu vermehren, sondern auch mit der Option, Tef genetisch zu verändern. Abgesehen davon, dass dies die verfügbare Sortenvielfalt beschneiden könnte, da kaum Sorten für alle Wuchsbedingungen entwickelt werden, könnte dies den guten Ruf von Tef zerstören. Die Gentechnik skeptisch gegenüberstehenden europäischen Konsumentinnen und Konsumenten würden ein genetisch verändertes Tef in den Reformhäusern kaum akzeptieren.

## Dank

Ich danke Herrn Dr. Z. Tadele und seinen Mitarbeiterinnen Korinna Esfeld und Sonia Plaza für die Einführung in die Tef-Züchtung und die anregenden Diskussionen. Caroline Weckerle danke ich für den lehrreichen Zertifizierungsstudiengang «Ethnobotanik und Ethnomedizin 2009», in dessen Rahmen ich mich mit dem Tef beschäftigte.

## Literatur

- 1 Bozzini A: Tef and fonio: two examples of small cereal domestication; in Batello C, Marzot M, Touré AH (eds): The Future Is an Ancient Lake: Traditional Knowledge, Biodiversity and Genetic Resources for Food and Agriculture in Lake Chad Basin Ecosystems. Rome, FAO Interdepartmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture, 2004, pp 114–115.
- 2 Bultosa G: Tef (*Eragrostis tef*) grain and its crop residue utilization. 2008. [www.sp.se/sv/units/fb/network/traditionalgrains/Documents/Bultosa.pdf](http://www.sp.se/sv/units/fb/network/traditionalgrains/Documents/Bultosa.pdf) (letzter Aufruf: 02.04.2016).
- 3 Lacey T: *Eragrostis tef* as a specialised niche crop. Farmnote 42. Department of Agriculture and Food, Government of Western Australia, 2005.
- 4 Anonymous: Scientists to discuss abandoned crops. *Agric Rev* 2007;April/June:4–6.
- 5 Assefa K, Cannarozzi G, Girma D, Kamies R, Chanyalew S, Plaza-Wüthrich S, Blösch R, Rindisbacher A, Rafudeen S, Tadele Z: Genetic diversity in tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER). *Front Plant Sci* 2015;6:177.
- 6 Ingram AL, Doyle JJ: The origin and evolution of *Eragrostis tef* (Poaceae) and related polyploids: evidence from nuclear waxy and plastid rps16. *Am J Bot* 2003;90:116–122.
- 7 Ketema S: Tef, *Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. 12. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, Germany / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 1997.
- 8 Stallknecht GF: Tef. *New crop FactSHEET*. 1997. <https://hort.purdue.edu/newcrop/Crop-FactSheets/teff.html> (letzter Aufruf: 10.03.2016).
- 9 Kreischnitz A, Tadele Z, Gola EM: Slime cells on the surface of *Eragrostis* seed maintain a level of moisture around the grain to enhance germination. *Seed Sci Res* 2009;19:27–35.
- 10 Boardman S: The agricultural foundation of the Aksumite empire, Ethiopia; in Van der Veen M (ed): The Exploitation of Plant Resources in Ancient Africa. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999, pp 137–147.
- 11 Bai G, Ayele M, Tefera H, Nguyen HT: Genetic diversity in tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) and its relatives as revealed by random amplified polymorphic DNAs. *Euphytica* 2000;122:15–22.
- 12 D'Andrea AC: Tef (*Eragrostis tef*) in ancient agricultural systems of highland Ethiopia. *Economic Bot* 2008;62:547–566.

## Disclosure Statement

Die vorliegende Arbeit habe ich selbstständig und alleine durchgeführt. Die Quellen der zitierten Daten sind aufgeführt. Es bestehen keine Interessenkonflikte.

- 13 Tefera H, Belay G: *Eragrostis tef* (ZUC-CAGNI) TROTTER. Record from Protobase; in Brink M, Belay G (eds): Plant Resources of Tropical Africa. PROTA Foundation Wageningen. Backhuys, Leiden & CTA, Wageningen, 2006. <http://database.prota.org/seearch.htm> (letzter Aufruf: 10.06.2009).
- 14 D'Andrea C, Lyons D, Hasile M, Butler A: Ethnoarcheological approaches to the study of prehistoric agriculture in the highlands of Ethiopia; in Van der Veen M (ed): The Exploitation of Plant Resources in Ancient Africa. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999, pp 101–122.
- 15 Zewdie M, Ellis RH: Responses of tef and niger seed longevity to storage, temperature and moisture. *Seed Sci Technol* 1991;19:319–329.
- 16 CYMMIT (International Wheat and Maize Improvement Center), 2014. [http://facasi.act-africa.org/file/20150130\\_market\\_analysis\\_for\\_small\\_mechanization\\_ethiopia.pdf](http://facasi.act-africa.org/file/20150130_market_analysis_for_small_mechanization_ethiopia.pdf) (letzter Aufruf: 13.03.2016).
- 17 FAOSTAT: 2016. <http://faostat3.fao.org>.
- 18 Burayu W, Chinawong S: Conservation tillage-alternative systems of tef (*Eragrostis tef*). Production for a semi-arid, Central Rift valley of Ethiopia. *Kamphaengsaen Acad J* 2005;3:1–10.
- 19 Hopman E, Dekking L, Blokland ML, Wuisman M, Zuijderduin W, Koning F, Schweizer J: Tef in the diet of celiac patients in the Netherlands. *Scand J Gastroenterol* 2008;43:277–282.
- 20 Tathma AS, Fido RJ, Moore CM, Kasarda DD, Kuzmicky DD, Keen JN, Shewry PR: Characterisation of the major prolamins of tef (*Eragrostis tef*) and finger millet (*Eleusine coracana*). *J Cereal Sci* 1996;24:65–71.
- 21 Codex alimentarius: Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. CODEX STAN 118-1979. Adopted in 1979. Amendment: 1983 and 2015. [www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/) (letzter Aufruf: 14.03.2016).
- 22 Spaenij-Dekking L, Kooy-Winklaar Y, Koning F: The Ethiopian cereal tef in celiac disease. *New Engl J Med* 2005;353:1748–1749.
- 23 Faust M, Spilsbury JC, Loue S: African Health; in Loue S (ed): Handbook of Immigrant Health. New York, Plenum, 1988, pp 329–348.
- 24 Mengesha B, Ergete W: Staple Ethiopian diet and cancer of the oesophagus. *East Afr Med J* 2005;82:353–353.
- 25 Fossati D, Brabant C: Die Weizenzüchtung in der Schweiz. *Agrarforschung* 2003;10:447–458.
- 26 Tesema A: Genetic diversity of tef in Ethiopia; in Assefa A, Chanyalew S, Tadele A (eds): Achievements and Prospects of Tef Improvement. Bern, EIAR-University of Bern, 2013, pp 15–20.
- 27 Adnew T, Ketema S, Tefera H, Sridhara H: Genetic diversity in tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER). *Gen Resour Crop Evol* 2005;52:891–902.
- 28 Assefa K, Belay G, Tefera H, Yu J-K, Sorrells ME: Breeding tef: conventional and molecular approaches; in Tadele Z (ed): New Approaches to Plant Breeding of Orphan Crops in Africa: Proceedings of an International Conference. 19–21 September 2007, Bern, Schweiz. Bern, Stämpfli, 2009.
- 29 Teklu Y, Tefera H: Genetic improvement in grain yield potential and associated agronomic traits of tef (*Eragrostis tef*). *Euphytica* 2005;141:247–254.
- 30 Assefa K, Aliye S, Belay G, Metaferia G, Tefera H, Sorrells M: Quncho: the first most popular tef variety in Ethiopia. *Int J Agr Sustain* 2011;9:25–34.
- 31 Wale E, Chianu JN: Farmers' demand for extra yield form improved tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER) varieties in Ethiopia. Implications for crop improvement and agricultural extension. *J Agr Sci Tech* 2015;1449–1462.
- 32 Haddis A, Berg T: Selectors and non-selectors: agricultural and socio-economic implications of on-farm seed selection in Ethiopia. *Plant Gen Res Newsl* 2008;145:1–10.
- 33 Yu J-K, Kantety RV, Graznak E, Benschler D, Tefera H, Sorrells ME: A genetic linkage map for tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER). *Theor Appl Genet* 2006;113:1093–1102.
- 34 Tadele Z, Esfeld K, Plaza S: Employing green revolution genes to improve orphan crop tef; in Tadele Z (ed): New Approaches to Plant Breeding of Orphan Crops in Africa: Proceedings of an International Conference. 19–21 September 2007, Bern, Schweiz. Bern, Stämpfli, 2009.
- 35 Esfeld K, Plaza S, Tadele Z: Bringing high-throughput techniques to orphan crop of Africa: highlights from the tef TILLING project. *Genome Conserve* 2009;8:803–897.
- 36 Schipper O: Neue Aussichten für vergessenes Getreide. *Schweiz Nationalfonds. Horizonte* 2009;März:28–30.
- 37 Jöst JMM, Esfeld K, Burian A, Cannarozzi G, Chanyalew S, Kuhlemeier C, Assefa K, Tadele Z: Semi-dwarfism and lodging tolerance in tef (*Eragrostis tef*) is linked to a mutation in the  $\alpha$ -Tubulin 1 gene. *J Exp Bot* 2015;66:933–944.

- 38 Plaza-Wüthrich S, Blösch R, Tadele Z: Efficiency of in vitro regeneration is dependent on the genotype and size of explant in tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER). *Adv Crop Sci Tech* 2015;3:3.
- 39 FAO: 2016. [www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=ETH](http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=ETH) (letzter Aufruf: 21.03.2016).
- 40 FEWS NET (Famine Early Warning Systems Network): Emergency Continues in Central and Northeastern Ethiopia 2016. [www.fews.net](http://www.fews.net) (letzter Aufruf: 02.04.2016).
- 41 FAO: Analysis of Price Incentives for Tef in Ethiopia for the Time Period 2005–2012. February 2015. [www.fao.org/3/a-i4523e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i4523e.pdf) (letzter Aufruf: 21.03.2016).
- 42 Brook A: Government to Resume Tef Exports with 180,000 ql by Next Fiscal Year. *Addis Fortune*, May 4, 2015 (Nr. 783, p 16). <http://addisfortune.net/articles/government-to-resume-teff-exports-with-180000ql-by-next-fiscal-year/> (letzter Aufruf: 21.03.2016).
- 43 Jeffrey J: Ethiopian ‘Superfood’ Exports Prompt Local Fears. *African Business*, July 25, 2015. <http://africanbusinessmagazine.com/sectors/agriculture/ethiopian-superfood-exports-prompt-local-fears/> (letzter Aufruf: 21.03.2016).
- 44 NationMaster.com: 2009. [www.statemaster.com/encyclopedia/Teff](http://www.statemaster.com/encyclopedia/Teff) (letzter Aufruf: 21.03.2016).
- 45 Norberg S, Roseberg B, Charlton B, Shock C: Teff. A New Warm-Season Annual Grass for Oregon. 2009. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog.extension.oregonstate.edu/files/project/pdf/em8970.pdf> (letzter Aufruf: 28.04.2016).
- 46 Lindquist J: Teff Grass is Working in Hay Crop Rotations. Michigan State University Extension, 2014. [http://msue.anr.msu.edu/news/teff\\_grass\\_is\\_working\\_in\\_hay\\_crop\\_rotations](http://msue.anr.msu.edu/news/teff_grass_is_working_in_hay_crop_rotations) (letzter Aufruf: 28.04.2016).
- 47 UPI.com: Teff Farming in Kansas Proves Troublesome. 2009. [www.upi.com/Top\\_News/2009/09/21/Teff-farming-in-Kansas-proves-troublesome/UPI-69791253550547/](http://www.upi.com/Top_News/2009/09/21/Teff-farming-in-Kansas-proves-troublesome/UPI-69791253550547/) (letzter Aufruf: 29.03.2016).
- 48 Andersen R, Winge T: The Access and Benefit Sharing Agreement on Tef Genetic Resources: Facts and Lessons. A Summary of FNI Report 6/2012. 2012. [www.fni.no/pdf/biodiv-folder-2012-3.pdf](http://www.fni.no/pdf/biodiv-folder-2012-3.pdf) (letzter Aufruf: 31.3.2016).
- 49 Gezahegn BD: Netherlands Failing Int’nal Obligations over Ethiopia’s Teff Grain. 2015. <http://hornaffairs.com/en/category/news/> (letzter Aufruf: 29.03.2016).
- 50 Europäisches Patentamt (EPA), European Patent Register. 2016. <https://register.epo.org/smartSearch?searchMode=smart&query=TEff> (letzter Aufruf: 30.3.2016).
- 51 Europäisches Patentamt (EPA): Espacenet patent search. 2016. [www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet.html](http://www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet.html) (letzter Aufruf: 30.03.2016).
- 52 Swertse D: Is It an Act of Biopiracy over Ethiopian most Critical Crop Teff (*Eragrostis tef*)? *Tigrai Online*, May 1, 2008. [www.tigraionline.com/biopiracy\\_teff.html](http://www.tigraionline.com/biopiracy_teff.html) (letzter Aufruf: 01.04.2016).
- 53 Bijlmakers H: Insect pests of cereals in Ethiopia. Identification and control methods FAO/UNDP Project ETH/86/029 Crop Protection Phase II, Addis Ababa, October 1989. <http://ethiopia.ipm-info.org/> (letzter Aufruf: 18.05.2016).
- 54 US Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. Current Version: September 2015. <https://ndb.nal.usda.gov> (letzter Aufruf: 15.03.2016).
- 55 USDA: GAIN Report Number: ET-1503. 2015. (Stand: 21.03.2016).
- 56 Belay G, Tefera H, Getachew A, Assefa K, Metaferia G: Highly client-oriented breeding with farmer participation in the Ethiopian cereal tef (*Eragrostis tef* (ZUCC.) TROTTER). *African J Agric Res* 2008;3:22–28.
- 57 Turkensteen H: The Netherlands company Soil and Crop S&C says it is wrongly accused of bio-piracy to patent Ethiopian grain Teff. *Tigrai Online*, May 13, 2008. [www.tigraionline.com/sandc\\_responds.html](http://www.tigraionline.com/sandc_responds.html) (letzter Aufruf: 17.10.2009).