



TC/50/27

ORIGINAL: englisch

DATUM: 30. Januar 2014

INTERNATIONALER VERBAND ZUM SCHUTZ VON PFLANZENZÜCHTUNGEN

Genf

TECHNISCHER AUSSCHUSS

Fünzigste Tagung Genf, 7. bis 9. April 2014

ÜBERARBEITUNG VON DOKUMENT TGP/8: TEIL II: AUSGEWÄHLTE VERFAHREN FÜR DIE DUS-PRÜFUNG, NEUER ABSCHNITT 12: PRÜFUNG VON MERKMALEN ANHAND DER BILDANALYSE

vom Verbandsbüro erstelltes Dokument

Haftungsausschluß: Dieses Dokument gibt nicht die Grundsätze oder eine Anleitung der UPOV wieder

1. Zweck dieses Dokuments ist es, über die Ausarbeitung des Dokuments TGP/8: Teil II: Verfahren für die DUS-Prüfung, Neuer Abschnitt: „Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“ zu berichten.

2. Folgende Abkürzungen werden in diesem Dokument verwendet:

TC:	Technischer Ausschuß
TC-EDC	Erweiterter Redaktionsausschuß
TWA:	Technische Arbeitsgruppe für landwirtschaftliche Arten
TWC:	Technische Arbeitsgruppe für Automatisierung und Computerprogramme
TWF:	Technische Arbeitsgruppe für Obstarten
TWO:	Technische Arbeitsgruppe für Zierpflanzen und forstliche Baumarten
TWP	Technische Arbeitsgruppen
TWV:	Technische Arbeitsgruppe für Gemüsearten

HINTERGRUND

3. Der TC prüfte auf seiner achtundvierzigsten Tagung vom 26. bis 28. März 2012 in Genf den Vorschlag für den neuen Abschnitt 12: „Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“ in Dokument TGP/8. Der TC vereinbarte, daß Unterabschnitt 12.1, „Einführung“, des neuen Abschnitts: „Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“ neu formuliert werden sollte, um zu erläutern, daß die Bildanalyse vielmehr eine alternative Methode für die Erfassung eines Merkmals als ein hauptsächliches Verfahren für die Erfassung eines Merkmals wäre. Der TC vereinbarte, daß die TWC den Unterabschnitt 12.3, „Anleitung zur Anwendung der Bildanalyse“ ausarbeiten sollte und daß ein neuer Abschnitt auf der Grundlage der Erörterung der Dokumente TWC/29/19, „*Image Analysis for DUS in the United Kingdom*“, TWC/29/21, „*The Use of Image Tool in Measurements of Grain Length of Rye (Secale cereale L.)*“, TWC/29/27, „*Image Analysis in the Czech Republic*“, und TWC/29/29, „*Image Analysis in the Netherlands*“, erarbeitet werden sollte. Die Verfasser sollten Sachverständige aus den Niederlanden (hauptsächliche Verfasser), der Tschechischen Republik, Finnland und dem Vereinigten Königreich sein (vergleiche Dokument TC/48/22, „Bericht über die Entschlüsse“, Absätze 56 bis 58).

4. Die TWC vereinbarte auf ihrer dreißigsten Tagung vom 26. bis 29. Juni 2012 in Chişinău, Republik Moldau, daß ein Entwurf des neuen Abschnitts – Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse für das Dokument TGP/8, „Prüfungsanlage und Verfahren für die Prüfung der Unterscheidbarkeit, der Homogenität und der Beständigkeit“, von einem Sachverständigen aus den Niederlanden in Zusammenarbeit

mit einem Sachverständigen aus der Europäischen Union für die TWP-Tagungen im Jahre 2013 ausgearbeitet werden sollte (vergleiche Dokument TWC/30/41, „Report“, Absatz 80).

ENTWICKLUNGEN IM JAHR 2013

5. Der TC nahm auf seiner neunundvierzigsten Tagung vom 18. bis 20. März 2013 in Genf die Vorhaben zur Ausarbeitung eines neuen Abschnitts, „Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“, zur Aufnahme in Dokument TGP/8, Teil II: Verfahren für die DUS-Prüfung zur Kenntnis, wie in den Absätzen 8 und 9 des Dokuments TC/49/33, „Überarbeitung von Dokument TGP/8: Teil II: Verfahren für die DUS-Prüfung, Neuer Abschnitt: Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“, dargelegt.

6. Die Sachverständigen aus den Niederlanden und der Europäischen Union, die für die Ausarbeitung des neuen Abschnitts zuständig sind, schlugen vor, daß der erste Entwurf im Jahre 2013 lediglich der TWC vorgelegt werden sollte.

7. Die TWC prüfte auf ihrer einunddreißigsten Tagung vom 4. bis 7. Juli 2013 in Seoul, Republik Korea, den Entwurf des neuen Abschnitts „Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“ zur Aufnahme in Dokument TGP/8, wie in der von einem Sachverständigen aus der Europäischen Union elektronisch vorgelegten Anlage des Dokuments TWC/31/20 Add. enthalten. Die TWC vereinbarte, daß ein Sachverständiger aus der Europäischen Union den Wortlaut überprüfen sollte, der den TWP auf ihren Tagungen im Jahre 2014 vorgelegt werden soll, um mit entsprechender Terminologie Anleitung zur Verwendung der Methode im Hinblick auf die Aufnahme in Dokument TGP/8 zu erteilen (vergleiche Dokument TWC/31/32, „Report“, Absatz 81).

BEMERKUNGEN DES ERWEITERTEN REDAKTIONSAUSSCHUSSES AUF SEINER SITZUNG IM JANUAR 2014

8. Der TC-EDC prüfte auf seiner Sitzung vom 8. und 9. Januar in Genf das Dokument TC-EDC/Jan14/15, „Revision of Document TGP/8: Part II: Examining Characteristics Using Image Analysis“. Die Anlage dieses Dokuments gibt den vom TC-EDC geprüften vorgeschlagenen Wortlaut für den „Neuen Abschnitt: Prüfung von Merkmalen anhand der Bildanalyse“ wieder. Die von Herrn Jean Maison (Europäische Union) vorgenommenen Überarbeitungen des Wortlauts nach der Prüfung durch die TWC auf ihrer einunddreißigsten Tagung sind durch Markieren und Durchstreichen für Streichungen und Hervorheben und Unterstreichen für Ergänzungen angegeben.

9. Der TC-EDC bemerkt folgendes zur Anlage:

Allgemeine Bemerkungen	Umzuformulieren in unpersönliche Standardterminologie der TGP
------------------------	---

Einführung

Das Dokument sollte mit folgender Erläuterung aus Abschnitt III des Dokuments TGP/12/1 Draft 7, „Besondere Merkmale“ beginnen (verfügbar auf der Website der fünfundvierzigsten Tagung des TC unter: http://upov.int/meetings/de/details.jsp?meeting_id=17482):

„1. Einleitung

Merkmale, die anhand der Bildanalyse geprüft werden können, sollten je nach Fall auch durch visuelle Erfassung und/oder manuelle Messung geprüft werden können. Die Erläuterungen zur Erfassung dieser Merkmale, gegebenenfalls einschließlich geeigneter Erläuterungen in den Prüfungsrichtlinien, sollten sicherstellen, daß das Merkmal in Begriffen erläutert wird, die es ermöglichen, daß das Merkmal von allen DUS-Sachverständigen verstanden und geprüft werden kann.

2 Kombinierte Merkmale

2.1 Die Allgemeine Einführung (Dokument TG/1/3, Kapitel 4, Abschnitt 4) sagt aus:

4.6.3 Kombinierte Merkmale

4.6.3.1 Ein kombiniertes Merkmal ist eine einfache Kombination weniger Merkmale. Sofern die Kombination biologisch sinnvoll ist, können Merkmale, die getrennt erfaßt werden, anschließend kombiniert werden (beispielsweise das Verhältnis von Länge und Breite), um ein derartiges, kombiniertes Merkmal zu bilden. Kombinierte Merkmale müssen im gleichen Umfang wie andere Merkmale auf Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit geprüft werden. In einzelnen Fällen werden die kombinierten Merkmale unter Einsatz von Techniken wie der Bildanalyse geprüft. Für diese Fälle sind die Verfahren für eine geeignete DUS-Prüfung in Dokument TGP/12, ‚Besondere Merkmale‘, zu finden.’

2.2 Somit stellt die Allgemeine Einführung klar, daß der Einsatz der Bildanalyse ein mögliches Verfahren zur Prüfung von Merkmalen ist, das die grundlegenden Anforderungen für die Verwendung bei der DUS-Prüfung erfüllt (vergleiche Dokument TG/1/3, Kapitel 4.2); hierzu gehört, daß diese Merkmale auf Homogenität und Beständigkeit geprüft werden müssen. Hinsichtlich der kombinierten Merkmale erläutert die Allgemeine Einführung auch, daß diese Merkmale biologisch sinnvoll sein sollten.“

10. Der TC wird ersucht, zu prüfen, ob der Neuformulierung des vorgeschlagenen Wortlauts in unpersönliche Standardterminologie der TGP zugestimmt und eine Einführung zur Anleitung zum vorgeschlagenen Wortlaut hinzugefügt werden soll, wie in Absatz 9 dieses Dokuments dargelegt.

[Anlage folgt]

PRÜFUNG VON MERKMALEN ANHAND DER BILDANALYSE

EINFÜHRUNG

1. Die Bildanalyse ist die Extraktion von Daten (z. B. Pflanzenmeßwerte) aus (digitalen) Bildern mittels eines Computers. Die Bildanalyse wird bei der Sortenprüfung angewandt, um die Erfassung von Pflanzenmerkmalen zu unterstützen. Sie kann als intelligentes Meßhilfsmittel (fortgeschrittener Maßstab) angesehen werden. Dieses Dokument soll Anleitung zur Anwendung der Bildanalyse für die Sortenprüfung geben.

2. Die Bildanalyse kann vollautomatisch oder halbautomatisch angewandt werden. Bei der vollautomatischen Anwendung zeichnet der Sachverständige lediglich Bilder von Pflanzenteilen mit einer Kamera oder einem Scanner auf, und der Computer berechnet automatisch die einschlägigen Merkmale ohne menschliches Eingreifen. Bei der halbautomatischen Anwendung zeigt der Computer die Bilder auf einem Bildschirm, und ein Nutzer kann beispielsweise durch Mausklick mit der Software interagieren, um spezifische Pflanzenteile zu messen.

~~3. Die UPOV richtete im Jahre 2012 einen Fragebogen über die Anwendung der Bildanalyse an alle Verbandsmitglieder. Die Ergebnisse dieses Fragebogens sind in Dokument TWC/31/20 (vergleiche Dokument TWC/31/20, „Revision of document TGP/8: Part II: Techniques used in DUS Examination, New Section: Examining Characteristics Using Image Analysis“, Absätze 3 und 4) wiedergegeben. Die Bildanalyse wird in über zehn Verbandsmitgliedern routinemäßig angewandt, um eine Reihe von Merkmalen bezüglich der Größe, der Form, der Farbe und der Muster von Pflanzenteilen zu messen. Die am häufigsten verwendeten Merkmale sind Größe und Form von Samen.~~

BILDAUFZEICHNUNG: KALIBRIERUNG UND STANDARDISIERUNG

~~3. 4.~~ Ein wichtiger Aspekt, der bei der Aufzeichnung und Analyse digitaler Bilder zu beachten ist, ist die Standardisierung und Kalibrierung. Die Standardisierung wird für jede Aufzeichnung nach Möglichkeit anhand desselben Aufbaus (Beleuchtung, Kamera, Kameraeinstellungen, Objektiv, Perspektive und Abstand zwischen Kamera und Objektiv) vorgenommen. Es ist wichtig zu prüfen, ob die Aufzeichnungen gemäß einem vorgeschriebenen Protokoll erfolgen, da die Software davon abhängen kann. Beispielsweise müssen Hülsen in den Bildern möglicherweise horizontal ausgerichtet werden, wobei die Spitze der Hülse nach links zeigt. Die Kalibrierung des Systems ist erforderlich, um die Aufzeichnung möglichst unabhängig von variierenden Bedingungen zu gestalten, indem Variationen, beispielsweise bei Größe oder Farbe, berichtigt werden.

~~4. 5.~~ Kalibrierung der Größe: Wenn beispielsweise die Länge eines Samens erfaßt werden soll, muß die Größe eines Pixels (Bildelement in einem digitalen Bild) in der realen Welt (z. B. mm/Pixel) bekannt sein, da der Computer jedes Objekt in einem Bild in Pixeln mißt. Ein Standardverfahren zur Durchführung dieser Kalibrierung besteht darin, in jedes aufgezeichnete Bild einen Maßstab im selben Abstand zur Kamera wie der aufzuzeichnende Pflanzenteil einzufügen. In diesem Fall kann der Nutzer die Größe des Maßstabs in Beziehung zur Anzahl Pixel bringen und die Kalibrierung manuell vornehmen. Ein bevorzugtes Verfahren ist die Verwendung eines Objekts mit Standardabmessungen, beispielsweise einer Münze, die mit der Software automatisch analysiert und dann für eine implizite Größenkalibrierung verwendet werden kann. Eine Münze ermöglicht es zudem zu überprüfen, ob die Pixel rechteckig sind (d. h. wenn das Seitenverhältnis jedes Pixels 1:1 beträgt). Das Objekt sollte in allen Fällen nahe genug am Kalibrierungsobjekt und weit genug von der Kamera entfernt sein, um die Wirkung der mit dem Abstand variierenden Bildvergrößerung zu minimieren.

~~5. 6.~~ Kalibrierung der Beleuchtung: Ein Objekt muß vom Hintergrund im Bild segmentiert werden. Ein häufig angewandtes und äußerst einfaches Verfahren ist das Schwellwertverfahren: Ein Pixel mit einem (grauen) Wert über einem bestimmten Schwellwert wird als Objektpixel und unter dem Schwellwert als Hintergrundpixel (oder umgekehrt) angesehen. Ist die Beleuchtung nicht konstant, kann es vorkommen, daß die Segmentierung nicht für jedes Bild optimal ist und daß ein Teil der Pixel der falschen Kategorie zugeordnet ist (Objekt/Hintergrund), selbst wenn der Schwellwert automatisch bestimmt wird. Dies kann zu fehlerhaften Messungen führen. Deshalb ist es ratsam, die Segmentierungsergebnisse zu überprüfen, indem die segmentierten Binärbilder kurz betrachtet werden.

6. 7. In vielen Situationen ist lediglich eine Silhouette/ein Umriß des Pflanzenmaterials erforderlich, beispielsweise für Größe und Form. In diesen Fällen ist es häufig ratsam, eine Hintergrundbeleuchtung, z. B. einen Leuchtkasten, zu verwenden. Dadurch wird der Kontrast zwischen dem Hintergrund und dem Objekt erhöht, und das Segmentierungsergebnis wird weniger vom Schwellwert abhängig.

7. 8. Es sollte überprüft werden, ob die Beleuchtung gleichmäßig über das Bild verteilt ist. Dunklere Teile im Bild können zu einer falschen Segmentierung und somit zu fehlerhaften und unvergleichbaren Meßwerten führen, insbesondere wenn mehrere Objekte im selben Bild aufgezeichnet werden.

8. 9. Für die Farbverteilung und (Panuschierungs- oder Einfärbungsverteilung) am Pflanzenteil ist es entscheidend, daß die Beleuchtung korrekt ist und, vorzugsweise für jedes Bild, regelmäßig überprüft wird. In diesem Fall kann die Kalibrierung der Beleuchtung durch Aufzeichnung (eines Teils) einer Farbkarte im Bild erfolgen. Für die Korrektur von Farbveränderungen infolge unterschiedlicher Beleuchtungsbedingungen sind besondere Algorithmen verfügbar, doch verursacht diese Korrektur in vielen Situationen einen Präzisionsverlust.



9. 10. Die Lichtquelle hat großen Einfluß auf die erfaßte Farbe im Bild. Die Art der Lichtquelle ist insbesondere für die Farbe wichtig. In zahlreichen Fällen verändern sich Lampenfarbe und -intensität während der Aufwärmung der Lampen, deshalb sollten diese rund 15 Minuten brennen, bevor die Aufzeichnungen beginnen. Werden Leuchtstofflampen verwendet, ist regelmäßig zu überprüfen, ob sie noch immer mehr oder weniger dieselbe Intensität/Farbe haben, da sie sich mit dem Alter schnell verändern können. Für die Notifizierung kann das Kalibrierungsdiagramm verwendet werden.

10. 11. Insbesondere bei der Aufzeichnung glänzender Objekte wie Äpfel oder bestimmte Blüten ist auf die Spiegelung zu achten. Objekte mit spiegelnden Flecken können nicht zuverlässig gemessen werden. In diesen Fällen ist auf eine gleichmäßige, indirekte Beleuchtung unter Verwendung spezieller Lichtzelte, wie unten dargestellt, zu achten.



11. 12. Für die Bildaufzeichnung können (Farb) -Kameras und -Scanner verwendet werden. Die Wahl hängt von der Anwendung und der Präferenz der Nutzer ab. Andere, fortgeschrittenere Systeme, wie 3D-Kameras oder Hyperspektralkameras, werden bei der Standard-Sortenprüfung noch nicht eingesetzt.

ANALYSE DER UPOV-STANDARDMERKMALE

12. 13. Die Bildanalyse wird in der Regel angewandt, um die Messung der in den UPOV-Richtlinien beschriebenen Merkmale zu automatisieren. In diesem Fall ist es das Ziel, eine Handmessung durch eine Computermessung zu ersetzen. Dies setzt zusätzlich zur Kalibrierung der Bildaufzeichnung eine weitere Kalibrierung voraus. Die Messungen lassen sich dann mit manuellen Messungen auf Übereinstimmung überprüfen, beispielsweise durch ein Streudiagramm der Handmessung verglichen mit der Computermessung mit einer Regressionslinie und der Linie $y=x$.

13. 14. In einigen Fällen setzt die Bildanalyse eine genauere, mathematische Definition des Merkmals als für menschliche Sachverständige voraus. Die Länge der Hülse beispielsweise kann neu als die Länge der Mittelachse der Hülse ohne den Stiel definiert werden. In diesen Fällen ist es insbesondere notwendig, die Verhaltensunterschiede für verschiedene Genotypen (systematischer Fehler) zu überprüfen. Für einige Genotypen kann die Messung genau gleich sein, während für andere ein systematischer Unterschied vorhanden sein kann. Ein gutes Beispiel ist die Bestimmung der Zwiebelhöhe bei Zwiebel (van der Heijden, Vossepoel und Polder, 1996), wo die Spitze der Zwiebel als Krümmungspunkt der Schulter definiert wurde. Solange eine derartige Veränderung oder Verfeinerung der Definition eines Merkmals bekannt und begründet ist, stellt dies kein Problem dar. In der Regel ist es ratsam, für die Neudefinition eines Merkmals die Pflanzensachverständigen zu konsultieren und bei der UPOV nachzufragen, ob eine geringfügige Änderung der Richtlinie erforderlich sein könnte.

14. 15. In einigen Fällen besteht das Objekt aus verschiedenen Teilen, die getrennt gemessen werden müssen, beispielsweise die Hülse, die Spitze und der Stiel einer Hülse von Gartenbohne. Dies erfordert einen besonderen Algorithmus, um die verschiedenen Teile zu trennen (Unterscheidung von Stiel und Spitze an der Hülse). Dies muß an einer großen Anzahl Genotypen in der Vergleichssammlung ausführlich geprüft werden, um sicherzustellen, daß die Anwendung über die Gesamtzahl der Ausprägungen robust ist.

15. 16. Formmerkmale lassen sich ebenfalls mit der Bildanalyse messen, doch ist diese in der Regel auf Merkmale beschränkt, die sich bereits in der Richtlinie befinden, beispielsweise indem die Form als ~~Ration~~ Verhältnis zwischen Länge und Breite definiert wird.

16. 17. Die Farbe ist zwar ein UPOV-Standardmerkmal und könnte anhand der Bildanalyse gemessen werden, doch wird diese nicht häufig verwendet. ~~Farbmessungen anhand der Bildanalyse werden in Dokument TWC/24/15 „Image Analysis of Ornaments, with Emphasis to Rose and Alstroemeria“ beschrieben.~~ In den meisten Fällen verlassen sich die Pflanzenachverständigen nach wie vor auf die visuelle Erfassung mit RHS-Farbkarten.

ANALYSE DER NICHTSTANDARDMERKMALE

17. 18. Nebst den Standardmerkmalen bietet die Bildanalyse die Möglichkeit, komplexere Merkmale zu erfassen, die visuell schwieriger zu erfassen oder zu messen sein könnten. Die Gesamtverteilung der Form einer Zwiebel läßt sich beispielsweise beschreiben, indem die Breite der Zwiebel entlang der verschiedenen Positionen der Längsachse gespeichert wird, die Grundfläche des Laubes könnte genauer als mit visueller Erfassung erfaßt werden, die Krankheitsresistenz könnte bei der Messung der Infektionszone an einem Blatt erfaßt werden oder die Biegung des Umkreises von Blättern könnte zur Erfassung der Feinheit des Laubes hilfreich sein.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

18. 19. Die Bildanalyse wird für Messungen und zumindest teilweise für die Automatisierung der Erfassung von Merkmalen eingesetzt. Sie setzt eine angemessene und genaue Definition des Merkmals, die Digitalisierung anhand bestehender oder hausgemachter Software, eine angemessene Vorbereitung der Proben, die Überprüfung bestehender Verfahren sowie eine sorgfältige Kalibrierung und Standardisierung voraus. Sie erfordert daher häufig eine Investition, die im Vergleich zur manuellen Erfassung von Merkmalen nur nutzbringend sein kann, wenn sie eine bedeutende Anzahl Messungen betrifft, oder aber Messungen, deren Erfassung durch den Prüfer schwierig und zeitraubend ist. Bei kleinen Organen, beispielsweise der Größe von Samen, ist die Bildanalyse genauer und zuverlässiger.

19. 20. Die Bildanalyse bietet die Möglichkeit, die Informationen zu speichern: Die Bilder können zu einem späteren Zeitpunkt aufgezeichnet und analysiert werden, um hohe Arbeitsbelastungen zu vermeiden, und sie können zu einem späteren Zeitpunkt abgerufen werden, um beispielsweise im Zweifelsfall Sorten zu vergleichen.

20. 21. Heute wird sie hauptsächlich für Merkmale wie Größe und Form eingesetzt, doch wird es angesichts der Entwicklung der Verfahren möglich sein, sie künftig für eine größere Anzahl Merkmale anzuwenden.

QUELENNACHWEIS

van der Heijden, G., A. M. Vossepoel & G. Polder (1996) *Measuring onion cultivars with image analysis using inflection points. Euphytica*, 87, 19-31.

[Ende der Anlage und des Dokuments]