

KliPa, eine Bewertungsplattform zur Beurteilung der Effizienz von Gewächshauskulturen mit Hilfe der Verknüpfung automatisch erfasster Gewächshausklima- und Pflanzenparameter

H.P. Römer, A. Bettin, F. Thiesing, B. Lang, N. Wagnitz, B. Hülsmann, A. Kunz

Fakultät für Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik
Hochschule Osnabrück
Postfach 1940
49009 Osnabrück
{H.Roemer, A.Bettin, F.Thiesing, B.Lang, N.Wagnitz, B.Huelsmann, Andre.Kunz}@HS-Osnabrueck.de

Abstract: KliPa ist eine Bewertungsplattform zur Unterstützung von Beratern und Gärtnern auf Basis von automatisch erfassten und verknüpften Klima- und Pflanzenparametern im Gewächshaus. In einer Mappingkomponente werden proprietäre Klimacomputerdaten in KliPa-Daten übersetzt und in einer eigenen Datenbank abgelegt. In einer Bildverarbeitungskomponente werden Pflanzenparametern zur Beurteilung des aktuellen Status der Kultur erzeugt. In einer grafischen Oberfläche können diese Daten dargestellt werden und mit einer Synchronisierungskomponente können die Daten auf einem globalen Server Beratern oder anderen Gärtnern zur Verfügung gestellt werden

1. Einleitung

In Gewächshausbetrieben sind Klimacomputer zur Steuerung des Gewächshausklimas inzwischen Stand der Technik, die effiziente Nutzung dieser Systeme ist jedoch oft eingeschränkt, da entweder ein Daten-Monitoring nicht Bestandteil des Systems ist, oder eine ausgiebige Beschäftigung mit den gewonnenen Daten und deren Analyse zu zeitaufwändig ist. Darüber hinaus verfügt der Gärtner nur über seinen Augenschein zur Bewertung des Zustandes seiner aktuellen Kultur. Ein Vergleich mit vorangegangenen Kulturen bei gleichen Bedingungen ist in der Regel nicht möglich.

Ziel von KliPa ist die Schaffung einer fundierten Datenbasis aus automatisch erfassten und verknüpften Klima- und Pflanzenparametern und einer innovativen Bewertungsplattform, welche die Datenbasis in geeigneten Darstellungen aufbereitet. Hierfür werden die Daten der Klimacomputer harmonisiert und Pflanzenparameter mittels Bildverarbeitung ermittelt. Der technische und organisatorische Aufwand bei der Integration von KliPa soll dabei für den jeweiligen Betrieb möglichst gering sein, damit keine

Schwellen für den Einsatz entstehen. Zielgruppen von KliPa sind sowohl informationstechnisch versierte Gärtner, als auch Technik- und Anbauberater.

2. Einbinden der Klimadaten

Das KliPa-Projekt gliedert sich in drei Bereiche. Zum einen wird eine Komponente entwickelt, in der die proprietären Daten der Klimacomputer in ein einheitliches Datenmodell transformiert werden. Als weiteres werden Pflanzenparameter mittels Bildverarbeitung gewonnen. Schließlich dienen die harmonisierten Klima- und Pflanzenparameter als Grundlage für die Analyse der Daten in der Bewertungsplattform.

2.1 Harmonisierung der Klimacomputerdaten

Klimacomputer verschiedener Hersteller verfolgen unterschiedliche Strategien zur Regelung des Gewächshausklimas und verwenden unterschiedliche Parameter, zumindest aber unterschiedliche Bezeichnungen für inhaltlich gleiche Parameter. Damit eine Auswertung bzw. einen Vergleich der Daten möglich ist, werden die Daten in ein homogenes und neutrales Datenmodell umgewandelt. An Hand dieses Modells finden später Datenauswertungen statt, die den Vergleich von Daten der verschiedenen KC-Hersteller ermöglichen, ohne dass sich Berater in das spezifische Handbuch einarbeiten müssen.

Das homogene Datenmodell fließt ein in den Aufbau eines dynamischen Datenbankschemas. Dabei werden mit verschiedenen Parametern, wie z.B. Temperatur, dynamisch Tabellen erstellt. In diesen Tabellen werden dann die umgewandelten Daten der Klimacomputer online abgelegt.

Die KC-Daten werden mit Hilfe der Mapping-Komponente (MK) aus der PC-Bedienungssoftware der Hersteller geholt und als harmonisierte Daten in der KliPa-Datenbank gespeichert. Die MKs beinhalten zum einen Treiber für die verschiedenen Schnittstellen der KCs und zum anderen Algorithmen zur Umwandlung der KC-Daten.

Jeder KC-Hersteller bietet verschiedene Schnittstellentechniken zur Datengewinnung an, daher muss für jeden KC-Schnittstellentyp ein eigener Treiber geschrieben werden. Der Zugriff auf die Daten kann z.B. über eine einfache Datenbank, einem OPC-Treiber oder einem Service geschehen. Da die KC-Hersteller immer weitere Schnittstellen für ihre KCs entwickeln, ist die MK so ausgelegt, dass neue Treiber nachträglich integriert werden können.

2.2 Bildverarbeitung

Die Erfassung und Extraktion von Pflanzenparametern ist ein wesentlicher Bestandteil des Projektes KliPa. Sie hat zum Ziel, die Entwicklung von gartenbaulichen Kulturen zu dokumentieren und zu visualisieren. Die Anpassung der Klimaparameter nimmt der Gärtner üblicherweise aufgrund subjektiver Eindrücke der Pflanzen manuell am KC vor.

Werden Pflanzenparameter hingegen objektiv erfasst, kann ein Vergleich zu anderen Kulturzeiträumen gezogen werden und eine Bewertung der Effizienz der Produktion erfolgen. Hier bieten Techniken der Bildverarbeitung besonders interessante Möglichkeiten. Wichtige Eigenschaften zum Bewerten der Pflanzen sind u.a. die Pflanzenhöhe, der Bedeckungsgrad und die Homogenität des Bestandes.

Zur Ermittlung eines Pflanzenparameters, der Höhe, werden zwei unterschiedliche Methoden untersucht. Zum einem wird ein stereoskopischer Ansatz verfolgt, bei dem zwei Kameras an festen, bekannten Positionen im Gewächshaus angebracht werden. Aus deren beiden Aufnahmen können mittels geeigneter Algorithmen der Bildverarbeitung 3D-Höheninformationen gewonnen werden. Zum anderen kommt eine Time-of-Flight Kamera (ToF) zum Einsatz, welche durch Abstandsmessung direkt 3D-Höheninformationen liefert. Da die ToF keinerlei Farbinformationen liefert ist sie nur im Parallelbetrieb zu einer anderen Kamera zu betreiben.

Bei der Ermittlung der Höhe einer Pflanze aus stereoskopischen Aufnahmen haben gerade die Randlinien von Blättern und Blüten eine hohe Informationsdichte. An diesen Stellen bestehen Diskontinuitäten im Tiefenbild. Mit diesen Diskontinuitäten haben stereoskopische Algorithmen, wie zum Beispiel der optische [MA00] und SIFT[LO04] Probleme, da diese üblicherweise Strukturen in kontinuierlichen Oberflächen voraussetzen.

Um die vielfältigen Informationen an den Rändern mit in die 3D-Auswertung einzubeziehen, wird ein eigener Algorithmus in Ergänzung zu den bestehenden Algorithmen entwickelt. Ein notwendiger Vorbereitungsschritt zur Auswertung der Stereoaufnahmen ist die Kalibrierung der beiden Kameras. Die Kalibrierung liefert einen geometrischen Bezug zwischen den beiden Kameras und entfernt durch die Optik verursachte Verzerrungen im Bild. Damit werden Verfälschungen der aus den Bildern ermittelten Messdaten vermieden. Ein heute gängiges Verfahren zur Kalibrierung ist das Verfahren nach Zhang [ZH00]. Mit den aus der Kalibrierung ermittelten Parametern werden die Bilder entzerrt und die beiden Kameras aufeinander ausgerichtet. Anschließend werden möglichst präzise Kanten in den Bildern ermittelt. Pflanzen bestehen aus Bestandteilen, welche zueinander eine ähnliche Helligkeit aufweisen, sich aber in der Farbe unterscheiden. Sinnvoll ist daher die Berechnung eines Gradienten, der die Farbinformationen berücksichtigt. Als stabile Lösung hat sich das Berechnen der Einzelgradienten für jede Farbe mit dem Sobel-Operator[BB06] herausgestellt, welche dann in der Polarkoordinatendarstellung zu einem Farbgradienten zusammengefasst werden.

2.3 Zusammenführung, Grafische Darstellung

Die Daten der KCs und der Bildverarbeitung werden in einer zentralen Datenbank auf einem Server gespeichert. Dieser Server beinhaltet, neben der Datenspeicherung, die Möglichkeit die Daten mit einer graphischen Weboberfläche (GUI) darzustellen und zu analysieren (Abb. 1). Der Nutzer kann jede Kombination von Klima und Pflanzenparameter miteinander verknüpft graphisch darstellen und ihm werden für jeden Zeitpunkt auch Bilddaten zur Verfügung gestellt.

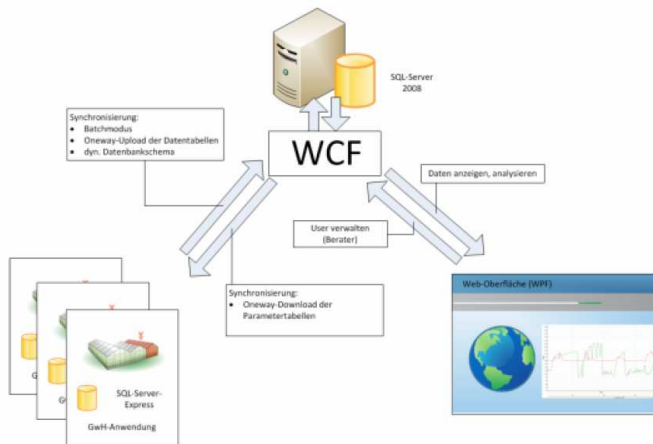


Abbildung 1: Komponenten innerhalb KliPa

Die GUI wird mit der deklarativen Benutzeroberflächensprache XAML der Windows Presentation Foundation (WPF) [HU08] entwickelt. In dieser GUI kann jeder Benutzer nach dem Login einen Überblick über seinen Betrieb inkl. Standorten (Gewächshausabteile) und Kulturen (Pflanzen) bekommen. Nach Auswahl von Standort und Kultur werden die dazugehörigen Daten selektiert und können in verschiedenen Graphen oder Tabellen mit Bezug zu den Bildern der Pflanzen ausgewertet werden. Die Daten der GwhA können mit dem globalen KliPa-Server synchronisiert werden. Dabei werden neue Tabellen, die auf Grund der Datenbankdynamik entstehen, in der Datenbank des globalen Servers angelegt. Die Architektur der Synchronisierung ist Service-orientiert. Der Server und die darauf laufende Datenbank werden mittels eines Windows Communication Foundation (WCF)-Services [KH09] [ZH09] entkoppelt.

Literaturverzeichnis

- [BE07] Bertram, A. et al.: Klimacomputer können mehr. Taspo-Magazin 7 (1) 2007, 28-30.
- [MA00] Mallot, Hanspeter A.: Sehen und die Verarbeitung visueller Informationen. S.I. :Vieweg, 2000.
- [LO04] Lowe, Dawin G.: Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. International Journal of Computer Vision, 60, 2 (2004), pp. 91-110.
- [BB06] Burger, W.; Burge, M. J.: Digitale Bildverarbeitung. Springer - X.media.press (2006).
- [ZH00] Zhang, Z.: A flexible new technique for camera calibration. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(11):1330-1334, 2000.
- [HS88] Harris, C. and Stephens, M.: A combined corner and edge detector. Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference. 1988, S. 147-151.
- [HU08] Huber, T.C.: Windows Presentation Foundation, Das umfassende Handbuch. Format-Galileo Computing, Bonn 2008.
- [KH09] Kotzi, J.; Hölzl, S: WCF Windows Communication Foundation. Addison-Wesley, München, 2009.
- [ZH09] Zhang, W.: A Service-Oriented Distributed Framework-WCF. IEEE-Paper, Shanghai, 2009.