



Softwarelösung für mobile Datenerfassungsgeräte

zur Erfassung und Verwaltung von Phänotypisierungsdaten
unter Verwendung von kontrolliertem Vokabular

Karin Köhl¹ und Jürgen Gremmels²

MPI für Molekulare Pflanzenphysiologie

¹Infrastrukturgruppe Pflanzenanbau ²Infrastrukturgruppe Bioinformatik

FDM-Workshop 21.03.2024



Pflanzenzüchter*innen und –wissenschaftler*innen benötigen:

Pflanzenbeschreibung (Phänotypisierung)

- Schnell und präzise
- Reproduzierbar und personenunabhängig
- Erschwinglich

Standardisierte Datenspeicherung für schnelle Analyse

- Kontrolliertes Vokabular

Lanzzeitsspeicherung der Daten

- Gesichert gegen Manipulation
- Gewährleistung der Urheberrechte

Was bedeutet Phänotypisierung?

Messung von Eigenschaften eines Organismus, die auf Interaktion zwischen Genom und Umwelt zurückgehen (Beispiele):

- Pflanzenhöhe
- Anzahl der Samen
- Krankheitsbefall
- Blütenfarbe
- Relativer Wassergehalt
- CO₂ - Fixierungsrate
- Prolinkonzentration

Beispiel:

Blattrosettendurchmesser



Beispiel:

Anthocyaningehalt



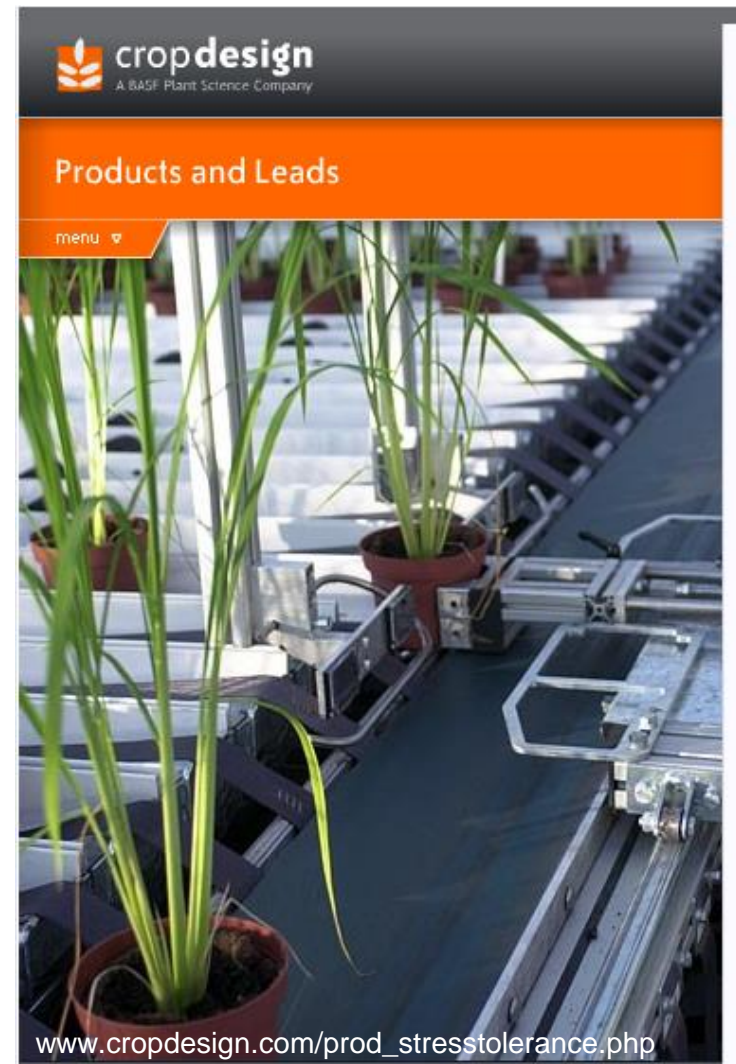


Die high-tech-Variante

Handelsübliche oder maßgeschneiderte automatische Phänotypisierungslösungen

- Zuchtbetriebe
- Forschungszentren: Canberra, Adelaide, Aberystwyth, Wageningen

Aber: Für die meisten Forschenden unerschwinglich

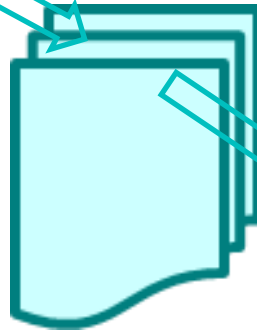




Statt dessen: „Phänotypisierung light“



Datenerfassung auf Papier (Feldbuch)

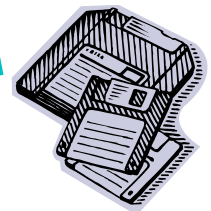


Manuelle Dateneingabe am Computer



Tippfehler?

kompatibel?
sicher?



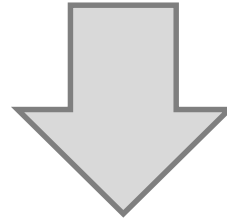
Hier muss eine Lösung her...



„Ein Werkzeug für einfache und schnelle Phänotypisierungen in den Pflanzenwissenschaften“

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Erste Testanwendung bei



„Verbesserung der **Trockentoleranz** von **Stärkekartoffelsorten** durch eine markergestützte Selektion in der Kartoffelzüchtung (TROST)“



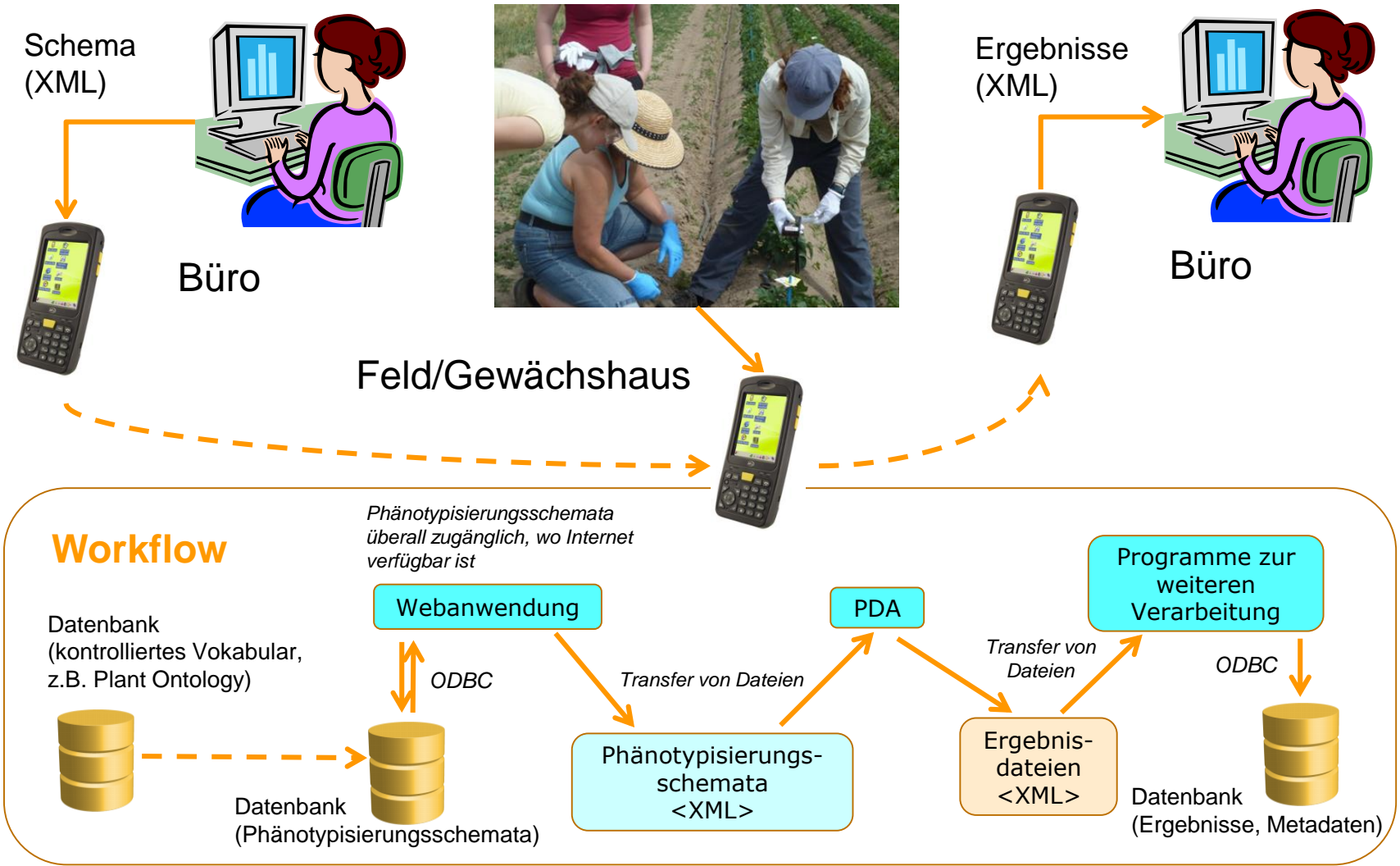
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Verbesserte Phänotypisierung light





Kontrolliertes Vokabular

- = “standardized, restricted set of defined terms designed to reduce ambiguity in describing a concept”.
- Berardini et al. 2004 Functional annotation of Arabidopsis Genome using controlled vocabularies. Plant Phys. 135
- Ontologies: defined terms and structured vocabularies to describe molecular function, biological process, and cellular component
- Gene ontology consortium (2001) Genome Res 11: 1425-1433

Rosette leaf
Rosette
rosette leaf
Leaf
Leav
Blatt
Blätter
Bl
Blaetter
Rosettenbl
Rosettenbl.
BL
Bl.

Term Name: (Include obsolete terms) Term ID: PO:0000014

rosette leaf

Additional Information:

definition	One of multiple leaves borne in a rosette - a group of leaves, generally borne at the base of the plant, that are separated by very short internodes.
preferred name	rosette leaf
Japanese synonym synonym	ロゼット葉 (Japanese) [NIG:Yukiko_Yamazaki]
Spanish synonym synonym	hoja en roseta (Spanish) [POC:Maria_Alejandra_Gandolfo]
comment	Arabidopsis, vegetative development is characterized by the production of the rosette leaves.
xref_analog	OBO_SF_PO:3205381
xref_definition	TAIR:Katica_llic

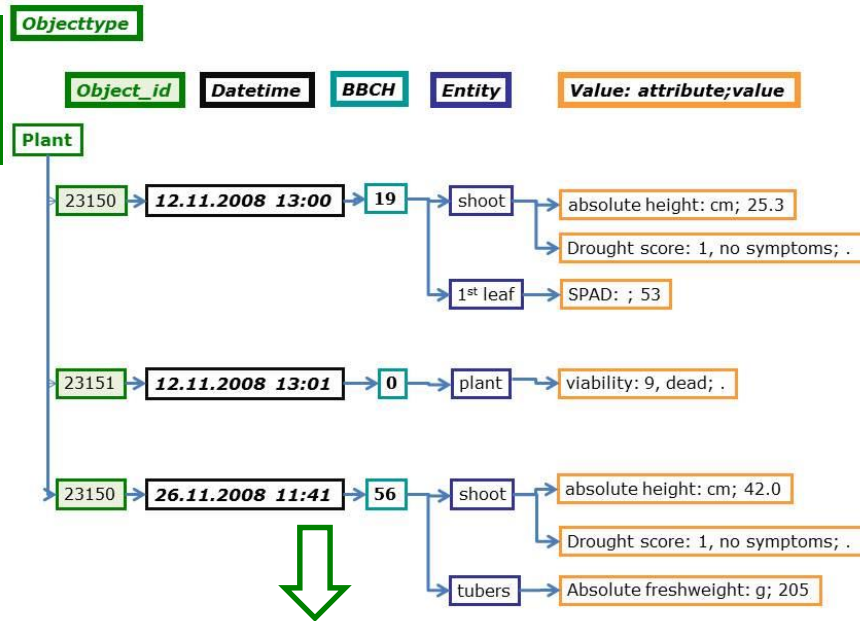
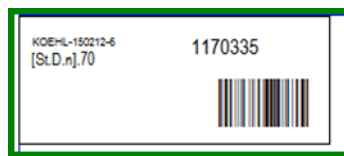
<http://www.ebi.ac.uk/ontology-lookup>



Entity-Value-Konzept

Planzen-ID
aus LIMS

Kontrolliertes Vokabular für
Entitäten (z.B. Organe) und Werte



Eine einzige Tabelle mit
sämtlichen gemessenen
Parametern

Attribut_E	value
absolute dry weight	kg
absolute dryweight	g DW
absolute freshweight	g
absolute freshweight	kg
absolute freshweight brutto	g
absolute length	cm
absolute number	number
absolute saturation weight	g
absolute tara weight	g
absolute width	cm



Phenotyping Scheme

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-16" standalone="no"?>
<TESTPROGRAM DESCRIPTION="" ID="26" NAME="araminimum" OBJECT="plant" OBJ
<PARAMETER ID="2" NAME_E="Rosette" NAME_D="rosette">
  <ATTRIBUTE ID="54" NAME_D="absolute Breite" NAME_E="absolute width" ORDER
    <VALUE NAME_D="cm" NAME_E="cm">
  </ATTRIBUTE>
  <VALUE_GROUP ID="10">
    <ATTRIBUTE ID="59" NAME_D="Anthocyanin" NAME_E="anthocyanin" ORDER_NU
      <VALUE NAME_D="sehr gering" NAME_E="very low"/>
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE ID="60" NAME_D="Anthocyanin" NAME_E="anthocyanin" ORDER_NU
      <VALUE NAME_D="niedrig" NAME_E="low"/>
  </VALUE_GROUP>
</PARAMETER>
</TESTPROGRAM>
```

Phänotypisierungsschema mit dem Namen *araminimum*:
Wir messen die *absolute Breite* der *Rosette* in *cm*.

Result File

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-16" standalone="yes"?>
<TESTPROGRAM ID="26" VERSION="20120516" NAME="araminimum" OBJ.
<TEST_OBJECT ID="1225802" TIMESTAMP="8/16/2012 2:53:18 AM" MUL
<PARAMETER ID="2" NAME_E="rosette" NAME_D="Rosette">
  <ATTRIBUTE ID="54" NAME_E="absolute width" NAME_D="absolute Br
    <VALUE NAME_E="cm" NAME_D="cm">5.4</VALUE>
  </ATTRIBUTE>
  <VALUE_GROUP ID="0">
    <ATTRIBUTE ID="59" NAME_E="Anthocyanin" NAME_D="Anthocyanin
      <VALUE NAME_E="very low" NAME_D="sehr gering">0</VALUE>
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE ID="60" NAME_E="Anthocyanin" NAME_D="Anthocyanin
      <VALUE NAME_E="low" NAME_D="niedrig">1</VALUE>
  </VALUE_GROUP>
</PARAMETER>
</TEST_OBJECT>
</TESTPROGRAM>
```

Ergebnis einer Messung mit dem Phänotypisierungsschema *araminimum*:
Die *Rosette* der Pflanze Nummer *1225802* hat die *absolute Breite 5.4 cm*. Messung durchgeführt am *2012-08-16*.



Entity-Value-Daten in einer Ergebnistabelle

XML Ergebnisdatei in ein Tabellenkalkulationsprogramm importiert

gemessen wurde der Stärkegehalt und das Frischgewicht von Kartoffelknollen

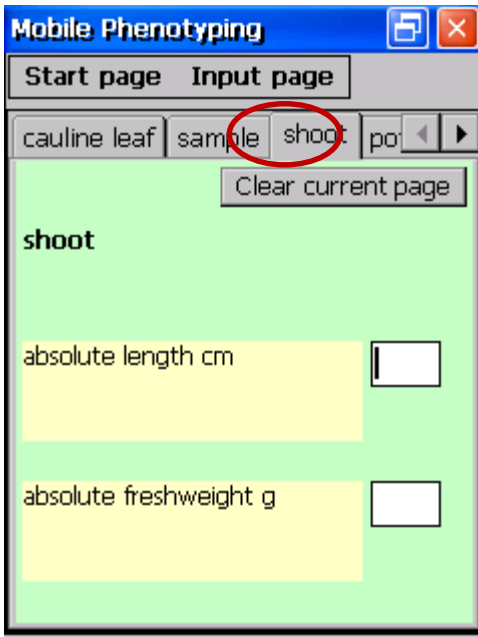
1209497	19.10.2012 07:43:16	tuber	starch content	126 g/kg
1209497	19.10.2012 07:43:16	tuber	absolute fresh weight	890 kg

	C	D	F	G	H	K	N	Q	R
1	NAME	OBJECT	DESCRIPTION	ID2	TIMESTAMP	NAME_E	NAME_E5	VALUE	NAME_E7
2	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209480	19.10.2012 07:38:33	tuber	starch content	136 g/kg	
3	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209480	19.10.2012 07:38:33	tuber	absolute fresh weight	800 kg	
4	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209485	19.10.2012 07:38:58	tuber	starch content	136 g/kg	
5	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209485	19.10.2012 07:38:58	tuber	absolute fresh weight	862 kg	
6	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209496	19.10.2012 07:39:23	tuber	starch content	136 g/kg	
7	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209496	19.10.2012 07:39:23	tuber	absolute fresh weight	896 kg	
8	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209497	19.10.2012 07:43:16	tuber	starch content	126 g/kg	
9	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209497	19.10.2012 07:43:16	tuber	absolute fresh weight	890 kg	
10	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209486	19.10.2012 07:43:37	tuber	starch content	126 g/kg	
11	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209486	19.10.2012 07:43:37	tuber	absolute fresh weight	966 kg	
12	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209491	19.10.2012 07:43:58	tuber	starch content	126 g/kg	
13	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209491	19.10.2012 07:43:58	tuber	absolute fresh weight	974 kg	
14	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209488	19.10.2012 07:49:16	tuber	starch content	107 g/kg	
15	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209488	19.10.2012 07:49:16	tuber	absolute fresh weight	1202 kg	
16	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209482	19.10.2012 07:49:58	tuber	starch content	107 g/kg	
17	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209482	19.10.2012 07:49:58	tuber	absolute fresh weight	1162 kg	
18	Potatoharvest	Kulturgefäß	Ernte aus einem Kulturgefäß mit 1 - 2 Pflanzen	1209492	19.10.2012 07:50:46	tuber	starch content	107 g/kg	

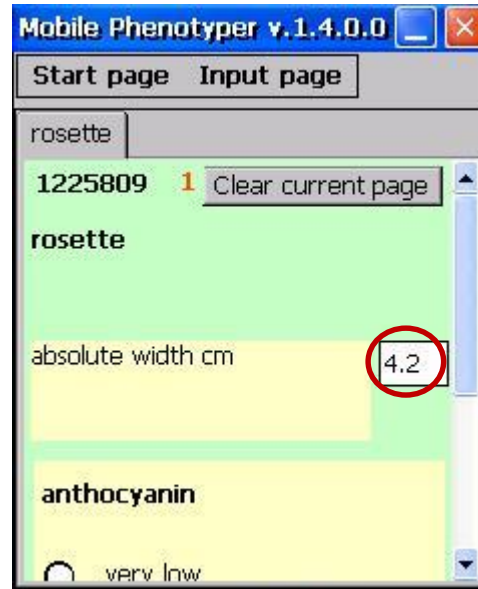
Grafische Benutzeroberfläche



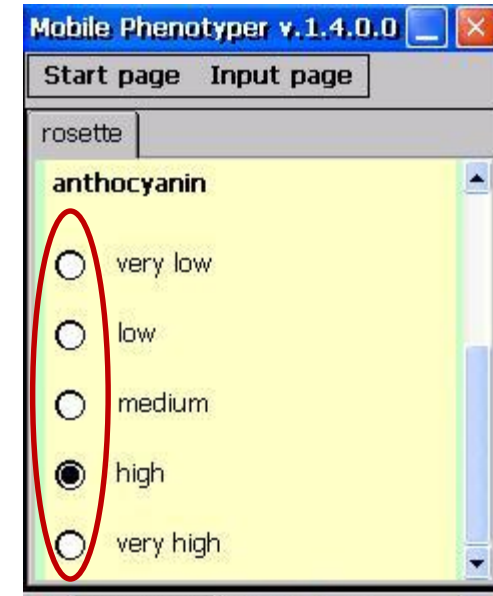
Objekt wählen



Numerische Werte:
eingeben



Kategorische Werte:
auswählen



Phänotypisierungsschemata erzeugen



Manage phenotyping schemes

Karin Koehl English Deutsch [Go to administration page.](#)

Test program name: **araminimum** Version: 20120516

Object: plant Test object type: (undefined) Description:

Entity	Parameter and value	Order number	
rosette	absolute width cm	1	<input type="button" value="delete"/>
rosette	anthocyanin very low	2	<input type="button" value="delete"/>
rosette	anthocyanin low	3	<input type="button" value="delete"/>
rosette	anthocyanin medium	4	<input type="button" value="delete"/>
rosette	anthocyanin high	5	<input type="button" value="delete"/>
rosette	anthocyanin very high	6	<input type="button" value="delete"/>

 Project: (no project selected)

numerischer Wert

Mobile Phenotyper v.1.4.0.0

Start page Input page

rosette

1225809

rosette

absolute width cm

anthocyanin

very low

kategorischer Wert

Mobile Phenotyper v.1.4.0.0

Start page Input page

rosette

anthocyanin

very low

low

medium

high

very high

Kontrolliertes Vokabular verwalten (1)




Neue Objekte und Attribute eingeben

TPC Administration Page

Entities | Attributes and Values | Projects

Attribute and value: anthocyanin medium [Update] [New]

Attribute (EN)	anthocyanin
Attribute (DE)	Anthocyanin
Value (EN)	medium
Value (DE)	medium



copyright: Karin Koehl

[Upload image]

[Back to main page]

Hochladen von Bildern für
Parameter/Wert-Kombinationen

TPC Administration Page

Entities | Attributes and Values | Projects

Entity: cotyledon [Update] [New]

Entity	cotyledon
Entity (DE)	Keimblaetter
PO-Id	PO:0020030
Definition	"A leaf or leaves formed at the first node of a sporophyte." [APWeb:Glossary, GR:pj]

[Ontology Lookup Service](#)

[Back to main page]

Link zum Suchformular des Ontology-Lookup-Service

Kontrolliertes Vokabular verwalten (2)



Verknüpfung von Objekten mit einem Projekt ermöglicht es, den Umfang der Auswahllisten zu reduzieren

TPC Administration Page

The screenshot shows the 'TPC Administration Page' with the 'Projects' tab selected. The 'Project' field is set to 'dummy'. The 'Other entities' list includes: cotyledon epidermis, cotyledon primordium, cotyledon vascular system, cover, crown root, Culture, cultured callus, cultured cell, cultured embryo, cultured leaf cell, cultured protoplast, cultured root cell, cuticle, degenerate megaspore, and dehiscent fruit. The 'Entities in project' list contains: adult leaf. The 'Other values' list includes: absolute dry weight kg, absolute dryweight brutto g, absolute freshweight kg, absolute freshweight g, absolute freshweight brutto g, absolute number number, absolute saturation weight g, absolute tara weight g, Alternaria 1 none, Alternaria 2, Alternaria 3 few small lesions on old leaves, Alternaria 4, Alternaria 5 lesions on all old leaves, Alternaria 6, and Alternaria 9 lesions on all young leaves. The 'Values in project' list contains: absolute freshweight mg, absolute dryweight g DW, absolute length cm, and absolute width cm. A 'Back to main page' button is located at the bottom.

Die Sache mit dem Betriebssystem...



Anforderungen an Hardware:

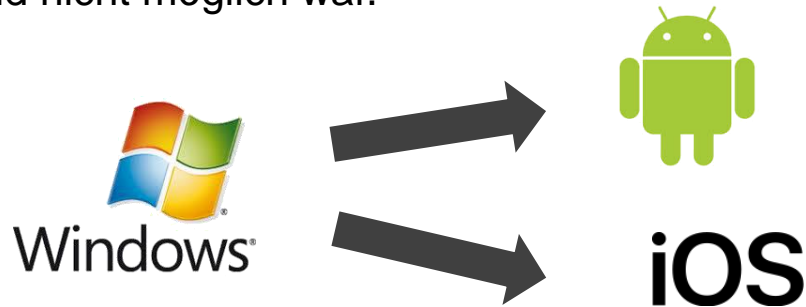
- mechanisch robust
 - beständig gegen Feuchtigkeit (Einsatz im Gewächshaus und im Freien)
 - leistungsfähiger Barcode-Scanner
- Als die Entscheidung für den Gerätetyp anstand (Anfang 2012), wurden diese Anforderungen nur durch sog. Personal Digital Assistents (PDA) erfüllt.
- Diese PDAs waren ganz überwiegend mit Windows-Betriebssystemen ausgestattet (Windows mobile, Windows CE), Android war so gut wie nicht vertreten.

Leider stellte sich bereits gegen Ende des Projekts (Ende 2014) heraus, dass Windows CE zumindest in der Version für mobile Geräte nicht mehr weiter unterstützt werden würde.

Plan: Neuimplementierung mit Android (+ iOS?)



- Die vorhandenen Geräte werden zunehmend reparaturbedürftig.
- Inzwischen stehen robuste Smartphones mit leistungsfähigem Scanner zur Verfügung.
- Es stellte sich jedoch heraus, dass eine einfache Portierung der Software nach Android nicht möglich war.



- Als Übergangslösung wurde eine nicht konfigurierbare Version mit Android programmiert.
- Es ist aber geplant, die voll konfigurierbare Software mit einem modernen Design mit Android neu zu programmieren. Idealerweise zusätzlich auch mit iOS.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Kontakt:

Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie

Jürgen Gremmels

Am Mühlenberg 1

14476 Potsdam OT Golm

www.mpimp-golm.mpg.de