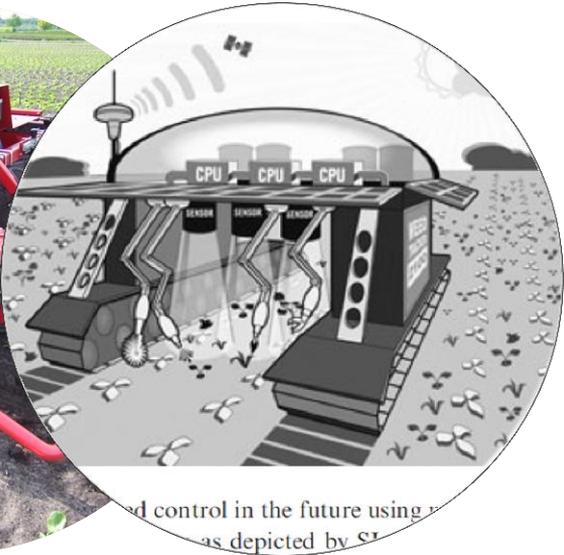


Mechanische Unkrautbekämpfung in NW Europa

Entwicklungen in NW Europa u. ihre praktische Umsetzung

8.12.2016

Hilfred Huiting



Einteilung Vortrag

- Mechanische Unkrautbekämpfung
 - Was beobachten, wie durchführen
- Entwicklungen der mechanischen Bekämpfung letztes Jahrzehnt
 - GPS, Pflanzerkennung, Robotisierung
- Chemisch oder/und mechanisch
 - Marktfrage, Gesetzgebung, Gesellschaft

Unkrautbekämpfung in Kulturen

- Falsches Saatbett
- Striegeln
- Hacken
 - Fingerhacke
 - Torsionhacke
 - Selectivhacke



Erfolgsfaktoren

- Prevention: Gründungsresten, Nachwuchs
- Gleichmäßiges und ebenes Saatbett
- Oberflächliche Bearbeitung reduziert Saatkeimung:
nie tiefer bearbeiten als erste Bearbeitung
- Bearbeitung bei trock(n)enen Witterbedingungen
maximiert die Wirkung
- Je größerer Anteil bearbeitet wird, desto weniger
Unkräuter bleiben übrig

**“Fehler machen
ist Erfahrung
machen!”**

**“Übung macht
der Meister!”**

Falsches Saatbett

- Verwertbar in fast allen Kulturen, Voraussetzung ist die Keimung
- Unzureichende Wirkung unter 10°C
- Jede Maschine für die Saatbeetbereitung schafft es (Striegeln inbegriffen)
- Auch anwendbar zwischen Aussaat und Auflauf



Falsches Saatbett – Bearbeitungstiefe



Falsches Saatbett – zwei Beispiele

- Untersuchungen an Mais
- Untersuchungen an Eissalat



Falsches Saatbett

■ Wann welche Unkräuter bekämpfen?

Unkraut	EPPO	März	April	Mai	Juni
Hühnerhirse	ECHCG			X	X
Gemeiner Hohlzahn	GAETE	X	X		
Klettenlabkraut	GALAP		X	X	
Kleine Brennessel	URTUR		X		
Kreuzkraut	SENVU			X	X
Weisser Gänsefuss	CHEAL		X	X	
Vogelmiere	STEME	X	X	X	X
Floh-Knöterich	POLPE		X	X	
Vogel-Knöterich	POLAV	X	X		
Winden-Knöterich	POLCO			X	
Schwarzer Nachtschatten	SOLNI			X	X

Falsches Saatbett Mais

(% mehr/weniger Unkräuter nach Bearbeitung)

Unkraut	Jahr	# /m ²	Späte Aussaat	F.S. frühe Aussaat	F.S. späte Aussaat
Gemeine Hühnehirse	'96	3.8	+260	+400	+150
	'97	150.0	+68	-78	-82
Weisser Gänsefuss	'96	15.0	+40	-45	-49
	'97	22.7	-30	-81	-92
Vogelmiere	'96	13.5	+2	-28	-39
	'97	53.3	+2	-86	-99
Floh-Knöterich	'97	69.3	+2	-33	-50
1-jähriges Rispengras	'96	18.3	-57	-43	-27
	'99	10.0	-77	-30	-57
Schwarzer Nachtschatten	'96	6.0	-12	-50	-100
	'99	233.3	+104	-31	-70

Nachts arbeiten statt falsches Saatbett

- Licht induziert Keimung vieler Unkrautarten → Arbeitsgang in der Dunkelheit
- Verhinderung der Keimung durch abdecken der Maschine?



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research

Falsches Saatbett Eissalat

Unkrautkeimung und -biomasse

Falsches Saatbett?	% gekeimt		% Reduktion Biomassa	
	1999	2000	1999	2000
Kein (Saatbettbereitung mit Kreiselegge)	100 (28)	100 (53)	0	0
Kreiselegge	56	40	74	46
Kreiselegge abgedeckt	26	27	82	56
Hacken	26	47	78	-74
Hacken abgedeckt	-	29	-	-45
Chemisch, Glyphosat	31	32	-50	-59
Kein, Kreiselegge abgedeckt beim Saatbett	-	37	-	57

Falsches Saatbett - Bemerkungen

- Früh im Frühling nicht effektiv
 - Keimung Unkräuter sehr eingeschränkt
 - Risiko Verschlämmung
- Richtige Länge falsches Saatbett abhängig von Unkrautarten und Keimungszeiten
- Nachher so flach wie möglich arbeiten, um weiterer Keimung vorzubeugen



Unkrautbekämpfung in Kulturen

- Falsches Saatbett
- Striegeln
- Hacken
 - Fingerhacke
 - Torsionhacke
 - Selectivhacke



Striegeln - ganzflächig

- Ganzflächige Bearbeitung also Kulturpflanze wird auch berührt
- (Sehr) effektiv gegen keimende Unkräuter
- Anwendung
 - Vor dem Auflauf
 - Nach wurzeln



Unkrautbekämpfung in Kulturen

- Falsches Saatbett
- Striegeln
- Hacken
 - Fingerhacke
 - Torsionhacke
 - Selectivhacke



Hacken – zwischen Reihen



Je breiter die Messer...

- Jedes cm dichter auf die Reihe gleicht möglichen Geschwindigkeitsverlust aus, durch Reduktion späterer Bearbeitungen
- Klare "Sicht" auf Messer unentbehrlich
 - Frontanbau oder Zwischenachsanbau
 - Oder Lenksystem
- Reihenabstand: sehr gering ist möglich
- Vielartige Anwendungsmöglichkeiten
 - Konfigurationen und Kombinationen



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research

Beispiele von "Hack"Geräten



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research

Einteilung Vortrag

- Mechanische Unkrautbekämpfung
 - Was beobachten, wie durchführen
- Entwicklungen der mechanischen Bekämpfung letztes Jahrzehnt
 - GPS, Pflanzerkennung, Robotisierung
- Chemisch oder/und mechanisch
 - Marktfrage, Gesetzgebung, Gesellschaft

Lenksystem anwenden? Ja bitte!

- Weniger anstrengend → weniger Fehler
 - **Bearbeitung dichter an der Reihe**
 - Weniger Ehrfahrung des Fahrers
- Wie lenken?
 - Mechanisch, optisch, GPS, ...

Mechanisch: Rosko

- Pflanzenreihe lenkt Maschine
- Kostengünstiges System
- Entwickelt für den Mais, erfolgreich, auch für andere Kulturen geeignet



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research

Optische Systeme

- Kamera braucht freie Sicht
 - Manche Marken frontanbau oder Sicht neben Schlepper (Robocrop, Eco-Dan)
 - Auto-pilot hat vertikale Kamera



Garford Robocrop Lenkesystem im Arbeit

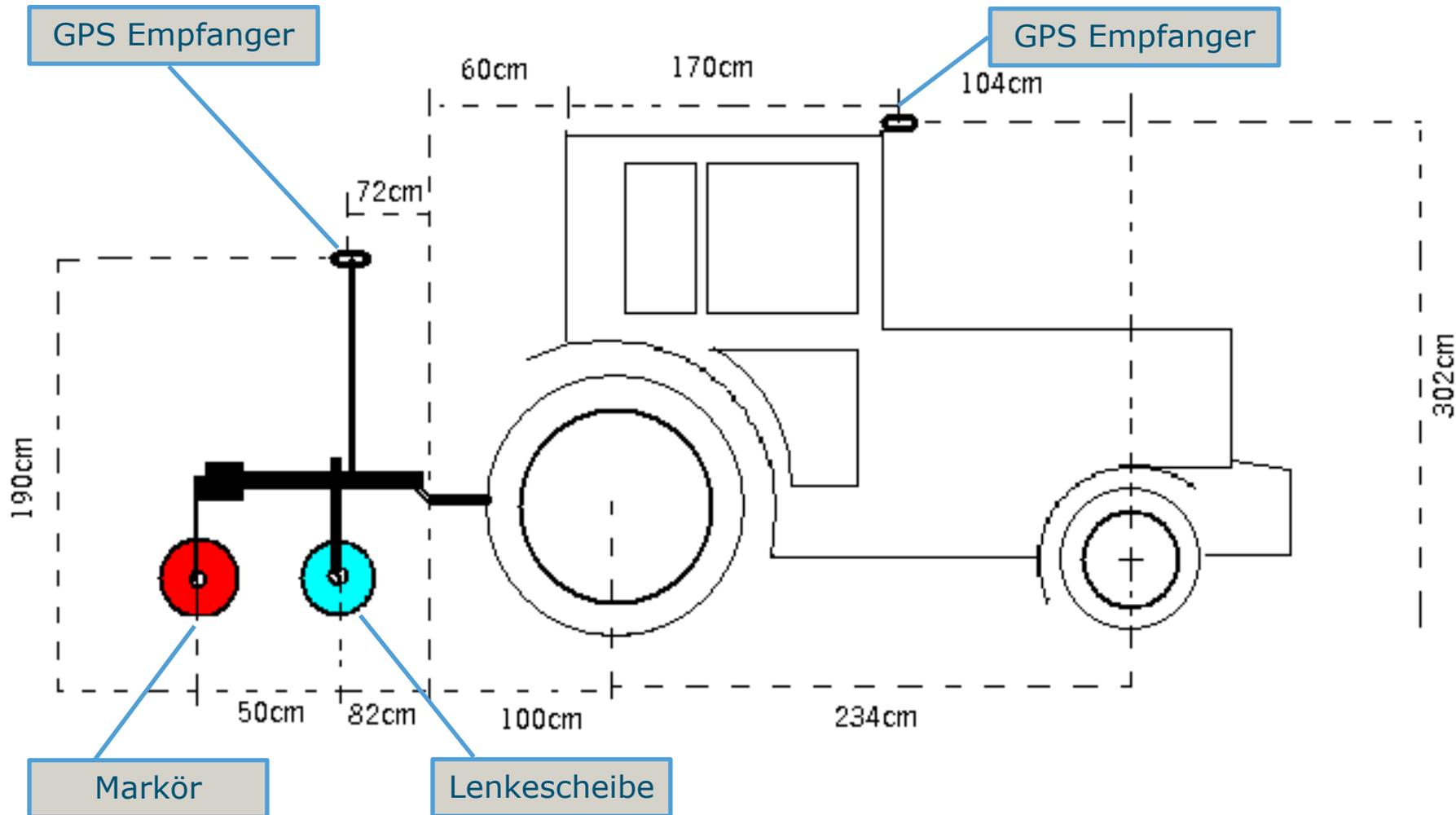


Quelle: Novaxi Garford

GPS Systeme

- GPS sieht nichts, rechnet nur!
- Exakt bis zu 2 cm; Marke- und Konfigurationsabhängig
 - Ohne oder mit RTK-Vermessung
 - Typ Vermessungssignal
- Vorteile:
 - Reduziert Reihenabstand Messer bis +/- 2 cm
 - Funktioniert wie andere Lenksysteme
- Nachteile:
 - Kosten, Expertise

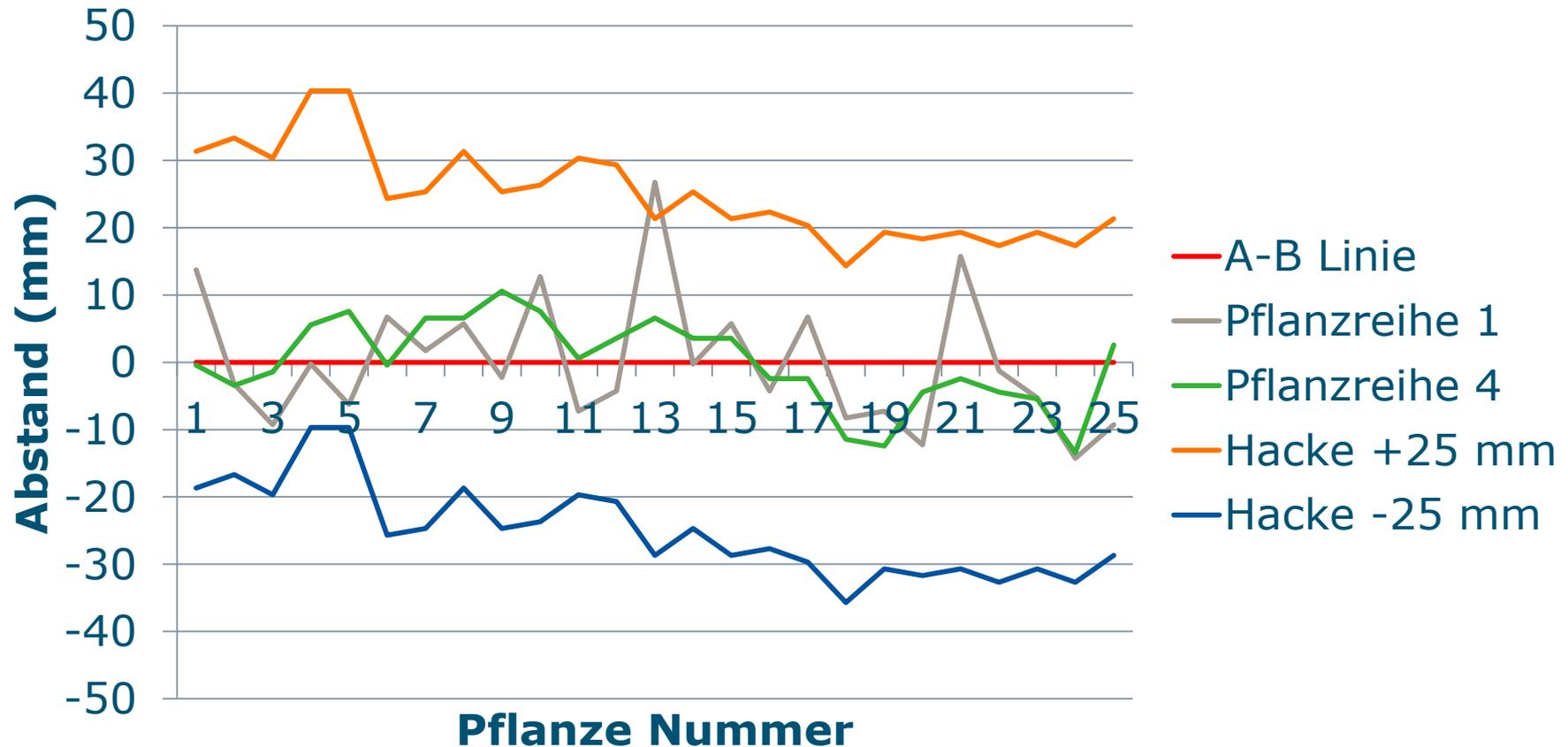
Versuche Genauigkeit GPS 2008 - Schema



Wie es aussah



Versuch Abweichung RTK-GPS (2008)



“Ein holpriger Pfad”



Vergleich Lenkesysteme

Abstand zu A-B Linie (mm)

Geschwindigkeit	4 km/h			8 km/h		
Lenksystem	Schlepper + Seitenschieber	Nur Schlepper	Schlepper + Scheibe	Schlepper + Seitenschieber	Nur Schlepper	Schlepper + Scheibe
Egal	21	27	18	21	30	19
Holprig	26	35	29	32	58	31

Schlussfolgerungen RTK-Versuche 2008

- Kombination Aussaat und Hacken mit RTK-Vermessung erfolgreich
 - Pflanzverluste niedrig
 - Bei 50 Reihenabstand bessere Unkrautbekämpfung mit 45 cm Messerlänge als mit 40 cm Messerlänge
- Aber:
 - Dopples Lenkesystem (Schlepper und Maschine) nötig
 - Erfahrener Fahrer benötigt bei diese kleine Margen
- Unebenes Feld Ursache Probleme

Diskussion Lenkesysteme bei Hacken

- Einfach oder fortschrittlich?
 - Mechanisch wie Rosko: einfach und kostengünstig
 - Kameralenkung: aktuell, real-time, extra Ausgabe
 - GPS: RTK-vermessung mit zuverlässiges Signal entscheidend, einfach integrierbar mit anderen Applikationen
- Aussaat und Hacken mit RTK-GPS kann unbearbeitete Fläche zurückbringen zu 2 cm von der Reihe (4 cm total)

Unkrautbekämpfung in Kulturen

- Falsches Saatbett
- Striegeln
- Hacken
 - In der Reihe
 - Fingerhacke
 - Torsionhacke
 - Selectivhacke



Unkrautbekämpfung in der Reihe; Strategie?

- Manuell?



Quelle: |Cinco Resources, Inc.

Unkrautbekämpfung in der Reihe; Strategie?

- Manuell?
- Torsions- und Fingerhacke; altmodisch?



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research

Unkrautbekämpfung in der Reihe; Strategie?

- Manuell?
- Torsions- und Fingerhacke; altmodisch?
- Druckluft
- Hightechmaschinen

Pneumat

- Entwickelt von Fachhochschule Südwestfalen
- Druckluft hinten Hackmesser
- Luftdruck etwa 5 bar



Unkrautbekämpfung in der Reihe; Strategie?

- Manuell?
- Torsions- und Fingerhacke; altmodisch?
- Druckluft
- Hightechmaschinen

Hightechnacke in der Reihe

- Unterschied Kulturpflanzen und Unkräuter
 - Sensoren
 - Kameras
- Welche Aktion?
 - Hacke - hydraulisch
 - Hacke - pneumatisch
 - Abflammen
 - Wasserstrahlschneiden?
 - ...

Pflanzenerkennung

■ Sensoren

- Einfache Technik: Akustisch, Licht
- "Pflanzenerkennung" sieht jede Unterbrechung des Signals

■ Kameras

- Fortgeschrittener Technik
 - Echte Erkennung – Farbe, Form
- Grossere Unkräuter kein Problem
- Teurer



Quelle: Wageningen Research



Quelle: Wageningen Research

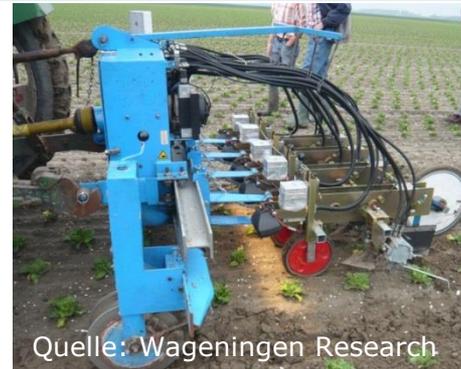
Welche Maschinen "schaffen das"?

■ Heute zur Verfügung:

- Garford Robocrop Inrow
- Poulsen Robovator
- Steketee IC-Cultivator
- Ferrari Remoweed

■ Entwicklungen

- Radis / Radis 2.0
- Poulsen abflammgerät in der Reihe
- Robotisierung



Robovator erster Einsatz im Schnittlauch



Quelle: Wageningen Research

Poulsen Prototyp Abflammgerät



Quelle: F. Poulsen Engineering

Robotik

- Ist in vollem Gange!
- Grossere oder kleinere Maschinen?



Wo sind wir geblieben?

- Mechanische Unkrautbekämpfung
 - Was beobachten, wie durchführen
- Entwicklungen der mechanischen Bekämpfung letztes Jahrzehnt
 - GPS, Pflanzerkennung, Robotisierung
- Chemisch oder/und mechanisch?
 - Marktfrage, Gesetzgebung, Gesellschaft

Anwendung mechanischer Techniken

- Anwendung mechanische Techniken
 - Ökologische Landwirtschaft: optimalen Reduktion manuelle Arbeitseinsatz
 - Gemüsebau: Beschränkungen chemische Alternative
- Zukunft im Ackerbau?
 - Herbiziden ausreichend?
 - Resistenzentwicklung
 - Die Meinung der Gesellschaft...

Perennierende Unkräuter

- Schwierig zu bekämpfen
 - Zähe Arten → Erschöpfungsstrategie
 - Langen Atem nötig (oder...)
- Ursache (NL)
 - Betriebsflächen nehmen zu → Probleme fallen weniger ins Auge
 - Weniger Herbiziden zur Verfügung / Unkräuter weniger sensitiv

Versuche perenierende Unkräutern

- Zwei Feldversuche gezielt auf:
 - Phänologie
 - Chemische Bekämpfung
 - Mechanische Bekämpfung
- Pflanzung im Frühling 2009
- Keine Gewächse
- Versuche in 2010 und 2011



Untersuchte Arten

- Ackerkratzdistel (AKD)
- Waldkresse (WKR)
- Ackergänsedistel (WGD)
- Uferzaunwinde (UZW)
- Ackerschachtelhalm (ASH)
- Huflattich (HLT)
- Quecke (QEK)
- Grindampfer (GRA)
- Landwasserknöterich (LWK)

Anwendung von mechanischen Maßnahmen

■ Mechanisch

- Messer

- "Hacketiefe"

- 15 cm Tief

- "Rod weeder"

- Eisenstab etwa 6 cm Tief, hinten Kultivator



■ Chemisch

- Jeden Art 3 Strategien



Ergebnisse 2010 chemisch 1

1 = nicht effektiv	1
2 = einigermaßen	2
3 = mässig	3
4 = mässig – gut	4
5 = ausgezeichnet	5

	Unkraut	Herbizid	Datum Anw. 1	Datum Anw. 2	Wirkung Kleiboden	Wirkung Sandboden
AKD	Ackerkratzdistel	Lontrel + AS500	28-5	-	5	5
AKK	Waldkresse	Antikiek + glyfosat	18-5	-	3	3
AMD	Ackergänsedistel	Lontrel + AS500	23-6	20-7	5	5
HAW	Uferzaunwinde	RoundUp + Elasto	28-5	20-7	2	2
HEM	Ackerschachtelhalm	MCPA	28-5	-	4	2
KWE	Quecke	Titus + AS500	18-5	20-7	1	2
MAD	Schweinsrübe	RoundUp + Elasto	23-6	-	Nicht geprüft	1
MNT	Ackerminze	2,4 D + Hasten	23-6	-	Nicht geprüft	2
RIZ	Grindampfer	RoundUp + Elasto	28-5	20-7	5	2
HOB	Huflattich	Mega 2,4-D	28-5	20-7	3	Nicht geprüft
VEW	Landwasserknöterich	Artus	28-5	20-7	5	3

Ergebnisse 2010 chemisch 2

1 = nicht effektiv	1
2 = einigermaßen	2
3 = mässig	3
4 = mässig – gut	4
5 = ausgezeichnet	5

Unkr	Unkraut	Herbizid	Datum Anw. 1	Datum Anw. 2	Wirkung Kleiboden	Wirkung Sandboden
AKD	Ackerkratzdistel	MCPA + Hasten	4-6	-	5	4
AKK	Waldkresse	MCPA + Hasten	4-6	-	1	3
AMD	Ackergänsedistel	MCPA + Hasten	4-6	20-7	5	5
HAW	Uferzaunwinde	MCPA + Hasten	4-6	20-7	5	5
HEM	Ackerschachtelhalm	MCPA + Hasten	4-6	20-7	3	3
KWE	Quecke	Aramo	18-5	20-7	2	2
MAD	Schweinsrübe	MCPA + Hasten	4-6	20-7	Nicht geprüft	2
MNT	Ackerminze	MCPA + Hasten	4-6	20-7	Nicht geprüft	4
RIZ	Grindampfer	MCPA + Hasten	4-6	20-7	5	1
HOB	Huflattich	MCPA + Hasten	4-6	20-7	1	Nicht geprüft
VEW	Landwasserknöterich	MCPA + Hasten	4-6	20-7	2	4

Ergebnisse 2010 chemisch 3

1 = nicht effektiv	1
2 = einigermaßen	2
3 = mässig	3
4 = mässig – gut	4
5 = ausgezeichnet	5

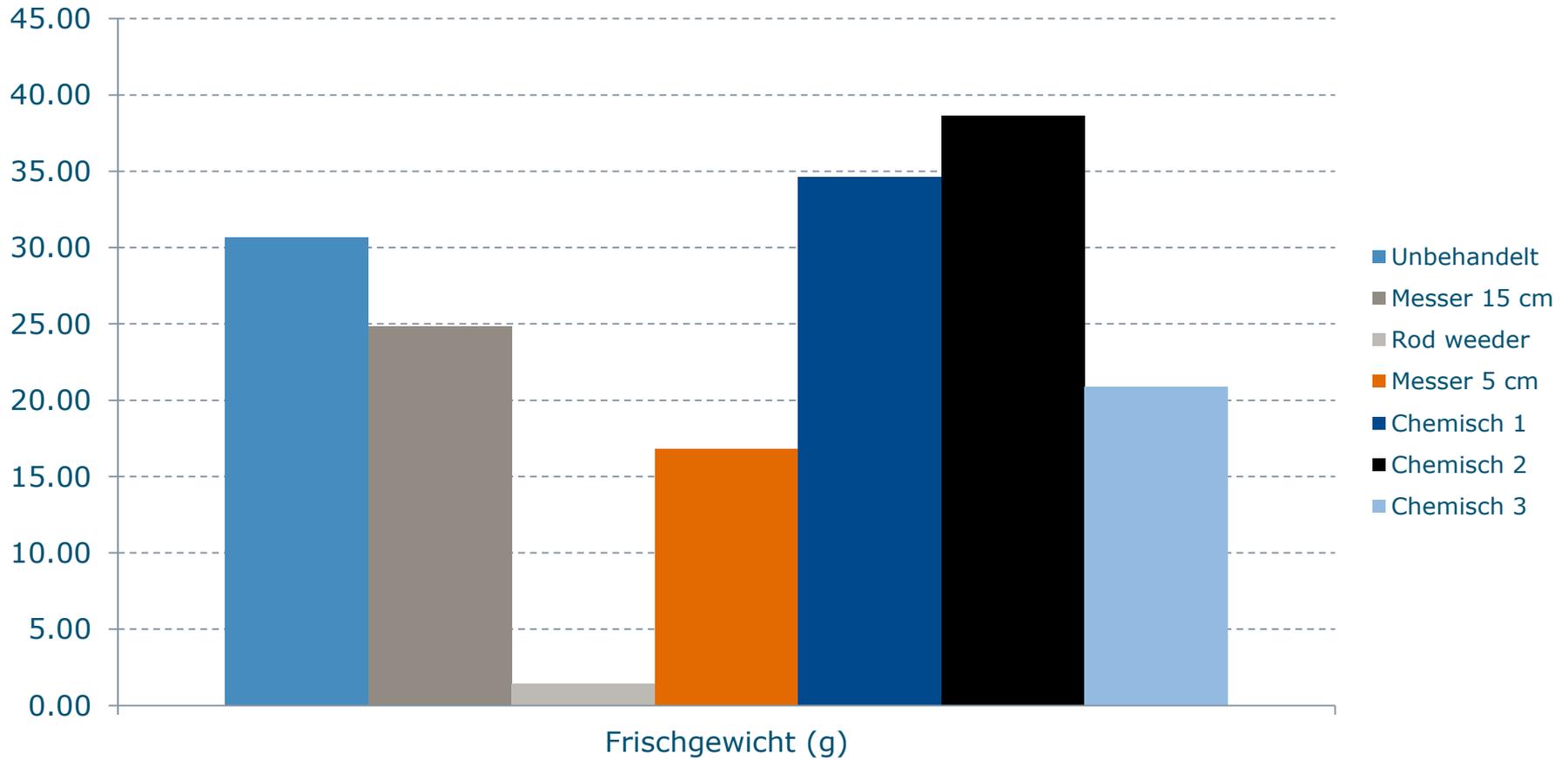
Unkr	Unkraut	Herbizid	Datum Anw. 1	Datum Anw. 2	Wirkung Kleiboden	Wirkung Sandboden
AKD	Ackerkratzdistel	RoundUp + Elasto	4-6		5	5
AKK	Waldkresse	RoundUp + Elasto	4-6		2	2
AMD	Ackergänsedistel	RoundUp + Elasto	4-6		5	3
HAW	Uferzaunwinde	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	5	4
HEM	Ackerschachtelhalm	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	1	1
KWE	Quecke	RoundUp + Elasto	4-6		5	4
MAD	Schweinsrübe	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	Nicht geprüft	4
MNT	Ackerminze	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	Nicht geprüft	4
RIZ	Grindampfer	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	5	4
HOB	Huflattich	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	4	Nicht geprüft
VEW	Landwasserknöterich	RoundUp + Elasto	4-6	20-7	5	5

Einsatz rod weeder

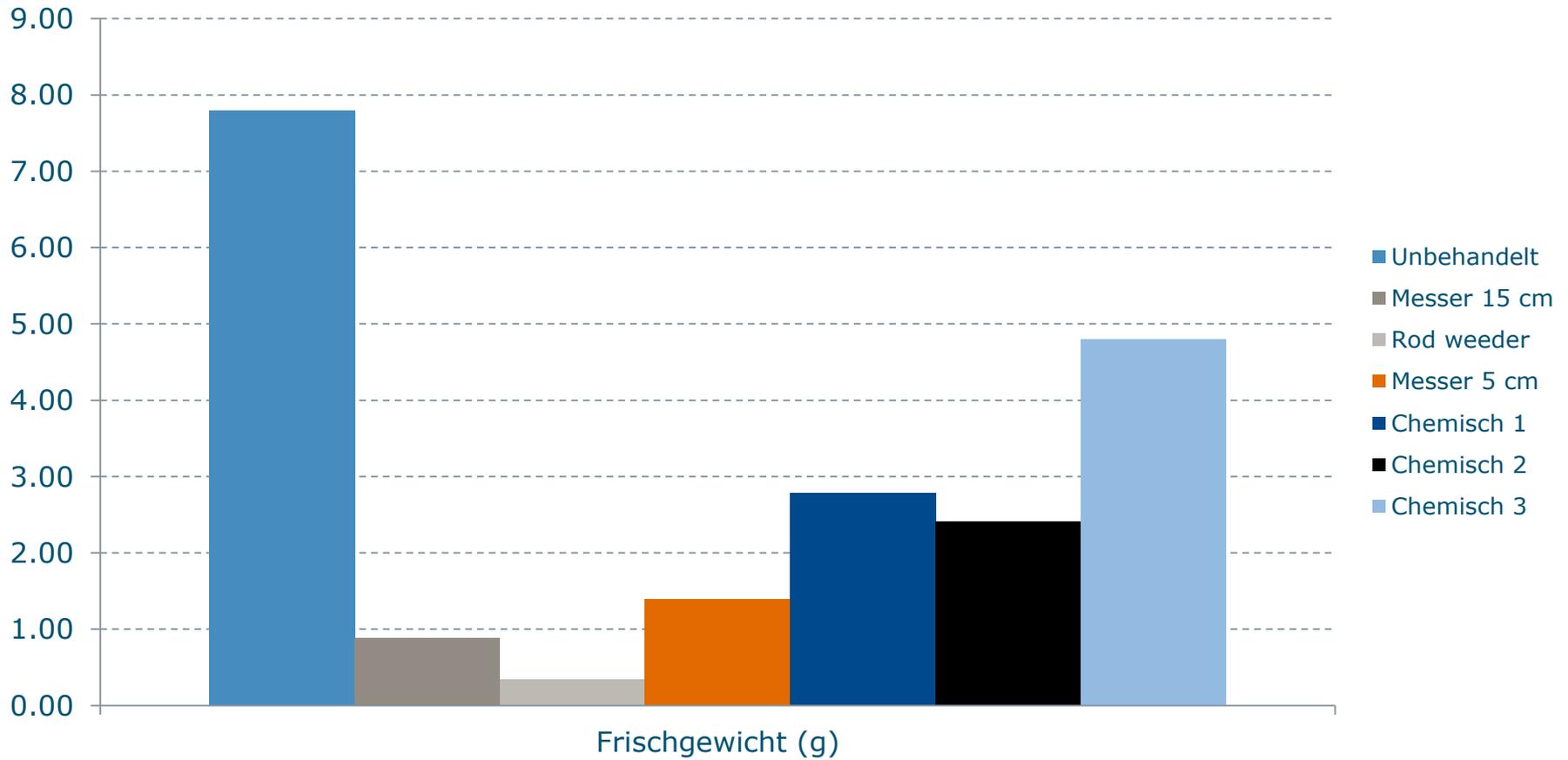


Quelle: Wageningen Research

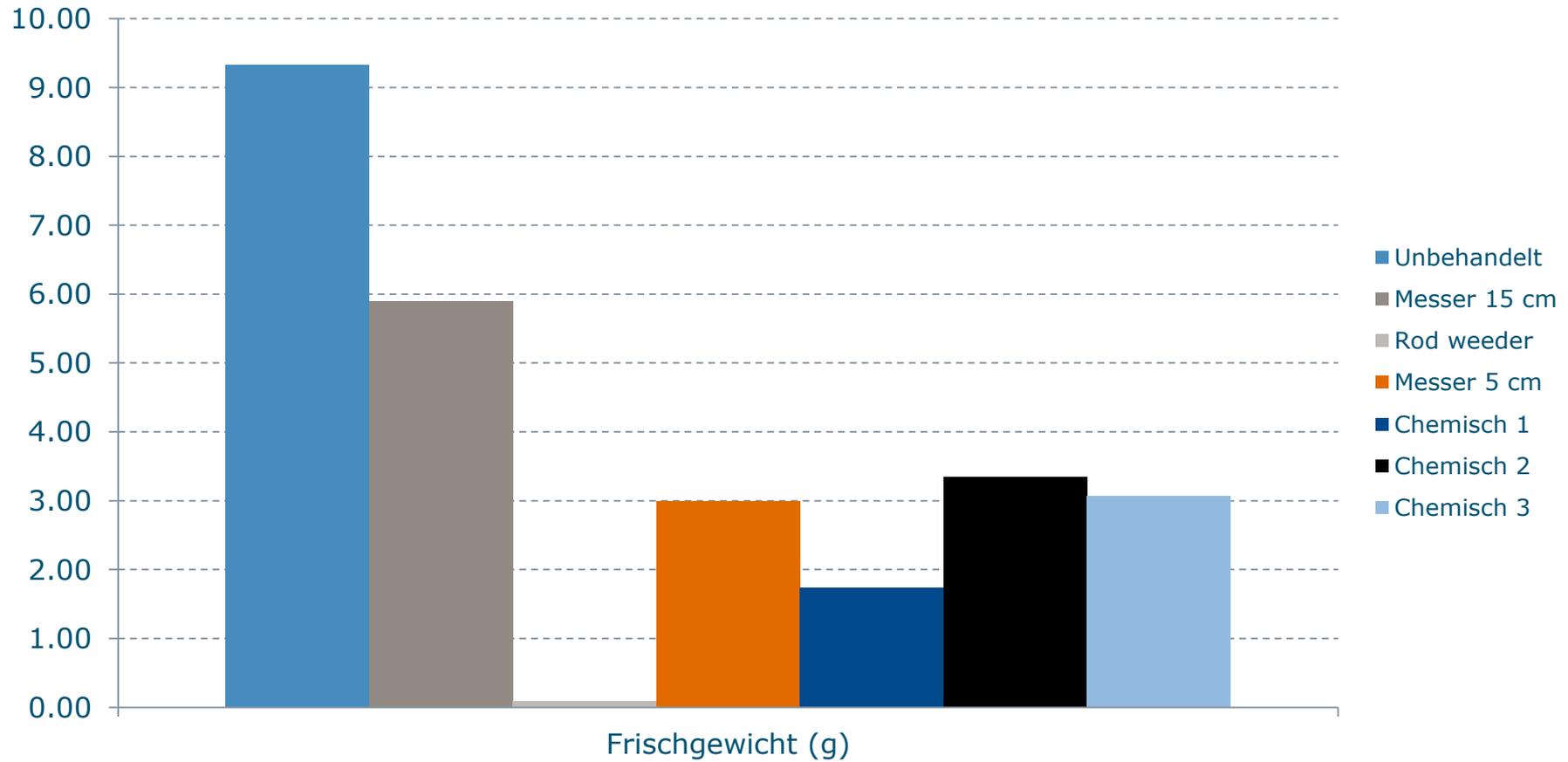
Wurzelmasse Frühling Quecke



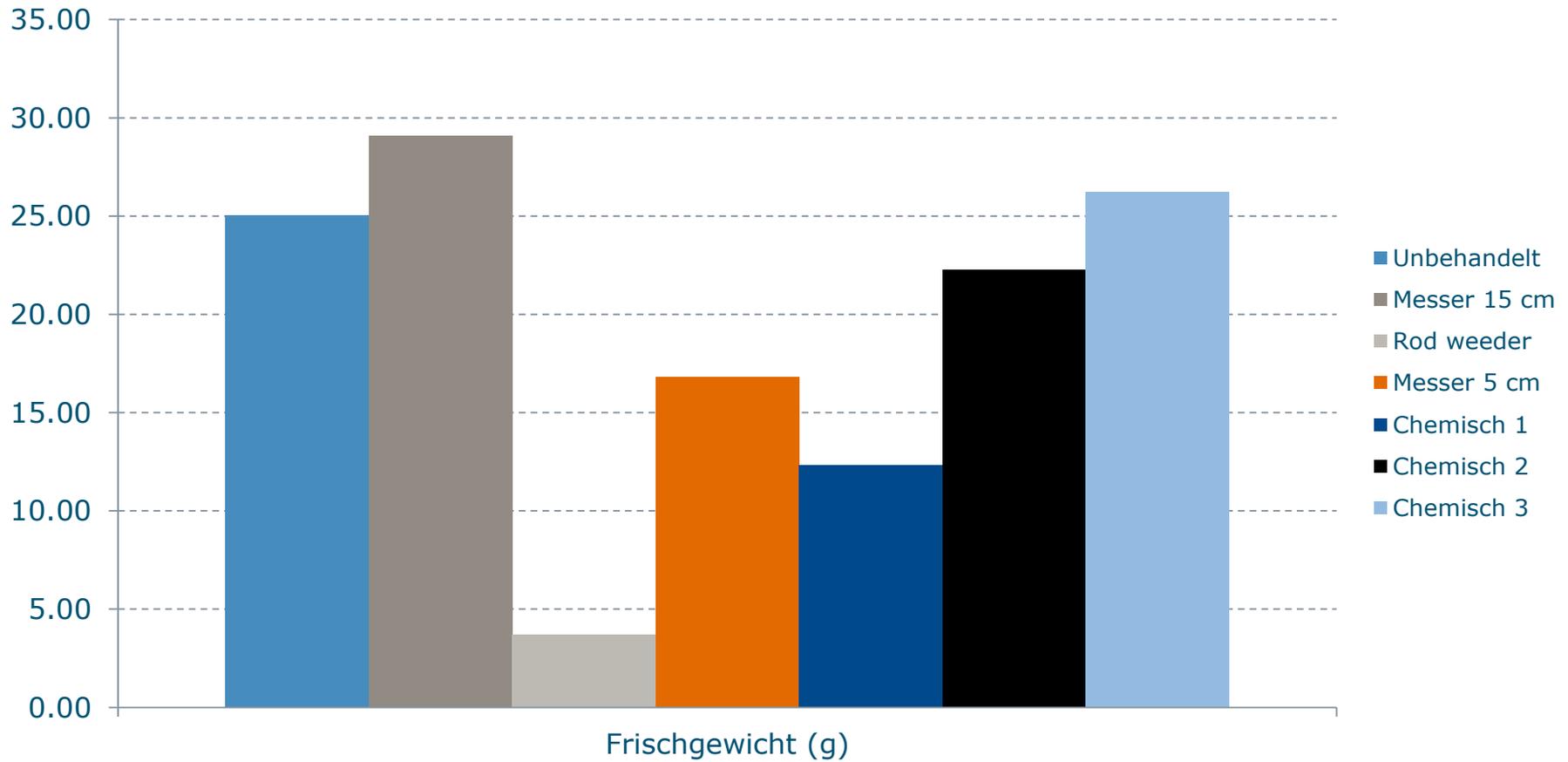
Wurzelmasse Frühling Ackerschachtelhalm



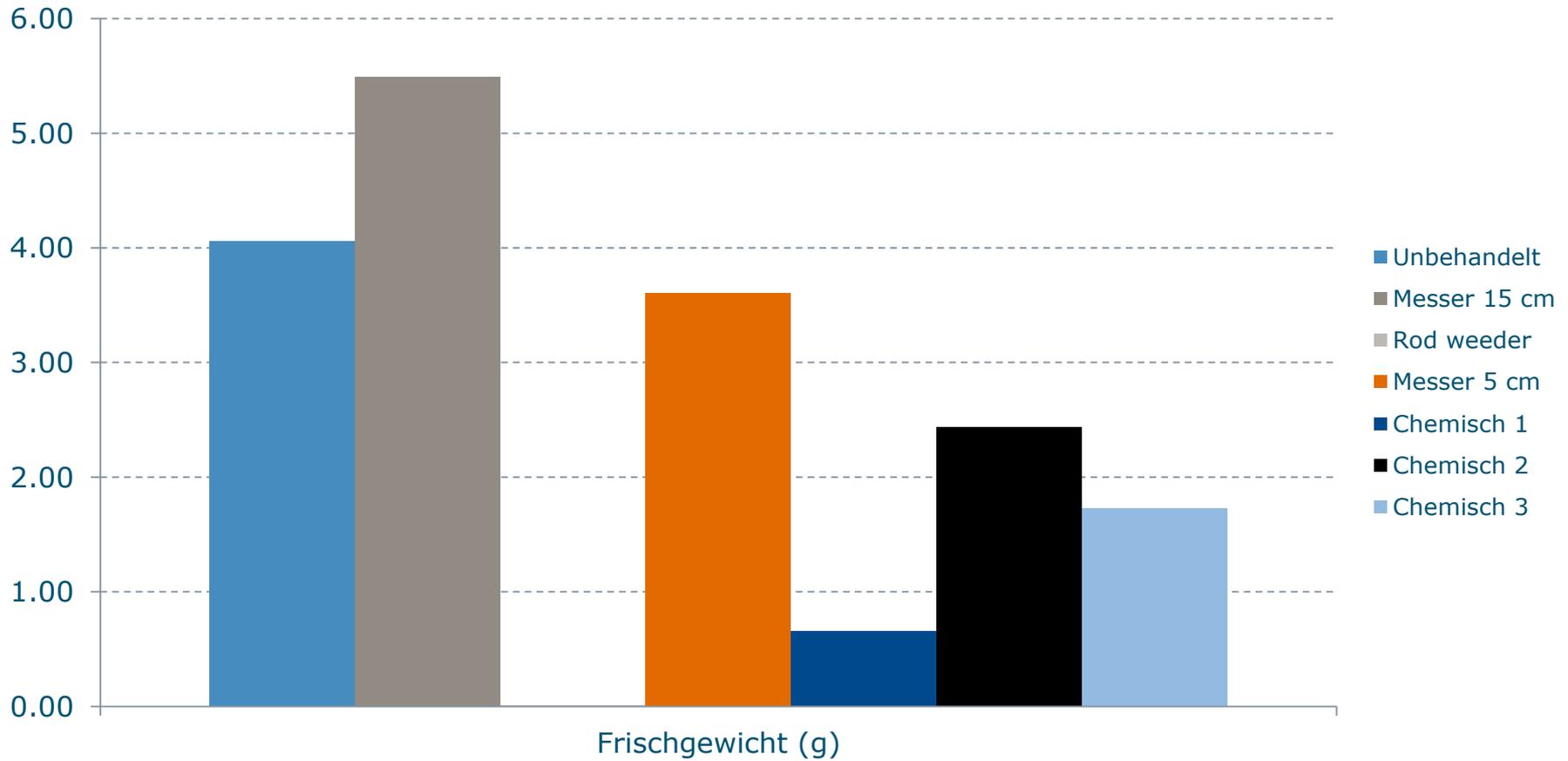
Wurzelmasse Frühling Ackerkratzdistel



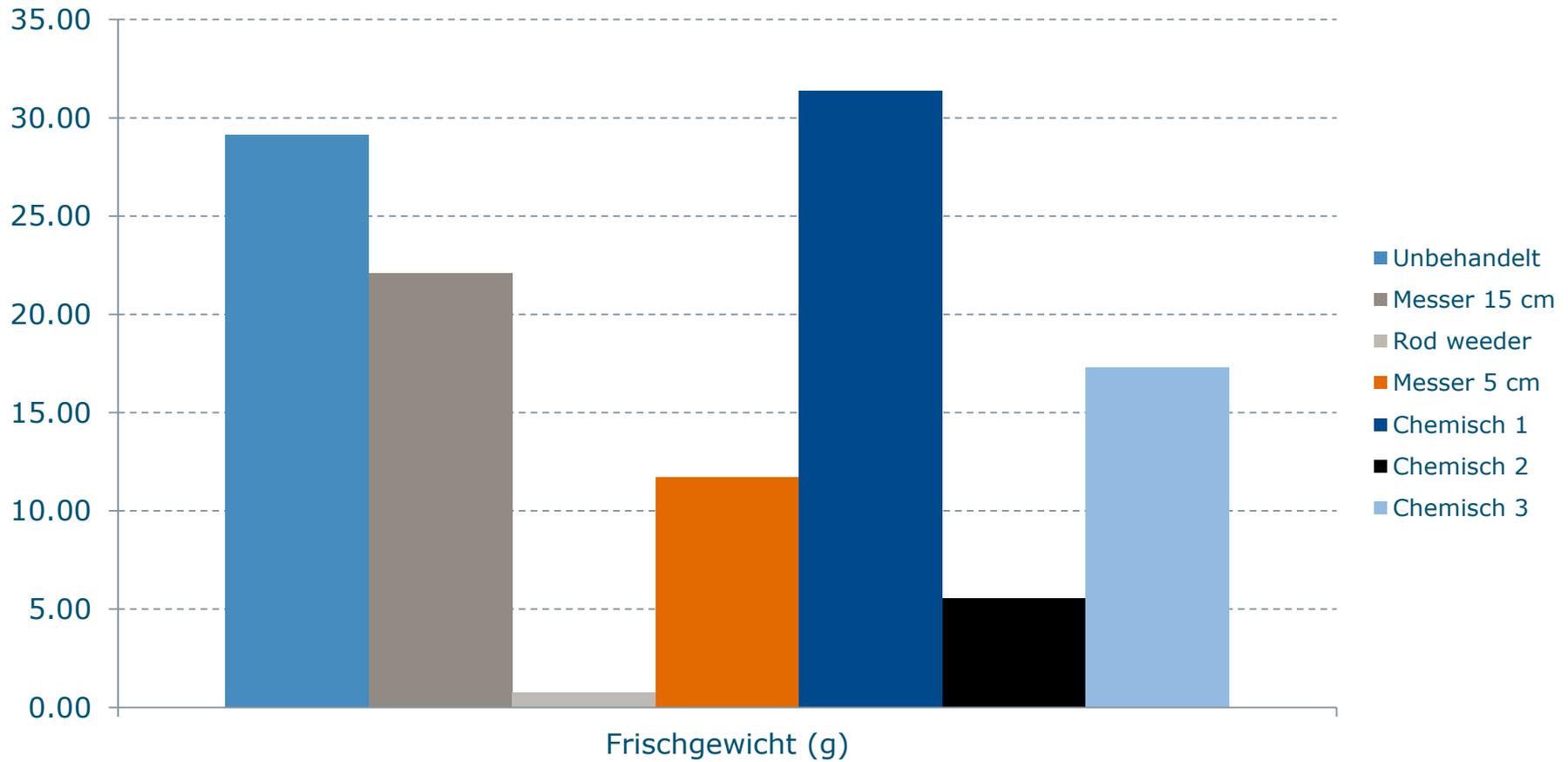
Wurzelmasse Frühling Waldkresse



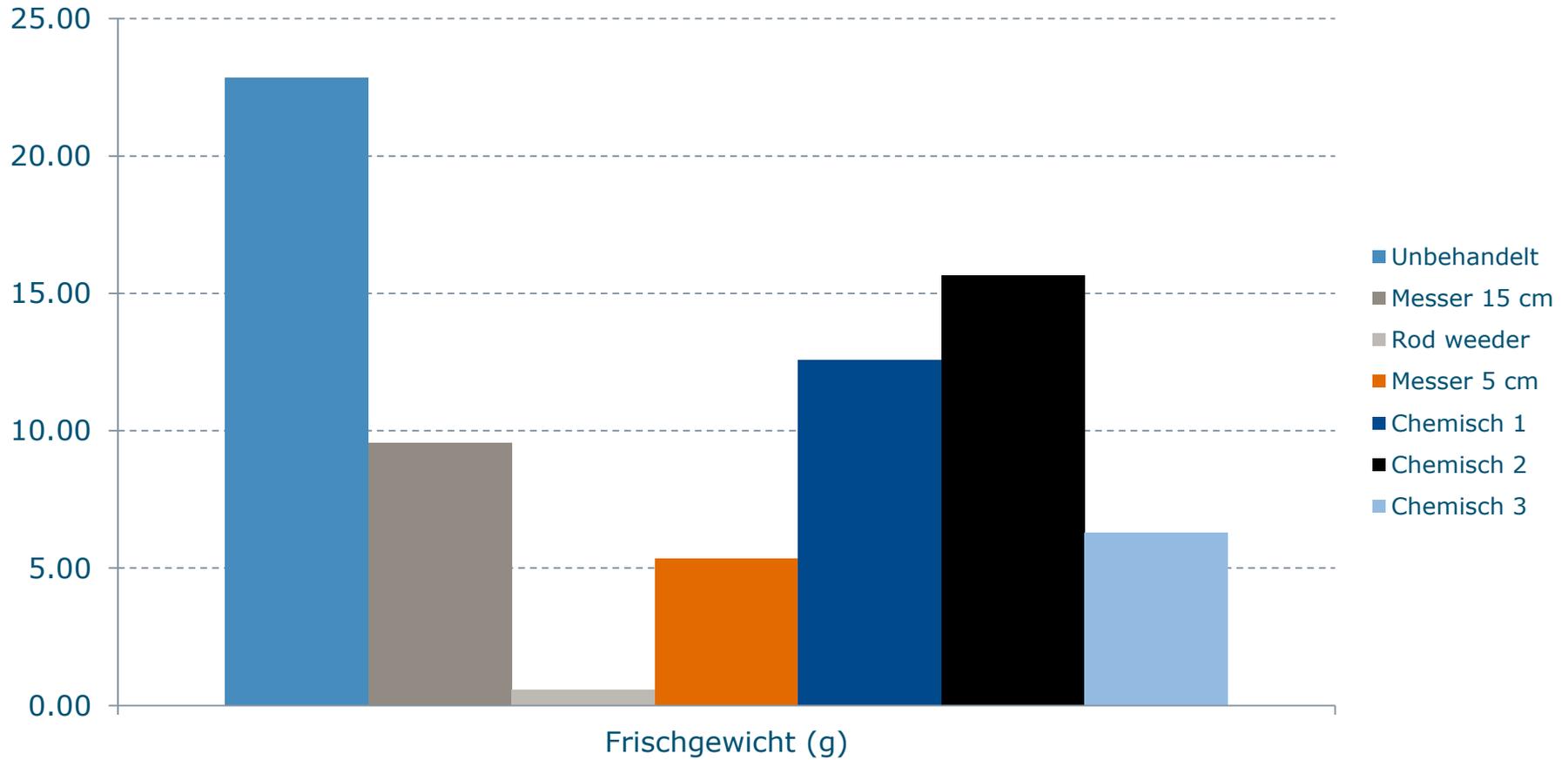
Wurzelmasse Frühling Ackergänsedistel



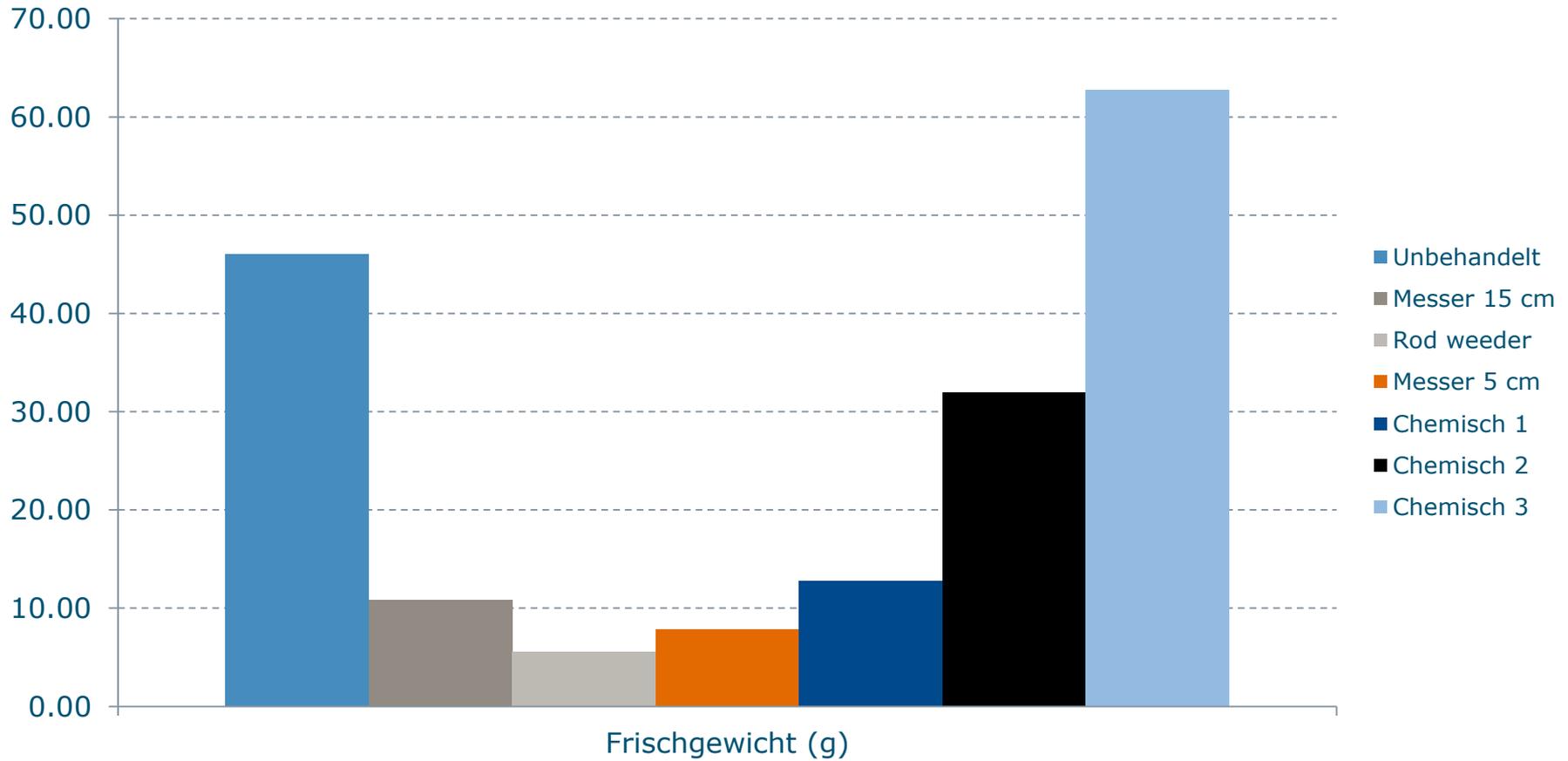
Wurzelmasse Frühling Uferzaunwinde



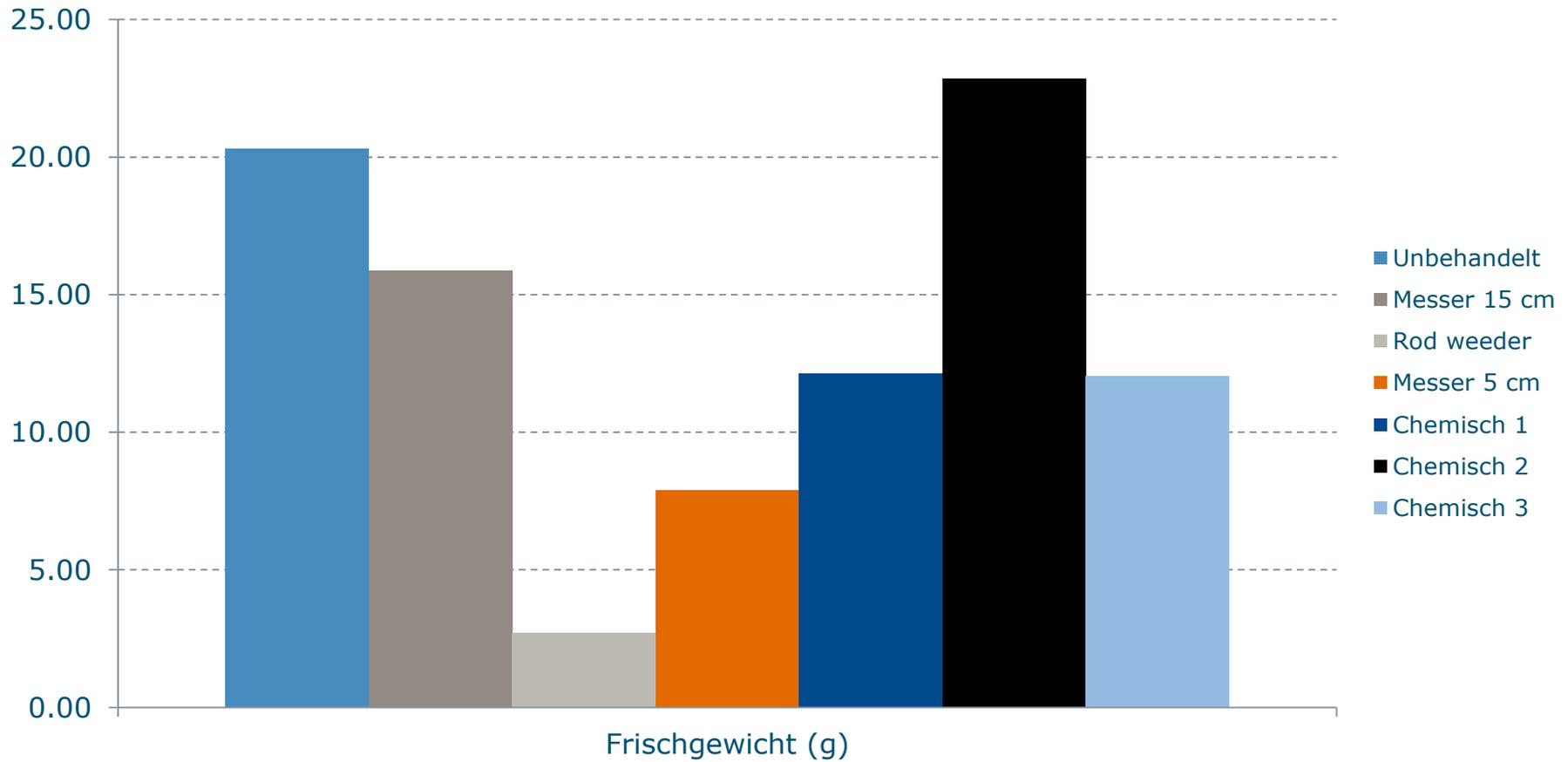
Wurzelmasse Frühling Hufblattich



Wurzelmasse Frühling Grindampfer



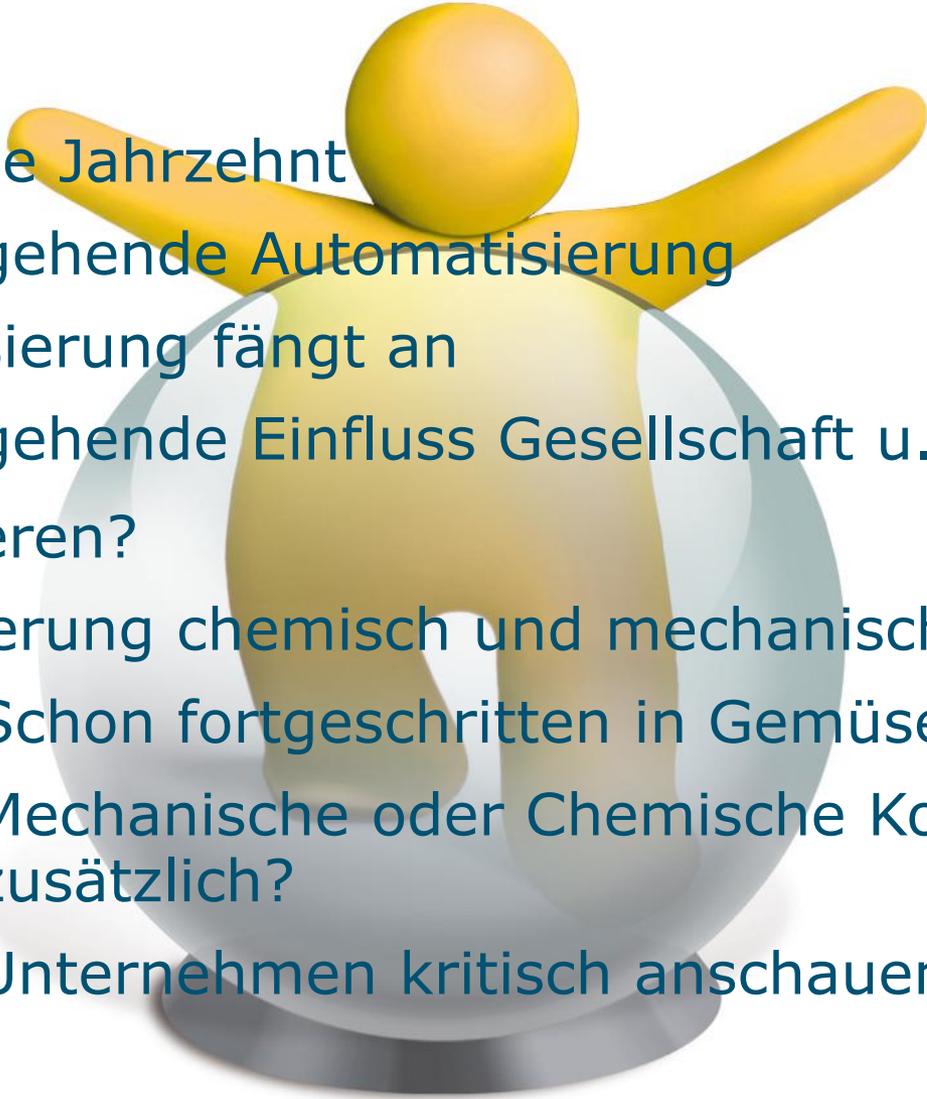
Wurzelmasse Früh. Landwasserknöterich



Ergebnisse mehrjährigen Unkräutern

- Ausreichende Bekämpfung fordert gezielte Strategie
- Bekämpfung in Kulturen (statt während Brache) reicht meistens aus
- Wirkung von Herbiziden unterirdisch oft unzureichend
- Integration mechanische Bekämpfung in Kulturen herausfordernd
 - Vor der Aussaat?
 - Nach der Ernte?
 - Wie hineinpassen?

Was wird die Zukunft?

- 
- Ankommende Jahrzehnt
 - Weitergehende Automatisierung
 - Robotisierung fängt an
 - Weitergehende Einfluss Gesellschaft u. Gesetzgebung
 - Wie antizipieren?
 - Integrierung chemisch und mechanisch
 - Schon fortgeschritten in Gemüsebau
 - Mechanische oder Chemische Komponent zusätzlich?
 - Unternehmen kritisch anschauen

Bekämpfung – wo Zyklus durchbrechen?

