



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Auswirkung von Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf Kohlendioxidemissionen

**Andreas KLIK, Gerlinde TRÜMPER und
Undrakh-Od BAATAR**

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft

Symposium „Mulch- und Direktsaat 2010“

LFS Hollabrunn
11. August 2010



Größte Bedrohungen für den Boden (COM, 2002)

- 1) Bodenerosion durch Wind und Wasser
- 2) Rückgang der organischen Substanz
- 3) Bodenkontamination (lokal und diffus)
- 4) Versiegelung
- 5) Bodenverdichtung
- 6) Rückgang der Biodiversität
- 7) Versalzung
- 8) Überflutungen und Muren

Bodenerosion stellt einen natürlichen Prozess dar, welcher durch menschliche Aktivitäten verstärkt wird und nahezu alle Bodenfunktionen beeinträchtigt

Rd. 16% der Gesamtfläche Europas ist von Bodenerosion bedroht

Bodenerosion $> 2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ übersteigt Bodenneubildungsrate (OECD, 2001)
=> irreversibler Prozess (*van-Camp et al., 2004*)

Größte Bedrohungen für den Boden (COM, 2002)

- 1) Bodenerosion durch Wind und Wasser
- 2) **Rückgang der organischen Substanz**
- 3) Bodenkontamination (lokal und diffus)
- 4) Versiegelung
- 5) Bodenverdichtung
- 6) Rückgang der Biodiversität
- 7) Versalzung
- 8) Überflutungen und Muren

1 Tonne Boden enthält:

20 kg organischen Kohlenstoff

2 kg Stickstoff

0,7 kg Phosphor

**1mm erodierter Boden =
= 10 m³ pro Hektar ~ 12 Tonnen pro Hektar**

Bodenerosion stellt einen natürlichen Prozess dar, welcher durch menschliche Aktivitäten verstärkt wird und nahezu alle Bodenfunktionen beeinträchtigt

Rd. 16% der Gesamtfläche Europas ist von Bodenerosion bedroht

Bodenerosion > 2,5 t.ha⁻¹.a⁻¹ übersteigt Bodenneubildungsrate (OECD, 2001)
=> irreversibler Prozess (*van-Camp et al., 2004*)



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt





Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Ursachen für den Rückgang der OS

Klima:

OS zersetzt sich bei höheren Temperaturen schneller

Boden:

Böden mit feiner Textur enthalten i.d.R. höhere Gehalte an OS als Böden mit grober Textur -> bessere Speicherfähigkeit für Wasser und Nährstoffe

Grobkörnige Böden sind besser durchlüftet -> höherer Sauerstoffgehalt bewirkt schnellere Zersetzung der OS

Bodenhydrologie:

Hoher Wassergehalt -> weniger Sauerstoff -> langsamerer Abbau der OS

Bodennutzung und -bearbeitung:

Durch Bodenbearbeitung gelangt O₂ in Boden und durchschnittliche Bodentemperatur steigt an -> höhere Zerfallsgeschwindigkeit der OS.

Erosion -> Abschwemmung von OS

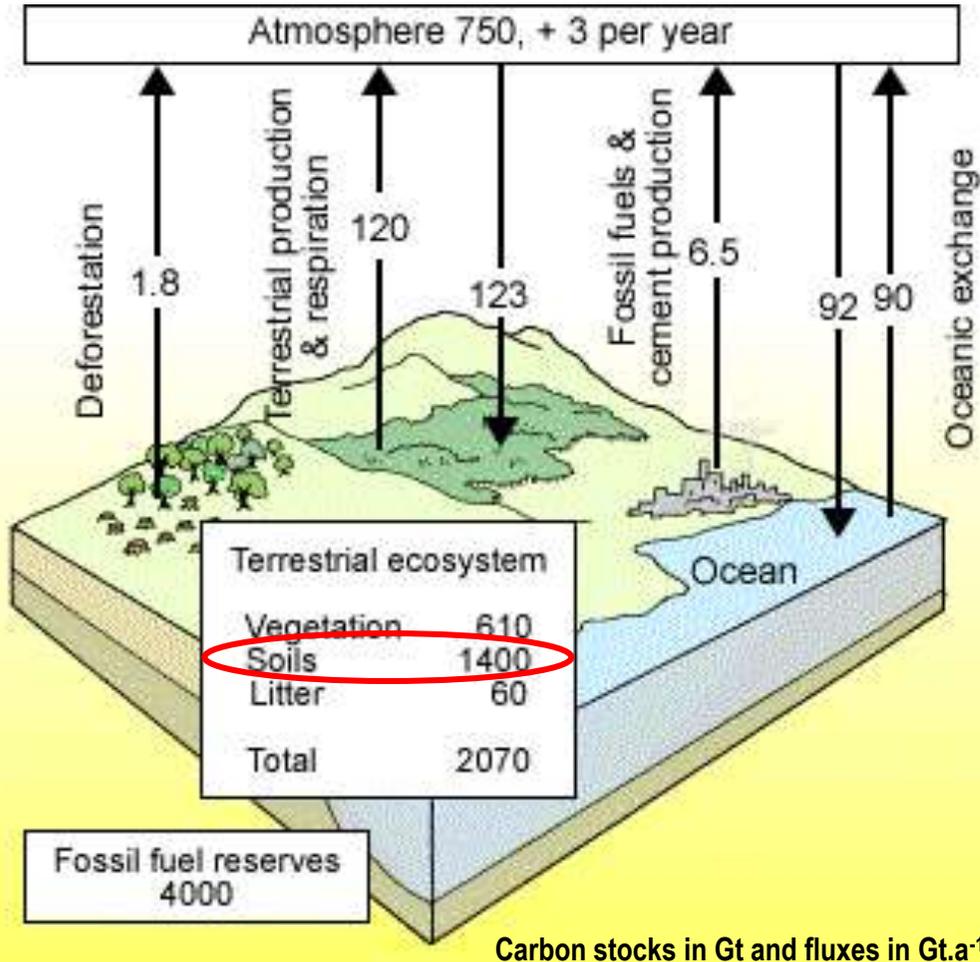
Vegetation:

Ober- und unterirdische OS abhängig von Art der Pflanzen und von der Bewirtschaftung (Ernterückstände)

Organische Bodensubstanz



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Organische Substanz besteht zu rd. 50% aus C
Böden Europas (EU27) enthalten $73-79 \cdot 10^9$
Tonnen C

Größte Flüsse sind natürlicher Herkunft

25% der jährlichen CO₂ Emission stammen von
Waldrodung

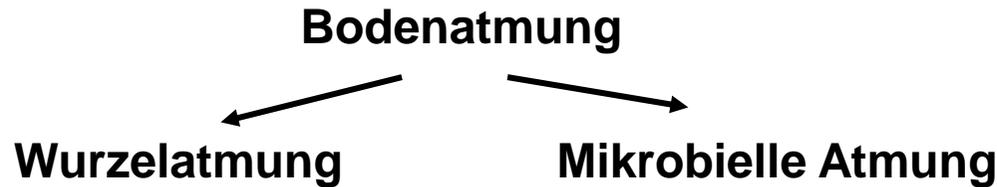
Boden ist sowohl *Quelle* als auch wesentliche
Senke für C im globalen Kohlenstoffkreislauf

45% der Böden Europas weisen sehr geringe
und geringe Gehalte an OC (0-2%) auf

Geschätzter jährlicher Schaden durch
Rückgang der OS

3,4 – 5,6 Mrd. € (COM, 2006)

CO₂ Emission von Böden



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Wurzelatmung

Kohlenstoff wird von den Pflanzen assimiliert und gelangt über deren Wurzeln in den Boden.

Mikrobielle Atmung

Organischer Kohlenstoff wird durch mikrobielle Prozesse der Bodenorganismen in CO₂ „veratmet“ (Mineralisierung von organisch gebundenen Nährstoffen)

Intensität abhängig von Umgebungsbedingungen der Bodenorganismen

Art und Menge des Substrates

Bodenwassergehalt

Bodentemperatur

Durchlüftung

pH-Wert

Fruchtart

*Bodenbearbeitung und
–bewirtschaftung*



Forschungsprojekt



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf Kohlenstoffdynamik, CO₂-Emissionen und das Verhalten von Glyphosat und AMPA im Boden

1.9.2007 – 31.8.2010

Hauptziele

- **Quantifizierung der Kohlenstoffanreicherung im Boden sowie der bodenbürtigen CO₂-Emissionen bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung**
- Quantifizierung der verfahrensbedingten CO₂-Emissionen durch Maschineneinsatz bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung
- Rückkopplung der Ergebnisse an ÖPUL

Gefördert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und von den Ländern Niederösterreich und Steiermark



Projektpartner

- **Universität für Bodenkultur Wien**

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Institut für Bodenforschung
Institut für Landtechnik
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Institut für Agrar- und Forstökonomie

- **Veterinärmedizinische Universität**

Department für Naturwissenschaften, Aquatische Ökotoxikologie

- **Universität Wien**

Institut für Krebsforschung

- **Land Niederösterreich**

Abteilung Landwirtschaftliche Bildung – Versuchskoordination der Landw. Fachschulen N.Ö.
Landwirtschaftliche Fachschulen Tulln, Pyhra und Mistelbach (NÖ)

- **Land Steiermark**

Versuchsreferat Steiermark
Land- und forstwirtschaftliche Fachschule Kirchberg/Walde



Tulln IT

N = 685 mm, T = 9,4 °C



Pixendorf sU

N = 685 mm, T = 9,4 °C

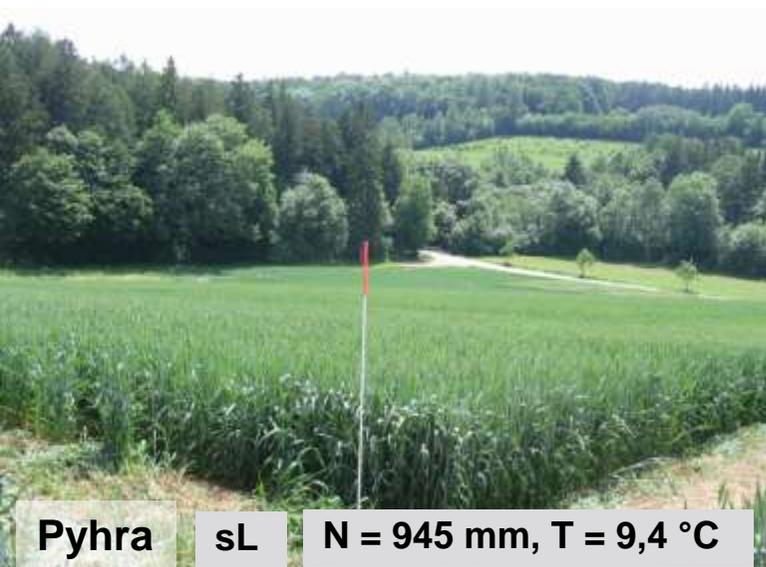
Material und Methoden

Versuchsstandorte

Pixendorf, Tulln, Mistelbach, Pyhra, Kirchberg/Walde

Bodenbearbeitungsvarianten:

- Konventionelle BB (CT)
- Konservierende BB (RT)
- No-Till (NT)



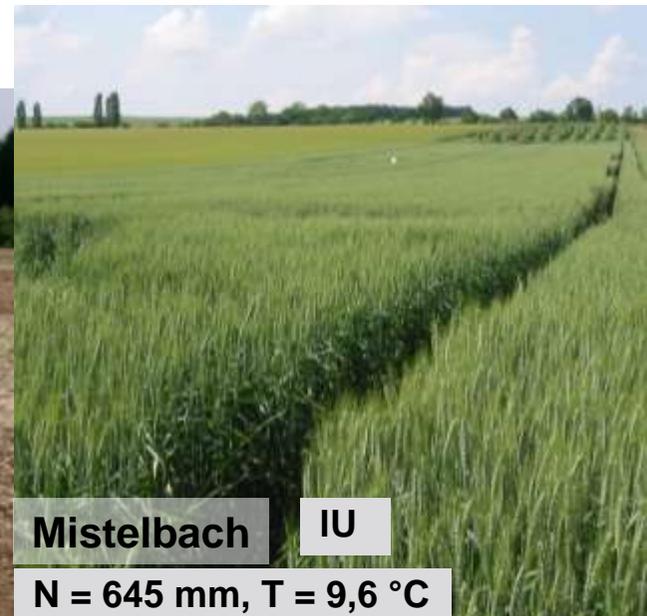
Pyhra sL

N = 945 mm, T = 9,4 °C



Kirchberg am Walde IS

N = 730 mm, T = 9,1 °C



Mistelbach IU

N = 645 mm, T = 9,6 °C

Material and Methoden



Messung der bodenbürtigen Kohlendioxidemissionen

- Messintervall rd. eine Woche
- Tragbares Bodenrespirations-Messsystem (non-steady-state through-flow chamber)

Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Gleichzeitige Erfassung von:

- Niederschlag, Lufttemperatur, Bodentemperatur
- Bodenwassergehalt
- Chemischen Bodenkennwerten (C_{tot} , C_{anorg} , C_{org} , N_{tot} , pH)
- Bodenbiologischen Kennwerten – Laboruntersuchungen (Bodenatmung, substratinduzierte Bodenatmung, β -Glucosidase Aktivität and Dehydrogenase Aktivität)

Bodenbearbeitungsschritte (Moitzi et al., 2009)

Allrad Traktor: 92 KW



Konventionelle BB
(CT)



Reduzierte BB
(RT)



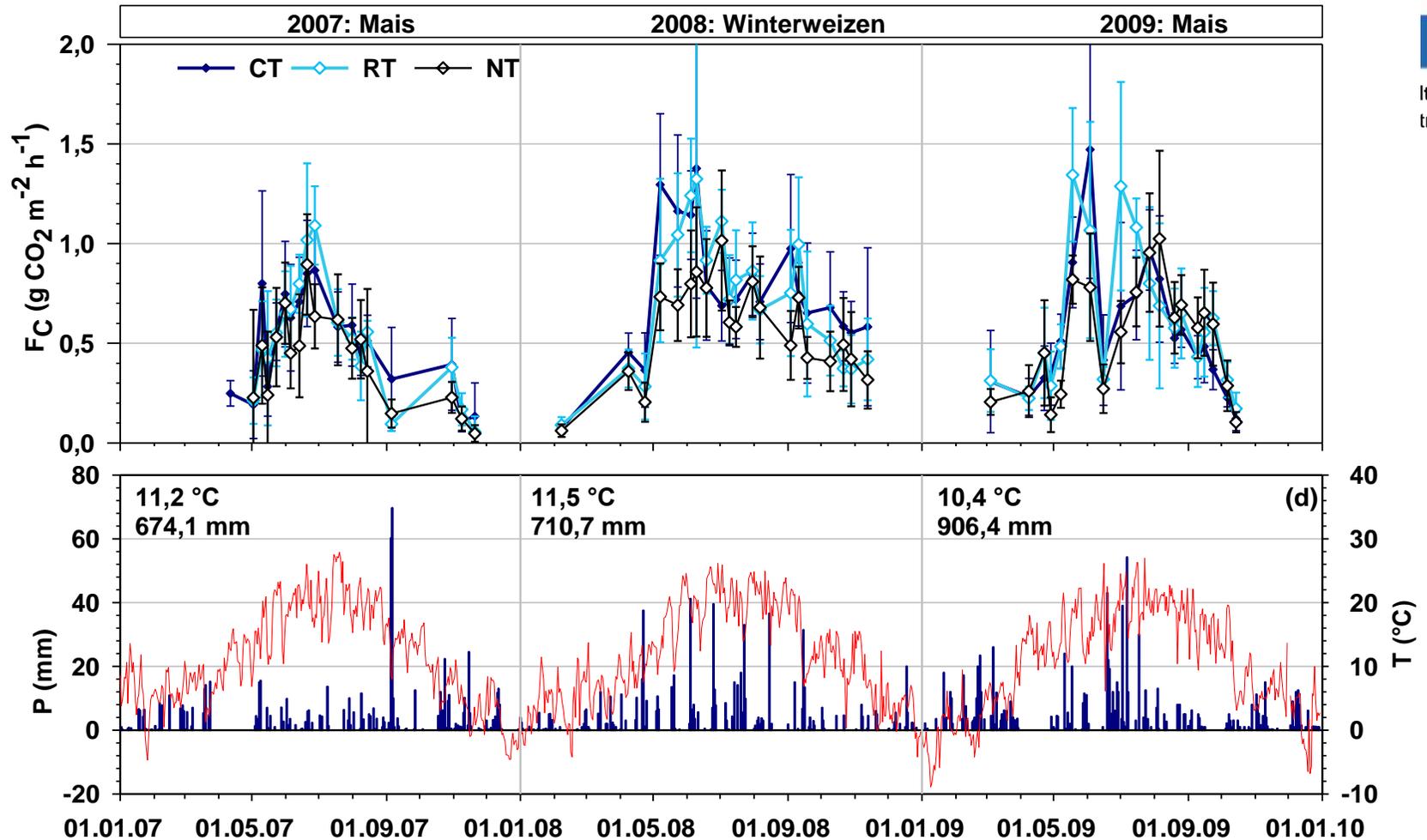
No Till
(NT)



CO₂ Emissionen



Pixendorf 2007-2009

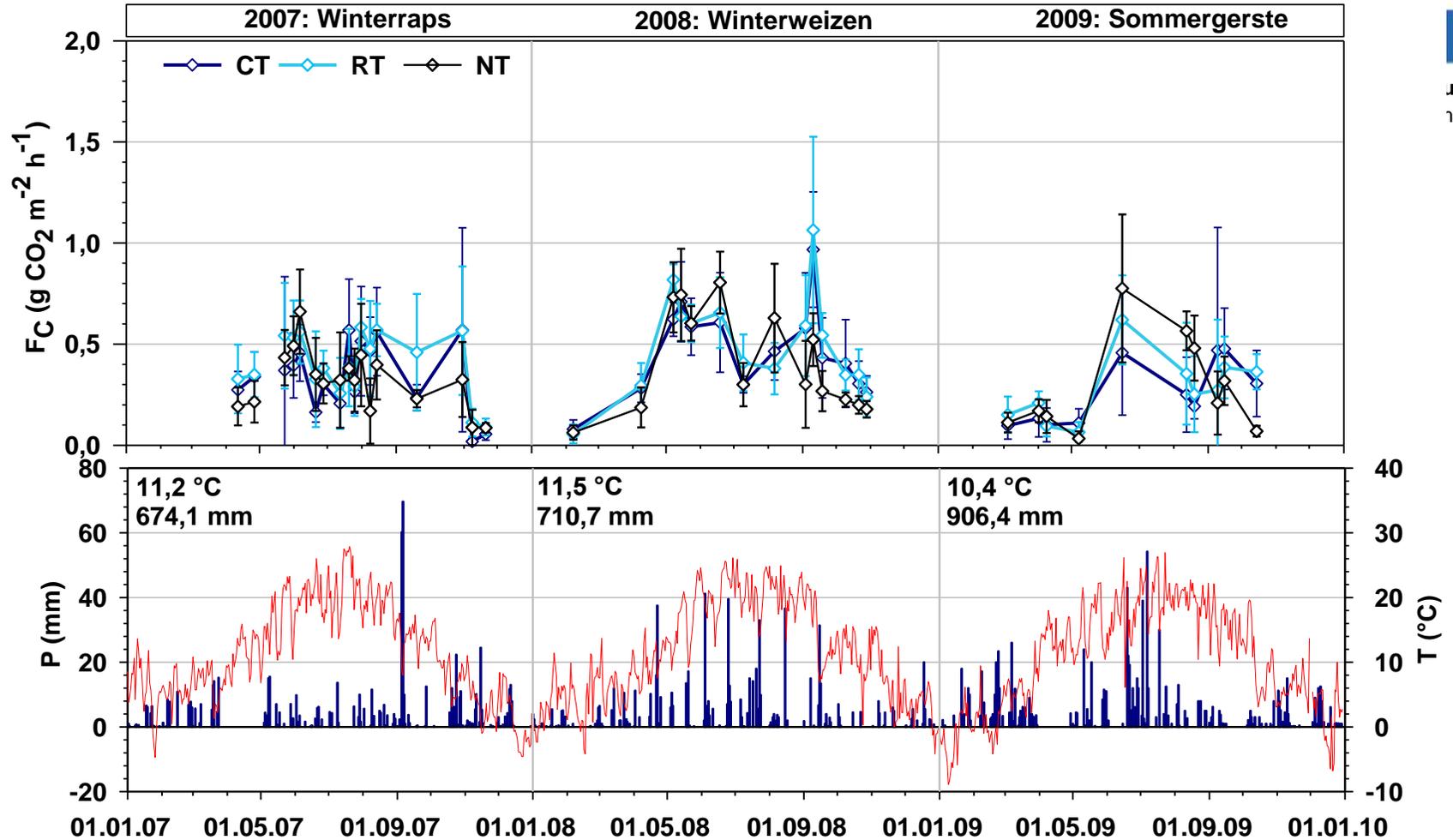


ltur Wien
tmosphäre-

CO₂ Emissionen

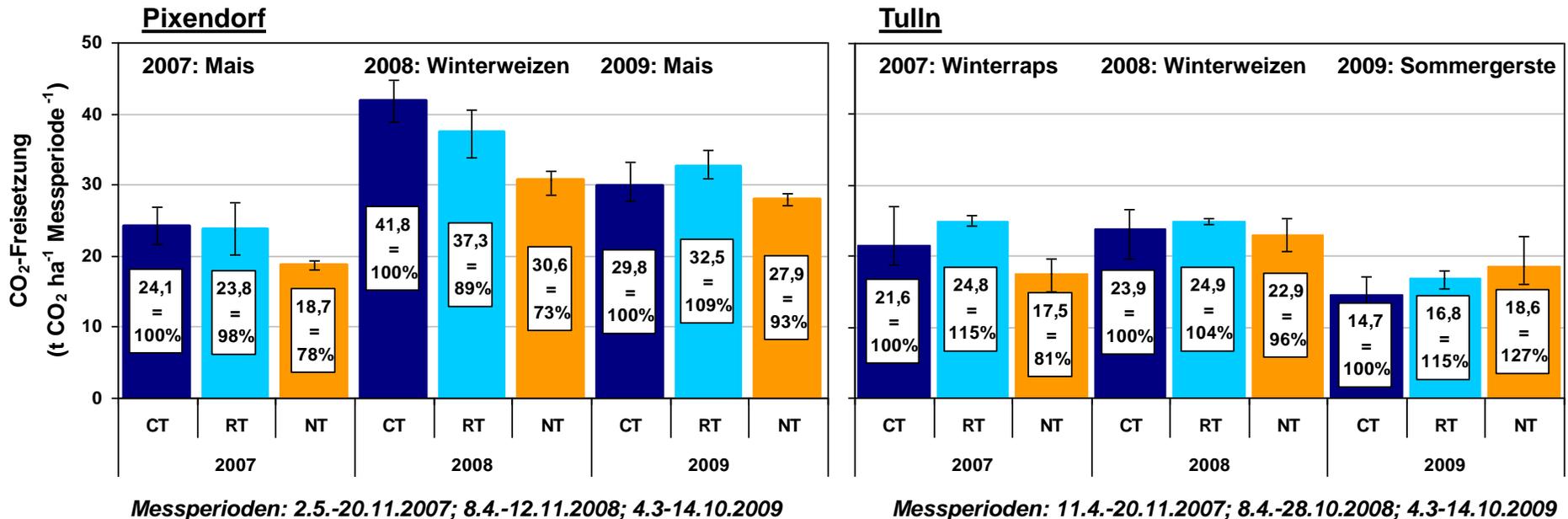


Tulln 2007-2009



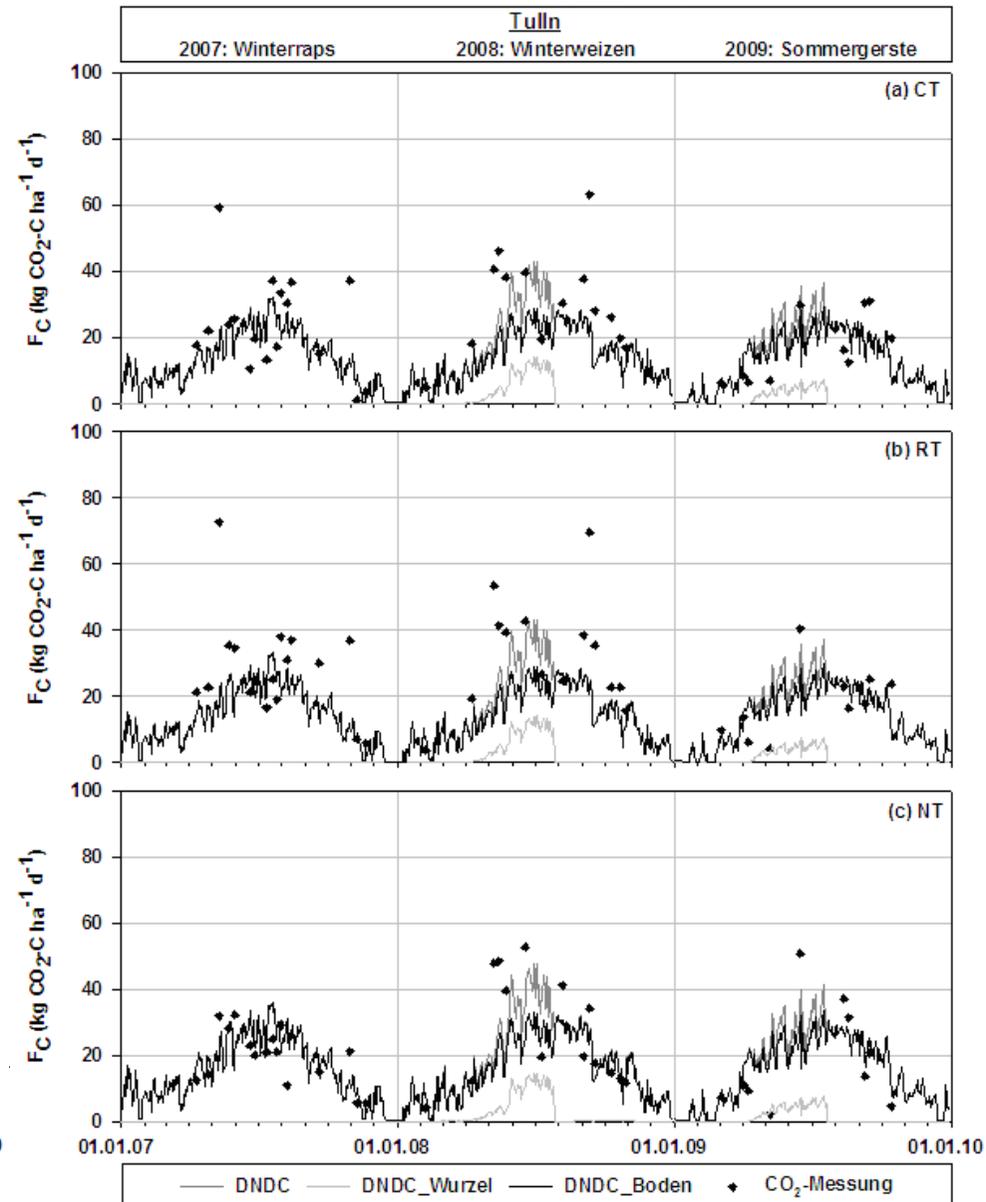
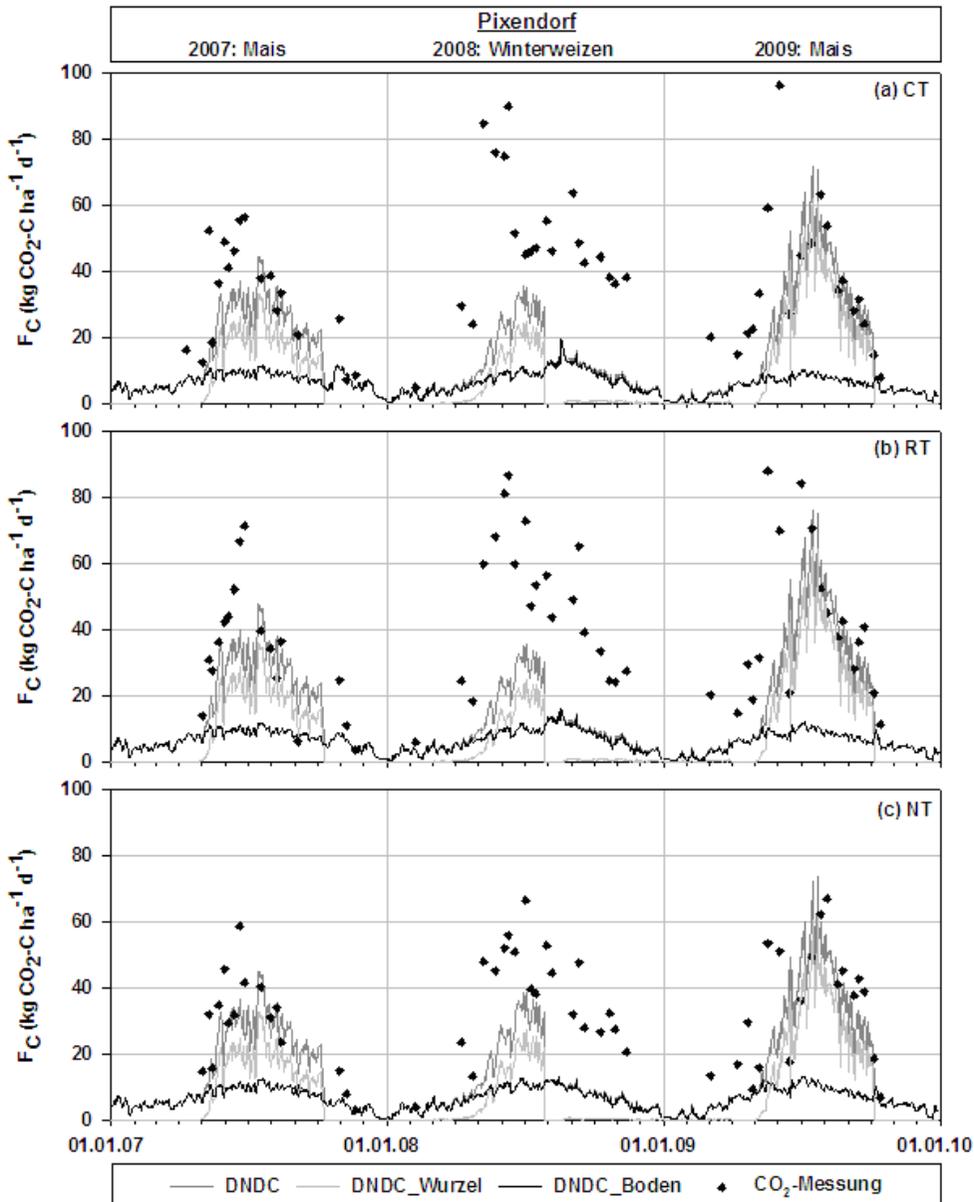
ur Wien
osphäre-

CO₂ Emissionen



- saisonaler Einflüsse erkennbar → Sommer: Maximalwerte; Winter: Flüsse gegen Null
- wichtige Einflussfaktoren: Temperatur, Bodenwassergehalt, Vegetationsaktivität
- hohe räumliche Variabilität der F_C-Daten → Tendenzen erkennbar: CT ~ RT > NT
- höhere Flüsse für Winterweizen als für Mais
- höhere Flüsse in Pixendorf (sandiger Schluff) als in Tulln (lehmiger Ton)

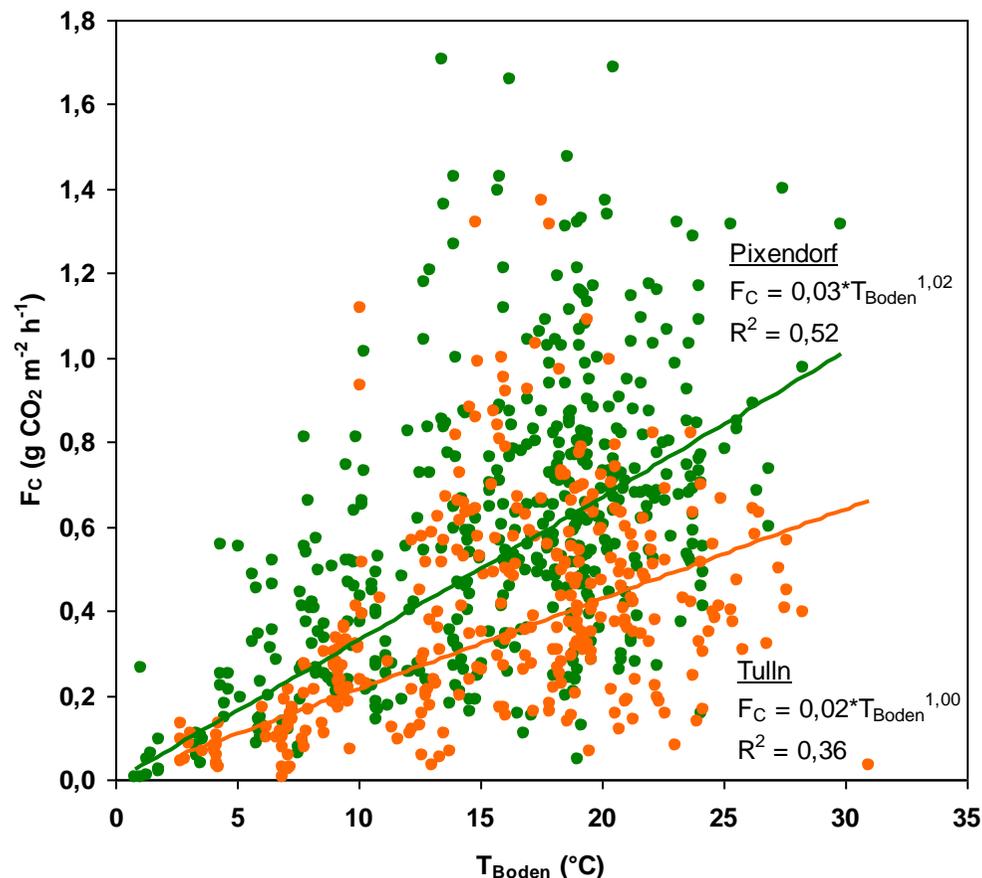
CO₂ Emissionen



Einfluss der Bodentemperatur auf CO₂-Flüsse Pixendorf und Tulln



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Temperatureinfluss:

sandigem Schluff > lehmiger Ton

bessere Durchlüftung und
schnellere Erwärmung

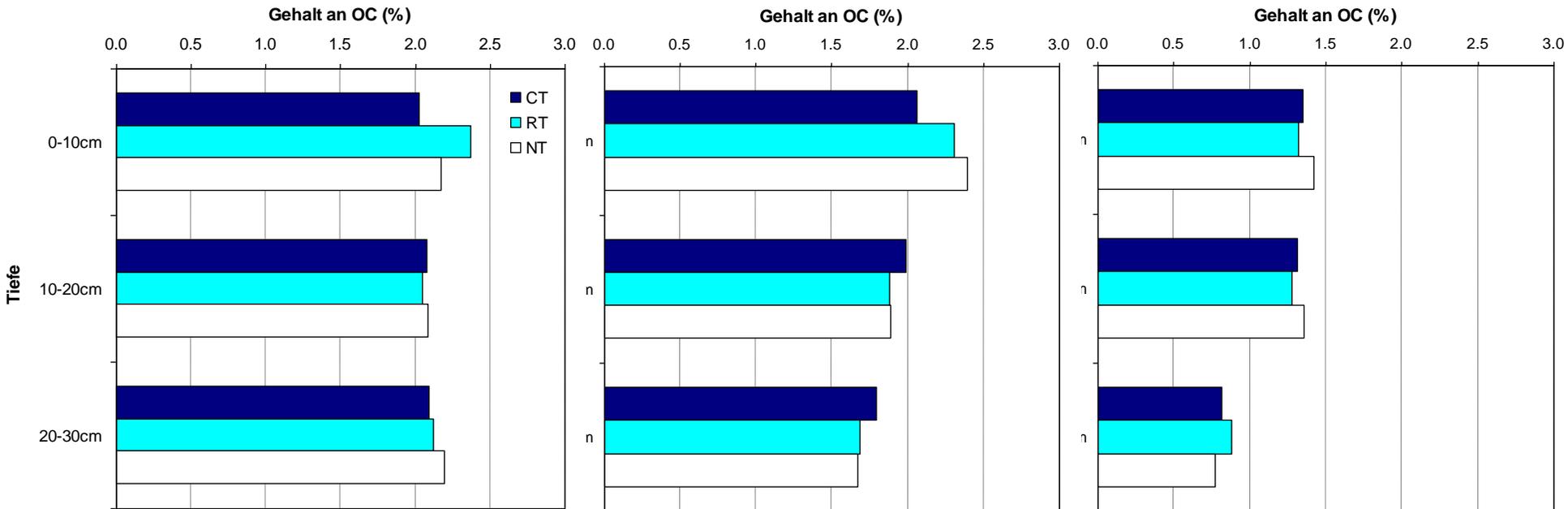
Organischer Kohlenstoff im Boden



Pixendorf

Tulln

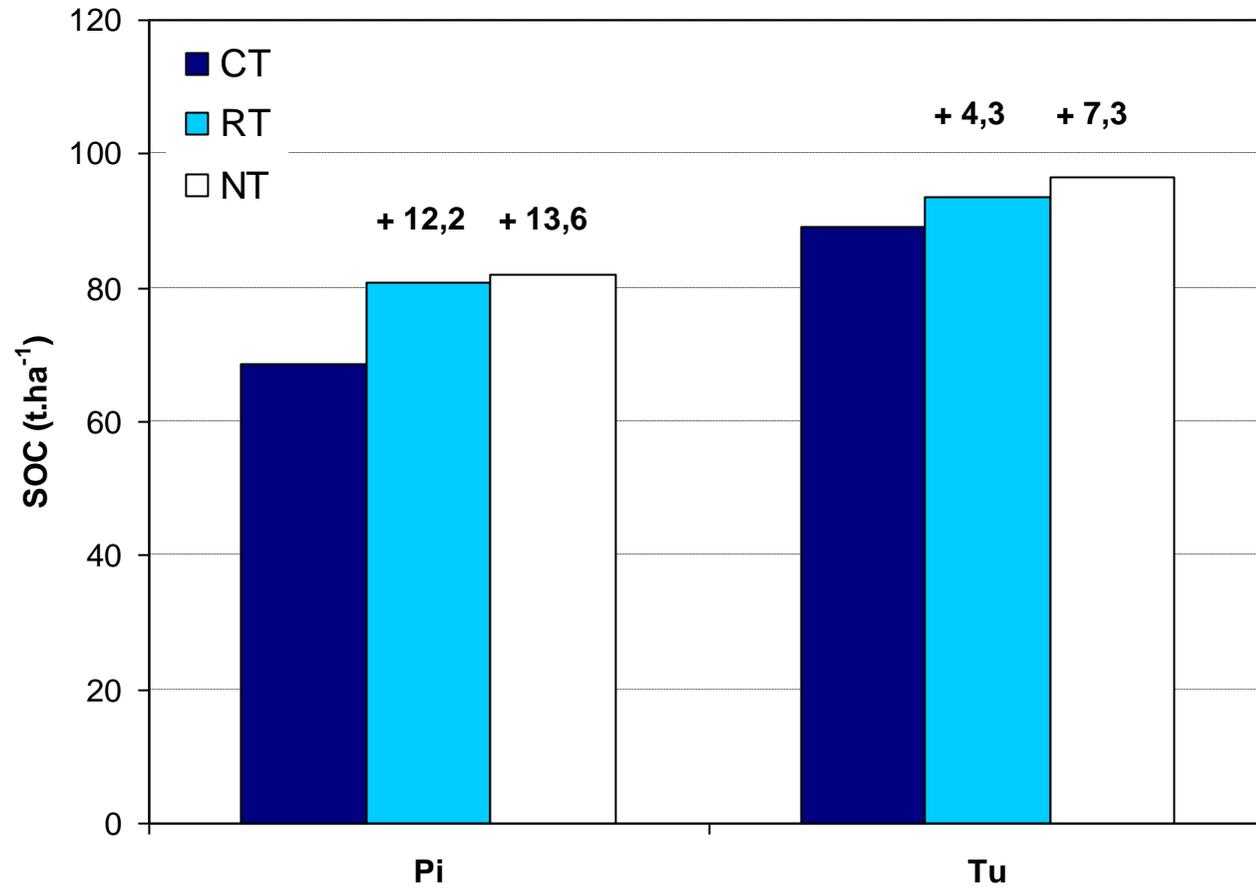
Kirchberg



Durch reduzierte BB in Kombination mit Zwischenfrucht -> Anstieg des OC vor allem in oberster Bodenschicht

In Kirchberg noch keine signifikante Auswirkung erkennbar – Umstellung begann 2007

Organischer Kohlenstoff im Boden



Klimawandel und Kohlenstoffsequestrierung

(Schils et al., 2008: ClimSoil; modifiziert)



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Einflussgröße		Prozess			Auswirkung auf Kohlenstoff	
		Biomasseproduktion	Abbau	Erosion	SOC	Unsicherheit
Veränderung der Umweltbedingungen	CO ₂ Anstieg	↗	↗↘	↘	↗	mittel
	Temperaturanstieg	↗↘	↗	↗↘	↗↘	hoch
	Trockene Perioden bei Mineralböden	↘	↘	↗	↗↘	hoch
	Trockene Perioden bei organischen Böden	-	↗	↗	↘	mittel
	Starkniederschläge	-	-	↗	↘	mittel
	Verstärkte Nährstoffverfügbarkeit	↗	↗↘	↘	↗	gering

Jährlich werden 98 Milliarden t Kohlenstoff an die Atmosphäre abgegeben

Von 1998 – 2008 ist der CO₂ Ausstoß um 1 Million t pro Jahr gestiegen (Bond-Lamberty und Thompson, 2010)



Zusammenfassung und Ausblick

- Standortbedingungen (Klima, Boden) sowie Fruchtfolge beeinflussen wesentlich die CO₂ Emissionen des Bodens
- Kohlendioxidemissionen bestehen zu rd. 50% aus Wurzelatmung und rd. 50% aus mikrobieller Atmung (Kohlenstoffabbau)
- Höhere Bodenatmung bei leichten, gut durchlüfteten Böden
- bei schweren Böden ist Gastransport eingeschränkt
- höchste Emissionen treten bei hohen Temperaturen und Bodenwassergehalten (nahe Feldkapazität) auf
- CT ~ RT > NT: geringere Emissionen bedeuten geringeren Abbau von organischer Substanz im Boden -> Kohlenstoffsequestrierung!
- Klimawandel wird Veränderungen mit sich bringen (auch abhängig von Niederschlägen)



e
ENVIRONMENTAL DEFENSE
finding the ways that work



Growing Carbon: A New Crop That Helps Agricultural Producers and the Climate Too



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

