

Konzeption und Errichtung einer Messeinrichtung zur Simulation der Klimaerwärmung über Grünland

*Ing. Matthias Kandolf, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft,
Abteilung Umweltökologie, Raumberg 38, A-8952 Irdning, ++43(0)3682/22451-313,
matthias.kandolf@raumberg-gumpenstein.at*

Einleitung

Im Jahr 2009 wurde am LFZ-Raumberg-Gumpenstein, mit der Installation eines völlig neuen Versuchsaufbaues begonnen. Das Ziel war, Effekte der Klimaerwärmung (Erhöhung der Temperatur und des CO₂-Gehaltes der Luft) mit einem technischen Versuchskonzept (Infrarotbeheizung, CO₂-Begasung, Monolithlysimeter) nachzubilden. Die Schwierigkeit dabei war, verschiedene weltweit schon bestehende Konzepte so zu optimieren, dass für unsere Anforderungen das bestmögliche Ergebnis erzielt werden konnte. Der Versuchsaufbau besteht aus einem Grünlandparzellenversuch mit 24 Parzellen zu je 16 m², auf denen verschiedenste Faktorkombinationen zur Klimaerwärmung positioniert sind. Sechs dieser Versuchspartellen sind unterirdisch mit wägbaren, monolithischen Feldlysimetern mit einer Oberfläche von je 1 m² und einer Tiefe von 1,5 m ausgestattet, um hier auch die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Nährstoff- und Wasserkreislauf messen zu können. Der Versuchsstandort liegt auf 700m Seehöhe bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7,2° C und einem durchschnittlichen Niederschlag von ca. 1000 mm. Der Grünlandbestand ist eine Dauerwiesenmischung B mit jährlich 3 Schnitten und wird mineralisch gedüngt. Der Bodentyp ist eine tiefgründige Braunerde, die Bodenart ist lehmiger Sand, mit einem pH-Wert von ungefähr 5,7. Die Nährstoffversorgung ist im Ausgangszustand erhoben worden und liegt bei allen wichtigen Nährstoffen im Bereich der Versorgungsstufe C (=ausreichend).

Die Hauptbestandteile der Versuchsanlage sind ein unterirdischer Messschacht zur Steuerung und Messung sämtlicher Abläufe, die im Lysimeter erfasst werden, sowie ein Messcontainer, in dem die Elektro- bzw. Steuerungstechnik für die Beheizung und Begasung positioniert ist und ein Gastank zur Lagerung von ca. 6000 kg CO₂. Auch ein Sicherheits- und Blitzschutzkonzept für die gesamte Anlage musste erstellt werden.

Ein weiterer Versuchsbestandteil sind oberirdische Begasungsringe, jeweils mit einem Durchmesser von 2200 mm, über die auf die einzelnen Versuchspartellen in verschiedenen Konzentrationen CO₂ appliziert werden kann.

Der dritte wesentliche Versuchsbestandteil zur Simulation der Klimaerwärmung sind Infrarotlampen, die in hexagonaler Form 80 cm über dem Bestand angeordnet sind. Auch hier ist über eine komplexe Steuerung die Erwärmung der Oberfläche um ein bis drei Grad Celsius problemlos möglich. Einen ausführlichen Versuchsplan sehen sie auf Abbildung 1.

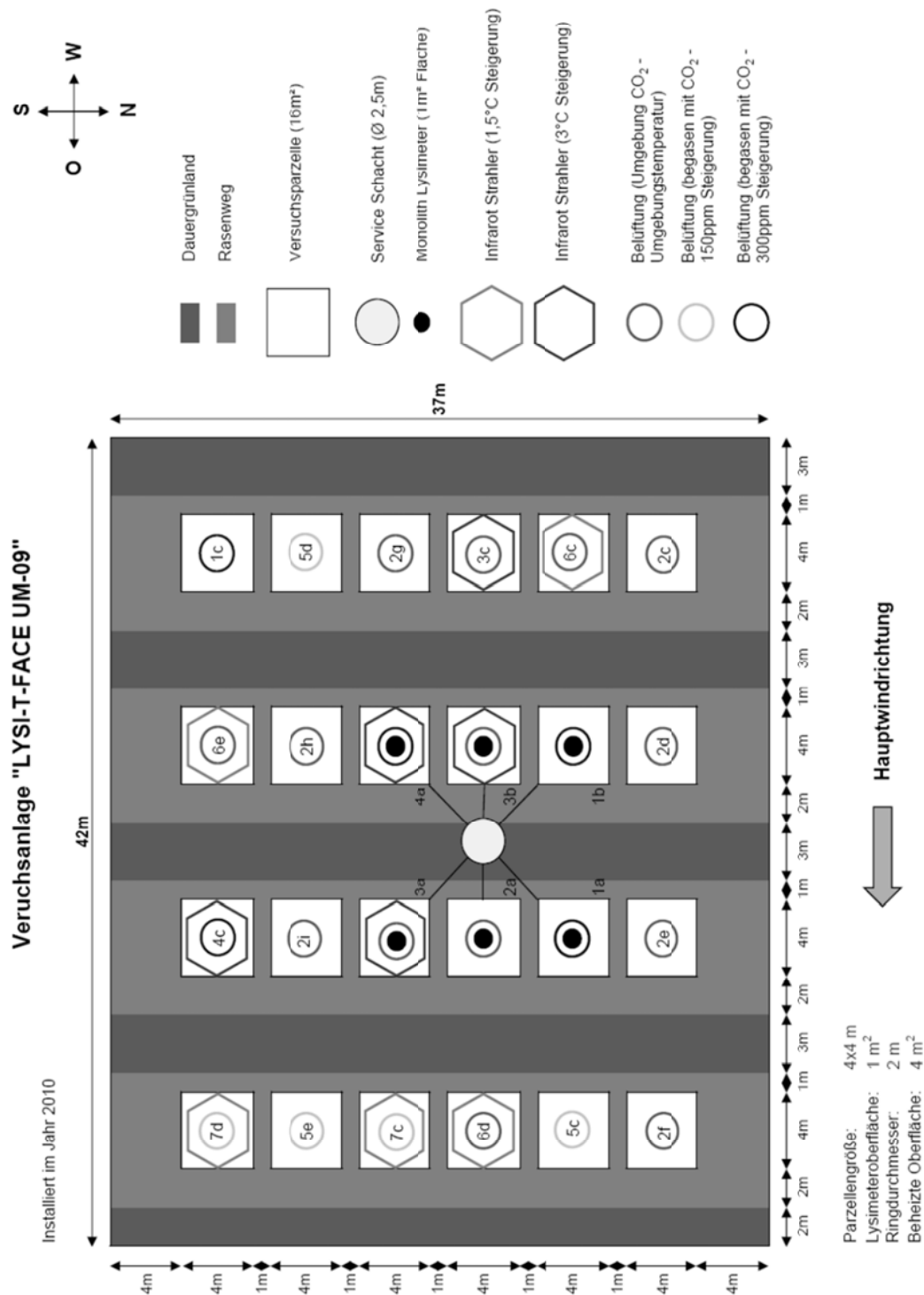


Abb. 1 Versuchsplan

Einbau der unterirdischen Komponenten

Im Sommer 2009 wurde mit dem unterirdischen Einbau der Stromversorgung und Datenleitung zu den Versuchspartellen begonnen. Zeitgleich wurden alle Einzelpartellen über genügend Leerverrohrungen (ca. 800 lfm) so mit dem Standort des späteren Messcontainers verbunden, dass eine weitere Um- und Aufrüstung der fertigen Anlage ohne neuerliche Erdar-

beiten erfolgen kann. Der Zugriff auf sämtliche Steuerungskomponenten und Messdaten am Feld ist über ein Glasfaserkabel, welches ebenfalls mitverlegt wurde, bequem vom Büro aus möglich. Auch der Austausch von defekten Kabeln oder Messsonden ist dadurch problemlos durchzuführen, ohne erneut graben zu müssen. Die Schwierigkeit hierbei war, dass der Einbau der gesamten Leitungen so erfolgen musste, dass die bereits fix vermessenen Parzellen so gut wie unberührt blieben, was aber ganz gut gelang. Im Herbst desselben Jahres wurden auch noch der Serviceschacht, sowie die Betonköcher, die später die Wägetechnik und auch die Lysimeter aufnehmen sollten, gemeinsam mit der Fa. UMS in den Boden eingebaut und mit entsprechenden Leerverrohrungen verbunden. (siehe Abb. 2) Im Jahr 2010 wurden zusammen mit der Fa. UMS die Bodenmonolithen gestochen, mit verschiedenen Messsonden bestückt und in die bereits im Jahr zuvor eingebauten Betonköcher eingebaut. Über eine hochauslösende Waage können hier Niederschlagsereignisse, bzw. Verdunstungsprozesse genau analysiert werden. Weiters können Tensionen, Bodentemperaturen und Wassergehalte in verschiedenen Tiefenstufen (-5cm, -10 cm, -30 cm, -50cm und -140 cm) gemessen werden. Der Wassergehalt im Lysimeter wird über eine bidirektionale Pumpe immer an den Wassergehalt eines Freilandprofils angepasst, um möglichst reale Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse innerhalb des Lysimeters zu erzielen.

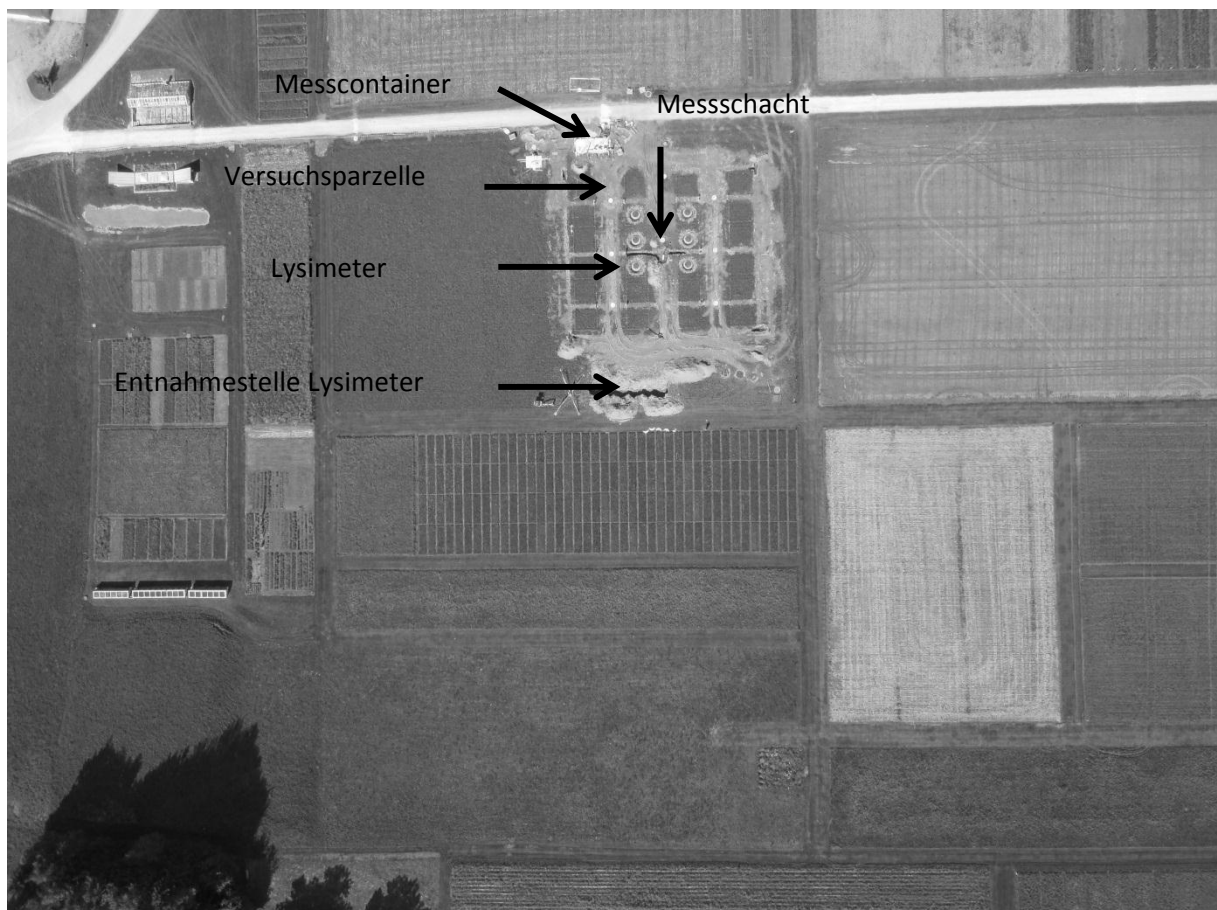


Abb. 2 Luftbild des Versuchsfeldes kurz nach Abschluss der Erdarbeiten im Jahr 2010 (Foto: T. Guggenberger mit Fotokopter)

Konzeption Begasungsring

Im Winter des Jahres 2009/2010 war ein Hauptbestandteil der Arbeit, einen Begasungsring zu entwickeln, der unseren Anforderungen am besten gerecht wurde. Wir entwickelten mehrere Prototypen und testeten diese immer wieder in unserer Messwerkstätte. Nach einer längeren Probephase entschieden wir uns ein PE-Druckrohr DA 50 PN 6 (Wasserleitungsrohr) zu verwenden, in das wir mittels einer Schablone 3mm große Löcher in einem Abstand von jeweils 2,5 cm einbohrten. Diese Löcher sind auf drei Ebenen ausgeführt, sodass eine Lochreihe in einem Winkel von 45° Richtung Boden bläst, eine Reihe waagrecht und die dritte Reihe in einem Winkel von 45° nach oben. Die drei verschiedenen Lochebenen sind nötig um den höhenmäßig heterogen aufgebauten Grünlandbestand bestmöglich mit CO₂ zu durchströmen. Die begaste Fläche beträgt knapp 4m² um innerhalb der Versuchsfläche eine möglichst homogene CO₂ Konzentration zu erzielen. Die Luft wird über einen Radiallüfter in den Begasungsring geblasen. Bei den begasten Varianten wird das CO₂ vor der Ansaugöffnung beigemischt um eine bessere Durchmischung zu erzielen. Bei den Varianten ohne Begasung wird nur Umgebungsluft verströmt, um dieselben mikroklimatischen Bedingungen zu schaffen.

Konzeption Infrarotbeheizung

Um auch den möglichen Temperaturanstieg im Rahmen der Klimaerwärmung simulieren zu können, muss natürlich auch die Temperatur auf der Versuchsparzelle erhöht werden. Hier stellte sich nach einigen Testreihen heraus, dass wir auf das bereits in Amerika von Bruce Kimball entwickelte Modell mit Infrarotlampen zurückgreifen würden. Natürlich mussten wir das System auf unsere Anforderungen adaptieren und so wurde die Halterung und die gesamte Aufnahme für die Heizelemente modifiziert. Da die Lampen über die gesamte Vegetationsperiode einen Abstand von 80cm über dem Grünlandbestand haben sollen, mussten wir die Halterung höhenverstellbar ausführen. Dies erfolgt über eine Halterung mit drei Alustangen, die alle zehn Zentimeter zur Höhenverstellung eine Bohrung aufweisen. Auf diesen Stangen ist ein Dreieck, ebenfalls aus Aluminium befestigt, auf dem die Aufnahmen für die Lampen und den Begasungsring befestigt sind. Die Dreieckform entstand aus der Überlegung, dass wir eine kreisrunde Versuchsparzelle am besten mit hexagonal angeordneten Lampen erwärmen können. Die Lampen sind in einem fix definierten Winkel montiert, so dass die gesamte Fläche gleichmäßig beheizt werden kann. Eine fertig aufgebaute Ver-

suchspazelle mit Lampen und Begasungsring sehen sie auf der Abbildung 3 im Überblick.



Abb. 3 Versuchspazelle mit Aufbau zur Begasung und Beheizung (Foto: M. Kandolf)

Steuerung

Über eine Steuerung, die mit dem Softwareprogramm LabView programmiert wurde kann jede Komponente separat gesteuert werden. Über einen Infrarotsensor wird die Oberflächentemperatur auf der Parzelle alle fünf Sekunden gemessen und die Beheizung dementsprechend angepasst. Hier wurde in vielen Testläufen die Steuerung so optimiert, dass eine sehr gute und zuverlässige Erwärmung garantiert werden kann. Die Beheizung läuft Tag und Nacht permanent durch, um eine konstante Erwärmung zu erzielen.

Ebenso wird der CO_2 -Gehalt über einen eigenen Fühler im Bestand alle fünf Sekunden gemessen und mittels eines CO_2 Controllers, der im Messcontainer positioniert ist, die Beimengung von reinem CO_2 vor dem Lüfter stetig angepasst. Um nicht unnötig CO_2 zu vergeuden, wird die Anlage über einen Globalstrahlungssensor ein- und ausgeschaltet. Es wird nur begast, wenn die Pflanzen auch über genügend Strahlung verfügen, um das CO_2 verarbeiten zu können. Bei zu hohen Windgeschwindigkeiten, wird die Begasung über einen Windsensor ebenso abgeschaltet.

Schutzeinrichtungen

Da die Anlage mit CO₂ begast wird, ist es erforderlich, gewisse Sicherheitsstandards einzuhalten. Im Messschacht und im Steuerungscontainer sind stationäre Gaswarneinrichtungen der Fa. Dräger verbaut, die bei einem CO₂-Gehalt von 5000 ppm Alarm auslösen. Im Normalbetrieb liegt der CO₂-Gehalt auf den begasteten Flächen allerdings nur bei 750-800 ppm CO₂. Zusätzlich zu diesen stationären Anlagen verfügen wir noch über ein portables Gaswarngerät vom Typ IBRID MX-6, das bei Arbeiten am Versuchsfeld zusätzlich am Mann zu tragen ist.

Nachdem das Versuchsfeld auch mit sehr vielen metallischen Teilen bestückt ist, ergibt sich hier bezüglich der Personengefährdung durch Blitzschlag auch ein erhöhtes Risiko. Aufgrund dessen waren wir gezwungen, hier auch blitzschutztechnisch geeignete Maßnahmen zu setzen. Zu diesem Zweck musste in der Mitte der Anlage ein Blitzschutzmast errichtet werden. Der Messcontainer und die gesamten Strom- und Datenleitungen sind blitzschutztechnisch abgesichert, sodass auch hier das Gefährdungspotential so niedrig wie möglich gehalten wurde.

Abschluss und Ausblick

Wir hoffen, mit der Anlage einen Lösungsansatz für Probleme, die sich aufgrund des Klimawandels früher oder später ergeben werden, erstellen zu können. Es ist uns aber durchaus bewusst, dass man die komplexen Abläufe in der Natur nicht zu hundert Prozent realistisch nachbilden kann. Eine möglichst genaue Annäherung sollte aber gelingen, im Falle von zusätzlichen finanziellen Mitteln ist durch die vorausschauende Planung die Möglichkeit gegeben, die Anlage jederzeit zu erweitern und zu vergrößern. Die Kosten konnten durch einen sehr hohen Anteil an Eigenleistungen relativ gering gehalten werden. Ein großer Dank gilt allen voran der Fa. UMS, die uns bei diesem Projekt vorbildlich unterstützte, aber auch allen anderen beteiligten Firmen, sowie ganz besonders unserem eigenen Personal, das weit über die Grenzen des Vereinbarten hinaus Einsatz gezeigt hat.