

# Ackerboden als Kohlenstoffspeicher – Lichtblick im Szenario des Klimawandels?

**Autorinnen:** Dr. Monika Pohlmann und Kristine Walder

<b>Methodisch-didaktische Hinweise</b> .....	<b>I</b>
<b>Material</b> .....	<b>2</b>
M 1: Szenario – Klimawandel .....	2
M 2a: Brisante Spurengase .....	3
M 2b: Die Kohlenstoffspeicher der Erde .....	9
M 2c: Humus – ein wertvoller Bestandteil fruchtbarer Böden .....	12
M 2d: Einfluss der industriellen Landwirtschaft auf den Ackerboden als Kohlenstoffspeicher .....	19
M 2e: Ackerland und andere Böden als Kohlenstoffspeicher .....	24
M 2f: Öko-Landbau und industrielle Landwirtschaft im Vergleich .....	26
M 3: Glossar .....	30
<b>Lösungsvorschläge</b> .....	<b>32</b>
<b>Literatur</b> .....	<b>46</b>

VORSCHAU



# Ackerboden als Kohlenstoffspeicher – Lichtblick im Szenario des Klimawandels?

## Methodisch-didaktische Hinweise

Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels werden aktuell kontrovers diskutiert. Das vorliegende Arbeitsmaterial inszeniert einen fiktiven Besuch im *Institute for Advanced Sustainability Studies* (IASS) in Potsdam, das den Einfluss der industriellen Landwirtschaft auf die Ressource Boden mit Blick auf den Klimawandel untersucht. Die Schülerinnen und Schüler (SuS) passieren in diesem Lernarrangement verschiedene „Labore“ in einer Lernstraße und halten die Erkenntnisse in unterschiedlichen Darstellungsformen fest. Idealerweise wird im Vorfeld durch die Lehrkraft ein „Laborbuch“ für die SuS angefertigt. Die thematisch differenzierten Materialien unterstützen die SuS bei der Beantwortung der Leitfrage: *Ackerboden als Kohlenstoffspeicher – Lichtblick im Szenario des Klimawandels?* Voraussetzung für die methodische Bearbeitung der Materialien ist die Kenntnis der Placemat-Methode. Zu Beginn eines neuen Unterrichtsabschnitts werden wesentliche Erkenntnisse aus der vorausgehenden Station der Lernstraße präsentiert. Dadurch findet eine kontinuierliche Lernprogression statt, die bewusst auch affektive Aspekte wie Intuitionen, Gefühle und persönliche Assoziationen der SuS einschließt.

## Ablauf

Zu Beginn der Unterrichtssequenz erstellen die SuS ein Begriffsnetz zum Thema Klimawandel. So werden Präkonzepte sichtbar und Vorwissen aktiviert, welches im Verlauf der Lernstraße ergänzt und reflektiert wird. Im Einstieg werden zentrale Erkenntnisse zum Klimawandel vorgestellt. Die SuS gewinnen durch die verschiedenen Stationen tiefere Einblicke in den aktuellen Wissensstand zu den globalen Kohlenstoffspeichern. In diesem Kontext erwerben sie Fachwissen über die Bedeutung von Humus, die Stabilisierungsmöglichkeiten kohlenstoffhaltiger Substanzen in Böden, Methoden der industriellen und ökologischen Landwirtschaft, die Bedeutung von Mooren sowie Möglichkeiten für nachhaltige Problemlösungen. Die Lernenden organisieren ihren Lernprozess selbstständig.

## M 1 Szenario – Klimawandel

Ihr Biologiekurs besucht die Labore des *Institute of Advanced Sustainability Studies* in Potsdam, einem Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit und Klimawandel. Sie werden die Forschungseinrichtung in Kleingruppen erkunden. Während des Besuchs bekommen Sie auch die Gelegenheit, Vorträge von Wissenschaftlern zum Klimawandel zu hören. Abschließend werden Sie in Tandems einen Vortrag vorbereiten und diesen PowerPoint-gestützt gemeinsam präsentieren.

**Aufgabe**

Entwickeln Sie auf der Basis Ihrer Vorerfahrungen, Assoziationen, Gefühle und Vorkenntnisse ein Begriffsnetz zum Thema Klimawandel, dem Aufgabefeld des Forschungsinstituts.



Wikimedia/NASA Goddard Space Flight Center/CC BY 2.0

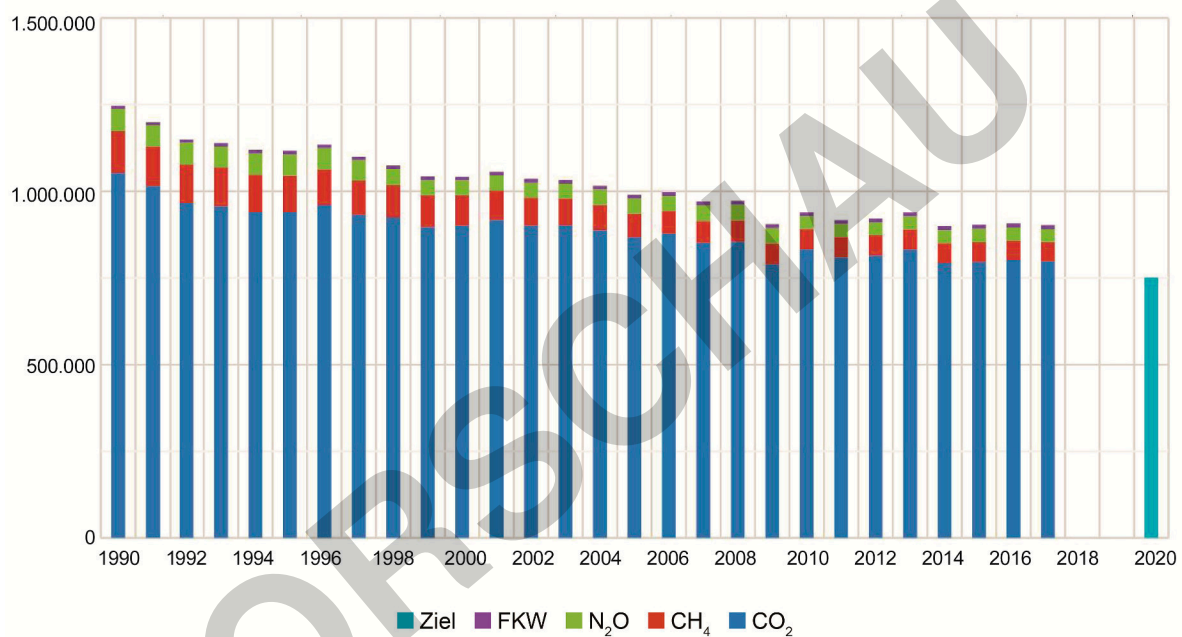


Abb. 4: Jährliche Treibhausgas-Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2017 (nach Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2017, Stand 01/2019)

**M 2d** Einfluss der industriellen Landwirtschaft auf den Ackerboden als Kohlenstoffspeicher

**Aus dem Labor von Frau Dr. Zabel wissen Sie bereits:**

- Boden besteht aus Schichten: O-, A-, B-, C-Horizont
- Primär-, Sekundärzersetzer und Mineralisierer bauen tote organische Substanz in verschiedenen Schritten ab.
- Stabilisierungsmöglichkeiten des Kohlenstoffs im Boden durch organo-mineralische Aggregate und natürliche Biopolymere.

**Labor: Herr Prof. Dr. Meiser**

*Der Klimaforscher Prof. Dr. Theo Meiser vergleicht konventionelle und ökologische Landwirtschaft.*

**Konventionelle vs. ökologische Landwirtschaft**

Die deutsche Landwirtschaft wird größtenteils konventionell betrieben. Der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Landfläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ist allerdings von 5,9 % im Jahr 2010 auf 9,1 % im Jahr 2018 angestiegen. Insgesamt wurden Ende 2018 in Deutschland über 1,5 Millionen Hektar ökologisch bewirtschaftet.

Für viele kleinere Betriebe ist es meist eine Kostenfrage, ob konventionell oder ökologisch gewirtschaftet wird. Wer ökologische Landwirtschaft betreibt, muss deutlich strengere Regeln und Gesetze einhalten. Dies ist dann meist mit höheren Produktionskosten verbunden. Die konventionelle industrielle Landwirtschaft ist oft auf eine einzige Pflanzen- oder Tierart spezialisiert. Mithilfe von modernen Produktionstechniken werden hohe Erträge angestrebt. Für die Bewirtschaftung des Betriebes werden schwere, landwirtschaftliche Maschinen eingesetzt. Diese pflügen z. B. die Bodenschichten bis in die Tiefe um, sodass die oberen nach unten gelangen und die unteren Schichten nach oben.

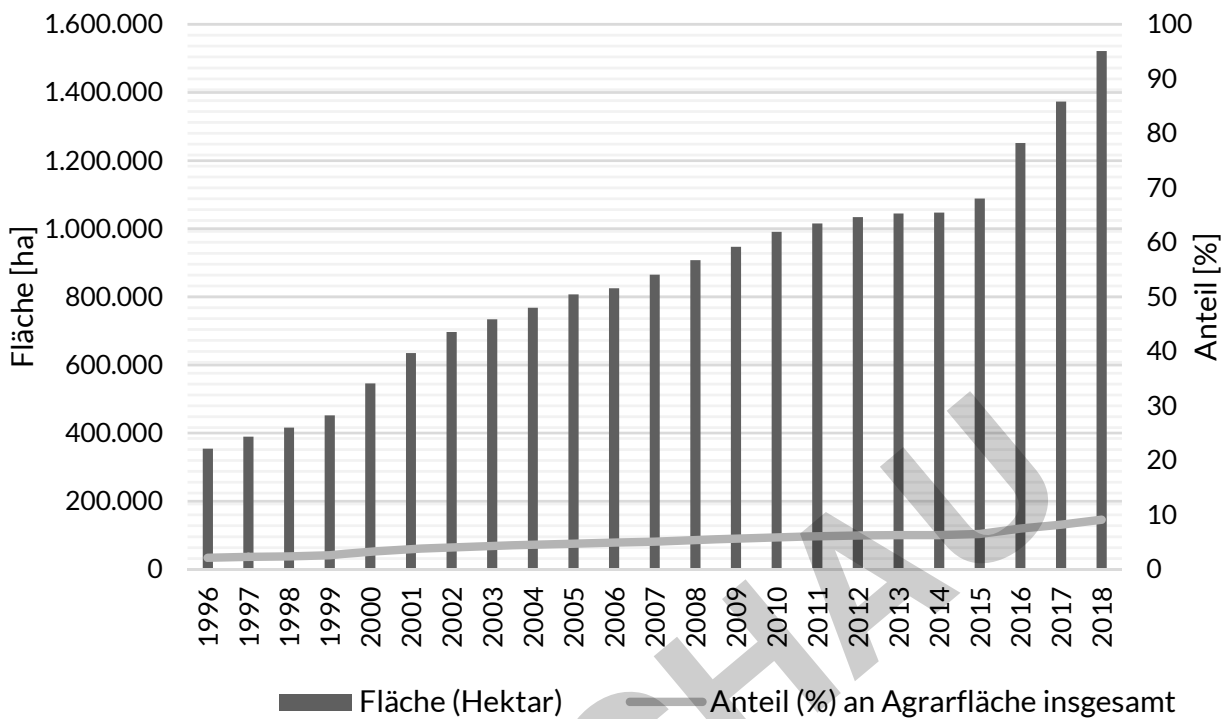


Abb. 12: Entwicklung der Ökoanbaufläche

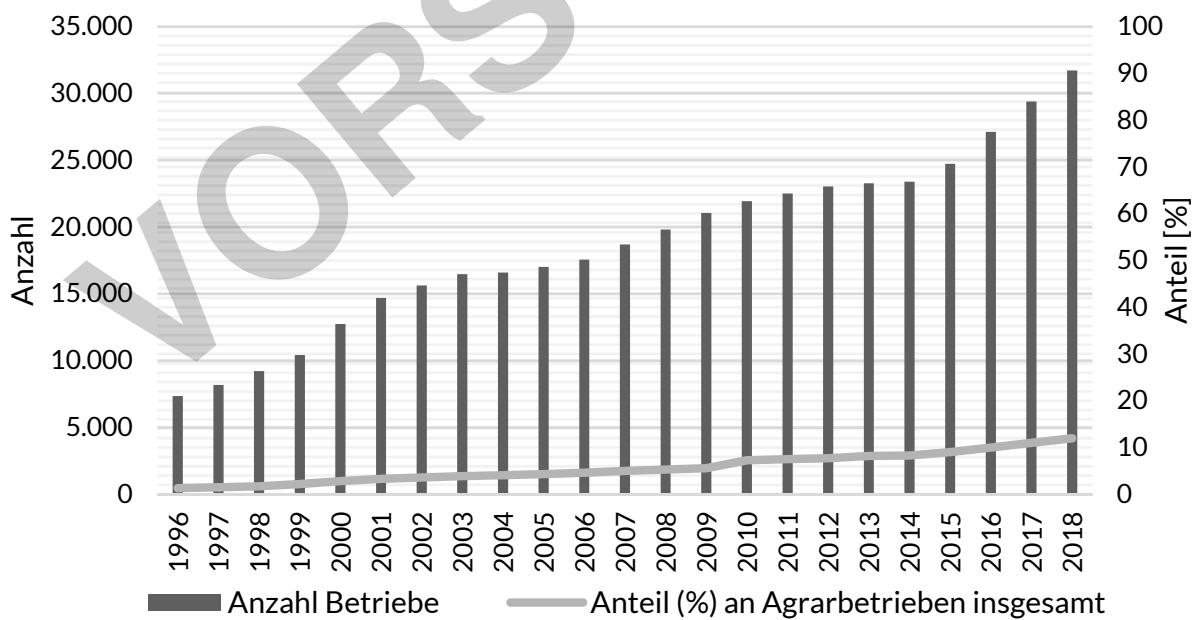
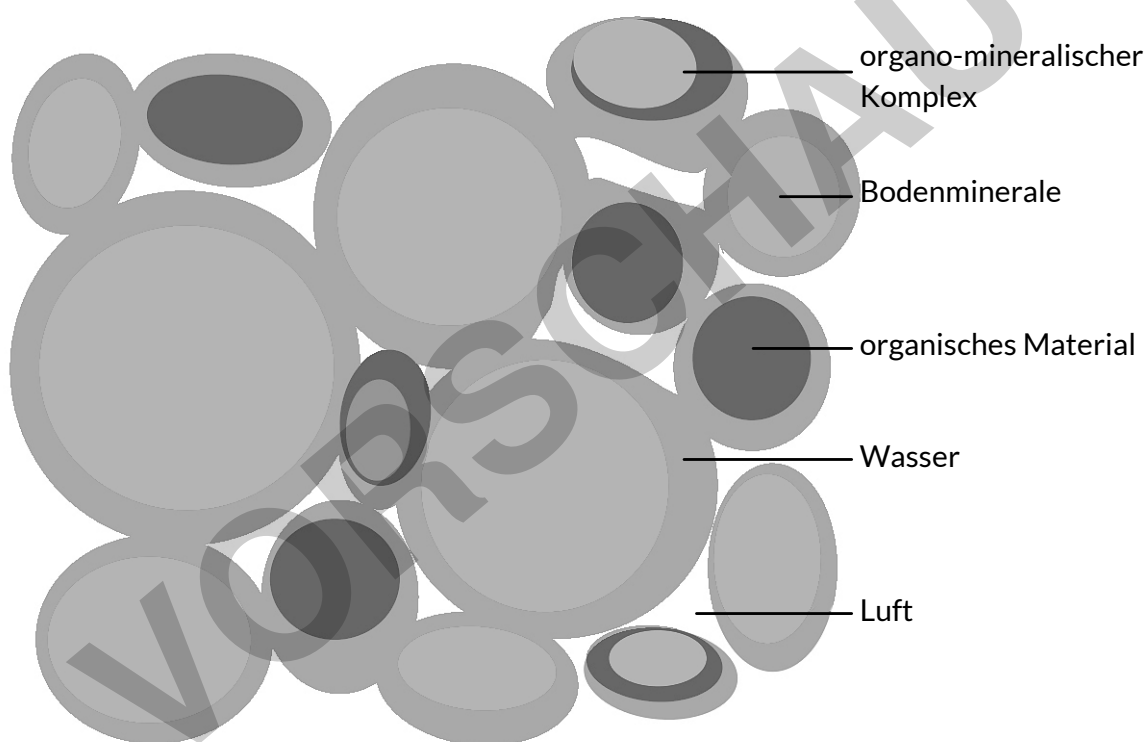


Abb. 13: Entwicklung der Anzahl der landwirtschaftlichen Ökobetriebe

Lehmböden gelten als die Fruchtbarsten und eignen sich daher gut für die industrielle Landwirtschaft. Sie bestehen zu gleichen Anteilen aus Sand, Ton und Schluff, sodass sie eine sehr gute Fähigkeit zur Speicherung von Mineralstoffen und Wasser besitzen. Die Poren in Sandböden sind groß. Daher zeichnet diesen Boden seine schlechte Aufnahmefähigkeit für Wasser aus. Eine ausreichende Versorgung mit Wasser ist für das Wachstum von Pflanzen jedoch unabdingbar. Den gegenteiligen Effekt zeigen tonreiche Böden, die sehr viel Wasser in den Poren speichern, sodass der Boden nicht gut durchlüftet werden kann. Ideal für den Ackerbau ist es, wenn die Bodenporen zur Hälfte mit Wasser und zur Hälfte mit Luft gefüllt sind.



Wikimedia/Joanna Kosmider/CC BY-SA 3.0

Abb. 14: Modell einer Bodenstruktur

Fruchtbare Böden können durch Wind- und Wassererosion sowie Nährstoffauswaschung durch starke Regenfälle auf natürliche Weise geschädigt werden. Intensive Landwirtschaft kann durch Pflügen, synthetischen Dünger, HochleistungsSaatgut und Pestizide sowie häufige Ernten die Böden stark beeinträchtigen. Durch Düngen wird eingebrachter Stickstoff schnell aus dem Boden ausgewaschen und nicht gespeichert.

## e) C-Gehalt im Boden/Flächenanteil

1. Torfmoore
2. Moore
3. Grasland
4. Borealer Nadelwald
5. Laubwald
6. Tropischer Regenwald
7. Ackerland

**Merksatz:** Die Darstellung der Speichermenge an Kohlenstoff im Boden in Abhängigkeit von der Fläche unterstreicht die große Wirkung der Moore im Szenario des Klimawandels.

Wie im Aufgabenmaterial dargestellt, haben Moore die Fähigkeit, Kohlenstoff in Form von organischen Verbindungen aus totem organischem Pflanzenmaterial am besten zu speichern und vor einer Freisetzung in Form von Kohlenstoffdioxid zu bewahren. Ackerland hingegen verursacht durch die intensive Bewirtschaftung der Felder und die Massentierhaltung große Mengen an Kohlenstoffdioxidemissionen. Infolgedessen schreitet der Klimawandel weiter voran. Eine Umwandlung der Moore in Ackerlandfläche verstärkt diesen Effekt um ein Vielfaches. Die Speicherung des wertvollen Kohlenstoffs wird inhibiert, während der Ausstoß der Treibhausgase intensiviert und die aktuelle Lage verschlimmert wird.