

# KARTOFFELN

***Ein Life-Cycle-Assessment  
für Interessierte***

**Entwickelt im Rahmen des Projektes**



**[www.lca-meets-efs.net](http://www.lca-meets-efs.net)**



**Liebe SchülerInnen, Auszubildende, Studierende, KollegInnen und Interessierte,**

mit dieser Handreichung möchten wir Ihnen das LCA Lernangebot zum Thema „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“ vorstellen.

Mit der Agenda 2030 wird nachhaltige Entwicklung verstärkt in den Fokus gerückt und um neue Konzepte und Strategien erweitert. Prozesse in Alltag, Technik und Industrie sollen hin zu nachhaltiger Praxis transformiert werden. Dieses zu bewerten, ist aber keine leichte Aufgabe. In den vergangenen Jahrzehnten sind hierzu allerdings Techniken entwickelt worden, die man, wenn sie alle relevanten Auswirkungen eines Prozesses oder Produkts in die Betrachtung einbezieht, als Life Cycle Assessment (LCA) bezeichnet. Zentral für die Transformation unserer heutigen Welt im Sinne nachhaltiger Entwicklung ist die Chemie und die mit ihr verbundenen und auf ihr aufbauenden Wissenschaften und Wirtschaftsbereiche. Auch die Chemie muss sich nachhaltiger aufstellen; dies geschieht durch das Konzept der Green Chemistry (auch Nachhaltige Chemie). Da bereits in der Agenda 21 dargelegt wurde, wie wichtig Bildung für die nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft ist, findet auch in der Chemie ein Umdenken statt und ein neuer Bereich in der chemiebezogenen Bildung wird in vielen Ländern zunehmend implementiert: Green Chemistry Education (GCE).

Zur GCE gehört das Wissen um eine veränderte Sicht der Chemie etwa im Bereich der chemischen Synthese und Produktion in Forschung und Industrie. Damit eng verbunden sind auch Kompetenzen in der umweltgerechten, rechtskonformen und sicherheitstechnischen Behandlung von Chemikalien und chemischen Produktionsprozessen. Bislang sind Bewertungsstrategien im Zusammenhang der Nachhaltigen Chemie, etwa das LCA, aber kaum Gegenstand der GCE. Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Implementation einer digitalen Lernumgebung über Bewertungsstrategien und -methoden für den Umgang mit Chemikalien und chemierelevanten Prozessen. Dies betrifft sowohl das LCA als auch eingebundene Methoden, wie beispielsweise den CO<sub>2</sub>- oder Wasserfußabdruck.

Eine Internetpräsenz [www.lca-meets-efs.net](http://www.lca-meets-efs.net) führt auf verschiedenen Niveaus in die Thematik ein. Sie stellt zentrale Konzepte und Methoden vor und erläutert dies an Beispielen.

Im Folgenden werden Ihnen kurz das Schülerlabor „*Life Cycle Assessment meets Education for Sustainability*“ kurz *LCA-meets-EfS*, die Gestaltung des Schülerlaborangebotes und sicherheitsrelevante Aspekte zum Verhalten im Labor für den Praxisanteil erläutert. Wir würden uns über einen Besuch im Schülerlabor sehr freuen,

das Projektteam des Schülerlabors „FreiEx“ an der Universität Bremen

## **I. Das Schülerlabor „FreiEx“ in der Chemiedidaktik der Uni Bremen**

Ein Schülerlabor ist eine nicht-schulische Lernumgebung, die ein vorstrukturiertes Lernangebot umfasst. Das Besondere an einem Schülerlabor ist die Ergänzung von schulischem und außerschulischem Lernen und die Abstimmung auf die spezifischen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler. Dies impliziert eine didaktische Gestaltung des Lernangebotes.

Das Schülerlaborangebot ist so gestaltet, dass es an verschiedene Lerngruppen flexibel angepasst werden kann und zudem ein hohes Maß an innerer Differenzierung aufweist. Die digitalen Unterrichts- und Informationselemente, Experimentieranleitungen und Ergänzungsmaterialien sollen Schülerinnen und Schüler herausfordern, über Themen der Nachhaltigkeitsdebatte zu lernen und sich in entsprechenden Themenbereichen orientieren zu können. Zielgruppen dieser Schülerlaborangebote sind schulische und außerschulische Lerngruppen, Auszubildende sowie Studierende der naturwissenschaftlich-technischen Fachrichtungen.

## **II. Das LCA-Material für Lehrkörper und Anwender**

Ausgehend von aktuellen Fragen der Klima- und Nachhaltigkeitsdebatte soll diese Handreichung zum LCA-Lernangebot „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“ eine Einführung in die komplexe Thematik des Life Cycle Assessment bieten. Das Modul kann sowohl komplett oder aber nur in ausgewählten Teilthemen bearbeitet werden. Geeignet ist das Material für Lernende ab der Sekundarstufe 9/10 der allgemeinbildenden und beruflichen Schulen und des Hochschulbereichs.

**Für Lehrkräfte/Ausbilder/Dozenten/Kursleiter enthält das Lernangebot folgende Unterlagen und Materialien bereit:**

- Lehrerinformation LCA-Lernangebot „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“
- Verlaufspläne zur Lerneinheit mit Vorschlägen zum Einstieg, zur Durchführung und zur Erkenntnissicherung mit Lösungen und Zeitangaben
- Materialien:           Arbeitsblätter (Fakten-Check, Endpunkte komprimiert, Argumentationsblatt)  
                                Druckvorlagen (Weltkarte, Wertschöpfungskette)  
                                DATA-SETS zur kalkulatorischen Bearbeitung via Excel, Numbers und Sankey
- Argumentationshilfen und Hintergrundinformationen zu den relevanten Endpunkten
- Liste zu Datenquellen, Medienangeboten, weiterführender Literatur, Bestelladressen

Die Arbeitsblätter AB 1-4 mit den beiden Druckvorlagen und das DATA-SET sollen die Lernenden bei der Erschließung der Faktenlage zu ihrem Produkt bzw. betrachteten Endpunkt anleiten und unterstützen. Selbstverständlich sind die SuS / Studierenden in der Gestaltung ihrer analogen oder digitalen MindMaps frei. Jedes Gruppenmitglied kann so seine individuellen Stärken - sei es analytisch, organisatorisch, gestalterisch, sprachlich - in die Gruppenarbeit einbringen. Eine Binnendifferenzierung ist im schulischen Kontext möglich.

Nachhaltigkeit ist wichtig - aber selten einfach. Mit dem Modulangebot „Kartoffeln – regional oder aus der Wüste“ können die LCA-relevanten Endpunkte Flächenverbrauch und virtuelles Wasser für die Produktion dieser Powerknollen niedrigschwellig und ausführlich erschlossen werden. Auf die Emissionsbetrachtung der GHGs und den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wurde in diesem Modulangebot aufgrund der Komplexität bewusst verzichtet.

## Verlaufsplan „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“

PHASE	TEILTHEMA	MATERIAL	DAUER
<b>Einstieg</b>	Kartoffeln – Sorten, Geschmack, Inhaltsstoffe → Produkte daraus	Umfrage	10 min
Verkostung	verschiedene Kartoffelsorten (Früh-, Spät-, festkochend mehlig-kochend) probieren: Testkriterien festlegen, Bewertung	Küche / Labor	20 min
Videoclip	Welt der Wunder (2015) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=BFbalwHu72A">https://www.youtube.com/watch?v=BFbalwHu72A</a>		10 min
Videoclip	NABU Pflanzanleitung für Kartoffeln auf Terrasse & Balkon <a href="https://www.youtube.com/watch?v=dF5esaAaWRM">https://www.youtube.com/watch?v=dF5esaAaWRM</a>		3 min
<b>Gruppenarbeit</b>	<b>Einteilung der 5 Arbeitsgruppen mit 4-6 Teilnehmern</b>		
	Teil 1 Virtuelles Wasser & Wasserfußabdruck		
Fakten-Check	KARTOFFELN: Wie werden sie produziert und welche Bedingungen herrschen in den Anbauländern Ägypten, Israel und Deutschland?	AB 1	15 min
Info	Das Image der Kartoffel: Inhaltsstoffe und Nährwerte. Persönliche Vorlieben und Konkurrenz durch Nudel & Reis.	Umfrage 2	10 min
Info	Wasserfußabdruck der Anbauregionen im Vergleich	AB 2 + DATA SET	15 min
	Teil 2 Flächenverbrauch		
PRODUKTION	Weltkarte: Anhand des DATEN SETS ermittelt jede Gruppe die Haupterzeugerländer	Recherche	10 min
Info:	und trägt die Daten in die Weltkarte ein. Anbauregionen im Vergleich	AB 3 + DATA SET	10 min
<b>ERGEBNISSE</b>	Zahlentabellen ausfüllen, Bewertungen in die Übersicht eintragen	AB 4	15 min
<b>FAZIT</b>	<b>Gruppendiskussion / Expertenrunde / Gruppenpuzzle</b>		<b>30 min</b>

Ergänzend können zur Erläuterung der in diesem Modulangebot betrachteten Endpunkte „Virtuelles Wasser & Wasserfußabdruck“ sowie der „Flächenverbrauch“ die als Basiswissen erstellten Materialien herangezogen werden.

**Zum Einstieg** soll/kann sich die Lerngruppe durch Umfragen, Impulsfilm, Pflanzanleitung etc. in das Thema „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“ nähern. Vorschläge zu geeigneten Forschungsfragen sind auf dem Verlaufsplan notiert. Praktische Betätigung im (Schul)Garten oder Verkostungen erwecken Neugier und machen Spaß. Mit der Einteilung in Gruppen und der Ausgabe der Materialien bzw. Zustellung von Links auf der Website erhält jede Gruppe Zugriff auf die dort hinterlegten Arbeitsordner. **(Zeitbedarf 1 Doppelstunde)**

**Gruppenarbeit** Im Web-Ordner sind die Arbeitsblätter (AB 1-4) dieses Modulangebotes „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“ zu den beiden Endpunkten „Virtuelles Wasser“ und „Flächenverbrauch“ mit dem DATA SET zu finden. Die Teilthemen in so gestaltet, dass sowohl die Gruppenbearbeitung eines Teilthemas selbst erfolgen oder aber – falls es zu schwer ist – innerhalb eines Teilthemas nur ein Erzeugerland je Gruppe betrachtet werden kann. Zur Auswahl stehen die Erzeugerländer Ägypten, Israel und Deutschland. Wie viele und welche Länder bearbeitet werden, ist abhängig von der individuellen Größe und dem Interesse der Lerngruppe.

**AB 1 ist ein FAKTEN CHECK.** Eine Headline mit Forschungsfrage/n leitet zum Text über. Dieser enthält in komprimierter Form die wichtigsten Informationen zum betrachteten Produkt/Endpunkt und zu Inhaltsstoffen, Anbaugebieten und -bedingungen. Die Lernenden können/sollen die **Ergebnisse ihrer Recherchen** für die abschließende Gruppendiskussion aufbereiten. Eine **Druckvorlage „Weltkarte“** soll mit den ermittelten Produktionsländern und -daten bestückt werden (als .pdf).



**AB 1 FAKTEN-CHECK KARTOFFEL**

Die Kartoffel ist eine beliebte Beilage für viele Gerichte in der deutschen Küche. Auch im Winter sind pralle Frühkartoffeln im Angebot. Sie kommen aus Südeuropa, Israel und auch aus Ägypten. Brauchen wir die Wüstenkartoffeln wirklich oder sollten wir uns auf regionale Lagerware beschränken?



Sorte Nicola

Kartoffeln zählen zu den Grundnahrungsmitteln. Weltweit werden jährlich etwa 360 Millionen Tonnen geerntet. In Deutschland werden pro Person 80 kg der Powerknollen pro Jahr verzehrt. Dabei wird rund die Hälfte des Gesamtverbrauchs als verarbeitete Kartoffelerzeugnisse wie bspw. Kartoffelsalat oder -puffer, Pommes frites oder Kartoffelchips genossen.

**Die Kartoffel und ihr Imageproblem:** Im Jahr 1950 lag der Pro-Kopf-Verbrauch in der BRD noch bei 186 kg. Internationale Produkte und Rezepte veränderten das Essverhalten der Deutschen, Beilagen wie pralle Frühkartoffeln im Angebot. Sie kommen aus Südeuropa, Israel und auch aus Ägypten. Brauchen wir die Wüstenkartoffeln wirklich oder sollten wir uns auf regionale Lagerware beschränken?

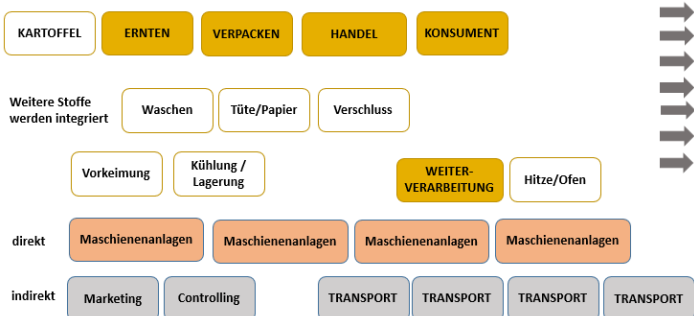
**Die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe von Kartoffeln** schwankt sowohl in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen (Boden, Klima) als auch von der Anbautechnik (Düngung, Pflanzenschutz). Der physiologische Brennwert beträgt 297 kJ (70 kcal) je 100 g essbarem Anteil. Kartoffeln bestehen zu fast 80 % aus Wasser und zu 15 % aus Kohlenhydraten (vor allem Stärke mit sehr geringen Anteilen Saccharose, Glucose, Fructose). Sie liefern 2 % Ballaststoffe, 2 % hochwertiges Eiweiß, zahlreiche Mineralstoffe und Vitamine. Von 100 g Rohkartoffeln entfallen 20 % auf Abfall (Schalen).

Was ihre Ökobilanz betrifft...

In Produktions-Fließbildern soll eine „Wertschöpfungskette“ zur Rohstoff-, Wasser-, Energie- und Stoffstromanalyse sowie die prozessrelevanten Parameter „Energiebedarf, Frisch- & Abwasserströme, Zuschlagstoffe, Erträge, Entsorgung, Transport, Emissionen“ dargestellt werden.

Die **Druckvorlage „Wertschöpfungskette“** (ebenfalls als .pdf) enthält vorbereitete Buttons mit Ausgangsstoff, möglichen Arbeitsschritten bis hin zum Kunden. Erweiterbar/optional ist die End-of-Life Betrachtung der Verpackung zu ergänzen.

**KARTOFFEL – Vom Acker auf den Teller: Produktionsschritte**



**AB 2 und 3 sind DATENBLÄTT.** Die für die Durchführung einer einfachen LCA-Betrachtung nötigen Informationen (mit Flächen- und Wasser-Bedarfen) sind in tabellarischer als auch graphischer Darstellung aufbereitet.

Die dazu erstellten DATA SETs fokussieren zunächst die drei betrachteten Produktionsländer mit den jeweiligen Anbaubedingungen. Die benötigten Daten wurden aus den Datenbanken ecoinvent, SimaPro 5, umberto, ESU – Sense sowie faostat ermittelt. Ziel ist es, diese geeigneten Daten sinnvoll so zu harmonisieren, dass sie von Lerngruppen erfolgreich umgerechnet und grafisch aufbereitet werden können, um eine Basis für die Bewertung und Diskussion der hier betrachteten LCA-Endpunkte [Flächenverbrauch, virtuelles Wasser] darzustellen.

**KARTOFFEL – Regional versus Import**

**AB 4 GRUPPENDISKUSSION - EXPERTENRUNDE**

**KARTOFFEL: Produktionszahlen und Flächenerträge im Vergleich 2019/20<sub>20</sub>...** deutschen Haushalten haben Kartoffeln ihren festen Platz. Auch im Winter und Frühjahr. Wo kommen sie her, wie werden sie produziert und welchen Flächenbedarf haben die Äcker. Wie effizient ist der Anbau in den Erzeugerländern?

data 2019/20, www.faostat.org		Potatoes - Production and Yield					
Country / Allocation	Country Area in [1,000ha]	Area harvested in [1000ha]	Production		Yield		
			in [t]	kg/ha	kg/ha	t/ha	
Brazil	851.577	117	0.014	3767769	321337	32134	32.1
China	959.696	4218	0.44	78236596	185474	18547	18.5
Egypt	100.845	179	0.18	521995	292021	29203	29.2
Germany	35.759	274	0.77	117151000	428340	42834	42.8
India	328.726	2158	0.66	51300000	237720	23772	23.8
Israel	2.238	142	6.34	498868	351712	35171	35.2
Italy	30.134	47	0.16	1434650	302968	30299	30.3
Latvia	6.459	9	0.14	181100	210509	21006	21.3
Poland	31.270	226	0.73	7848600	347683	34768	34.8
Russian Federation	14.452.664	1178	0.008	19607361	166432	16643	16.6
South Africa	122.104	68	0.056	2546996	373257	37326	37.3
Spain	50.597	65	0.13	2051830	113735	11374	11.4
USA	982.668	370	0.04	18789970	507933	50793	50.8

**AUFGABEN:**

Diskutiert auf Grundlage der AB 1-3 die Zahlen in dieser Tabelle:

- Vergleiche die Anbauflächen mit den Produktionszahlen und den Erträgen.
- Fertigt aussagekräftige Grafen via Excel oder Numbers an. Nutzt dazu das Data-Set.
- Welches Erzeugerland arbeitet sehr effizient, welches nicht?
- Woran liegt das? Sammelt Gründe (Klima, Bodenbeschaffenheit, Wasserverfügbarkeit, Schädlinge)
- Bereitet in einer Präsentation die Gruppenergebnisse auf.

Übersicht der Argumente pro / kontra Kartoffeln aus regionalem Anbau oder aus der Wüste	
<b>Ökologische Gründe</b>	
Flächenverbrauch	
Wasserverbrauch	
sonstige	
<b>Gesundheit</b>	
Weltbevölkerung, Hunger	
Allergien	
sonstige	
<b>Ökonomische Gründe</b>	

**KARTOFFEL – Regional versus Import**

**AB 2 DATENBLATT (Kenddaten zum Wasserverbrauch)**

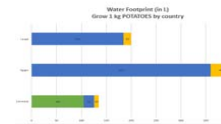


Sobald die Bodentemperatur mindestens 8 °C beträgt, können Kartoffeln gepflanzt werden. Um die Knollenbildung zu fördern, ist eine maximale Nachttemperatur von 15 °C erforderlich. Knollen wachsen bei Bodentemperaturen von 15 bis 18 °C optimal. Sinken die Temperaturen unter 10 °C oder steigen sie über 30 °C, stellt die Pflanze das Wachstum nahezu ein. Kultivierte Kartoffeln werden in frühe (90 bis 120 Tage), mittlere (120 bis 150 Tage) und späte (150 bis 180 Tage) Sorten unterteilt.

Unterer Teil der Kartoffelpflanze: die Mutterknolle ist dunkel gezeichnet

**Anforderungen an die Bewässerung von Kartoffeln:** Der Anbau von Kartoffeln ist grundsätzlich problematisch im Hinblick auf die erhöhte Gefahr von Bodenversauerung durch Wasser. In Deutschland kommt der Kartoffelanbau fast ohne künstliche Bewässerung aus, weil genug Regen fällt. Für die Produktion eines 1 Kilos Kartoffeln werden 195 L Wasser benötigt.

Und die Kartoffeln aus der Wüste? Im Freiland muss bereits vor dem Pflanzen der Boden feucht gehalten werden, während der Wachstumsphase fahren Bewässerungsanlagen unter sengender Sonne die Felder ab und besprühen das Grün mit Tiefenwasser. In Ägypten werden daher pro Kilo Knollen etwa 400 L Wasser benötigt. Die Feuchtigkeit begünstigt zudem den Befall der Pflanzen durch Schädlinge (Kartoffelfäule, Kartoffelkäfer), die konsequent bekämpft werden müssen. In den Gewächshäusern in Israel dagegen nur die Hälfte, weil meistens effektive aber arbeitsintensive Tropfbewässerungssysteme verwendet werden.



Water footprint (liters/kg)	Water source			Land
	green	blue	grey	
Egypt	11	31	31	EG
Germany	05	20	10	DE
Israel	05	10	10	IS

Die in Deutschland geernteten Kartoffeln werden in großen Hallen bis zum Verkauf kühl und trocken gelagert. Durch Fortschritte in der Kühltchnik - die Energieversorgung und Lüftungstechnik betreffend - kann ganzjährig eine ausgezeichnete Qualität der Lagerware sichergestellt werden.

Durch Vorkeimen der Setzkartoffeln ab Januar/Februar können in milden Anbauregionen von der Pfalz bis Thüringen bereits in März Kartoffeln gesetzt werden, die ab Mai/Juni als Frühkartoffeln in den Handel gelangen.

**AUFGABEN:**

- Was kostet 1 Kilo Frühkartoffeln?
- Welche Konsequenzen ergeben sich aus diesen Informationen im Hinblick auf einen nachhaltigen Konsum?
- Informiert euch über die Kartoffelfäule in Israel.

Ein zusammenfassendes Arbeitsblatt **AB 4** für die drei in diesem Set zu betrachtenden Produktionsländer ist Teil der Unterlagen. **AB 4** bildet die Grundlage für die abschließende Präsentation und Gruppendiskussion. Auf ihm werden zu den Bewertungskriterien „Ökologische & ökonomische, gesundheitliche Gründe“ Fakten tabellarisch festgehalten. Dies soll eine Hilfestellung zur vergleichenden Bewertung und Einordnung der relevanten Produktionsdaten sein.

Mit der abschließenden **Präsentation der Ergebnisse** (via Keynote, Powerpoint, Padlet oder als Poster) und **Diskussion** (als Gruppenpuzzle / Podiumsdiskussion / Expertenrunde) gelingt die Vermittlung der Resultate aus den einzelnen Gruppenarbeiten hin zur gesamten Lerngruppe. Die Argumentationshilfe AB 4 kann in einer Expertenrunde die pros & cons zum jeweiligen Produktionsland liefern. (Zeitbedarf 2 Doppelstunden).

**III. Das LCA relevante Begriffe**

In diesem „Einsteiger“-LCA-Set werden die Endpunkte Fläche und Wassergebrauch betrachtet. Detaillierte Emissionsbetrachtungen im Zusammenhang mit dem KARTOFFEL-Anbau gibt es im Fortgeschrittenen-Modul.

**Endpunkt Flächenverbrauch:** Die Betrachtung der Ausbeuten bzw. erwirtschafteten Erträge je Hektar gibt Aufschluss über die Effektivität eines Erzeugerlandes. In diesem Modulangebot „KARTOFFELN – regional oder aus der Wüste“ soll zwischen den Anbaubedingungen in den drei betrachteten Anbauländern unterschieden werden. Die Lernenden müssen wählen, welches Land maßgebliche Produktionszahlen aufweist und warum. Die Bodenqualität, die klimatischen und geologischen Begebenheiten vor Ort sind entscheidend für die Höhe der Ernteerträge. Aber auch Bewässerungs-, Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen sowie der Einsatz von GVO haben erheblichen Einfluss auf die Ertragsleistung. Diese verursachen Überdüngung und Versauerung des landwirtschaftlich

genutzten Bodens. Die Nahrungsmittelproduktion steht zudem in Konkurrenz zu anderen Formen der Landnutzung wie der landwirtschaftlichen Energieproduktion oder dem Erhalt von Naturflächen.

**Endpunkt Wasser-Fußabdruck - virtuelles Wasser (Wasserverfügbarkeit):** Wasser, insbesondere sauberes Trinkwasser, wird weltweit vermehrt als knappes und wertvolles Gut wahrgenommen. Wasser wird aber auch in großen Mengen bei der Herstellung von Produkten gebraucht. Der Wasserfußabdruck (Water Footprint) berücksichtigt in erster Linie nur die gebrauchte Menge an Wasser, wobei zwischen

- Oberflächen- und Grundwasser (blue water)
- Regenwasser (green water)
- verschmutztem Wasser (grey water)

unterschieden werden muss.

Für die Kartoffeläcker sind in den beiden betrachteten Wüstenstaaten sehr unterschiedliche Wasserbedarfe zu verzeichnen. Die Erträge in den Erzeugerländern spiegeln den Stand der Bewässerungstechniken wider. In Ägypten werden die Felder mit Sprinkleranlagen oberflächlich bewässert und je nach Tageszeit der Bewässerung beträgt die Verdunstungsrate bis zu 70 %! Das benötigte Wasser wird aus Tiefen bis zu 1.000 m hochgepumpt. Die Folge davon sind zunehmend versiegende Brunnen, der Bevölkerung wird das dringend benötigte Trinkwasser entzogen. In Israel hingegen wird das Wasser durch Tropftechnik punktuell und verdunstungsarm verabreicht. So gelingt der Anbau dieser wasserintensiven Frucht sogar im Wüstenklima.

Der Kartoffel-Anbau wird durch eine große Anzahl von Schädlingen, Unkräutern und Faulpilzen limitiert, dem nur durch massiven Einsatz von Pestiziden (vor allem Herbizide und Fungizide) begegnet werden kann, was die Bodenqualität senkt und besonders den Anteil an „grauem“ Wasser erhöht. Eine nachgeschaltete Wasseraufbereitung erfolgt in den Anbaugebieten vor allem in Ägypten oft nicht oder nur unzureichend.

#### IV. Hinweise und Literatur zum fachlichen Hintergrund

- Welt der Wunder <https://www.youtube.com/watch?v=BFbalwHu72A> (2015) NABU Kartoffelanbau auf Terrasse und Balkon (2018) <https://www.youtube.com/watch?v=dF5esaAaWRM>
- S. Ahrens (2021) <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/175422/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-kartoffeln-in-deutschland/>
- Chefkoch – Ausgabe März 21; Grüne Seite – Frühkartoffeln aus Ägypten
- Poore, J. & Nemecek, T. (2018) *Verringerung der Umweltauswirkungen von Lebensmitteln durch Erzeuger und Verbraucher*. Bericht und Datensatz unter <https://science.sciencemag.org/content/360/6392/987>
- [www.proplanta.de](http://www.proplanta.de)
- [https://www.proplanta.de/Kartoffel/Pflanzenbauliche-Basisinformationen-Kartoffel\\_Pflanze1152623593.html](https://www.proplanta.de/Kartoffel/Pflanzenbauliche-Basisinformationen-Kartoffel_Pflanze1152623593.html)
- <https://www.bwagrar.de/Aktuelles/Kartoffeln-sind-durstig,QUIEPTQ2OTQyMTImTUIEPTUxNjQ0.html>
- <https://wikifarmer.com/de/wasserbedarf-und-bewasserungssysteme-fur-kartoffeln/>
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Kartoffel#Durchschnittliche\\_Zusammensetzung](https://de.wikipedia.org/wiki/Kartoffel#Durchschnittliche_Zusammensetzung)