

Wie viel Wasser ist im Hamburger?

Eine Unterrichtseinheit zum Thema „Virtuelles Wasser“

Von André Schuhmann, Adrian Russek und Katrin Sommer

KLASSENSTUFE:	Sekundarstufe I
THEMA:	Wassernutzung; Konzept des virtuellen Wassers
METHODE:	Schülerexperiment
MEDIEN:	Film „Wasser im Hamburger“ (s. [11])

Ob für das Betätigen der Toilettenspülung, das morgendliche Duschen oder die alltägliche Körperpflege – für all diese Aktivitäten wird Wasser benötigt: Rund 120–125 Liter Wasser gebraucht der deutsche Durchschnittsbürger am Tag [1]. Doch das ist nur ein (kleiner) Teil der Wahrheit. Der tatsächliche Wassergebrauch beläuft sich auf ein Vielfaches – etwa 4.000–5.500 Liter Wasser pro Person und Tag werden in Deutschland „virtuell“ genutzt [2, 3]. Das entspricht der riesigen Wassermenge von mehr als zwanzig randvoll gefüllten Badewannen.

Der Begriff des „virtuellen Wassers“ wurde zu Beginn der 1990er-Jahre durch den britischen Geographen J. A. Allan eingeführt und bezeichnet das Wasser-

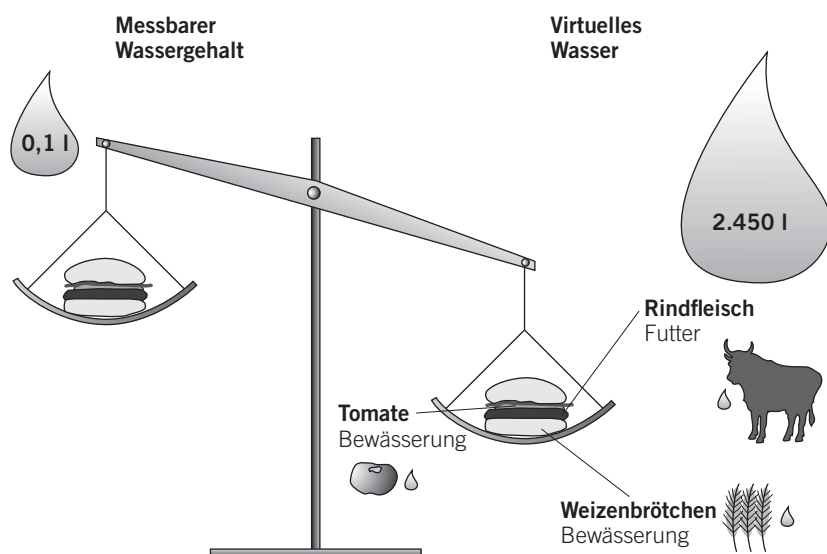
volumen, das für den gesamten Erzeugungsprozess eines Industrie- oder Agrarproduktes benötigt wird [4]. So geht in die Berechnung dieses Wasservolumens neben dem genutzten Frischwasser auch das während der Produktion verdunstete und verschmutzte Wasser ein [5].

Besonders deutlich wird das Konzept des virtuellen Wassers durch einen Vergleich: Ein Kilogramm Rindfleisch enthält ein messbares, physisches Wasservolumen, welches sich durch Trocknen und Wägen ermitteln lässt, von nur 0,37 Litern. Die Menge des virtuellen Wassers beträgt jedoch rund 15.000 Liter pro Kilogramm, ist also mehr als 40.000 mal so hoch wie das im Experiment messbare Wasservolumen. Dieser hohe Gehalt an virtuellem Wasser resultiert aus der praktizierten Form der Rinderhaltung: Bei einer angenommenen Intensivhaltung, bei der die Tiere nach ungefähr drei Jahren ihr Schlachtgewicht erreichen, hat ein Rind ca. 7,2 Tonnen Raufutter (z. B. Heu und Silage), 1,3 Tonnen Kraftfutter (hauptsächlich Getreide), sowie 24.000 Liter Wasser zum Trinken

gebraucht [2]. Da allein für die Futtermittelproduktion ca. 300.000 Liter Wasser benötigt werden, fällt der „Wasserfußabdruck“ für ein verzehrfertiges Kilogramm Rindfleisch so negativ aus [3].

Virtuelles Wasser steckt jedoch nicht nur in Lebensmitteln: Auch für die Herstellung anderer Güter werden teilweise große Mengen Wasser benötigt. So werden bei der Herstellung einer Jeans durchschnittlich 11.000 Liter an virtuellem Wasser genutzt. Während rund 85 Prozent dieser Wassermenge allein für die Baumwollproduktion aufgewendet werden müssen, entfallen die restlichen 15 Prozent auf alle verbleibenden Produktionsschritte [2].

Die Werte zwischen dem virtuellen Wasser und dem tatsächlich messbaren Wassergehalt können erheblich schwanken, da das Konzept des virtuellen Wassers den während des gesamten Produktionsprozesses benötigten Wasserverbrauch mit einbezieht (vgl. **Abb. 1**). Das (virtuelle) Wasser wurde also tatsächlich für die Herstellung des Produktes gebraucht, ist jedoch im Endprodukt experimentell nicht mehr nachweisbar.



1 | Unterschied zwischen dem „Wassergehalt“ und dem „virtuellem Wasser“ eines Produktes

Chemieunterricht und Nachhaltigkeit

Doch warum sollte man sich im Chemieunterricht überhaupt dem Konzept des virtuellen Wassers widmen? Eine Antwort auf diese Frage liefert der Kernlehrplan für das Fach Chemie: Der Chemieunterricht soll Schülerinnen und Schüler für eine „nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisieren“ und so zur Ressourcenschonung beitragen [6]. Das Wissen über den tatsächlichen, das virtuelle Wasser mit berücksichtigenden, Wassergehalt der von uns benutzten Güter ist die Grundlage für ein ökologisches Handeln der Akteure im Sinne der Nachhaltigkeit (vgl. **Info 1**).

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Das normative Leitbild der Nachhaltigkeit wurde erstmals im Jahre 1987 durch die damalige norwegische Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland in dem nach ihr benannten Brundtland-Bericht als eine Entwicklung beschrieben, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ [7]. Mit der Einberufung der UN-Weltdekade der Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung von 2005–2014 haben sich die Mitgliedsstaaten verpflichtet, das Bildungskonzept „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ im schulischen sowie außerschulischen Bereich verstärkt umzusetzen [8].

Während das Konzept des virtuellen Wassers oftmals erst in der Sekundarstufe II eingeführt wird (vgl. auch [9, 10]), soll hier bereits den Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I der Begriff „virtuelles Wasser“ experimentell vor Augen geführt werden.

Ausgangspunkt der Unterrichtseinheit ist die experimentelle Ermittlung der physischen Wassermenge eines Hamburgers, d. h. wie viel Wasser sich durch Trocknen und Wägen in dem Lebensmittel nachweisen lässt. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen einen aus lediglich drei Komponenten (Rindfleisch, Weizenbrötchen und Tomate) bestehenden Hamburger (vgl. **Arbeitsblatt 1**). **Hinweis:** Bei der Durchführung des Experiments ist es sinnvoll, die Massen eines Weizenbrötchens, von zwei Tomatenscheiben und 150 g Hackfleisch zunächst zu bestimmen und zu notieren. Jede Schülergruppe kann dann einen Teil der Lebensmittelproben zur weiteren Untersuchung verwenden.

Die Schülerinnen und Schüler tragen das von ihnen experimentell ermittelte Wasservolumen der einzelnen Hamburger-Bestandteile dann in die „Preisschilder“ auf einer vorbereiteten OHP-Folie (vgl. **Folie 1**) ein. Im Anschluss daran wird ein kurzer, knapp 6-minütiger Unterrichtsfilm mit dem Titel „Wasser im Hamburger“ gezeigt [11]. Dieser Film behandelt die Thematik des virtuellen Wassers exemplarisch anhand der Produktion eines Hamburgers. Im Anschluss an die Definition des Begriffs „virtuelles Wasser“ wird gezeigt, woher die einzelnen Bestandteile eines Hamburgers stammen und wie viel Wasser für die Produktion des Rindfleisches, des Weizenbrötchens und der Tomate benötigt werden. Beispielsweise werden allein für die Herstellung des Hamburgerfleisches 2.400 Liter Wasser benötigt; hinzu kommen rund 42 Liter Wasser für das Weizenbrötchen und ca. 8 Liter für die in einem Hamburger enthaltenen Tomatenscheiben [11]. Insgesamt beläuft sich das Volumen des virtuellen Wassers eines Hamburgers auf 2.450 Liter – dies entspricht in etwa dem zehntausendfachen des Eigengewichtes eines Hamburgers.

Die Schülerinnen und Schüler tragen die im Film genannten Werte des virtuellen Wassers für die Bestandteile des Hamburgers in die bereits zuvor ge-

nutzte OHP-Folie (vgl. **Folie 1**) ein. So ergibt sich eine kontrastierende Gegenüberstellung des physisch in den Produkten enthaltenen Wassers und dem für die Herstellung benötigten virtuellen Wassers. Die Schülerinnen und Schüler sollen so erkennen, dass in einem ihnen wohlbekannten Lebensmittel, dem Hamburger, viel mehr Wasser enthalten ist, als sie eigentlich vermuten und so eine erste ökologische Bewertung dieses Lebensmittels vornehmen.

Im letzten Schritt wenden die Schülerinnen und Schüler ihr erlangtes Wissen an, um ein Plakat zum Thema „Herkunft des virtuellen Wassers“ in diversen Lebensmitteln, z. B. im Döner, in Reis oder einer Haselnusscreme (z. B. Nutella®) zu erstellen (vgl. **Info 2**).

Fächerverbindendes Arbeiten

Das Konzept des „virtuellen Wassers“ kann in verschiedenen (naturwissenschaftlichen) Unterrichtsfächern, wie beispielsweise im Biologie- [9] oder Geographieunterricht [10] behandelt werden und bietet somit Chancen für einen fächerverbindenden Unterricht. Durch die Einbeziehung fachlicher Kompetenzen aus mehreren Unterrichtsfächern und der damit verbundenen interdisziplinären Herangehensweise kann der Unterrichtsgegenstand „Virtuelles Wasser“ in seinen verschiedenen Dimensionen erfasst werden.

Der experimentelle Zugang ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, die Diskrepanz zwischen dem in den Lebensmitteln und anderen Produkten enthaltenen physisch messbaren Wasser

und dem während des Herstellungsprozesses eingesetzten virtuellen Wasser zu verdeutlichen. Der abstrakte Begriff „Virtuelles Wasser“ wird für die Schülerinnen und Schüler so anschaulich.

Literatur

- [1] BUND [Hrsg.]: 30 Liter täglich. Abrufbar unter: <http://www.bund-bawue.de/themenprojekte/wasser-und-gewaesser/wasser/wasserverbrauch/>
- [2] Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V. [Hrsg.]: Virtuelles Wasser versteckt im Einkaufskorb. Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz. Band 73. Bonn 2008
- [3] GEO.de GmbH [Hrsg.]: Virtuelles Wasser. Abrufbar unter: <http://www.geo.de/GEO/mensch/64104.html>
- [4] Bundesanstalt für Gewässerkunde [Hrsg.]: Wasserverbrauch und virtuelles Wasser. Abrufbar unter: <http://ihp.bafg.de/servlet/is/15853/wasserverbrauch.html>
- [5] WWF Deutschland [Hrsg.]: Virtuelles Wasser. Abrufbar unter: http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/Grafik-virtual-water.pdf
- [6] Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW [Hrsg.]: Chemie. Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf 2008
- [7] Hauff, V.: Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtlandbericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven 1987
- [8] Deutsche UNESCO-Kommission e. V. [Hrsg.]: UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Abrufbar unter: http://www.bne-portal.de/coremedia/generator/unesco/de/02_UN-Dekade_20BNE/Die_20UN-Dekade_20BNE.html
- [9] Fehnker, U.: Virtuelles Wasser – unser verborgener Wasserkonsum. In: UB 34 (2010) Nr. 351, S. 36–42
- [10] Hamann, B.: Wasser – eine global unterschiedlich verfügbare Ressource. In: Praxis Geographie 38(2008) Nr. 11, S. 4–11
- [11] Döpke, G.: Film „Wasser im Hamburger“. Entstanden im Seminarkurs „Wasser“ am Gymnasium „In der Wüste“ Osnabrück. Abrufbar unter: <http://bne.gidw-online.de/~bne/viwa/film/index.html>, Osnabrück 2008

Wie viel Wasser enthält ein Hamburger?

Ein erwachsener sollte Mensch täglich etwa zwei Liter Wasser zu sich nehmen. Ein Teil des Wasserbedarfs wird auch über die Nahrung aufgenommen. Im folgenden Versuch sollt ihr herausfinden, wie viel Wasser in einem Hamburger steckt.

▼ GERÄTE UND CHEMIKALIEN

Mikrowellenofen, Trockenschrank, Wärme-Schutzhandschuhe, Uhrglas, Laborwaage, Messer, Hamburger (bestehend aus Brötchen, Tomate und Rindfleisch)

▼ DURCHFÜHRUNG

1. Wiege ein leeres Uhrglas auf der Laborwaage und notiere den Wert unter „Uhrglas (leer)“.
2. Zerteile die Lebensmittelproben mit Hilfe des Messers in kleine Stücke und wiege diese auf dem Uhrglas mit Hilfe der Laborwaage ab. Notiere das genaue Gewicht unter „Uhrglas mit Lebensmittelprobe (vorher)“.
3. Trockne die so vorbereiteten Proben im Mikrowellenofen: Nutze dazu die „Auftaufunktion“ der Mikrowelle und lasse die Probe über einen Zeitraum von insgesamt ca. fünf Minuten trocknen. Kontrolliere in Abständen von einer Minute deine Probe, um ein Verbrennen zu vermeiden.
Alternativ kannst du die Lebensmittelproben für 24 Stunden auch in einem auf 100 °C vorgeheizten Trockenschrank trocknen. (**Hinweis:** Je nach Leistung der Mikrowelle und der Menge der eingesetzten Lebensmittel können die angegebenen Werte für die Trocknungszeit variieren.)
4. Wiege die Uhrgläser mit den getrockneten Proben auf der Laborwaage aus, sobald diese abgekühlt sind. Notiere das Gewicht unter „Uhrglas mit Lebensmittelprobe (nachher)“.

BEOBSACHTUNG

Gewicht „Uhrglas leer“	g
Gewicht „Uhrglas mit Lebensmittelprobe (vorher)“	g
Gewicht „Uhrglas mit Lebensmittelprobe (nachher)“	g

▼ AUSWERTUNG

Wie viel Wasser steckt in deinen Lebensmittelproben?

Schritt 1: Berechnung des Lebensmittelgewichtes

Gewicht „Uhrglas mit Lebensmittelprobe (vorher)“ – Gewicht „Uhrglas leer“ = Gewicht „Nassgewicht des Lebensmittels“

Schritt 2: Berechnung des Trockengewichts des Lebensmittels

Gewicht „Uhrglas mit Lebensmittelprobe (nachher)“ – Gewicht „Uhrglas leer“ = Gewicht „Trockengewicht des Lebensmittels“

Schritt 3: Berechnung der im Lebensmittel enthaltenen Wassermenge




Gewicht „Nassgewicht des Lebensmittels“ – Gewicht „Trockengewicht des Lebensmittels“ = Gewicht „Wasser in Lebensmittelprobe“



Ein etwas anderer Einkauf

1. Was hat es mit diesen „Preisschildern“ auf sich?

Die gezeigten Lebensmittel sollten dir bekannt vorkommen, denn du hast bereits im Versuch „Wie viel Wasser steckt in einem Hamburger?“ deren Wassergehalt bestimmt. Jedes Lebensmittel ist mit zwei „Preisschildern“ gekennzeichnet. Trage dein Versuchsergebnis in die linken Preisschilder ein und bilde die Summe. Trage die Werte aus dem Film in die Preisschilder auf der rechten Seite ein. Vergleiche abschließend die Preisschilder miteinander.

			
			42 Liter
+		+	8 Liter
+		+	2.400 Liter
Summe: _____ Liter		Summe: _____ Liter	

2. Definiere den Begriff „virtuelles Wasser“.

Virtuelles Wasser

Arbeitsauftrag

Erstellt zum Thema „Virtuelles Wasser“ ein Plakat. Bildet drei Gruppen und stellt jeweils die Zusammensetzung des virtuellen Wassers für eines der folgenden Lebensmittel vor:

- Döner
- Reis
- Haselnusscreme (z. B. Nutella®)

Nutzt zur Gestaltung unter anderem die Informationen aus dem gerade angeschauten Film. Stellt das Plakat anschließend im Plenum allen Gruppen vor.

21 Von den Schülerinnen und Schülern erstelltes Plakat

ooo DÖNER ooo

Zutaten:

↓

- 100g Brot
- 100g Rindfleisch
- 50g Tomaten
- 100g Salat

Im Durchschnitt isst ein deutscher pro Jahr 22kg Tomaten davon die Hälfte frische Tomaten. Eine 20gsm leichte Tomate steht für 73 Liter virtuelles Wasser hinter dem 22kg Durchschnittsverzehr. Pro Jahr werden rund 4000 Liter Wasser, jedoch werden nur 6*10⁶ in Deutschland vermarktetem Tomaten auch in Deutschland produziert.

Zutat	V. Wasser	Menge im Döner	V. Wasser im Döner
Brot	1.300 L/kg	100g	130 L
Rindfleisch	15.500 L/kg	100g	1550 L
Tomate	184 L/kg	50g	92 L
Salat	50 L/kg	100g	5 L
Mihriban + Jana			=1694,2L

22.10.2010 ♥