

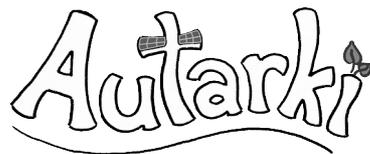
Autarki: Was steckt hinter den Karten?

Simone Krüger & Martina Hillbrand

13. September 2016

Dieses Dokument ist als Hintergrundinformation zum Kartenspiel *Autarki* gedacht. *Autarki* wurde im Rahmen eines Studienprojektes von Simone Krüger und Martina Hillbrand entwickelt, zwei Masterstudentinnen der School of Sustainability an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Ziel des Projektes war es, ein informatives und interaktives Kartenspiel für den Gebrauch in der Umweltbildung zu schaffen, um Spieler auf positive Art zu nachhaltigem Handeln zu motivieren. Im Spiel steht der Spaß an erster Stelle, dennoch kann *Autarki* eine Vielzahl von Informationen über autarken und nachhaltigen Energie- und Nahrungsproduktion vermitteln. Die einzelnen Karten beruhen auf einer intensiven Recherchearbeit, deren Ergebnisse in diesem Dokument detaillierter ausgeführt werden.

Das Kartenspiel *Autarki* steht im Internet auf www.autarki-game.de für jeden kostenlos bereit. Einfach herunterladen, ausdrucken und losspielen!



Dieses Dokument ist, ebenso wie das Kartenspiel *Autarki*, lizenziert unter der *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Public License*. Mehr Infos auf www.autarki-game.de

Inhaltsverzeichnis

Hintergrundinformation zu den Energiekarten.....	3
Grundbedarf Energie.....	3
Baupunkte der Energiekarten.....	4
Energiebedarf verringern.....	4
Dach und Keller dämmen.....	5
Außenwände dämmen.....	6
Fenster und Lüftung.....	6
Besser heizen.....	7
Wärmeenergie bereitstellen.....	7
Solarthermie.....	7
Biomasse.....	8
Holz als Energieträger.....	8
Biogas als Energieträger.....	9
Elektrische Wärmepumpen.....	10
Elektrische Energie bereitstellen.....	10
Kleinwindanlagen.....	11
Photovoltaikanlagen.....	11
Stromspeicher.....	12
Strom sparen.....	12
Hintergrundinformationen zu den Nahrungskarten.....	14
Grundbedarf Nahrung.....	14
Baupunkte der Nahrungskarten.....	15
Tierische Nahrung.....	16
Geflügel.....	16
Fisch.....	17
Insekten.....	17
Kleine Säugetiere.....	18
Kühe.....	18
Jagd.....	18
Pflanzliche Nahrung.....	19
Obst.....	20
Gemüse.....	20
Hülsenfrüchte.....	21
Getreide.....	22
Kartoffeln.....	23
Ölsaaten.....	23
Wildpflanzen.....	24
Pilze.....	24
Quellenverzeichnis.....	26
Quellen zu den Energiekarten.....	26
Quellen zu den Nahrungskarten.....	28
Empfohlene Publikationen.....	29
Empfohlene Webseiten.....	30

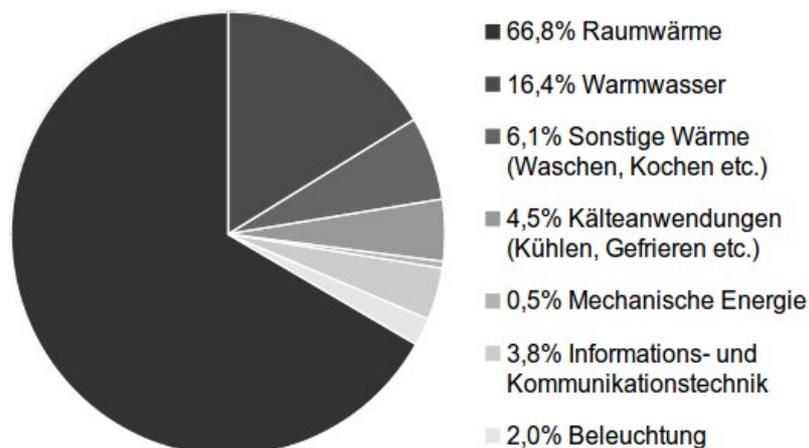
Hintergrundinformation zu den Energiekarten

Energie im Kartenspiel *Autarki* beinhaltet sowohl elektrische Energie als auch Wärmeenergie. **Elektrische Energie** ist eine hochwertigere Energieform, sie er vielfältiger verwendet und effizienter in andere Energieformen umgewandelt werden kann, z.B. in Licht oder Bewegung. Es ist auch möglich, elektrische Energie direkt in Wärmeenergie umzuwandeln, zum Beispiel durch elektrische Heizungen und Durchlauferhitzer für Wasser. **Wärmeenergie** ist jedoch eine niedrigere Energieform, sie kann nicht so einfach in andere Formen zurückgewandelt werden. Im Gegenteil, Wärme entsteht bei vielen Prozessen als Abfallprodukt – wenn Elektromotoren, Lampen oder Computer beim Gebrauch warm werden, dann ist Energie in Form von Wärme verloren gegangen. Alle Arten von Energie lassen sich in den selben Einheiten messen, z.B. Kilowattstunden (kWh), daher können **Energiepunkte** alle Arten im Kartenspiel einfach zusammengerechnet werden. Nur bei manchen Herausforderungen wird speziell nach elektrischer Energie (EL) verlangt, wenn elektrische Geräte betrieben werden müssen.

Grundbedarf Energie

Im Kartenspiel *Autarki* werden je drei **Energiepunkte** benötigt, um eine Bevölkerungseinheit autark mit Energie zu versorgen. Dieser abstrakte **Grundbedarf für Energie** orientiert sich am typischen Endenergieverbrauch in deutschen Haushalten. Im Jahr 2014 wurden pro Privathaushalt in Deutschland etwa 15 700 kWh Energie verbraucht (Statistisches Bundesamt 2016). Fast 70 % der Energie verbrauchen die Deutschen nur zum Heizen, weitere 15 % werden zum Erwärmen von Wasser verbraucht (Umweltbundesamt 2015). Das heißt, fast 85 % des durchschnittlichen Energiebedarfs pro Haushalt kann durch Wärmeenergie gedeckt werden. Für das Kartenspiel *Autarki* wurden daher viele Baukarten entwickelt, die sich mit der Wärmeenergie befassen. Wir wollen aber nicht unerwähnt lassen, dass die Situation in anderen Ländern der Welt sehr unterschiedlich wäre – in tropischen Gebieten beispielsweise müsste viel weniger geheizt werden. Wenn in Zukunft weitere Versionen von *Autarki* für andere Länder entwickelt werden, müssen solche Abweichungen berücksichtigt werden.

Abbildung 1: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich in privaten Haushalten 2014



Quelle: Umweltbundesamt 2015

Baupunkte der Energiekarten

Die Baupunkte der Energiekarten orientieren sich an den Anschaffungs- und Installationskosten der jeweiligen Technologien. Jährliche Betriebs- oder Instandhaltungskosten werden dabei außer acht gelassen. Es handelt sich nur um Geldwerte, der Flächenverbrauch oder die benötigte Arbeitszeit werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Als Orientierungspunkt, um eine Skala für die Baupunkte zu finden, wurde die Karte „Photovoltaik“ ausgewählt. Sie sollte zwei Energiepunkte liefern, was in etwa 1000 kWh elektrischer Energie entspricht, wie oben erklärt. Es wurde also recherchiert, wie teuer es wäre, eine Photovoltaikanlage zu konstruieren, die im Jahr etwa 1000 kWh elektrische Energie produziert. Dieser Geldwert wurde dann mit fünf Baupunkten gleichgesetzt, und alle anderen Kosten wurden daran gemessen. Zum Zeitpunkt der Spielentwicklung entsprach ein Baupunkt der Energiekarten als grober Orientierungswert in etwa 5000 € - Abweichungen werden in den Folgenden Abschnitten näher erläutert. Es muss erwähnt werden, dass sich die Preise der verschiedenen Energietechnologien schnell verändern können, insbesondere da neue Technologien mit der Zeit günstiger werden, und dass die Kosten sehr stark mit der Größe der Anlagen zusammenhängen, welche wiederum im Kartenspiel durch die Anzahl der produzierten Energiepunkte repräsentiert werden. Wir raten stark davon ab, das Spiel als genaue Preisliste zu verstehen! Viel eher sollen Verhältnisse vermittelt werden – beispielsweise „Solarthermieanlagen sind günstiger als Wärmepumpen“ oder „Eine Hausfassade von außen zu dämmen ist viel teurer als erst mal nur das Dach besser zu isolieren“.

Energiebedarf verringern

In den meisten Haushalten geht ein großer Teil der Wärmeenergie nach dem Heizen wieder verloren, durch schlecht isolierte Fenster und Türen, die Wände, den Keller oder das Dach (Verbraucherzentrale 2015a). Laut einer Studie zur Energieautarkie in Österreich könnten durch umfassende Sanierungen bestehender Gebäudehüllen bis zu 60 % des jährlichen Heizwärmebedarfs eingespart werden (Koch et al. 2006). Es gibt auch schon sogenannte Passivhäuser, die ganz ohne klassische Heizungen auskommen (siehe Maaß et al. 2008). Dieses **Einsparpotential** von Wärmeenergie wollten wir auch im Kartenspiel darstellen.

Im Spiel *Autarki* kann durch Gebäudedämmung der Grundbedarf an Energie um bis zu zwei Drittel gesenkt werden, von 3 Energiepunkten auf 1 Energiepunkt pro Bevölkerungseinheit. Alle **Dämmkarten verringern den Energiegrundbedarf** gleichermaßen um einen Punkt pro Bevölkerungseinheit, unabhängig davon um welche Dämmart es sich handelt, und es können für je drei Häuser immer nur zwei Maßnahmen kombiniert werden – das ist zwar unrealistisch, vereinfacht jedoch das Spiel immens. Die Unterschiede zwischen den Dämmarten kommen stattdessen in der Kartenbeschreibung und den benötigten Baupunkten zum Ausdruck. Einfachheitshalber wird angenommen, dass die Baumaßnahmen immer für drei Häuser gleichzeitig ausgeführt werden, und dementsprechend wurden auch die Baupunkte bestimmt. Die Einsparungen dagegen werden pro Bevölkerungseinheit berechnet, es kann also nie zu einem negativen Energiegrundbedarf kommen.

Dach und Keller dämmen

Eine gute Übersicht über verschiedene Möglichkeiten der Gebäudedämmung bieten die deutsche Verbraucherzentrale und das Handwerkerportal Energieheld. Von der Verbraucherzentrale (VZ 2015a) besonders empfohlen wird die Dämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke, da dort mit geringem Aufwand eine große Verbesserung erreicht werden kann. Durch ein gedämmtes Dach geht nicht nur weniger Energie verloren, es schützt auch vor Überhitzung im Sommer. Ebenfalls günstig umzusetzen ist die Dämmung von Kellerdecken, eine weitere Empfehlung der Verbraucherzentrale (VZ 2015a). Die drei Maßnahmen werden im Kartenspiel *Autarki* auf drei verschiedenen Baukarten dargestellt („**Dach dämmen**“, „**Oberste Geschossdecke dämmen**“ und „**Kellerdecke dämmen**“), der geringe Kostenaufwand (siehe Energieheld 2015a) spiegelt sich in den wenigen benötigten Baupunkten wieder. Eine der günstigsten Dämmmaßnahmen von allen ist das Umwickeln von Heizungsrohren und Warmwasserleitungen mit Dämmmaterial (Lepper 2009), welche im Kartenspiel mit in die Karte „Kellerdecke dämmen“ aufgenommen wurde. In allen diesen Beispielen können Dämmstoffe meist leicht in Eigenarbeit angebracht werden.



Eine Auflistung der Eigenschaften und Kosten verschiedener **Dämmstoffe** bietet das Handwerksportal Energieheld. Dämmstoffe zeichnen sich durch eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit aus – eine 2 cm dicke Dämmschicht hat etwa die gleiche Dämmwirkung wie eine 120 cm dicke Massivbetonwand (VZ 2015a). Sie können unter anderem aus mineralischen, synthetischen oder pflanzlichen Materialien gefertigt werden (Energieheld 2015a). Im Kartenspiel werden pflanzliche Dämmstoffe wie Holzfaserplatten oder Hanffasermatten erwähnt, da sie aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden und die wenigste Energie bei der Herstellung verbrauchen (VZ 2015a). Zudem zeichnen sie sich meist durch eine hohe Wärmespeicherfähigkeit aus, vermindern also den Effekt von Temperaturschwankungen und halten das Haus an heißen Tagen kühl und in kalten Nächten warm (VZ 2015a). Im Gegensatz zu vielen mineralischen Dämmstoffen sind pflanzliche Dämmstoffe aber meistens nicht feuerfest (VZ 2015a, Energieheld 2015a).

Außenwände dämmen

Andere Maßnahmen der Gebäudedämmung gehen mit höherem Aufwand und höheren Kosten einher. Die wohl bekannteste ist die Dämmung der Außenfassade (**Außendämmung**), zum Beispiel durch das Anbringen von mehrschichtigen Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) oder dem Bau einer hinterlüftenden Vorhangsfassade (Energieheld 2015a). Diese Maßnahmen sind zwar teuer, werden von der Verbraucherzentrale (VZ 2015a) jedoch empfohlen, wenn ohnehin Sanierungsmaßnahmen der Außenwände anstehen. Eine Dämmung der Wände von innen (**Innendämmung**) wird empfohlen, wenn eine Außendämmung nicht durchführbar ist, zum Beispiel bei denkmalgeschützten Fassaden (VZ 2015a). Der Nachteil der Innendämmung ist bei schlechter Ausführung die Gefahr, dass sich zwischen dem Dämmstoff und der kalten Außenwand



Tauwasser sammelt (VZ 2015a). Die daraus resultierende Schimmelgefahr wird auch auf der Baukarte „Innendämmung“ erwähnt.

Als dritte Alternative wäre eine Kerndämmung die günstigste Form der Fassadendämmung (Energieheld 2015a). Es gibt jedoch keine entsprechende Baukarte im Kartenspiel, da diese Methode nur in Häusern durchgeführt werden könnte, bei denen ein Hohlraum in der Außenwand existiert, welcher mit Dämmstoff gefüllt werden kann. Die anderen Formen der Fassadendämmung sind weitaus teurer (siehe Energieheld 2015), daher verbrauchen beide Karten (Innendämmung und Außendämmung) mehr Baupunkte, als den Spielern in einer einzelnen Runde zur Verfügung stehen. Sie müssen über zwei Spielrunden hinweg gebaut werden.

Fenster und Lüftung

Als weitere Beispiele zur Einsparung von Wärmeenergie wurden „**Effiziente Lüftung**“ und „**Dreifach verglaste Fenster**“ ins Kartenspiel aufgenommen. Mit moderner Wärmeschutzverglasung kann der Wärmeverlust der Fenster um bis zu 80 % verringert werden (Energieheld 2015b). Es ist jedoch wichtig, dass auch das umliegende Mauerwerk ausreichend gedämmt ist, sonst können sich um das Fenster sogenannte Wärmebrücken bilden, in denen Feuchtigkeit eindringen und Wärme verloren gehen kann (Energieheld 2015c, VZ 2015a).

Gut gedämmte Häuser müssen richtig gelüftet werden, um ausreichenden Luftaustausch zu gewährleisten (VZ 2015b). Zentrale oder dezentrale Lüftungssysteme sorgen nicht nur für ausreichend frische Luft, sie können auch zur Wärmerückgewinnung eingesetzt werden. Dabei wird mit der warmen Abluft die kalte Zuluft erwärmt, sodass weniger Energie verloren geht (siehe VZ 2015b). Die Baukarte „**Effiziente Lüftung**“ stellt eine dezentrale Lüftungsanlage dar, da diese sich leichter nachträglich in die Außenwände bestehender Räume einbauen lässt als eine zentrale Lüftungsanlage mit Zu- und Abluftkanälen im ganzen Haus (siehe VZ 2015b). Es muss noch erwähnt werden, dass Lüftungssysteme für ihren Betrieb Strom benötigen. Der Stromverbrauch der Lüftungsanlage ist im Kartenspiel nicht aufgeführt, da er zu gering ist gegenüber der eingesparten Wärmeenergie. Laut Anbietern von Lüftungsanlagen kann durch die Wärmerückgewinnung bis zu 25-mal so viel Energie zurückgewonnen werden, wie elektrische Energie für die Lüftung verbraucht wird (Visonair 2016).

Besser heizen

Weitere Tipps, um ohne große Umbaumaßnahmen den Energieverbrauch beim Heizen zu senken, werden auf einer der Aktionskarten „**Energie sparen**“ vorgestellt. Eine ausführlichere Liste von Energiesparmaßnahmen sowie der erwarteten Einsparungen der Heizkosten findet sich im Focus Magazin (Lepper 2009), darunter die folgenden Ratschläge: Raumtemperatur tagsüber um ein Grad senken, Nachttemperatur auf 15-16 Grad absenken, Temperatur in nicht genutzten Räumen senken, Fugen bei Fenstern und Türen abdichten, Rollläden nachts herunterlassen, die Umwälzpumpe der

Heizung nachts ausschalten und Heizkörper nicht zustellen oder verhängen. All diese Maßnahmen können leicht und kostenlos zu Hause ausgeführt werden.

Wärmeenergie bereitstellen

Im Kartenspiel *Autarki* gibt es drei verschiedene Methoden, die Dorfbewohner mit Wärmeenergie zu versorgen: Sonnenenergie nutzen, Biomasse verbrennen, oder die Umgebungsenergie durch Wärmepumpen nutzbar machen. Zudem ist es möglich, direkt mit selbst produziertem Strom zu heizen, da zwischen elektrischer Energie und Wärmeenergie im Kartenspiel kaum unterschieden wird. Konventionelle Heizmethoden wie das Verbrennen von Erdöl, Erdgas, Kohle oder anderen fossilen Brennstoffen werden dagegen ausgeschlossen. Sie würde eine starke Abhängigkeit von globalen Zulieferern schaffen, das Gegenteil der lokalen Energieautarkie. Zudem ist das Aufbrauchen endlichen Rohstoffen und der damit einhergehende Ausstoß von Schadstoffen und Treibhausgasen nicht mit dem Gedanken der Nachhaltigkeit vereinbar.

Solarthermie

Solarthermie ist die Nutzung von Sonnenenergie zur Wärmeengewinnung (VZ 2015c). In Solarkollektoren auf dem Dach eine Flüssigkeit erhitzen, mit der im Haus wiederum Wasser erwärmt wird (Swissolar 2014). Die Sonne liefert in Deutschland durchschnittlich mehr als 1000 kWh Energie pro Quadratmeter und Jahr (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) 2014). Könnte man diese Strahlungsenergie optimal nutzen und speichern, würde die Strahlung auf unter 20 m² Fläche ausreichen, um einen kompletten Haushalt mit Energie zu versorgen (BAFA 2014). Leider ist solch eine perfekte Nutzung bisher nicht möglich, und die Sonneneinstrahlung variiert stark im Jahresverlauf (Deutscher Wetterdienst 2016). Laut Anbietern von Solarthermieanlagen können dennoch bis zu 70 % des jährlichen

Warmwasserbedarfs eines Haushalts und bis zu 30 % des kombinierten Energiebedarfs für Warmwasser und Heizung durch Solarthermie gedeckt werden (Swissolar 2015). Voraussetzungen sind ein nach Süden ausgerichtetes Dach mit der richtigen Neigung, eine ausreichende Kollektorfläche und ein großer Wasserspeicher mit beispielsweise 1500 Liter Speichervolumen im Einfamilienhaus (Swissolar 2015). Der Speicher sorgt dafür, dass auch nachts warmes Wasser zur Verfügung steht (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2016). Im Vergleich zu Photovoltaikanlagen sind thermische Solaranlagen recht günstig (siehe VZ 2015c, Energieheld 2016d), daher kostet eine Solarthermieanlage im Kartenspiel *Autarki* nur wenige Baupunkte. Die Karte stellt jedoch auch nur einen Energiepunkt zur Verfügung, um zu vermitteln, dass Solarthermie zur kompletten Wärmeversorgung eines Haushalts noch mit anderen Technologien kombiniert werden sollte.



Biomasse

Biomasse ist ein klimaneutraler Energieträger. Das heißt, Pflanzen haben beim Wachsen die Energie der Sonne genutzt, um unter anderem Wasser und Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre in organische Kohlenwasserstoffe umzuwandeln, beispielsweise in Zucker, Stärke oder Holz. Wird das entstandene pflanzliche Material (die Biomasse) verbrannt, wird ein Teil der gespeicherten Sonnenenergie als Wärme wieder nutzbar. Dabei wird zwar auch wieder das Treibhausgas Kohlendioxid frei, jedoch nicht mehr, als beim Wachsen der Pflanzen aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Im Gegensatz zum Verbrennen von fossilen Brennstoffen wie Erdöl, Erdgas oder Kohle trägt das Verbrennen von Holz daher nicht direkt zum Klimawandel bei (siehe Ruppert et al. 2010, VZ 2015d). Eine ausführliche Erklärung der Vorteile von Biomasse als Energieträger findet sich im Leitfaden „Wege zum Bioenergieort“ (Ruppert et al. 2010). Im Kartenspiel *Autarki* werden drei verschiedene Möglichkeiten aufgeführt, um Wärmeenergie aus Biomasse zu gewinnen: Holzöfen, Holzvergaseröfen und Biogas zum Kochen.

Holz als Energieträger

Das Heizen mit Holz ist in Deutschland sehr beliebt (VZ 2015d). Es gibt eine Vielzahl verschiedener Ofensysteme (Holzenergie Schweiz 2015), die beiden Karten „**Holzöfen**“ und „**Holzvergaseröfen**“ repräsentieren nur zwei Kategorien. Beide Arten von Öfen können mit Scheitholz befeuert werden, welches leicht selbst zu spalten ist. So besteht keine Abhängigkeit von Industrieprodukten wie genormten Holzpellets, auch wenn diese platzsparender aufzubewahren sind

und beim Verbrennen ihre Energie mit einem höheren Wirkungsgrad abgeben können (siehe Energieheld 2015e). Im Kartenspiel gehen wir davon aus, dass das autarke Dorf über eine ausreichend große Waldfläche verfügt, um langfristig genügend Feuerholz für alle Dorfbewohner bereitzustellen, ohne den Bestand zu beeinträchtigen.



In normalen Holzöfen wird das Holz direkt verbrannt, während es im Holzvergaserkessel zuerst soweit erhitzt wird, dass sich Gase bilden, welche in einer zweiten Kammer anschließend bei noch höheren Temperaturen fast rückstandsfrei verbrannt werden (Energieheld 2015e). Dadurch wird ein höherer Wirkungsgrad erreicht als bei normalen Holzöfen und es werden weniger Schadstoffe frei (Energieheld 2015e). Die Verbraucherzentrale empfiehlt, in jedem Fall nur zertifiziert Öfen zu kaufen, deren geringer Schadstoff- und Feinstoffausstoß ausgewiesen ist (VZ 2015d).

Biogas als Energieträger

Neben Holz kann auch Biogas als Brennstoff verwendet werden. Biogas ist ein brennbares Gasmisch aus Methan und Kohlendioxid, welches entsteht, wenn landwirtschaftliche Abfälle, Gülle oder extra zur Energiegewinnung angebaute Pflanzen wie Mais in einem Silo vergoren werden (Ruppert et al. 2010). Die bekannteste Verwendung findet Biogas in sogenannten **Blockheizkraftwerken** (BHKW), wo es in einem Motor verbrannt wird. Dabei wird sowohl Strom

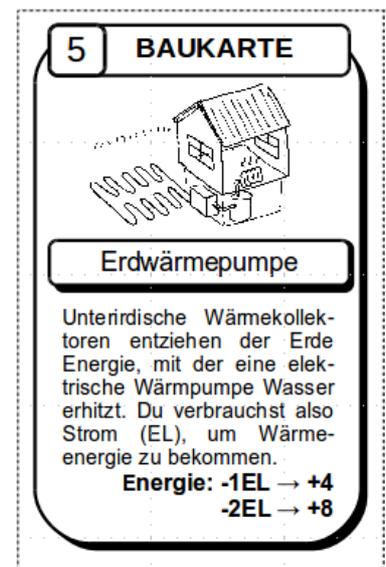
als auch Wärme produziert (Kraft-Wärme-Kopplung). Die Wärme kann in Form von heißem Wasser über ein unterirdisches Rohrleitungssystem in die angeschlossenen Haushalte geleitet werden (Ruppert et al. 2010). Im sogenannten „Bioenergieort“ Jühlen in Niedersachsen wird mit diesem System versucht, die Hälfte des Wärmebedarfs vor Ort zu decken und so viel Strom zu erzeugen, wie vor Ort verbraucht (Ruppert et al. 2010). Dies ist ein großer Schritt auf dem Weg zur Energieautarkie.

Dennoch haben wir uns entschieden, Blockheizkraftwerke nicht als Baukarte in das Kartenspiel *Autarki* aufzunehmen. *Autarki* soll Möglichkeiten der nachhaltigen Energie- und Nahrungsproduktion aufzeigen, die auch in einzelnen Haushalten umgesetzt werden könnten. Für ein BHKW dagegen muss eine ganz eigene Infrastruktur geschaffen werden, sowohl der Arbeitsaufwand des Bauprojektes als auch die Investitionskosten sprengen den Rahmen dieses Kartenspiels. Es werden zwar zur Zeit auch kleineren Systeme der **Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung** für einzelne Mehrfamilienhäuser entwickelt werden, doch bisher sind auch diese noch mit zu hohen Investitionskosten verbunden (siehe Energieheld 2015f). Wir sind jedoch gespannt auf zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich.

Um dennoch auf die Möglichkeiten der Biogasnutzung aufmerksam zu machen, ist im Kartenspiel *Autarki* die Karte „**Biogas zum Kochen**“ vertreten. Biogas als Brennstoff für den Hausgebrauch kann bereits in kleinen Anlagen mit einem Volumen ab 4 m³ hergestellt werden (Gautam et al. 2007). Besonders in Entwicklungsländern wie Nepal erlebt diese Technologie zur Zeit einen rasanten Aufschwung, da damit biologische Abfälle aufbereitet und ein schadstoffarmer Brennstoff produziert werden kann, für den keine weiteren Waldflächen abgeholzt werden müssen (Gautam et al. 2007). Die Anlagen können extrem kostengünstig aus lokalen Materialien selbst gebaut werden (Gautam et al. 2007). Die Baukarte „Biogas zum Kochen“ kostet im Kartenspiel jedoch trotzdem zwei Baupunkte, da Aufbau, Betrieb und Wartung solch einer Anlage eine Menge Arbeitsaufwand und „Bastelbereitschaft“ erfordern. Aus Sicherheitsgründen wollen wir unerfahrenen Technikern von der praktischen Umsetzung abraten.

Elektrische Wärmepumpen

Wärmepumpen sind eine weitere Möglichkeit, um Wärmeenergie bereitzustellen. Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Arten von Wärmepumpen, ihrer Kosten und Wirkungsgrade bietet die Verbraucherzentrale (VZ 2015d). Wärmepumpen entziehen der Umgebung Energie, beispielsweise der Außenluft, dem Erdboden oder dem Grundwasser. Da nicht an allen Standorten ausreichend Grundwasser vorhanden ist (VZ 2015d), wurden Grundwasserwärmepumpen nicht in das Kartenspiel mit aufgenommen, es sind nur die Baukarten „**Luftwärmepumpe**“ und „**Erdwärmepumpe**“ vorhanden.



Die **Funktionsweise** ist in beiden Fällen ähnlich: Ein sogenanntes Kältemittel nimmt in einem ersten Wärmetauscher die Wärmeenergie seiner Umgebung auf, entweder indem es in einer Lüftungsanlage mit großen Mengen Außenluft umströmt wird oder

indem es in Rohrleitungen durch die Erde fließt (siehe VZ 2015d). Die aufgenommene Wärmeenergie wird in einem zweiten Wärmetauscher an einen Wasserkreislauf weitergegeben, sodass am Ende heißes Wasser zum Hausgebrauch oder zum Heizen bereitsteht.

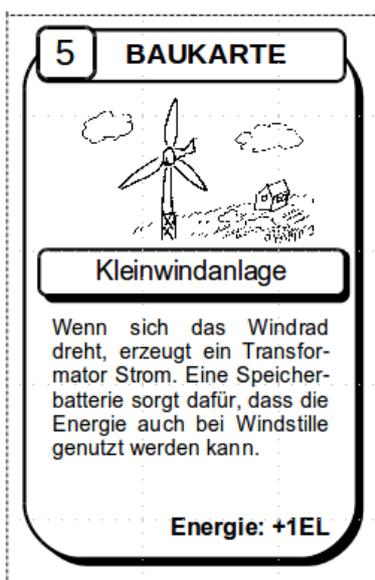
Interessant ist, dass die Energie der leichten Erwärmung des Kältemittels ausreicht, um Wasser auf weit höhere Temperaturen zu erhitzen. Dies ist nur dank der speziellen thermischen Eigenschaften des **Kältemittels** möglich, welches bereits bei sehr niedrigen Temperaturen verdampft (siehe Energieexperten 2016). Durch die leichte Erwärmung im ersten Wärmetauscher geht das zuvor flüssige Kältemittel in den gasförmigen Zustand über (Energieexperten 2016). Im zweiten Wärmetauscher wird es unter hohem Druck verdichtet, sodass es wieder kondensiert, wobei es seine Energie an das Wasser weitergeben kann (Energieexperten 2016). Nach der Kondensierung wird der Druck wieder verringert, der Kreislauf beginnt von vorn.

Die Wärmepumpe ist also tatsächlich eine „Pumpe“, die hohen und niedrigen Druck erzeugen muss. Um sie zu betreiben, wird elektrischer Strom benötigt. Das Verhältnis von verbrauchtem Strom zu erzeugter Wärmeenergie, der sogenannte **Wirkungsgrad**, sollte für Luftwärmepumpen mindestens bei 3.3 liegen, für Erdwärmepumpen mindestens bei 3.8 (VZ 2015d).

Im Kartenspiel heißt das konkret: Um eine Wärmepumpe zu betreiben, muss ein Spieler ein wenig elektrische Energie ausgeben, erhält dafür aber mehr Wärmeenergie zurück. Im Spiel sollten Wärmepumpen daher nur gebaut werden, wenn bereits eine Stromquelle vorhanden ist, sei es eine Photovoltaikanlage oder eine Kleinwindanlage (mit EL gekennzeichnet). Für jeden ausgegebenen elektrischen Energiepunkt bekommt ein Spieler mit einer Luftwärmepumpe drei neue Energiepunkte oder mit einer Erdwärmepumpe vier neue Energiepunkte zurück. Unterm Strich gewinnt der Spieler also Energie dazu.

Elektrische Energie bereitstellen

Elektrische Energie zu erzeugen ist technologisch aufwändiger als Wärme zu produzieren (von Wärmepumpen einmal abgesehen). Um sie dennoch kostengünstig und effizient bereitzustellen,



wird in der Praxis meist auf Großanlagen gesetzt. Beispiele dafür sind die Energiekonzepte verschiedener Modellregionen für Energieautarkie: Der österreichische Bezirk Güssing setzt bei der Energieversorgung auf Biogasanlagen wie Blockheizkraftwerke (Koch et al. 2006), die deutsche Region Annaberger Land sieht das größte Potential zur erneuerbaren Stromproduktion im Neubau und Ausbau („Repowering“) großer Windkraftanlagen (Mixdorf und Zschau 2007), und auch das deutsche Ökodorf Sieben Linden beteiligt sich am Bau von großen Windkraftanlagen in der Umgebung (Sieben Linden 2015). Diese Großprojekte sprengen den Rahmen des Kartenspiels *Autarki*. Im Spiel werden nur zwei Arten der Elektroenergieerzeugung dargestellt, die für einzelne Haushalte durchführbar sind: „**Kleinwindanlagen**“ und „**Photovoltaik**“.

Kleinwindanlagen

Alle Windkraftanlagen verwandeln die Bewegungsenergie des Windes mit Hilfe eines Transformators in elektrische Energie. Einen Überblick über die verschiedenen Klassen von **Kleinwindanlagen** bietet die Energieagentur NRW (2016). Für autarke Inselösungen ohne Netzeinspeisung empfiehlt sie sogenannte Mikrowindanlagen mit Nennleistungen bis zu 1.5 kW (Energieagentur NRW 2016). Kleinwindanlagen mit Nennleistungen ab 5 kW für die Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe sind weitaus teurer zu bauen, liefern aber auch ein Vielfaches an Strom (Energieagentur NRW 2016). Die tatsächliche Energieproduktion des Windrades ist stark von der Lage und den Windbedingungen abhängig (Energieagentur NRW 2016). Im Kartenspiel ist es recht optimistisch geschätzt, dass eine Kleinwindanlage, die „nur“ fünf Baupunkte kostet, das Äquivalent eines Energiepunkts an Strom produzieren kann.

Kleinwindanlagen sind bisher in Deutschland nicht weit verbreitet, da sie für relativ geringe Stromerträge relativ hohe Kosten erfordern (Remmersmann 2013). Darüber hinaus stoßen Windkraftanlagen oft aus ästhetischen Gründen auf Ablehnung durch die Bevölkerung (Schmidt et al. 2012). Diesen Konflikt haben wir im Kartenspiel mit der Aktionskarte **NIMBY** (Not In My Backyard = nicht in meinem Hinterhof) dargestellt. Die Aktionskarte repräsentiert alle Konflikte, in denen Anwohner zwar prinzipiell für einen Ausbau erneuerbarer Energien sind, jedoch nicht persönlich davon betroffen sein wollen (siehe Burningham et al. 2015).

Photovoltaikanlagen

Photovoltaik ist in Deutschland die beliebteste Art, selbst Strom zu produzieren. Photovoltaikanlagen bestehen in der Regel aus mehreren Modulen, die sich wiederum aus einzelnen Solarzellen zusammensetzen. Die Solarzellen sind aus Halbleitermaterialien wie Silizium gefertigt, in denen durch Sonnenenergie ein elektrischer Strom angeregt werden kann (siehe Energieheld 2015g). Einen Überblick über die verschiedenen Anlagenarten und mögliche Förderungen für den Bau bietet die Verbraucherzentrale (VZ 2016). Wir wollen an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass der beliebte Sonnenstrom auch seine Schattenseiten hat: Die Produktion der Solarzellen ist sehr energieaufwändig und oft werden neben Silizium auch umweltschädliche Stoffe wie Cadmiumtellurid verwendet (siehe Rentzing 2011).



Mit Hinblick auf das Ziel der Energieautarkie muss der **Eigenverbrauchsanteil** des produzierten Stroms betrachtet werden. Im Kartenspiel soll der Strombedarf der Dorfbewohner unabhängig vom Stromnetz komplett durch die selbst produzierte elektrische Energie gedeckt werden. Die meisten Betreiber von Photovoltaikanlagen dagegen speisen einen Großteil des Sonnenstroms ins Netz. Bisher können nur etwa 30 % des Strombedarfs eines durchschnittlichen 4-Personen-Haushalts mit einer typischen Photovoltaikanlage gedeckt werden (VZ 2016). Dies liegt unter anderem daran, dass Solarenergie größtenteils in den Mittagsstunden produziert wird, während Energiebedarf auch am Morgen und am Abend besteht (VZ 2016). Um den Eigenverbrauch zu erhöhen, müssen Speicherbatterien installiert werden.

Stromspeicher

Im Kartenspiel gehen wir davon aus, dass zu jeder Kleinwindanlage und jeder Photovoltaikanlage automatisch ein **Stromspeicher** dazu gebaut wird. Die bekanntesten Technologien zur Zeit sind Speicherbatterien auf Blei- oder Lithium-Basis, letztere haben eine längere durchschnittliche Lebensdauer (VZ 2016). Bisher sind diese Speicher noch recht teuer, Preissenkungen werden jedoch in naher Zukunft erwartet (siehe Energieheld 2015g). Zur Zeit wird empfohlen, pro 1000 kWh jährlichen Strombedarfs eine Speicherkapazität von 1kWh zu installieren (VZ 2016, Energieheld 2015g). Damit ließe sich der Eigenverbrauchsanteil von Solarstrom auf etwa 60 % steigern (VZ 2016). Den gesamten Strombedarf eines Haushaltes durch selbst produzierten Strom zu decken, wird jedoch momentan noch als „extrem aufwändig und teuer“ bezeichnet (VZ 2016).

Wir geben zu, dass die Stromversorgung eines Dorfs nur mit Wind- und Sonnenstrom problematisch sein kann. Um die Spieler von *Autarki* auf diese Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, haben wir mehrere Aktionskarten. Die Aktionskarte „**Akku alle**“ soll spielerisch vermitteln, dass die Speicherkapazität der Batteriespeicher begrenzt ist und nicht endlose Reserven elektrischer Energie bereitgestellt werden können. Die Karte „**Schlechtes Wetter**“ zeigt, wie abhängig sowohl Photovoltaik als auch Windkraft von den Witterungsbedingungen sind, also von Sonnenschein und Wind. Gleichzeitig kann „**Gutes Wetter**“ kurzzeitig zu sehr hoher Energieproduktion führen, wenn die Spitzenleistung der Anlagen erreicht wird.

Strom sparen

Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Selbstversorgung mit elektrischer Energie ist der sparsamere Stromverbrauch. Wie auch im Feld der Wärmeenergie gibt es viele Einsparmöglichkeiten, die auf der zweiten Aktionskarte „**Energie sparen**“ aufgeführt werden. Die Tipps richten sich nach Empfehlungen der Stromsparinitiative des Bundesministeriums für Umwelt und Naturschutz (Stromsparinitiative 2016). Darunter findet sich eine Reihe kostengünstiger Ratschläge: Stand-by Geräte abschalten, Wasser im Wasserkocher statt auf dem Herd erhitzen, mit Deckel kochen, Backen ohne Vorheizen, die Temperatur im Kühlschrank nicht zu kalt stellen, Waschmaschine und Geschirrspüler im Stromsparmodus betreiben und die Bildschirmhelligkeiten am Computer und Fernseher runterstellen (Stromsparinitiative 2016).

Andere Tipps der Energiesparinitiative beziehen sich auf den Neukauf von Geräten: Besonders bei Stromfressern wie Spülmaschinen, Kühl- und Gefrierschränken, Waschmaschinen, Trocknern, Computern und Fernsehern sollte auf Energieeffizienz geachtet werden und die Gerätegröße sollte sich nach dem tatsächlichen Bedarf richten (Stromsparinitiative 2016). Wir halten Wäschetrockner in einem autarken Dorf generell für fehl am Platz, daher haben wir ihnen mit „**Wäsche draußen trocknen**“ eine eigene Aktionskarte gewidmet. Auch wenn nur eine Auswahl der vielen Energiesparmöglichkeiten im Kartenspiel aufführen konnten, hoffen wir doch, dass wir vermitteln konnten, wie leicht eine kleine Änderung im eigenen Verhalten den Energieverbrauch senken kann.

Hintergrundinformationen zu den Nahrungskarten

Ebenso wie die Energiekarten wurden auch die Nahrungskarten auf Basis einer ausführlichen Literaturrecherche entwickelt. Zusätzlich konnten wir jedoch auch unsere weitaus praktischeren persönlichen Erfahrungen mit einfließen lassen, beruhend auf der Arbeit auf Bauernhöfen in Europa, Nord- und Mittelamerika, auf Permakultur-Workshops und anderen Veranstaltungen mit der Organisation Via Campesina und auf Interviews mit Farmern aus aller Welt. Bei weiterem Interesse zur praktischen Seite der ökologischen Landwirtschaft verweisen wir gerne auf eine Liste interessanter Links im siehe Anhang.

Um dem Grundsatz der Nachhaltigkeit gerecht zu werden, werden im Kartenspiel *Autarki* nur Methoden der **biologischen Landwirtschaft** präsentiert. Es gibt bereits sehr viele verschiedene Zertifikate für „Bio“-Produkte, doch der Zertifizierungsprozess selbst ist in der Regel teuer und aufwändig. Im Kartenspiel gehen wir davon aus, dass nur für den Eigenbedarf produziert wird, daher ist solch ein Zertifikat nicht nötig. Dennoch bieten die Standards der jeweiligen Zertifizierungsorganisationen hilfreiche Richtlinien für artgerechte Tierhaltung und natürlichen Pflanzenschutz. Eine gute Übersicht bietet beispielsweise die Organisation „Biologische Landwirtschaft in Österreich“ (siehe BioLa 2016).

Grundbedarf Nahrung

Eigene Nahrung anzubauen ist in der Regel einfacher und günstiger als eigene Energie zu produzieren. Dennoch kann es in Regionen mit **gemäßigtem Klima**, wie in Deutschland, durchaus schwierig werden, sich komplett autark mit Nahrungsmitteln zu versorgen. In den Tropen wäre es leicht, das ganze Jahr über ohne großen Aufwand frisches Obst und Gemüse zu produzieren. In gemäßigtem Klima dagegen muss Vorsorge für die Winterzeit getroffen werden. Große Anbauflächen werden benötigt, um genügend Lebensmittel für einen ausreichenden **Wintervorrat** anzubauen. Während der Erntezeit gibt es daher besonders viel Arbeit zu erledigen, im Winter ist dann auf den Feldern weniger zu tun. Tiere dagegen müssen das ganze Jahr über versorgt werden, helfen jedoch auch, selbst im Winter frische Nahrungsmittel wie Milch, Fleisch oder Eier bereitzustellen. Was frisches Obst und Gemüse betrifft, ist die Auswahl im Winter in Deutschland stark begrenzt. All diese jahreszeitlichen Einflüsse mussten wir im Kartenspiel *Autarki* einfachheitshalber außen vor lassen, das Punktesystem der Karten orientiert sich an einer Art durchschnittlichem Jahresertrag.

Im Kartenspiel *Autarki* muss also der jährliche **Grundbedarf** an Nahrung aller Bevölkerungseinheiten gedeckt werden. Als Rechengrundlage wird angenommen, dass eine Bevölkerungseinheit einem Haushalt mit fünf Personen entspricht. Der Unterschied im Nahrungsbedarf zwischen Kindern und Erwachsenen wird einfachheitshalber nicht in Betracht gezogen. Um den Nahrungsbedarf zu bestimmen, wurden Statistiken des durchschnittlichen Konsums bestimmter Lebensmittel in Deutschland herangezogen (siehe Statista 2016). Zusätzlich zu den in der Statistik erwähnten Lebensmitteln nehmen große Teile der Bevölkerung jedoch noch größere Mengen sogenanntes „Junk Food“ zu sich, welches den Dorfbewohnern im Kartenspiel nicht zur Verfügung steht. Zudem kann angenommen werden, dass die Dorfbewohner mehr

körperliche Arbeit verrichten als der Durchschnittsdeutsche. Die in der Statistik erwähnten Daten wurden daher um 20 % erhöht. Um eine gesunde Ernährung zu gewährleisten, wurde zudem der Anteil an gesunden Lebensmitteln wie Obst und Gemüse erhöht, wie von der Weltgesundheitsorganisation empfohlen (EUFIC 2016). Der **Jahresbedarf an Lebensmitteln pro Haushalt** im autarken Dorf setzt sich folgendermaßen zusammen:

400 kg	Fleisch
100 kg	Fisch
1200 Stück	Eier
550 kg	Milch und Milchprodukte
550 kg	Gemüse
500 kg	Kartoffeln
500 kg	Obst
5 kg	Hülsenfrüchte
550 kg	Getreide

Es muss erwähnt werden, dass viele typische Lebensmittel der globalisierten Welt, beispielsweise tropische Früchte, viele Gewürze oder Salz, die im autarken Dorf nicht selbst produziert werden können, im Kartenspiel komplett außer Acht gelassen wurden.

In den folgenden Kartenerklärungen werden mehrmals Zahlen genannt, wie viele Tiere oder welche Anbauflächen den jeweiligen Baukarte entsprechen. Diese Zahlen müssen nicht als akkurate Fakten sondern als ungefähre Mittelwerte verstanden werden, die einen groben Orientierungspunkt zum Verständnis der Nahrungskarten bieten sollen. Bei tierischen Produkten ist der tatsächliche Ertrag beispielsweise von Rasse und Alter des Tieres abhängig. Je nach Tierart können in der Regel zwischen 50 % und 60 % des Lebendgewichts nach der Schlachtung als Fleisch verwendet werden (Ominor 2010). Bei Pflanzen wird die Ernte von vielen Faktoren beeinflusst, beispielsweise der Art des Bodens, dem Wetter und Klima, von Nährstoffen und Düngemitteln und anderen Einflüssen wie Schädlingen. Es ist daher nicht möglich, exakte Zahlen anzugeben.

Baupunkte der Nahrungskarten

Die **Baupunkte** der Nahrungskarten sind nicht direkt mit den Baupunkten der Energiekarten vergleichbar, auch wenn sie im Kartenspiel miteinander verrechnet werden können. Bei den Energiekarten spielen größtenteils die Anschaffungskosten eine Rolle, beispielsweise die einmaligen Zahlungen für die Außendämmung einer Fassade. In der Landwirtschaft dagegen benötigen Tiere und Pflanzen fast ständige Aufmerksamkeit. Die Größe der Anbau- oder Weideflächen und die benötigte körperliche Arbeit sind ebenso wichtig wie die eventuellen Kosten. Die Baupunkte der Nahrungskarten orientieren sich daher an allen diesen Werten.

Es entspricht durchaus der Realität, dass manche Optionen der Nahrungsproduktion für geringen Aufwand hohen Ertrag bringen, während andere Karten viele Baupunkte kosten und nur wenige Nahrungspunkte liefern. Die speziellen Fälle sind im Folgenden näher erklärt.

Tierische Nahrung

Tierhaltung kann einen wichtigen Beitrag zur Lebensmittelsicherheit liefern. In Regionen mit gemäßigttem oder kaltem Klima werden Tiere genutzt, um auch im Winter ausreichend Nahrungsmittel zur Verfügung zu stellen. In trockenen Klimaregionen können sie während Dürrezeiten Nahrung liefern, und in vielen ärmeren Ländern können Tiere für sonst mittellose Familien eine Art lebende Versicherung bieten: Wenn ein Familienmitglied erkrankt, kann beispielsweise eine Kuh oder ein Pferd verkauft werden, um die Behandlungskosten zu bezahlen.

Tierhaltung ist nur nachhaltig, wenn auch das **Fleisch** der Tiere gegessen wird. Selbst wenn jemand Hühner nur wegen ihrer Eier hält, wäre es eine grobe Verschwendung, das Fleisch nicht zu essen, wenn eine der Hennen stirbt. Um das ganze Jahr über hin und wieder Fleisch essen zu können, ohne den eigenen Tierbestand zu gefährden, ist es wichtig, selbst Tiere nachzuzüchten. In einer Notfallsituation ist es natürlich auch möglich, das Gleichgewicht zu stören und mehr Tiere zu schlachten, um kurzfristig größere Mengen Nahrung bereitzustellen. Im Kartenspiel *Autarki* gibt es deswegen bei den meisten Tierkarten die Option, entweder dauerhaft eine geringe Menge Nahrungspunkte zu erhalten, oder alle Tiere zu schlachten und für eine Runde mehr Nahrungspunkte bereitzustellen. Danach muss die betreffende Tierkarte jedoch abgelegt werden.

Wenn Tiere nicht zu dicht gedrängt gehalten werden sondern mit ausreichend Platz, gesundem Essen und Kontakt zu ihren Artgenossen, dann ist auch das Risiko von **Tierkrankheiten** gering. Denn besonders gefährliche Krankheiten wie BSE sind auf Massentierhaltung zurückzuführen (Smith 2003). Trotzdem gibt es zwei entsprechende Bauarten in Kartenspiel: „**BSE**“ und „**Hühnergrippe**“. Selbst ein Biobauer mit gesunden, artgerecht gehaltenen Tieren kann betroffen werden, wenn in seiner Nachbarschaft eine solche Krankheit ausbricht. In diesem Fall werden nämlich in der ganzen Umgebung alle Tiere der gleichen Art notgeschlachtet, um die Ausbreitung des gefährlichen Virus zu verhindern. Dies ist nur eine Möglichkeit, wie die Nähe konventioneller Bauernhöfe der biologischen Landwirtschaft schaden kann. In anderen Fällen können beispielsweise Pestizide von benachbarten Feldern herüberwehen, wodurch die angebauten Produkte ihren „Bio“-Status verlieren. Wir haben uns im Kartenspiel jedoch auf das eine Beispiel beschränkt.



Geflügel

Hühner sind wahrscheinlich eine der am einfachsten zu haltenden Tierarten. Sie brauchen weder eine Menge Platz noch Aufmerksamkeit, und können sogar dabei helfen, Schädlinge wie Schnecken im Garten zu beseitigen. Natürlich muss ein Zaun her, damit sie nicht gleich auch das Gemüse im Garten vertilgen. Neben Hühnern gibt es auch noch andere domestizierte Vögel wie **Enten, Gänse oder Truthähne**. Sie alle sind leicht zu halten und liefern Fleisch, wobei Hühner die meisten Eier legen. Hühnereier sind sehr nährstoffreiches Lebensmittel, und hoch gezüchtete Hühnerrassen legen sogar fast jeden Tag ein Ei (BMEL 2016). Es ist jedoch gesünder für die Hennen, nicht ganz so oft zu legen.

Um einen Haushalt mit Eiern zu versorgen, werden etwa fünf Hennen benötigt. Um jedoch den kompletten Fleischbedarf eines Haushalts ebenfalls nur mit Geflügel zu decken, wären über 100 Hühner von Nöten.

Fisch

Fische sind noch einfacher zu halten als Hühner. Wer einen **Fischteich** anlegt, sollte jedoch darauf achten, dass er den Fischen genügend Platz, klares Wasser und ausreichend Sauerstoff bietet. Dazu ist es wichtig, dass nicht zu viele Nährstoffe wie Düngemittel von umliegenden Feldern ins Wasser geraten, die das Wachstum von Phytoplankton anregen können bis der Teich „umkippt“ und sich in eine trübe, grüne, sauerstoffarme Brühe verwandelt. Sehr hilfreich dagegen sind eine dichte Vegetation am Uferrand und Wasserpflanzen im Teich, die Nährstoffe aufnehmen können. Diese Pflanzen sind außerdem ein wichtiger Lebensraum für viele Tierarten und sie bietet den jungen Fischen im Teich Schutz vor ihren Fressfeinden.

Um im Jahr etwa 100 kg Fisch zu produzieren, werden etwa 1000 Fische benötigt (wobei es natürlich auf die Arten ankommt). Diese können in einem Fischteich mit einer Größe von 0.1 ha (1000 m²) gezüchtet werden.



Insekten

Ist im Zusammenhang mit Lebensmitteln von Insekten die Rede, denken zumindest in Deutschland viele zuerst an Bienenhonig. **Bienen** können in Bienenstöcken im Garten gehalten werden, sie brauchen nichts weiter als ausreichend Blüten, deren Nektar sie sammeln können. Dabei helfen sie zugleich bei der Bestäubung der Pflanzen und spielen somit eine wichtige Rolle bei der Produktion aller Früchten im Feld oder Garten. Ihr Honig ist ein sehr gesunder Ersatz für raffinierten Zucker, und Bienenwachs kann beispielsweise zur Herstellung von Kerzen genutzt werden – sehr praktisch, falls es mit der Stromversorgung im autarken Dorf einmal nicht so gut klappt.

Neben Bienen gibt es jedoch auch viele **essbare Insekten**. In europäischen Kulturen ist das Essen von Insekten bisher (noch) keine gängige Praxis, doch in vielen anderen Ländern stellen Insekten eine wichtige Nahrungsquelle dar, besonders dank ihrem hohen Proteingehalt. Insekten sind leicht zu halten, verbrauchen nur wenig Platz und vermehren sich schnell. Neben Insekten sind auch viele Schneckenarten essbar, wenngleich ihre Zubereitung etwas aufwändiger ist.

Für das Kartenspiel wäre es wohl zur Zeit nicht sinnvoll, anzunehmen, dass ein Haushalt seinen gesamten Fleischbedarf durch Insekten und Schnecken decken würde. Wir verzichten daher darauf, zu berechnen, wie viele Insekten nötig wären, um 400 kg Nahrungsmittel zu produzieren. Stattdessen wollen wir Insekten als eine anspruchslose und kostengünstige Ergänzung zu anderen Nahrungsquellen vorstellen. Selbst mit geringsten Ressourcen kann durch Insektenhaltung noch wertvolles tierisches Eiweiß erzeugt werden.



Kleine Säugetiere

Viele Säugetiere können auf einem Bauernhof als Fleischlieferanten gehalten werden, beispielsweise Kaninchen, Ziegen, Schafe und Schweine. Als Beispiele haben wir die Karten „Kaninchen“ und „Schafe“ im Spiel *Autarki* aufgenommen. Kaninchen sind besonders wegen ihrer hohen Fortpflanzungsrate beliebt, und weil sie von Kindern gerne als Haustiere gehalten werden. Schafe liefern neben Fleisch auch Milch, die meist zur Käseproduktion verwendet wird, und Wolle. Letztere kann zur Fertigung von Kleidungsstoffen dienen, sie wird jedoch auch häufig zur Herstellung von Dämmmaterialien für die Gebäudeisolation verwendet (FNR 2016). An alle Spieler: Als Belohnung dafür, dass ihr dieses Hintergrunddokument tatsächlich

bis hierher so aufmerksam gelesen habt, dürft ihr im nächsten Spiel, wenn ihr die Karte „Schafe“ ausgespielt habt, danach eine Karte zur Gebäudedämmung (Innen- oder Außendämmung, Kellerdecke, Dach oder oberste Geschossdecke) für zwei Baupunkte weniger bauen. Der Text hat leider nicht mehr auf die Karte gepasst, sei aber hiermit offiziell in die Regeln aufgenommen.

Um den gesamten Fleischbedarfs eines Haushalts für ein Jahr zu decken, müssten entweder 8 Schafe, 6 Schweine, 10 Ziegen oder 400 Kaninchen geschlachtet werden.

Kühe

Kühe werden zur Milch- sowie zur Fleischproduktion gehalten: Weibliche Kühe für die Milch, die Stiere als Fleischlieferanten (BMEL 2016). Damit eine Kuh Milch gibt, muss sie jedes Jahr einmal kalben und von da an regelmäßig gemolken werden.

Eine Kuh gibt ausreichend Milch, um einen ganzen Haushalt zu versorgen. Um den gesamten Fleischkonsum zu decken, müssten im Jahr 3 bis 5 Kühe geschlachtet werden. Eine kleine Kuhherde von 5 bis 10 Tieren, die sich jedes Jahr vermehren kann, reicht daher aus, um den Bedarf auf lange Zeit zu decken.

Jagd

Neben der herkömmlichen Tierhaltung kann auch die **Jagd** dazu beitragen, tierische Nahrungsmittel bereitzustellen. Ob das Jagen jedoch als autark oder unabhängig gelten kann, ist fraglich, besonders da in vielen Ländern erst Jagdlizenzen erworben werden müssen und den Jägern das Land, auf dem sie jagen, meist nicht gehört. In vielen Regionen Europas wird die Jagd insgesamt eher kritisch angesehen. Im Kartenspiel *Autarki* haben wir daher bisher keine Karte zur Jagd aufgenommen. Es soll jedoch erwähnt werden, dass die Jagd in vielen Regionen der Erde einen wichtigen Beitrag zur Grundernährung großer Bevölkerungsgruppen darstellt. In zukünftigen Versionen des Spiels könnte das Konzept der Jagd durchaus eine Rolle spielen.



Pflanzliche Nahrung

Obst und Gemüse dürfen in einer gesunden Ernährung nicht fehlen. Doch während Tiere das ganze Jahr über Fleisch, Milch und Eier bereitstellen, können die meisten pflanzlichen Nahrungsmitteln in gemäßigten Klimaregionen nur zu ihrer jeweiligen **Erntezeit** einmal im Jahr geerntet werden – dann jedoch in großen Mengen. Manche Lebensmittel wie Äpfel oder Kartoffeln lassen sich leicht für lange Zeit einlagern, andere müssen erst verarbeitet werden. Weiches Obst kann zum Beispiel zu Marmelade oder Mus eingekocht werden, Kohl wiederum lässt sich als Sauerkraut zubereiten. Einen ganzen Jahresvorrat an Lebensmitteln **haltbar** zu machen, erfordert jedoch eine Menge Arbeit und besondere Zutaten (wie Zucker), die schwer selbst herzustellen sind und im Kartenspiel *Autarki* außen vor gelassen werden.

Eine mögliche Lösung wäre es, zur Erntezeit den Lebensmittelüberschuss zu **verkaufen** und vom Gewinn Zutaten wie Zucker und Salz zu kaufen, oder im Winter und Frühjahr andere Lebensmittel davon zu erstehen. Auf diese Weise lebt man zwar nicht völlig autark oder unabhängig, kann sich jedoch trotzdem das ganze Jahr über durch seine selbst angebauten Lebensmittel und deren Erlös versorgen. Diese Möglichkeit wird im Kartenspiel durch der Herausforderungskarte „**Markttag**“ repräsentiert.

Wir wollen noch erwähnen, dass jeder, der Pflanzen anbaut, sich stark vom **Wetter abhängig** macht. Zu viel oder zu wenig Regen in einer Jahreszeit können der Ernte starken Schaden zufügen. Dies wird im Kartenspiel durch die Aktionskarte „**verregnetes Frühjahr**“ dargestellt. Gutes Wetter wiederum kann zu Überschüssen in der Lebensmittelproduktion führen, wie auf der Karte „**besonders fruchtbares Frühjahr**“ beschrieben. Da diese Unsicherheit unvermeidlich ist, empfiehlt es sich für einen autarken Biobauern, immer mehr anzubauen als benötigt, sodass ein Vorrat für mögliche schlechtere Folgejahre angelegt werden kann. Zudem kann die Abhängigkeit vom Wetter verringert werden, indem mehr Tiere gehalten werden, sodass auch in Jahren mit schlechter Ernte noch tierische Nahrungsmittel zur Verfügung stehen (FAO 2004).

Um beim Anbau von Obst- oder Gemüsepflanzen ganz unabhängig von Fremdquellen zu werden, sollte jeder Landwirt versuchen, sein eigenes **Saatgut** zu produzieren. Dafür müssen einige Früchte stehengelassen werden, bis sie reifen und abfallen. Die Samen werden gesammelt, getrocknet und

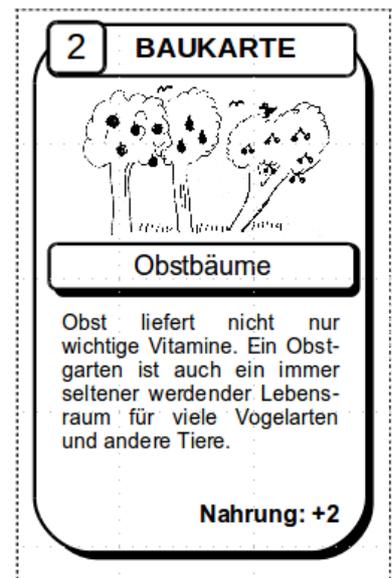


bis zum nächsten Jahr aufbewahrt. Im Kartenspiel *Autarki* wird zudem die Möglichkeit aufgezeigt, eine „**Saatguttauschbörse**“ zu veranstalten. Bei dieser können Nachbarn und andere Biobauern aus der Umgebung ihr eigenes Saatgutsortiment erweitern, um mehr unterschiedliche Pflanzen anzubauen.

Vielfalt im Garten ist der beste Schutz vor äußeren Einflüssen wie schlechtem Wetter oder Schädlingen, für die meistens nur manche Pflanzensorten anfällig sind. Zudem werden die verschiedenen Pflanzen oft zu verschiedenen Zeiten geerntet, sodass über viele Monate hinweg immer frische Lebensmittel auf dem Teller landen. Und zu guter Letzt geht nichts über eine leckere vielseitige Ernährung!

Obst

Obstbäume brauchen oft mehrere Jahre, bevor sie zum ersten Mal Früchte tragen. Danach liefern sie jedes Jahr frisches Obst, und der Ertrag steigt in der Regel über viele Jahre kontinuierlich an. Nebenbei spenden sie Schatten, verbessern mit ihren Wurzeln vielerorts den Wasserhaushalt des Bodens, bieten Schutz vor starkem Wind und verhindern die Erosion der kostbaren Erde. Insgesamt schaffen sie so ein sehr natürliches, sich selbst regulierendes Ökosystem und verringern den Effekt von extremen Wetterbedingungen wie Stürmen oder Hitzewellen. Es ist daher oft empfehlenswert, Felder mit Reihen von Obstbäumen zu durchziehen. Die Mischkultur aus Bäumen und Feldfrüchten wird als **Agroforstwirtschaft** bezeichnet.



Ein weiterer Vorteil von Obstgärten ist, dass sie einen Lebensraum für viele wilde **Vogelarten** bieten. Die meisten Vögel ernähren sich von Insekten und helfen so mit, das Risiko von Insektenplagen im Garten gering zu halten. Es gibt jedoch auch manche Vögel, wie Stare, die in Schwärmen über die Obstbäume selbst herfallen, um die Früchte zu fressen. In diesem Fall hilft es nur, das Obst früh zu ernten oder Netze aufzuspannen. Wenn das zu viel Arbeit ist, muss man wohl oder übel mit den Vögeln teilen – auch das gehört zur Landwirtschaft manchmal dazu. Sind es nur einzelne Vögel, ist es ratsam, ein paar reife Früchte als Fallobst auf dem Boden liegen zu lassen. Die Vögel und andere kleine Tiere werden zuerst diese fressen statt die Früchte im Baum.

Neben Vogelschwärmen gibt es noch andere Tieren oder Pilzsorten, die Obstbäume befallen und in manchen Jahren eine ganze Ernte vernichten können. Es ist daher ratsam, besonders **resistente Arten** anzubauen (Papp et al. 2015). Weitaus harmloser ist es, wenn nur einzelne Früchte beispielsweise von Schnecken oder Insekten angefressen werden. Die betroffene Stelle lässt sich leicht ausschneiden, die restliche Frucht ist meist noch genießbar.

In Deutschland ist der Apfel das am häufigsten angebaute und gegessene Obst. Zwei Apfelbäume können in guten Jahren schon ausreichen, um den ganzen Obstbedarf eines Haushalts zu decken. Es



gibt jedoch noch viele andere **Obstsorten** wie Birnen, Kirschen, Pflaumen oder Mirabellen, die in gemäßigtem Klima ebenfalls gut gedeihen. Wir raten auch in diesem Fall zu einer gesunden und leckeren Vielfalt.

Gemüse

Gemüse bietet eine gesunde Vielfalt und Abwechslung, sowohl im Garten als auch auf dem Teller. Die in Deutschland am meisten gegessenen Gemüsesorten sind u.A. Tomaten, grüner Salat, Möhren, Zwiebeln, Gurken und Paprika (DFHV 2016). Welche Gemüsesorten sich im eigenen Garten besten anbauen lassen, ist von den Eigenschaften des Bodens, dem lokalen Klima und dem

Nährstoffbedarf der Pflanzen abhängig. Im Spiel *Autarki* sind die Karten „**Tomaten**“, „**Salat**“, „**Kürbisse**“ sowie „**Wurzelgemüse**“ vertreten, wir wollen jedoch alle Spieler anregen, ihr eigenes Lieblingsgemüse auch als Extrakarte mit aufzunehmen. Eine Blankokarte befindet sich in jedem Spieldeck, weitere lassen sich auf der Website www.autarki-game.de herunterladen.

Beim Anbau von Gemüse bereiten **Schädlinge** wie Insekten oder Schnecken oft die größten Schwierigkeiten. Gerade in großen Monokulturen können die Schädlinge sich leicht von Pflanze zu Pflanze verbreiten (Parrott and Marsden 2002, Ewel 1999). Tomaten und Paprika gehören zu den anfälligsten Gemüsesorten für Schädlinge. In konventionellen Landwirtschaftsbetrieben werden daher gerade diese Sorten oft mit großen Mengen chemischer Pestizide behandelt. Es gibt viele umweltfreundlichere Alternativen, um Schädlinge loszuwerden, doch die meisten sind recht arbeitsintensiv.

Um das Risiko eines Schädlingsbefalls von vorneherein einzudämmen, ist das Pflanzen von **Mischkulturen** sehr empfehlenswert. In Mischkulturen wachsen verschiedene Gemüsesorten (sowie Kräuter oder Blumen) nebeneinander und verhindern so, dass ein ganzes Feld auf einmal von Schädlingen befallen wird. Manche Pflanzensorten können sich zudem gegenseitig positiv beeinflussen. Beispielsweise gibt es Kräuter, die Schädlinge fernhalten, wie auf der Herausforderungskarte „**Bau einer Kräuterspirale**“ erwähnt. Eine Übersicht, welche Pflanzen am besten nebeneinander wachsen sollten, findet sich beispielsweise im Internet (z.B. Mein schöner Garten 2016) oder in Ratgeberbüchern (z.B. Stein und Thinschmidt 2001).

Der Ertrag der verschiedenen Gemüsearten variiert stark je nach Sorte, er liegt meistens zwischen 1 kg/m² und 5 kg/m² (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt 2016). Das heißt, ein Garten von etwa 200m² reicht aus, um den Gemüsebedarf eines Haushalts zu decken.

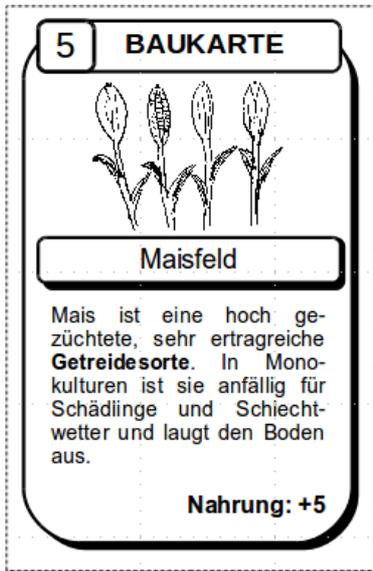
Hülsenfrüchte

Bohnen und Erbsen sind **Hülsenfrüchte** und gehören zur Familie der Leguminosen. Sie sind etwas ganz besonderes, denn die meisten von ihnen leben in Symbiose mit bestimmten Bakterien, die an ihren Wurzeln den Stickstoff aus der Luft abspeichern können. Das bedeutet, dass Hülsenfrüchte zur natürlichen Düngung des Bodens beitragen. In Deutschland werden sie oft auf Feldern gepflanzt, nachdem andere Pflanzensorten den Boden ausgelaugt haben, um als „Gründünger“ den Stickstoffgehalt wieder zu erhöhen (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2016).

Wenn Hülsenfrüchte direkt neben anderen Pflanzen mit einem hohen Stickstoffbedarf wachsen, beispielsweise neben Getreide oder Kartoffeln, können sie auch deren Ertrag steigern. Mischkulturen aus Getreide und Hülsenfrüchten wurden bereits vor über tausend Jahren von den Ureinwohnern Mesoamerikas angepflanzt. Sie sind auch heute noch in vielen armen Ländern weit verbreitet, in denen das Getreide nicht mit großen Maschinen geerntet wird (Dahmardeh et al. 2009). Wir haben daher „**Bohnen im Feld**“ als zusätzliche Baukarte ins Kartenspiel aufgenommen.



Da der Konsum von Hülsenfrüchten in Deutschland relativ gering ist, wird eine Mischkultur aus Bohnen oder Erbsen mit anderen Pflanzenarten den jährlichen Bedarf eines Haushalts wahrscheinlich weit übersteigen. Hülsenfrüchte können jedoch auch als Tierfutter verwendet werden.



Getreide

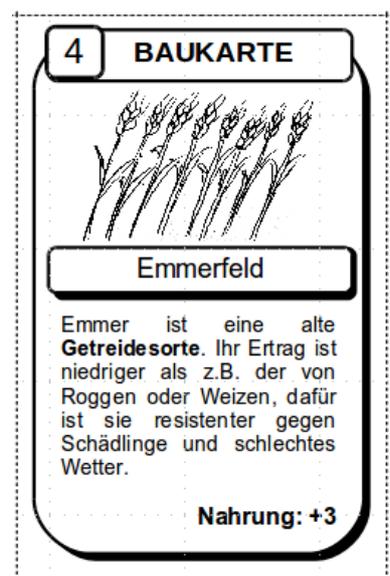
Getreide ist ohne große Maschinen wohl von allen pflanzlichen Lebensmitteln am schwierigsten anzubauen und zu ernten. Eine Ausnahme stellt der **Mais** da, der leicht auch auf kleinen Flächen gepflanzt werden kann und höhere Erträge einbringt als andere Getreidesorten. Auch Mais lässt sich zu Mehl verarbeiten, welches in vielen Ländern der Welt ein wichtiges Grundnahrungsmittel darstellt. In Europa dagegen wird Mais weitaus weniger konsumiert als andere Getreidesorten wie Weizen oder Roggen.

Wer diese typischeren Getreidesorten auf kleinen Feldern, zwischen Obstbäumen oder als Mischkultur mit Hülsenfrüchten anbaut, muss sie per Hand ernten. Das erfordert bereits einigen

Aufwand, die anstrengendste Arbeit jedoch ist das Dreschen der geernteten Ähren. Sowohl das Ernten als auch das Dreschen wird in der konventionellen Landwirtschaft von großen Mähdreschern übernommen. Im Kartenspiel gehen wir davon aus, dass die Dorfgemeinschaft eine solche Maschine besitzt oder sich zur Erntezeit leihen kann, da es sonst praktisch nur unter großen Anstrengungen möglich wäre, genügend Getreide für einen Haushalt zu produzieren. Wir sind uns bewusst, dass dies der strengen Autarkie widerspricht, insbesondere, da der Treibstoff für diese Maschine höchstwahrscheinlich nicht im Dorf selbst hergestellt werden könnte. Wir hielten es jedoch für wichtig, die Karte „**Roggenfeld**“ im Kartenspiel aufzunehmen, auch um die Nachteile der konventionellen Sorten und Anbauformen aufzuzeigen.

Insbesondere wollten wir die konventionellen, hoch gezüchteten Getreidesorten den älteren Sorten wie **Einkorn und Emmer** gegenüberstellen. Diese werden heutzutage weitaus seltener angepflanzt, da ihr Ertrag geringer ist, er variiert zwischen der Hälfte und zwei Dritteln des Ertrags von Weizen (Initiative Urgemeinde 2016). Dafür sind diese alten Sorten jedoch weitaus weniger anfällig für Schädlinge oder extreme Wetterbedingungen. Sie sind daher im Kartenspiel von den Aktionskarte „Verregnetes Frühjahr“ nie und von der Karte „Schädlingsbefall“ nur sehr selten betroffen.

Um genügend Getreide für einen Haushalt zu produzieren, wird für konventionelle Sorten eine Anbaufläche von etwa 0,1 ha (1000 m²) benötigt, für alte Getreidesorten benötigt dagegen 0,2 ha (2000 m²) (siehe BMEL 2014a).

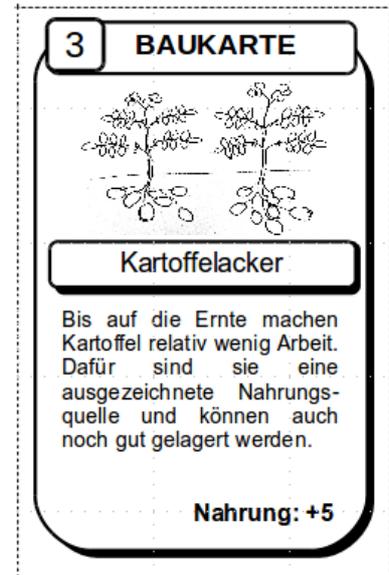


Kartoffeln

In der traditionellen mitteleuropäischen Küche gehören Kartoffeln zu fast jedem Gericht. Sie sind leicht anzubauen, bringen reiche Erträge und wachsen unter der Erde, wo sie vor vielen Schädlingen geschützt sind. Sie brauchen praktisch nichts weiter als einen fruchtbaren Boden. Dazu kommt der große Vorteil, dass Kartoffeln sehr einfach zu lagern sind. Sie dienen daher in gemäßigten Klimaregionen als typischer Wintervorrat.

Eine der größten Gefahren für die Kartoffelernte ist der sogenannte Kartoffelkäfer. Um ihn zu bekämpfen, ist es ratsam, seine natürlichen Feinde zu unterstützen – darunter viele Vogelarten. Auch manche Hühner fressen die Kartoffelkäfer. Darüber hinaus wird empfohlen, Kartoffeln nicht mehr am selben Ort anzupflanzen, nachdem es dort einmal einen Befall mit Kartoffelkäfern gab (Kuepper 2000).

Eine Fläche von etwa 100 m² reicht aus, um genügend Kartoffeln für einen Haushalt anzubauen (siehe BMEL 2014b).



Ölsaaten

Wer sich ganz autark ernähren möchte, wird auch um den Anbau von Ölsaaten nicht herumkommen. **Pflanzliche Öle** werden beispielsweise zum Kochen und Braten verwendet, und es gibt verschiedene Möglichkeiten, sie selbst herzustellen. Aus den Samen der **Sonnenblume** beispielsweise kann Öl gepresst werden, und die Blüten selbst sind eine schöne Bereicherung für jeden Garten. Zudem sind Sonnenblumenkerne auch einfach so ein leckerer Snack. Eine andere Alternative sind **Leinsamen**, welche in Europa schon seit dem Neolithikum angebaut werden (Herbig und Maier 2011). Sie werden dank ihres hohen Gehalts an Omega-3 Fettsäuren als

besonders gesund angesehen (Klein et al. 2016). Leinsamen werden meist entweder zum Backen oder auch für die Ölproduktion verwendet. Die in Mitteleuropa am weitesten verbreitete Ölsaat ist der **Raps**, dessen Öl meist für die Herstellung von Biodiesel genutzt wird. Man kann Rapsöl jedoch auch gut in der Küche verwenden. All diese Ölsaaten lassen sich relativ leicht anbauen, sind ertragreich, und nicht sonderlich anfällig für Schädlinge. Die Pflanzenreste, die bei nach der Ölproduktion zurückbleiben, können auf dem Hof an die Tiere verfüttert werden.

Für einen Liter Öl werden beispielsweise die Samen von 60 Sonnenblumen benötigt, welche auf einer Fläche von etwa 10 m² angebaut werden können (I.m.a 2016).



Wildpflanzen

Unsere Vorfahren lebten als Jäger und Sammler, sie ernährten sich nur von dem, was sie in ihrer Umgebung fanden. Heutzutage sind fast alle natürlichen Landschaften zumindest in Deutschland zerstört, und das meiste Land gehört Privatbesitzern. Es ist daher schwierig geworden, noch genügend wilde Pflanzen zu sammeln, um damit tatsächlich seinen Nahrungsbedarf zu decken. Dennoch wollen wir es allen Spielern ans Herz legen, einmal durch Wald und Wiesen zu streifen und dort Pilze oder essbare Pflanzen zu sammeln. Wir haben deshalb neben der Aktionskarte zum Pilze sammeln auch die Karten „**Beeren pflücken**“ und „**Beikräuter-Seminar**“ mit ins Spiel aufgenommen.

Man lernt viel über die Natur auf solchen Ausflügen, allem voran natürlich die Unterscheidung von essbaren oder giftigen Pflanzen. Die wohl bekanntesten essbaren Pflanzen sind wohl Brombeeren und andere Beerensorten. Es gibt jedoch noch viele andere Wildpflanzen, die gegessen werden können: Brennenseln und Löwenzahn, Minze und wilder Knoblauch, Kresse und Sauerampfer und viele weitere. Aus ihnen lässt sich ein leckerer Wildsalat bereiten oder man kann sie kochen wie Spinat. Andere Wildkräuter wie Kamille oder Melisse lassen sich als leckere Tees aufgießen. Und die meisten dieser Pflanzen haben zudem noch einen medizinischen Nutzen – wer sich ein bisschen informiert, kann sich leicht seine eigene Kräuterapotheke zusammenstellen (siehe Kreuter 2003).

Pilze

Pilze sind weder Tiere noch Pflanzen, sie bilden eine eigene Kategorie. Speisepilze wachsen zum größten Teil als unterirdisches Geflecht in der Erde. Der oberirdische Teil, den wir essen, ist nur der Fruchtkörper des Pilzes. Die meisten Pilzsorten wachsen im Verbund mit bestimmten Baumarten, entweder in gegenseitig vorteilhafter Symbiose oder als Parasiten. Es ist daher schwierig, diese Sorten selbst zu Hause anzubauen. Stattdessen geht man am besten **Pilze sammeln im Wald** – aber nur, wenn man die essbaren Sorten auch sicher von den Giftpilzen unterscheiden kann.

Für die **Pilzzucht** eignen sich nur Sorten, die auch ohne Bäume auskommen können. Sie brauchen sehr spezifische Umweltbedingungen zum Wachsen, sodass die Zucht nicht wirklich einfach ist. Andererseits benötigt eine Pilzzucht nur sehr wenig Platz und liefert viel höhere Erträge als die meisten Pflanzen.



Quellenverzeichnis

Quellen zu den Energiekarten

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2014): Wieviel Energie liefert die Sonne? URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/twitter_blog/2014/august/113_sonneneinstrahlung.html (Stand: 24.07.2016)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Heizen mit erneuerbaren Energien. Broschüre. BMWi, Berlin. URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/heizen-mit-erneuerbaren-energien.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (Stand 24.07.2016)
- Burningham, K., Barnett, J. und Walker, G. (2015): An Array of Deficits: Unpacking NIMBY Discourses in Wind Energy Developers' Conceptualizations of Their Local Opponents. In *Society & Natural Resources*, Band 28, Ausgabe 3, Seiten 246-260.
- Deutscher Wetterdienst (2016): Jahrgang der Globalstrahlung 2016 im Vergleich zum langjährigen Mittel 1981-2010. URL: http://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/download/aktueller_jahresgang_einstrahlung.pdf?view=nasPublication&nn=16102 (Stand 24.07.2016).
- Energieagentur NRW (2016): Kleinwindanlagen – Einführung. URL: <https://energiertools.ea-nrw.de/einfuehrung-17368.asp> (Stand 26.07.2016).
- Energieexperten (2016): Technik und Funktion einer Wärmepumpe. URL: <http://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/technik.html> (Stand 26.07.2016).
- Energieheld (2015a): Welche Dämmung sollte man für das Eigenheim verwenden? URL: <http://www.energieheld.de/daemmung/welche-daemmung> (Stand 23.07.2016).
- Energieheld (2015b): Fensterverglasung – Übersicht der Fensterglas Arten. URL: <http://www.energieheld.de/fenster/fenster-verglasung> (Stand 24.07.2016).
- Energieheld (2015c): Wärmeschutzverglasung – die energieeffiziente Lösung. URL: <http://www.energieheld.de/fenster/fenster-verglasung/waermeschutzverglasung> (Stand 24.07.2016)
- Energieheld (2015d): Kosten Solarthermie – das kostet die Solaranlage. URL: <http://www.energieheld.de/solarthermie/kosten> (Stand 24.07.2016).
- Energieheld (2015e): Die Holzheizung – Eigenschaften und Kosten in der Übersicht. URL: <http://www.energieheld.de/heizung/holzheizung> (Stand: 24.07.2016).
- Energieheld (2015f): BHKW & KWK – Blockheizkraftwerk & Kraft-Wärme-Kopplung. URL: <http://www.energieheld.de/heizung/bhkw> (Stand: 24.07.2016).
- Energieheld (2015g): Die Photovoltaikanlage – Kosten, Größe und Stromspeicher. URL: <http://www.energieheld.de/photovoltaik/photovoltaikanlage> (Stand: 26.07.2016).
- Gautam, R., Barai, S. und Herat, S. (2007): Biogas as a sustainable energy source in Nepal: Present status and future challenges. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Band 13, Ausgabe 1, Seiten 258-252.
- Holzenergie Schweiz (2015): Im Wald wächst Wärme – Kluge Energie für Sie! Broschüre. URL: https://www.holzenergie.ch/uploads/tx_ttproducts/datasheet/115_imWaldWaechstWaerme_D_02.pdf (Stand: 24.07.2016)
- Koch, R., Brunner, C., Hacker, J., Urschik, A., Sabara, D., Hotwagner, M., Aichernig, C., Hofbauer, H., Rauscher, W. Und Fercher, E. (2006): *Energieautarker Bezirk Güssing*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.

- Lepper, R. (2009): Klimaschutz für kleines Geld. In: Focus Online, 01.12.2009. URL: http://www.focus.de/immobilien/energiesparen/tid-8424/haushaltskosten-zugluftdackel-und-kuehle-laken_aid_231103.html (Stand: 24.07.2016).
- Maaß, J. B., Walther, C. und Peters, I. (2008): Erfahrungen mit Passivhaussiedlungen in Deutschland (Schwerpunkt Norddeutschland). Freie und Hansestadt Hamburg, Hamburg. URL: <http://www.hamburg.de/contentblob/826090/da3f488449d83b63eb7f5886d897a1d4/data/passivhausstudie.pdf> (Stand: 23.07.2016).
- Mixdorf, U. und Zschau, B. (2007): Endbericht zum Teilprojekt 1 des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Energieautarke Modellregion in Sachsen“. ERN Energie-Ressourcen-Netzwerk GmbH, Ehrenfriedersdorf. URL: http://www.energieregion-erzgebirge.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Konzepte_Studien/Bericht-Modellregion_Energieautarkie_Annaberger_Land-Teil1.pdf (Stand 13.09.2016).
- Remmersmann, T. (2013): Lohnen sich Kleinwindanlagen? URL: <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/energie/windkraft/kleinwindanlagen.htm> (Stand: 26.07.2016).
- Rentzing, S. (2015): Die schmutzige Seite des sauberen Stroms. In: Technology Review, Ausgabe 6/2011, Seiten 76-77. URL: <http://www.heise.de/tr/artikel/Die-schmutzige-Seite-des-sauberen-Stroms-1279759.html> (Stand: 26.07.2016).
- Ruppert, H., Eigner-Thiel, S., Girschner, W., Karpenstein-Machan, M., Roland, F., Ruwisch, V., Sauer, B. Und Schmuck, P. (2010): *Wege zum Bioneriedorf – Leitfaden für eine eigenständige Wärme- und Stromversorgung auf Basis von Biomasse im ländlichen Raum*. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow.
- Schmidt, J., Schönhart, M., Biberacher, M., Guggenberger, T., Hausl, S., Kalt, G., Leduc, S., Schardinger, I. und Schmid, E. (2012): Regional energy autarky: Potentials, costs and consequences for an Austrian region. In *Energy Policy*, Ausgabe 47 (2012), Seiten 211-221.
- Sieben Linden (2015): Energie-Führung durch Sieben Linden. Unveröffentlichtes Dokument. Infos zum Ökodorf Sieben Linden unter URL: <http://www.siebenlinden.de> (Stand: 13.09.2016).
- Statistisches Bundesamt (2016): Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen (temperaturbereinigt). URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/MaterialEnergiefluesse/Tabellen/EnergieverbrauchHaushalte.html> (Stand: 23.07.2016).
- Stromsparinitiative (2016): Stromspartipps: Die 30 besten Tipps. URL: <http://www.die-stromsparinitiative.de/stromspar-tipps/> (Stand: 26.07.2016).
- Swissolar (2014): Solarwärme für Eigenheime. Broschüre. Swissolar, Zürich. URL: http://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Shop/10303d_Swissolar_Broschuere_EFH.pdf (Stand 24.07.2016).
- Swissolar (2015): Anwendung Solarwärme. URL: <http://www.swissolar.ch/ueber-solarenergie/solarwaerme/anwendung-solarwaerme/> (Stand: 24.07.2016).
- Umweltbundesamt (2015): Energieverbrauch privater Haushalte. Daten aus dem Jahr 2012. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/energieverbrauch-privater-haushalte> (Stand: 23.07.2016)
- Verbraucherzentrale (VZ) (2015a): Dämmung des Gebäudes. URL: <http://www.verbraucherzentrale.de/daemmstoffeigenschaften> (Stand 23.07.2016)
- Verbraucherzentrale (VZ) (2015b): Lüftungsanlagen: Mit guter Planung zu mehr Komfort und frischer Luft. URL: <http://www.verbraucherzentrale.de/lueftungsanlagen-kosten> (Stand 24.07.2016).

- Verbraucherzentrale (VZ) (2015c): Solarwärme für Warmwasser und Heizung. URL: <http://www.verbraucherzentrale.de/solarthermie> (Stand: 24.07.2016).
- Verbraucherzentrale (VZ) (2015d): Heizen mit erneuerbaren Energien: Kaminofen, Pelletheizung, Solarthermie, Wärmepumpe. URL: <http://www.verbraucherzentrale.de/kaminofen-1> (Stand 24.07.2016).
- Verbraucherzentrale (VZ) (2016): Solarstrom: Mit der Energie der Sonne ins Geschäft kommen. URL: <http://www.verbraucherzentrale.de/solartechnik> (Stand 24.07.2016).
- Visonair Lüftungs- und Luftheiztechnik (2016): Häufig gestellte Fragen. URL: <http://www.visionair.eu/-nbsp-allgemeines-zur-kwl/haeufig-gestellte-fragen-%252528faq%252529/91-238.html> (Stand: 24.07.2016).

Quellen zu den Nahrungskarten

- Biologische Landwirtschaft in Österreich (BioLa) (2016): Bio Austria Richtlinien. URL: <http://www.biola.at/de/bio-austria-richtlinien-biola-wissensdatenbank-fuer-den-biologischen-landbau.html> (Stand 13.09.2016).
- Bundeministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2014a). Ernte 2014: Mengen und Preise. URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Markt-Statistik/Ernte2014MengenPreise.pdf;jsessionid=4477BDD267ABBC8BFB1D1D9D6FA0ED3E.2_ci d367?__blob=publicationFile (Stand 13.09.2016).
- Bundeministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2014b). Kartoffelernte 2014. URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Markt-Statistik/Zahlen-Kartoffelernte2014.pdf;jsessionid=4C0EF77B2FC5502E4E48DC2592A1A470.2_cid367?__blob=publicationFile (Stand 13.09.2016).
- Bundeministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2016). Nutztierhaltung. URL: http://www.bmel.de/DE/Tier/Nutztierhaltung/nutztierhaltung_node.html (Stand 13.09.2016).
- Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Syasar, B. und Ramroudi, M. (2009). Effect of intercropping maize (*Zea mays* L.) with cow pea (*Vigna unguiculata* L.) on green forage yield and quality evaluation. In *Asian journal of plant sciences*, Band 8, Ausgabe 3, Seite 235.
- Deutscher Fruchthandelsverband (DFHV) (2011): Obst und Gemüse in Deutschland, URL: http://www.dfhv.de/fileadmin/user_upload/pdf/veroeffentlichungen/Obst_Gem_Broschuere_2011.pdf (Stand 13.09.2016).
- Deutscher Fruchthandelsverband (DFHV) (2016). Jahresbericht 2015. URL: http://www.dfhv.de/fileadmin/user_upload/images/veroeffentlichungen/2016_0108_DFHV_GB-ES.pdf (Stand 13.09.2016).
- European Food Information Council (EUFIC) (2016). Obst- und Gemüsekonsum in Europa – essen die Europäer genug davon? URL: <http://www.eufic.org/article/de/expid/Obst-und-Gemusekonsum-Europa/> (Stand 13.09.2016).
- Ewel, J. (1999). Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. In *Agroforestry Systems*, Ausgabe 45, Seiten 1-21.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2004). *The State of Food Insecurity in the World 2004*. FAO, Rome.
- Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe (FNR) (2016): Marktübersicht Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. URL: http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Daemmstoffe_Nachdruck_2016_Web.pdf (Stand 13.09.2016).

- Herbig, C. und Maier, U. (2011). Flax for oil or fibre? Morphometric analysis of flax seeds and new aspects of flax cultivation in Late Neolithic wetland settlements in southwest Germany. In *Vegetation history and archaeobotany*, Band 20, Ausgabe 6, Seiten 527-533.
- Information Medien Agrar e.V. (I.m.a) (2016). Agrar-Lexikon: Sonnenblume. URL: <http://www.agrilexikon.de/index.php?id=sonnenblume> (Stand 13.09.2016).
- Intitiative Urgetreide, 2016. Anbau. URL: <http://www.initiative-urgetreide.de/urgetreide/anbau.html>
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2016). Tabellen Fruchtfolge. URL: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/fruchtfolge/tabellen-fruchtfolge-pdf.pdf> (Stand 13.09.2016).
- Klein, J., Zikeli, S., Claupein, W. und Gruber, S. (2016). Linseed (*Linum usitatissimum*) as an oil crop in organic farming: abiotic impacts on seed ingredients and yield. In *Organic Agriculture*, Ausgabe 2016, Seiten 1-19.
- Kuepper, G. (2003). Colorado potato beetle: organic control options. URL: <http://www.sautinsoft.com/how-to/documents/pdf/simple%20text.pdf> (Stand 13.09.2016).
- Mein Schöner Garten (2016): Anbauplanung im Gemüsegarten. URL: <https://www.mein-schoener-garten.de/gartenpraxis/nutzgaerten/anbauplanung-im-gemuesegarten-2656> (Stand 13.09.2016).
- Stein, B., und Thinschmidt, A (2001): *Gemüsegärten: Gute Ernte auf kleiner Fläche*. Ulmer, Stuttgart.
- Kreuter, M.-L. (2003): *Kräuter und Gewürze aus dem eigenen Garten*. BLV, München.
- Omiot, M. (2010). Schlachtausbeute. URL: https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/oeko_lehrmittel/Ernaehrungswirtschaft/Fleischerhandwerk/fl_modul_b/fl_b_01/flmb01_04_2010.pdf (Stand 13.09.2016).
- Papp, D., Király, I. und Tóth, M. (2015). Suitability of old apple varieties in organic farming, based on their resistance against apple scab and powdery mildew. In *Organic Agriculture*, Ausgabe 2015, Seiten 1-7.
- Parrott, N. und Marsden, T. 2002. *The Real Green Revolution – Organic and agroecological farming in the South*. Greenpeace Environmental Trust, London.
- Smith, P. G. (2003). The epidemics of bovine spongiform encephalopathy and variant Creutzfeldt-Jakob disease: current status and future prospects. In *Bulletin of the World Health Organization*, Band 81, Ausgabe 2, Seiten 123-130.
- Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2016). Hektarerträge ausgewählter Gemüsearten. URL: http://www.stala.sachsen-anhalt.de/Internet/Home/Daten_und_Fakten/4/41/412/41211/Hektarertraege_ausgewaehlter_Gemuesearten.html (Stand 13.09.2016).
- Statista (2016): Verbrauch ausgewählter Lebensmittel. URL: <https://de.statista.com/themen/667/ernaehrung/> (Stand 13.09.2016).

Empfohlene Publikationen

- Parrott, N. und Marsden, T. 2002. *The Real Green Revolution – Organic and agroecological farming in the South*. Greenpeace Environmental Trust, London. (URL: <http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/4526.pdf>, Stand 13.09.2016)
- Willer, H., Yussefi, M. und Sorensen, N. (2010). *The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2008*. Earthscan. (URL: <http://orgprints.org/18380/16/willer-kilcher-2009.pdf> Stand 13.09.2016)

Empfohlene Webseiten

Organisation	Motto oder Inhalt
La Via Campesina:	„The international peasant's voice“ https://viacampesina.org/en/
European Commission:	„Agricultural and rural development – Organic Farming“ http://ec.europa.eu/agriculture/organic/
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):	„What is organic agriculture?“ http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/en/
Worldwatch Institute:	„Vision for a sustainable world“ http://www.worldwatch.org/food-agriculture
Permaculture Principles:	„Thinking tools for an era of change“ https://permacultureprinciples.com/
Permaculture Magazine:	„Practical solutions beyond sustainability“ https://www.permaculture.co.uk/
Agroecology:	„Information resource for developing sustainable food systems“ http://www.agroecology.org/
Institute for Food and Development Policy (Food First):	„Exploding myths and inspiring change“ https://foodfirst.org/
Biologische Landwirtschaft in Österreich:	„Wissensdatenbank für biologische Landwirtschaft“ http://www.biola.at/de/bio-austria-richtlinien-biola-wissensdatenbank-fuer-den-biologischen-landbau.html