

Karten-Paare (Bio und konventionell zu dem gleichen Thema) folgen einander in der Nummerierung. Ansonsten hat die Nummerierung keine Bedeutung. Für einen Überblick zu Kartennummern und Themen siehe Manual.

01 | Kurzanleitung



Das Kartenset "Die Welt im Apfel" gibt Einblicke in den Weg des Apfels vom Baum auf den Teller (und in den Apfelsaft). Die vielen Schritte der Wertschöpfungskette von sowohl biologisch (Synonym: ökologisch) als auch konventionell erzeugten Äpfeln werden aufgezeigt und laden zur Beschäftigung mit Fragen zu Nachhaltigkeit, Konsum und Landwirtschaft ein. Sie bieten sich für Workshops und Unterrichtseinheiten an (siehe Manual und Praxisbeispiele) sowie zur Vertiefung der Foodstories, Dilemma-Situationen und dem Spiel Apfelkomplott.



Wertschöpfungskette Apfel im biologischen Anbau



Wertschöpfungskette Apfel im konventionellen Anbau



Direkte Gegenüberstellung oder keine wesentlichen Unterschiede in den Anbaumethoden bezogen auf die Wertschöpfungskette Apfel



Informationen allgemein zum biologischen Anbau



Informationen allgemein zum konventionellen Anbau



Direkte Gegenüberstellung oder keine wesentlichen Unterschiede in den Anbaumethoden



Mit Illustrationen von
Anja Banzhaf und Lisa Jentsch

Quellen: hier finden Sie die verwendete Literatur, die sich auch für weitere Recherchen anbietet.

02 | Baumschulen



In Deutschland gibt es rund 175 Baumschulen (nicht Bio-zertifiziert), in denen Apfelsetzlinge verkauft werden. Der Preis für **Apfelsetzlinge** des erwerbsmäßigen Tafelobstanbaus liegt schätzungsweise **zwischen 5 und 10 €** je nach Menge und Baumschule (Stichprobe, 2023; NABU, 2023a). In konventionellen Baumschulen dürfen die Setzlinge mit **chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln** behandelt werden (BVL, 2023a).

Die Setzlinge werden für zwei bis drei Jahre aufgezogen und veredelt (Verbesserung der Wuchshöhe und -stärke einer Sorte) (BZL, 2023g). Für Plantagen werden sie heute meist zu **kleinkronigen Spindeln** aufgezogen (BZL, 2023b). Nach etwa **zwei Jahren nach der Pflanzung** des in der Baumschule aufgezogenen Setzlings tragen sie die ersten Äpfel (Rolker, 2021).

Auf Streuobstwiesen werden meist hochstämmige Apfelbäume gesetzt (NABU, 2023a).



03 | Bio-zertifizierte Baumschulen



In Deutschland gibt es rund 25 Bio-zertifizierte Baumschulen, in denen Apfelsetzlinge verkauft werden. Der Preis für **Öko-Apfelsetzlinge** des erwerbsmäßigen Tafelobstanbau liegt schätzungsweise zwischen **7 und 14 €** je nach Menge und Baumschule (Stichprobe, 2023; NABU, 2023a). Bio-Obstbetriebe sind nach der **EU-Öko-Verordnung** verpflichtet, **wenn verfügbar**, Setzlinge aus ökologischer Vermehrung zu pflanzen. In Bio-zertifizierten Baumschulen dürfen die Setzlinge **nicht mit chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln** behandelt werden (BLE, 2022b). Bio-Obstbaubetriebe kaufen in der Regel ein Jahr alte Apfelbäume (Rolker, 2021).

Die Setzlinge werden für zwei bis drei Jahre aufgezogen und veredelt (Verbesserung der Wuchshöhe und -stärke einer Sorte) (BZL, 2023g). Für Plantagen werden sie heute meist zu **kleinkronigen Spindeln** aufgezogen (BZL, 2023b). Nach etwa **zwei Jahren nach der Pflanzung** des in der Baumschule aufgezogenen Setzlings tragen sie die ersten Äpfel (Rolker, 2021).

Auf Streuobstwiesen werden meist hochstämmige Apfelbäume gesetzt (NABU, 2023a).



04 | Apfelbaubetrieb



In Deutschland wird auf einer Fläche von 39.101 ha Baumobst auf 5.476 Betrieben konventionell angebaut. Auf **26.155 ha** werden **Äpfel konventionell** angebaut. Das entspricht rund 64 % der gesamten Baumobstanbaufläche. Die Zahl der **Apfelanbaubetriebe** insgesamt beträgt **4.160** und die durchschnittliche Apfelanbaufläche **pro Betrieb 6,6 ha** (Statistisches Bundesamt, 2022f).

Die Größe eines Betriebes mit Apfelanbau schwankt erheblich **je nach Standort und Vermarktungsform**. Die Bäume wachsen im Abstand von 7 m x 5 m bis 1 m x 1,3 m zueinander, das entspricht **800 bis 3.200 Bäumen** je Hektar. Der Abstand zwischen den Bäumen ist abhängig von der Apfelsorte. Auf einem Betrieb werden unterschiedliche Apfelsorten angebaut, um die unterschiedlichen Reifezeiten auszunutzen und den Markt zu bedienen. (BZL, 2023b, 2023g; Hartmann, 2012).

Außerdem werden in Deutschland insgesamt 300.000 ha Streuobst (nicht nur Äpfel, auch anderes Obst) angebaut (NABU, 2018).



05 | Bio-Apfelbaubetrieb



In Deutschland wird auf einer Fläche von 10.102 ha Baumobst auf 1.024 Betrieben ökologisch angebaut. Auf 7.951 ha werden Äpfel ökologisch angebaut. Das entspricht rund 79 % der gesamten ökologischen Baumobstanbaufläche und einem Bio-Flächenanteil von 24 % der gesamten Apfelanbaufläche. Die Zahl der **Bio-Apfelanbaubetriebe** beträgt **848** (Statistisches Bundesamt 2022f).

Die **Größe eines Betriebes** mit Apfelanbau schwankt erheblich **je nach Standort und Vermarktungsform**. Die Bäume wachsen im Abstand von 7 m x 5 m bis 1 m x 1,3 m zueinander, das entspricht **800 bis 3.200 Bäumen** je Hektar. Der Abstand zwischen den Bäumen ist abhängig von der Apfelsorte. Auf einem Betrieb werden unterschiedliche Apfelsorten angebaut, um die unterschiedlichen Reifezeiten auszunutzen und den Markt zu bedienen. (BZL, 2023b, 2023g; Hartmann, 2012). Einige Bio-Betriebe haben neben dem Obstbau **weitere Betriebszweige**, wie eine Eierzeugung, bei der die Legehennen zwischen den Bäumen leben (Rolker, 2021).

Außerdem werden in Deutschland insgesamt 300.000 ha Streuobst (nicht nur Äpfel, auch anderes Obst) angebaut (NABU, 2018), davon sind 48.000 ha bio-zertifiziert (BÖLW, 2023).



06 | Apfelsorten in Südtirol im größten Apfelanbaugebiet Europas



Südtirol (Italien) beheimatet das größte Apfelanbaugebiet Europas mit rund 18.400 ha. Dies entspricht einer Fläche von 25.770 Fußballfeldern (Südtiroler Apfel g.g.A., o.D.; Mitterhofer, 2017).

Die Sorte **Golden Delicious** ist in Südtirol der am häufigsten angebaute Apfel. Weitere häufig angebaute Sorten sind Fuji, Granny Smith, Morgenduft, Jonagold, Winesap, Idared und Elstar (Erschbarmer & Walther, 2021).



07 Bio-Apfelsorten in Südtirol im größten Apfelanbaugebiet Europas

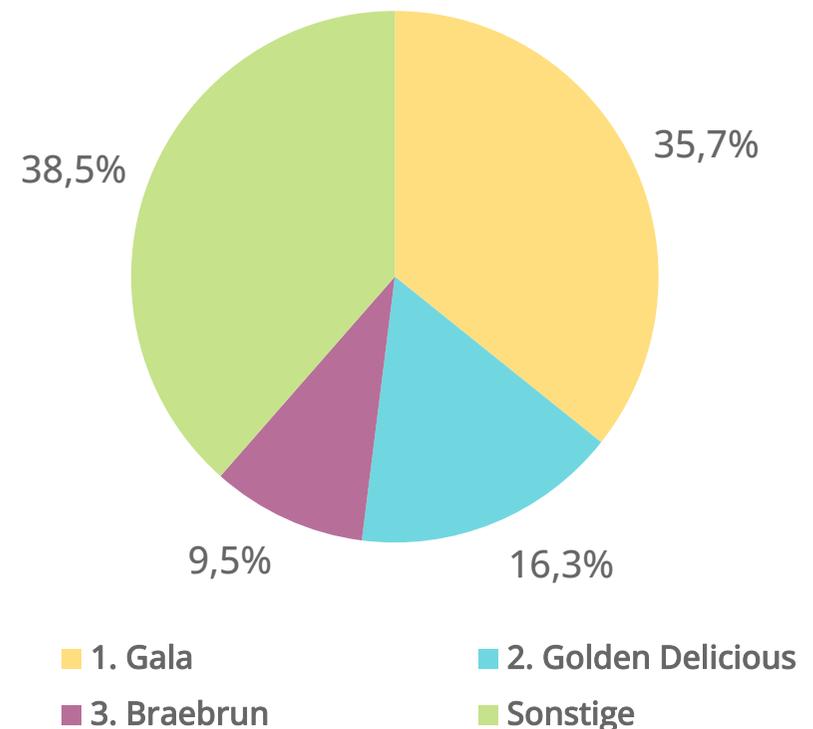


Südtirol (Italien) beheimatet das größte Apfelanbaugebiet Europas mit rund 18.400 ha. Dem biologischen Anbau nach EU-Richtlinien unterliegen davon 10 %.

Die Sorte **Gala** ist der am häufigsten angebaute Bio-Apfel in Südtirol. Im Jahr 2020 bis 2021 stieg die Erntemenge der Sorte Gala um 26.050 t. Die Erntemenge der Sorte **Golden Delicious** stieg um 11.931 t (Stand 2021), während die Erntemenge der Sorte Braeburn um 6.956 t stieg (Stand 2021).

Weitere in den vergangenen Jahren verstärkt gepflanzte Äpfel sind die **schorfresistenten Sorten Natyra und Bonita**, die auch in kommenden Jahren zulegen werden.

Häufigste Bio-Apfelsorten in Südtirol



Bildquelle: eigene Darstellung

08 | Apfelernte in Deutschland



Im Jahr 2022 wurden 913.000 t Äpfel auf konventionellen Apfelplantagen geerntet, zusammen mit Bio ca. 1,1 Mio. t Äpfel. Von der Gesamtmenge wurden 72 % als Tafeläpfel und 27 % als Verwertungs- oder Industrieobst etwa zur Produktion von Fruchtsaft verkauft (Statistisches Bundesamt 2023c). Die Erntemenge in Tonnen berücksichtigt im Gegensatz zu den Erträgen in t/ha bereits die Ernteverluste.

Die Streuobsternte (Großteil davon Äpfel) für das Jahr 2022 betrug insgesamt 500.000 t. Für 2023 wird eine schwache Ernte von 300.000 t geschätzt. Eine starke Ernte gab es 2020 mit 900.000 t (VdF, 2023).



09 | Bio-Apfelernte in Deutschland



Im Jahr 2022 wurden 186.880 t Äpfel auf Bio-Apfelplantagen geerntet (Statistisches Bundesamt, 2023c). Davon wurden 56 % als Tafeläpfel und 44 % Wirtschaftsäpfel angebaut (BZL, 2023b). Die Erntemenge in Tonnen berücksichtigt im Gegensatz zu den Erträgen in t/ha bereits die Ernteverluste.

Die Streuobsternte (Großteil davon Äpfel) für das Jahr 2022 betrug insgesamt 500.000 t (VdF, 2023). Davon waren schätzungsweise 36.500 t Bio-zertifiziert (7,3 % der von 300.000 ha Streuobstwiesen sind Bio-zertifiziert) (AMI, 2018b).



10 | Vom Pflanzen bis zur ersten Ernte



Im heutigen Erwerbsanbau werden meist nur niederstämmige, kleinkronige Spindelbäume genutzt. Sie werden in zwei bis drei Jahren aufgezogen und veredelt (Verbesserung der Wuchshöhe und -stärke einer Sorte). Sie erreichen eine Höhe von maximal 3-4 m. Verglichen mit den 70er Jahren werden heute auf derselben Fläche 10- bis 20-mal so viele Bäume angebaut (BZL, 2023b, 2023g).

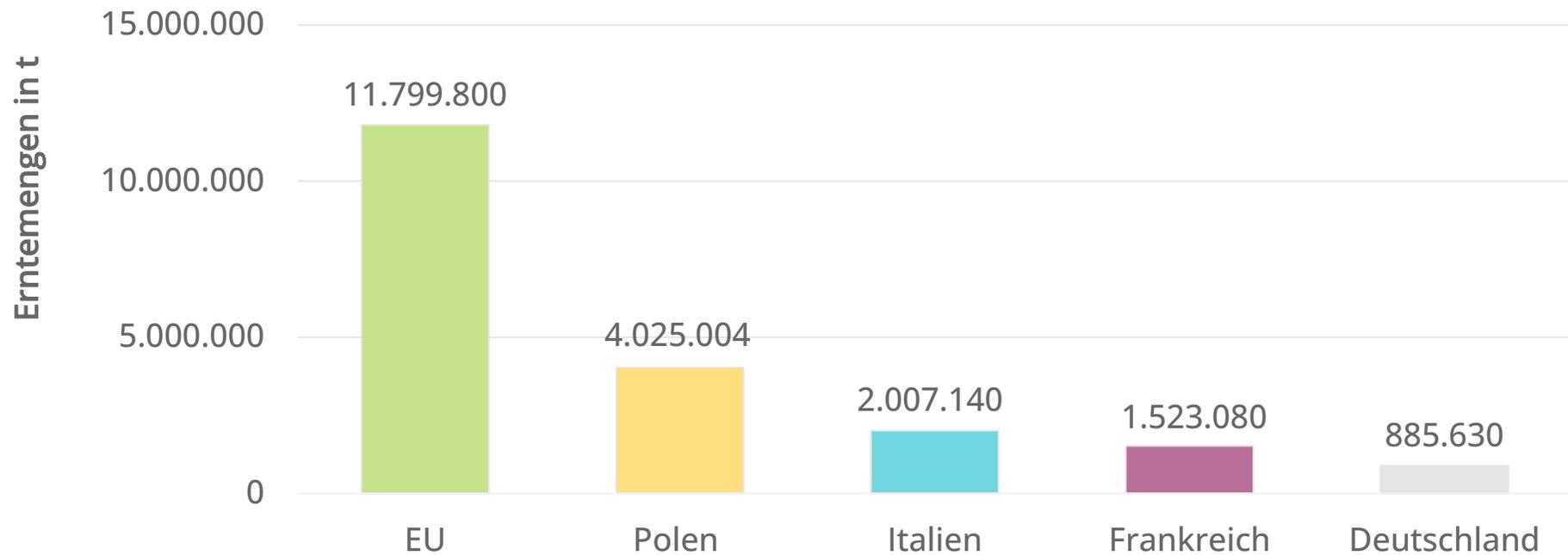
Niederstämmige Apfelbäume sind ab dem zweiten Jahr das erste Mal tragend. Zwischen **drei bis fünf Jahren** kann es dauern bis Bäume genügend Ertrag bringen, um sich **wirtschaftlich** zu rentieren. In den ersten vier Jahren entstehen zunächst mehr Kosten, als durch den Erlös beglichen werden. Den **Vollertrag** (max. Ertrag) erzielen sie, wenn sie **zwischen 8 und 15 Jahre** alt sind. Theoretisch können sie bis zu einem Alter von 50 Jahren Früchte tragen (Rolker, 2021).



11 | Konventionelle Apfel-Erntemengen und die größten Erzeugerländer in der EU



Konventionelle Apfel-Erntemengen in der EU 2021*

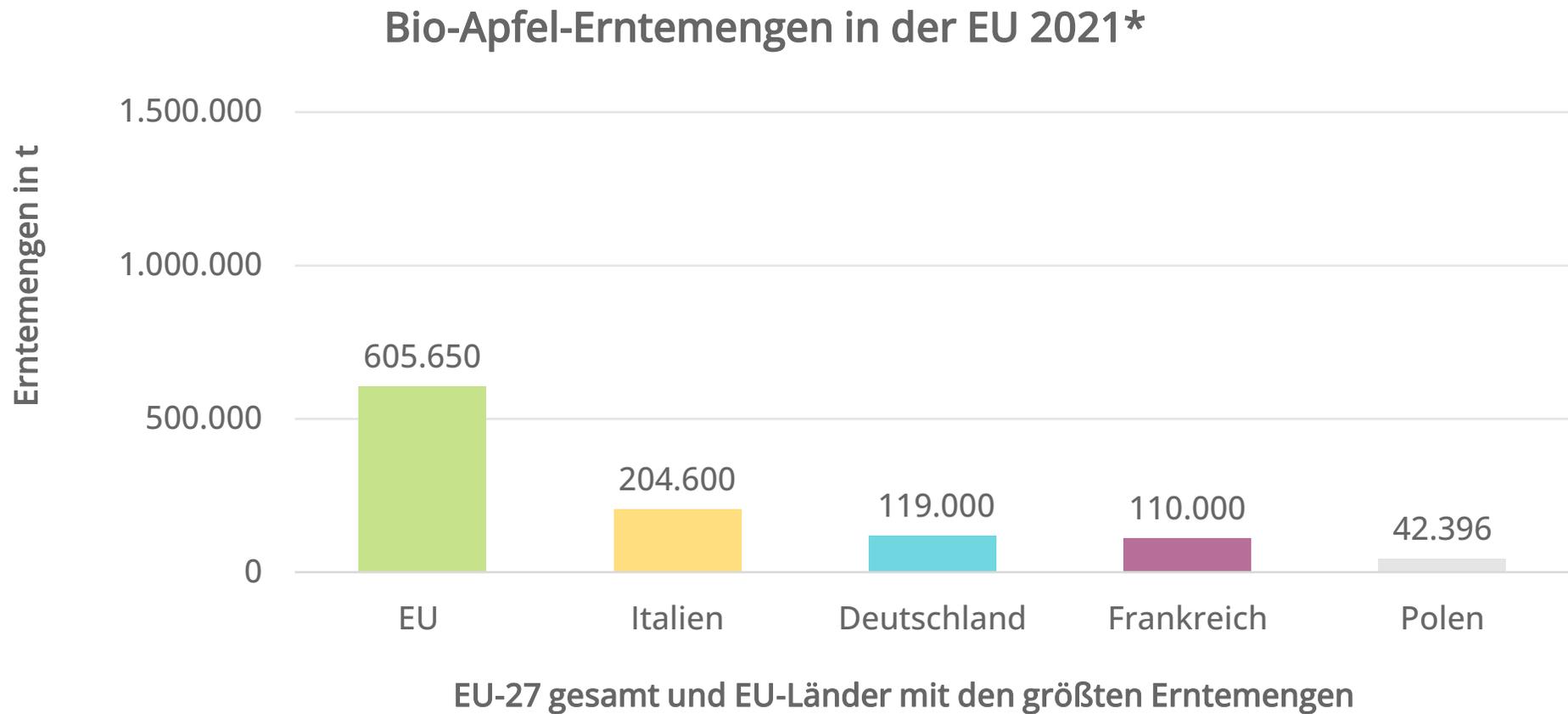


EU-27 gesamt und EU-Länder mit den größten Erntemengen

*von WAPA geschätzte Bio-Apfelerntemenge von der Gesamt-Erntemenge (Eurostat) abgezogen

Quellen: Eigene Darstellung nach World apple and pear association (WAPA) nach Erschbamer & Waldner (2021) und Eurostat (2023)

12 | Bio-Apfel-Erntemengen und die größten Bio-Apfel-Erzeugerländer in der EU



*Schätzung der WAPA

Quellen: Eigene Darstellung nach World apple and pear association (WAPA) nach Erschbamer & Waldner (2021)

13 | Apfelsorten in Deutschland



Der Apfel ist das beliebteste Obst unter den Deutschen. Der **Pro-Kopf-Konsum** liegt bei um die **20 kg** pro Jahr (konv. und bio) (BMEL 2023b). Beliebte und die **meistangebauten Apfelsorten** (konv. und bio) in Deutschland sind **Elstar** mit 24,1 %, gefolgt von den Sorten Gala 9,6 %, Braeburn 9,3 %, Jonagold 5,8 % und Jonagored 4,2 % (BZL, 2023b). Betriebe mit eigener Direktvermarktung bieten oft eine größere Sortenvielfalt an, als Betriebe, die primär die Nachfrage des Großhandels nach den gängigen Marktsorten bedienen (BLE, 2015).

Weltweit gibt es schätzungsweise 20.000 Apfelsorten. In Deutschland waren Mitte des letzten Jahrhunderts etwa **2.000 Apfelsorten** bekannt. Diese Zahl hat im Zuge des Erwerbsanbaus und aufgrund der Lebensmittelknappheit nach dem 2. Weltkrieg **abgenommen**. Mengenmäßig von Bedeutung sind heute nur noch 20 wirtschaftlich leistungsstarke Sorten und etwa 70 werden insgesamt im Obstanabau noch kultiviert (BZL, 2023b).



14 | Bio-Apfelsorten in Deutschland



Der Apfel ist das beliebteste Obst unter den Deutschen. Der **Pro-Kopf-Konsum** liegt bei um die **20 kg** pro Jahr (konv. und bio) (BMEL 2023b). Beliebte und die **meistangebauten Bio-Apfelsorten** sind **Elstar** und **Jonagold** (BLE, 2015). In den letzten Jahren werden **Braeburn** und **Gala** stark nachgefragt. Aufgrund ihrer **hohen Anfälligkeit** gegenüber verschiedenen Schaderregern (Schorf, Feuerbrand, Spinnmilben) sind sie für den Öko-Anbau jedoch wenig geeignet. Zunehmend bedeutsam werden **schorffresistente Sorten** wie **Topaz** und **Santana**. Auch einige **ältere Apfelsorten** werden erfolgreich in Öko-Obstbaubetrieben angebaut wie Ingrid Marie und Holsteiner Cox (BLE, 2015). Betriebe mit eigener Direktvermarktung bieten oft eine größere Sortenvielfalt an, als Betriebe, die primär die Nachfrage des Großhandels nach den gängigen Marktsorten bedienen (BLE, 2015).

Weltweit gibt es schätzungsweise 20.000 Apfelsorten. In Deutschland waren Mitte des letzten Jahrhunderts etwa **2.000 Apfelsorten** bekannt. Diese Zahl hat im Zuge des Erwerbsanbaus und aufgrund der Lebensmittelknappheit nach dem 2. Weltkrieg **abgenommen**. Mengenmäßig von Bedeutung sind heute nur noch 20 wirtschaftlich leistungsstarke Sorten und etwa 70 werden insgesamt im Obstanbau noch kultiviert (BZL, 2023b).



15 | Alte Apfelsorten in Deutschland



Alte Sorten haben fast keine Bedeutung im (gewinnorientierten) Erwerbsanbau. Ihre Erträge sind niedriger, sie sind anfälliger für Ernteschwankungen und es mangelt an Nachfrage und Vermarktung (Bannier, 2010; BZL, 2023b). Als Tafeläpfel sind am häufigsten noch Boskoop, Berlepsch, Cox Orange, Goldparmäne, Holsteiner Cox, Idared und RubINETTE erhältlich, meist direkt vermarktet in Hofläden und auf Wochenmärkten (BLE, 2015; Brandt, 2019; Statistisches Bundesamt, 2023c). Für Säfte oder Mus wird z.B. der Seestermüher Zitronenapfel angebaut (Brandt, 2019).

Im Streuobstanbau werden auf rund 300.00 ha noch viele alte Sorten genutzt und erhalten, vorwiegend zur Verarbeitung zu Apfelsaft und Most (AMI, 2018b). Streuobstbestände sind stark gefährdet u.a. durch Siedlungs- und Bewirtschaftungsdruck (NABU, 2023b).



16 | Alte Apfelsorten in Deutschland



Alte Sorten haben fast keine Bedeutung im (gewinnorientierten) Erwerbsanbau. Ihre Erträge sind niedriger, sie sind anfälliger für Ernteschwankungen und es mangelt an Nachfrage und Vermarktung (Bannier, 2010; BZL, 2023b). Als Tafeläpfel sind am häufigsten noch Boskoop, Berlepsch, Cox Orange, Glockenapfel, Goldparmäne, Holsteiner Cox, Idared, Ingrid Marie und Rubinette erhältlich, meist direkt vermarktet in Hofläden und auf Wochenmärkten (BLE, 2015; Brandt, 2019; Statistisches Bundesamt, 2023c). Für Säfte oder Mus wird z.B. der Seestermüher Zitronenapfel angebaut (Brandt, 2019).

Im Streuobstanbau werden auf rund 300.00 ha noch viele alte Sorten genutzt und erhalten, vorwiegend zur Verarbeitung zu Apfelsaft und Most (AMI, 2018b). Um die 7,3 % der ca. 300.000 ha Streuobstflächen sind Bio-zertifiziert (AMI 2018b), wobei beim Streuobstanbau in der Regel die Anwendung chem.-synth. Pestizide und Dünger ausgeschlossen wird (NABU, 2023b). Streuobstbestände sind stark gefährdet u.a. durch Siedlungs- und Bewirtschaftungsdruck (NABU, 2023b).



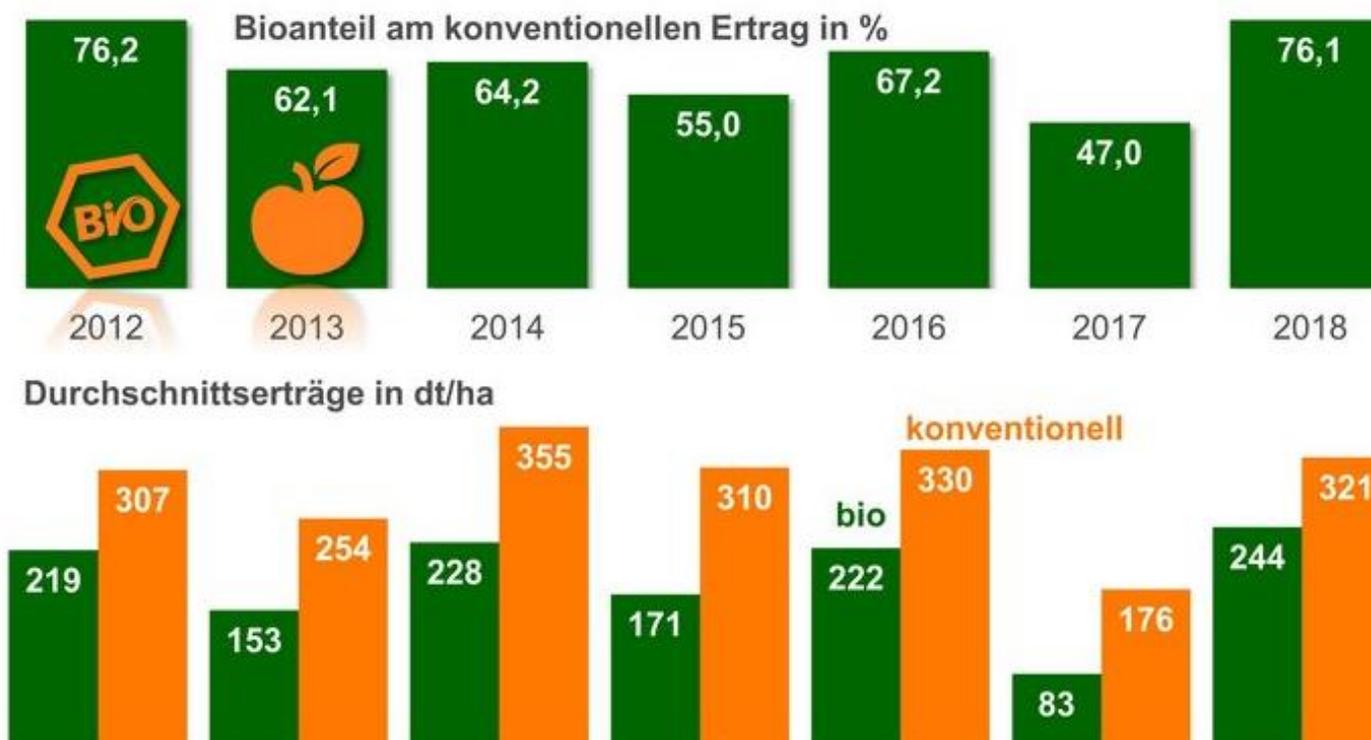
17 | Ernte-Erträge pro Hektar von Äpfeln in Deutschland



Ertragsunterschied bei Äpfeln



Durchschnittserträge von Bioäpfeln und konventionellen Äpfeln in Deutschland, in dt/ha, Unterschied in %



Bildquelle: AMI nach Europäischen Bioobst-Forum und Statistischen Bundesamt (2018a)

18 | Hauptanbaugebiete von Äpfeln in Deutschland



Hauptanbaugebiete von Äpfeln sind die Bodenseeregion (Baden-Württemberg), das Alte Land bei Hamburg (Niedersachsen), Borthen (Sachsen), das Rheinland (Nordrhein-Westfalen) und Werder (Brandenburg) (BZL, 2023b).

2022 wurden laut Statistischem Bundesamt auf folgenden Flächen Äpfel (bio und konv.) angebaut: In **Baden-Württemberg** auf 11.610 ha, davon am **Bodensee** auf 6.500 ha Tafeläpfel (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2023) und in **Niedersachsen** auf 8.353 ha, davon im **Alten Land** 8.029 ha (Statistisches Landesamt Niedersachsen, 2022). In **Sachsen** umfasste die Apfel-Anbaufläche 2.277 ha, in **Nordrhein-Westfalen** 1.991 ha und in **Brandenburg** 818 ha.

Auf **76% der gesamten Apfelanbaufläche** wurden konventionelle Äpfel angebaut (BZL, 2023b).



Bildquelle: Eigene Darstellung

Quellen: Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) (2023b), Statistisches Bundesamt (2022f), Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2023), Statistisches Landesamt Niedersachsen (2022),

19 | Hauptanbaugebiete von Bio-Äpfeln in Deutschland



Hauptanbaugebiete von Äpfeln sind die Bodenseeregion (Baden-Württemberg), das Alte Land bei Hamburg (Niedersachsen), Borthen (Sachsen), das Rheinland (Nordrhein-Westfalen) und Werder (Brandenburg) (BZL, 2023b). Der Bio-Anteil variiert.

2022 wurden laut Statistischem Bundesamt auf folgenden Flächen Bio-Äpfel angebaut: In **Baden-Württemberg** 2.809 ha und in **Niedersachsen** 1.549 ha. In **Sachsen** umfasste die Bio-Apfelanbaufläche 520 ha, in **Nordrhein-Westfalen** 309 ha und in **Brandenburg** 275 ha. Große Anbauflächen von Bio-Äpfeln sind in **Mecklenburg-Vorpommern** mit 1.067 ha (von insgesamt 1.546 ha) (Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2022), sowie in **Bayern** mit 341 ha (von insgesamt 1.326 ha), und in **Rheinland-Pfalz** mit 339 ha (von insgesamt 1.255 ha).

Auf **24 %** der gesamten Apfelanbaufläche wurden Bio-Äpfel angebaut (BZL, 2023b).



Bildquelle: Eigene Darstellung

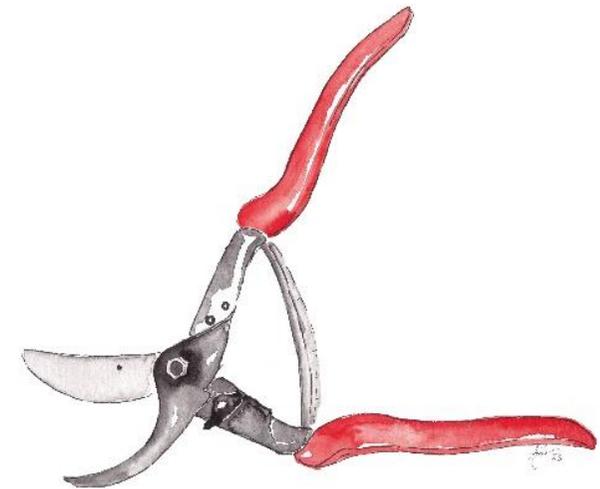
20 | Ausbildung und Arbeitskräfte auf den Apfelbetrieben



In vielen Fällen werden Apfelbaubetriebe von einer Generation an die nächste übergeben. In der Regel werden die Betriebe von **einer Person geleitet**, die **ausgebildete*r Landwirt*in** ist (Rolker, 2021).

Gärtner*innen werden drei Jahre lang ausgebildet. An Fachschulen kommt ein weiteres Praxisjahr hinzu, um **Obstlandwirt*in** oder **Obstgärtner*in** zu werden (Bundesagentur für Arbeit, 2020). In Deutschland beziehen sich die **meisten Ausbildungsstellen auf die konventionelle Landwirtschaft** bzw. den konventionellen Gartenbau. Dabei ist die Ausbildung mit Fachrichtung Obstbau nicht grundsätzlich unterschiedlich zwischen biologischen und konventionellen Betrieben.

Die arbeitsintensiven Ernteaufgaben werden auf Obstbaubetrieben meist von **Saison-Arbeitskräften**, die für wenige Wochen da sind, übernommen. Die Erntehelfer*innen kommen zum großen Teil aus Osteuropa (BZL, 2023e). Seit 2014 regelt die Gesetzgebung, dass die Arbeitskräfte den in Deutschland geltenden **Mindestlohn von 12,41 Euro brutto pro Stunde** erhalten müssen (Bundesagentur für Arbeit, 2020).

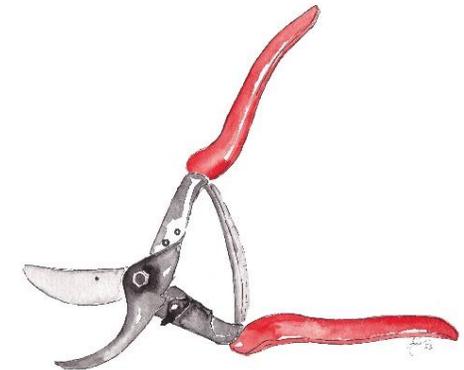


21 | Ausbildung und Arbeitskräfte auf den Bio-Apfelbetrieben



In vielen Fällen werden Apfelbaubetriebe von einer Generation an die nächste übergeben. In der Regel werden die Betriebe von **einer Person geleitet**, die **ausgebildete*r Landwirt*in** ist.

Gärtner*innen werden drei Jahre lang ausgebildet. An Fachschulen kommt ein weiteres Praxisjahr hinzu, um **Obstlandwirt*in** oder **Obstgärtner*in** zu werden (Bundesagentur für Arbeit, 2020). Die Ausbildung mit der Fachrichtung Obstbau ist nicht grundsätzlich unterschiedlich zwischen biologischen und konventionellen Betrieben. Allerdings machen die meisten Bio-Landwirt*innen/Gärtner*innen ihre Ausbildung auf einem Bio-Betrieb/Gärtnerei (Rolker, 2021). Vereinzelt gibt es Landbauschulen, wie die Justus-von-Liebig-Schule (o.D.) in Hannover, die eine **Ausbildung zum/zur Ökolandwirt*in** im dritten Praxisjahr anbieten.



Die arbeitsintensiven Ernteaufgaben werden auf Obstbaubetrieben meist von **Saison-Arbeitskräften**, die für wenige Wochen da sind, übernommen. Die Erntehelfer*innen kommen zum großen Teil aus Osteuropa (BZL, 2023e). Seit 2014 regelt die Gesetzgebung, dass die Arbeitskräfte den in Deutschland geltenden **Mindest-lohn von 12,41 Euro brutto pro Stunde** erhalten müssen (Stand Januar 2024) (Bundesagentur für Arbeit, 2020).

22 | Streuobstwiese vs. Apfelplantage



Streuobstwiese

Verteilte, hochstämmige Obstbäume, unters. Obstarten und -sorten, gemischte Altersstruktur (NABU, 2022), 60 bis 120 große Bäume pro Hektar

Meist kein Einsatz von chem.-synth. Pestiziden (NABU, 2023b)

Eines der artenreichsten Lebensräume in Deutschland: über 5.000 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten; Schatten und Schutzmöglichkeiten (NABU 2022)

Extensiv bewirtschaftet, Vermarktung schwierig (NABU, 2022)



Bildquelle: Hortus Permaculturis (2017)

Apfelplantage

niederstämmige Spalier-Apfelbäume in Reihen (BZL, 2023g), wenige hochgezüchtete Tafelsorten, ca. 2.000 Bäume pro Hektar

Einsatz von chem.-synth. Pestiziden und Düngern (Baumert et al., 2023)

Kein artenreicher Lebensraum, kaum Schatten und Schutzmöglichkeiten für Tiere (NABU 2022)

Intensiv bewirtschaftet, gut vermarktet (NABU, 2022)



Bildquelle: istockphoto.com (o. D.)

Quellen: Baumert et al. (2023), Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) (2023g), NABU (2022, 2023b)

23 | Streuobstwiese vs. Bio-Apfelplantage



Streuobstwiese

Verteilte, hochstämmige Obstbäume, unters. Obstarten und -sorten, gemischte Altersstruktur (NABU, 2022), 60 bis 120 große Bäume pro Hektar

Meist kein Einsatz von chem.-synth. Pestiziden (NABU, 2023b)

Eines der artenreichsten Lebensräume in Deutschland: über 5.000 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten; Schatten und Schutzmöglichkeiten (NABU 2022)

Extensiv bewirtschaftet, Vermarktung schwierig (NABU, 2022)



Bildquelle: Hortus Permaculturis (2017)

Bio-Apfelplantage

niederstämmige Spalier-Apfelbäume in Reihen (BZL, 2023g), wenige hochgezüchtete Tafelsorten, ca. 2.000 Bäume pro Hektar

Einsatz von Kupfer, Schwefel (BVL 2023b)

Kein artenreicher Lebensraum, kaum Schatten und Schutzmöglichkeiten für Tiere (NABU 2022)

Intensiv bewirtschaftet, gut vermarktet (NABU, 2022)



Bildquelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (o. D.)

Quellen: Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) (2023g), Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2023b), NABU (2022, 2023b)

24 | Apfelplantagen als Flächen für Naturschutz



Apfelplantagen können als **Einzelkulturen (Monokulturen)** angelegt sein, also mit nur einer Pflanzenart, hier der Apfel. Damit wird die Pflanzen- und Artenvielfalt begrenzt, was die Schädlingsgefahr und Krankheitsanfälligkeit der Bäume erhöht. Darauf kann wiederum ein höherer Pflanzenschutz(mittel)einsatz folgen. Apfelbäume können auch in **Mischkulturen** angebaut werden. Verschiedene Pflanzenarten werden nah beieinander gepflanzt, was die Pflanzen- und Artenvielfalt begünstigt (Demestihás et al., 2017; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 2016).

Randstreifen mit **Blühstreifen und Nistkästen** fördern die Arterhaltung von Nützlingen im Apfelanbau. Für eine höhere Habitatqualität, z.B. auch für größere Tiere wie Vögel, Fledermäuse und Wiesel, bedarf es jedoch eine diverse Landschaft mit hochstämmigen Bäumen unterschiedlicher Sorten und eine geringere Baumdichte (BZL, 2023f; Häseli et al., 2016; Häseli, 2023). Eine naturnahe Bearbeitung der Plantagen wird z.B. durch **Mulchen** (Bedecken von Pflanzen mit Schnitten) ermöglicht, was die Zersetzung von Laub und Pilzsporen fördert. Bei unsachgemäßer Durchführung können jedoch, v. a. beim Mähen, Insekten getötet werden (Demestihás et al., 2017; Häseli, 2023).



25 | Bedeutung und Funktion von Insekten (Nützlingen) für den Pflanzen- bzw. Apfelanbau



78 % aller Blütenpflanzenarten der gemäßigten Breiten sind für ihre Bestäubung auf Insekten (Bienen, Hummeln etc.) angewiesen. Von den 109 wichtigsten Kulturpflanzen wie Apfel, Erdbeere, Mandel, Tomate und Melone sind 87 Arten (80 % der Arten) vollständig von tierischen Bestäubern abhängig (Pfiffner & Müller, 2016).

Die tierischen Bestäuber suchen Blütenpflanzen auf, um Nektar und Pollen zu sammeln. Durch ihre Berührung bestäuben sie das weibliche Blütenorgan mit den gesammelten Pollen. Ohne Bienen, Hummeln etc. keine Bestäubung keine Äpfel und andere Früchte sowie viele weitere Lebensmittel (Pfiffner & Müller, 2016). In einer Studie hat sich herausgestellt, dass die seltenen Wildbienen im Vergleich zu Honigbienen eine höhere Bestäubungsleistung aufbringen (Pardo & Borges, 2020). Weitere Nützlinge wie z. B. Marienkäfer und Wespen dienen der Schädlingsreduktion. Im Ökosystem sind Insekten wiederum Nahrung für Vögel, Frösche und andere insektenfressende Tiere (Pfiffner et al. 2005).

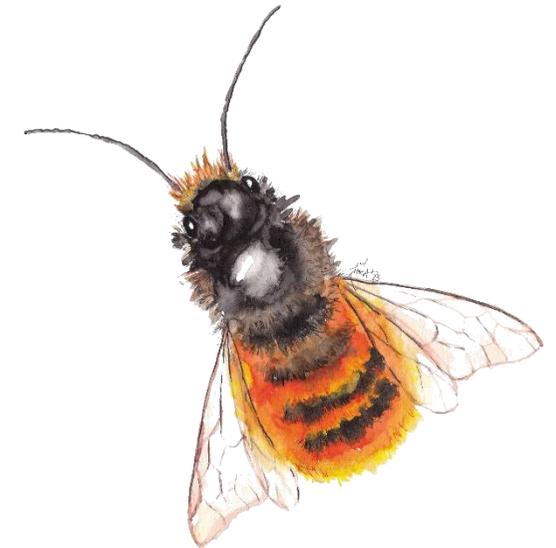


26 | Bedeutung und Funktion von Insekten (Nützlingen) für den Bio-Pflanzen- bzw. Apfelanbau



78 % aller Blütenpflanzenarten der gemäßigten Breiten sind für ihre Bestäubung auf Insekten (Bienen, Hummeln etc.) angewiesen. Von den 109 wichtigsten Kulturpflanzen wie Apfel, Erdbeere, Mandel, Tomate und Melone sind 87 Arten (80 % der Arten) vollständig von tierischen Bestäubern abhängig (Pfiffner & Müller, 2016).

Die tierischen Bestäuber suchen Blütenpflanzen auf, um Nektar und Pollen zu sammeln. Durch ihre Berührung bestäuben sie das weibliche Blütenorgan mit den gesammelten Pollen. Ohne Bienen, Hummeln etc. keine Bestäubung keine Äpfel und andere Früchte sowie viele weitere Lebensmittel (Pfiffner & Müller, 2016). In einer Studie hat sich herausgestellt, dass die **selteneren Wildbienen** im Vergleich zu Honigbienen eine **höhere Bestäubungsleistung** aufbringen (Pardo & Borges, 2020). Weitere Nützlinge wie z. B. Marienkäfer und Wespen dienen der **Schädlingsreduktion**. Im **Ökosystem** sind Insekten wiederum **Nahrung** für Vögel, Frösche und andere insektenfressende Tiere (Pfiffner et al. 2005).



Auf **ökologisch** bewirtschafteten Flächen leben etwa **30 % mehr Insektenarten** und **50 % mehr Individuen** als auf konventionellen Flächen (Tscharnke, 2021c).

27a | Umwelt- und Klimaschutz mit ökologischem Landbau: Merkmale und Wirkungen



Ökologisch und konventionell bewirtschaftete Betriebe unterscheiden sich im Systemvergleich deutlich in der **Struktur und Bewirtschaftungsintensität** (Hülsbergen et al., 2023). Öko-Betriebe kennzeichnen artenreiche Fruchtfolgen und flächengebundene Tierhaltung. Sie sind überwiegend Low-Input-Systeme: Es werden keine chem.-synth. Dünger und Pflanzenschutzmittel und (damit) deutlich weniger fossile Energie eingesetzt. Die Landnutzungsintensität ist gering bis mittel (weniger Arbeitsgänge, geringere Überrollhäufigkeit, extensivere Verfahren). **Daraus ergeben sich spezifische Wirkungen auf Umwelt- und Klima im Vergleich zum konventionellen Landbau*:**

Stickstoffkreislauf

Durch einen reduzierten Einsatz und Überschuss an Stickstoff je Hektar und Jahr sowie dem Verbot leicht löslicher mineralischer Stickstoffdünger gelangen geringere Stickstoffemissionen in ökologisch bewirtschafteten Betrieben (z.B. Ammoniak, Lachgas und Nitrat) in die Umwelt (Gewässer, Atmosphäre, Ökosysteme).

Fortsetzung auf Karte 27b



*eingeschränkt auf Apfel- bzw. Obstbaumanbau übertragbar (keine Fruchtfolge)

27b | Umwelt- und Klimaschutz mit ökologischem Landbau: Merkmale und Wirkungen



Fortsetzung Karte 27a. Folgende Wirkungen auf Umwelt- und Klima ergeben sich durch den ökologischen Landbau im Vergleich zum konventionellen (Hülsbergen et al., 2023):

Humusaufbau und Bodenkohlenstoffbindung

Vielfältige Fruchtfolgen mit Klee gras und organischen Düngern (z.B. Stallmist, Kompost) fördern die Humus- und Kohlenstoffanreicherung in Ackerböden. Humus ist für die Bindung von Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor im Boden (global) bedeutend. Ertragsfähigkeit, Bodengefüge (Durchlüftung, Wasserspeicherung, Durchwurzelung) und Bodenleben werden verbessert.

Klimaschutz und Verminderung der Treibhausgasemissionen

Unter Einbezug der vorherigen Merkmale stößt ein ökologisch bewirtschaftetes Feld nur halb so viele Treibhausgasemissionen aus wie ein konventionelles (Minderung um 1.750 kg CO₂ eq je Hektar und Jahr). Durch Grundfutter orientierte Fütterung in der Milchviehhaltung (Silage, Gräser, Klee, Kräuter etc.), Verzicht auf Soja und nachhaltige Grünlandnutzung besteht weiteres Reduktionspotential.

Förderung der Biodiversität*

Der Verzicht auf chem.-synth. Fungizide, Herbizide, Wachstumsregler sowie stattdessen humusmehrende Fruchtfolgen, schonendere Bodenbearbeitungsgänge wirken sich positiv auf die Arten- und Sortenvielfalt aus. Die Ökosysteme werden weniger gestört.

27c | Umwelt- und Klimaschutz mit ökologischem Landbau: Merkmale und Wirkungen



Zusammenfassung der Merkmale und Wirkungen auf Umwelt- und Klima des ökologischen Landbaus im Vergleich zum konventionellen in Zahlen (Hülsbergen et al., 2023):



Bildquelle: BMEL (2023a)

30 | Bedrohungen für Insekten im konventionellen Apfelanbau



Der Anbau konventioneller Apfelplantagen in **Monokulturen** und ein **hoher Pestizideinsatz** schaffen ungünstige Bedingungen für Insekten und führen zu **insektenarmen Umgebungen**. Einige Insektizide, wie die seit den 1990ern verbreiteten **Neonicotinoide**, können schon in geringsten Mengen zur **Orientierungslosigkeit** von Insekten führen, sodass z. B. Bienen nicht mehr zu ihrem Volk finden und verenden. Die Giftstoffe werden über Nektar und Pollen an blütenbesuchende Insekten weitergegeben (BZL, 2023j).

Da **Bienen blütenstetig** sind (erlernte Bevorzugung einer Pflanzenart), sind sie auch an einen bestimmten **Standort** gebunden. Dadurch ergibt sich eine gegenseitige **Abhängigkeit** zwischen den **Insekten** und ihrem **Lebensraum** (Landesanstalt für Bienenkunde, 2011).

In **Mitteleuropa** sind je nach Land und Region zwischen 25 % und 68 % aller **Wildbienenarten gefährdet**. Aus diesem Grund versuchen viele Landwirt*innen, die heimischen und bedrohten Arten von Wildbienen, Honigbienen und Hummeln sowie Wespen zu schützen, indem sie **Randstreifen** anlegen und blühende Pflanzen sähen (Zurbuchen & Müller, 2012). **Naturnahe Lebensräume** in der Umgebung von Apfelplantagen spielen eine entscheidende Rolle für die Erhaltung gesunder **Bestäubergemeinschaften**. Am besten für den **Artenschutz** sind **Streuobstwiesen** mit einer **Vielfalt an Habitaten** für verschiedene Tierarten (Gürlich, 2011).



31 | Bedrohungen für Insekten im Bio-Apfelanbau



Der Anbau auf Bio-Apfelplantagen in **Monokulturen** schaffen ungünstige Bedingungen für Insekten und führen zu **insektenarmen Umgebungen**. Da **Bienen blütenstetig** sind (erlernte Bevorzugung einer Pflanzenart), sind sie auch an einen bestimmten **Standort** gebunden. Dadurch ergibt sich eine gegenseitige **Abhängigkeit** zwischen den **Insekten** und ihrem **Lebensraum** (Landesanstalt für Bienenkunde, 2011).

In **Mitteleuropa** sind je nach Land und Region zwischen 25 % und 68 % aller **Wildbienenarten gefährdet**. Aus diesem Grund versuchen viele Landwirt*innen, die heimischen und bedrohten Arten von Wildbienen, Honigbienen und Hummeln sowie Wespen zu schützen, indem sie **Randstreifen** anlegen und blühende Pflanzen sähen (Zurbuchen & Müller, 2012). **Naturnahe Lebensräume** in der Umgebung von Apfelplantagen spielen eine entscheidende Rolle für die Erhaltung gesunder **Bestäubergemeinschaften**. Am besten für den **Artenschutz** sind **Streuobstwiesen** mit einer **Vielfalt an Habitaten** für verschiedene Tierarten (Gürlich, 2011).



32 | Gründe für die Bewässerung im Obstanbau



In Deutschland spielt die **Zusatzbewässerung** insbesondere auf **leichten Böden** (z. B. Sandböden) eine wichtige Rolle: Diese Böden können nur wenig Wasser speichern, sodass hohe Erträge nur bei ausreichender Bewässerung möglich sind (BZL, 2023a). Sie wird aber auch auf Böden mit höherer Wasserspeicherkapazität immer öfter eingesetzt, wenn z. B. aufgrund des Klimawandels die **Verteilung der Niederschläge ungünstiger** wird. Bei der Obstproduktion in der Nähe von Flüssen, z. B. an der Elbe, wird Oberflächenwasser eingesetzt, ansonsten wird auch Grundwasser genutzt (BZL, 2023a; Rolker, 2022).

Im biologischen Obstbau werden Beregnungsanlagen **während der Blütezeit** auch zur **Frostschutzberegnung** eingesetzt. Um die Blüte oder junge Frucht zu schützen, werden die Pflanzen mit Wasser besprüht. Das Gefrieren des Wassers gibt genügend Energie in Form von Wärme frei, damit die Pflanzentemperatur nicht unter 0 °C sinkt und verhindert so den Zelltod. Die Frostschutzberegnung schützt die Blütenknospen bis zu -10 Grad Celsius abhängig vom Entwicklungsstadium und Kultur (BZL, 2023a).

Grundsätzlich wird in Deutschland sowohl auf konventionellen als auch auf biologischen Höfen darauf geachtet, **möglichst wenig Wasser** zu verwenden. Gemäß der **europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)** soll der gute **Zustand der Gewässer geschützt** werden (Europäisches Parlament des Rates, 2000).



33 | Wassernutzung und -aufbereitung



Von dem im Jahr 2019 insgesamt 20 Mrd. m³ entnommenen Grund- und Oberflächenwasser in Deutschland nutzte die Landwirtschaft 2,2 % zur Beregnung (Energiewirtschaft 44 %, Bergbau und verarbeitendes Gewerbe 27 %, öffentliche Wasserversorgung 27 %) (UBA, 2022c). Die **Wasserentnahme der Landwirtschaft ist steigend**. Durch längere Hitzeperioden und veränderte Verteilung der Niederschläge infolge des **Klimawandels** muss immer mehr bewässert werden. In der Folge sinkt der Grundwasserspiegel (Schimming & Sand, 2021).

Der **Nitrateinsatz** in der gesamten Landwirtschaft verursacht in Deutschland hohe **Wasseraufbereitungskosten**. Synthetische Düngemittel und zu hoch dosierte, organische Düngemittel (z.B. mit Stickstoff) belasten das Grundwasser (UBA, 2017; BLE, 2015).



34 | Wird auf Apfelhöfen maschinell oder von Hand geerntet?



Tafeläpfel werden auch heute noch zu 100 % von Hand geerntet. Die Äpfel müssen sorgsam behandelt werden, sodass sie ohne Beschädigungen ins Lager kommen. Bedeutsam ist das Lösen der Äpfel von den Trieben durch Heben und Drehen und das vorsichtige Rollen der Äpfel von den Pflückgefäßen in die Transportbehälter (BZL, 2023b). Entsprechend weist die **Erntearbeit mit 52 %** den höchsten Arbeitszeitanteil in der Tafelapfelproduktion auf (gefolgt von der Fruchtausdünnung mit 20 %, Schnittarbeiten mit 11 %, Pflanzenschutz mit 4 %) (Bravin et al. 2016).

Für die industrielle Verarbeitung von **Wirtschaftsäpfeln** (hauptsächlich für die Saftproduktion) können **Rüttler mit Auffangschirmen** verwendet werden. Allerdings bleibt die Erntearbeit meist eine arbeitsintensive Handarbeit (BZL, 2023b).



35 | Inhaltliche Qualitätsunterschiede zwischen Bio- und konventionellem Apfel



Qualitätsunterschiede von Bio- zu konv. Apfel (Sorte Delicious, Weibel et al. 2001)	Gesundheitliche Vorteile
31,9 % höhere Phosphorgehalte im Fruchtfleisch	beteiligt an Bildung von Knochen, Zähnen und Zellmembranen, Fruchtfleisch bleibt länger knackig und frisch (DGE, 2021)
14,1 % höhere Fruchtfleischfestigkeit	höhere Haltbarkeit der Vitamine und sekundären Pflanzenstoffen (DGE, 2014)
8,5 % höherer Gehalt an Nahrungsfasern	Verdauungsfördernd, krankheitsvorbeugend u. a. von Bluthochdruck, Dickdarm-, Brustkrebs (DGE, 2021)
31 % höherer Gehalt an Phenolsäuren bei vers. Apfelsorten (Średnicka-Tober et al., 2020)	sekundärer Pflanzenstoff, antioxidativ, verringertes Risiko für bestimmte Krebserkrankungen (DGE, 2014)
66 % höherer Gehalt an Flavonolen bei vers. Apfelsorten (Średnicka-Tober et al., 2020)	sek. Pflanzenstoff, krankheitsvorbeugend u. a. von bestimmten Krebs- u. Herz-Kreislaufkr. (DGE, 2014)
15,4 % bessere Bewertung im Gesamturteil in Blindverkostung	Bessere Geschmacksbewertung, gesteigerter Genuss

36 | Für den Rohgenuss geeignete Apfelsorten



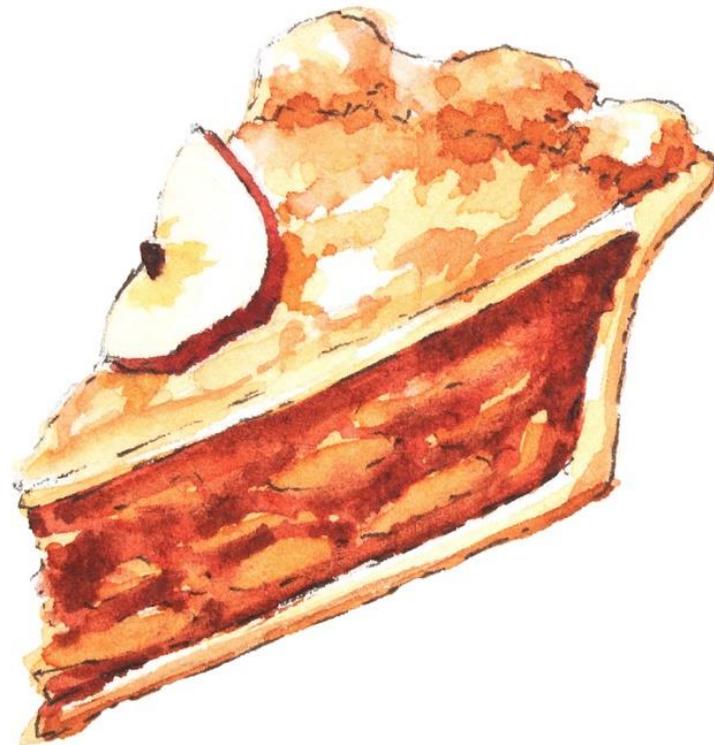
Besonders beliebte Sorten für den Rohgenuss sind **Elstar, Jonagold, Cox Orange, Braeburn**. Auch weitere Sorten wie Goldrenette, Freiherr von Berlepsch, Schöner aus Boskoop, Gravensteiner, Renette und die Goldparmäne, Holsteiner Cox, Echter Prinzenapfel, Ontario, Renette, Finkenwerder Herbstprinz, Ananas Renette sind beliebt (Brandt, 2019).



37 | Für Gebäck geeignete Apfelsorten



Bekannte Sorten zum **Backen** (Früchte zerfallen nicht so schnell beim Erhitzen) sind **Boskoop** und **Holsteiner Cox**. Weniger bekannt aber auch geeignet sind weitere Sorten wie: Altländer, Croncels, Dülmener Rosen, Geflammerter Kardinal, Finkenwerder Herbstprinz, Vierländer Winterpils, Gelber Edelapfel und Hauxapfel.



38 | Für Apfelmus geeignete Apfelsorten



Bekannte Sorten für Apfelmus (Früchte zerfallen beim Kochen) sind **Boskoop, Ontario und Berlepsch**. Weniger bekannt aber auch geeignet sind weitere Sorten wie: Berlepsch, Boikenapfel, Bohnapfel, Doppelprinz, Klaraapfel, Schafnase, Sulinger Grünling und Winterstettiner.



39 | Für Gelee- und Saftherstellung geeignete Apfelsorten



Sorten für Gelee mit hohem Pektingehalt (Geliermittel):

Eine bekannte Sorte ist die Graue Französische Renette, aber auch weitere, weniger bekannte Sorten sind geeignet: Bohnapfel, Purpurroter Cousinot und Kaiser Alexander.

Sorten zur Saftherstellung (ausgewogene Zucker-Säure Verhältnisse):

Bekannte Sorten sind Boskoop, Cox Orange, Holsteiner-Cox, aber auch weitere weniger bekannte Sorten sind geeignet: Altländer, Bohnapfel, Berlepsch, Finkenwerder Herbstprinz, Gelber Edelapfel, Martini, Rheinischer Winterrambur, Roter Eiserapfel und Winterstettiner.



40 | Warum sind insbesondere alte Apfelsorten förderlich für die Gesundheit?

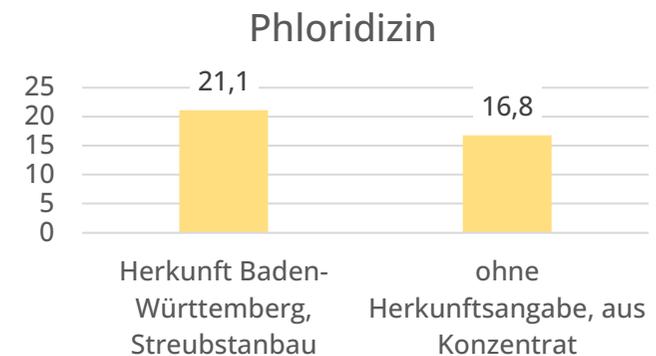
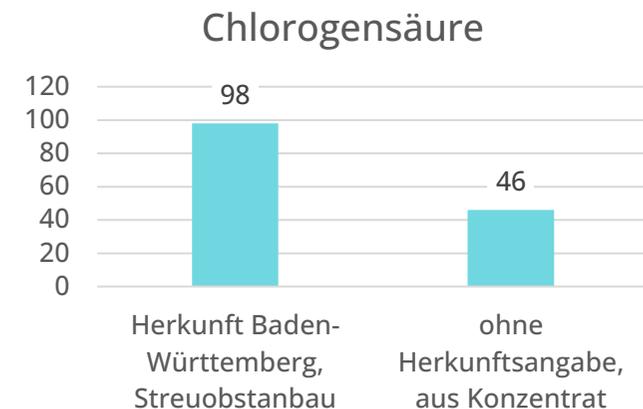


Äpfel enthalten gesundheitsförderliche Mineralstoffe (Eisen, Kalium, Natrium, Magnesium, Calcium), Spurenelemente (Jod, Kupfer, Zink), Vitamine (insbesondere Vitamin C), Ballaststoffe (Pektin) sowie Polyphenole (Chlorogensäure, Phloridizin) (Brandt, 2019; Buchter et al., 2020).

Polyphenole wirken antioxidativ, entzündungshemmend sowie krebshemmend und inaktivieren allergieauslösende Stoffe. Sie sind vor allem in alten Sorten vorhanden wie Alkmene, Ananas, Renette und Berlepsch. In vielen modernen Sorten wurden sie herausgezüchtet, da sie das Bräunen der Äpfel (Oxidation) fördern (Brandt, 2019; Buchter et al., 2020).

Entsprechend vertragen viele Allergiker*innen neuere Züchtungen wie Gala, Elstar oder Pink Lady nicht. Wenn, werden eher Rubinette, Santana und Wellant vertragen. Bei alten Sorten bleiben allergische Reaktionen meist aus. Die Apfelallergie hat in den letzten Jahrzehnten in Deutschland bedeutend zugenommen (Brandt, 2019; Buchter et al., 2020).

Durchschnittliche Polyphenolgehalte in mg/l Apfelsaft



Eigene Darstellung nach: CVUA (2006)

44 | Welchen Krankheiten beugen Äpfel vor?

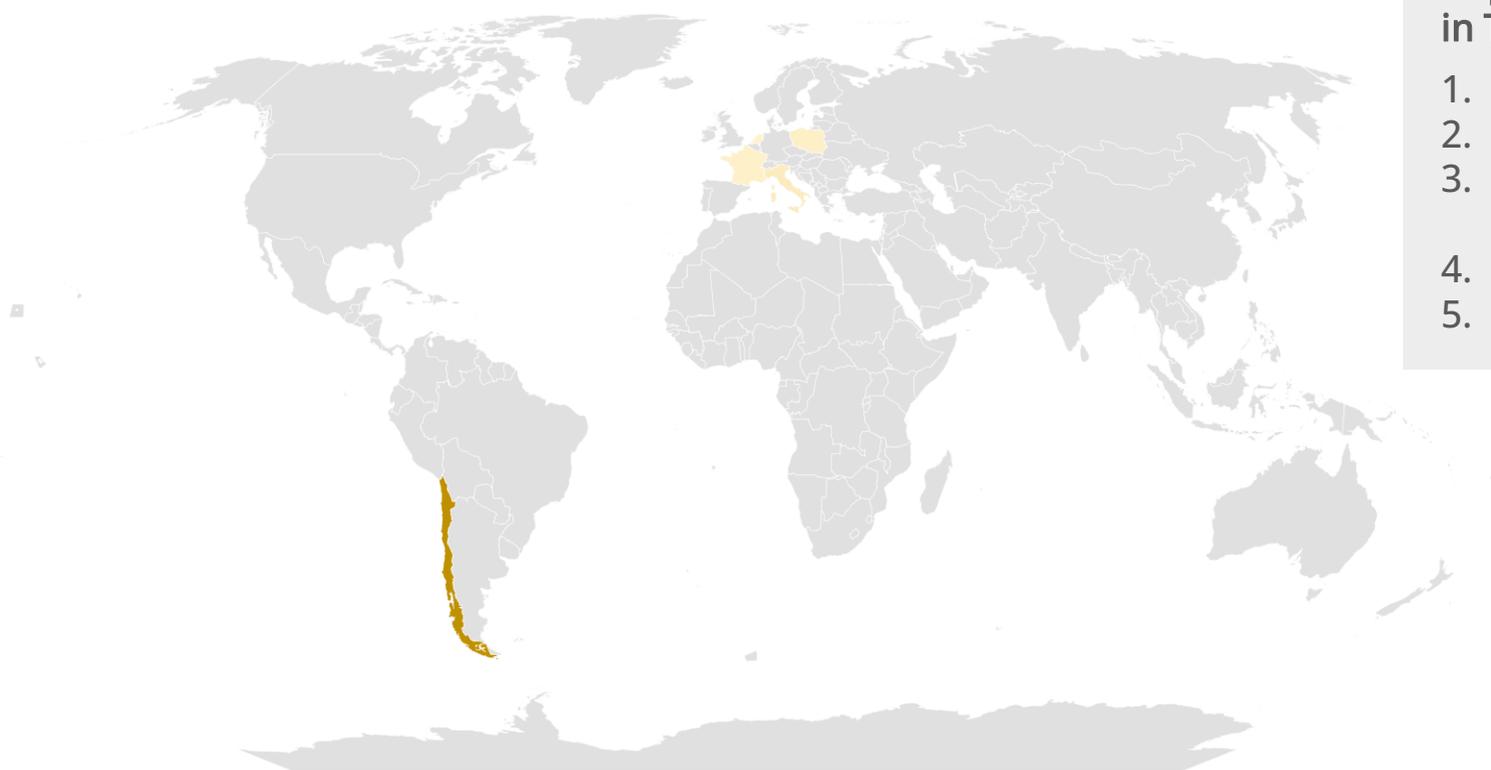


Erkrankung/Störung	Gesundheitsförderliche Inhaltsstoffe im Apfel
Darmentzündungen	Gerbstoffe wirken im Darm entzündungshemmend und antibakteriell.
Durchfall	Der Ballaststoff Pektin quillt im Darm auf und bindet Flüssigkeit.
Hohe Blutfettwerte	Der Ballaststoff Pektin senkt das „schlechte“ Cholesterin (LDL) und erhöht das „gute“ Cholesterin (HDL).
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	Das Phenylalanin aktiviert im Körper das Coenzym Q, welches das Herz stärkt.
Eisenmangel	Eisen wird in Kombination mit Vitamin C aufgenommen. Der Apfel enthält beides und füllt somit den Eisenspeicher auf.

45 | Wichtigste Lieferländer von Tafeläpfeln nach Importmengen in Deutschland



Entfernung in km 
396,6 12026,5



Importländer und -mengen in Tonnen (2021/ 2022):

1. 194.220 t aus Italien
2. 71.920 t aus Polen
3. 51.740 t aus den Niederlanden
4. 35.950 t aus Frankreich
5. 34.230 t aus Chile

Unterstützt von Bing
© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Geospatial Data Edit, Microsoft, Microsoft Crowdsourced Enrichments, Navinfo, Open Places, OpenStreetMap, TomTom, Wikipedia, Zenrin

46 | Wichtigste Lieferländer von Bio-Tafeläpfeln nach Importmengen in Deutschland



Entfernung in km
557,5 18356,07



Importländer und die Erntemengen in Tonnen (2021/2022):

1. 16.700 t aus Italien
2. 1.400 t aus Argentinien
3. 800 t aus Neuseeland
4. 800 t aus Frankreich
5. 800 t aus Österreich

Unterstützt von Bing
© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Geospatial Data Edit, Microsoft, Microsoft Crowdsourced Enrichments, Navinfo, Open Places, OpenStreetMap, TomTom, Wikipedia, Zenrin

47 | Umweltauswirkungen durch Transport und Lagerung



Die Apfelernte in Deutschland liegt zwischen Juli und Oktober. In der Zeit zwischen April und August werden Äpfel aus Übersee importiert, wenn zu wenig europäische Äpfel zur Verfügung stehen. Der lange Transport ist energie- und Treibhausgasintensiv. Die Lagerung über lange Zeiträume in Kühllagern hat ebenfalls einen erheblichen Energieaufwand und Treibhausgasemissionen zur Folge (BZL, 2023b).

Wie eine Studie ermittelte: Äpfel aus dem Supermarkt haben im Durchschnitt einen **CO₂-Fußabdruck** von 0,3 kg CO₂-Äquivalenten/kg Lebensmittel (kg CO₂e/kg LM). Im Vergleich zu Importen aus Neuseeland mit 0,8 kg CO₂e /kg LM erzeugen **regionale Äpfel auch nach 6-monatiger Lagerung nur halb so viel kg CO₂e/kg LM**: im Herbst bei 0,3 und im April bei 0,4 kg CO₂e/kg LM (Reinhardt et al. 2020).

Die geringste Umweltauswirkung bei Produktion, Lagerung und Transport (bei gleicher Menge) wird durch **regionale** (wenig Transportstrecke) und **saisonale** Erzeugnisse (kurze oder keine Lagerung) erreicht. Dabei nicht zu vernachlässigen: Selbst kurze Autofahrten zum Supermarkt können mehr CO₂-Emissionen verursachen als das dort gekaufte Kilo importierter Äpfel (BZL, 2023b).



48 | Umweltauswirkungen durch Transport und Lagerung



Die Apfelernte in Deutschland liegt zwischen Juli und Oktober. In der Zeit zwischen April und August werden Äpfel aus Übersee importiert, wenn zu wenig europäische Äpfel zur Verfügung stehen. Der lange Transport ist energie- und Treibhausgasintensiv. Die Lagerung über lange Zeiträume in Kühllagern hat ebenfalls einen erheblichen Energieaufwand und Treibhausgasemissionen zur Folge (BZL, 2023b).

Wie eine Studie ermittelte: Bio-Äpfel aus dem Supermarkt haben im Durchschnitt einen **CO₂-Fußabdruck** von 0,2 kg CO₂-Äquivalente/kg Lebensmittel (Reinhardt et al., 2020).

Die geringste Umweltauswirkung bei Produktion, Lagerung und Transport (bei gleicher Menge) wird durch **regionale** (wenig Transportstrecke) und **saisonale** Erzeugnisse (kurze oder keine Lagerung) erreicht. Dabei nicht zu vernachlässigen: Selbst kurze Autofahrten zum Supermarkt können mehr CO₂-Emissionen verursachen als das dort gekaufte Kilo importierter Äpfel (BZL, 2023b).



50 | Preisentstehung von Äpfeln



Die durchschnittlichen **Abgabe-Preise** (netto, ohne Verpackung) ab Packstation in der Vermarktungssaison 2021/22 betragen für **Bio-Äpfel: 1,88 €/kg**, für konventionelle Äpfel: **0,52 €/kg** (Sorte Elstar) (AMI, 2022b).

Die durchschnittlichen **Endverbraucher-Preise** (inklusive Mehrwertsteuer, MwSt) in der Vermarktungssaison 2021/22 betragen für **Bio-Äpfel: 3,42 €/kg**, konventionelle Äpfel: **1,76 €/kg** (Sorte Elstar) (AMI, 2022b).

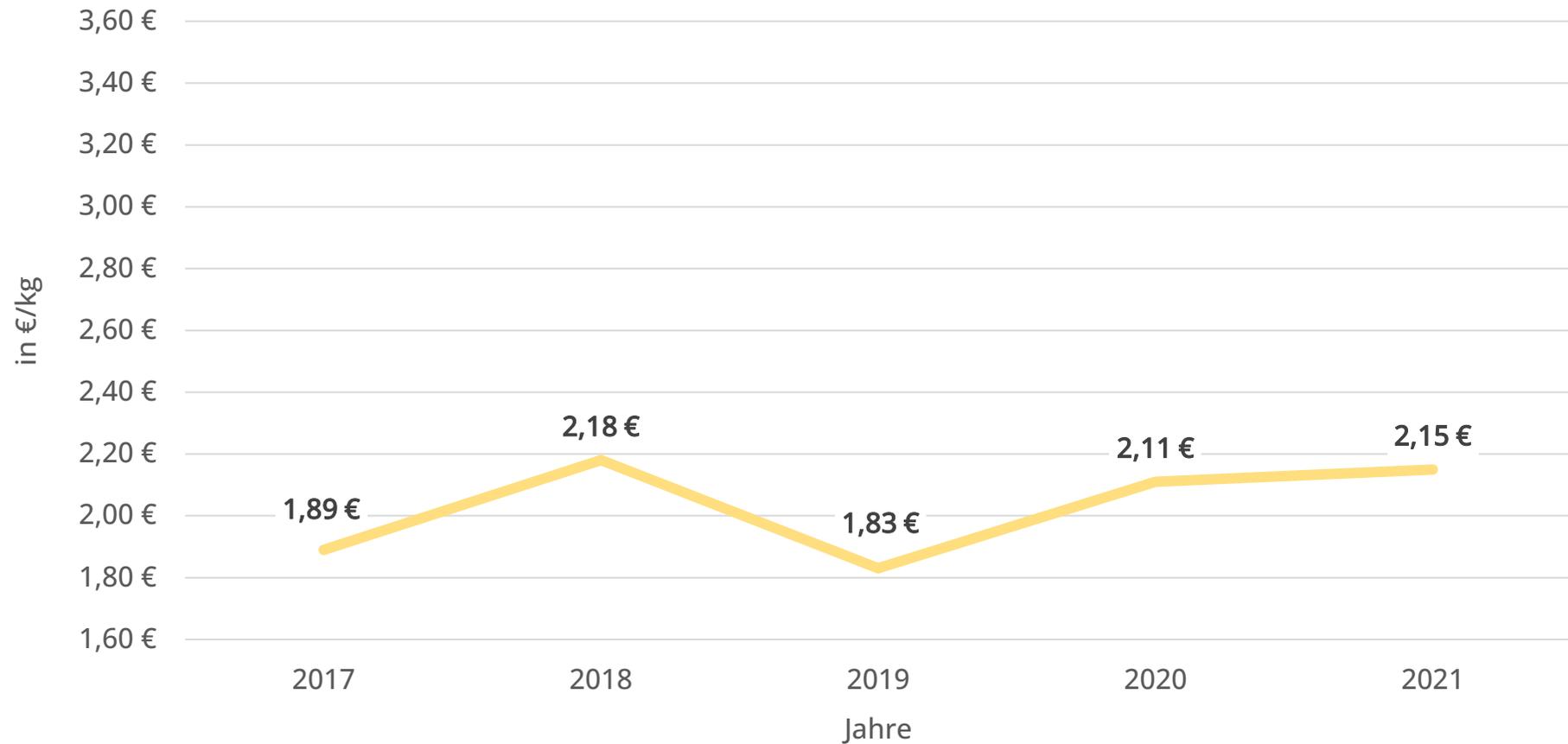
Ursachen für die Preisunterschiede zwischen Bio und Konventionell sind vor allem in der höheren Arbeits-intensität (z.B. Arbeitskraftstunden) und den geringeren Erträgen begründet (Koerber & Kretschmar, 2001). Die Bio-Preise sinken, wenn die Absatzmenge für Bio-Produkte steigt. Wenn sozial-ökonomische und gesundheitliche Aspekte sowie Umweltauswirkungen mit eingepreist werden, spiegelt der höhere Preis biologisch erzeugter Äpfel im Vergleich zu den konventionellen Äpfeln die **wahren Kosten** eher wider. Die Ergebnisse einer Vollkostenrechnung von 2017, die ein Großhändler von Bio-Obst und -Gemüse beauftragte, hat ergeben, dass jedes Kilo Bio-Äpfel, das der Großhändler aus Argentinien importiert, in der Gesamtrechnung 25 Cent günstiger ist als ein vergleichbares Kilo konventioneller Äpfel (Maschkowski, 2023a).



51 | AMI-Preisentwicklung



Endverbraucher*innenpreise für Tafeläpfel inkl. MwSt. (€/kg) insgesamt (2022):



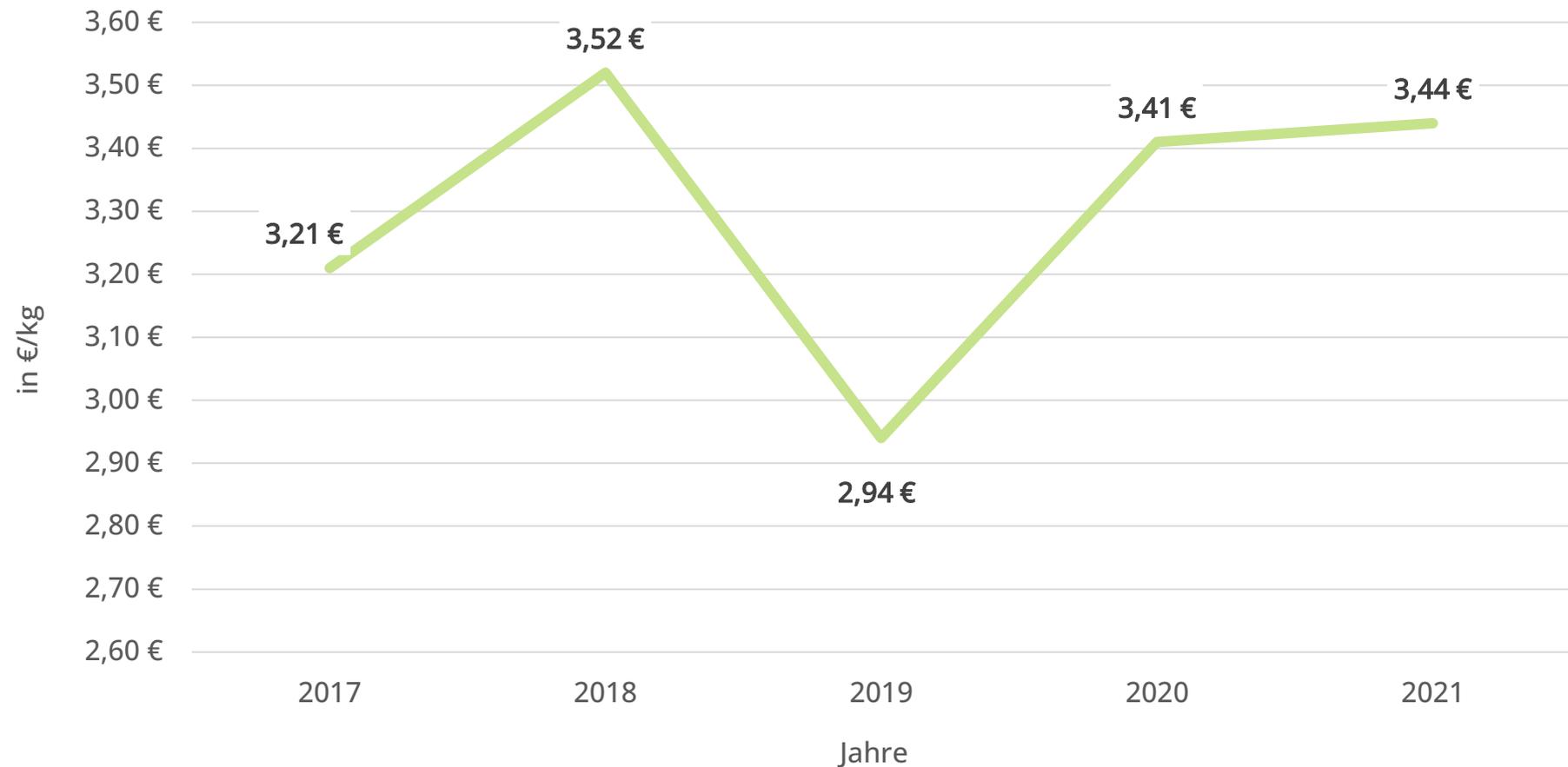
Bildquelle: Eigene Darstellung nach Ami (2022)

Quellen: AMI (2022a)

52 | AMI-Bio-Preisentwicklung



Endverbraucher*innenpreise für Bio-Tafeläpfel inkl. MwSt. (€/kg) insgesamt (2022):



Bildquelle: Eigene Darstellung nach Ami (2022)

53 | Regionalität und Saisonalität beim Angebot von konventionellen Äpfeln



Äpfel aus Deutschland werden vordergründig während der hiesigen Erntesaison zwischen Juli und Oktober bezogen. Lagerfähig sind Äpfel sortenabhängig bis zu 12 Monate. In den Monaten September bis März wird um Äpfel aus Italien und anderen europäischen Ländern ergänzt, zwischen April und August aus Chile, Neuseeland, Südafrika und Argentinien (BZL, 2023b). Über das Jahr hinweg werden etwa die Hälfte der rund 24 kg konsumierten Äpfel (bio und konventionell) pro Kopf importiert (BMEL, 2023b). Der lange Transport ist energie- und Treibhausgasintensiv. Die Lagerung über lange Zeiträume in Kühllagern hat ebenfalls einen erheblichen Energieaufwand und Treibhausgasemissionen zur Folge (BZL, 2023b; Felgentreff & Müller, 2023). Regionale und saisonale oder gelagerte Äpfel finden sich, in meist größerer Sortenvielfalt, in der Direktvermarktung und auf Wochenmärkten (BLE, 2015).



54 | Regionalität und Saisonalität beim Angebot von Bio-Äpfeln



Äpfel aus Deutschland werden vordergründig während der hiesigen Erntesaison zwischen Juli und Oktober bezogen. Lagerfähig sind Bio-Äpfel sortenabhängig bis Juni. In den Monaten September bis März wird um Äpfel aus Italien und anderen europäischen Ländern ergänzt, zwischen April und August aus Chile, Neuseeland, Südafrika und Argentinien (BZL, 2023b). Über das Jahr hinweg werden etwa die Hälfte der rund 24 kg konsumierten Äpfel (bio und konventionell) pro Kopf importiert (BMEL, 2023b) – aber nicht bei Bio-Äpfeln. Hier übersteigt die Nachfrage nach in Deutschland erzeugten Äpfeln das Angebot. Derzeit steigen sowohl der Selbstversorgungsgrad als auch die Importmenge. Die Einkaufsmenge an inländisch erzeugten Bio-Äpfeln lag 2021 bei einem Anteil von 72 % (AMI 2022 nach BLE 2022a). Ein langer Transport ist energie- und Treibhausgasintensiv. Die Lagerung über lange Zeiträume in Kühllagern hat ebenfalls einen erheblichen Energieaufwand und Treibhausgasemissionen zur Folge (BZL, 2023b; Felgentreff & Müller, 2023). Regionale und saisonale oder gelagerte Äpfel finden sich, in meist größerer Sortenvielfalt, in der Direktvermarktung und auf Wochenmärkten (BLE, 2015).



56 | Äpfel für die Verarbeitung



Äpfel, die nicht für den Frischverzehr geeignet sind, werden aussortiert und i.d.R. weiterverarbeitet, z. B. zu Apfelsaft oder Apfelmus. Streuobstäpfel werden i. d. R. als Fallobst aufgesammelt und ebenfalls verarbeitet. Bei der Einlagerung nach der Ernte werden 10 % der Äpfel für die Mosterei aussortiert. Bei der Auslagerung aus den Lagerhäusern werden weitere 10-20 % aussortiert, die zu Saft oder Mus verarbeitet werden (ernteabhängig) (Rolker, 2021).

Der Anteil der Äpfel, die als **Verwertungs- und Industrieobst**, zur Saftproduktion, Konserven oder Apfelwein verwendet werden, lag 2021 bei **22,8 % (228.700t)**. **76,1 % (764.500t)** wurden als Tafeläpfel verkauft. Die restlichen 11.500 t zählten zu Lager- und Verarbeitungs-verlusten oder zu Eigenverbrauch (Statistisches Bundesamt, 2021a).

In Deutschland erzeugten die Saftproduzent*innen 2018 aus rund **310.000 t Äpfeln 243 Millionen Liter Apfelsaft** (VdF, 2018). Die **Saftausbeute liegt bei 75 %** (VdF, 2013a).



58 | Düngung im konventionellen Anbau



Pflanzen müssen für ihre Entwicklung neben Wasser mit Nährstoffen (z.B. Stickstoff, Phosphat, Kalium) und Spurenelementen (z.B. Kupfer, Magnesium, Zink) versorgt werden. Mit Düngern wird eine zeit- und mengenmäßig optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen für eine hochwertige Ernte angestrebt (UBA, 2022c, 2023b).

Im konventionellen Anbau kommen als **mineralische Düngemittel** u. a. Ammoniumsulfat, Superphosphat, Kohlensaurer Kalk und Branntkalk zum Einsatz. Sie stammen aus dem Bergbau mit begrenzten Vorkommen oder aus **chem.-synth. Produktionsverfahren**, in der Regel mit einem hohen Energieaufwand aus fossilen Brennstoffen (Gas) und hohen Emissionen. Gegenüber organischen Düngern haben Mineraldünger den Vorteil schneller zu wirken und eine präzisere Ausbringung zu ermöglichen. Organische Dünger hingegen können die Bodeneigenschaften und -aktivitäten fördern (BLE, 2023b; Dierend, 2022; UBA 2022c, 2023b).

Organische Dünger umfassen tierische Produkte wie die Wirtschaftsdünger Gülle, Stallmist und Jauche sowie Hornprodukte und Blutmehl, sowie pflanzliche Produkte wie Gründünger, Mulch, Kompost, Gärreste sowie Klärschlämme (BLE, 2023b; UBA 2022c, 2023b).

59 | Düngung im ökologischen Anbau



Pflanzen müssen für ihre Entwicklung neben Wasser mit Nährstoffen (z.B. Stickstoff, Phosphat, Kalium) und Spurenelementen (z.B. Kupfer, Magnesium, Zink) versorgt werden. Mit Düngern wird eine zeit- und mengenmäßig optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen für eine hochwertige Ernte angestrebt. Aufgrund einer eingeschränkten Auswahl an Düngern und Pflanzenschutzmitteln im Biolandbau sind der Aufbau und die Erhaltung einer hohen Bodenfruchtbarkeit entscheidend (UBA, 2022c, 2023b).

Im Bio-Anbau kommen als **mineralische Düngemittel- und Bodenverbesserer** Gesteinsmehle, Kalke, Kaliumsulfat, Schwefel und Spurenelementdünger zum Einsatz. Sie stammen aus dem Bergbau mit begrenzten Vorkommen. Chem.-synth. leicht lösliche Mineraldünger sind im Bio-Anbau verboten. Gegenüber organischen Düngern haben Mineraldünger den Vorteil schneller zu wirken und eine präzisere Ausbringung zu erreichen. Organische Dünger können Bodeneigenschaften und -aktivitäten fördern (BLE, 2023b; Dierend, 2022).

Organische Dünger umfassen tierische Produkte wie die Wirtschaftsdünger Gülle, Stallmist und Jauche sowie Hornprodukte und Blutmehl, sowie pflanzliche Produkte wie Gründünger, Mulch, Kompost und Gärreste. Es gelten dabei stärkere Einschränkungen als für konventionelle Betriebe durch EU- und Verbands-Verordnungen. Bio-Betriebe streben geschlossene Nährstoffkreisläufe an, indem sie z.B. Tierhaltung an ihre Flächen binden und anfallende Nährstoffe auf den hofeigenen Flächen ausbringen sowie mit Fruchtfolgen mit stickstoffsammelnden Pflanzen wie Leguminosen (z.B. Linsen, Klee) arbeiten (BLE, 2023b; Hülsbergen et al., 2023; UBA 2022c, 2023b).

60 | Düngung im konventionellen Apfel-Anbau



Durch eine zeit- und mengenmäßig optimale Nährstoffversorgung der Obstbäume mittels Düngung wird eine hochwertige Ernte angestrebt. Im Obstbau ist Stickstoff als Bestandteil organischer Verbindungen (Aminosäuren, Nukleinsäuren und Proteine) sowie als Komponente des Chlorophylls der entscheidende Nährstoff. Außerdem wichtig sind Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Schwefel sowie die Spurenelemente Bor, Kupfer, Eisen, Mangan, Zink und Molybdän (Kuster et al., 2017; Wurm, 2009).

Die Nährstoffe werden in Form von **mineralischen** (z.B. Gesteinsmehle, Kalke, Spurenelementdünger und Schwefel) – mitinbegriffen chem.-synth., leichtlösliche (Ammoniumsulfat, Superphosphat) – und **organischen** Düngemittel (Kompost, gut verrotteter Mist, Gülle etc.) ausgebracht (BLE, 2023b)

Speziell die **organische Düngung** (Kompost, gut verrotteter Mist, Gülle etc.), die von der Bodenfauna abgebaut wird, bietet die Möglichkeit, die biologischen Bodeneigenschaften und -aktivitäten sowie eine kontinuierliche Freisetzung von Nährstoffen über einen längeren Zeitraum zu fördern (außer bei organischen Düngern in flüssiger Form wie Gülle). Dies reduziert die Anzahl von Fahrten, was die Gefahr von Verdichtung vermindert und der Humusgehalt und die Krümelstruktur werden erhalten oder sogar gesteigert. Das wirkt sich positiv auf den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens aus. Dünger in Obstplantagen können mittels Düngerstreuer großflächig verteilt oder gezielt auf Baumstreifen mit einer speziellen Vorrichtung oder manuell ausgebracht werden. Die Düngung im Obstanbau kann mit anderen Maßnahmen wie den Baumschnitt und die Sortenwahl abgestimmt werden (Kuster et al., 2017; Wurm, 2009).

61 | Düngung im ökologischen Apfel-Anbau



Durch eine zeit- und mengenmäßig optimale Nährstoffversorgung der Obstbäume mittels Düngung wird eine hochwertige Ernte angestrebt. Im Obstbau ist Stickstoff als Bestandteil organischer Verbindungen (Aminosäuren, Nukleinsäuren und Proteine) sowie als Komponente des Chlorophylls der entscheidende Nährstoff. Außerdem wichtig sind Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Schwefel sowie die Spurenelemente Bor, Kupfer, Eisen, Mangan, Zink und Molybdän (Kuster et al., 2017; Wurm, 2009).

Die Nährstoffe werden in Form von **mineralischen** (z.B. Gesteinsmehle, Kalke, Spurenelementdünger und Schwefel) und **organischen Düngemittel** (Kompost, gut verrotteter Mist, Gülle) ausgebracht (BLE, 2023b). Aufgrund einer eingeschränkten Auswahl an Düngern und Pflanzenschutzmitteln im Biolandbau sind der Aufbau und die Erhaltung einer hohen Bodenfruchtbarkeit sowie die Baumgesundheit besonders wichtig.

Speziell die **organische Düngung**, die von der Bodenfauna abgebaut wird, fördert die biologischen Bodeneigenschaften und -aktivitäten sowie eine kontinuierliche Freisetzung von Nährstoffen über einen längeren Zeitraum (außer bei organischen Düngern in flüssiger Form wie Gülle). Dies reduziert die Anzahl von Fahrten, was die Gefahr von Verdichtung vermindert und der Humusgehalt und die Krümelstruktur werden erhalten oder sogar gesteigert. Das wirkt sich positiv auf den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens aus. Dünger in Obstplantagen können mittels Düngerstreuer großflächig verteilt oder gezielt auf Baumstreifen mit einer speziellen Vorrichtung oder manuell ausgebracht werden. Die Düngung im Obstanbau kann mit anderen Maßnahmen wie dem Baumschnitt und der Sortenwahl abgestimmt werden (Kuster et al., 2017; Wurm, 2009).

62 | Auswirkung der Düngung auf das Pflanzenwachstum



Stickstoff (N) ist der Motor des Pflanzenwachstums. Als Baustein organischer Verbindungen (Aminosäuren, Nukleinsäuren und Eiweißstoffe) und als Bestandteil von Chlorophyll ist es der **wichtigste Nährstoff** (BLE, 2023b; Kuster et al. 2017).

Die mineralische **Stickstoffdüngung** wird vor allem in den Monaten **März bis Mai** durchgeführt, wenn der Bedarf am höchsten und die Aktivität im Boden noch gering ist. In der Regel werden zwei bis drei Gaben bis Anfang Juli gegeben (Kuster et al. 2017).

Zu viel Stickstoff kann negative Folgen haben, weshalb Erzeuger*innen stets versuchen, die richtige Menge einzusetzen: Ein **erhöhter Stickstoffeintrag** kann zu **übermäßig starkem Triebwachstum**, **mangelhafter Fruchtqualität** und **verminderter Lagerfähigkeit** führen sowie zu einem **veränderten pH-Wert im Boden** (Kuster et al. 2017). Es besteht auch die Gefahr, dass der Stickstoff ausgewaschen wird, ohne für die Pflanzenentwicklung hilfreich zu sein. Zu viel Dünger auszubringen erhöht nicht zuletzt Kosten, ohne den Ertrag weiter zu steigern (UBA, 2021b).



63 | Auswirkung der Düngung auf das Pflanzenwachstum



Stickstoff (N) ist der Motor des Pflanzenwachstums. Als Baustein organischer Verbindungen (Aminosäuren, Nukleinsäuren und Eiweißstoffe) und als Bestandteil von Chlorophyll ist es der **wichtigste Nährstoff** (BLE, 2023b; Kuster et al. 2017).

Im Öko-Landbau werden oftmals **Leguminosen** wie Erbsen, Linsen oder Klee als Zwischenfrüchte angebaut, um Stickstoff im Boden zu binden. Diese werden als **Gründünger in den Boden** eingearbeitet, um mineralischen Stickstoff-Dünger zu vermeiden (BLE, 2023b).

Zu viel Stickstoff kann negative Folgen haben, weshalb Erzeuger*innen stets versuchen, die richtige Menge einzusetzen: Ein **erhöhter Stickstoffeintrag** kann zu **übermäßig starkem Triebwachstum, mangelhafter Fruchtqualität** und **verminderter Lagerfähigkeit** führen sowie zu einem **veränderten pH-Wert im Boden** (Kuster et al. 2017). Es besteht auch die Gefahr, dass der Stickstoff ausgewaschen wird, ohne für die Pflanzenentwicklung hilfreich zu sein. Zu viel Dünger auszubringen erhöht nicht zuletzt Kosten, ohne den Ertrag weiter zu steigern (UBA, 2021b).



64 | Auswirkung der Düngung auf Gewässer



Die Überdüngung vor allem in der konventionellen Landwirtschaft ist ein bedeutender Verursacher von belasteten Gewässern in Deutschland sowie global (Sanders et al., 2019; Steffen et al., 2015). Insbesondere Stickstoffeinträge durch Auswaschung chem.-synth. leichtlöslicher Mineral- (Nitrat, Ammoniak) sowie organischer Dünger (Gülle, Jauche) belasten weiterhin regional das Grund- und Oberflächengewässer trotz Verschärfungen von Düngeverordnungen wie die EG-Nitratrichtlinie (UBA, 2021a, 2023c).

Die Grundwasserbelastung wird v.a. durch das Einsickern von nitratreichem Wasser verursacht, dass durch die Umwandlung des Stickstoffs durch Bodenmikroorganismen entsteht. Unter bestimmten Bedingungen wandelt sich das Nitrat dann in das gesundheitlich bedenkliche **Nitrit** um (UBA, 2021b). In Oberflächengewässern führen neben Stickstoff zu hohe Phosphoreinträge zu einer **Eutrophierung**, eine Überversorgung von Nährstoffen in einem Ökosystem. Das Algenwachstum steigt an, wodurch es zum Sauerstoffmangel kommt. Pflanzen und Tiere sterben, was zur Verlandung (natürliche Auffüllung) der Gewässer führen kann (UBA, 2021a). Hohe Düngeeinträge steigern zudem **Wasseraufbereitungskosten** in Kläranlagen (UBA, 2017).



65 | Auswirkung der Düngung auf Gewässer

B

Im ökologischen Landbau sind chem.-synth. leichtlösliche Mineraldünger verboten. Für organische Dünger gelten stärkere Einschränkungen als für konventionelle Betriebe durch die EU-Öko-Verordnung (889/2008) und die (noch strengeren) nationalen Bio-Verbände. Der **Bio-Anbau** bietet damit einen **Schutz des Grund- und Oberflächenwassers** (Sanders et al., 2019), denn insbesondere Stickstoffeinträge durch Auswaschung chem.-synth. leichtlöslicher Mineraldünger (Nitrat, Ammoniak) sowie organischer Dünger (Gülle, Jauche) belasten das Grund- und Oberflächengewässer (UBA, 2021a, 2023c).

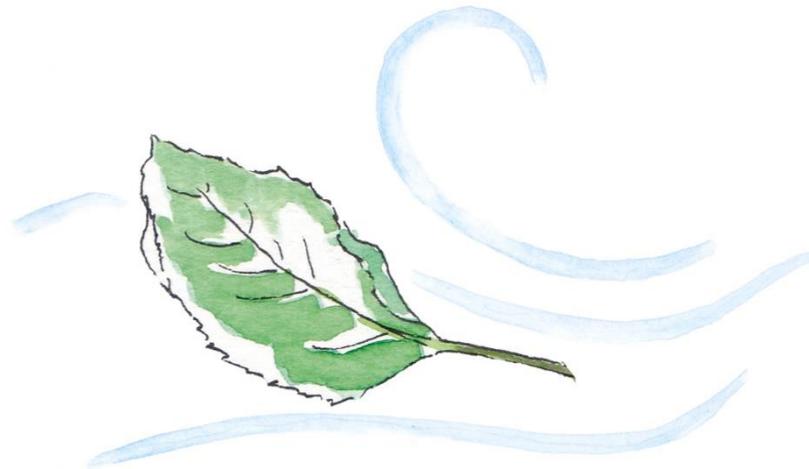
Die Grundwasserbelastung wird v.a. durch das Einsickern von nitratreichem Wasser verursacht, dass durch die Umwandlung des Stickstoffs durch Bodenmikroorganismen entsteht. Unter bestimmten Bedingungen wandelt sich das Nitrat dann in das gesundheitlich bedenkliche **Nitrit** um (UBA, 2021b). In Oberflächen-gewässern führen neben Stickstoff zu hohe Phosphoreinträge zu einer **Eutrophierung**, eine Überversorgung von Nährstoffen im Ökosystem. Das Algenwachstum steigt an, wodurch es zum Sauerstoffmangel kommt. Pflanzen und Tiere sterben, was zur Verlandung (natürliche Auffüllung) in Gewässern führt (UBA, 2021a). Hohe Düngeeinträge steigern zudem **Wasseraufbereitungskosten** in Kläranlagen (UBA, 2017).



66 | Auswirkung der Düngung auf die Luft



Im Apfelanbau trägt vordergründig **Stickstoff** zu (direkten) Treibhausgas-Emissionen bei. Es wird durch organischen Dünger (Kompost, Stallmist und Gülle) und durch chem.-synth. Mineraldünger in Form von Lachgas oder Ammoniak emittiert durch Umsetzungsprozesse von Stickstoff (Dierend, 2022; Kuster et al., 2017). Lachgasemissionen entstehen zudem (indirekt), wenn Nitrat und Ammoniak durch einen zu hohen Düngemiteleinsatz in umliegende Naturräume gelangen (UBA, 2022a). Das Treibhausgas **Lachgas** hat eine besonders **hohe Verweildauer in der Atmosphäre** und ist rund 300-mal so klimaschädlich wie das Kohlenstoffdioxid CO₂. Die gesamte Landwirtschaft trägt damit erheblich zur globalen Erwärmung bei (UBA, 2022a).



67 | Auswirkung der Düngung auf die Luft



Im Apfelanbau trägt vordergründig **Stickstoff** zu (direkten) Treibhausgas-Emissionen bei. Es wird durch organischen Dünger (Kompost, Stallmist und Gülle) emittiert durch Umsetzungsprozesse von Stickstoff (Dierend, 2022; Kuster et al., 2017). Beschränkungen der Düngemittel durch die EU-Öko-Verordnung und den darüber hinausgehenden deutschen Bio-Verbandsrichtlinien sowie der Verzicht auf leicht lösliche chem.-synth. Dünger senken die Emissionen im ökologischen Anbau (Dierend, 2022; BLE, 2015; Sanders et al., 2019; Tian et al. 2020). Lachgasemissionen entstehen zudem (indirekt), wenn Nitrat und Ammoniak durch einen zu hohen Düngemiteleinsatz in umliegende Naturräume gelangen (UBA, 2022a). Das Treibhausgas **Lachgas** hat eine besonders **hohe Verweildauer in der Atmosphäre** und ist rund 300-mal so klimaschädlich wie das Kohlenstoffdioxid CO₂. Die gesamte Landwirtschaft trägt damit erheblich zur globalen Erwärmung bei (UBA, 2022a).



68 | Angewandte Pflanzenschutzmittel im konventionellen Landbau



Auf einem großen Teil der konventionellen Ackerflächen in Deutschland werden mehrmals pro Jahr chem.-synth. Pestizide eingesetzt: Laut Berechnungen des Umweltbundesamts werden **je Hektar landwirtschaftlicher Ackerfläche durchschnittlich 2,8 kg Pestizidwirkstoffe** genutzt (UBA; 2023a). Zu den Pflanzenschutzmitteln gehören **breitwirksame Wirkstoffe** (Fungizide und Insektizide, die sich gegen die meisten Insekten und Pilze richten) sowie **selektive Wirkstoffe**, die gegen einzelne Pilze oder Insekten wirken (BLE, o.D.).

Die Wirksamkeit chem.-synth. Pflanzenschutzmittel ist begrenzt, da Schädlinge immer wieder **Resistenzen** ausbilden (Roßberg & Harzer, 2015). Die Wahl **widerstandsfähiger Sorten** ist eine der wichtigsten Maßnahmen, um den Pflanzenschutzmittel-Einsatz zu senken. Die Schaffung **günstiger Lebensbedingungen für Nützlinge** durch Blütenstreifen, Hecken, Nisthilfen etc. ist ebenfalls von Bedeutung für den Schutz der Pflanzen (BLE, 2021a, 2023d; BZL, 2023b).



69 | Angewandte Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau



Im Öko-Anbau zugelassene Pflanzenbehandlungsmittel sind z. B. **Kupfer, Netzschwefel, Schwefelkalk und Mykosin**, die bei Schorf (Pilzerkrankung), der Regenfleckenkrankheit, Mehltau und dem Feuerbrand zum Einsatz kommen. Bei Kupfer beruht die Wirkung bei allen Pilzarten auf dem gleichen Mechanismus: Die Kupferionen dringen durch die Zellwand in den Pilz ein und bringen ihn zum Absterben, indem sie lebens-wichtige Enzymreaktionen blockieren (BLE, 2021b). Seit 2006 legt die EG-Öko-Verordnung die Höchstmenge von Reinkupfer auf 6 kg fest. Die deutschen Bio-Verbände haben die Höchstmenge bei 3 kg (Julius-Kühn-Institut, o.D.). **NeemAzal** wird als **ökologisches Insektizid** eingesetzt zur Bekämpfung freilebender saugender, beißender und blattminimierender Schadinsekten. Es basiert auf dem naturbelassenen Inhaltsstoff des tropischen Neembaumes (BLE, 2021a, 2023d).

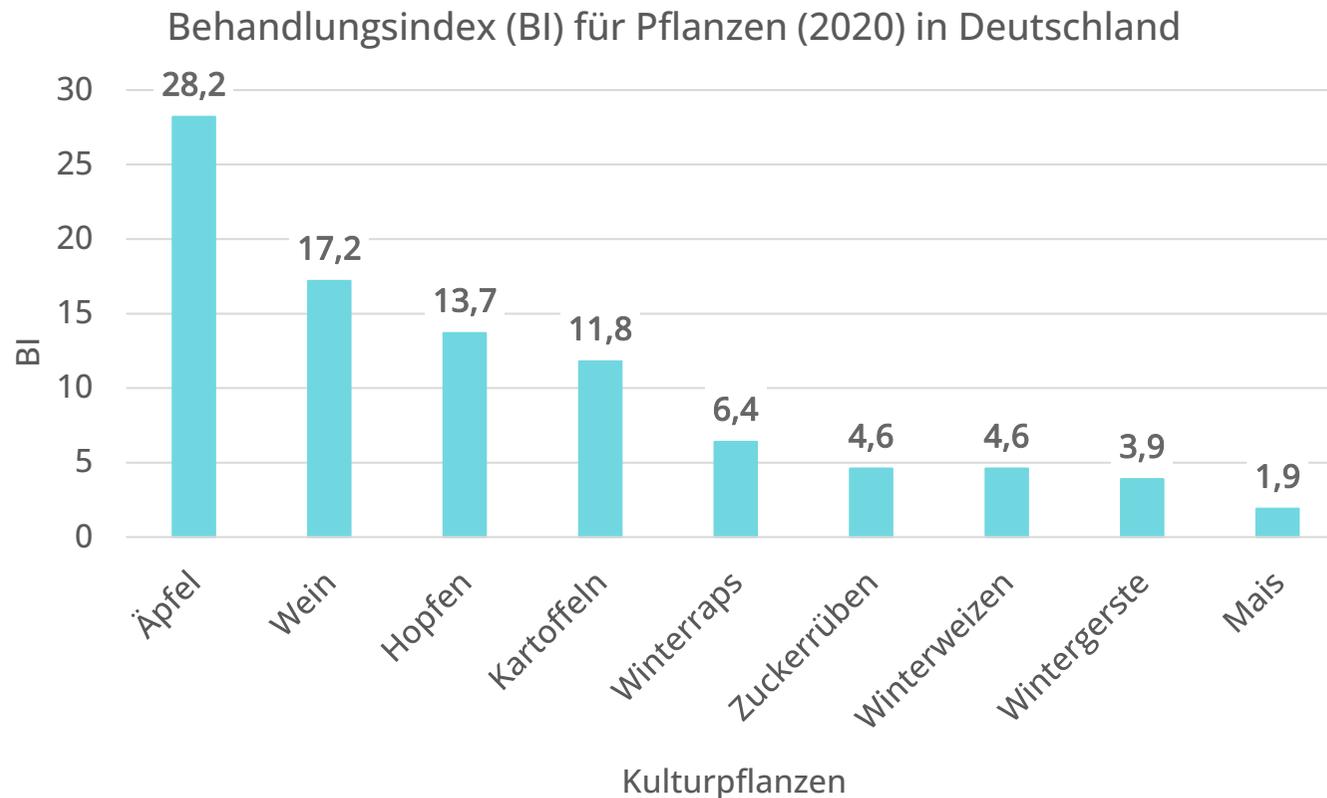
Die Schaffung **günstiger Lebensbedingungen für Nützlinge** durch Blütenstreifen, Hecken, Nisthilfen etc. ist ebenfalls von Bedeutung für den Schutz der Pflanzen (BLE, 2021a, 2023d; BZL, 2023b).



70a | Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Apfelanbau



Der **Behandlungsindex (BI)** bezeichnet die Anzahl der angewandten Pflanzenschutzmittel bezogen auf die zugelassene Aufwandmenge und die Anbaufläche (JKI 2024).



Bildquelle: Eigene Darstellung

70b | Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Apfelanbau



Der Apfelanbau gehört zu den pestizid-intensivsten Anbaukulturen in der europäischen Landwirtschaft (JKI, 2024). Im gesamten konventionellen Anbau von 2015 bis 2020 waren Herbizide, die als Mittel gegen Beikräuter verwendet werden, mit durchschnittlich 49 % die größte Gruppe der eingesetzten Pestizide, gefolgt von Fungiziden mit 37 %. Insektizide machten knapp 3 % aus und Wachstumsregulatoren 9 % (Einfluss auf das Wachstum der Apfelbäume). Der Gesamtverbrauch an **Pestiziden im Obstbau** in Deutschland ist noch immer **steigend** (JKI, 2024).

Eine Studie im Vinschgau (Südtirol) ergab, dass es im Jahr 2017 zwischen März und September auf 92 % der untersuchten Betriebe keinen Tag gab, an dem nicht Pestizide auf Apfelplantagen eingesetzt worden sind. Bei **330.289 erfassten Spritzeinsätzen** wurden **215 verschiedene Pestizidmittel** eingesetzt und bei mehr als 58 % der Einsätze mehr als ein Mittel ausgebracht. Die meisten Anwendungen waren im April und Mai (Baumert et al., 2023).

Der Apfelanbau in Südtirol erstreckt sich auf **18.000 ha** – auf einer Art Monokultur. Wenige, beliebte Sorten werden angebaut, wie die für Pilzerkrankungen **anfälligen Sorten** »Golden Delicious« oder »Gala«. Die Wahl **widerstandsfähiger Sorten** ist eine der wichtigsten Maßnahmen, um den **Pflanzenschutzmittel-Einsatz zu senken** (BLE, 2021a, 2023d; BZL, 2023b). In Südtirol sind zehn Wirkstoffe zugelassen, welche die EU-Kommission wegen besonderen Gefährdungspotentials ersetzen möchte (oekom, 2020).

71 | Einsatz von biologischen Pflanzenschutzmitteln im Apfelanbau



Im Öko-Anbau zugelassene Pflanzenbehandlungsmittel sind z. B. **Kupfer, Netzschwefel, Schwefelkalk und Mykosin**, die bei Apfelschorf (Pilzerkrankung), der Regenfleckenkrankheit, Mehltau und dem Feuerbrand zum Einsatz kommen. Zunehmend bedeutsamer werden schorffresistente Sorten wie Topaz. Die Wahl **widerstandsfähiger Sorten** ist eine der wichtigsten Maßnahmen, um den **Pflanzenschutzmittel-Einsatz zu senken** (BLE, 2021a, 2023d; BZL, 2023b).

Tendenziell **kleinräumigere Flächen** helfen, damit eine Pilzart sich nicht so leicht verbreiten kann. Die Schaffung **günstiger Lebensbedingungen für Nützlinge** durch Blütenstreifen, Hecken, Nisthilfen etc. ist ebenfalls von Bedeutung für den Schutz der Bäume. Regelmäßiges Ausmähen unter den Bäumen und ein Säuberungsschnitt im Herbst beugen einem Schaden durch Mäuse vor. Dazu werden auch Sitzstangen für Raubvögel aufgestellt, von denen aus sie leichter ihre Beute erspähen können und so die Anzahl an Mäusen reduzieren. Leimringe werden gegen den Frostspanner eingesetzt und Larven von Hand entfernt (BLE, 2021a, 2023d; BZL, 2023b).

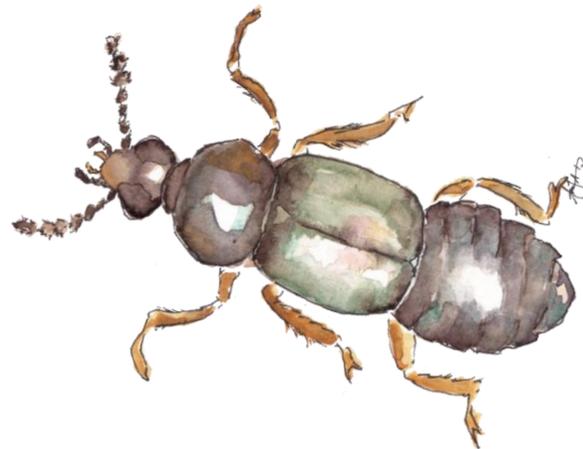


72 | Auswirkungen von konventionellen Pflanzenschutzmitteln auf die Artenvielfalt



Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, vor allem von Insektiziden, wirkt häufig bereits in **niedrigen Konzentrationen hochgiftig** und das nicht nur für die Zielorganismen, sondern auch für andere Tiere wie Bienen. Sie können daher bereits in kleinen Mengen und mit seltener Anwendung große Schäden verursachen. Pestizide können außerdem enzym- und hormonschädigend wirken und unter anderem bei Fischen zu Fortpflanzungsstörungen führen (Khan & Fraser, 2005; UBA, 2023c).

Das Vorkommen von **größeren Tieren** wie Vögeln ist von der **Vielfalt an Insekten** und somit von der **Struktur der Landschaft** abhängig. Je kleinstrukturiertes, desto mehr Arten besiedeln die Flächen. Apfelplantagen sind oft großräumig und monoton, was keine guten Bedingungen für Artenvielfalt bietet (UBA, 2023c).



73 | Auswirkungen von biologischen Pflanzenschutzmitteln auf die Artenvielfalt

Auf biologischen Anbauflächen dürfen **keine chem.-synth. Pflanzenschutzmittel** eingesetzt werden (BLE, 2021a). **NeemAzal** wird als ökologisches Insektizid eingesetzt zur Bekämpfung freilebender saugender, beißender und blattminimierender Schadinsekten. Es basiert auf dem naturbelassenen Inhaltsstoff des tropischen Neembaumes, ist nicht bienengefährlich, besitzt eine gute Nützlingsverträglichkeit und ein breites Wirkungsfeld (BVL, 2011).

Kupfer, das gegen Apfelschorf (Pilzerkrankung) wirkt, wird in der Form von Kupferhydroxid ausgebracht. Kupfer reichert sich vor allem in den oberen Bodenschichten an. Auf **Mikroorganismen** und **Weichtiere** kann das Metall bereits **in geringen Konzentrationen toxisch** wirken. In höheren Konzentrationen kann das Schwermetall toxisch auf weitere Organismen wirken, da es die Zellmembranen und die DNA schädigt (BLE, 2021a).

Das Vorkommen von **größeren Tieren** wie Vögeln ist von der **Vielfalt an Insekten** und somit von der **Struktur der Landschaft** abhängig. Je kleinstrukturierter, desto mehr Arten besiedeln die Flächen. Apfelplantagen sind oft großräumig und monoton, was keine guten Bedingungen für Artenvielfalt bietet (UBA, 2023c).



74 | Potentielle Gefahren von Pflanzenschutzmitteln und Düngern für die Arbeiter*innen



Pflanzenschutzmittel können über verschiedene Wege in den Körper von Arbeiter*innen gelangen: durch direkte Aufnahme über den Mund, durch Einatmen oder über den Kontakt mit der Haut. Die Wirkung kann lokal am Einwirkungsort erfolgen (z. B. eine Hautverätzung) oder sich systemisch im Körper an einem anderen Ort auswirken (z. B. Sehstörung nach einer Aufnahme von Insektizidnebel über die Atemwege) (BAFU, 2015). Die Folgen reichen je nach Pflanzenschutzmittel und Ausmaß des Kontaktes von **Hautreizungen**, zu **neurotoxischen bis zu karzinogenen Wirkungen** für die Arbeiter*innen (Huck, 2023).

Um die Sicherheit bei der Anwendung von Pflanzenschutzmittel zu gewährleisten, müssen Anwender*innen eine **Fachbewilligung** besitzen, welche nach erfolgreichem Abschluss eines Kurses erworben wird. Anschließend sind sie verpflichtet, sich regelmäßig über den neuesten Stand der Praxis zu **informieren und weiterzubilden**. Bei Düngemitteln gibt es Wissenslücken in Bezug auf die gesundheitsschädlichen Auswirkungen bei der Verwendung. Von einem sachgemäßen Umgang mit Düngern gehen keine bedeutenden Gefährdungen aus (BVL, o.D.).

Zudem können auf **angrenzenden Verkehrswegen und Grundstücken** Pflanzenschutzmittel aufgenommen werden. Auch über **Nahrungsmittel** können Pflanzenschutzmittel aufgenommen werden. Hierfür sind **Höchstkonzentrationen** der erlaubten Rückstände festgelegt (Kruse-Platz et al. 2020).

75 | Potentielle Gefahren von biologischen Pflanzenschutzmitteln und Düngern für die Arbeiter*innen



Das im biologischen Anbau als Pflanzenschutzmittel eingesetzte **Kupfer** birgt für die **menschliche Gesundheit keine Gefahr**. Das Metall reichert sich weder in behandelten Pflanzen bzw. Früchten an noch in natürlichen Nahrungsketten. Auch die gefährdende Aufnahme über die Atemwege und Haut kann ausgeschlossen werden (BLE, 2021a).

Das im biologischen Anbau häufig verwendete **Neemazal** kann **allergische Hautreaktionen** hervorrufen, ansonsten ist es nicht gefährlich (Biocontrol Suisse, 2020; BVL, 2011).

Kaliumcarbonat, welches zur Bodenkalkung eingesetzt wird, kann beim Einatmen zu **Husten und Atemnot** führen. Bei der Einnahme kann es zu **Schleimhautirritationen** im Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen-Darmtrakt kommen (SCS GmbH, 2021).



76 | Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Gewässer



Aufgrund des hohen Pestizideinsatzes beim Apfelanbau (durchschnittlich 31 Pestizide), kann es dazu kommen, dass angrenzende Ökosysteme belastet werden (Julius-Kühn-Institut, 2018). Studien zeigen, dass Pestizide aus der Landwirtschaft die Artenvielfalt in Gewässern beeinträchtigen. Neben Fischen sind insbesondere Köcherfliegen und Schmetterlinge betroffen (BVL, 2009; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln belastet zudem die Kläranlagen (UBA, 2017).



77 | Auswirkungen von biologischen Pflanzenschutzmitteln auf Gewässer



Kupfer wird gegen Pilzerkrankungen wie den Apfelschorf gespritzt. Wenn es in den Boden gelangt bildet es im Boden stabile Komplexbildner. Es ist stark an negativ geladene Teilchen im Boden gebunden und reichert sich so im Boden an. Die Kupferkomplexe binden sich an Schlamm und Tonpartikeln und lagern sich langfristig im Sediment des Bodens an, sodass kein Austrag in das Grundwasser stattfindet. Auswirkungen auf Regenwürmer brachten bisher keine eindeutigen Ergebnisse (BLE, 2021a, b).

Problematisch ist der Austrag von Kupfer in Oberflächengewässer. In geringen Mengen kann Kupfer auf Mikroorganismen, Fische und Weichtiere toxisch wirken. Außerdem bilden einige Mikroorganismen Toleranzen, die zu Artverschiebungen führen können (Khan & Fraser, 2005).

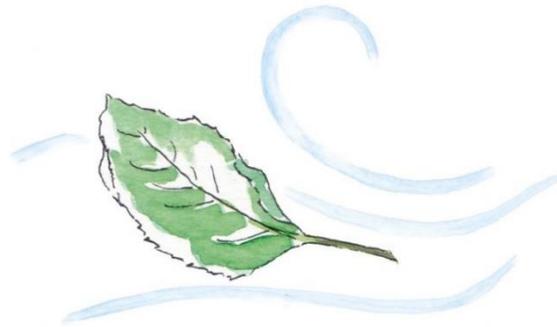


78a | Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Luft

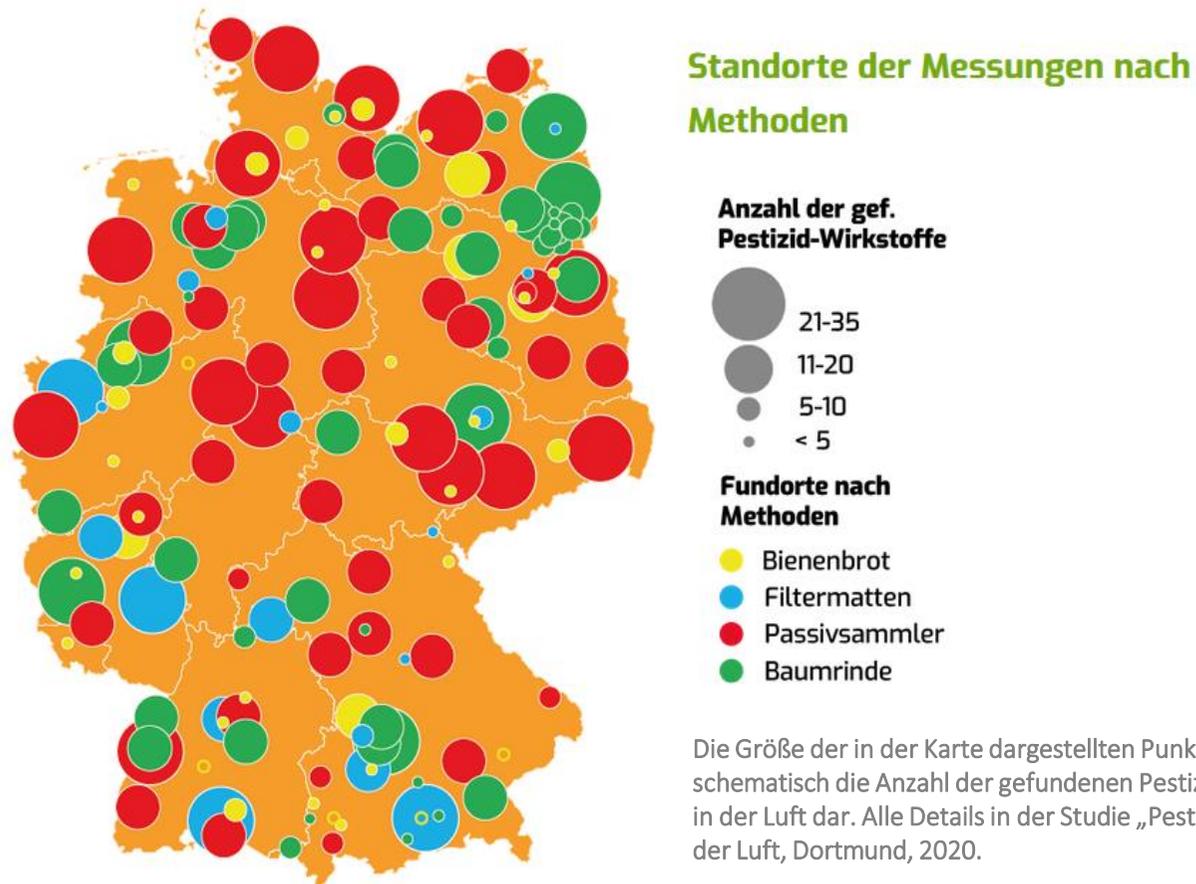


Bäume sollen durch Pflanzenschutzmittel vor Schädlingen und Krankheiten geschützt werden, was vor allem bei Monokulturen (Anbau einer einzigen Pflanzenart) auftritt. Bei den Pflanzenschutzanwendungen kann es durch Wind zum **Verwehen von Tröpfchen** kommen. In einer deutschlandweiten Studie wurde zu Pestizidbelastung der Luft geforscht. In den insgesamt 163 gesammelten Proben in der gesamten Bundesrepublik (Passivsammler, Filtermatten und Rindenproben) wurden in 152 Pestizid-Wirkstoffe gefunden. **138 (85 %) der belasteten Proben sind auf die Landwirtschaft** zurückzuführen. Davon waren in 30 % zu den Messzeitpunkten nicht mehr oder noch nie zugelassene Wirkstoffe. Nachgewiesen wurden sie u.a. in Baumrinden und Luftfiltermatten (Kruse-Plaß et al., 2020).

Die Luft-Belastung ist in der Nähe intensiven Pestizid-Einsatzes allgemein höher. Jedoch deuten die Untersuchungen darauf hin, dass kein Standort innerhalb eines Jahres gänzlich frei von Pestizidbelastung ist. Bisher wurde es nicht geschafft, diesen Effekt durch einen ausreichenden Abstand und ausreichende Pufferzonen (z. B. Gebüschstreifen) zu minimieren (Kruse-Plaß et al., 2020).



78b | Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft auf die Luft in Deutschland



Bildquelle: Kruse-Plaß et al. (2021)

79 | Auswirkungen von biologischen Pflanzenschutzmitteln auf die Luft



Die Verwendung von luft-belastenden, chem.-synth. Pestiziden und Düngern ist im Bio-Anbau untersagt (EU-Öko-Verordnung (EU) Nr. 2018/848; BLE; 2023d). In der Liste (Stand Oktober 2023) des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit finden sie die zugelassenen Pflanzenschutzmittel für den Bio-Obstbau in Deutschland (1. QR-Code/Link) sowie die FiBL-Betriebsmittelliste für die ökologische Produktion (2. QR-Code/Link):



https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/psm_oeko_liste-DE.pdf?__blob=publicationFile&v=21



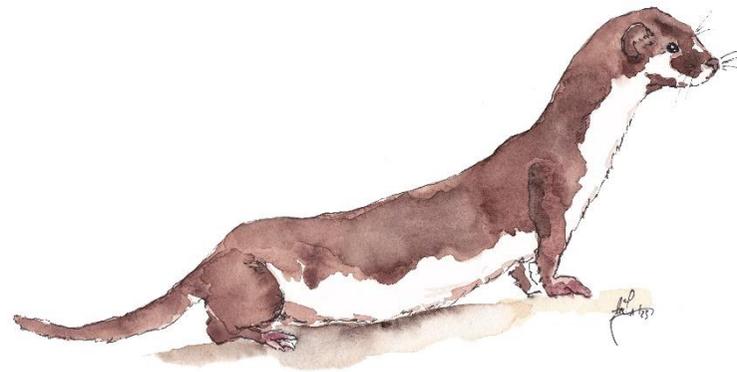
<https://www.betriebsmittelliste.de/bml-suche.html#/>



80 | Diverse Bekämpfungsmöglichkeiten gegen Schädlinge



Im konventionellen (Apfel-)Anbau können **Nützlinge** eingesetzt werden wie Schlupfwespen, die gegen Läuse und Apfelwickler helfen. **Geeignete Lebensräume für Gegenspieler** von Schädlingen lassen sich schaffen. Hecken, Bäume und Totholz bieten Verstecke für Igel, Spitzmaus und Amsel, die Schnecken fressen. Weitere Beispiele sind Blühstreifen, Überwinterungsquartiere, Nisthilfen, Sitzstangen für Greifvögel sowie die Haltung von Nutztieren wie Hühner. Auch das Absammeln von Schädlinglarven von Hand, Insektennetze, Leimringe und Fallen wie mit Pheromonen (Sexuallockstoffe) helfen (BLE, 2023d). Wie groß der Einsatz dieser umweltfreundlicheren Methoden ist, wird nicht erfasst. Erhebungen des Julius-Kühn-Instituts zum Behandlungsindex sowie andere, regelmäßige Stichproben von Pestizidrückstände auf Äpfeln zeigen, dass im konventionellen Apfelanbau der Einsatz **chem.-synth. Schädlingsbekämpfungsmittel** weiterhin eher die Regel ist (Julius-Kühn-Institut, 2024; LAVES, o. J.).



81 | Diverse Bekämpfungsmöglichkeiten gegen Schädlinge im Ökolandbau



Bio-Landwirte*innen setzen im (Apfel-)Anbau verstärkt auf verschiedene Kulturmaßnahmen wie Standort- und Sortenwahl, Bodenbearbeitung, Fruchtwechsel und Düngung, um Pflanzen gesund und widerstandsfähig gegen Schädlinge zu halten. Zudem werden **Nützlinge** eingesetzt wie Schlupfwespen, die gegen Läuse- und Apfelwickler helfen, sowie **geeignete Lebensräume für Gegenspieler** geschaffen. Hecken, Bäume und Totholz bieten Verstecke für Igel, Spitzmaus und Amsel, die Schnecken fressen. Weitere Beispiele sind Blühstreifen, Überwinterungsquartiere, Nisthilfen, Sitzstangen für Greifvögel sowie die Haltung von Nutztieren wie Hühner. Schädlingslarven werden auch von Hand abgesammelt oder durch Leimringe und Insektenschutznetze auf Abstand gehalten, Überwinterungsplätze, wie rissige Weichholzpfähle werden minimiert und Fallen z.B. mit Pheromonen (Sexuallockstoffe) kommen zum Einsatz (BLE, 2022b, 2023d; FÖKO, 2020, o. J.; Häseli, 2023).



Im Notfall sind im Öko-Obstbau Pflanzenextrakte, z.B. aus dem Neembaum (Azadirachtin), gegen Schädlinge zugelassen (BVL, 2011), wobei ihre Wirkung nicht so durchschlagend ist wie die chem.-synth. Mittel. Die ökologische Bewirtschaftung zielt nicht auf eine vollständige Schädlings- und Unkrautfreiheit ab, sondern darauf, ein Gleichgewicht zu bewahren und ein Überhandnehmen von Schädlingen zu verhindern (BLE, 2022b, 2023d; FÖKO, 2020).

82 | Kontrollen im konventionellen Landbau



Die Überwachung der Einhaltung der **Vorschriften im Pflanzenschutz-, Lebens- und Futtermittelrecht** erfolgt durch die **Bundesländer**. Bei Pflanzenschutzmittel betrifft dies das Pflanzenschutzgesetz (PflSchG), die europäische Verordnung über Pflanzenschutzmittel (1107/2009/EG) sowie die Umsetzung der Rahmenrichtlinie zur nachhaltigen Verwendung von Pestiziden (2009/128/EG) (UBA, 2023c). Die Umsetzung des PflSchG einschließlich Überwachung der Einhaltung obliegt den **nach Landesrecht zuständigen Behörden** (Pflanzenschutzdienste). Kontrollen können **unangemeldet** erfolgen. Lebens- und Futtermittelunternehmen sind verpflichtet, durch **Eigenkontrollen** sicherzustellen, dass nur Produkte, die den rechtlichen Vorschriften entsprechen, auf den Markt gelangen. Die Lebensmittel- und Futtermittelüberwachung analysiert Rückstände von Pflanzenschutzmitteln entlang der gesamten Lebensmittel- und Futtermittelkette (BMEL, 2020).

Landesbehörden und Wasserversorger prüfen regelmäßig Grundwasser, Oberflächenwasser und Rohwasser zur Trinkwassergewinnung auf Pflanzenschutzmittelrückstände. Das Julius-Kühn-Institut untersucht Bienen- und Pflanzenproben bei vermuteten Bienenschäden durch Pflanzenschutzmittel. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) wertet die Daten dieser Überwachungsprogramme aus und veröffentlicht die Berichte regelmäßig online. Das BVL kann bei Bedarf die Zulassung für ein Pflanzenschutzmittel ändern oder widerrufen. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) veröffentlicht Ergebnisse von Untersuchungen in einem EU-Jahresbericht. Dieser beinhaltet sowohl Ergebnisse des von der Europäischen Kommission koordinierten Programms als auch aus einzelstaatlichen Kontrollprogrammen (BMEL, 2020).

83 | Kontrollen im ökologischen Landbau



Alle Unternehmen, die ihre Produkte als Bio-Lebensmittel vermarkten wollen, müssen ein Öko-Zertifikat vorlegen. Am Beispiel von Bio-Apfelkeksen betrifft dies nicht nur die Apfelplantage, sondern alle Betriebe, die der Apfel und die anderen Zutaten durchlaufen wie Saatgutvermehrungsbetrieb, Mühle, Bäckerei, Einkaufsstätte usw. Alle Betriebe müssen sich bei einer zugelassenen Öko-Kontrollstelle anmelden, die wiederum von Behörden der Bundesländer überwacht werden (BLE, 2020). Bei der jährlichen Kontrolle in einem Betrieb wird vor Ort die **Einhaltung der EU-Rechtsvorschriften ([Nr. 2018/848](#)) für den ökologischen Landbau** geprüft (QR-Code):



Viele Betriebe treten zusätzlich einem der Bio-Anbauverbände, z.B. Bioland, Naturland oder Demeter bei, deren Richtlinien über die EU-Gesetze hinausgehen und beim Kontrolltermin ebenso abgeprüft werden (Bioland, 2023; Demeter, 2023; Naturland, 2023). Die Kontrollkosten tragen die Betriebe selbst.

Die jährlichen, angekündigten Kontrollen werden um **stichprobenartige und risikoorientierte Kontrollen** ergänzt. Jedes Jahr werden bei 5% der Betriebe einer Probenentnahme unterzogen. Bei begründetem Verdacht werden auch Produktproben bzw. Boden- oder Pflanzenproben genommen und Rückstandsanalysen durchgeführt. Besteht z.B. der Verdacht eines verbotenen Pflanzenschutzmitteleinsatzes werden Blatt- oder Warenproben analysiert, um Verstöße ggf. nachweisen zu können (Europäische Union, 2021; BLE, 2020).

84 | Bodenmanagement



Für den Apfelanbau sind **humushaltige Lehmböden** mit einem **pH-Wert von 6,0–7,5** geeignet. Die biologische Aktivität des Bodens sowie Verfügbarkeit vieler Nährstoffe ist vom pH-Wert abhängig. Bei einem zu niedrigem pH-Wert kann der **Mineraldünger Kalk** eingesetzt werden. Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor und Kalium sowie Spurenelemente werden in Form von **mineralischen Düngern** (z.B. Gesteinsmehle, Kalke, Kaliumsulfat, Schwefel und Spurenelementdünger), mitinbegriffen **chem.-synth., leichtlösliche Dünger** (Ammoniumsulfat, Superphosphat), und **organischen Düngern** (Kompost, gut verrotteter Mist, Gülle etc.) ausgebracht. Dabei besteht speziell beim Einsatz chem.-synth. und für den Boden falsch dosierter organischer Dünge- und Pflanzenschutzmittel das Risiko, dass die Bodenfruchtbarkeit reduziert wird oder verloren geht (BZL, 2023d; Kuster et al., 2017; Suard et al., 2023, UBA 2022c, 2023b).

Der Mitteleinsatz zielt vorrangig auf die Entwicklung der Apfelbäume ab, während der Boden vor allem eine Träger- und keine Nährfunktion hat. Damit gehen Speicherkapazitäten von u.a. Wasser und Kohlenstoff verloren, wofür ein hoher Humusgehalt im Boden benötigt würde (BZL, 2023d; Kuster et al., 2017; Suard et al., 2023, UBA 2022c, 2023b).



85 | Bodenmanagement



Für den Apfelanbau sind **humushaltige Lehmböden** mit einem **pH-Wert von 6,0–7,5** geeignet. Die biologische Aktivität des Bodes sowie Verfügbarkeit vieler Nährstoffe ist abhängig vom pH-Wert. Bei einem zu niedrigem pH-Wert kann der **Mineraldünger Kalk** eingesetzt werden. **Organische Düngung**, die von der Bodenfauna wie Regenwürmer, Pilze und Bakterien zu Humus abgebaut wird, fördert, richtig dosiert, die biologischen Bodeneigenschaften und -aktivitäten. Damit wird eine kontinuierliche Freisetzung von Nährstoffen wie Stickstoff begünstigt. Dies minimiert die Fahrtenanzahl und so die Gefahr von Bodenverdichtung. Humusgehalt und Krümelstruktur werden erhalten oder gar gesteigert. Als Dünger eignen sich z.B. gut verrotteter Kompost und Vinasse (fermentierte Melasse). Dauerbegrünung verringert außerdem den Unkrautbewuchs sowie das Erosionsrisiko. Die Bodenfruchtbarkeit ist im Bio-(Apfel-)Anbau aufgrund einer eingeschränkten Auswahl an Düngern und Pflanzenschutzmitteln entscheidend für hochwertige Erträge (BZL, 2023d; Kuster et al., 2017; Meng et al. 2016; Suard et al., 2023; UBA, 2022c, 2023b).

In Studien zeigte sich: **Böden im ökologischen Landbau sind im Vergleich zum konventionellen im Schnitt fruchtbarer**. Deutlich mehr Regenwürmer und mikrobielle Organismen wie Rhizobien (Knöllchenbakterien, die Stickstoff aus der Luft binden) leben in ökologisch bewirtschafteten Böden, die Versauerung ist geringer und mehr Wasser kann gespeichert werden (Meng et al. 2016; Sanders et al. 2019).



86 | Laubmanagement



Im Frühjahr werden die abgefallenen Blätter entfernt, um Infektionen mit dem Schorfpilz zu verringern, der auf Blättern überwintern kann. Auch Pflanzenschutzmittel kommen zum Einsatz, um den Befallsdruck zu reduzieren. Einer **Versauerung** des Bodens wird ebenso entgegengewirkt, die durch die Zersetzung von Laub und verrottenden Früchten entstehen kann. **Fallobst** wird zudem regelmäßig aufgesammelt, um dem Einnisten des Apfelwicklers vorzubeugen. Zur Entfernung von Laub und Fallobst werden Laubsaug- und Obsterntegeräte verwendet. **Befallsstellen**, wie vom Mehltau infizierte Triebe, werden bei Schnitten im Frühjahr und Sommer regelmäßig mit entfernt (FÖKO, 2020).

Im konventionellen Anbau werden zudem chem.-synth. Herbizide für das Freihalten der Baumstreifen von Laub und von Bewuchs eingesetzt (FÖKO, 2020).



87 | Laubmanagement



Im Frühjahr werden die abgefallenen Blätter entfernt, um Infektionen mit dem Schorfpilz zu verringern, der auf Blättern überwintern kann. Auch Pflanzenschutzmittel kommen zum Einsatz, um den Befallsdruck zu reduzieren. Einer **Versauerung** des Bodens wird ebenso entgegengewirkt, die durch die Zersetzung von Laub und verrottenden Früchten entstehen kann. **Fallobst** wird zudem regelmäßig aufgesammelt, um dem Einnisten des Apfelwicklers vorzubeugen. Zur Entfernung von Laub und Fallobst werden Laubsaug- und Obsterntegeräte verwendet. **Befallsstellen** wie vom Mehltau infizierte Triebe werden bei Schnitten im Frühjahr und Sommer regelmäßig mit entfernt (FÖKO, 2020).

Im ökologischen Anbau sind chem.-synth. Herbizide für das Freihalten der Baumstreifen von Laub und von Bewuchs nicht zugelassen. Stattdessen wird **Vinasse** (Hefespritzung) zum Zeitpunkt des Laubabfalls eingesetzt, um den Laubabbau zu beschleunigen und den Schorfbefall zu reduzieren. Vinasse ist ein honigartiger dunkelbrauner Sirup, der als Folgeerzeugnis nach dem Fermentieren von Melasse entsteht. Außerdem wird der Boden mechanisch bearbeitet, wie das Einarbeiten von Blattresten in den Boden zur Reduktion von Sporen (FÖKO, 2020).



88 | Verpackungsmaterialien



2016 waren 55 % des Obstes in Geschäften verpackt (BZL, 2022). Verpackungen für Lebensmittel, darunter **Kunststoff, Glas, Papier, Pappe, Aluminium und Weißblech**, dürfen keine gefährlichen Stoffe auf das Lebensmittel übertragen (EP, 2004). Bei Bio-Produkten gelten keine besonderen Anforderungen seitens der EU. Die meisten **Öko-Anbauverbände** haben jedoch eigene Richtlinien wie das Verbot schwer abbaubarer Kunststoffe (z.B. PVC) und die Verwendung von Aluminium nur in Ausnahmefällen.

Verpackungsmaterialien **schützen** Lebensmittel vor äußeren Einflüssen und können damit vor wirtschaftlichen Kosten wahren. In unterschiedlichem Maß **belasten** Sie aber auch die **Umwelt** bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung. Zu nachhaltigeren Verpackungen gehören solche ohne Aluminium, „Natural Branding“ (Lasern der Schale), bestimmte bio-basierte Kunststoffe und Gläser im Mehrweg (BZL, 2022; BLE, 2023a). Zu bedenken sind erhöhte Transportkosten bei schweren Verpackungsmaterialien wie Glas (BÖLW, 2010).

Über die Verpackung, die es häufig nicht bräuchte, und die Bedruckung wird oftmals versucht, „natürliche“, „nachhaltige“ oder „umweltfreundliche Produkte zu bewerben. Während diese Bezeichnungen auf praktisch jedes landwirtschaftliche Erzeugnis geschrieben werden dürfen, sind **„biologisch“** und **„ökologisch“** geschützte Begriffe, die einer strengen Kontrolle unterliegen (BÖLW, 2022).

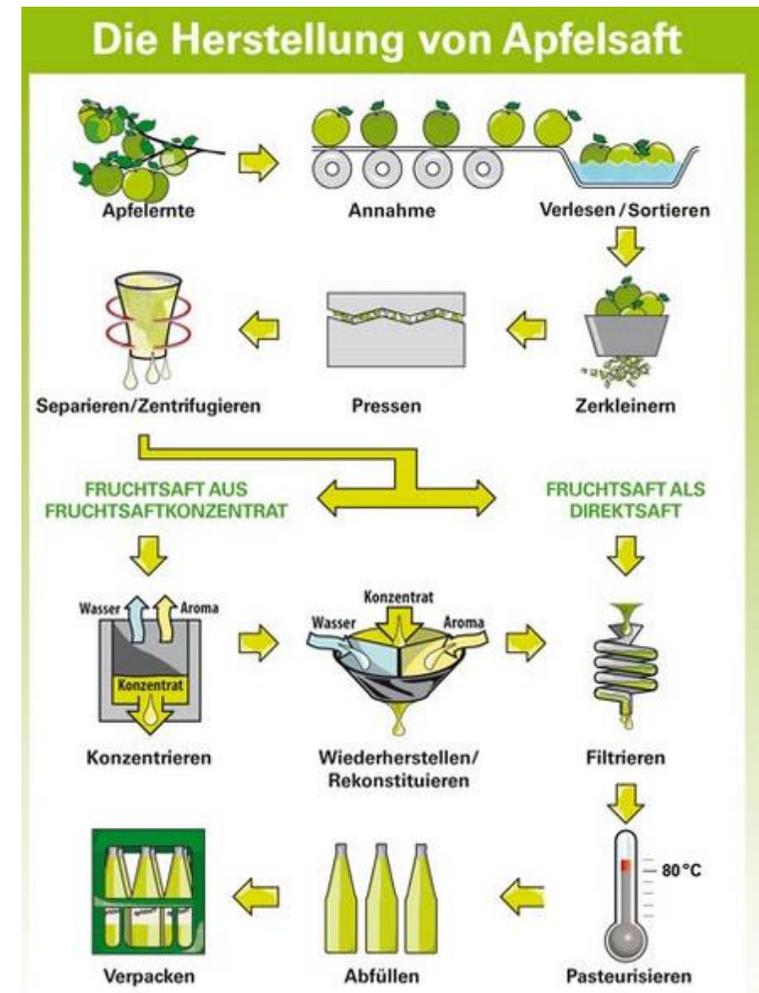


92 | Herstellung von Apfel-Direktsaft



Für die Direktsaftherstellung werden die Früchte zunächst gewaschen und verlesen. Anschließend werden sie in einer Mühle zur Maische vermahlen. Dabei werden Enzyme zugesetzt, die Stärke und Pektine abbauen, sodass die Saftausbeute erhöht werden kann. Danach wird die Maische in einer Presse entsaftet. Dabei entsteht Apfelsaft mit Fruchtfleisch. Durch das darauffolgende Zentrifugieren wird der Saft von Schalenresten und Fruchtfleisch getrennt. Der Saft wird für wenige Sekunden auf 85°C erhitzt (pasteurisiert), damit dieser nicht gärt. Schließlich kann der naturtrübe Direktsaft abgefüllt werden. Alternativ kann dieser zu klarem Apfelsaft filtriert werden (Felgentreff et al., 2023).

Der Einsatz von Konservierungsstoffen oder Zucker in Fruchtsäften ist verboten. In einem Liter Direktsaft stecken etwa sieben Äpfel (1,5 kg) (Felgentreff et al., 2023; Maschkowski et al., 2023b).

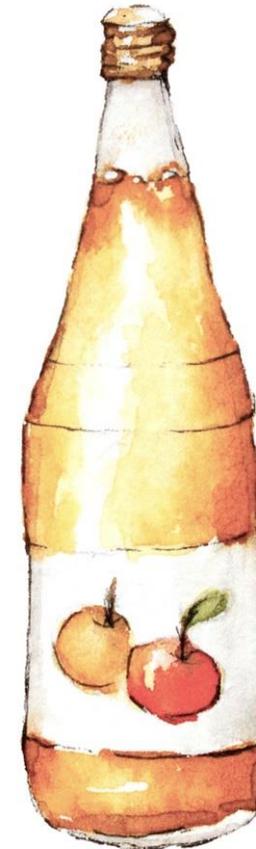


Bildquelle: VdF (2013b)

93 | Herstellung von Apfelsaftkonzentrat



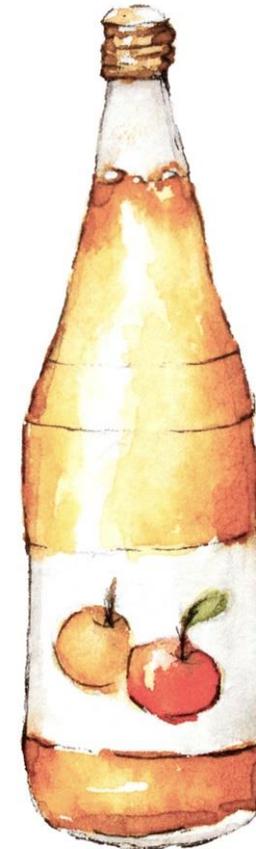
Der Bedarf an Apfelsaft übersteigt die Produktion in Deutschland. Deshalb werden Apfelsaft und -konzentrat aus China, Polen, Österreich, Ungarn und Italien importiert. Für eine platzsparende Lagerung und Transportierung werden dem Direktsaft Wasser und Aroma entzogen (Felgentreff et al., 2023). Der Entzug muss dabei mind. 50% betragen (BMJ, 2013a). Bevor der Saft in den Handel kommt, wird die gleiche Menge an Flüssigkeit, fruchteigenes Aroma und ggf. Fruchtfleisch dem Konzentrat wieder hinzugegeben. Der Saft wird dann abgefüllt und pasteurisiert (das Erhitzen für wenige Sekunden auf 85°C, um eine Gärung zu vermeiden). Der Gehalt von 100 % Fruchtsaft bleibt dadurch erhalten (Felgentreff et al., 2023). Der Einsatz von Konservierungsstoffen und Zucker ist verboten (Maschkowski et al., 2023b).



94 | Apfelsaft



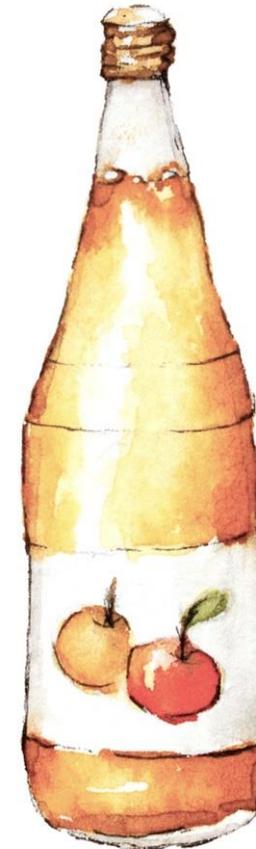
Apfelsaft muss laut Fruchtsaft-, Erfrischungsgetränke- und Teeverordnung (FrSaftErfrischGetrTeeV) einen **Mindestsäuregehalt von 4 g/l** aufweisen (BMEL, 2023c). Das Aroma eines Apfels wird stark durch das Verhältnis von Zucker zu Säure geprägt. Boskoop (11 %) zählt zu den säurereichsten Sorten, Gala und Delbarestivale (4 %) zu den säureärmsten. Auch Gloster (5 %), Golden Delicious (6 %), Idared und Jonagold (6 %) liegen am unteren Ende der Skala. Hoch im Zuckergehalt sind Sorten wie Boskoop (15 %), Fujj (16 %) und Rubinette (16 %) auf (Buchter et al., 2020).



95 | Apfelnektar



Apfelnektar ist verdünnter Fruchtsaft, der meist aus Apfelsaftkonzentrat und seltener aus Apfel-Direktsaft hergestellt wird. Bis zu 20 % Zucker verschiedener Arten oder Honig darf Apfelfruchtnektar laut Fruchtsaft-, Erfrischungsgetränke- und Teeverordnung (FrSaftErfrischGetrTeeV) zur Süßung zugesetzt werden. Apfelfruchtnektar muss mindestens einen Fruchtanteil von 50% aufweisen (BMEL, 2023c; Maschkowski et al. 2023b).





Äpfel können abhängig von Sorte und Reifegrad direkt nach der Ernte in **Kühl- oder CA-Lagern** (Controlled Atmosphere) eingelagert werden: Niedrige Temperaturen (0 – 4°C), niedriger Sauerstoffgehalt, hoher Kohlendioxidgehalt und konstante Luftfeuchtigkeit **hemmen das apfeleigene Reifegas Ethylen** und verlangsamen damit den Alterungsprozess. Die Äpfel bleiben monatelang frisch. Nach Auslagerung sollten die Äpfel jedoch innerhalb von 14 Tagen verbraucht werden, da Reife- und Alterungsprozess nach der Kühlung beschleunigt ist (BZL, 2023b, 2023h; Fraundorfer, 2021; Gabioud et al., 2006). Auch 1-Methylcyclopropen (Handelsname z.B. SmartFresh™) ist im konventionellen Betrieb erlaubt, das die Bildung des pflanzeigenen Ethylens und die Wirksamkeit des Ethylens aus der Umgebungsluft hemmt. Derart gelagerte Äpfel lassen sich über Monate hinweg sowie nach Entlagerung länger „frisch“ anbieten (Gabioud et al., 2006).

Um Äpfel vor dem Austrocknen zu schützen und damit ihre Haltbarkeit zu erhöhen, dürfen gemäß dem EU-Zusatzstoffrecht Äpfel nach der Ernte mit bestimmten, gesundheitlich unbedenklichen Wachsen wie Bienenwachs (E 901) oder Schellack (E 904) behandelt werden (verpflichtend gekennzeichnet mit „gewachst“). Viele Apfelsorten entwickeln von Natur aus in unterschiedlicher Stärke eine **Wachsschicht**, die Kutikula. Sorten wie Granny Smith und Jonagold haben eine dicke, fettig anfühlende Wachsschicht (Rösch et al., 2022).



99 | Lagerung



Äpfel können abhängig von Sorte und Reifegrad direkt nach der Ernte in **Kühl- oder CA-Lagern** (Controlled Atmosphere) eingelagert werden: Niedrige Temperaturen (0 – 4°C), niedriger Sauerstoffgehalt, hoher Kohlendioxidgehalt und konstante Luftfeuchtigkeit **hemmen das apfeleigene Reifegas Ethylen** und verlangsamen damit den Alterungsprozess. Die Äpfel bleiben monatelang frisch. Nach Auslagerung sollten die Äpfel jedoch innerhalb von 14 Tagen verbraucht werden, da Reife- und Alterungsprozess nach der Kühlung beschleunigt ist (BZL, 2023b, 2023h; Fraundorfer, 2021; Gabioud et al., 2006). Die Verwendung des Lagergases 1-Methylcyclopropen (Handelsname z.B. SmartFresh™) ist bei Bio-Äpfeln nicht erlaubt (BZL, 2023h).

Um Äpfel vor dem Austrocknen zu schützen und damit ihre Haltbarkeit zu erhöhen, werden konventionelle **Äpfel mit Wachs behandelt. Bei Bio-Ware ist das untersagt** (vbz, 2023.). Viele Apfelsorten entwickeln von Natur aus in unterschiedlicher Stärke eine Wachsschicht, die Kutikula. Sorten wie Granny Smith und Jonagold haben eine dicke, fettig anfühlende Wachsschicht (Rösch et al., 2022).



101 | Energieaufwand der Lagerung



Die Lagerung im Kühllager ist energieaufwendig. Nach dem Ende der Erntezeit in Deutschland (Ende Oktober) können keine frischen Äpfel aus der Region angeboten werden. Heimische Äpfel, die im Frühsommer im Obstregal liegen, haben demnach mindestens ein halbes Jahr Kühllager hinter sich. Die Umweltbilanz von Äpfeln wird wegen des Energieaufwandes mit jedem Lagertag schlechter. Durch die Nutzung regenerativer Energien, z.B. Wind- und Solarstrom, verbessert sich die Klimabilanz der gelagerten Äpfel (BZL, 2023b, 2023h).

Lagerung und Transport der Äpfel sind die bedeutendsten Faktoren für die Treibhausgasemissionen in der Apfelwertschöpfungskette. Als Konsument*in kann man die eigene Klimabilanz verbessern, indem man lokale Äpfel dann konsumiert, wenn sie Saison haben (Juli bis Oktober). Man kann Äpfel auch in einem kühlen Keller mit hoher Luftfeuchtigkeit bis in das Frühjahr lagern, wenn man bereit ist, Einbußen in der äußeren Qualität in Kauf zu nehmen (BZL, 2023b, 2023h; Rösch & Müller, 2023).

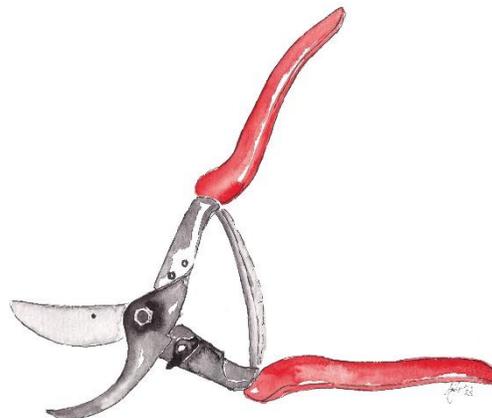


104 | Maschineneinsatz beim Apfelanbau



Zu den Spezialgeräten im Apfelanbau gehören **Mulchgeräte**. Durch sie wird das Nachwachsen von Beikräutern reduziert. Das Mulchgerät schneidet oder häckselt Grünmasse ab. Beim Häckseln wird diese zerkleinert und verbleibt auf der Fläche, wo sie geschnitten wird (AgroComTech, o.D.; FÖKO, 2020).

Andere Geräte sind beispielsweise **Multi-Streuer** zum Streuen von Kompost, Dünger, Kalk oder Holzspänen. Diese werden vom Traktor durch die Baumreihen befördert und angetrieben, um Kompost oder andere Biomasse am Fuß der Bäume zu verteilen. **Selbstfahrende** und **gezogene Geräte** sowie **Arbeitsbühnen** mit Kompressoren werden zur Ernte, zum Schnitt und zur Behangsregulierung eingesetzt. **Fadengeräte** helfen bei der mechanischen Fruchtausdünnung und Beikrautregulierung. **Sprühgeräte** werden genutzt, um flüssige Pflanzenschutzmittel auszubringen (AgroComTech, o.D.; FÖKO, 2020).

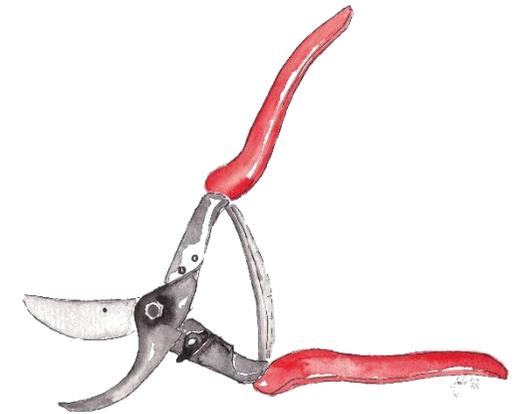


105 | Maschineneinsatz beim Bio-Apfelanbau



Zu den Spezialgeräten im Apfelanbau gehören **Mulchgeräte**. Durch sie wird das Nachwachsen von Beikräutern reduziert. Das Mulchgerät schneidet oder häckselt Grünmasse ab. Beim Häckseln wird diese zerkleinert und verbleibt auf der Fläche, wo sie geschnitten wird (AgroComTech, o.D.; FÖKO, 2020).

Andere Geräte sind beispielsweise **Multi-Streuer** zum Streuen von Kompost, Dünger, Kalk oder Holzspänen. Diese werden vom Traktor durch die Baumreihen befördert und angetrieben, um Kompost oder andere Biomasse am Fuß der Bäume zu verteilen. **Selbstfahrende** und **gezogene Geräte** sowie **Arbeitsbühnen** mit Kompressoren werden zur Ernte, zum Schnitt und zur Behangsregulierung eingesetzt. **Fadengeräte** helfen bei der mechanischen Fruchtausdünnung und Beikrautregulierung. **Sprühgeräte** werden genutzt, um flüssige Pflanzenschutzmittel auszubringen (AgroComTech, o.D.; FÖKO, 2020).



Im Bioanbau werden **mechanische Geräte zur Baumstreifenbehandlung** (Entfernung des Bewuchs unter und zwischen den Baumreihen) eingesetzt. In der Regel ist ein Bearbeitungsgang pro Monat erforderlich in der Zeit von April bis September (AgroComTech, o.D.; FÖKO, 2020; Rolker, 2021).