



Noemi Stadler-Kaulich

# Dynamischer Agroforst

Fruchtbarer Boden,  
gesunde Umwelt, reiche Ernte

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	11
<b>1 Agroforst: Was ist das?</b>	15
1.1 Bedeutung von Agroforst	15
1.2 Definition und Eingrenzung von Agroforst	19
<b>2 Agroforst: Sinn und Zweck</b>	24
2.1 Der Baum und seine Wirkungen auf die menschliche Gesundheit	25
2.2 Der Baum und seine Ökosystemdienstleistungen	28
2.3 Baumvielfalt auf dem Feld	35
<b>3 Der Baum – seine Sinnesleistungen und mehr</b>	38
3.1 Die fünf Sinne des Baumes	39
3.2 Die Intelligenz des Baumes	42
<b>4 Viele Bäume – Intelligenz im Netzwerk</b>	45
4.1 Begleitpflanzen	46
4.2 Synergien in einer Baum- und Strauchgruppe	49
<b>5 Was passiert unter der Erde?</b>	56
5.1 Erdboden	56
5.2 Bodenfruchtbarkeit	60
5.3 Bodenleben	61
5.4 Besonderheiten im Wurzelraum	65
<b>6 Gesunder Boden – gesunde Pflanzen</b>	76
6.1 Organische Bodensubstanz	77
6.2 Wurzelsymbionten	78
6.3 Von Mulch zu Humus	80
6.4 Kompost	84
6.5 Bodenbelebung	91
<b>7 Was passiert über der Erde?</b>	95
7.1 Artendiversität	95
7.2 Dichte Bepflanzung	97

<b>8</b>	<b>Dynamische Agroforstwirtschaft – Herleitung und Prinzipien</b>	103
	8.1 Unterschied zwischen Agroforstwirtschaft und dynamischer Agroforstwirtschaft	103
	8.2 Kombination von Pflanzenarten	109
	8.3 Parameter für die Artenzusammenstellung	112
<b>9</b>	<b>Implementierung einer dynamischen Agroforstparzelle</b>	123
	9.1 Planung der dynamischen Agroforstparzelle	123
	9.2 Pflanzmaterial	126
	9.3 Parzellenfläche	128
	9.4 Ausmessung der Fläche	130
	9.5 Anfertigung einer Skizze für Aussaat- und Pflanzung	131
	9.6 Einzäunung der Parzelle	136
	9.7 Vorbereitung der Pflanzlöcher	136
	9.8 Auspflanzung	138
	9.9 Vorbereitung der Saatbeete	143
	9.10 Bäume auf dem Acker	144
<b>10</b>	<b>Management einer dynamischen Agroforstparzelle</b>	147
	10.1 Formel der dynamischen Agroforstwirtschaft	148
	10.2 Selektives Säubern der Parzelle	149
	10.3 Mulchen	150
	10.4 Bewässern	151
	10.5 Schnitt	153
	10.6 Weißanstrich	163
	10.7 Ernten	164
<b>11</b>	<b>Tierhaltung in der dynamischen Agroforstparzelle</b>	166
	11.1 Geflügel	166
	11.2 Weidetiere	169
	11.3 Bestäuberinsekten	177

<b>12</b>	<b>Bonusfaktoren des Dynamischen Agroforstes</b>	179
	12.1 Fragmentiertes Zweigholz	180
	12.2 Pflanzenkohle	188
<b>13</b>	<b>Förderung von Agroforstsystemen</b>	202
	13.1 Europäische Union	204
	13.2 Deutschland	207
	13.3 Österreich	212
	13.4 Schweiz	213
<b>14</b>	<b>Beispielhafte dynamische Agroforstparzellen</b>	215
	14.1 Utes Dreieck in Sieben Linden	215
	14.2 Dynamischer Agroforst in Jakobs Hausgarten	219
	14.3 Dynamischer Agroforst auf zwei vergrößerten Baumscheiben	231
	14.4 Dynamischer Agroforst auf einem Acker in Hanglage	238
<b>15</b>	<b>Pflanzenbeschreibungen für dynamische Agroforstparzellen in Mitteleuropa</b>	246
<b>16</b>	<b>Zusammenfassung – Dynamischer Agroforst</b>	260
<b>17</b>	<b>Zusammenfassung – Implementierung einer dynamischen Agroforstparzelle</b>	266
<b>18</b>	<b>Überlegungen zum Dynamischen Agroforst</b>	268
<b>19</b>	<b>Faszination Bolivien</b>	276
<b>20</b>	<b>Agroforst in Lateinamerika</b>	281
<b>21</b>	<b>Mollesnejta – Combuyo</b>	295
<b>22</b>	<b>Agroforstparzellen in Mollesnejta</b>	305
<b>23</b>	<b>Forschung und Lehre</b>	318
<b>24</b>	<b>Das verheerende Feuer</b>	336
<b>25</b>	<b>Jetzt erst recht!</b>	342

<b>26</b>	<b>Mutter Erde kleidet sich gerne bunt</b>	348
<b>27</b>	<b>Pflanzenporträts</b>	352
	27.1 Mollebaum ( <i>Schinus molle</i> )	352
	27.2 Blutblume ( <i>Scadoxus multiflorus</i> ssp. <i>katharinae</i> )	355
	27.3 Ginkgobaum ( <i>Ginkgo biloba</i> )	357
	27.4 Walnussbaum ( <i>Juglans</i> ssp.)	358
	27.5 Eukalyptusbaum ( <i>Eucalyptus globulus</i> )	359
<b>28</b>	<b>Glossar</b>	362
<b>29</b>	<b>Quellennachweise</b>	370
<b>30</b>	<b>Schlussbemerkung und ein großes Dankeschön an alle Mitwirkenden</b>	390

# Vorwort

SARS-CoV-2, umgangssprachlich Coronavirus genannt, hat den Ausschlag gegeben, dieses Buch zu schreiben. Üblicherweise vermittele ich mein Wissen einer interessierten Gruppe sprechend, aber in dieser Zeit war es untersagt, andere Menschen zu treffen. Kundige Stimmen mahnen, dass derartige Krankheiten durch die Zerstörung von Biotopen zahlreicher werden. Der Ökologe und Wirtschaftswissenschaftler Joachim Spangenberg sagte in einem Interview im März 2020 anlässlich des Coronavirus: »Die Wahrscheinlichkeit von Pandemien steigt mit zunehmender Vernichtung von Ökosystemen und Biodiversität.« (1)

Die Industrialisierung der Landwirtschaft ist einer der Hauptverursacher von Biodiversitätsverlust, Ökosystemvernichtung und Klimaveränderungen. Die versteckten Kosten einer Lebensmittelproduktion mit hohem Industrialisierungsgrad und Hilfsmitteln, die die Umwelt beeinträchtigen, treten inzwischen deutlich zutage<sup>1</sup> (2). Wenn dagegen die Prinzipien der Natur Beachtung finden, wie zum Beispiel der Mischanbau, führt dies nachweislich zu einem Mehrertrag gegenüber der Rein- oder Monokultur (3).

Dieses Sachbuch wendet sich in allgemein verständlicher Formulierung an eine breite Leserschaft, die einer gemeinsamen Frage nachgeht: Wie kann ich meine Scholle nutzen und gleichzeitig einen fruchtbaren, produktiven Boden haben?

Das betrifft sowohl Landwirte mit und ohne Nutztiere, als auch Gemüsebauern und Gartenbesitzer. Im Januar 2021 ist im Deutschen Bundestag die Förderung von agroforstlich genutzten Ackerflächen und Grünland beschlossen worden, in Österreich hat BIO-Austria das Thema »Agroforst« entdeckt und in der Schweiz können Landwirte seit 2020 Direktzahlungen für permakulturell bewirtschaftete Flächen beantragen, Agroforstsysteme inbegriffen. Alle, die in Zeiten von Biodiversitätsverlust und Klimaveränderungen nach einer Möglichkeit suchen, unbelastete Lebensmittel zu erzeugen und gleichzeitig das Klima zu schützen sowie dem Boden etwas

---

<sup>1</sup> Ein Beispiel: 1 Kilogramm Stickstoffdünger kostet auf dem Markt rund 0,25 Euro. Seine Herstellung verursacht 7 Kilogramm Kohlendioxid, dessen Folgeschäden mit etwa 0,70 Euro beziffert werden. Insofern liegt der wahre Preis für 1 Kilogramm Stickstoffdünger bei 0,95 Euro.

Gutes anzutun, sind eingeladen, Dynamischen Agroforst kennenzulernen. Zudem unterstützt diese Produktionsmethode – wie von der UN für die Dekade 2021 bis 2030 gefordert – die Wiederherstellung der lokalen Ökosysteme.

Die Landbautechnik Dynamischer Agroforst habe ich über Umwege kennengelernt. Nach Beendigung des Studiums der Internationalen Agrarwirtschaft an der Universität Kassel/Witzenhausen im Jahr 1981 war ich in der Entwicklungszusammenarbeit tätig. Zum Thema Agroforst kam ich zu Beginn der 2000er-Jahre im semiariden Hochland von Bolivien.

Als mein Wissen über die Grundsätze des Dynamischen Agroforstes in der Andenregion gefestigt war, begann ich mich mit Ökosystemen in anderen Erdteilen zu befassen. Dabei konnte ich feststellen, dass die Prinzipien in den verschiedenen Erdregionen – egal, ob tropischer Regenwald, semiaride Hochtäler oder gemäßigte Breiten – die gleichen sind. Allein die Pflanzenarten unterscheiden sich.

Dieses Buch nähert sich der Landnutzungsmethode Dynamischer Agroforst über die Beschreibung der ausdauernden Pflanzen: Büsche und Bäume. Sie sind heute vom Acker weitestgehend verbannt. Das Studium der Agrarwirtschaft genauso wie die technische Ausbildung zum Landwirt berücksichtigen Bäume, ausgenommen die gängigen Obstgehölze, nicht. Die Ursache für den aktuellen Verlust fruchtbaren Bodens ist unter anderem diese Trennung zwischen Landwirtschaft und Forstwirtschaft. Beide Bereiche müssen wieder zusammen betrachtet und als Einheit in der landwirtschaftlichen Praxis und Ausbildung berücksichtigt werden.

Meine Kenntnisse beruhen auf jahrelangen praktischen Erfahrungen in der Planung, Etablierung und Pflege von Agroforstparzellen, gestützt durch wissenschaftliche Studien. Doch eine wichtige Erkenntnis lautet: Beim Dynamischen Agroforst gibt es kein Patentrezept. Die Natur hält immer wieder Überraschungen bereit. Basierend auf Grundlagenwissen, wie es in diesem Buch vermittelt wird, muss sich jede agroforstlich interessierte Person für ihren persönlichen Standort ihr eigenes Handlungswissen erarbeiten. Dies gelingt, indem Agroforst »begriffen« wird, man also selbst Hand anlegt. Agroforstliche Praxis ist schwer in Worte zu fassen, denn sie beruht nicht nur auf beschreibbaren Prozessen, sondern auch auf Intuition. Wenn zum Beispiel in einer Agroforstparzelle mein Blick auf einer bestimmten Pflanze haften bleibt, verstehe ich dies als einen Hinweis, dass dort handelnd eingegriffen

werden sollte. Möglicherweise hängt ein Zweig des Begleitbaumes\* über dem Haupttrieb des benachbarten Obstgehölzes und sollte entfernt werden. Doch der Reihe nach ...

Für Kritik, Fragen und Anregungen stehe ich gerne jederzeit zur Verfügung unter: [nstadlerkaulich@gmail.com](mailto:nstadlerkaulich@gmail.com).

Ich wünsche viel Freude beim Lesen und großen Erfolg bei der Umsetzung.

*Mollesnejta, 2021*

## Agroforst: Sinn und Zweck

Klimawandel, Bodenerosion, Verlust der Biodiversität, kontaminiertes Trinkwasser und Engpässe beim Bewässerungswasser für die landwirtschaftliche Produktion sind – global gesehen – offenkundige Probleme der heutigen Zeit. Die großräumige Industrielandwirtschaft ist durch ihren Ressourcenverbrauch Mitverursacher der oben genannten Übel, genauso wie der wettbewerbsintensive Markt für Lebensmittel. Es sind nicht die Landwirte für die aufgezählten Missstände verantwortlich, sondern vielmehr die Rahmenbedingungen. Die ökonomische Weichenstellung zwingt zu einer Optimierung der Nahrungsmittelproduktion in Richtung Menge. Eine Kuh hat so viel Milch zu geben, dass in der Folge ihre Fruchtbarkeit darunter leidet. Die Preise für konventionelle Lebensmittel enthalten in der Regel nicht die Folgekosten ihrer Produktion. Dazu zählen der Verlust der Biodiversität genauso wie die steigenden Krankheitskosten durch synthetische Agrarhilfsmittel und die Aufbereitung von Trinkwasser, das durch Überdüngung mit Nitrat kontaminiert ist. Niedrigpreisige Angebote, die wiederum zur Perpetuierung dieser wenig zukunftsträchtigen Produktionsweise beitragen, locken die Konsumenten. Bei der Lebensmittelerzeugung wird das Verursacherprinzip vernachlässigt (1).

Die Landwirtschaft ist auf die natürlichen Ressourcen Boden, Wasser und Biodiversität angewiesen. Die sogenannte konventionelle Landwirtschaft schadet mit ihrem industrieähnlichen Konzept sich selbst. Das für die menschliche Ernährung grundlegende Kapital Boden wird durch diese fehlgeleitete Nutzung vernichtet! Als Ergebnis ist das »gute Leben«<sup>2</sup> der zukünftigen Generationen in Gefahr (2).

Die Natur zeigt uns, dass es auch anders geht. Eine Nahrungsmittelproduktion gemäß naturgemäßen Prinzipien kann Lösungsansätze für die auf-

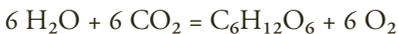
<sup>2</sup> Gutes Leben als wörtliche Übersetzung des »Vivir Bien« der indigenen Völker in der Andenregion mit der Bedeutung von »würdiges Leben im Kontext der lokalen Kultur und in Harmonie mit der Umwelt«.

gezeigten Probleme bieten. Oder anders gesagt: Naturnahe Landwirtschaft kann die Erwärmung des Planeten reduzieren, eine artenreiche Flora und Fauna beheimaten, Bodenfruchtbarkeit verbessern, Wasserverknappung lindern und die Gesundheit des Menschen fördern. Dynamischer Agroforst ermöglicht eine gesunde Nahrungsmittelproduktion und gleichzeitig unbelastetes Wasser, fruchtbaren Boden und eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt. Wir Menschen ziehen aus einer intakten Natur lebensunterstützenden Nutzen. Jeder einzelne dieser von uns in der Regel als selbstverständlich wahrgenommenen Bonusfaktoren nennt sich Ökosystemdienstleistung\*. Die Inklusion von Büschen und Bäumen in die Landwirtschaft erhöht die Qualität und Quantität dieser Ökosystemdienstleistungen. Die folgende Aufzählung würdigt die verholzende Vegetation im Einzelnen.

## 2.1

### Der Baum und seine Wirkungen auf die menschliche Gesundheit

**Sauerstoff** benötigen Mensch und Tier zum Leben. Ein natürlicher Output der Vegetation sind Sauerstoffmoleküle, die als Reststoff der Fotosynthese aus den Blättern der Pflanzen in die Atmosphäre abgegeben werden. Bei dieser Reaktion bilden Kohlendioxid der Luft und Wasser aus dem Boden mithilfe von Sonnenlicht Zuckermoleküle. Sauerstoffmoleküle bleiben übrig, unsere Luft zum Atmen. Die Formel lautet:



**Luftreinigung:** Das Blattwerk filtert Bakterien, Pilzsporen, Pollen, Staub und Gase, ja sogar radioaktive Stoffe aus der Luft. Büsche und Bäume tragen wesentlich zur Reinhaltung der Luft bei (3).

**Gesunde Ernährung:** Der Apfelbaum produziert Äpfel, der Haselstrauch Nüsse und der Johannisbeerstrauch Beeren. Unter der auswählenden Hand des Menschen sind innerhalb von Generationen viele verschiedene Obst- und Nussgehölze entstanden, die neben Getreide und Gemüse wertvolle vitaminreiche Lebensmittel liefern. Ihre Blüten sind mit Nektar und Pollen wichtige Bienennahrung, und der gewonnene Honig ist wiederum ein geschätztes Naturprodukt für uns Menschen.



*Schaubild 2.1:*  
Wirkung des Baums auf die menschliche Gesundheit

In den 1960er-Jahren hat die grüne Revolution mit ihrer Entwicklung landwirtschaftlicher Hochertragssorten im Paket mit Agrarchemie der Landwirtschaft den Kunstdünger beschert. Dieser deckt zwar den Makronährstoffbedarf einer Pflanze, vernachlässigt jedoch die unerlässlichen Spurenelemente. Kunstdünger enthält überwiegend den pflanzlichen Hauptnährbestandteil Stickstoff. Dieser führt zu voluminösem, wenig geschmackvollem Gemüse und Obst wie auch zu großen, prallen Getreidekörnern mit dickem, stärkegefülltem Mehlkörper. Der nährstoffreiche Keimling verändert seine Größe jedoch nicht. Zusammen mit der Aleuronschicht, der äußeren Hülle der Getreidekörner, ist der Keimling der eigentliche Träger von lebenswichtigen Substanzen wie Eiweiß, Fetten, Vitaminen und Mineralien. So erntet man unter Kunstdüngereinsatz zwar eine große Menge Getreide, jedoch in Relation zum Gewicht wenig substanzreiche Nährstoffe. Die heute unter Kunstdüngeranwendung geernteten Getreideprodukte enthalten weniger Proteine und haben einen geringeren Gehalt an wertvollen Spurenelementen als jene

Mitte des vorigen Jahrhunderts. Dasselbe gilt für das heute geerntete Obst und Gemüse aus konventionellen landwirtschaftlichen Betrieben (4).

Ein artenreiches Pflanzenkonsortium\* in einem dynamischen Agroforstsystem benötigt zum Fruchten keinen Kunstdünger. Es wird über verschiedenartige Symbioseeffekte bedarfsgerecht mit Nährstoffen versorgt. In diesem intakten und diversen Umfeld verfügt die Pflanzengesellschaft über die notwendigen Abwehrkräfte gegen Krankheiten und Schadinsekten. Vor Krankheit schützende Substanzen in einer Pflanze heißen sekundäre Pflanzenstoffe. Diese sind auch gesundheitsfördernde chemische Verbindungen für uns Menschen (5). Nahrungsmittel aus agroforstlichem Anbau sind deshalb auf mehrfache Weise vorteilhaft für die menschliche Ernährung. Zum einen versorgen sie die Konsumenten mit dem ursprünglichen Gehalt an essenziellen Nährstoffen und enthalten darüber hinaus die Gesundheit unterstützende sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe. Des Weiteren sind diese Produkte in der Regel nicht mit synthetischen Agrarhilfsmitteln kontaminiert.

**Gesundheitsfördernde Stoffe der Blätter:** Bäume und Sträucher sind über eine weitere Dimension von Vorteil für die Gesundheit des Menschen. Sie bereichern die Luft mit gesundheitsfördernden Stoffen an. Ihre Blätter scheiden Terpene aus, die der Mensch beim Waldspaziergang durch die Nase und über die Haut aufnimmt. Diese flüchtigen organischen Substanzen tragen zur Gesundheitserhaltung bei und fördern die Heilung bei Krankheiten, da sie das menschliche Immunsystem anregen. Unter anderem werden durch ihre Assimilation vermehrt aktive Krebskillerzellen gebildet. Aus diesem Grund ist es in Japan üblich, dass erkrankte Personen von ihrem Arzt »Waldbaden« verschrieben bekommen. Bei einigen Bäumen, wie zum Beispiel dem Eukalyptus, werden die Terpene als Duft wahrgenommen (6).

**Wohlfühlfaktor Baum:** Eine Untersuchung in der kanadischen Stadt Toronto ergab, dass Straßenbäume die Gesundheit der Stadtbewohner signifikant verbessern. Die Menschen leiden weniger häufig an Herz-Kreislauf-Erkrankungen und fühlen sich auch gesünder im Vergleich zu Städtern in baumlosen Straßenzeilen (7). Eine andere Studie belegte, dass Patienten in Krankenzimmern mit Ausblick auf Bäume weniger Schmerzen hatten und schneller gesund wurden als Patienten mit vergleichbarer Erkrankung ohne Blick auf Vegetation (8).

## 2.2

### Der Baum und seine Ökosystemdienstleistungen

**Boden:** Erdboden ist die Grundlage des Lebens. Fruchtbare, humushaltige Erde sorgt für zwei lebenswichtige Elemente des Menschen: Nahrung und Trinkwasser. Jedes Weizenkorn, jedes Radieschen und jeder Apfel setzt sich aus vielfältigen Substanzen zusammen, die zum Teil dem Boden entnommen wurden. Durch Sonnenenergie in Kombination mit Kohlenstoff aus der Atmosphäre und Elementen aus der Erde ist daraus ein für uns Menschen genießbares Produkt entstanden. Die dem Boden entnommenen Baustoffe müssen allerdings dem Erdboden wieder zurückgeführt werden, damit die Fähigkeit, weiterhin Getreide, Gemüse und Früchte zu erschaffen, erhalten bleibt. Die Verfügbarkeit von »Nährstoffen des Erdreichs« für die Pflanzen wie auch die Feuchtigkeit hängen entscheidend vom Humusgehalt des Bodens ab. Deshalb ist Humus ein wichtiger Bestandteil des Bodens. Es ist zu bedauern, dass einige der heute angewandten landwirtschaftlichen Praktiken zu gravierenden Bodenhumusverlusten führen. Der Bundesverband Boden e. V. schätzt, dass 45 Prozent der Böden in Europa einen geringen bis sehr geringen Anteil von unter 1 bis maximal 2 Prozent Humusgehalt haben (9).

Die Anwendung von Agroforst führt zu Humusanreicherung im Boden. Dies geschieht zum einen über die Wurzelhärchen an den beständig wachsenden Feinwurzeln der umfangreichen Wurzel eines jeden Baumes. Diese Wurzelhaare sterben kontinuierlich ab und bilden sich wieder neu. Wurzelmasse ist Biomasse, und ihre Zersetzung reichert den Boden kontinuierlich mit Humus an. Ein zweiter Weg der Humusanreicherung im Boden geschieht über das Blattwerk. Weitverzweigte Baumwurzeln entnehmen aus der Tiefe Nährstoffe, die über Gefäßleitungen unter der Rinde bis in die Baumkrone transportiert werden, um daraus Äste, Zweige und Blätter zu bilden. Im Herbst fallen die Blätter zur Erde, bilden zuerst eine natürliche Mulchschicht und werden im Laufe der kommenden Monate zersetzt. Über diese Zersetzung der Blattbiomasse reichert sich der Oberboden mit nährstoffhaltigem Humus an. Der Prozess nennt sich Nährstoffpumpe\*. Aus großen Bodentiefen werden so Nährstoffe an die Erdoberfläche geholt, die hier den Pflanzen mit kürzeren Wurzeln, wie unseren Kulturpflanzen, zur Verfügung stehen. Ein dritter Weg des Humusaufbaus passiert, indem die

Pflanze über ihre Wurzeln Bodenorganismen mit kohlenhydratreichen Ausscheidungen versorgt, sodass diese sich zahlreich vermehren können und nach ihrem Absterben zu Humus werden.

Der Erhalt fruchtbarer Böden ist auch deshalb wichtig, weil rein rechnerisch auf dem Planet Erde jedem Menschen aktuell etwa 2.000 Quadratmeter Anbaufläche zur Verfügung stehen. Mit jedem Tag wächst die Bevölkerung und verringert sich somit die landwirtschaftlich nutzbare Bodenfläche pro Person. Auf diesem begrenzten Areal muss all das erwirtschaftet werden, was der Mensch von Mutter Erde zum Leben benötigt: Nahrungsmittel für den täglichen Verzehr, Futtermittel für die Viehhaltung, Baumwolle für Kleidung, Bioenergie für Heizung und Transport (10).

Da die Produktivität des Bodens über seinen Humusgehalt gesteigert werden kann und dies mithilfe von dauerhafter Vegetation zu erreichen ist, sollten generell auf Agrarflächen neben den Kulturpflanzen auch Bäume und Büsche stehen. Angesichts verlängerter Trockenperioden aufgrund von Klimaveränderungen gewinnt die Wasserspeicherkapazität des Bodens an Bedeutung. Humus im Boden ist in der Lage, das Mehrfache seines Eigengewichtes an pflanzenverfügbarem Bodenwasser zu speichern, und ist ein wichtiger Faktor der Anpassung an regenarme Perioden (11).

Andererseits kann auf vielen Äckern das Regenwasser nicht tiefgründig im Boden versickern, da der Einsatz von schweren Maschinen eine horizontale Bodenverdichtung verursacht hat. Da hauptsächlich das Pflügen für diese kompaktierte Bodenschicht verantwortlich ist, nennt man sie Pflugsohle\*. Mit immer schwereren und tiefer greifenden landwirtschaftlichen Maschinen wird versucht, solche Bodenverdichtungen aufzubrechen. Damit verlagert man jedoch das Problem stets weiter in die Tiefe. Solch ein Verdichtungshorizont behindert den vertikalen Stofffluss zwischen den Bodenschichten oberhalb und unterhalb dieser Sperrschicht. Schlimmstenfalls ist diese Barriere derart undurchlässig, dass Regenwasser nicht mehr in die darunterliegenden Bodenschichten einsickern kann. Deshalb steht der Acker nach einem Starkregenereignis unter Wasser, und die Wurzeln der Ackerkulturen verfaulen. Genauso kann bei lang anhaltender Trockenheit keine Feuchtigkeit aus tieferen Bodenschichten in obere Bodenebenen aufsteigen. Jeder Einsatz von schweren Maschinen hinterlässt auf dem Acker Fahrspuren mit verdichtetem Oberboden und vermindert dessen Durchlüftung. Bodenlüftung ist jedoch eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine

intakte und aktive Besiedlung des Bodens mit aeroben Organismen, die über Zersetzung von organischem Material und über symbiotische Aktivitäten die Bodenfruchtbarkeit fördern. Ein veränderter Gasaustausch im Boden erhöht zudem die Entstehung von Lachgas und Methan. Beides sind klimarelevante Gase und beeinträchtigen die Erderwärmung im Vergleich zum Kohlendioxid um ein Vielfaches. Bäume können mit ihren Wurzeln sowohl die Pflugsohle als auch eine Oberbodenverdichtung effektiv lockern. Je nach Baumart haben Bäume sowohl oberflächliche Wurzeln, die sich knapp unter der Erde ausbreiten, als auch einen mehr oder weniger tief reichenden Wurzelstock. Diese Tiefenwurzeln sind das natürlichste »Gerät«, um im Erdreich undurchlässige Bodenverdichtungskrusten aufzubrechen und Kreisläufe im Boden wiederherzustellen. Über eine funktionierende Regenwasserversickerung können sich auch die Grundwasserreservoirs wieder füllen.

**Trinkwasserqualität:** Bodenumus ist in der Lage, Verunreinigungen aus dem Wasser zu filtern, und trägt so zu unbelastetem Trinkwasser bei. Um gute Ernten sicherzustellen, werden Äcker oft im Übermaß gedüngt. Die Ackerkulturen können jedoch nicht alle ausgebrachten Nährstoffe abgreifen. Vor allem Stickstoff wird durch Niederschläge in tiefere Bodenschichten ausgewaschen, wo die Wurzeln der Kulturpflanzen nicht mehr hinreichen. Deshalb sind vielerorts Grund- und Oberflächengewässer mit Nitrat belastet. Eine Einschwemmung von Stickstoff in Fließgewässer kann durch Baumbestand an Bach- und Flussufern verhindert werden. Die Gehölze nutzen den Stickstoff für ihr Wachstum. Ähnliches geschieht auf dem Acker. In Reihen auf dem Feld stehend, werden Bäume durch den Pflug dazu erzogen,

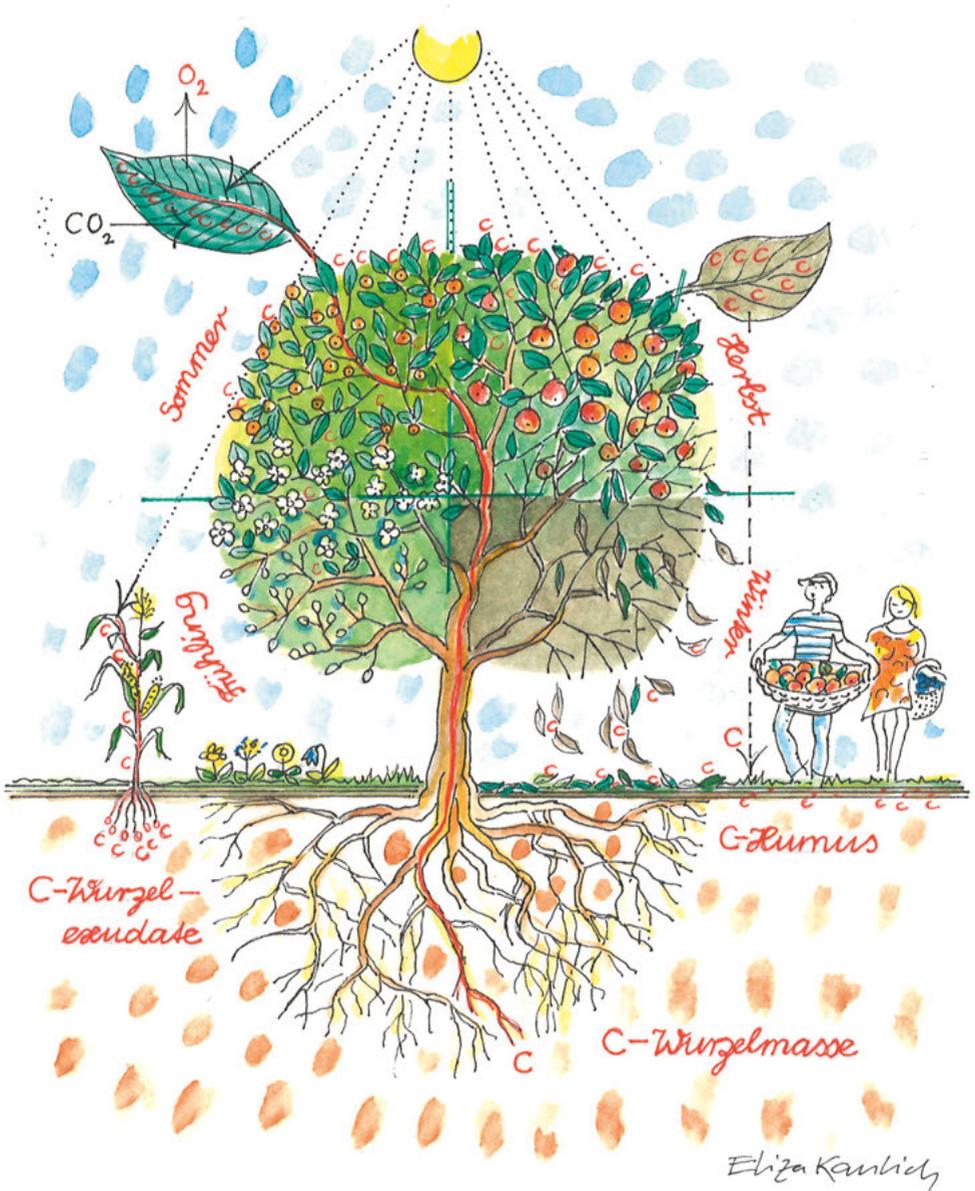
*Tabelle 2.1:*  
**Durchschnittliche Stickstoffauswaschung (kg/ha) pro Jahr  
auf intensiv genutztem Ackerland und prozentuale Verringerung  
durch Agroforstwirtschaft (13)**

System	Ertragsarmer Ackerboden	Fruchtbarer Ackerboden
Acker ohne Bäume	142	182
Acker mit 50 Bäumen/ha	117 (-18%)	171 (-6%)
Acker mit 113 Bäumen/ha	105 (-26%)	99 (-46%)

tiefer zu wurzeln. Von dort breiten sie ihre Wurzeln wie ein Netz unter den Ackerkulturen aus und holen sich für ihr eigenes Wachstum das Zuviel an Stickstoffdünger, der in tiefere Bodenschichten abgeschwemmt wurde. In Frankreich werden derartige Agroforstsysteme seit Beginn der 2000er-Jahre immer populärer (12).

Untersuchungen haben die Reduzierung der Nitratauswaschung durch Baumreihen auf den Äckern ermittelt. Sie beträgt abhängig von der Fruchtbarkeit des Ackerbodens 6 bis 46 Prozent.

**Anpassung an den Klimawandel:** Längerfristige Hitzeperioden und Trockenheit, hohe Sonneneinstrahlung, Starkregeneignisse und Stürme vernichten alljährlich viele Anbaukulturen. Diese Verluste lassen sich mit Bäumen und Sträuchern vermeiden, die schützend rund um Gemüsefelder oder Getreideäcker gepflanzt sind. Sie bieten Wind- und Wetterschutz und festigen Uferböschungen. Im Hochsommer bieten die Baumkronen Halbschatten, und später im Jahr wird das Laub zur Mulchdecke. Halbschatten mindert die Transpiration der darunterstehenden Nutzpflanzen und eine blattreiche Mulchauflage die Evaporation von Feuchtigkeit aus dem Boden. Zersetzung der Streu – so heißt die Laubschicht auf dem Boden – erhöht den Bodenumusgehalt. Große Regentropfen werden durch das Blattwerk vernebelt und können so die oberste Bodenschicht, auch Bodenkrume genannt, nicht verschlämmen. Hagelkörner werden abgefedert. Große Regenwassermengen versickern im humusreichen, bis in die Tiefe gelockerten Boden. Kontaminationspartikel werden in der Humusschicht herausgefiltert. Das versickerte Wasser füllt die Quellen, und bei Trockenheit steigt das tief im Boden gespeicherte Wasser über Kapillarkräfte hoch zur Wurzelebene. Gehölzstrukturen beeinflussen den Wasserkreislauf positiv, indem sie über die Verdunstung die Umgebungstemperatur kühlen und so auch zur Taubildung beitragen. Die Verdunstung über das Blattwerk kühlt bei hohen Temperaturen und schützt in kalten Nächten vor niedrigen Temperaturen. Generell mildert ein Baumbestand Temperaturextreme und bietet Windschutz, wodurch die jährliche Flugzeit für bestäubende Insekten verlängert wird. Baumkronen verhindern Winderosion, Baumwurzeln befestigen Uferstreifen und schützen anliegende Äcker bei Hochwasser vor Überschwemmungen.



Die Pflanze und der Boden  
als natürliche Kohlenstoffspeicher

**Temperaturregulation:** Bäume spenden an heißen Tagen Schatten und genauso Schutz bei eisiger Kälte. Die Verdunstung über das Blattwerk kühlt hohe Temperaturen, sodass an Hitzetagen die Temperatur unter einem Baum spürbar tiefer liegt als außerhalb seines Kronenbereiches. Dieser Temperaturunterschied beruht auf dem Schatten und der Verdunstung von Feuchtigkeit aus den Blättern. So trägt jeder Baum als Kühlaggregat dazu bei, den Klimawandel abzumildern (14).

**Klimaschutz:** Büsche und Bäume sind Kohlenstoffspeicher. Sie entnehmen der Atmosphäre Kohlendioxid und synthetisieren daraus mithilfe der Sonnenenergie eine energiereiche Zuckerlösung. Diese wird zum Wachsen, Fruchten und auch zur Versorgung von Bodenorganismen eingesetzt. Der Baum trägt somit in mehrfacher Hinsicht zur Kohlenstoffsенке bei. Zum einen schickt er Kohlenstoff in Form von energiereichen Kohlenstoffverbindungen zur Ernährung von Organismen in den Boden. Das ist der »flüssige« Kohlenstoffweg über die Wurzelabscheidungen. Zum anderen deponiert er Kohlenstoff, überwiegend als Lignin und Zellulose, in Stamm- und Astholz. Bei einer hundertjährigen etwa 35 Meter hohen Fichte wird in Brusthöhe, das sind 1,30 Meter über dem Boden, der Stammumfang gemessen, um daraus den Stammdurchmesser zu ermitteln. Bei einem Durchmesser von 50 Zentimetern beträgt das oberirdische Holzvolumen rund 3,4 Kubikmeter. Die darin enthaltene Biomasse hat ein Trockengewicht von 1,4 Tonnen. Etwa die Hälfte davon ist Kohlenstoff. In diesem Fichtenholz sind demnach 0,7 Tonnen Kohlenstoff gebunden, die darin verbleiben, solange die Holzfasern nicht verbrennen oder verrotten. Oft interessiert jedoch statt der Menge des gebundenen Kohlenstoffes (C-Bindung) die CO<sub>2</sub>-Bindung, das bedeutet das gebundene Kohlendioxid. Zu diesem Zweck wird der Wert des gebundenen Kohlenstoffes (C) mit dem Faktor 3,67 multipliziert. Diese Fichte hat demnach der Atmosphäre die Menge von rund 2,6 Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entzogen (15).

Agroforst wirkt als Kohlenstoffsенке. Das Kompetenzzentrum für landwirtschaftliche Forschung in der Schweiz, Agroscope, plädierte 2019 für die Anwendung von Agroforst mit folgenden Forschungsergebnissen: Würden 9 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Europa mit Agroforstsystemen genutzt, könnten bis zu 43 Prozent der von der europäischen Landwirtschaft emittierten Treibhausgase kompensiert werden (16).

**Pflanzengesundheit:** Je diverser das Konsortium\* aus Nutzpflanzen, Sträuchern und Bäumen ist, desto eher greift das Gesetz vom natürlichen Gleichgewicht in der Natur. Dieses hat zur Grundlage, dass über und unter der Erde Schädlinge und Krankheiten durch Antagonisten in Schach gehalten werden.

Mit ihrer Langlebigkeit tragen Sträucher und Bäume in einem Produktionssystem zusammen mit Ackerfrüchten ganz besonders zu dieser Resilienz gegenüber Schadenverursachern bei. Zudem erschwert die Diversität einer Pflanzengemeinschaft einem Schädling mit Spezialisierung auf eine bestimmte Nutzpflanzenart die Möglichkeit der massiven Vermehrung.

**Habitat:** Rund ein Drittel aller Nutzpflanzen sind auf tierische Bestäuber angewiesen. Nutzpflanzen in einer Plantagenmonokultur blühen alle zu ein und derselben Zeit. Dagegen versorgen reich blühende Begleitbaum- und Straucharten in dynamischen Agroforstsystemen die gesamte Bestäuberpopulation über einen lange andauernden Zeitraum. Früh und spät blühende Pflanzen mit reichlich Pollen und Nektar ziehen das ganze Jahr auch wilde Bestäuberinsekten an. Diese sind trotz der Präsenz von Honigbienen bedeutsam, da die Wildbienen den Fruchtansatz landwirtschaftlicher Nutzpflanzen nochmals erhöhen.

Jeder Baum beherbergt eine Vielzahl von Insekten und gibt Vögeln die Möglichkeit, in seinem Geäst zu nisten. Zahlreiche Insekten stehen auf dem Speiseplan vieler Vogelarten. Die meisten Singvögel sind Insektenfresser, und auch körnerfressende Vögel ziehen ihre Brut mit Insekten auf. Somit sind sie wirkungsvolle Antagonisten von Schadinsekten. In stachelbewehrten Begleitstraucharten oder hochwachsenden Begleitbäumen finden Vögel sichere Brutplätze. Damit sie sich nicht zu sehr über reife Kirschen, Mirabellen, Äpfel und Birnen hermachen, sollten einige Begleitbäume in dynamischen Agroforstparzellen Wildobstarten sein. Deren Früchte lenken die Vögel ab, und ihre Stämme liefern in späteren Jahren Edel- oder Bauholz.

Aktuell ist der Feldhamster vom Aussterben bedroht. Regional sind die Mauswiesel durch Zerstörung ihres Lebensraumes in Gefahr. Diese und weitere Wildtierarten finden auf ausgeräumten Ackerflächen keinen Unterschlupf. Doch sie sind jeweils ein wichtiges Glied im mitteleuropäischen Ökosystem. Gehölze rund um den Acker oder auf dem Feld bieten Wildtieren den notwendigen Lebensraum. Solche Baumlebensgemeinschaften

erhalten sich in einem natürlichen Gleichgewicht und sind Teil des ewigen Kreislaufs von Entstehen und Vergehen. Insofern ist jeder Baum eine wichtige Komponente des Ökosystems Erde.

## 2.3

### Baumvielfalt auf dem Feld

**Optimale Nutzung der Sonnenenergie:** Das Leben auf dem Planeten Erde wird durch Energie der Sonne ermöglicht, und diese gilt es optimal zu nutzen. Agroforstparzellen erlauben die maximale Ausnutzung der Sonnenstrahlen, da ihre Anbaufläche nicht nur horizontal, sondern auch vertikal bewirtschaftet wird. Unterschiedliche Pflanzenarten haben verschiedene Ansprüche an Licht und Schatten und unterscheiden sich auch in ihrer Wachstumshöhe. Bei starker Sonneneinstrahlung und gleichzeitig hohen Temperaturen schließen viele unserer Nutzpflanzen ihre Spaltöffnungen, um nicht zu viel Wasser zu evaporieren. Damit wird auch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> begrenzt, was zu einer Beeinträchtigung ihres Wachstums führt.

Die Auswahl der Pflanzenarten und ihre Zusammenstellung sind entscheidend für die Erzeugungsleistung pro Flächeneinheit. Das Handling einer dynamischen Agroforstparzelle mit Produktion auf unterschiedlichen Etagen besteht überwiegend darin, Büsche und Bäume so zu schneiden, dass über die Regulation von Licht und Schatten die Fruchtleistung in den einzelnen Stockwerken der Parzelle möglichst hoch ist.

Neben der Produktion von Samen, Früchten oder Nüssen ist jeder Baum auch ein vielseitiger Energielieferant. Seine Blätter sind Futter für Weidetiere oder Geflügel. Die Äste liefern Holz für die nötige Energie zum Kochen und Heizen. An seinen Wurzeln füttert er Bakterien und Pilze mit Kohlenhydraten aus der Fotosynthese, die wiederum die Bodenfruchtbarkeit verbessern. Gehölzstreifen als mehrjährige Kulturen, an deren Standort der Boden nicht bearbeitet wird, sichern dem Bodenleben durch dieses ungestörte Bodengefüge ein stabiles Reservoir.

**Agroforstwirtschaft ist auch ökonomisch sinnvoll.** Untersuchungen in mehreren europäischen Ländern haben gezeigt, dass agroforstliche Kombinationen von Getreide mit Wertholzbaumstreifen 30 Prozent mehr Ertrag bringen als getrennte Wald- und Ackerflächen (17). Bei dieser Artzusam-

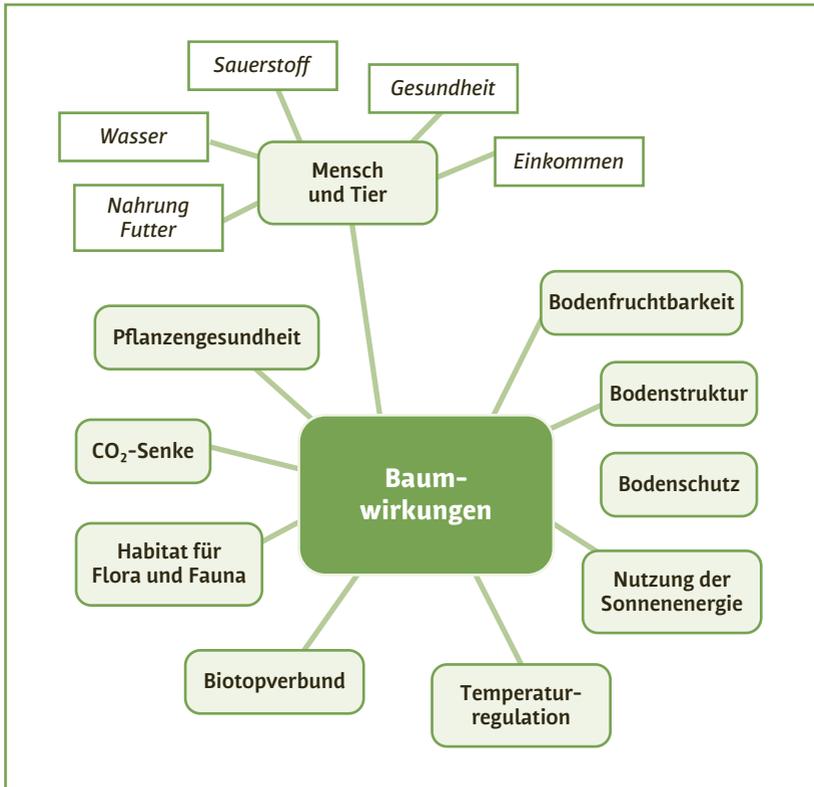


Schaubild 2.2:  
Der Baum und sein Wirken

menstellung nutzen die Systempartner die Ressourcen Nährstoffe, Wasser und Licht räumlich und zeitlich unterschiedlich. Die Ackerkultur zieht vor dem Blattaustrieb der Bäume Nährstoffe und Wasser aus dem Oberboden. Die Baumwurzeln greifen unterhalb der Wurzelmasse der Ackerkulturen die in tiefere Erdschichten ausgewaschenen Nährstoffe ab (18).

Eine Kombination von Ackerkulturen mit Obst-, Nuss- und Wertholzbäumen bietet dem Landwirt und seiner Familie gegebenenfalls ein erhöhtes, zumindest aber sicheres Einkommen. Längerfristig rechnet sich das Holz der Bäume, denn es ist ein qualitätsvoller natürlicher Stoff mit vielseitigem Nutzen. Stammholz ist ein wundervolles Baumaterial für Häuser, Ställe, Möbel

und allerlei Gebrauchsgegenstände. Im Bauwesen hat Holz gegenüber Stahl- oder Stahlbetonkonstruktionen den Vorteil eines bis zu fünfmal geringeren Eigengewichts. Zudem ist Holz auf gewisse Weise beständiger und atmungsaktiv. Aufgrund seiner langen Produktionszeit wird der Holzwert in unserer schnelllebigen Welt in Zukunft eher steigen. Über die Baumpflanzung kann der nächsten Generation ein finanzieller Grundstock mitgegeben werden oder der Altbauer seine Rente verbessern.

Im Manifest mit dem Titel *Haus der Erde* vom August 2019 fordert der BDA (Bund Deutscher Architektinnen und Architekten) eine klimagerechte Architektur mit einem vermehrten Einsatz natürlicher Materialien wie Holz, Stein und Lehm. Damit folgt er dem Anstoß von Klimaschutzexperten, die der Meinung sind, dass sich die Menschheit mit dem Bauen von Holzhäusern teilweise aus der Klimakrise retten kann (19).

Mit dem Baum auf dem Acker wird einer der Grundsätze von Agroforst ersichtlich: Ökologie, Ökonomie und soziale Aspekte können in einer positiven Beziehung stehen.

### **Zusammenfassung:**

Bereits der *Weltagrарbericht* von 2008 (20) hat darauf verwiesen, dass Mischkultursysteme mit Nutzung von produktiven Pflanzenarten im Boden, über dem Boden und auf der gesamten Wuchshöhe die flächeneffizientesten Agrarsysteme sind, die zugleich die größte nutzbare Biodiversität aufweisen. Der Weltklimarat (IPCC) schreibt der Agroforstwirtschaft ein hohes Minderungspotenzial in Bezug auf den Klimawandel zu (21). Zugleich ist hinreichend bekannt, dass ein rundum fruchtbarer, gesunder Boden, der eine gute Wasserspeicherfähigkeit besitzt, den Nährstoffbedarf einer wachsenden Bevölkerung zu erfüllen vermag. Ein dynamisches Agroforstsystem kombiniert die Vorteile einer diversifizierten Produktivität mit kontinuierlicher Bodenhumusbildung. Deshalb ist der Dynamische Agroforst eine Methode der nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion. Nachhaltigkeit bedeutet an dieser Stelle, dass der Ackerboden auch für zukünftige Generationen nutzbar und fruchtbar ist.

## Der Baum – seine Sinnesleistungen und mehr

Wir sehen einen Baum – botanisch definiert eine verholzte Pflanze – mit Stamm, belaubter Krone und Wurzel. Allerdings nehmen wir dabei in der Regel nur den sichtbaren, oberirdischen Teil wahr, der in seinem Volumen in etwa der Wurzelmasse unter der Erde entspricht. Beide Teile gehören zusammen und sind wichtig. Für das Überleben der Bäume ist der unterirdische Wurzelstock bedeutsamer als der oberirdische Anteil. Wenn ein Baum geschlagen wird, vertrocknet der gefällte Stamm mit seinen Ästen. Der Wurzelstock dagegen kann bei vielen Arten wieder neu austreiben.

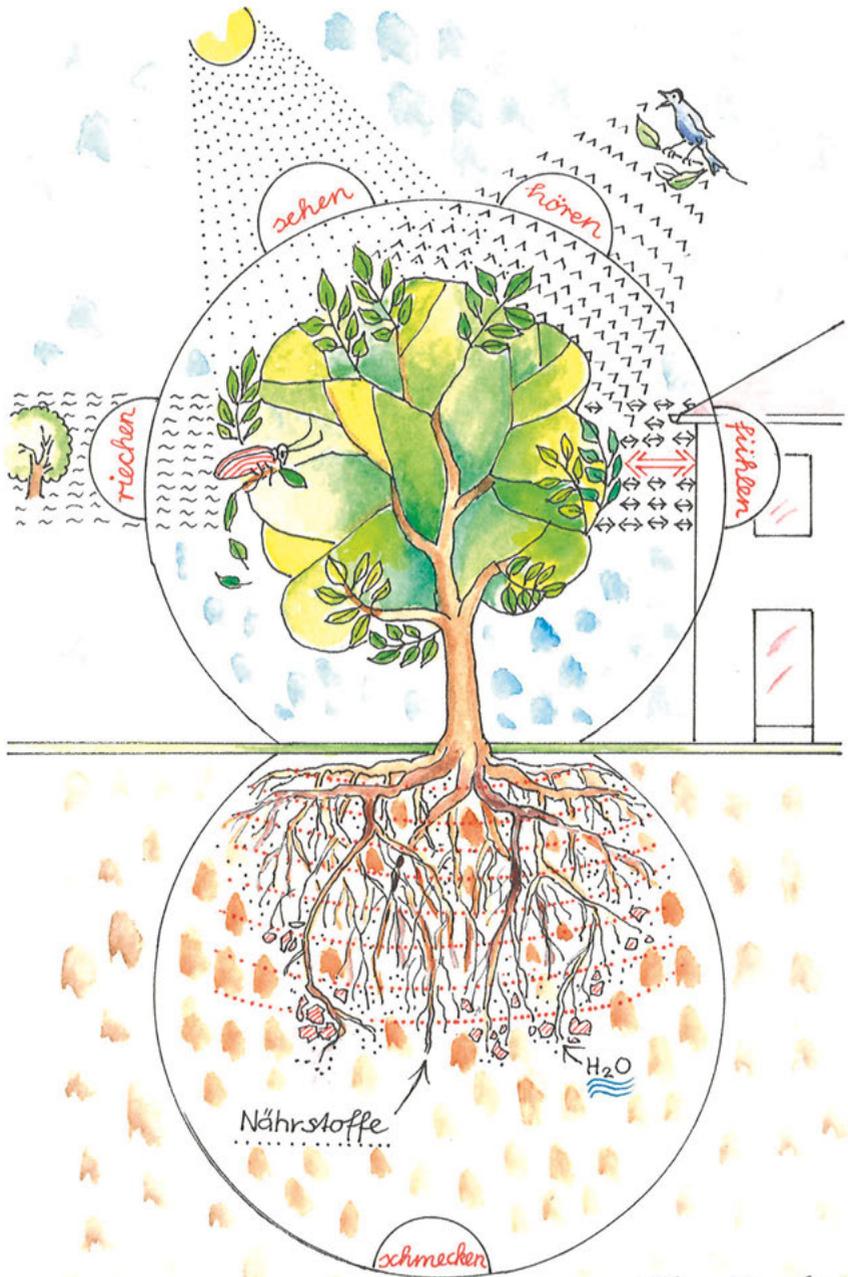
Ähnlich wie uns die Wurzeln eines Baumes verborgen sind, tun wir uns schwer damit zu erkennen, dass Bäume – und Pflanzen allgemein – auch über Sinne verfügen wie Sehen, Riechen, Schmecken, Tasten, Hören und als intelligent bezeichnet werden können. Aber wo sitzt die zentrale Leitstelle der Sinnesorgane, sozusagen der Kopf? Von wo aus werden Augen, Ohren, Mund und Nase gesteuert? Nun, für Pflanzen wäre es nicht sinnvoll, die Steuerung ihrer Sinnesorgane und die Verarbeitung der Reize auf einen einzigen Pflanzenteil zu konzentrieren. Ein hungriger Pflanzenfresser hätte sehr schnell ihr Hör- oder Riechorgan abgebissen. Eine Verteilung der Sinnesrezeptoren auf die gesamte Biomasse entspricht eher den Bedürfnissen. Deshalb sind Aufgaben und Leistungen der Sinnesorgane bei Pflanzen in ihr Gesamtsystem integriert. Da Pflanzen nicht weglaufen können, müssen sie für Gefahren über intelligente Abwehrsysteme verfügen (1).

### 3.1 Die fünf Sinne des Baumes

**Sehen:** An der Sonnenblume kann man beobachten, dass sich ihre Blätter stets zum Licht ausrichten. Pflanzen können Helligkeit von Dunkelheit unterscheiden und auch Lichtqualität und Lichtquantität erfassen. In *Meyers Großem Lexikon* ist das Sehen als die Wahrnehmung von optischen Reizen definiert; folglich können Pflanzen diese Sinnesleistung erbringen. Lichtempfindliche Fotorezeptoren befinden sich in den Blättern und in allen Pflanzenteilen, die unter Lichteinfluss zum Austreiben angeregt werden können. Die durch lichtempfindliche Moleküle ermittelte Information wird an weitere Abschnitte der Pflanze kommuniziert. Wie aus der Forschung bekannt, sind bei Mensch, Tier und Pflanze die gleichen Gene für den Empfang von Lichtinformation verantwortlich. Pflanzen übertreffen uns allerdings mit ihren elf verschiedenen Lichtsensoren, während sich im menschlichen Auge nur vier befinden (2).

**Riechen:** Durch Rezeptoren in ihren Blättern können Pflanzen Düfte aufnehmen und die darin enthaltene Botschaft entschlüsseln. Nicht selten handelt es sich um die Nachricht einer Nachbarpflanze mit der Warnung vor einem Schadinsekt. Zahlreiche Pflanzenarten reagieren auf einen derartigen Hinweis, indem sie in ihren Blättern bittere Abwehrstoffe freisetzen, die einen Schädling angewidert weiterziehen lassen. Eine andere Strategie so mancher Pflanzen besteht darin, in solchen Situationen eine Duftbotschaft abzugeben, die Fressfeinde des betreffenden Pflanzenschädlings herbeilockt. Bis heute sind rund 2.000 solch flüchtiger organischer Stoffe bekannt, die auch als das Vokabular der Pflanzen gedeutet werden können.

Einige Pflanzen haben ihre Duftrezeptoren sogar so weit entwickelt, dass sie damit aus einer Anzahl mehrerer benachbarter Gewächse eine für sie günstige Pflanzenart erkennen können. Lässt man die parasitäre Rankpflanze Teufelszwirn unter verschiedenen ähnlich entfernt stehenden Stütz- und Wirtspflanzen wählen, zum Beispiel einem Weizenstängel und einer Tomatenpflanze, rankt sich ihr Trieb immer um die Tomate, da diese ein besserer Nährstoffspender ist als ein trockener Halm (2).



Eliza Kamlich

Die 5 Sinne des Baumes

**Schmecken:** In den Pflanzenwurzeln gibt es Rezeptoren, die auf bestimmte Nährstoffe im Boden empfindsam reagieren, sie gezielt suchen, aufnehmen und die Pflanze damit versorgen. So werden kleinste Mengen Phosphor als im Wasser gelöstes Phosphat innerhalb von Kubikmetern Erde von den Feinwurzeln aufgefunden und der Pflanze zugeführt. Der Geschmackssinn hilft der Pflanze auch bei der Identifizierung von Schädlingen, die an ihren Blättern nagen. Sie erkennt Fraßfeinde an deren Speichel und kann sie effektiv abwehren, indem sie spezifische Giftstoffe in ihren Blättern synthetisiert.

**Tasten:** Die vordersten Feinwurzeln des Wurzelgeflechts, das sich entsprechend der Größe des Kronenumfangs entfaltet, ertasten Hindernisse wie zum Beispiel Steine und umgehen diese. Auch Blätter haben berührungssensible Rezeptoren. Diese können bei vielen Pflanzen sogar verschiedenartige mechanische Einwirkungen unterscheiden. Bei Berührung klappt zum Beispiel die *Mimosa pudica* ihre Blätter ein, tut dies jedoch nicht bei natürlichen Ereignissen wie Regen oder Wind. Das Geschick des Tastsinns wird in Zeiträfferaufnahmen einer Stangenbohne ersichtlich, die ihren Trieb gezielt nach einem stützenden Halt ausfährt (2).

**Hören:** Bei den Pflanzen treffen Geräusche auf Empfangsorgane, die sensibel für Schallwellen sind. Diese mechanosensiblen Rezeptoren befinden sich unter anderem in den Blättern und funktionieren praktisch wie unsere Ohren. Studien weisen darauf hin, dass bestimmte Frequenzen das Wachstum von Pflanzen fördern können. Dazu zählt wahrscheinlich auch das Vogelgezwitscher. Die Annahme, dass Pflanzen hören können, wird durch die Beobachtung gestützt, dass das Summen von Insekten bei bestimmten Gewächsen die Ausschüttung von Pollen anregt (3).

## 3.2

### Die Intelligenz des Baumes

Die oben beschriebenen Sinnesvermögen der Pflanzen gelten selbstverständlich auch für verholzende Arten. Bäume und Sträucher sind eine Bereicherung für die landwirtschaftliche Produktion, da sie zur Resilienz eines produktiven Konsortiums beitragen. An dieser Stelle sollen die Leistungen eines Baumes beziehungsweise Strauches im Zusammenhang mit der Bedeutung für seinen Standort in einer dynamischen Agroforstparzelle aufgezeigt werden.

**Sinneswahrnehmungen:** Oben beschriebene Reaktionen machen Bäume und Sträucher zu hilfreichen Arten in einem agroforstlichen Konsortium.

**Kommunikationsfähigkeit:** Über Botenstoffe können Bäume und Sträucher Informationen innerhalb ihres eigenen Organismus weitergeben, verarbeiten und auch nach außen kommunizieren. Ein Baum nimmt, insbesondere über seine Blätter und Wurzelspitzen, kontinuierlich Reize aus der Umwelt auf und richtet unter anderem seine Wuchsrichtung oder bestimmte Substanzen in seinen Blättern danach aus. Die Weiterleitung von Informationen innerhalb der Pflanze geschieht mittels elektrischer Signale über Plasmodemen. Diese Zell-zu-Zell-Verbindungen ermöglichen den Austausch von Nachrichten und Stoffen zwischen den Zellen. Wenn zum Beispiel der Wurzelstock Wasserknappheit kommuniziert, wandert diese Information über die Zellen hinauf zu den Blättern, die daraufhin ihre Spaltöffnungen schließen, um die Wasserverdunstung zu reduzieren.

Baum- und Straucharten interagieren mit Symbionten\* an ihren Wurzeln. Als Wirt geht das Gehölz eine Beziehung zum wechselseitigen Nutzen mit Mykorrhiza, Knöllchen- oder Frankia-Bakterien ein. Bei dieser Interaktion hat der Baum oder der Strauch den stärkeren Part gegenüber dem Symbio-partner und kann auf ihn über die abzugebende Menge an Zuckerlösung einen gewissen Druck ausüben.

Über Duftmoleküle erfährt eine Pflanze von Fraßinsekten an ihren Blättern, kann das Schadinsekt anhand seines Speichels identifizieren und Nachbarpflanzen über den Angriff informieren. Benachbarte Gewächse können sich per Duftstoffe über spezifische, akut belästigende Schädlingsarten austauschen und anhand dieser Information in ihren Blättern gezielt Giftstoffe

gegen den Schmarotzer freisetzen. So werden Blatt- und Saftverluste von vornherein minimiert oder ganz abgewehrt.

Bäume sind über ein unterirdisches Netz von Pilzfäden der Mykorrhiza\* mit ihren Nachbarpflanzen untereinander verbunden. Dieses Netzwerk dient zum Austausch von Nährflüssigkeiten sowohl zwischen gleichen als auch zwischen verschiedenen Arten. Baumschösslinge, vor allem solche, die aufgrund ihres schattigen Standorts nur eingeschränkt zur Fotosynthese fähig sind, werden auf diesem Weg so lange versorgt, bis sie sich selbst erhalten können. Generell kann man beobachten, dass die Pflanzenwelt untereinander kooperationsfreudig ist und sich gegenseitig mit Nährstoffen unterstützt. Mykorrhizapilze und Bakterien erschließen ihren Wirtspflanzen Stickstoff, Phosphat und weitere lebensnotwendige Nährstoffe und erhalten im Tausch energiereiche Kohlenhydrate (4).

**Informationsverarbeitung:** Biologen definieren Intelligenz als ein autonomes, der Umgebung angepasstes Verhalten, das darauf angelegt ist, unter gegebenen Umständen das Beste zu erreichen. Das ist zum Beispiel an einem Baum zu beobachten, über dessen Leittrieb der Ast eines Nachbargehölzes hängt. Dieser sensiblen Wachstumsstelle wird dadurch eine wichtige Portion Lichtenergie vorenthalten. Der Baum reagiert darauf, indem er ausweichend zur Seite wächst. Bestimmte Blattzellen vergleichen bei diesem Vorgang unterschiedlich aufgenommene Lichtintensitäten und finden so die optimale Wuchsausrichtung. Der Baum hat das Problem kreativ gelöst und seine Intelligenz bewiesen. Die Ausrichtung zur Lichtquelle, der Phototropismus oder die Lichtwendigkeit, ist eine genetische Disposition lichtbedürftiger Pflanzen und gleichzeitig eine hochkomplexe kommunikative Leistung (5).

Versuche weisen darauf hin, dass sich bei einem Baum der größte Teil der informationsverarbeitenden Zellen im Wurzelstock befindet. Im übertragenen Sinn könnte man sagen: Der Kopf einer Pflanze befindet sich überwiegend in der Wurzel. Meiner Beobachtung nach leiden Bäume mit einer Pfahlwurzel beim Rückschnitt derselben, wie es oft beim Auspflanzen geschieht, wenn die Pflanztüte zu klein geworden ist und sich deshalb die Wurzel darin ringelt. Der Verlust der Pfahlwurzelspitze kann zu einem verhaltenen Wachstum führen.

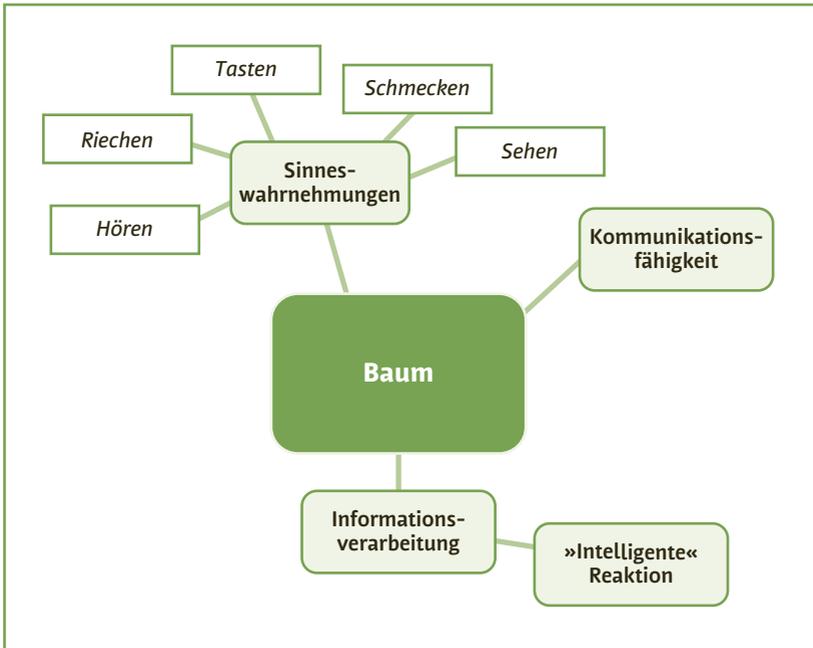


Schaubild 3.1:  
Der Baum und seine Talente

### Zusammenfassung:

In diesem Kapitel wurden Baum und Strauch als Einzelwesen gewürdigt. Sie verfügen über Rezeptoren, die sie befähigen, Reize aufzunehmen und ihr Verhalten entsprechend anzupassen. Die Fähigkeit zur Kommunikation und Kooperation verleiht Baum und Strauch eine maßgebliche Bedeutung für die Funktion als Begleitpflanze im Konsortium eines dynamischen Agroforstsystems.

Bereits vor Jahrhunderten nutzten die Inka die Anbaumethode Agroforst, eine Kombination von Land- und Forstwirtschaft. Dabei wachsen Bäume, Sträucher und Kulturpflanzen auf derselben Nutzfläche. Durch dichte Bepflanzung, Artenreichtum und den richtigen Pflanzschnitt haben Agroforstsysteme eine günstige Wirkung auf die Umwelt: Sie erhöhen die Bodenfruchtbarkeit und seine Wasserspeicherfähigkeit, vermindern das Erosionsrisiko, fördern die Biodiversität, führen zu höheren Erträgen und schützen über die CO<sub>2</sub>-Senke durch das Baumwachstum unser Klima. Das Konzept »Agroforst« ist nicht auf große Flächen beschränkt: Es eignet sich für die nachhaltige Bewirtschaftung von Äckern ebenso wie für den Gemüsebau oder den eigenen Garten – und sogar Tierhaltung lässt sich darin integrieren.

Noemi Stadler-Kaulich führt die Vorteile des Dynamischen Agroforstes auf, erläutert seine Anwendung unter verschiedenen Voraussetzungen, gibt genaue Anweisungen für die Implementierung agroforstlicher Systeme und erklärt deren Handling. Detaillierte Zeichnungen veranschaulichen den Text.

**Noemi Stadler-Kaulich** lebt in Bolivien und leitet den Agroforst-Versuchsbetrieb Mollesnejta – Institut für Andine Agroforstwirtschaft, wo sie gemeinsam mit ihrem Sohn und Studierenden aus aller Welt agroforstliche Versuchspartellen bewirtschaftet. Seit 2010 gibt sie Seminare und Beratungen zum Thema Agroforst in Europa, Lateinamerika und Afrika.