

Lehrmodule DUALOG (Skript)

MODUL

OB08

Arbeitsübersetzung

Organisation der Apfelernte



Technik, Ausrüstung, Arbeitsorganisation

Einleitung

Der Transfer von praktischem und anwendungsbezogenem Wissen sowie von Know-how ist ein zentraler Bestandteil des bilateralen Kooperationsprojekts „Deutsch-ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (www.dualog-ukraine.de), das aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und ländliche Identität der Bundesrepublik Deutschland (BMLEH) finanziert wird.

Als wichtiger Bestandteil der Fortbildung von Beratern und Erzeugern hat der Projektträger die Reihe „**DUALOG-Lernmodule**“ in Form von 23 Modulen in deutscher und ukrainischer Sprache erstellt. Diese Fachhandbücher richten sich an Berater, Fachleute und Erzeuger im Obst- und Gemüseanbau und sollen ihnen in gedruckter und elektronischer Form als nützliche Hilfe und Nachschlagewerk bei der Beratungsarbeit und in der Praxis dienen. Jedes Modul erläutert in knapper und verständlicher Form die wichtigsten Fragestellungen zum jeweiligen Thema, gibt praktische Ratschläge, vermittelt Fachwissen und bereichert die Erfahrung.

Um das Ziel des Projekts – die Verbesserung der Produktion und des Absatzes von Obst und Gemüse in der Region Winnyzja – zu erreichen, spielen die fachliche Beratung staatlicher Einrichtungen sowie die Fortbildung und Umschulung von Fachkräften eine Schlüsselrolle. Die Handbuchreihe, die von Experten mit langjähriger praktischer Erfahrung und fundiertem, aktuellem Fachwissen zusammengestellt wurde, entspricht diesen Anforderungen voll und ganz.

Zum Modul „Organisation der Apfelernte“

Die Apfelernte ist der abschließende und einer der verantwortungsvollsten Abschnitte der gesamten Obstbausaison. Gerade in dieser Zeit entscheidet sich, welche Qualität die Erzeugnisse haben werden, die gelagert, verarbeitet oder vermarktet werden.

Dieses Handbuch richtet sich an Obstbauern, Agronomen, Betriebsleiter und alle, die einen effizienten, sicheren und wirtschaftlichen Ablauf der Apfelernte gestalten möchten. Es enthält praktische Empfehlungen zur Bestimmung der optimalen Erntezeitpunkte, zur Organisation der Arbeit des Personals, zur Auswahl von Werkzeugen und Behältern, zur Minimierung von Fruchtschäden und zur Gewährleistung eines qualitativ hochwertigen Transports.

Herausgeber: „Deutsch-ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DUALOG). E-Mail: info@adtproject.de Website: www.adtproject.de

Text / Autor: Mark Kuzminskyi. **Bildquelle:** Mark Kuzminskyi

© 2026 „Deutsch-ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DUALOG). Alle Rechte vorbehalten.

Haftungsausschluss: Dieses Lehrskript wird unter der Verantwortung des „Deutsch-Ukrainischen Fachdialogs zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DUALOG-Projekt) veröffentlicht. Jegliche Meinungen und Ergebnisse, Schlussfolgerungen, Vorschläge und Empfehlungen beziehen sich auf den Autor/die Autorin und müssen nicht den Ansichten des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) entsprechen.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 – Fruchtreife	5
1.1. Was ist Fruchtreife?.....	5
1.2. Anzeichen für die Erntebereitschaft der Früchte.....	7
1.3. Gleichmäßige Reifung in Intensivobstgärten	11
Kapitel 2 – Ertragsprognose	14
2.1. Ertragsprognose vor Beginn der Ernte.....	14
2.2. Berechnung des Arbeitskräftebedarfs, der Erntegeschwindigkeit und der Qualität... ..	18
2.3. Typische Fehler bei der Organisation der Ernte.....	21
2.4. Einweisung und Erntestandards für die Mitarbeiter	22
Kapitel 3 – Apfelernte.....	26
3.1. Erntesäcke	26
3.2. Plattformen, Wagen, Hilfssysteme	29
3.3. Behälter für die Ernte und den Transport von Früchten.....	31
Kapitel 4 – Mechanisierung der Ernte	35
4.1. Wo ist die Mechanisierung wirtschaftlich sinnvoll?.....	35
4.2. Selbstfahrende Ernteplattformen (am Beispiel von Munckhof)	36
4.3. Apfelernter (zwei Typen)	40
4.4. Vergleich der Erntesysteme: manuell vs. Plattform vs. Mähdrescher	44
Kapitel 5 – Die Logistik der ersten Stunde nach der Ernte	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung1 – Gerät zur Bestimmung der Fruchtfleischfestigkeit	8
Abbildung2 – Ergebnisse des Jodtests.....	8
Abbildung3 – Refraktometer zur Bestimmung des Gehalts an löslichen Trockensubstanzen .	9
Abbildung4 – Leichtes Ablösen der Frucht.....	10
Abbildung5 – Bildung der Trennschicht	10
Abbildung6 – Ethylen-Gasanalysator	11
Abbildung7 – Vergleich der Kronenbeleuchtung: In einer dichten Krone bleiben die inneren Früchte in der Reife zurück, in einer schmalen Krone ist die Reifung gleichmäßiger.	12
Abbildung8 – Vergleich der Beleuchtungsvarianten	13
Abbildung9 – Schematische Darstellung der Ernteplanung.	14
Abbildung10 – Möglichkeiten der Fruchtsortierung	17
Abbildung11 – Folgen des Transports von Früchten unterschiedlicher Reife	22
Abbildung12 – Beispiel für eine Einweisung zum Apfelpflücken	23
Abbildung13 – Beispiel für eine Einweisung in die Apfelernte	24
Abbildung14 – Apfelerntebeutel.....	26

Abbildung15 – Apfelerntebeutel mit Bodenöffnung	26
Abbildung16 – Einstellung der Gurte	27
Abbildung17 – Selbstfahrende Ernteplattformen	29
Abbildung18 – Anhänger-Ernteplattformen.....	29
Abbildung19 – Außenansicht eines Holzbehälters	32
Abbildung20 – Äußeres Erscheinungsbild eines Kunststoffbehälters.....	32
Abbildung21 – Außenansicht einer selbstfahrenden Plattform	37
Abbildung22 – Selbstfahrende Plattform im Einsatz	38
Abbildung23 – Äpfel nach der Ernte mit einer selbstfahrenden Plattform	39
Abbildung24 – Einsatz einer selbstfahrenden Plattform	39
Abbildung25 – Erntemaschine für den industriellen Apfelanbau Felix-Z.....	41
Abbildung26 – Art der Entladung der Früchte – Container	41
Abbildung27 – Ernte	42
Abbildung28 – Beschädigungen an Äpfeln während der Ernte	42
Abbildung29 – Veränderungen in den Früchten nach der Ernte	47

Inhalt der Tabellen

Tabelle 1 - Fruchtreife im modernen intensiven Obstbau.....	7
Tabelle 2 - Empfohlene Parameter für die Einstellung des Rucksacks.....	28
Tabelle 3 - Einsatz verschiedener Erntemethoden	31
Tabelle 4 - Merkmale verschiedener Behälterformen.....	33
Tabelle 5 - Vergleich der Ernteoptionen für Äpfel	43
Tabelle 6 - Vergleich der Effizienz verschiedener Methoden der Apfelernte	45
Tabelle 7 - Effizienz verschiedener Apfelernte-Systeme	45

Kapitel 1 – Fruchtreife

1.1. Was ist Fruchtreife?

Fruchtreife ist im modernen intensiven Obstbau keine einzelne Phase, sondern **eine Abfolge physiologischer Zustände**, von denen jeder für den Erzeuger praktische Bedeutung hat. Von der richtigen Bestimmung dieser Phase hängen nicht nur der Geschmack der Erzeugnisse ab, sondern auch das Ausmaß mechanischer Schäden bei der Ernte, Gewichtsverluste, die Transportfähigkeit und die Lagerdauer. Genau deshalb unterscheidet man in der beruflichen Praxis drei Hauptarten der Fruchtreife: Ernte-, Verzehr- und technische Reife.

Die Ernte-Reife ist entscheidend für die Organisation der Ernte. Dies ist der Zeitpunkt, an dem die Frucht die wesentlichen Wachstumsprozesse bereits abgeschlossen und eine ausreichende Menge an Nährstoffen angesammelt hat, aber noch nicht die volle Verzehrrеife erreicht hat. In dieser Phase weist die Frucht das maximale Potenzial für Lagerung und Transport auf, da ihr Gewebe noch eine erhöhte Dichte und Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen aufweist. Genau aus diesem Grund wird in kommerziellen Obstgärten der Großteil der Ernte gerade in der Ernte-Reifephase geerntet und nicht dann, wenn sie am attraktivsten aussieht oder die besten Geschmackseigenschaften aufweist.

Die physiologisch entfernbare Reife ist dadurch gekennzeichnet, dass die Reifungsprozesse bereits in Gang gesetzt, aber noch nicht abgeschlossen sind. Die Frucht enthält noch einen erheblichen Anteil an Stärke, die sich nach der Ernte allmählich in Zucker umwandelt. Die Festigkeit des Fruchtfleisches bleibt relativ hoch, was eine bessere Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Druck bei der Ernte, dem Transport und der Verpackung gewährleistet. Typische Richtwerte für Äpfel sind eine Festigkeit im Bereich von **6,5–8,5 kg/cm²**, ein Stärkeindex von **3–6** und ein Gehalt an löslichen Trockenstoffen von **10–14 %**. In dieser Phase verändert sich auch die Grundfarbe der Schale – sie wechselt von intensiv grün zu heller, gelblich, was einer der Feldindikatoren für die Erntebereitschaft ist.

Physiologische Reife – eine Festigkeit im Bereich von 6,5–8,5 kg/cm², einen Stärkeindex von 3–6 und einen Gehalt an löslichen Trockenstoffen von 10–14 %.

Es ist besonders hervorzuheben, dass der Zeitpunkt der Ernte-Reife nicht universell ist und vom Verwendungszweck der Erzeugnisse abhängt. Bei Früchten, die für eine Langzeitlagerung vorgesehen sind (insbesondere unter kontrollierten Atmosphärenbedingungen), erfolgt die Ernte etwas früher – bei höherer Festigkeit und geringerem Stärkeabbau. Sind die Produkte hingegen für den schnellen Verkauf bestimmt, ist eine spätere Ernte zulässig, wenn die Geschmackseigenschaften bereits teilweise ausgebildet sind.

Die wichtigste Regel für die Praxis lautet: **Je früher eine Frucht im Rahmen der Ernte-Reife geerntet wird, desto höher ist ihr Lagerpotenzial, aber desto geringer sind die anfänglichen Geschmackseigenschaften.**

Im Gegensatz zur Ernte-Reife charakterisiert die Verzehrrеife den Zustand der Frucht, wenn sie optimale organoleptische Eigenschaften – Geschmack, Aroma und Textur – erreicht. In dieser Phase ist der größte Teil der Stärke bereits in Zucker umgewandelt, der Säuregehalt sinkt und das für die Sorte typische Aromaprofil bildet sich aus. Die Fruchtfleischfestigkeit

nimmt ab, und die Frucht wird genussbereit. Bei Äpfeln entspricht dies in der Regel einer Festigkeit **von 4,5–6,5 kg/cm²**, einem Stärkeindex **von 6–9** und einem erhöhten Brix-Wert von **12–16 % und mehr**, je nach Sorte.

Verzehrreife – Härte 4,5–6,5 kg/cm², Stärkeindex 6–9 und erhöhter Brix-Wert – 12–16 % und mehr, je nach Sorte.

Es ist wichtig zu verstehen, dass die Verzehrreife in den meisten Fällen bereits nach der Ernte eintritt – während des Transports oder der Lagerung. Genau deshalb sind moderne Anbaumethoden und Nachernteverfahren darauf ausgerichtet, die Frucht bereits außerhalb des Obstgartens zur Verzehrreife zu bringen. Wird die Ernte hingegen direkt in der Phase der Verzehrreife durchgeführt, entstehen eine Reihe kritischer Probleme. Erstens sind weichere Früchte deutlich empfindlicher gegenüber mechanischen Beschädigungen; bei einer Verringerung der Festigkeit um nur 1–2 kg/cm² steigt die Wahrscheinlichkeit von Stoßschäden drastisch an, insbesondere wenn die Frucht aus einer Höhe von mehr als 20–30 cm herunterfällt. Zweitens verlieren solche Früchte schneller an Gewicht, atmen intensiver und haben eine deutlich kürzere Lagerfähigkeit. Im Ergebnis erhält der Betrieb „hier und jetzt“ einen besseren Geschmack, verliert jedoch bei der Vermarktung an Marktfähigkeit.

Die Verzehrreife ist der Zeitpunkt des Verkaufs oder des Verzehrs, nicht der Zeitpunkt der Ernte.

Die technische Reife hat einen anderen Zweck und wird durch die Anforderungen der verarbeitenden Industrie bestimmt. In diesem Fall ist der entscheidende Parameter nicht das Aussehen oder die Lagerfähigkeit, sondern der maximale Ertrag an nützlichen Inhaltsstoffen – vor allem Zucker. Die Früchte werden in einer späteren Entwicklungsphase geerntet, wenn der Brix-Wert die für die jeweilige Sorte maximalen Werte erreicht (oft **13–18 % und mehr**) und die Festigkeit des Fruchtfleisches abnimmt. In dieser Phase sind Oberflächenfehler, ungleichmäßige Färbung und sogar ein teilweiser Verlust des Stiels zulässig, sofern dies die Qualität des Endprodukts nicht beeinträchtigt.

Die technische Reife steht in engem Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeit der Produktion. Da die Anforderungen an das Aussehen deutlich geringer sind, wird der Einsatz schnellerer und kostengünstigerer Erntemethoden möglich, einschließlich mechanisierter oder halbmechanisierter Technologien. Dabei ist der Anteil mechanischer Beschädigungen, der für den Frischmarkt kritisch ist, für die Verarbeitung oft nicht entscheidend. Genau deshalb ermöglicht die technische Reife eine Optimierung der Erntekosten und eine Steigerung der Gesamteffizienz der Produktion im Verarbeitungssegment.

Für die Praxis des intensiven Obstbaus ist es von entscheidender Bedeutung, nicht nur diese drei Reifegrade zu kennen, sondern sie auch bei der Organisation der Ernte klar voneinander abzugrenzen. Einer der häufigsten Fehler ist das Vermischen von Früchten unterschiedlicher Reife innerhalb einer Partie. Dies führt zu Qualitätsschwankungen, Problemen bei der Lagerung und Verlusten beim Sortieren. Nicht weniger verbreitet ist die ausschließliche Orientierung am äußeren Erscheinungsbild der Früchte – der Farbintensität oder der Größe. Ein solcher Ansatz führt oft zu einer verspäteten Ernte und damit zu einer verkürzten Haltbarkeit und erhöhten Beschädigungen.

In der praktischen Ernteplanung besteht die Hauptaufgabe nicht darin, den „besten Zeitpunkt“ im allgemeinen Sinne zu bestimmen, sondern die Reifephase klar mit der späteren

Verwendung der Erzeugnisse abzustimmen. Das bedeutet, dass im selben Obstgarten an verschiedenen Tagen oder sogar innerhalb eines einzigen Parzellensatzes Früchte in unterschiedlichen Reifestadien geerntet werden können – je nachdem, ob sie für die Lagerung, den schnellen Verkauf oder die Verarbeitung bestimmt sind. Ein Grundprinzip, das der gesamten Ernteorganisation zugrunde liegen muss: **Die Früchte sollten nicht dann geerntet werden, wenn sie am besten aussehen oder am besten schmecken, sondern dann, wenn sie dem geplanten Vermarktungskanal am besten entsprechen.**

Genau dieses Verständnis bildet die Grundlage für alle weiteren Entscheidungen – von der Personalplanung bis zur Wahl der Erntetechnik und der Logistik nach der Ernte.

Tabelle 1 - Fruchtreife im modernen intensiven Obstbau

Parameter	Erntezeitpunkt	Verzehrreife	Technisch
Erntezeitpunkt	ja	nein	zur Verarbeitung
Härte	hoch	mittel	niedrig
Lagerfähigkeit	maximal	gering	unwichtig
Beschädigungsrisiko	geringer	hoch	mittel
Hauptverwendung	Lagerung/Verkauf	Verbrauch	Verarbeitung

1.2. Anzeichen für die Erntebereitschaft der Früchte

Die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunkts in einem Intensivobstgarten basiert nicht auf dem visuellen Eindruck, sondern auf **einer kombinierten Bewertung physikalischer, chemischer und biologischer Parameter**. Keiner dieser Parameter allein liefert ausreichende Genauigkeit, da der Reifungsprozess komplex ist: Gewebestruktur, Kohlenhydratzusammensetzung, Pigmentierung und physiologische Aktivität der Frucht verändern sich gleichzeitig. Genau aus diesem Grund wird in der beruflichen Praxis die Entscheidung über den Beginn der Ernte auf der Grundlage von 3–5 Parametern gleichzeitig getroffen.

Die aussagekräftigsten Indikatoren sind die Fruchtfleischfestigkeit, der Grad der Stärkeabbau, der Gehalt an löslichen Trockenstoffen, die Veränderung der Grundfarbe, die Leichtigkeit des Abtrennens der Frucht, der Zustand der Samen und, in genaueren Systemen, der Gehalt an internem Ethylen.

Die Fruchtfleischfestigkeit ist ein grundlegender Indikator, der in direktem Zusammenhang mit der Widerstandsfähigkeit der Frucht gegen mechanische Beschädigungen und ihrer Lagerfähigkeit steht. Im Laufe des Reifungsprozesses kommt es zum Abbau der Zellwände, was zu einer allmählichen Abnahme der Festigkeit führt. Genau deshalb ist dieser Parameter einer der schnellsten Indikatoren für den Übergang der Frucht von der Ernte- zur Verzehrreife. Die Messung erfolgt mit **einem Penetrometer (Härteprüfer)**, das die Kraft bestimmt, die erforderlich ist, damit die Spitze in das Fruchtfleisch eindringt. Bei Äpfeln liegen die optimalen

Werte bei Ernte-Reife bei **6,5–8,5 kg/cm²** für eine lange Lagerung und bei etwa **5,5–7,0 kg/cm²** für einen schnellen Verkauf. In der Praxis ist es wichtig zu berücksichtigen, dass bereits eine geringfügige Abnahme der Festigkeit (um 1–1,5 kg/cm²) das Risiko von Druckstellen während der Ernte und des Transports erheblich erhöht.

Der Stärkeabbau spiegelt den inneren Reifungszustand der Frucht wider und ist einer der zuverlässigsten Indikatoren für die Bestimmung des Erntezeitpunkts. Im Laufe der Reifung wandelt sich die Stärke in Einfachzucker um, was sich direkt auf den Geschmack und das Verhalten der Frucht während der Lagerung auswirkt. Die Bewertung erfolgt mittels **eines Jodtests (Jodlösung + Stärkeindex-Skala)**: Die Stärke färbt sich dunkel, und anhand des Ausmaßes dieser Färbung wird der Index auf einer Skala von 1 bis 10 bestimmt. Für die meisten Apfelsorten liegt der optimale Bereich für die Ernte bei **3–6**, wobei niedrigere Werte einer früheren Ernte (für die Langzeitlagerung) und höhere Werte einer späteren Ernte (für den schnellen Verkauf) entsprechen. Dieser Indikator hilft, das typische Risiko zu vermeiden, dass die Frucht äußerlich reif aussieht, aber bereits an Lagerfähigkeit verliert.



Abbildung1 – Gerät zur Bestimmung der Fruchtfleischfestigkeit



Abbildung2 – Ergebnisse des Jodtests

Der Gehalt an löslichen Trockenstoffen (Brix) charakterisiert den Grad der Zuckeranreicherung und spiegelt teilweise die Geschmackseigenschaften der Frucht wider. Die Messung erfolgt mit **einem Refraktometer**, das die Konzentration der gelösten Stoffe im

Saft bestimmt. Im Laufe der Reifung steigt dieser Wert an, kann jedoch nicht als einziges Kriterium für die Reife herangezogen werden, da er in hohem Maße von den Wetterbedingungen, der Ertragsbelastung und den Anbaumethoden abhängt. Für Äpfel sind Werte **von 10–12 % zu Beginn der Ernte-Reife** und **12–14 % in ihrer optimalen Phase** typisch. In der Praxis wird dieser Wert als zusätzlicher Indikator verwendet: Ein hoher Brix-Wert bei geringer Festigkeit deutet auf Überreife hin, während ein niedriger Brix-Wert bei hoher Festigkeit auf Unreife der Früchte hindeutet.

Die Grundfarbe (Hintergrundfarbe) ist ein schneller Feldindikator, der eine ungefähre Einschätzung des Reifestadiums ohne den Einsatz komplexer Geräte ermöglicht. Sie verändert sich infolge des Abbaus von Chlorophyll – von sattem Grün wechselt sie zu einem helleren und später zu einem gelblichen Farbton. Für eine genauere Beurteilung werden in der professionellen Praxis **Farbskalen (Color Charts)** verwendet, die an bestimmte Sorten angepasst sind. Ein grüner Hintergrund deutet auf ein frühes Stadium hin, hellgrün auf die Annäherung an den optimalen Erntezeitpunkt und gelb auf eine Verspätung. Gleichzeitig hat dieser Indikator Einschränkungen, da er von der Belichtung der Früchte abhängt und keine inneren Prozesse widerspiegelt; daher wird er nur in Kombination mit anderen Parametern verwendet.



Abbildung3 – Refraktometer zur Bestimmung des Gehalts an löslichen Trockensubstanzen

Die Leichtigkeit, mit der sich die Frucht ablösen lässt, ist ein Indikator für die Bildung der sogenannten Abscissionsschicht (abscission layer), die sich im Laufe des Reifungsprozesses im Bereich des Fruchts Stiels bildet. Dieser Indikator erfordert keine spezielle Ausrüstung und wird direkt bei der Begutachtung der Früchte im Obstgarten bestimmt. In der Phase der optimalen Ernte-Reife lässt sich die Frucht durch leichtes Drehen nach oben ohne nennenswerten Kraftaufwand leicht abtrennen. Lässt sich die Frucht nur schwer oder ohne Stiel abtrennen, deutet dies auf einen falschen Erntezeitpunkt oder ein erhöhtes Verletzungsrisiko hin. Die praktische Bedeutung dieses Indikators liegt nicht nur in der Bestimmung der Reife, sondern auch in der Verringerung von Verletzungen der Früchte während der Ernte.



Abbildung4 – Leichtiges Ablösen der Frucht

Die Samenfärbung dient als zusätzlicher Anhaltspunkt, der den Entwicklungsgrad der Frucht widerspiegelt. Zur Beurteilung muss die Frucht aufgeschnitten werden (mit **einem Messer oder einer Gartenschere**). Im Laufe der Reifung verändert der Samen seine Farbe von weiß zu dunkelbraun. Weiße oder helle Samen weisen auf Unreife hin, während dunkelbraune Samen auf das Erreichen des Reifezustands hindeuten. Dieser Indikator ist jedoch weniger genau und hängt von der Sorte ab, weshalb er nur als Hilfsmittel verwendet wird.



Abbildung5 – Bildung der Trennschicht

Der interne Ethylengehalt ist der genaueste, in der Praxis jedoch am wenigsten verbreitete Indikator. Ethylen ist ein Reifungshormon, dessen Konzentration bei klimakterischen Kulturen (Apfel, Birne) zu Beginn der aktiven Reifung stark ansteigt. Seine Konzentration wird mit Hilfe **eines Ethylenanalysators** durch Entnahme von Gas aus der Frucht bestimmt. Praktische Richtwerte: Ein Wert **unter 0,2 ppm** entspricht dem frühen Stadium, **0,2–1 ppm** dem Beginn der Ernte-Reife, und Werte über **1 ppm** weisen auf eine aktive Reifung hin. Diese Methode wird vorwiegend in großen Betrieben oder bei der Langzeitlagerung angewendet, wo ein Fehler von wenigen Tagen erhebliche wirtschaftliche Folgen haben kann.



Abbildung 6 – Ethylen-Gasanalysator

In der landwirtschaftlichen Praxis ist eine Kombination verschiedener Messgrößen am zuverlässigsten, darunter die Weichheit des Fruchtfleisches (Penetrometer), der Stärkeindex (Jodtest) und die Grundfarbe (visuell oder anhand einer Skala). Die Hinzunahme der Brix-Messung (Refraktometer) erhöht die Genauigkeit, und die Verwendung der Ethylenanalyse ermöglicht es, maximale Genauigkeit bei der Bestimmung der Erntezeitpunkte für Produkte zu erreichen, die für die Langzeitlagerung bestimmt sind.

Eine wichtige Regel für die Praxis des intensiven Obstbaus lautet, dass die Entscheidung über den Beginn der Ernte nicht intuitiv, sondern auf der Grundlage einer regelmäßigen Überwachung der Indikatoren getroffen werden sollte. Optimalerweise sollten die Messungen alle **2–3 Tage** 10–14 Tage vor dem erwarteten Erntebeginn anhand einer repräsentativen Auswahl von Früchten aus verschiedenen Teilen der Baumkrone durchgeführt werden. Genau dieser Ansatz ermöglicht es, eine verspätete Ernte zu vermeiden und die maximale Qualität der Erzeugnisse zu erhalten.

1.3. Gleichmäßige Reifung in Intensivobstgärten

Die gleichzeitige Reifung der Früchte ist ein entscheidender Faktor für die effiziente Organisation der Ernte in Intensivobstgärten. Je gleichmäßiger die Reifung verläuft, desto weniger Durchgänge sind für die Ernte erforderlich, desto einfacher ist die Personalplanung und desto höher ist die Gesamteffizienz des Prozesses. Andernfalls ist der Betrieb gezwungen, mehrere Erntewellen durchzuführen, was die Arbeitskosten erhöht, die Logistik erschwert und das Risiko erhöht, dass Früchte unterschiedlicher Qualität vermischt werden.

Die Gleichmäßigkeit der Reifung wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst, unter denen die Sorte, die Unterlage, die Ertragsbelastung, die Lichtverhältnisse in der Krone und die Baumarchitektur eine Schlüsselrolle spielen.

Die Sorte ist ein grundlegender Faktor, da sie den Reifeverlauf genetisch bestimmt. Einige Sorten haben eine längere Reifezeit und erfordern 2–3 Erntegänge, während andere eher gleichzeitig reifen. Bei der Anlage eines Intensivobstgartens wird dieser Faktor nicht nur unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten, sondern auch im Hinblick auf die Organisation der Ernte berücksichtigt.

Die Unterlage beeinflusst die Wuchskraft des Baumes, die Größe der Krone und die Gleichmäßigkeit der Fruchtverteilung. Wuchsschwache Unterlagen (vom Typ M9) bilden kompaktere Bäume mit gleichmäßigerer Belichtung, was zu einer gleichmäßigen Reifung beiträgt. Starkwachsende Unterlagen hingegen bilden eine tiefere Krone mit unterschiedlichen mikroklimatischen Zonen, was zu einer Uneinheitlichkeit der Früchte hinsichtlich ihres Reifegrades führt.

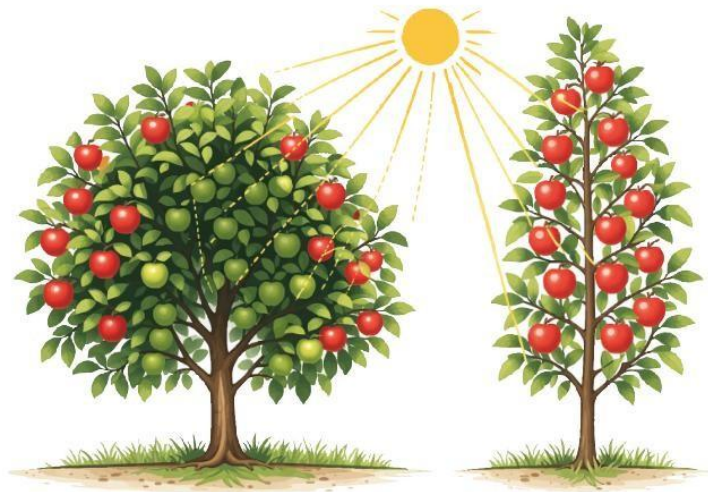


Abbildung 7 – Vergleich der Kronenbeleuchtung: In einer dichten Krone bleiben die inneren Früchte in der Reife zurück, in einer schmalen Krone ist die Reifung gleichmäßiger.

Die Ertragsbelastung wirkt sich direkt auf die Gleichmäßigkeit der Fruchtentwicklung aus. Überlastete Bäume bilden kleinere Früchte, die langsamer und weniger gleichmäßig reifen. Eine zu geringe Belastung führt hingegen zu übermäßigem Fruchtwachstum und oft zu einer schnelleren, aber ebenfalls ungleichmäßigen Reifung. Genau deshalb ist die Ertragsregulierung (manuelles oder chemisches Ausdünnen) ein wichtiges Instrument zur Angleichung der Reife.

Die Lichtverteilung in der Baumkrone ist einer der am meisten unterschätzten Faktoren. Früchte, die sich am äußeren Rand der Baumkrone befinden, erhalten mehr Licht und reifen schneller, während die inneren Früchte grüner und härter bleiben. Der Reifegradunterschied zwischen diesen Bereichen kann mehrere Tage betragen, was für die Organisation der Ernte entscheidend ist. Genau deshalb sind moderne Intensivobstgärten auf die Bildung einer schmalen, gut beleuchteten Baumkrone ausgerichtet.

Die Breite der Fruchtwand ist ein Schlüsselement moderner Anbausysteme. In Obstgärten mit einer schmalen „Fruchtwand“ (Dicke ca. 0,6–1,0 m) dringt das Licht gleichmäßig in die gesamte Tiefe der Krone ein, was eine gleichmäßigere Reifung der Früchte gewährleistet. In traditionellen Systemen mit einer tiefen Krone ist der Unterschied zwischen den inneren und äußeren Früchten deutlich größer, was die Ernte erschwert.

Die praktische Erfahrung zeigt, dass ein gut geformter Intensivobstgarten mit schmaler Krone, optimaler Ertragsbelastung und richtig ausgewählter Unterlage die Anzahl der Erntegänge auf 1–2 reduzieren kann, während in weniger optimierten Obstgärten 3 oder mehr Gänge erforderlich sein können.



Abbildung8 – Vergleich der Beleuchtungsvarianten

Die gleichzeitige Reifung ist kein Zufall, sondern das Ergebnis eines korrekten Anbausystems, das mit der Sortenauswahl beginnt und mit der Kronenformung endet.

Kapitel 2 – Ertragsprognose

2.1. Ertragsprognose vor Beginn der Ernte

Eine genaue Ertragsprognose vor Beginn der Ernte ist die Grundlage für die gesamte Organisation der Saison. Ohne sie arbeitet der Betrieb praktisch „blind“: Entweder fehlen an den Spitzentagen Arbeitskräfte, Behälter und Transportmittel, oder umgekehrt – es wird ein überzähliges Team gebildet, das untätig ist und die Selbstkosten der Ernte erhöht. In einem modernen Intensivobstgarten ist die Ertragsprognose nicht nur für ein allgemeines Verständnis des Erntevolumens erforderlich, sondern auch für ganz konkrete Entscheidungen: Wie viele Kisten pro Hektar werden benötigt, wie viele Fahrten muss ein Traktor oder Radlader absolvieren, welche Menge an Früchten ist für die Langzeitlagerung einzuplanen und welche soll sofort in den Verkauf oder zur Verarbeitung gelangen? Genau deshalb muss man vor Beginn der Ernte von der allgemeinen Einschätzung „der Obstgarten ist gut bestückt“ zu Zahlen im Format **t/ha, kg/Baum, Kisten/ha und dem Ernteanteil nach Absatzkanälen** übergehen.

Der zuverlässigste praktische Ansatz ist eine „Bottom-up“-Prognose: Zunächst wird die durchschnittliche Anzahl der Früchte pro Baum ermittelt, dann das durchschnittliche Gewicht einer Frucht, woraufhin das Ergebnis in Kilogramm pro Baum und Tonnen pro Hektar umgerechnet wird. Genau diese Logik wird auch in den praktischen Empfehlungen verwendet, in denen betont wird, dass für eine genaue Prognose zwei Basisgrößen erforderlich sind: **die durchschnittliche Anzahl der Früchte pro Flächeneinheit und das durchschnittliche Gewicht einer Frucht.**

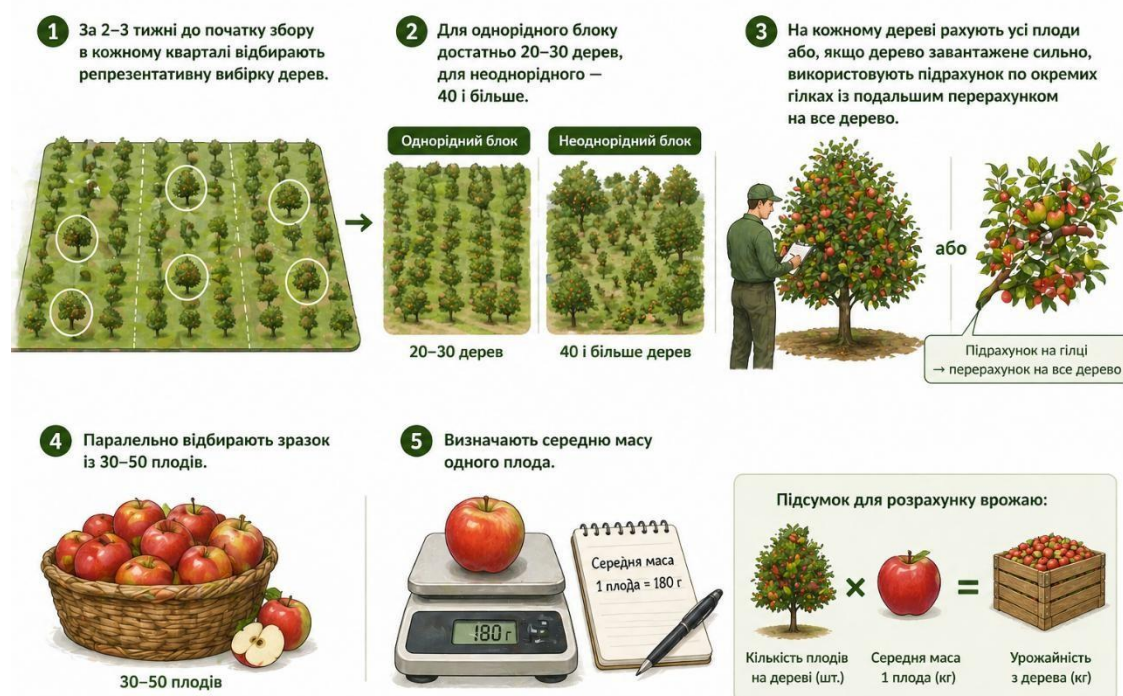


Abbildung9 – Schematische Darstellung der Ernteplanung.

In der Praxis läuft das so ab: 2–3 Wochen vor Beginn der Ernte wird in jedem Block eine repräsentative Stichprobe von Bäumen entnommen. Für einen homogenen Block reichen 20–30 Bäume aus, für einen heterogenen Block 40 und mehr. An jedem Baum werden alle Früchte gezählt oder, wenn der Baum stark beladen ist, wird eine Zählung an einzelnen Ästen vorgenommen und anschließend auf den gesamten Baum hochgerechnet. Parallel dazu wird eine Probe von 30–50 Früchten entnommen und das Durchschnittsgewicht einer Frucht bestimmt. Anschließend wird die folgende Grundformel angewendet:

Ertrag pro Baum, kg = Anzahl der Früchte am Baum × durchschnittliches Gewicht einer Frucht, kg

Wenn beispielsweise ein Baum durchschnittlich 145 Früchte trägt und das durchschnittliche Gewicht einer Frucht 185 g beträgt, lautet die Prognose für den Baum:

$$145 \times 0,185 = 26,8 \text{ kg/Baum}$$

Anschließend wird das Ergebnis in einen Hektarwert umgerechnet:

Ertrag, t/ha = (kg/Baum × Anzahl der Bäume pro 1 ha) / 1000

Wenn das Pflanzschema 3 200 Bäume/ha vorsieht, ergibt sich nach dem angegebenen Beispiel:

$$26,8 \times 3200 / 1000 = 85,8 \text{ t/ha}$$

Für die operative Steuerung der Ernte ist der Wert in **kg/Baum** einer der praktischsten. Er ermöglicht einen schnellen Vergleich der Parzellen untereinander, gibt Aufschluss über die tatsächliche Belastung der Bäume und ermöglicht eine genauere Planung der Arbeitsleistung der Brigade. Wenn beispielsweise in Parzelle A die Prognose bei 18 kg/Baum und in Parzelle B bei 31 kg/Baum liegt, dann wird der Bedarf an Personal, Transportmitteln und Logistik selbst bei gleicher Fläche grundlegend unterschiedlich sein. Genau deshalb ist es sinnvoll, vor Beginn der Ernte für jeden Block eine kurze Tabelle zu erstellen:

- Fläche, ha;
- Anzahl der Bäume/ha;
- durchschnittliche Anzahl der Früchte pro Baum;
- durchschnittliches Fruchtgewicht, g;
- Prognose, kg/Baum;
- Prognose, t/ha.

Separat muss der Ertrag in **die Anzahl der Kisten pro Hektar** umgerechnet werden, da gerade die Kisten die tatsächliche Arbeitseinheit für die Ernte und den Abtransport darstellen. Die Formel ist einfach:

Kisten/ha = Ertrag, kg/ha / Fassungsvermögen einer Kiste, kg

Hier ist es entscheidend, keinen „theoretischen“ Behälter zu verwenden, sondern genau die Behälter in die Berechnung einzubeziehen, die im Betrieb tatsächlich verwendet werden. Bei Äpfeln und Birnen orientiert man sich in der Praxis meist an **300–400 kg Netto in einem Behälter**, abhängig von der Art des Behälters, der Fruchtgröße und der zulässigen Füllmenge.

Daher ist es in den Betriebsberechnungen sinnvoll, einen Arbeitswert, beispielsweise **350 kg/Kiste**, anzunehmen und diesen anschließend an den konkreten Betrieb anzupassen.

Wenn die Prognose 85,8 t/ha beträgt und ein Behälter mit 350 kg angenommen wird, ergibt sich:

$$85\,800 / 350 = 245 \text{ Behälter/ha}$$

Diese Zahl gibt sofort Antwort auf mehrere praktische Fragen: Wie viele leere Behälter müssen vor Beginn der Schicht in den Sektor gebracht werden, wie viele volle Behälter müssen pro Tag abtransportiert werden, reicht der Platz auf dem Sammelplatz auf dem Feld aus, wie viele Fahrten wird der Traktoranhänger oder der Radlader machen? Wenn ein Transportfahrzeug pro Fahrt 12 Behälter aufnimmt, sind für das angeführte Beispiel ungefähr erforderlich:

$$245 / 12 = 20,4 \text{ Fahrten/ha}$$

Das sind also ungefähr **21 Fahrten pro Hektar**. Genau in dieser Phase wird deutlich, wo „Engpässe“ entstehen werden – nicht bei der Arbeit der Erntehelfer, sondern beim Anliefern der Behälter oder beim Abtransport der gefüllten Behälter.

Ein weiterer unverzichtbarer Bestandteil der Prognose ist **die Aufteilung der Ernte nach Verwendungszwecken**. Der Betrieb muss noch vor Beginn der Massenernte abschätzen, welcher Anteil der Früchte für die Langzeitlagerung, welcher für den schnellen Verkauf und welcher für die Verarbeitung bestimmt ist. Ohne diese Informationen ist es unmöglich, die Erntezeitpunkte richtig festzulegen, Partien zu bilden und die Sortierung zu organisieren.

Das einfachste Arbeitsmodell sieht wie folgt aus:

Anteil pro Vertriebskanal, % = (Menge der Früchte einer bestimmten Qualität / Gesamtprognose der Ernte) × 100 Um dies zu berechnen, muss in der Vorerntephase nicht nur die Erntemenge geschätzt, sondern auch **eine qualitative Stichprobenuntersuchung der Früchte** durchgeführt werden. In der Stichprobe werden erfasst:

- den Anteil der Früchte, die hinsichtlich Größe und Qualität für eine Langzeitlagerung geeignet sind;
- den Anteil der Früchte, die für den schnellen Verkauf geeignet, aber für die Langzeitlagerung nicht erwünscht sind;
- den Anteil der Früchte mit Mängeln, die sofort der Verarbeitung zugeführt werden.

Praktisch ist es für jedes Erntequartal sinnvoll, mit drei Kategorien zu arbeiten:

1. Früchte für die Langzeitlagerung.

Hierzu gehören einheitliche Früchte mit guter Festigkeit, ohne mechanische Beschädigungen, mit dem richtigen Erntezeitpunkt, ohne Krankheitssymptome, mit ausreichender Größe und hoher Lagerfähigkeit.

2. Früchte für den schnellen Verkauf.

Dies ist eine Partie, die man nicht lange lagern sollte: entweder wegen späterer Reife, etwas geringerer Festigkeit, weniger gleichmäßiger Farbe oder der Notwendigkeit, die Produkte schnell auf den Markt zu bringen.

3. Früchte zur Weiterverarbeitung.

Hierzu gehören Produkte mit mechanischen Beschädigungen, nicht marktfähiger Größe, Oberflächenfehlern oder physiologischen Abweichungen, die die Frucht zwar nicht ungenießbar machen, aber ihren Wert auf dem Frischmarkt drastisch mindern.



Abbildung10 – Möglichkeiten der Fruchtsortierung

Wenn beispielsweise die Gesamtprognose für das Quartal 420 t beträgt und laut Stichprobe 55 % der Früchte für die Langzeitlagerung, 30 % für den Schnellverkauf und 15 % für die Verarbeitung vorgesehen sind, sieht die geplante Aufteilung wie folgt aus:

- **für die Langzeitlagerung:** $420 \times 0,55 = 231 \text{ t}$
- **für den schnellen Verkauf:** $420 \times 0,30 = 126 \text{ t}$
- **zur Verarbeitung:** $420 \times 0,15 = 63 \text{ t}$

Danach muss jeder dieser Ströme ebenfalls in Behälter umgerechnet werden. Wenn man dieselben 350 kg/Behälter zugrunde legt, ergibt sich:

- **231 000 / 350 = 660 Behälter** zur Lagerung;
- **126 000 / 350 = 360 Behälter** für den schnellen Verkauf;
- **63 000 / 350 = 180 Behälter** zur Verarbeitung.

Diese Berechnung ist von großer praktischer Bedeutung. Wenn der Betrieb im Voraus weiß, dass aus dem Quartal etwa 660 Behälter für die Kühllagerung anfallen, kann er prüfen, ob die Kühlkapazitäten ausreichen, ob der Ernteplan verschoben werden muss und ob genügend freie Behälter speziell für diese Kategorie vorhanden sind. Wenn hingegen 180 Kisten im Voraus für die Verarbeitung vorgesehen sind, müssen sie nicht mit der Handelsware vermischt oder in der Logistikkette als Premium-Obst geführt werden.

In der Praxis empfiehlt es sich, eine weitere Formel zu verwenden – **die Berechnung der täglichen Auslastung der Logistik:**

Tägliches Erntevolumen, t/Tag = Gesamtprognose, t / geplante Anzahl der Erntetage

Wenn beispielsweise eine Ernte mit einer Prognose von 420 t in 7 Tagen geerntet werden soll, beträgt der Tagesplan: **$420 / 7 = 60 \text{ t/Tag}$**

In Behältern bedeutet dies:

60 000 / 350 = 171 Behälter/Tag

Das bedeutet, dass im Quartier täglich

- mindestens 171 leere Behälter bereitgestellt werden müssen;
- 171 gefüllte Behälter abtransportieren;
- die Kühlung oder den Weitertransport dieser Produktmenge sicherstellen.

Genau in diesem Format wird die Ertragsprognose zu einem Arbeitsinstrument und nicht nur zu einer statistischen Schätzung.

Es ist wichtig zu verstehen, dass jede Prognose eine gewisse Abweichung beinhaltet. Daher ist es in der Praxis des intensiven Obstbaus sinnvoll, **eine Reserve von 5–10 %** für Schwankungen des durchschnittlichen Fruchtgewichts, Unterschiede zwischen den Bäumen, Verluste bei der Ernte und Abweichungen beim tatsächlichen Ertrag an marktfähiger Produktion einzuplanen. Wenn die Berechnung einen Bedarf von 245 Kisten/ha ergibt, ist es in der Praxis sicherer, 255–270 Kisten/ha einzuplanen. Ebenso sollte bei der Planung des Anteils der für die Lagerung bestimmten Ernte berücksichtigt werden, dass der tatsächliche Ertrag nach dem ersten Erntetag niedriger oder höher ausfallen kann als die vorherige Schätzung, und diese Anteile müssen sofort angepasst werden.

Die Ertragsprognose vor Beginn der Ernte sollte also nicht auf einem einzigen Indikator basieren, sondern auf einem zusammenhängenden Berechnungssystem:

kg/Baum → t/ha → Bin/ha → Fahrten/ha → Anteil nach Vertriebskanälen.

Genau dieser Ansatz verschafft dem Betrieb eine reale Kontrolle über die Erntesaison und ermöglicht es, den häufigsten organisatorischen Fehler zu vermeiden – wenn die Ernte bereits reif ist, aber noch keine genauen Zahlen für ihre Steuerung vorliegen.

2.2. Berechnung des Arbeitskräftebedarfs, der Erntegeschwindigkeit und der Qualität

Die Organisation der Ernte in einem Intensivobstgarten beginnt nicht damit, dass die Arbeiter aufs Feld gehen, sondern mit der genauen Berechnung des Arbeitskräftebedarfs und der Ermittlung der tatsächlichen Produktivität. Fehler in dieser Phase führen automatisch entweder zu Stillstandzeiten und Mehrkosten oder zu einer Verzögerung der Ernte und Qualitätsverlusten. Dabei ist es wichtig zu verstehen, dass Erntegeschwindigkeit und Fruchtqualität miteinander verknüpfte Kennzahlen sind, die nicht getrennt betrachtet werden können.

Die grundlegende Berechnung der Anzahl der Erntehelfer erfolgt anhand des Gesamtertrags und der durchschnittlichen Produktivität eines Arbeiters. In der Praxis wird eine einfache Formel verwendet:

Anzahl der Erntehelfer = Gesamternte, kg / (durchschnittliche Tagesleistung eines Arbeiters, kg × Anzahl der Erntetage)

Wenn beispielsweise die Prognose für das Quartal 420 t (420.000 kg) beträgt, der geplante Erntezeitraum 7 Tage und die durchschnittliche Leistung eines Arbeiters 800 kg/Tag, dann beträgt der Bedarf an Erntehelfern:

$$420.000 / (800 \times 7) = 75 \text{ Personen}$$

Diese Berechnung ist jedoch nur eine Grundberechnung und muss angepasst werden. Unter realen Bedingungen beträgt die Arbeitseffizienz aufgrund von Zeitverlusten durch Wegezeiten, Behälterwechsel, Pausen und organisatorische Verzögerungen nie 100 %. Daher wird ein Arbeitszeitauslastungskoeffizient eingeführt:

Tatsächlicher Bedarf = Berechnete Anzahl / Effizienzkoeffizient

In der Praxis beträgt dieser Koeffizient **0,75–0,85**. Nehmen wir 0,8:

$$0,75 / 0,8 = 94 \text{ Mitarbeiter}$$

Darüber hinaus ist es sinnvoll, eine Reserve **von 10–15 %** für Spitzentage, Krankheitsfälle oder Schwankungen in der Arbeitsleistung des Teams einzuplanen. Im Ergebnis beträgt der tatsächliche Bedarf etwa **100–105 Personen**.

Es ist wichtig zu wissen, dass die durchschnittliche Arbeitsleistung eines Erntehelfers keine konstante Größe ist und wesentlich von einer Reihe von Faktoren abhängt. In erster Linie sind dies die Sorte und die Größe der Früchte. Große Früchte (z. B. Größe 80+) lassen sich schneller ernten, da sie am Baum seltener vorkommen und sich leichter pflücken lassen. Kleine Früchte verringern die Produktivität erheblich, da sich die Anzahl der Arbeitsschritte erhöht. Der Unterschied kann zwischen verschiedenen Sorten oder Saisonen bis zu **20–30 %** betragen.

Auch die Höhe der Bäume hat einen direkten Einfluss. In Obstgärten mit einer Höhe von bis zu 3–3,5 m und einer korrekt geformten Krone ist die Produktivität deutlich höher als in Obstgärten mit hohen Bäumen, wo mehr Leitern oder kompliziertere Bewegungen erforderlich sind. Ebenso spielt die Art der Ernte eine entscheidende Rolle: Bei der Arbeit mit Arbeitsbühnen kann die Produktivität dank besserer Ergonomie und geringerer Zeitverluste beim Umsetzen um **10–20 %** steigen.

Ein nicht minder wichtiger Faktor ist die Erfahrung des Teams. Neue oder schlecht ausgebildete Mitarbeiter können nur **50–60 %** der Produktivität erfahrener Erntehelfer erreichen. Genau deshalb ist es bei der Zusammenstellung eines Teams wichtig, dessen Struktur zu berücksichtigen und nicht nur die Gesamtzahl der Personen.

Separat muss das Hilfspersonal einkalkuliert werden, da die Erntehelfer nicht isoliert arbeiten. Wird dieser Bereich unterschätzt, entsteht eine Situation, in der die Früchte zwar geerntet, aber nicht abtransportiert oder verarbeitet werden, was zu „Engpässen“ im System führt.

Für die Logistik der Ernte gelten ungefähr folgende Verhältnisse:

- **1 Lader (oder Traktor mit Fahrer) pro 40–60 Erntehelfer**
- **1–2 Traktorfahrer/Fahrer pro Parzelle**, je nach Entfernung zum Lager
- **1 Qualitätskontrolleur pro 20–30 Erntehelfer**
- **1–2 Mitarbeiter für die Bereitstellung von Behältern (Bereitstellung/Austausch von Behältern)**

Diese Zahlen variieren je nach Organisation des Betriebs, aber ihre Nichtbeachtung führt fast immer zu Stillstandzeiten auf dem Feld.

Nach der Festlegung der Personalstärke wird die Erntegeschwindigkeit zum entscheidenden Faktor. Auf den ersten Blick erscheint es logisch, die Produktivität zu maximieren, doch in der Praxis führt eine übermäßige Beschleunigung des Prozesses oft zum gegenteiligen Effekt. Bei steigendem Arbeitstempo neigen die Mitarbeiter dazu:

- die Früchte in den Beutel zu werfen;
- die Behälter überzufüllen;
- ohne Kontrolle der Fallhöhe zu arbeiten;
- die Früchte ohne Stiel zu pflücken.

Infolgedessen steigt der Anteil mechanischer Schäden, die sich nicht sofort, sondern erst während der Lagerung oder Sortierung zeigen; selbst eine geringfügige Erhöhung der Fallhöhe oder der Aufprallkraft erhöht den Prozentsatz der Defekte drastisch. Das bedeutet, dass eine „schnelle“ Ernte zum Verlust eines erheblichen Teils der marktfähigen Ernte führen kann. Wirtschaftlich sieht das so aus: Wenn eine Erhöhung der Geschwindigkeit zwar eine Produktivitätssteigerung von +10 % bringt, aber die Qualitätsverluste um 5–8 % erhöht, arbeitet der Betrieb faktisch mit Verlust, da die Kosten der verlorenen marktfähigen Ernte die Einsparungen bei den Lohnkosten deutlich übersteigen.

Genau aus diesem Grund wird in der modernen Praxis der Ansatz der „kontrollierten Geschwindigkeit“ verwendet, bei dem für jeden Block eine Zielproduktionsnorm festgelegt wird, die ein Gleichgewicht zwischen Produktivität und Qualität gewährleistet. Die Produktionsnorm wird in kg/Person/Tag bestimmt und für jedes Quartal separat festgelegt, unter Berücksichtigung:

- ✓ Sorte;
- ✓ der Fruchtgröße;
- ✓ der Höhe und Form der Bäume;
- ✓ des Erntesystems (Leitern, Plattformen);
- ✓ der Erfahrung der Arbeitsgruppe.

Richtwerte für Apfelplantagen:

- **600–800 kg/Tag** – schwierige Bedingungen (kleine Früchte, hohe Baumkronen)
- **800–1200 kg/Tag** – Standardbedingungen
- **1200+ kg/Tag** – optimale Bedingungen (große Früchte, Plattformen, erfahrene Brigade) Wichtig ist, dass diese Norm nicht für den gesamten Betrieb festgeschrieben werden sollte. Sie wird für einen bestimmten Block festgelegt und bereits in den ersten Tagen der Ernte auf der Grundlage der tatsächlichen Daten angepasst.

In der Praxis sieht eine korrekte Organisation wie folgt aus: Am ersten Tag der Ernte wird die tatsächliche Leistungsfähigkeit des Teams ermittelt, woraufhin der Plan für die folgenden Tage sowohl hinsichtlich der Personalstärke als auch der Logistik angepasst wird. So lässt sich

vermeiden, dass Berechnungen „auf dem Papier“ erfolgen, aber nicht den tatsächlichen Bedingungen im Obstgarten entsprechen.

Eine effiziente Ernte ist keine möglichst schnelle Ernte, sondern ein gesteuerter Prozess, bei dem die Geschwindigkeit durch die Qualitätsanforderungen begrenzt wird. Gerade das Gleichgewicht zwischen Produktivität und Erhalt der Marktfähigkeit bestimmt das wirtschaftliche Ergebnis der gesamten Saison.

2.3. Typische Fehler bei der Organisation der Ernte

Die Praxis zeigt, dass die größten Qualitäts- und Effizienzverluste während der Ernte nicht mit der Technik oder den Menschen zusammenhängen, sondern mit **organisatorischen Fehlern**. In den meisten Fällen wiederholen sich diese von Jahr zu Jahr und sind systemischer Natur. Wichtig ist, dass diese Fehler im Moment nicht kritisch erscheinen, sich jedoch summieren und zu erheblichen Verlusten führen – sowohl direkten (Beschädigung der Früchte, Ernteaussfälle) als auch indirekten (Sinkende Verkaufspreise, Mehrausgaben für Logistik, Personalausfälle).

Eines der häufigsten Probleme ist der verspätete Beginn der Ernte. Oft orientieren sich die Betriebe am Aussehen der Früchte oder an kalendarischen Terminen und verschieben den Beginn der Arbeiten um einige Tage. Infolgedessen gelangt ein erheblicher Teil der Früchte bereits vor Beginn der Massenernte in die Überreifephase. Dies führt zu einer Verringerung der Festigkeit, einer erhöhten Anfälligkeit für mechanische Beschädigungen und einer Verkürzung der Lagerfähigkeit. Tatsächlich verliert der Betrieb einen Teil der potenziellen Qualität, noch bevor die Frucht in die Kiste gelangt. In der Praxis kann eine Verzögerung von nur 3–5 Tagen in der Hochsaison einen Anstieg der Qualitätsverluste um mehrere Prozent bedeuten.

Nicht weniger kritisch ist das Problem der unzureichenden Kennzeichnung der Parzellen. In großen Betrieben, in denen mehrere Teams gleichzeitig arbeiten, führt das Fehlen einer eindeutigen Identifizierung von Blöcken, Reihen oder Partien zu Chaos in der Buchhaltung. Die Mitarbeiter können Früchte aus verschiedenen Parzellen vermischen, die Ernte erfolgt ungleichmäßig, und Informationen über die Erntezeitpunkte gehen verloren. Infolgedessen lässt sich nicht nachvollziehen, welche Früchte wann geerntet wurden, was zu ernsthaften Problemen bei der Lagerung und dem Vertrieb führt.

Ein kritischer Fehler ist das Fehlen einer täglichen Reifekontrolle. Selbst wenn der Beginn der Ernte richtig bestimmt wurde, hört der Reifeprozess nicht auf. Die Früchte können ihre Werte täglich ändern, insbesondere bei günstigen Wetterbedingungen. Wenn der Betrieb keine regelmäßigen Messungen der Festigkeit, des Stärkeindex und anderer Kennzahlen durchführt, verliert er die Kontrolle über die Situation. Infolgedessen können die ersten Tage der Ernte optimal sein, während die folgenden bereits zu spät erfolgen, was die Gesamtqualität der Partie mindert.

Ein weiteres systemisches Problem ist das Vermischen von Früchten unterschiedlicher Reife. Dies geschieht sowohl auf dem Feld als auch während des Transports oder der Einlagerung. Die Ursachen können vielfältig sein: fehlende klare Trennung der Partien, unzureichende Kennzeichnung der Behälter oder der Versuch, „Zeit zu sparen“. Die Folgen sind dabei sehr

gravierend: In einem Container oder einer Partie befinden sich Früchte mit unterschiedlicher Festigkeit, unterschiedlichem Reifegrad und unterschiedlicher Lagerfähigkeit. Im Kühlhaus verhalten sich solche Partien ungleichmäßig, was den Absatz erschwert und die Verluste erhöht.



Abbildung11 – Folgen des Transports von Früchten unterschiedlicher Reife

Die Verzögerung zwischen Ernte und Kühlung ist eines der am meisten unterschätzten Probleme. Nach der Ernte vom Baum atmet die Frucht weiterhin aktiv und verliert Feuchtigkeit. Bleibt sie längere Zeit auf dem Feld oder auf einem offenen Platz ohne Kühlung liegen, steigt die Gewebetemperatur an, was den Alterungsprozess beschleunigt. Selbst eine Verzögerung von nur wenigen Stunden bei warmem Wetter kann die weitere Lagerfähigkeit und Qualität erheblich beeinträchtigen. Genau deshalb gilt in professionellen Systemen die Regel: **Ernte → Schatten → schneller Abtransport → unverzügliche Kühlung**.

Ein operativer, aber sehr häufiger Fehler ist der Mangel an Behältern zu Spitzenzeiten. Wenn einem Team zu einem bestimmten Zeitpunkt die leeren Behälter ausgehen, müssen die Kommissionierer warten oder ineffizient arbeiten. Dies führt zu direkten Arbeitszeitverlusten und einer Verringerung der Gesamtproduktivität. An Spitzentagen können selbst kurze Verzögerungen zu einem systemischen Problem werden, wenn das Sammeltempo allein aufgrund einer fehlerhaften Planung der Behälterversorgung um 10–20 % sinkt.

Nicht weniger wichtig ist das Problem, dass „Engpässe“ in der Logistik der Behälterabfuhr nicht berücksichtigt werden. Oft berechnet der Betrieb die Anzahl der Sammler zwar richtig, unterschätzt jedoch die Transportkapazitäten. Infolgedessen stapeln sich gefüllte Behälter im Bereich, behindern den Verkehr, verursachen zusätzliche Beschädigungsrisiken und verzögern die Arbeit der Brigade. Eine typische Situation ist, wenn die Erntehelfer schneller arbeiten, als das Abtransportsystem die Ernte verarbeiten kann. Das bedeutet, dass nicht die Menschen, sondern die Logistik die eigentliche Einschränkung darstellen.

All diese Fehler haben eines gemeinsam: Sie sind nicht technischer, sondern organisatorischer Natur. Sie entstehen durch das Fehlen eines klaren Managementsystems für den Ernteprozess. Dabei lassen sie sich bei richtiger Planung, regelmäßiger Kontrolle und disziplinierter Ausführung leicht vermeiden.

Die Effizienz der Ernte wird nicht durch die Anzahl der Menschen auf dem Feld bestimmt, sondern durch die Abstimmung aller Elemente des Systems – von der Festlegung des Erntezeitpunkts bis hin zur Logistik der Behälter und der Kühlgeschwindigkeit.

2.4. Einweisung und Erntestandards für die Mitarbeiter

Die Qualität der Ernte in einem Intensivobgarten wird nicht nur durch den richtig gewählten Zeitpunkt bestimmt, sondern vor allem **durch die Handlungen jedes einzelnen Mitarbeiters auf dem Feld**. Selbst bei einer idealen Organisation des Prozesses kann eine einzige falsche Bewegung – das abrupte Auskippen der Früchte, ein Stoß gegen den Rand des Behälters oder das Zusammendrücken mit den Fingern – zu versteckten Schäden führen, die sich erst während der Lagerung oder beim Verkauf zeigen. Genau deshalb sind Einweisung und klare Arbeitsstandards ein unverzichtbarer Bestandteil der Erntetechnik und keine reine Formalität.

Die Grundlage für den gesamten Prozess ist der richtige Standard für die Ernte der Früchte. Der Mitarbeiter muss verstehen, dass die Frucht nicht „abgerissen“ wird, sondern vorsichtig vom Zweig getrennt wird. Die Hauptbewegung ist eine leichte Drehung mit Anheben nach oben, die es ermöglicht, die Frucht an der natürlichen Abtrennstelle zu trennen, ohne den Fruchtstiel zu beschädigen. Es ist absolut unzulässig, die Frucht nach unten zu ziehen, da dies zum Abreißen des Fruchtstiels oder zu Gewebeschäden im Befestigungsbereich führt. Der Verlust des Fruchtstiels bedeutet für Produkte für den Frischmarkt eine Minderung der Marktfähigkeit und eine Verkürzung der Haltbarkeit.

СТАНДАРТ ЗНЯТТЯ ПЛОДА



Abbildung12 – Beispiel für eine Einweisung zum Apfelpflücken

Ebenso wichtig ist, wie die Frucht in den Beutel oder die Verpackung gelangt. Die Früchte dürfen nicht einmal aus geringer Höhe fallen gelassen werden – jeder Aufprall, auch wenn er keine sichtbaren Spuren hinterlässt, verursacht Mikrobeschädigungen des Gewebes. Solche Beschädigungen zeigen sich später in Form von Verfärbungen, Festigkeitsverlust oder inneren Mängeln. Außerdem muss vermieden werden, die Früchte mit den Fingern zu quetschen, insbesondere bei der Arbeit mit weicheren Sorten oder in den späten Erntephasen.

Mechanische Beschädigungen sind eine der Hauptursachen für Verluste im Obstbau, und die meisten davon entstehen gerade während der Ernte. Ein entscheidender Faktor ist die Fallhöhe der Frucht. Untersuchungen zur Nacherntebehandlung zeigen, dass bereits ein Fall aus einer Höhe von über **20–30 cm** das Risiko von Stoßschäden erheblich erhöht, insbesondere bei verminderter Fruchtfleischfestigkeit. Aus diesem Grund müssen alle Arbeitsschritte so durchgeführt werden, dass ein freier Fall der Früchte minimiert oder vollständig vermieden wird.

Die Überfüllung des Beutels ist ein weiterer kritischer Punkt. Wenn der Beutel überfüllt ist, beginnen die Früchte im Inneren, sich gegeneinander zu drücken, was zu Druckverletzungen führt. Außerdem lässt sich beim Ausleeren eines überfüllten Beutels der Fruchtstrom nicht kontrollieren, und die Früchte fallen mit höherer Geschwindigkeit in den Behälter. Praktisch

bedeutet dies, dass der Beutel zu nicht mehr als **80–90 % seines Volumens** befüllt werden sollte.

Besondere Aufmerksamkeit muss dem Moment des Auskippens der Früchte in den Behälter gewidmet werden. Das plötzliche Öffnen des Beutels oder das Auskippen aus der Höhe erzeugt eine Spitzenbelastung auf die Früchte in der unteren Schicht. Ebenfalls gefährlich sind Stöße gegen den Behälterrand oder der Kontakt mit starren Konstruktionselementen. Bei einem korrekt organisierten Ablauf erfolgt das Auskippen sanft und so nah wie möglich an der Oberfläche der bereits vorhandenen Früchte, um die Aufprallenergie zu verringern.



Abbildung13 – Beispiel für eine Einweisung in die Apfelernte

Damit diese Regeln tatsächlich eingehalten werden, reicht eine einmalige Einweisung nicht aus. In der Praxis des intensiven Obstbaus ist ein kurzes tägliches Briefing vor Schichtbeginn ein obligatorischer Bestandteil. Es dauert 5–10 Minuten, ermöglicht aber die Abstimmung der Arbeit des gesamten Teams. Während dieser Einweisung wird das Tagesziel klar definiert – welcher Block geerntet wird, welche Sorte, welches Qualitätsniveau erwartet wird. Die Mitarbeiter werden an die wichtigsten Anforderungen erinnert: die obligatorische Erhaltung des Stiels, das Verbot, Früchte wegzwerfen, sowie die Regeln für den Umgang mit den Behältern. Zulässige Mängel und Ausschlusskriterien werden gesondert genannt, um zu vermeiden, dass jeder Mitarbeiter selbst entscheidet, was „norm“ ist.

Auch Sicherheitsfragen werden in der täglichen Einweisung unbedingt angesprochen: der Umgang mit Leitern oder Arbeitsbühnen, das Bewegen zwischen den Reihen, der Umgang mit Maschinen. Dies ermöglicht es, die Unfallrate zu senken und Notfallsituationen zu vermeiden, die die Arbeit des gesamten Quartiers zum Erliegen bringen könnten.

Die Qualitätskontrolle der Arbeit der Mitarbeiter muss systematisch und regelmäßig erfolgen. Der effektivste Ansatz ist die stichprobenartige Überprüfung sowohl der Säcke als auch der bereits gefüllten Behälter direkt auf dem Feld. Der Kontrolleur oder Vorarbeiter bewertet den Prozentsatz beschädigter Früchte, das Vorhandensein von Stielen sowie die gleichmäßige Befüllung der Behälter. Das praktisch zulässige Maß an mechanischen Beschädigungen für eine qualitativ hochwertige Ernte sollte je nach Marktanforderungen **2–3 %** nicht überschreiten.

Zur Vereinfachung der Kontrolle ist es sinnvoll, Fotovorlagen von Defekten zu verwenden – Muster typischer Beschädigungen, die den Mitarbeitern gezeigt werden. Dies hilft, unterschiedliche Auslegungen zu vermeiden und die Anforderungen so klar wie möglich zu formulieren. Zusätzlich kann eine einfache Bewertungsskala für die Arbeit verwendet werden,

beispielsweise von 1 bis 5, wobei Geschwindigkeit, Qualität und die Einhaltung der Standards berücksichtigt werden. Ein solches System verbessert nicht nur die Kontrolle, sondern motiviert die Mitarbeiter auch, sorgfältiger zu arbeiten.

Letztendlich müssen die Einweisung und die Erntestandards als ein einheitliches System funktionieren: die richtige Technik beim Ernten der Früchte, die Minimierung mechanischer Einflüsse, tägliche Kommunikation und ständige Kontrolle. Genau dieses System entscheidet darüber, ob die Produktqualität nach der Ernte erhalten bleibt oder ob Verluste bereits in der ersten Phase entstehen.

Die Qualität der Früchte entsteht nicht im Kühlhaus und nicht bei der Sortierung, sondern in dem Moment, in dem der Mitarbeiter die Frucht vom Baum pflückt und in die Kiste legt.

Kapitel 3 – Apfelernte

3.1. Erntesäcke

Der Erntesack ist eines der einfachsten, aber gleichzeitig entscheidendsten Elemente im System der Handernte. Durch ihn läuft jede Frucht – vom Moment des Pflückens vom Baum bis zum Einfüllen in den Container. Jeder Fehler in der Konstruktion oder Verwendung des Beutels wirkt sich direkt auf das Ausmaß mechanischer Beschädigungen, die Arbeitsleistung des Arbeiters und dessen körperliche Verfassung während des Arbeitstages aus.



Abbildung14 – Apfelerntebeutel

Das erste und grundlegende Merkmal sind weiche Innenwände. Die Früchte, die in den Beutel gelangen, dürfen nicht mit harten Oberflächen in Kontakt kommen. Die Verwendung von dichten, aber weichen Materialien ermöglicht es, Stöße abzufedern und das Risiko versteckter Beschädigungen zu verringern. Die Praxis zeigt, dass bereits eine geringfügige Verringerung der Härte der Innenflächen den Anteil beschädigter Früchte deutlich senkt, insbesondere bei der Arbeit mit reiferen Erzeugnissen. Bei Taschen minderer Qualität oder abgenutzten Taschen, bei denen die Innenschicht hart geworden ist, steigt der Prozentsatz der Beschädigungen um ein Vielfaches.



Abbildung15 – Apfelerntebeutel mit Bodenöffnung

Ein zweites wichtiges Merkmal ist das System der unteren Öffnung. Das herkömmliche Auskippen der Früchte über die Oberseite oder die Seite erzeugt einen unkontrollierten Fluss und erhöht die Fallhöhe. Bei modernen Säcken kommt ein unteres Ventil oder ein „aufklappbarer Boden“ zum Einsatz, der ein sanftes Entladen der Früchte ohne heftigen Aufprall ermöglicht. Bei korrekter Anwendung hält der Arbeiter den Beutel so nah wie möglich an die Oberfläche der Früchte im Behälter und öffnet die Klappe, wodurch die Fallhöhe praktisch auf Null reduziert wird. Dies ist eine der effektivsten Methoden, um mechanische Beschädigungen während der Ernte zu verringern.



Abbildung16 – Einstellung der Gurte

Die Einstellung der Gurte und der richtige Sitz des Beutels haben direkten Einfluss sowohl auf die Produktivität als auch auf die Sicherheit des Arbeiters. Der Beutel muss das Gewicht gleichmäßig zwischen Schultern und Rücken verteilen, den Schwerpunkt nicht verlagern und keine übermäßige Belastung des Kreuzes verursachen. In hochwertigen Systemen kommen Doppelgurte oder Gurtkonstruktionen zum Einsatz, die den Rucksack auch bei voller Beladung stabilisieren. Sind die Gurte nicht richtig eingestellt, zieht der Rucksack den Mitarbeiter nach vorne, was zu schneller Ermüdung, einem Verlust an Arbeitstempo und einem erhöhten Verletzungsrisiko führt.

Die Ergonomie der Tasche steht in direktem Zusammenhang mit der zulässigen Beladung. In der Praxis kommt es häufig zu dem Fehler, dass Mitarbeiter versuchen, die Tasche so voll wie möglich zu packen, um die Anzahl der Gänge zum Behälter zu reduzieren. Eine Überladung führt jedoch zu zwei negativen Effekten: Erstens beginnen die Früchte im Inneren der Tasche, sich gegenseitig zu quetschen, was zu Druckverletzungen führt; zweitens erhöht sich die körperliche Belastung des Arbeiters, was langfristig die Produktivität mindert.

Als praktisch optimal gilt eine Befüllung des Beutels zu **80–90 % seines Volumens**, was je nach Modell in der Regel **12–18 kg Früchten** entspricht. Eine Überschreitung dieses Niveaus bringt keinen Effizienzgewinn, erhöht aber das Risiko von Beschädigungen und der Ermüdung des Arbeiters erheblich.

Um die Arbeit zu standardisieren, kann man eine einfache Regel anwenden:

Arbeitsbelastung des Beutels (kg) = 0,6–0,8 × maximale Kapazität des Beutels

Beispiel: Wenn der Beutel 20 kg fasst → Arbeitsbelastung = **12–16 kg**

Wichtig ist auch, dass der Beutel zum Obstgartentyp und zum Erntesystem passt. In Obstgärten mit Plattformen werden häufig leichtere und weniger voluminöse Säcke verwendet, da die Entfernung zum Container minimal ist. In Obstgärten, in denen von Leitern aus oder direkt in den Reihen geerntet wird, können die Säcke ein größeres Fassungsvermögen haben, wobei die Anforderungen an die Dämpfung und das Öffnungssystem jedoch weiterhin entscheidend sind.

Aus praktischer Sicht sollte der Beutel nicht als Verbrauchsmaterial betrachtet werden, sondern als Werkzeug, das die Wirtschaftlichkeit der Ernte beeinflusst. Abgenutzte, beschädigte oder ungeeignete Beutel sind eine der versteckten Ursachen für Qualitätsverluste. Genau deshalb müssen vor Beginn der Saison alle Beutel überprüft werden: Zustand der Innenflächen, Funktionsfähigkeit des Öffnungsmechanismus, Unversehrtheit der Gurte und Befestigungen.

Ein richtig ausgewählter und eingestellter Beutel steigert gleichzeitig die Produktivität des Mitarbeiters und verringert das Risiko mechanischer Beschädigungen, während ein falsch ausgewählter Beutel zu einer Quelle systematischer Qualitätsverluste wird.

Tabelle 2 - Empfohlene Parameter für die Einstellung des Rucksacks

Parameter	Empfohlener Wert	Auswirkung auf die Qualität	Auswirkung auf die Produktivität	Typische Fehler
Material der Innenwände	Weich, stoßdämpfend (Stoff mit Futter)	↓ Stoßschäden um bis zu 30–50 %	neutral	harte oder abgenutzte Wände
Öffnungsart	Unten (Klappe/Klappboden)	↓ Beschädigungen beim Entleeren	↑ Entleerungsgeschwindigkeit	Entleerung über den oberen Rand
Austragshöhe	≤ 10–15 cm bis zur Oberfläche der Früchte	reduziert Druckstellen entscheidend	keine Auswirkungen	Auslaufhöhe von 30+ cm bei „ “
Beutelvolumen	12–18 kg (Nutzlast)	↓ Druckstellen	Optimale Balance	Überladung bis zu 20+ kg
Befüllung des Rucksacks	80–90 % des Volumens	↓ Quetschung der Früchte	gleichmäßiges Tempo	„bis zum Rand“
Gurtsystem	Zweipunkt-/Weste	↓ Verletzungsrisiko	↑ Ausdauer des Arbeiters	ein Riemen um den Hals
Schwerpunkt	näher am Körper	↓ Ermüdung	↑ Arbeitsgeschwindigkeit	Die Tasche „zieht nach vorne“
Zustand der Tasche	neu oder ohne Abnutzung	↓ Mängel	Stabile Leistung	Verwendung abgenutzter

3.2. Plattformen, Wagen, Hilfssysteme

Der Übergang von der vollständig manuellen Ernte zu halbmechanisierten Lösungen ist einer der wichtigsten Entwicklungstrends im modernen intensiven Gartenbau. Das Hauptziel solcher Systeme ist nicht, den Menschen zu ersetzen, sondern **seine Effizienz zu steigern, die körperliche Belastung zu verringern und die Erntequalität zu stabilisieren**. In der Praxis wird dies durch den Einsatz von mobilen Plattformen, Erntezügen, Hilfswagen und Transportsystemen umgesetzt.

Es ist wichtig zu verstehen, dass sich der Effekt dieser Lösungen nicht nur in der Erntegeschwindigkeit zeigt. In vielen Fällen liegt der Hauptvorteil in **der Reduzierung von Zeitverlusten, der Verbesserung der Arbeitsergonomie und der Verringerung mechanischer Schäden**. Genau diese Faktoren bestimmen das wirtschaftliche Ergebnis.

Plattformen für Arbeiten im oberen Bereich der Bäume sind die am weitesten verbreitete Art von Hilfsgeräten. Sie ermöglichen den Ersatz von Leitern und schaffen eine stabile Arbeitsposition für den Mitarbeiter. In Obstgärten mit einer Baumhöhe von 3–4 m ist gerade der obere Bereich am schwierigsten zu ernten: Er erfordert mehr Zeit, ist mit einem erhöhten Sturzrisiko und einer erheblichen körperlichen Belastung verbunden. Der Einsatz von Arbeitsbühnen ermöglicht es, in dieser Höhe ohne Klettern zu arbeiten, was die Produktivität steigert und die Ermüdung verringert.



Abbildung17 – Selbstfahrende Ernteplattformen



Abbildung18 – Anhänger-Ernteplattformen

Der Einsatz von Plattformen führt zu einer Steigerung der Ernteproduktivität um etwa **10–17 %** und in Einzelfällen sogar noch mehr, je nach Bedingungen und Organisation der Arbeit. Gleichzeitig sinkt die Zahl der Verletzungen im Zusammenhang mit der Benutzung von Leitern, was durch die Verringerung von Ausfallzeiten und Risiken auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt.

Erntezüge sind die logische Weiterentwicklung dieses Konzepts und vereinen eine Plattform für die Erntearbeiter mit einem Transportsystem für die Früchte. In der einfachsten Variante handelt es sich um eine Plattform mit Anhängern für Erntekisten, die sich entlang der Reihe bewegt. In komplexeren Systemen kommen Automatisierungselemente hinzu – Förderbänder, Pufferzonen für die Früchte, Mechanismen zur Zuführung der Behälter. Der Hauptvorteil von Erntezügen liegt in der Reduzierung des Zeitaufwands für den Transport und die Bewegung. Im traditionellen System bewegt sich der Arbeiter ständig zwischen Baum und Behälter hin und her, was bis zu **15–25 % der Arbeitszeit** in Anspruch nimmt. In Systemen mit einem Zug wird diese Strecke minimiert, und die Früchte gelangen sofort in die Behälter oder auf das Förderband. Dies ermöglicht eine Steigerung der Effizienz, auch ohne die Geschwindigkeit der Ernte zu erhöhen.

Eine eigene Kategorie bilden Plattformen mit und ohne Förderbänder. Bei Plattformen ohne Förderband verwendet der Arbeiter einen Beutel und schüttet die Früchte regelmäßig in einen Behälter, der auf der Plattform steht. Dies ist eine einfachere Lösung, die bereits Vorteile in Bezug auf Geschwindigkeit und Ergonomie bietet. Bei Plattformen mit Förderband gelangen die Früchte direkt auf das Band und werden ohne Zwischenlagerung im Beutel zum Container transportiert.

Fördersysteme haben zwei wesentliche Vorteile. Erstens reduzieren sie die Anzahl der Arbeitsschritte – der Mitarbeiter verschwendet keine Zeit mit dem Entleeren des Beutels. Zweitens ermöglichen sie eine bessere Kontrolle der Fallhöhe der Früchte, da der Transport sanft erfolgt. Dies ist besonders wichtig für Sorten, die empfindlich gegenüber mechanischen Beschädigungen sind.

Gleichzeitig sind solche Systeme komplexer und teurer, erfordern mehr Disziplin von den Mitarbeitern und eine präzisere Einstellung des Prozesses. Bei einer schlechten Arbeitsorganisation kann der potenzielle Gewinn durch den falschen Einsatz der Ausrüstung teilweise verloren gehen.

Um zu verstehen, wo diese Systeme tatsächlich einen wirtschaftlichen Nutzen bringen, muss nicht nur die Fläche des Obstgartens, sondern auch dessen Struktur berücksichtigt werden. Der größte Nutzen von Plattformen und Erntesystemen zeigt sich in Obstgärten mit folgenden Merkmalen:

- hohe Pflanzdichte;
- schmale, gut geformte Krone;
- begrenzte Baumhöhe (bis zu 3–3,5 m);
- gerade Reihen ohne nennenswerte Höhenunterschiede;
- stabile und ausreichende Erntemenge.

Unter solchen Bedingungen ermöglichen die Plattformen:

- die Anzahl der Durchgänge zu reduzieren;

- die Produktivität der Arbeitsgruppe zu steigern;
- die körperliche Belastung zu verringern;
- die Erntequalität zu verbessern.

In weniger optimierten Obstgärten (breite Baumkronen, unebene Reihen, unterschiedliche Baumhöhen) ist die Effizienz solcher Systeme deutlich geringer, da sie ihr Potenzial nicht voll ausschöpfen können.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist es wichtig zu berücksichtigen, dass der Haupteffekt halbmechanisierter Systeme nicht nur auf der Geschwindigkeit beruht. Bei richtiger Nutzung können sich die Plattformen in etwa 1,5 bis 2 Saisons amortisieren, doch dieses Ergebnis wird nur dann erreicht, wenn die Technik nicht nur für die Ernte, sondern auch für andere Arbeiten – wie Schnitt, Ausdünnung und Kronenpflege – eingesetzt wird.

Die praktische Schlussfolgerung lautet, dass Plattformen und Hilfssysteme keine universelle Lösung sind, die automatisch die Effizienz steigert. Sie funktionieren nur als Teil eines ganzheitlichen Systems, das die richtige Kronenform, die Arbeitsorganisation und die Schulung des Personals umfasst.

Tabelle 3 - Einsatz verschiedener Erntemethoden

Parameter	Manuell (Leitern)	Plattform ohne Förderband	Plattform mit Förderband
Leistung	Basis	+10–15 %	+15–25 %
Körperliche Belastung	hoch	mittel	gering
Verletzungsrisiko	hoch	mittel	gering
Qualitätskontrolle	instabil	stabil	hoch
Fallhöhe der Früchte	unkontrolliert	teilweise kontrolliert	minimal
Anforderungen an den Obstgarten	gering	mittel	hoch
Investitionen	minimal	mittel	hoch

Die Plattform ersetzt die Organisation nicht – sie stärkt sie. Wenn das Erntesystem nicht gut organisiert ist, wird die Technik nicht die erwarteten Ergebnisse liefern; wenn es gut organisiert ist, wird sie die Effizienz deutlich steigern.

3.3. Behälter für die Ernte und den Transport von Früchten

Die Behälter sind eines der Schlüsselemente des Erntesystems, das sich direkt auf die Erhaltung der Fruchtqualität nach der Ernte auswirkt. Die Frucht verbringt die ersten Stunden nach der Ernte im Behälter, und jegliche Mängel in der Konstruktion oder im Zustand der Behälter können zu mechanischen Beschädigungen, Gewichtsverlust oder der Entstehung von Infektionen führen. In der Praxis des intensiven Obstbaus sollte das Behältnis nicht als Hilfsmittel betrachtet werden, sondern als Teil der Technologie, die das Endergebnis bestimmt.

Die wichtigsten Behältertypen sind Holzbehälter, Kunststoffbehälter und Standard-Binboxes. Jede dieser Varianten hat ihre Vor- und Nachteile, die bei der Auswahl und Nutzung berücksichtigt werden müssen.

Holzbehälter werden im Gartenbau traditionell aufgrund ihrer relativ geringen Kosten und ihrer Verfügbarkeit häufig eingesetzt. Sie bieten ausreichende Festigkeit für den Transport und halten der Belastung beim Stapeln gut stand. Gleichzeitig ist ihre Innenfläche eine Schwachstelle. Mit der Zeit trocknet das Holz aus, es entstehen Risse und hervorstehende Elemente, die die Früchte verletzen können. Dies ist besonders kritisch bei reiferen und weicheren Früchten, bei denen bereits geringfügiger Kontakt mit einer harten Oberfläche zu Beschädigungen führt. Zudem lassen sich Holzbehälter nur schwer gründlich reinigen und desinfizieren, was das Risiko der Ansammlung von Krankheitserregern erhöht.

Kunststoffbehälter sind eine modernere Lösung und bieten eine Reihe wesentlicher Vorteile. Sie verfügen über eine ebene und glatte Innenfläche, was das Risiko mechanischer Beschädigungen verringert. Zudem lässt sich Kunststoff deutlich besser reinigen und desinfizieren, was die Aufrechterhaltung eines stabilen Hygienestatus ermöglicht. Die Konstruktion solcher Behälter ist in der Regel stärker standardisiert, was die Logistik und Lagerung erleichtert. Die Hauptnachteile sind die höheren Kosten und die Notwendigkeit einer sorgfältigeren Handhabung, insbesondere bei niedrigen Temperaturen, wenn das Material weniger elastisch wird.



Abbildung 19 – Außenansicht eines Holzbehälters



Abbildung 20 – Äußeres Erscheinungsbild eines Kunststoffbehälters

Bin-Boxen sind der Standard für die meisten Intensivobstgärten und dienen als universelle Einheit für die Ernte, den Transport und die Lagerung. Sie können sowohl aus Holz als auch

aus Kunststoff bestehen, doch ihr Hauptzweck besteht darin, eine bequeme Lagerung großer Mengen an Obst (in der Regel 300–400 kg) mit der Möglichkeit des maschinellen Transports zu gewährleisten. Wichtig ist, dass die Bin-Box nicht nur das Gewicht tragen kann, sondern auch eine gleichmäßige Lastverteilung gewährleistet, um übermäßigen Druck auf die unteren Schichten der Früchte zu vermeiden.

Besondere Aufmerksamkeit muss dem inneren Zustand der Behälter gewidmet werden. Unabhängig vom Material müssen die Oberflächen, die mit den Früchten in Kontakt kommen, glatt sein und dürfen keine scharfen Kanten, Risse oder Vorsprünge aufweisen. Jeder Defekt an der Innenfläche wird zu einem Punkt, an dem sich Beschädigungen konzentrieren. In der Praxis wird der Einfluss kleiner Defekte oft unterschätzt: Selbst geringfügige Unebenheiten können die Früchte bei Kontakt oder während des Transports systematisch verletzen.

Die Verwendung von weichen Einlagen ist ein wirksames Mittel zur Verringerung mechanischer Beschädigungen, insbesondere bei der Arbeit mit empfindlichen Sorten oder in späten Erntephasen. Die Einlagen können auf dem Boden des Behälters oder an dessen Wänden angebracht werden und dienen der Dämpfung. Gleichzeitig muss ihre Verwendung sinnvoll sein: Eine übermäßige Anzahl von Einlagen kann die Belüftung erschweren und Feuchtigkeit ansammeln, was Risiken für die Lagerung mit sich bringt.

Nicht weniger wichtig ist die Sauberkeit der Behälter. Nach jeder Saison und, wenn möglich, auch während der Saison müssen die Behälter gereinigt und desinfiziert werden. Rückstände von Erde, Pflanzenresten oder Säften schaffen ein Umfeld für die Entwicklung von Mikroorganismen, die die Früchte befallen können. In großen Betrieben werden Systeme zur Reinigung der Behälter mit Wasser und Desinfektionslösungen eingesetzt, wodurch das Risiko von Nacherntekrankheiten deutlich gesenkt werden kann.

Ein praktischer Ansatz für den Umgang mit Behältern besteht darin, vor Beginn der Ernte eine vollständige Überprüfung durchzuführen: die Unversehrtheit der Behälter, den Zustand der Innenflächen, das Vorhandensein von Mängeln und den Reinigungsgrad zu kontrollieren. Behälter mit Beschädigungen oder Verschmutzungen müssen entweder repariert oder aus dem Verkehr gezogen werden.

Tabelle 4 - Merkmale verschiedener Behälterformen

Parameter	Holzbehälter	Kunststoffbehälter	Bin-Boxen (insgesamt)
Kosten	niedriger	höher	mittel/hoch
Widerstandsfähigkeit gegen Fruchtbeschädigungen	mittel	hoch	abhängig vom Material
Hygiene	geringer	hoch	abhängig von Pflege
Lebensdauer	mittel	lang	lang
Verletzungsrisiko der Föten	höher (Abnutzung)	geringer	abhängig vom Zustand
Logistische Vorteile	mittel	hoch	hoch

Die Verpackung darf keine Quelle für Beschädigungen oder Infektionen sein. Wenn ein Behälter das Obst potenziell schädigt, ist er für den Einsatz ungeeignet, unabhängig von seinem Preis oder seiner Verfügbarkeit.

Kapitel 4 – Mechanisierung der Ernte

4.1. Wo ist die Mechanisierung wirtschaftlich sinnvoll?

Die Mechanisierung der Ernte ist im modernen Obstbau keine „Alternative“ mehr, sondern wird zunehmend zur Antwort auf drei zentrale Herausforderungen der Branche: **steigende Kosten für Handarbeit, Arbeitskräftemangel und die Notwendigkeit, die Qualität des Prozesses zu stabilisieren**. Gleichzeitig ist es wichtig zu verstehen, dass die Mechanisierung keine Universallösung ist. Ihre wirtschaftliche Sinnhaftigkeit wird nicht nur durch die Verfügbarkeit von Technik bestimmt, sondern durch eine Reihe von Faktoren – die Art der Erzeugnisse, die Gestaltung des Obstgartens, die Größe des Betriebs und die Organisation der Produktion.

Der erste und offensichtlichste Bereich, in dem die Mechanisierung wirtschaftlich gerechtfertigt ist, ist die Produktion von Erzeugnissen für die Weiterverarbeitung. In diesem Segment sind die Hauptkriterien nicht das Aussehen der Früchte und nicht die Erhaltung des Stiels, sondern die Menge, der Zuckergehalt und die Lieferstabilität. Genau deshalb wird ein deutlich höheres Maß an mechanischen Beschädigungen toleriert, was für den Frischmarkt inakzeptabel wäre. Dies eröffnet die Möglichkeit, aggressivere, aber deutlich schnellere Erntetechnologien einzusetzen, darunter Erntemaschinen, die direkt am Baum arbeiten oder Fallobst aufsammeln. Unter solchen Bedingungen ergibt sich die Wirtschaftlichkeit durch eine drastische Senkung der Arbeitskosten und die hohe Produktivität der Maschinen.

Ein weiterer entscheidender Faktor ist die Gestaltung des Obstgartens. Die Mechanisierung funktioniert nur dort effektiv, wo der Obstgarten von Anfang an für den Einsatz von Maschinen angelegt oder angepasst wurde. Das bedeutet eine schmale und gleichmäßige Fruchtreihe, eine begrenzte Baumhöhe, eine konstante Reihenbreite und das Fehlen größerer Höhenunterschiede. In solchen Systemen kann sich die Technik mit konstanter Geschwindigkeit fortbewegen, und die Arbeitsorgane können möglichst gleichmäßig mit den Früchten in Kontakt kommen. In traditionellen Obstgärten mit tiefem Kronendach, unterschiedlicher Baumhöhe und ungleichmäßiger Fruchtanordnung sinkt die Effizienz der Mechanisierung drastisch, während die Qualitätsverluste zunehmen.

Eine besondere Rolle spielt der Arbeitskräftemangel. In vielen Regionen ist er der Haupttreiber für den Übergang zu mechanisierten Systemen. Selbst wenn die Handernte theoretisch kostengünstiger ist, lässt sie sich in der Hochsaison ohne eine ausreichende Anzahl an Arbeitskräften nicht realisieren. Unter solchen Bedingungen ist die Mechanisierung kein Mittel zur Optimierung, sondern die einzige Möglichkeit, eine rechtzeitige Ernte sicherzustellen. Eine Verzögerung von nur wenigen Tagen während der Massenreife kann zu deutlich höheren Verlusten führen als die Investitionen in die Technik.

Die Größe des Betriebs wirkt sich ebenfalls direkt auf die Zweckmäßigkeit der Mechanisierung aus. Auf kleinen Flächen können sich die Kosten für die Anschaffung und Wartung der Technik möglicherweise nicht amortisieren, während in großen Obstgärten der Skaleneffekt es ermöglicht, diese Kosten zu verteilen und ein stabiles wirtschaftliches Ergebnis zu erzielen. Dies gilt insbesondere für Systeme, die nicht nur zur Ernte, sondern auch für andere Arbeiten – wie Schnitt, Ausdünnung und Pflanzenschutz – eingesetzt werden. In solchen Fällen ist die

Technik während der gesamten Saison im Einsatz, was die Amortisationszeit erheblich verkürzt.

Ein wichtiger Aspekt ist die Wiederholbarkeit der Arbeitsschritte. Je standardisierter der Prozess ist (gleichmäßige Reihen, ähnliche Baumstruktur, vorhersehbare Ernte), desto effizienter funktioniert die Mechanisierung. In Obstgärten mit hoher Heterogenität kann selbst moderne Technik die Unterschiede zwischen den Bäumen nicht vollständig ausgleichen, und ein Teil ihres Potenzials geht verloren.

In der Praxis des modernen Obstbaus sollte die Mechanisierung nicht als „Entweder-oder“-Entscheidung betrachtet werden. Am effektivsten ist ein kombiniertes Modell, bei dem je nach Verwendungszweck der Erzeugnisse unterschiedliche Technologien zum Einsatz kommen. Für Früchte, die auf den Frischmarkt gelangen, werden schonendere Systeme eingesetzt – beispielsweise selbstfahrende Plattformen vom Typ Munckhof, die die Produktivität steigern, ohne dass die Qualität leidet. Für Produkte, die zur Weiterverarbeitung bestimmt sind, kommen aggressivere Methoden zum Einsatz, einschließlich der Ernte mit Erntemaschinen.

Somit wird die wirtschaftliche Zweckmäßigkeit der Mechanisierung nicht durch einen einzigen Faktor bestimmt, sondern durch deren Kombination. Wenn die Früchte für die Verarbeitung bestimmt sind, der Obstgarten an die Technik angepasst ist, die Flächen groß genug sind und die Arbeitskräfte begrenzt sind, ist die Mechanisierung praktisch unvermeidlich. Ist die Produktion hingegen auf den Premium-Frischmarkt ausgerichtet und erfordert eine möglichst schonende Behandlung, verlagert sich die Rolle der Mechanisierung hin zu Hilffsystemen, die die Arbeitseffizienz steigern, diese aber nicht vollständig ersetzen.

Mechanisierung ist dort wirtschaftlich sinnvoll, wo sie kritische Kosten oder Risiken ohne inakzeptable Qualitätseinbußen senkt, und nicht einfach dort, wo sie als Technologie verfügbar ist.

4.2. Selbstfahrende Ernteplattformen (am Beispiel von Munckhof)

Selbstfahrende Plattformen sind ein Schlüsselement beim Übergang von der vollständig manuellen Ernte zu einem gesteuerten, halbmechanisierten System. Im Gegensatz zu Erntemaschinen ersetzen sie nicht den Menschen, sondern verändern die Arbeitslogik selbst: Aus dem chaotischen Herumlaufen der Arbeiter im Obstgarten wird **ein strukturierter, kontinuierlicher Erntefluss**, bei dem jeder Arbeiter in einem festgelegten Bereich arbeitet und das Bewegen, die Zuführung der Behälter sowie der Abtransport der Ernte in ein einziges System integriert sind.

Plattformen vom Typ Munckhof werden in den intensiven Obstgärten Europas gerade deshalb häufig eingesetzt, weil sie es ermöglichen, eine hohe Erntequalität (entscheidend für den Frischmarkt) mit einer erheblichen Steigerung der Arbeitseffizienz zu verbinden.



Abbildung 21 – Außenansicht einer selbstfahrenden Plattform

Konstruktiv gesehen ist die selbstfahrende Plattform eine Maschine mit mehreren Arbeitsebenen (), auf denen die Arbeiter stehen. Die Plattform bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit entlang der Reihe und gewährleistet so einen kontinuierlichen Ernteprozess. Je nach Modell kann das System Förderbänder für den Transport der Früchte, Stellplätze für Erntebehälter sowie Mechanismen zur automatischen Zuführung der Behälter umfassen.

Das Funktionsprinzip unterscheidet sich von der klassischen Handernte. Der Mitarbeiter verschwendet keine Zeit mehr damit, eine Leiter hinauf- und hinabzusteigen, sich zwischen Baum und Behälter zu bewegen oder eine bequeme Position zu suchen. Seine Aufgabe besteht darin, **die Früchte innerhalb seines Arbeitsbereichs zu pflücken**, woraufhin die Frucht entweder direkt auf das Förderband gelangt oder in einem Beutel gesammelt und schnell in den daneben stehenden Behälter befördert wird.

Gerade die Beseitigung unproduktiver Arbeitsschritte ist die Hauptquelle für Effizienz. Im traditionellen System werden bis zu **20–30 % der Arbeitszeit des Arbeiters** nicht für das Ernten der Früchte aufgewendet, sondern für das Bewegen, das Balancieren auf der Leiter, die Suche nach einer Position und den Transport der Früchte zum Behälter. Die Plattform beseitigt diese Verluste praktisch und wandelt den Großteil der Arbeitszeit in „reine Ernte“ um.



Abbildung22 – Selbstfahrende Plattform im Einsatz

Die praktischen Ergebnisse der Einführung der Plattformen zeigen, dass der Produktivitätszuwachs in der Regel **10–20 %** beträgt, aber das ist nicht das Wesentliche. Der entscheidende Effekt liegt in der Stabilität des Prozesses. Das Team arbeitet den ganzen Tag über gleichmäßig, ohne plötzliche Einbrüche im Arbeitstempo aufgrund von Ermüdung, wie sie bei der Arbeit mit Leitern typisch sind. Dies ermöglicht eine genauere Planung des täglichen Erntevolumens und der Logistik.

Ein weiterer Vorteil ist die Verringerung der körperlichen Belastung. Die Arbeit mit Leitern belastet Beine, Rücken und Schultern erheblich, was bereits nach wenigen Arbeitsstunden zu Ermüdung und einer Verschlechterung der Erntequalität führt. Die Plattform sorgt für eine stabile Arbeitsposition, sodass die Mitarbeiter den ganzen Tag über ihr Arbeitstempo und ihre Genauigkeit beibehalten können. Dies wirkt sich direkt auf die Qualität aus: weniger Fallobst, bessere Bewegungskontrolle, weniger versehentliche Stöße.

Auch hinsichtlich der Erntequalität bieten die Plattformen Vorteile. Die kontrollierte Arbeitshöhe und die Nähe zum Behälter ermöglichen es, die Fallhöhe der Früchte zu verringern und abrupte Bewegungen zu vermeiden. Bei Systemen mit Förderbändern wird zudem die Anzahl der Vorgänge zum Umfüllen der Früchte reduziert, was das Risiko von Beschädigungen weiter verringert.



Abbildung23 – Äpfel nach der Ernte mit einer selbstfahrenden Plattform

Gleichzeitig ist es wichtig zu verstehen, dass die Plattform nicht „von selbst“ funktioniert. Ihre Effizienz hängt direkt von der Eignung des Obstgartens ab. Die besten Ergebnisse werden in Obstgärten mit einer schmalen Fruchtreihe erzielt, in denen die Früchte in einem gut erreichbaren Bereich liegen und die Krone eine Dicke von etwa **0,6–1,0 m** aufweist. Unter solchen Bedingungen kann der Mitarbeiter seinen Arbeitsbereich ohne zusätzliche Bewegungen effizient abdecken.



Abbildung24 – Einsatz einer selbstfahrenden Plattform

In Obstgärten mit einer tiefen oder ungleichmäßigen Baumkrone bleibt ein Teil der Früchte schwer zugänglich, wodurch die Effizienz der Plattform sinkt. Das bedeutet, dass die Einführung der Technik mit einem entsprechenden Baumschnittkonzept einhergehen muss.

Aus organisatorischer Sicht verändert die Plattform die Struktur der Arbeitsgruppe. Die Arbeit wird besser synchronisiert: Jeder Mitarbeiter hat seine Position und seinen

Verantwortungsbereich, und die Bewegung der Plattform gibt den Arbeitsrhythmus vor. Dies erhöht die Kontrolle, erfordert aber gleichzeitig eine bessere Disziplin und Schulung des Personals.

Der wirtschaftliche Effekt des Einsatzes von Plattformen ergibt sich aus mehreren Faktoren:

- Verringerung des Arbeitskräftebedarfs pro Produktionseinheit;
- Steigerung der Mitarbeiterproduktivität;
- Verringerung von Qualitätsverlusten;
- Möglichkeit, die Technik für andere Arbeiten (Schnitt, Ausdünnung) einzusetzen.

In der Praxis bedeutet dies, dass sich die Investition selbst bei relativ hohen Maschinenkosten innerhalb von **1,5 bis 2 Saisonen** amortisieren kann, wenn die Plattform umfassend und nicht nur für die Ernte eingesetzt wird.

Gleichzeitig gibt es auch Einschränkungen. Die Plattform erfordert:

- einen ebenen Untergrund;
- ausreichende Reihenabstände;
- eine gut organisierte Logistik (Anlieferung und Abtransport der Behälter);
- geschultes Personal.

Ohne diese Voraussetzungen geht ein Teil ihres Potenzials verloren, und der erwartete Effekt wird nicht erreicht.

Eine selbstfahrende Plattform ist nicht nur eine Erntemaschine, sondern ein Instrument zur Standardisierung des Prozesses. Sie ermöglicht es, die Ernte von einem arbeitsintensiven Vorgang in ein kontrolliertes System mit vorhersehbarem Ergebnis zu verwandeln, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass der Obstgarten selbst und die Arbeitsorganisation ihren Möglichkeiten entsprechen.

4.3. Apfelernter (zwei Typen)

Die Ernte von Äpfeln mit Erntemaschinen stellt den höchsten Grad an Mechanisierung dar und unterscheidet sich grundlegend von halbmechanisierten Systemen dadurch, dass **der Prozess der Fruchternte vollständig oder fast vollständig von der Maschine ausgeführt wird**. In der heutigen Praxis werden zwei Haupttypen von Erntemaschinen verwendet: solche, die die Früchte direkt vom Baum ernten, und solche, die bereits abgefallene Äpfel vom Boden aufsammeln. Jeder dieser Ansätze hat seine eigene Logik, seinen Anwendungsbereich und seine Wirtschaftlichkeit.

Der erste Typ sind Erntemaschinen für die direkte Ernte vom Baum. Ihr Funktionsprinzip basiert auf einer mechanischen Einwirkung auf die Baumkrone: Spezielle Vibrations- oder Rüttelmechanismen übertragen einen Impuls auf den Baum oder einen Teil davon, wodurch sich die Früchte lösen und auf das Auffangsystem fallen. Um Beschädigungen zu minimieren, sind moderne Maschinen mit Dämpfungselementen ausgestattet – Auffangplattformen, Bändern oder weichen Oberflächen, die die Früchte „auffangen“ und in einen Behälter transportieren.



Abbildung 25 – Erntemaschine für den industriellen Apfelanbau Felix-Z



Abbildung 26 – Art der Entladung der Früchte – Container

Die Leistungsfähigkeit solcher Erntemaschinen übersteigt die der Handernte um ein Vielfaches. Während eine Brigade aus 80–100 Arbeitern 50–80 t/Tag erbringt, kann eine Erntemaschine je nach Modell und Bedingungen **bis zu 100–200 t/Tag** verarbeiten. Dies macht sie besonders effizient auf großen Flächen.

Eine wesentliche Einschränkung ist jedoch die Produktqualität. Selbst bei Einsatz moderner Dämpfungssysteme ist die Rate mechanischer Schäden höher als bei der Handernte. Die Hauptprobleme entstehen durch:

- unkontrollierte Abtrennung der Früchte;
- Stöße beim Aufprall;
- Kontakt zwischen den Früchten im Förderstrom.

Genau aus diesem Grund werden solche Erntemaschinen praktisch nicht für den Frischmarkt eingesetzt. Ihr Hauptanwendungsbereich ist **die Weiterverarbeitung oder das Niedrigpreissegment**, wo ein höheres Maß an Mängeln akzeptabel ist.

Der zweite Typ sind Erntemaschinen zum Aufsammeln von Fallobst. Bei diesem System fallen die Äpfel zunächst auf natürliche Weise oder nach mechanischem Abschütteln herunter, woraufhin die Maschine sie vom Boden aufnimmt. Konstruktiv sind solche Erntemaschinen

mit Bürsten, Aufnehmern oder Vakuumsystemen ausgestattet, die die Früchte auf Förderbänder und weiter in einen Container befördern.



Abbildung27 – Ernte

Dieser Ansatz ist noch produktiver und kostengünstiger pro Tonne Erzeugnis, da:

- keine schonende Behandlung der Früchte erfordert;
- ermöglicht die Bearbeitung großer Mengen in kurzer Zeit;
- minimiert den Personalbedarf.

Die Produktivität solcher Systeme kann unter optimalen Bedingungen **200–300 t/Tag** erreichen.

Gleichzeitig ist die Produktqualität hier die niedrigste unter allen Erntemethoden. Hauptursachen für Beschädigungen:

- Kontakt der Früchte mit dem Boden;
- Verschmutzung;
- zusätzliche Stöße beim Auflesen/



Abbildung28 – Beschädigungen an Äpfeln während der Ernte

Daher wird diese Erntemethode ausschließlich für die Weiterverarbeitung verwendet – zu Säften, Konzentraten, Püree oder Apfelwein.

Der entscheidende Unterschied zwischen diesen beiden Erntemaschinentypen liegt im Zeitpunkt des Kontakts der Früchte mit dem Boden und im Grad der Prozesskontrolle. Bei

Erntemaschinen für die Ernte vom Baum gelangen die Früchte unmittelbar nach dem Abtrennen in das System, wodurch sich Schäden teilweise kontrollieren lassen. Bei Auflesemaschinen fehlt diese Kontrolle, dafür werden jedoch maximale Geschwindigkeit und Einfachheit des Prozesses erreicht.

Aus praktischer Sicht wird die Wahl zwischen diesen Systemen von drei Faktoren bestimmt: dem Verwendungszweck der Erzeugnisse, der Gestaltung des Obstgartens und der Wirtschaftlichkeit. Für den Frischmarkt ist die Ernte mit Erntemaschinen in den meisten Fällen aufgrund von Qualitätsverlusten nicht akzeptabel. Für die Weiterverarbeitung hingegen ermöglicht sie eine drastische Senkung der Kosten und die Sicherstellung einer stabilen Rohstoffmenge.

Wichtig ist auch, die Anforderungen an den Obstgarten zu berücksichtigen. Für einen effizienten Einsatz der Erntemaschinen sind erforderlich:

- gerade Reihen und eine gleichmäßige Reihenbreite;
- eine einheitliche Kronenstruktur;
- eine kontrollierte Baumhöhe;
- keine Hindernisse für den Maschinenverkehr.

Für Erntekombinen ist zudem der Zustand der Bodenoberfläche entscheidend – sie muss eben sein und darf keine größeren Pflanzenreste oder Steine aufweisen, um Schäden an der Technik und eine Verunreinigung der Ernte zu vermeiden.

Wirtschaftlich gesehen ist die Ernte mit Erntemaschinen sinnvoll, wenn große Flächen, ein stabiles Erntevolumen und begrenzte Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Unter solchen Bedingungen amortisieren sich die Kosten für die Maschinen schnell durch die drastische Senkung der Kosten für Handarbeit. Bei kleinen Flächen oder einer Ausrichtung auf den Qualitätsmarkt können Investitionen in Erntemaschinen hingegen ungerechtfertigt sein.

Tabelle 5 - Vergleich der Ernteoptionen für Äpfel

Parameter	Ernte vom Baum	Ernte vom Boden
Leistung	100–200 t/Tag	200–300 t/Tag
Fruchtqualität	mittel	niedrig
Beschädigungsrisiko	hoch	sehr hoch
Verwendung	teilweise frisch + Verarbeitung	nur Verarbeitung
Anforderungen an den Obstgarten	hoch	sehr hoch (Boden)
Prozesskontrolle	teilweise	minimal

Die Ernte mit dem Mähdrescher ist ein Instrument für Ertragsmengen und Kosteneinsparungen, nicht für Qualität. Ihre Effizienz ist dort am größten, wo ein höheres Maß an Beschädigungen toleriert wird und Geschwindigkeit Vorrang vor dem Aussehen der Früchte hat.

4.4. Vergleich der Erntesysteme: manuell vs. Plattform vs. Mähdrescher

Die Wahl des Erntesystems im intensiven Obstbau ist eine der wichtigsten Managemententscheidungen, die sich direkt auf die Wirtschaftlichkeit der gesamten Saison auswirkt. In der Praxis läuft diese Entscheidung nicht auf die Wahl zwischen „schneller oder langsamer“ hinaus, sondern wird durch das Gleichgewicht zwischen drei Faktoren bestimmt: Produktivität, Ausmaß der mechanischen Beschädigungen und Endpreis sowie die Vermarktung. Genau aus diesem Grund stehen die verschiedenen Erntesysteme nicht in direktem Wettbewerb zueinander, sondern werden je nach Zielmarkt der Produkte eingesetzt.

Die Handernte ist der Grundstandard für den Frischmarkt, da sie eine maximale Kontrolle über jede einzelne Frucht gewährleistet. Der Mitarbeiter bestimmt selbst die Abreißkraft, die Position der Frucht und die Art der Ablage in die Behälter, wodurch mechanische Beschädigungen minimiert werden können. In einem gut organisierten Team liegt die Beschädigungsrate in der Regel nicht über 1–3 %, was den Anforderungen des Premium-Segments entspricht. Gleichzeitig ist diese Methode am arbeitsintensivsten: Die durchschnittliche Produktivität liegt bei etwa 700–1000 kg pro Mitarbeiter und Tag, wobei die Effizienz stark von Ermüdung, Erfahrung und Arbeitsbedingungen abhängt. An Spitzentagen verliert selbst ein gut organisiertes Team an Tempo, was die Planung erschwert.

Der Einsatz von Plattformen verändert die Struktur der Handernte, ohne deren Wesen zu verändern. Der Mensch bleibt das zentrale Element des Prozesses, doch ein Großteil der unproduktiven Arbeitsschritte – das Klettern auf der Leiter, das Wechseln zwischen Bäumen und Zweigen, die Suche nach einer stabilen Position – entfällt. Dadurch steigt der Anteil der „reinen Ernte“ an der Arbeitszeit. In der Praxis führt dies zu einer Produktivitätssteigerung von 15–25 %, was einer Leistung von 900–1300 kg pro Mitarbeiter und Tag entspricht. Ein noch wichtiger Effekt ist jedoch die Stabilisierung des Prozesses: Die Mitarbeiter ermüden weniger, arbeiten gleichmäßiger und die Erntequalität wird vorhersehbarer. Bei korrekter Organisation bleibt die Schadensquote im Bereich von 2–5 %, was es ermöglicht, die Erzeugnisse im Frischmarktsegment zu vermarkten.

Die Ernte mit Erntemaschinen ist ein grundlegend anderer Ansatz, bei dem der Großteil der Arbeitsschritte von der Maschine ausgeführt wird. Dies ermöglicht eine deutlich höhere Produktivität – von 100 bis 300 Tonnen pro Tag, je nach Maschinentyp und Bedingungen. Die Arbeitskosten sinken drastisch, was diese Option auf großen Flächen wirtschaftlich attraktiv macht. Eine wesentliche Einschränkung ist jedoch der Grad der mechanischen Beschädigungen. Selbst mit modernen Technologien kann dieser bei der Ernte vom Baum 5–15 % betragen und bei der Aufnahme der Früchte vom Boden deutlich höher ausfallen. Dies beschränkt den Einsatz von Erntemaschinen automatisch vorwiegend auf den Verarbeitungsbereich, wo das Aussehen und die Unversehrtheit der Früchte nicht entscheidend sind.

Tabelle 6 - Vergleich der Effizienz verschiedener Methoden der Apfelernte

System	kg/Person/Tag	t/Brigade/Tag (80 Personen)	Anmerkung
Manuell (Leitern)	700–1000	55–75 t	hängt stark von der Ermüdung ab
Plattform	900–1300	70–100 t	konstantes Tempo
Mähdrescher	—	100–300 t	abhängig vom Modell

Um die Effizienz jedes Systems objektiv zu bewerten, müssen nicht nur die Erntekosten, sondern auch die Auswirkungen auf den Ertrag berücksichtigt werden. Die grundlegende wirtschaftliche Logik lässt sich durch eine einfache Formel ausdrücken:

$$\text{Gewinn} = (\text{Preis} \times \text{Ertragsmenge}) - \text{Erntekosten}$$

Gerade der Ertragsvolumen und nicht die Erntegeschwindigkeit ist der entscheidende Faktor. Wenn ein Betrieb beispielsweise 1000 Tonnen Äpfel für den Frischmarkt zu einem Preis von 0,6 €/kg erntet, beträgt bei manueller Ernte und einem Qualitätsverlust von 2 % die tatsächliche Erntemenge 980 Tonnen, was einen Ertrag von etwa 588 000 € ergibt. Wird dieselbe Menge hingegen mit einer Erntemaschine mit einer Schadensrate von 15 % () geerntet, sinkt das Erntevolumen auf 850 Tonnen, und der Ertrag beträgt nur noch etwa 510.000 €. Die Differenz beläuft sich auf mehrere Zehntausend Euro und übersteigt die Einsparungen bei den Arbeitskosten bei weitem.

Tabelle 7 - Effizienz verschiedener Apfelernte-Systeme

System	€/t Ernte	Kommentar
Manuell	25–40 €/t	hängt stark von der Produktivität ab
Plattform	18–30 €/t	Kosteneinsparung durch Effizienz
Mähdrescher	8–20 €/t	minimale Arbeitskosten

Im Verarbeitungssegment ist die Situation umgekehrt. Bei niedrigen Produktpreisen wird die Minimierung der Erntekosten zum entscheidenden Faktor. In diesem Fall ermöglicht die Ernte mit Mähdreschern eine drastische Senkung der Selbstkosten pro Tonne und ist wirtschaftlich vorteilhafter, selbst bei hohem Schadensaufkommen.

Plattformen nehmen in diesem System eine Zwischenposition ein und sind faktisch die optimale Lösung für die meisten intensiv bewirtschafteten Obstgärten. Sie ermöglichen eine Senkung der Erntekosten ohne wesentliche Beeinträchtigung der Produktqualität. Besonders effektiv sind sie in Obstgärten mit schmaler Fruchtreihe und einer Baumhöhe von bis zu 3–3,5 m, wo ein gleichmäßiger Zugang zu den Früchten gewährleistet ist und unnötige Bewegungen der Mitarbeiter minimiert werden.

Daher sollte die Wahl des Erntesystems stets auf dem Verhältnis zwischen Produktpreis und akzeptablem Schadensgrad basieren. Die Handernte ist dort unersetzlich, wo jeder Prozentpunkt an Qualität den Endpreis beeinflusst. Ernteplattformen ermöglichen es, diese Qualität zu bewahren und gleichzeitig die Effizienz zu steigern. Erntemaschinen hingegen sorgen für maximale Erträge und minimale Kosten, jedoch nur unter Bedingungen, bei denen der Markt Qualitätsverluste zulässt.

Die wichtigste praktische Schlussfolgerung lautet: Das richtige Erntesystem ist nicht das, das am schnellsten arbeitet, sondern das, das unter den konkreten Bedingungen des Betriebs den größten Gewinn abwirft.

Kapitel 5 – Die Logistik der ersten Stunde nach der Ernte

Die Logistik der ersten Stunde nach der Ernte ist eine entscheidende Phase, die unmittelbar darüber entscheidet, ob die im Obstgarten erzielte Fruchtqualität erhalten bleibt. Im Gegensatz zum Anbau oder sogar zur Ernte selbst wird diese Phase oft unterschätzt, obwohl gerade hier die wesentlichen Einbußen an Lagerfähigkeit, Prallheit und Marktfähigkeit entstehen. In der Fachpraxis herrscht Klarheit: **Die Frucht beginnt unmittelbar nach dem Abtrennen vom Baum an Qualität zu verlieren**, und die Geschwindigkeit dieser Prozesse hängt von Temperatur, Feuchtigkeit und der Zeit bis zur Kühlung ab.

In der ersten Stunde nach der Ernte finden in der Frucht mehrere Schlüsselprozesse statt, die ihr weiteres Verhalten bestimmen. An erster Stelle steht dabei die Erwärmung. Die Frucht, die sich am Baum befand, hat eine Temperatur, die der Umgebungstemperatur nahekommt, die bei sonnigem Wetter 25–35 °C und mehr erreichen kann. Nach der Ernte vom Baum erhält er keine Feuchtigkeit und keinen Schutz vor Transpiration mehr, atmet aber weiterhin aktiv. Das bedeutet, dass die Innentemperatur des Gewebes nicht nur nicht sinkt, sondern oft sogar steigt. Die hohe Temperatur beschleunigt direkt die Stoffwechselprozesse: Die Atmungsintensität nimmt zu, die Zuckervorräte werden schneller aufgebraucht, und physiologische Veränderungen entwickeln sich aktiver.

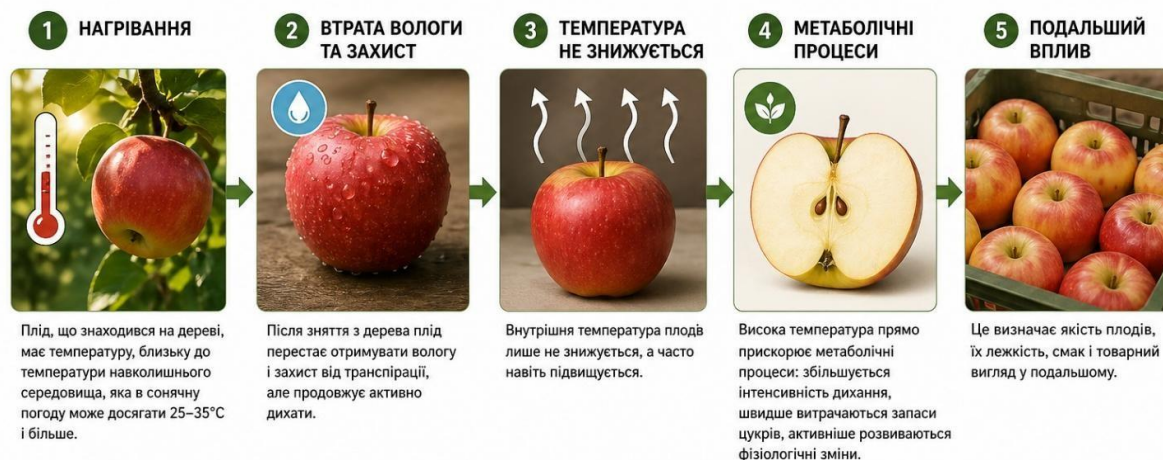


Abbildung29 – Veränderungen in den Früchten nach der Ernte

Ein weiterer wichtiger Prozess ist der Turgorverlust. Nach der Ernte beginnt die Frucht, über die Oberfläche Feuchtigkeit zu verlieren, insbesondere bei niedriger relativer Luftfeuchtigkeit und Wind. Dies führt zu einer Abnahme der Gewebespannung, was sich optisch als „Schlaffheit“ und Verlust an Festigkeit äußert. Bereits in den ersten Stunden nach der Ernte können Veränderungen auftreten, die die Produktqualität beeinträchtigen, insbesondere wenn die Frucht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist.

Ein dritter Faktor ist die erhöhte Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Beschädigungen. Die erhitzte und teilweise entwässerte Frucht wird anfälliger für Stöße und Druck. Das bedeutet, dass selbst bei korrekter Erntetechnik das Verletzungsrisiko steigt, wenn die Früchte lange Zeit unter ungeeigneten Bedingungen auf dem Feld verbleiben. Somit ist die Zeit zwischen Ernte und Kühlung nicht weniger wichtig als der Erntevorgang selbst.

Genau diese Prozesse bedingen die Notwendigkeit eines klaren logistischen Ablaufs, der in der professionellen Praxis als folgende Abfolge gestaltet wird: **Ernte → Schatten → Abtransport → Kühlung**

Dieser Ablauf ist grundlegend und lässt keine willkürlichen Änderungen oder Verzögerungen zu. Unmittelbar nach der Ernte müssen die Früchte in den Schatten gebracht oder abgedeckt werden, um eine direkte Erwärmung durch Sonneneinstrahlung zu vermeiden. Selbst ein kurzer Aufenthalt in der Sonne kann die Temperatur der Früchte um mehrere Grad erhöhen, was den Qualitätsverlust erheblich beschleunigt.

Der nächste Schritt ist der rasche Abtransport der Ernte vom Feld. Verzögerungen in dieser Phase sind oft auf einen Mangel an Transportmitteln oder eine fehlerhafte Logistikplanung zurückzuführen. In der Praxis des intensiven Obstbaus gilt, dass die Früchte nicht länger als **1–2 Stunden** auf dem Feld verbleiben sollten, bei hohen Temperaturen sogar noch weniger. Je schneller die Früchte unter kontrollierte Bedingungen gelangen, desto höher ist ihr Lagerpotenzial.

Die Kühlung ist die abschließende und wichtigste Phase dieser Kette. Die Hauptaufgabe besteht darin, die Temperatur der Früchte so schnell wie möglich auf ein Niveau zu senken, bei dem die Atmungsprozesse und der Feuchtigkeitsverlust verlangsamt werden. Bei Äpfeln liegt dieses Niveau in der Regel bei **0–4 °C**, abhängig von der Sorte und der anschließenden Lagerungstechnik. Jede Stunde Verzögerung bis zur Kühlung führt zu einer Anhäufung von „Wärmebelastung“, die selbst bei schneller Kühlung nicht mehr vollständig ausgeglichen werden kann.

Besonders kritisch ist diese Phase für empfindliche Sorten, die eine erhöhte Anfälligkeit für physiologische Störungen oder schnelles Weichwerden aufweisen. Für solche Sorten hat die schnelle Kühlung oberste Priorität, und jegliche Verzögerungen können zu erheblichen Qualitätsverlusten führen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Nachernte-Logistik ist die Sortierung der Partien. Das Vermischen von Früchten aus verschiedenen Parzellen, mit unterschiedlichen Erntezeitpunkten oder unterschiedlichem Reifegrad ist einer der häufigsten und zugleich kritischsten Fehler. Infolgedessen befinden sich innerhalb einer Partie Früchte mit unterschiedlichem Lagerverhalten, was das Qualitätsmanagement erschwert.

In der professionellen Praxis sollte die Trennung nach mehreren Parametern erfolgen. Zuerst nach Parzelle oder Block, da sich die Anbaubedingungen selbst innerhalb einer Sorte unterscheiden können. Anschließend nach Erntedatum, was es ermöglicht, den Reifegrad zu kontrollieren und das Verhalten der Früchte während der Lagerung vorherzusagen. Nicht weniger wichtig ist die Sortierung nach Reifegrad: Früher und später geerntete Früchte dürfen nicht in einer Charge vermischt werden.

Separat muss die Ware nach Verwendungszweck sortiert werden – für die Langzeitlagerung, den Schnellverkauf oder die Weiterverarbeitung. Dies ermöglicht es, unterschiedliche logistische Ansätze sofort anzuwenden und Situationen zu vermeiden, in denen Produkte mit unterschiedlichen Anforderungen gleich behandelt werden. In der Praxis bedeutet dies, dass jede Kiste eindeutig gekennzeichnet sein muss: Sorte, Parzelle, Erntedatum und Verwendungszweck. Genau dieses System ermöglicht es, die Kontrolle über die Produkte zu behalten, nachdem sie das Feld verlassen haben.

Die erste Stunde nach der Ernte entscheidet darüber, ob die Qualität der Früchte auch später erhalten bleibt. Wenn in dieser Zeit Fehler gemacht werden, kann keine Lagertechnik diese vollständig ausgleichen.

Lernmodule DUALOG



- Die Reihe „DUALOG-Lernmodule“ umfasst 23 Module und richtet sich an Landwirte, Lehrkräfte und alle Interessierten
- Jedes Modul erklärt in kompakter und verständlicher Form die wesentlichen Zusammenhänge und vermittelt praktische Tipps sowie Fachwissen, das auf langjähriger Erfahrung basiert
- Die Module sind sowohl in gedruckter als auch in digitaler Form erhältlich.

Obstbau (OB)	Modul OB01: Planung und Organisation einer neuen Apfelbaumanlage
	Modul OB02: Bodenkunde im Obstbau: Bodenanalyse, Grundprinzipien der Düngung und Einstellung der Geräte für die Düngung
	Modul OB03: Pflanzenschutztechnik: Einstellung der Geräte zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln auf Obstkulturen. Berechnung der Dosierung
	Modul OB04: Bewässerung im Obstbau. Berechnung des Wasserbedarfs. Fertigation für Apfelbäume
	Modul OB05: Umfassende Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen bei Apfelbaumzucht
	Modul OB06: Zapfenschnitt in Apfelanlagen. Formung von Apfelbaumkrone auf M9 Unterlage
	Modul OB07: Schutz von Obstplantagen vor Frost
	Modul OB08: Organisation der Apfelernte
Gemüsebau (GB)	Modul GB01: Planung und Anbau von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben)
	Modul GB02: Aussaat von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben); Einstellung der Sämaschine
	Modul GB03: Bewässerung im Gemüsebau. Berechnung des Wasserbedarfs. Fertigation für den Anbau von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben)
	Modul GB04: Krankheiten der Gemüse (Zwiebeln, Möhren, Rüben, Weißkohl)
	Modul GB05: Schädlinge der Gemüse (Zwiebeln, Möhren, Rüben, Weißkohl)
	Modul GB06: Organisation der Ernte von „Borschtschgemüse“
Allgemeine / Komplexe Themen (UT)	Modul UT01: Vorbereitung der Lagerräume für die Apfelerntesaison. Lagerung von Äpfeln
	Modul UT02: Vorbereitung der Lagerräume für die Kohlerntesaison. Lagerung von Kohl
	Modul UT03: Wirtschaftlichkeit des Gemüseanbaus: Rentabilität, Planung und Analyse der Tätigkeit
	Modul UT04: Ökonomie im Obstbau: Wirtschaftlichkeitsaspekte, Betriebsplanung und -analyse
	Modul UT05: Qualitätssicherung von Obstrohstoffen während der Lagerung
	Modul UT06: Qualitätssicherung von Gemüserohstoffen während der Lagerung
	Modul UT07: Energieeffiziente Technologien für die Lagerung und Erstverarbeitung von Obst und Gemüse
Pflanzenschutz im ökologischen Obst- und Gemüsebau (OEK)	Modul OEK01: Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Gemüse im ökologischen Anbau
	Modul OEK02: Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Obst im ökologischen Anbau

<http://www.dualog-ukraine.de>

