



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Unter welchen Bedingungen kann der Haselnussanbau eine wirtschaftliche und pflanzenbauliche Alternative zum Tabakanbau bieten

A/06/10

**Endbericht**

**Dezember 2008**



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Endbericht

Teilprojekt

## Mechanisierung und Nacherntebehandlung

Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Projektleiter:  
LOR Dr. M. Demmel

Bearbeiter:  
Dipl.-Ing. (FH) H. Kirchmeier

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung und Arbeitsschritte .....</b>	<b>5</b>
1.1	Mechanisierung .....	5
1.2	Nacherntebehandlung .....	5
<b>2</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>7</b>
3.1	Informationssammlung (Messen, Exkursionen).....	7
3.2	Plantagenpflege.....	8
	3.2.1 Mulchgerät (Calderoni) .....	8
	3.2.2 Gebläsespritze (Wanner).....	11
3.3	Ernteverfahren bzw. Technik.....	12
	3.3.1 Erntemaschine (Monchiero).....	14
3.4	Ernteaufbereitung (Stabilisierung des Produktes) .....	17
	3.4.1 Sedimentationsanlage (Eigenbau ILT) .....	18
	3.4.2 Waschmaschine (AMB) .....	22
	3.4.3 Trocknung (Umbau Tabakofen durch ILT).....	23
	3.4.4 Schnellfeuchtemesser (Pfeuffer) .....	25
3.5	Verarbeitung der getrockneten Nüsse .....	25
	3.5.1 Windreiniger (AMB) .....	25
	3.5.2 Trommelsiebmaschine (Eigenbau ILT).....	28
	3.5.3 Knackmaschine (AMB).....	31
3.6	Handhabung und System .....	32
	3.6.1 Lager- und Transportkisten (Gaugele/ILT) .....	33
	3.6.2 Kistendrehgerät (Düvelsdorf).....	34
	3.6.3 Dosier- und Förderband (Huber) .....	34
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>40</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1: Calderoni Mulchgerät mit Fräsausleger im Einsatz.....</b>	<b>10</b>
<b>Abbildung 2: Fräs- und Mulchkopf (im Hintergrund).....</b>	<b>11</b>
<b>Abbildung 3: Gebläsespritze der Firma Wanner beim Ersteinsatz.....</b>	<b>12</b>
<b>Abbildung 4: Französischer Haselnussvollernter AMB im Einsatz.....</b>	<b>13</b>
<b>Abbildung 5: Lieferung Monchiero Vollernter .....</b>	<b>15</b>
<b>Abbildung 6: Ernteeinsatz mit Monchiero 2070 .....</b>	<b>15</b>
<b>Abbildung 7: Ernteertrag von 1,9 ha .....</b>	<b>16</b>
<b>Abbildung 8: Bodenoberfläche vor und nach der Ernte.....</b>	<b>17</b>
<b>Abbildung 9: Vorversuch Sedimentation.....</b>	<b>19</b>
<b>Abbildung 10: Sedimentationsanlage (ILT).....</b>	<b>20</b>
<b>Abbildung 11: Ernteware ungereinigt .....</b>	<b>20</b>
<b>Abbildung 12: Ernteware nach Sedimentation.....</b>	<b>21</b>
<b>Abbildung 13: Waschmaschine AMB im Einsatz.....</b>	<b>22</b>
<b>Abbildung 14: Schematische Darstellung Haselnusstrocknung.....</b>	<b>24</b>
<b>Abbildung 15: Ernteware nach Trocknung.....</b>	<b>26</b>
<b>Abbildung 16: Ernteware nach Windreinigung .....</b>	<b>27</b>
<b>Abbildung 17: Reinigungserfolg des Windreinigers beim Knacken .....</b>	<b>28</b>
<b>Abbildung 18: Grundrahmen Trommelsiebmaschine .....</b>	<b>29</b>
<b>Abbildung 19: Trommelsiebmaschine vor Auslieferung.....</b>	<b>30</b>
<b>Abbildung 20: Siebfraktion 16 - 18 mm .....</b>	<b>30</b>
<b>Abbildung 21: Knackmaschine AMB im Einsatz.....</b>	<b>32</b>
<b>Abbildung 22: Schematischer Aufbau Kistenlager .....</b>	<b>34</b>
<b>Abbildung 23: Konstruktionszeichnung Förderband.....</b>	<b>35</b>
<b>Abbildung 24: Übersicht Bodenpflegesysteme in Plantagen.....</b>	<b>40</b>
<b>Abbildung 25: Geräte zur Begrünungspflege in Plantagen .....</b>	<b>40</b>
<b>Abbildung 26: Mechanische und chemische Unterstockbodenpflege .....</b>	<b>41</b>
<b>Abbildung 27: Einteilung Erntetechnik.....</b>	<b>41</b>

# **1 Zielsetzung und Arbeitsschritte**

Entwicklung, Umsetzung, Erprobung und Bewertung eines Mechanisierungskonzeptes für den wettbewerbsfähigen Haselnussanbau in Franken im Rahmen der Projektlaufzeit und der Projektmittel.

## **1.1 Mechanisierung**

Im Teilprojekt Mechanisierung sollten Konzepte für eine mechanische Pflege der Haselnuss Plantage des Pilotprojektes und für eine optimierte Ernte erstellt, realisiert und erprobt werden. Das Mechanisierungskonzept soll das Ziel eines wettbewerbsfähigen Haselnussanbaues unterstützen.

In einem ersten Schritt sollten die notwendigen mechanischen Pflegemaßnahmen analysiert und in Zusammenarbeit mit den übrigen Teilprojekten und Kooperationspartnern diskutiert werden. Bei der Analyse sollten sowohl bereits bestehende Haselnussplantagen, als auch die Pflege Regime von Obstplantagen und aus dem Weinbau in die Betrachtungen einbezogen werden.

Die Geräte sollten im Rahmen der verfügbaren Finanzmittel ausgewählt und beschafft werden und wenn notwendig durch die Werkstatt des Institutes für Landtechnik und Tierhaltung eine Anpassung der Geräte erfolgen. Der Geräteeinsatz soll begleitet, die Arbeitsqualität und Arbeitseffektivität ermittelt und bewertet werden.

## **1.2 Nacherntebehandlung**

Ausgehend von den Ergebnissen der intensiven Marktanalyse im Pilotprojekt und einer Bestimmung der Qualitätsansprüche der Abnehmer von Haselnüssen soll zusammen mit den Projektpartnern die Struktur der Aufnahme und Nacherntebehandlung der Haselnüsse definiert werden.

Aufbauend auf dieser Definition sollte der Markt hinsichtlich verfügbarer Technik zur Nacherntebehandlung analysiert werden und notwendige, bzw. verfügbare Technik im Rahmen des verfügbaren Budgets beschafft werden.

Bei den Geräten, die den festgestellten Anforderungen nicht genügend entsprechen, sollen durch Konstruktion und Werkstatt des Institutes für Landtechnik und Tierhaltung Optimierungsmaßnahmen entwickelt, durchführt und erprobt werden.

Je nach Fortschritt der Etablierung der Erzeugergemeinschaft und im Rahmen erster Ernteerträge soll im Rahmen der verfügbaren Finanzmittel der Aufbau einer Anlage zur Erfassung und Nacherntebehandlung von Haselnüssen begleitend unterstützt werden.

## **2 Durchgeführte Arbeiten**

Nach einer gründlichen Analyse der möglichen mechanischen Pflegemaßnahmen von Haselnuss- bzw. allgemein Baum/Strauchplantagen wurde ein Mulchgerät mit hydraulischem Schwenkarm und Taster des Herstellers Calderoni beschafft. Das Gerät konnte erfolgreich über die komplette Saison 2007 und 2008 eingesetzt werden.

Parallel dazu wurden Informationen und Erkenntnisse zur weiteren Pflege (Pflanzenschutz) und vor allem zur Erntetechnik und Nacherntebehandlung gesammelt und analysiert. Neben der Recherche in Literatur und Internet wurde dazu eine Lehrfahrt nach Frankreich durchgeführt. Außerdem wurde mit verschiedenen Herstellern im Inn- und Ausland Kontakt aufgenommen und diese Firmen teilweise vor Ort besucht oder eine Maschinenvorführung in der Versuchsplantage vereinbart. Abgerundet wurden die Recherchen durch den Besuch der weltweit größten Messe für Landtechnik, der Agritechnica in Hannover im Jahr 2007 und im Jahr 2008 der in Italien (Bologna) stattfindenden Messe Eima, die speziell für Sonderkulturen ein Anlaufpunkt ist.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden die weiteren Maschinen gekauft (Gebläsespritze, Vollernter, Schnellfeuchtemesser, Kistendrehgerät, Abladeband) bzw. Verfahrensschritte realisiert und umgesetzt d.h. selber entwickelt und gebaut (Trommelsiebmaschine, Wassersedimentation, Umbau der Tabaktrocknung).

Soweit es in der vorhandenen Versuchsplantage bzw. in Kooperation mit anderen Nussanbauern möglich war wurden die entwickelten und gebauten bzw. gekauften Systeme und Geräte erprobt und wenn notwendig modifiziert.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Informationssammlung (Messen, Exkursionen)**

Auf der Landtechnikmesse in Hannover war eine beachtliche Anzahl an Herstellern mit Mulchtechnik zu finden. Darunter waren auch einige Aussteller mit Auslegermulchgeräten mit hydraulisch gesteuerten oder mittels Federdruck gehaltenen Schwenkköpfen. Es war jedoch kein Gerät dabei, welches wie der von uns beschaffte Calderoni Mulcher so leicht und vor allem so vielfältig mit verschiedenen Auslegerköpfen bestückt werden kann (3.2.1). Dies bestätigt nochmals die Geräteauswahl, auch wenn es Probleme mit dem örtlichen Händler gegeben hat.

Ein weiterer Schwerpunkt auf der Messe war die Trocknung und Lagerung von Körnerfrüchten (3.4).

Zum Thema Erntetechnik war trotz einer kompletten Halle für Sonderkulturen keine spezielle Technik für die Nussernte ausgestellt. Hier konnte die im September 2007 durchgeführte Lehrfahrt ins französische Cancon, die vom ALF Fürth (Frau Nitsch) organisiert wurde, wichtige Informationen liefern. Durch den Besuch bei 3 Haselnussanbauern und der verarbeitenden Genossenschaft Unicoque konnte ein Einblick in die Plantagen, die Erntetechnik (Erntezeit!), die allgemeine Mechanisierung (Plantagenschlepper, Pflanzenschutztechnik, Mulchtechnik) und auch die Weiterverarbeitung (Waschen, Trocknen, Kalibrieren, Reinigen, Nachsortierung usw.) gewonnen werden.

Um mehr Informationen über die in Frankreich gesehene Technik zu erhalten wurde Kontakt mit den Herstellern Monchiero (Italien) und AMB (Frankreich) aufgenommen. Beide Hersteller haben ein umfassendes Technikangebot von der Ernte über die Trocknung bis hin zur Verarbeitung (Reinigen, Kalibrieren, Knacken). Bei einem Besuch der beiden Firmen zusammen mit einem Mitglied des Haselnusspflanzervereins wurden mögliche Maschinen (Neumaschinen und Gebrauchtgeräte) gezeigt und vorgeführt.

Ein Messebesuch im Jahr 2008 auf der Eima in Bologna (Italien) gab einen umfassenden Überblick im Bereich Sonderkulturen. Neben der Technik für den Ha-

selnussanbau waren auch etliche Hersteller von Mulchgeräten und Pflegemaschinen sowie Pflanzenschutztechnik für Plantagen und Sonderkulturen vor Ort.

## **3.2 Plantagenpflege**

### **3.2.1 Mulchgerät (Calderoni)**

Vor der Auswahl der eigentlichen Gerätetechnik stand die Entscheidung für ein Pflege Regime in der Plantage. Grundsätzlich können zwei verschiedene Wege sowohl in den Reihen als auch zwischen den Reihen eingeschlagen werden. Zum einen ist dies die gezielte Begrünung mit der erforderlichen Pflege (Mulchen) oder die Schaffung eines blanken Bodens mit den notwendigen Bearbeitungsschritten, wie sie in Abbildung 24 (Anhang) dargestellt sind oder eine Kombination daraus. Sowohl für die Begrünungspflege (Mulchen) (Abbildung 25, Anhang) als auch für die Bekämpfung von Aufwuchs mittels Herbiziden oder Bodenbearbeitung (Abbildung 26, Anhang) gibt es zahlreiche Geräte mit jeweiligen Vorzügen und Einschränkungen.

Es wurde entschieden, dass die Regulierung des Unkrautaufwuchses im Pilotprojekt ohne chemischen Herbizideinsatz erfolgen soll, sodass nur Geräte/Systeme zur mechanischen Begrünungspflege und Bodenbearbeitung in Frage kamen. Besonderes Augenmerk sollte auf die mechanische Bodenbearbeitung im Stock/Stambereich gelegt werden, da eine gewisse Wirkung gegen den Haselnussbohrer erwartet wurde.

Nicht außer Acht gelassen werden darf auch die spätere Ernte, die eine möglichst ebene, glatte und saubere (frei von Holzresten, Mulchmaterial) Oberfläche fordert. Deshalb muss schon bei der Pflege auf die Schaffung von optimalen Erntebedingungen geachtet werden.

Diese sehr differenzierten Anforderungen führten zum Kauf eines Mulchgerätes vom Hersteller Calderoni (

Abbildung 1), das sowohl die Pflege zwischen den Reihen (Abschlägeln der Begrünung) als auch den Bereich in den Reihen (ebenfalls Abschlagen oder Fräsen – je nach eingesetztem Bearbeitungskopf) in einem Arbeitsgang zulässt



(Abbildung 2). Nach einer verzögerten Auslieferung des Gerätes auf Grund von Liquiditätsproblemen des Importeurs konnte das Gerät im Jahr 2007 noch rechtzeitig eingesetzt werden, bevor der Fremdbewuchs zu groß wurde. Das Hauptgerät mit den Y-Messern hinterließ ein sauberes Schnittbild und kam auch mit hohem Aufwuchs gut zurecht. Die relativ kleinen Auslegergeräte hatten - System bedingt - bei hohem Aufwuchs Probleme. Deshalb muss, je nach Wachstum, die Plantage mindestens 2 mal in den Hauptwachstumsmonaten Mai und Juni bearbeitet werden. Aber auch gegen Ende der Saison, bevor die erste Ernte ansteht muss mehrmals in kürzeren Abständen der Aufwuchs gemäht und zerkleinert werden, um eine möglichst kurze Grasnarbe mit wenig bzw. überhaupt keinem Pflanzenmaterial zu hinterlassen, welches die Erntemaschine unnötig belastet und behindert. Die hydraulische Auslenkung der Seitengeräte funktionierte bei richtiger Einstellung und korrekter Fahrweise sehr gut. Gerade bei den sehr schwachen Bäumchen war jedoch ein Pflock, der gleichzeitig als Stütze und zur Befestigung der Tropfbewässerung dient, sehr von Vorteil. Durch die zusätzliche Umschlingung der Stämme mit einem Kunststoffschutz wurden Verletzungen durch den mechanischen Kontakt (Tasterbügel) weitgehend ausgeschlossen.

Zur Lockerung des Bodens, zur Bekämpfung von Mäusen und in Hinblick auf die spätere zu erwartende Haselnussbohrer Problematik wurde nach dem Abmulchen des Unkrautbesatzes der Bestand in den Reihen auch mit dem Fräskopf bearbeitet (

Abbildung 1). Hierzu müssen unbedingt gute Bodenbedingungen vorherrschen (weder zu nass noch zu trocken). Auch die Größe des Aufwuchses und die vorhandene Wurzelmasse (Quecken, Meldenstöcke) zeigten hier gewisse Grenzen der kleinen Fräse auf. Ein Nachteil bei der Verwendung des Fräskopfes ist der Effekt, dass bei wiederholtem Einsatz das Gerät um den Stamm herum beim Aus- und Einschwenken die Erde anhäufelt. Auch die zusätzlich erprobte Kreiselegge brachte hier keine deutliche Verbesserung. Auf Grund dieser Tatsache muss gefolgert werden, dass der Fräskopf nur bei idealen Bedingungen und keinesfalls kurz vor der Ernte zum Einsatz kommen darf. Der Einsatz sollte auf den Spätherbst (Mäuse!) bzw. das zeitige Frühjahr beschränkt bleiben, um der Gefahr der unebenen Bodenoberfläche von vorneherein aus dem Weg zu gehen.

Grundsätzlich bedarf die mechanische Pflege der Anlage guter Planung und großer Sorgfalt. Eine hohe Flächenleistung, wie das Mulchen in einer Stilllegung, kann hier nicht zum Ziel führen, wie das sorgfältige Pflege Regime in Frankreich (z.B. ständiges Mulchen mit Breitreifen) gezeigt hat. Als Ziel muss immer die kurz gehaltene Begrünung, ohne Bodenunebenheiten und störendes Material wie Mulchgut, Steine oder Äste im Hinblick auf die Ernte gesehen werden.



**Abbildung 1: Calderoni Mulchgerät mit Fräsausleger im Einsatz**



**Abbildung 2: Fräs- und Mulchkopf (im Hintergrund)**

### **3.2.2 Gebläsespritze (Wanner)**

Zur Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen können aus dem Hopfenanbau oder dem Obstbau bekannte Gebläsespritzen verwendet werden. Geräte dieser Art werden auch in Frankreich in den Plantagen eingesetzt und finden neben dem Nuss- auch im Pflaumenanbau Verwendung. Gebläsespritzen sollen eine Durchdringung und Benetzung der Bestandes auch noch in den Baumkronen ermöglichen. Die Plantage in Gonnersdorf ist derzeit erst maximal 1,5 m hoch und ein geschlossenes Blätterdach wird es auch mittelfristig noch nicht geben. Deshalb sollte die anzuschaffende Spritze zusätzlich mit einer handgeführten Sprühlanze ausgerüstet werden, die eine gezielte Behandlung der kleinen Bäume zulässt.

Für ein Neugerät bzw. gutes Gebrauchtgerät mit Anerkennung und Prüfplakette sollten hier maximal 6.000 € investiert werden.

Auf dem Gebrauchtmaschinenmarkt war zum Jahreswechsel 2007/2008 kein geeignetes Gerät zu finden. Vom Hersteller Wanner, der im Allgäu seinen Sitz hat und im Hopfenanbau stark vertreten ist, konnte eine neuwertige Lagermaschine

zu deutlich reduziertem Preis erworben werden, die unseren Anforderungen gerecht wurde (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Gebläsespritze der Firma Wanner beim Ersteinsatz**

Die 1000 Liter Anhängespritze wurde ausgestattet mit abdriftreduzierten Düsen und einem verstellbaren Gebläseaufsatz mit Leitblechen, sodass eine möglichst verlustarme Behandlung der noch kleinen Pflanzen möglich ist. Daneben wurden für die ersten Vegetationsjahre am Gerät 2 Handsprühlanzen angeschlossen, die eine exakte Behandlung der Einzelpflanzen ermöglichen.

### **3.3 Ernteverfahren bzw. Technik**

Bei der Ernte von Nüssen gibt es weltweit 2 unterschiedliche Verfahren. Die Ernte von Hand und die Ernte mit Maschinen. Erstere wird vor allem in der Türkei durchgeführt. Mit über 70 % Weltmarktanteil liegt die Türkei trotz der vielen Handarbeit unangefochten auf Platz 1 in der Haselnussproduktion. Daneben gibt es auch maschinelle Verfahren, die im Wesentlichen auf dem Prinzip des „Zusammenkehrens“ oder „Aufsaugens“ oder aus Kombinationen davon beruhen. Geschobene (handgeführte), gezogene oder auch selbstfahrende Geräte nehmen

die Nüsse vom Boden auf, reinigen sie grob und sammeln sie lose in einem Bunker (Abbildung 4, Anhang Abbildung 27). Für das „Schwaden“, die Aufnahme und die Reinigung gibt es unterschiedliche Ansätze. Für alle Systeme entscheidend ist der Bodenzustand zum Zeitpunkt der Ernte. Neben der Oberflächenbeschaffenheit spielt dabei die Witterung eine große Rolle. Für eine möglichst ebene Oberfläche muss schon im Vorfeld der Ernte, besser noch über das ganze Jahr hin gesorgt werden. Bodenunebenheiten führen dazu, dass Erntegut in Mulde und Löchern durch die rotierenden Werkzeuge nicht aufgenommen werden kann und zusätzlich viel Bodenmaterial in die Erntemaschine gelangt. Dieses Problem verstärkt sich noch zusätzlich beim Einsatz unter nassen Bedingungen. Die rotierenden Bürsten fangen dann zu schmieren an und verschmutzen das Erntegut. Die im Gerät eingebauten Reinigungselemente, bestehend hauptsächlich aus Siebketten und Windreinigung können dann nicht mehr effektiv arbeiten. In Italien, Frankreich oder den USA, der Heimat der Hersteller für Nuss - Erntetechnik, herrschen vorwiegend trockene Bodenbedingungen.



**Abbildung 4: Französischer Haselnussvollernter AMB im Einsatz**

### 3.3.1 Erntemaschine (Monchiero)

Bei der Auswahl und beim Kauf der Erntetechnik musste deshalb das Augenmerk besonders auf effektive und störungsfreie Aufnahme- und Reinigungseinrichtungen gelegt werden, welche die ungünstigen Erntebedingungen in Deutschland bewältigen können. Erschwert wurde die Auswahl, weil der Markt für diese Spezialtechnik und damit das Angebot an Maschinen relativ klein ist und zudem die sehr aufwändigen Erntemaschinen Neupreise bis zu 100.000 € aufweisen. Nach ausführlichen Recherchen im Internet, Messebesuchen, Firmenbesuchen und Vorführungen (siehe 3.1) wurde nach einer gründlichen Abwägung zusammen mit den Projektpartnern der Kauf eines Vollernters vom Typ 2070 des italienischen Herstellers Monchiero beschlossen.

Der zur Saison 2008 gelieferte Vollernter wurde in der Versuchsplantage in Gonnersdorf erstmals mit Unterweisung des Herstellers eingesetzt (Abbildung 5). Weil die Plantage in Gonnersdorf in diesem Herbst noch keinen nennenswerten Ertrag aufwies, konnte der Vollernter nur „trocken“ eingesetzt werden. Deshalb wurde beschlossen, auf anderen Betrieben, deren Plantagen bereits im Ertrag stehen, Testeinsätze vorzunehmen. Nach längerem Suchen konnte der Vollernter zum Ende der Erntesaison 2008 auf zwei Betrieben im Landkreis Pfaffenhofen eingesetzt werden (Abbildung 6). Auch hier waren die Erträge mit deutlich unter 100 kg / Hektar Frischnüsse noch recht niedrig und die Erntebedingungen sehr schwierig. Auf Grund der vorangegangenen Niederschläge und der nebligen Herbstwitterung war der Boden feucht und auch die Grasnarbe trocknete nur zögerlich in der Nachmittagssonne ab. Die ersten Nachtfröste hatten dazu geführt, dass die ersten Blätter bereits zu Boden gefallen sind und die Erntemaschine unnötig belasteten. Folglich musste sehr langsam (ca. 1 – 2 km /h) gefahren werden und die Ernteware (Abbildung 7) war stark mit Beimengungen (Erdkluten, Grassoden) vermischt.



**Abbildung 5: Lieferung Monchiero Vollernter**



**Abbildung 6: Ernteeinsatz mit Monchiero 2070**



**Abbildung 7: Ernteertrag von 1,9 ha**

An dieser Stelle muss noch einmal deutlich darauf hingewiesen werden, dass die Erntebedingungen, von der Witterung abgesehen, durchaus positiv beeinflusst werden können und auch müssen. Eine saubere, ebene und feste Oberfläche ohne langen Bewuchs ist die Grundvoraussetzung für eine störungsfreie Ernte und sauberes Erntegut, wie die ersten Einsätze unter Beweis stellten. Auf die Wichtigkeit dieser Erntevorbereitung wurde schon beim ersten Haselnusstag im Vortrag des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung eindringlich hingewiesen und die einzelnen Punkte (Bereifung, Mulchen, Walzen) und Problembereiche (Mäuselöcher, Steine, Äste, alte Nüsse) angesprochen. In Abbildung 8 ist deutlich zu erkennen, wie der rotierende Seitenbesen die Oberfläche glättet und alles überstehende Material (Nüsse, Steine, Äste, lose Erde, lockerer Bewuchs usw.) wie eine Kehmaschine abräumt. Die eingebauten Reinigungssysteme (Siebkette, Saug- und Druckgebläse) konnten zwar sehr viel Beimengungen abscheiden, dennoch ist eine intensive Nachreinigung des Erntegutes notwendig.





**Abbildung 8: Bodenoberfläche vor und nach der Ernte**

### **3.4 Ernteaufbereitung (Stabilisierung des Produktes)**

Unmittelbar nach der Ernte müssen die Nüsse weiter gereinigt und dann getrocknet werden, um die Bildung von Schimmel zu unterbinden und die Nüsse haltbar zu machen. Die Verunreinigung der Ernteware kann je nach Bodenbeschaffenheit, Erntevorbereitung und Witterung sehr unterschiedlich sein. Die Palette ist groß und geht von letztjährigen Ernteverlusten, Blättern, kleinen Ästen, Unkraut und Grasbüschel, Steine bis hin zu allen möglichen Fremdkörpern, die in die Anlage eingeschleppt worden sind. Entsprechend umfangreich muss die Reinigung gestaltet sein. Der Besuch bei der Firma Monchiero südlich von Turin zum Beispiel hat gezeigt, dass in dieser Region die Reinigung fast ausschließlich über mehrstufige Gebläse- bzw. Windreiniger erfolgt. Dies setzt allerdings voraus, dass die Ernteware bzw. die Verunreinigungen relativ trocken und nicht verklebt sind. Leistungsstarke, d.h. dem Durchsatz der Erntemaschine angepasste Windreiniger sind relativ teuer (Angebot Monchiero: 9.200 € Netto). Unter den bayerischen Verhältnissen ist davon auszugehen, dass die Ernte nur selten unter idealen, absolut trockenen Bedingungen erfolgen kann. Die Reinigung muss aber unter allen,

auch ungünstigen Bedingungen, funktionsfähig sein. Deshalb wurde beschlossen die Reinigung, in Anlehnung an die Verarbeitungsstraße in Frankreich, aus den Prozessschritten „Sedimentieren“ und „Waschen“ aufzubauen.

Im Laufe des Projektes zeigte sich, dass die Ernteaufbereitung und Ernteverarbeitung (folgende Kapitel) in vielen Einzelschritten ablaufen wird und einen hohen technischen Aufwand erfordert, der die zur Verfügung stehenden Finanzmittel sehr schnell erschöpft. Da jedoch nur der komplette Ablauf von der Ernte bis hin zur geknackten Nuss Sinn macht und nicht einzelne Arbeitsschritte herausgegriffen werden können wurde versucht, die komplette Verarbeitungsstraße zu realisieren. Dazu wurde zum einen auf vorhandene Technik zurückgegriffen und diese eventuell ergänzt (Sedimentationsbecken, Tabakrocknungsöfen) und zum anderen Technik neu beschafft oder vom Institut für Landwirtschaft und Landtechnik selber entwickelt und gebaut (Trommelsiebmaschine). Einen Teil davon (Waschmaschine, Knackmaschine und Windsichter) wurden von den Landwirten im Rahmen einer Maschinengemeinschaft vom französischen Hersteller AMB gekauft. Die Geräteauswahl, die Beschaffung und Abwicklung erfolgte durch das Institut für Landtechnik und Tierhaltung in Absprache mit den Projektpartnern.

#### **3.4.1 Sedimentationsanlage (Eigenbau ILT)**

Neben der Verunreinigung mit Erde sind Steine in der Ernteware ein großes Problem. Die Erntemaschinen können die Steine nicht von den Nüssen trennen, deshalb müssen diese nach dem Ernteprozess stationär abgeschieden werden. Auf Grund der hohen Dichte lassen sie sich relativ leicht von den Nüssen trennen. Zur Selektion hat sich in der Verarbeitungsanlage der Genossenschaft Unicoque (Frankreich) ein Sedimentationsbecken gut bewährt, welches die Ernteware sofort nach der Ablieferung durch den Landwirt durchlaufen muss. Ein mit Wasser gefüllter Behälter wird dazu kontinuierlich mit Nüssen beschickt. Während die Steine sehr schnell untergehen schwimmen die Nüsse oben auf und werden wieder abgeschöpft. Am Institut für Landtechnik und Tierhaltung war eine Sedimentationsanlage vorhanden. In einem vorangegangenen Projekt zur Heraustrennung von Hopfenspikes aus dem Häckselmaterial wurden damit Versuche durchgeführt. Dieses Gerät wurde auf seine Tauglichkeit in einem Vorversuch (Abbildung 9) für

Nüsse geprüft und für den Einsatzzweck umgebaut (Abbildung 10). Wie in der Abbildung schön zu erkennen ist, schwimmen die Nüsse obenauf und die Steine gehen im Becken unter. In der Saison 2008 wurde dieses Gerät dann mit der Ernteware von rund 3 ha erprobt. Im vorangegangenen Kapitel wurde schon erwähnt, dass die für den Versuch zur Verfügung stehende Ernteware sehr stark verunreinigt war (Abbildung 11). Dies hatte den Vorteil, dass die gesamte Aufbereitungsstraße gleich unter Extrembedingungen getestet werden konnte.



**Abbildung 9: Vorversuch Sedimentation**



**Abbildung 10: Sedimentationsanlage (ILT)**



**Abbildung 11: Ernteware ungereinigt**



**Abbildung 12: Ernteware nach Sedimentation**

In Abbildung 12 ist das Arbeitsergebnis zu sehen. Erdklumpen und Steine konnten zu fast 100 % heraus gereinigt werden. An den Nüssen anhaftende Erde wird im Sedimentationsbecken nur aufgeweicht und muss dann im folgenden Schritt (Waschen) entfernt werden. Blätter, die wie die Nüsse im Wasser schwimmen, werden nach der Trocknung mit Hilfe der Windreinigung (3.5.1) entfernt. Bei geringer Verschmutzung und trockenen Erntebedingungen ist es auch vorstellbar, dass wie in Italien üblich, an erster Stelle die Windreinigung steht.

Durch den extrem hohen Fremdbesatz im Erntegut füllte sich das Sedimentationsbecken innerhalb weniger Minuten. Ein automatischer Austrag ist derzeit nur für die schwimmenden Nüsse (Förderbesen) vorhanden, sodass die gesamte abgesetzte Masse von Hand geleert werden musste. Hier wird erst ein Dauerbetrieb unter normalen Voraussetzungen zeigen, ob ein automatischer Austrag nachgerüstet werden muss, um die körperliche Belastung zu reduzieren. Auch durch den Einsatz des Windsichters oder der Waschmaschine als ersten Schritt – unter günstigeren Bedingungen – könnte die anfallende Masse im Sedimentationsbecken auf ein Minimum (Steine!) reduziert werden. Des Weiteren muss bedacht werden, dass durch optimale Erntevorbereitung der Fremdkörperbesatz sehr

niedrig gehalten werden kann und der Steinbesatz im Laufe der Jahre zurückgeht, weil die Erntemaschine die Steine an der Oberfläche aufsammelt und so von Jahr zu Jahr reduziert.

### 3.4.2 Waschmaschine (AMB)

Direkt im Anschluss an die Sedimentation wurde das Erntegut in der von den Landwirten beschafften Trommelwaschmaschine ein zweites mal mit Wasser in Kontakt gebracht, um die noch anhaftende Erde zu lösen (Abbildung 13).



**Abbildung 13: Waschmaschine AMB im Einsatz**

In der rotierenden Trommel wird das Erntegut mit Wasser besprüht und durch die Reibung der Nüsse aneinander der Erdfilm gelöst. Die Verweildauer kann über einen Schieber am Austrag verstellt werden. Erst ein späterer Dauerbetrieb wird zeigen, ob es sinnvoll ist – etwa bei geringerer Verschmutzung des Erntegutes – die Nüsse zuerst in die Waschmaschine zu geben und erst im zweiten Schritt die Steine abzuscheiden. Der Vorteil hierbei wäre, dass einerseits die Steine durch die Reibung die Reinigung der Nüsse unterstützen und andererseits das Wasser

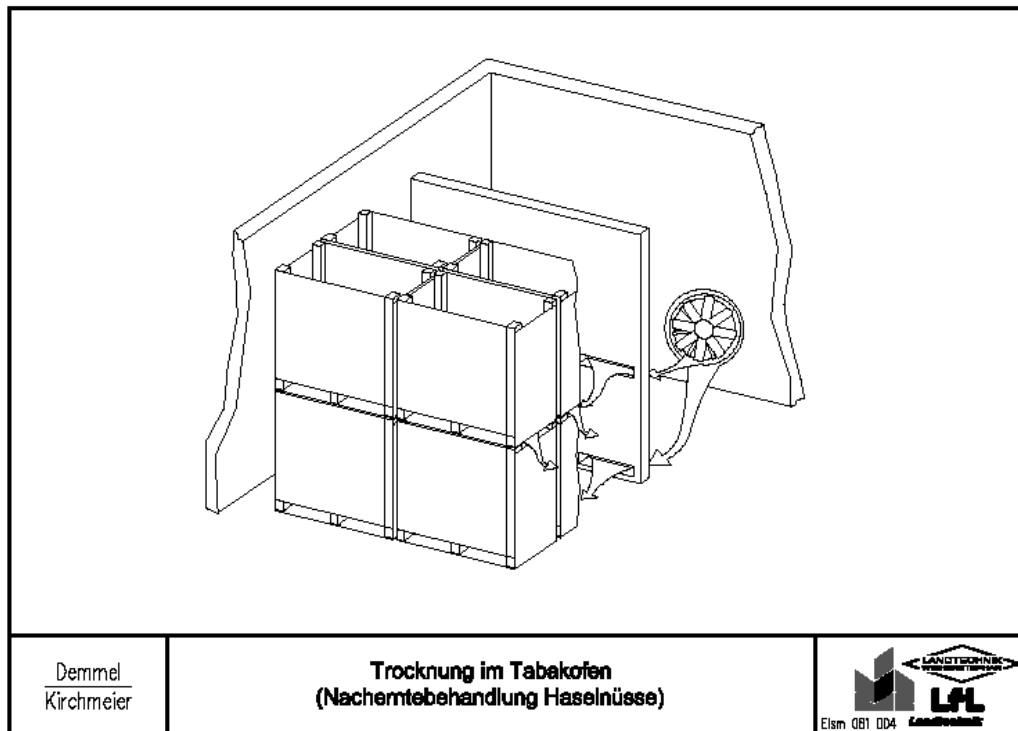
des Sedimentationsbeckens nicht so stark bzw. schnell verschmutzt. Der Versuch die extrem stark verunreinigten Nüsse aus dem Jahr 2008 als erstes in die Waschmaschine zu geben hat dazu geführt, dass sich die Erdklumpen in der Waschmaschine nur unvollständig auflösten, sodass eine extrem verschlammte Masse die Maschine verließ. Eine extreme Erhöhung der Verweildauer hätte vielleicht Abhilfe gebracht, ein kontinuierlicher Betrieb ist dann aber nicht mehr möglich.

### **3.4.3 Trocknung (Umbau Tabakofen durch ILT)**

Zur Trocknung der Nüsse sollten die auf den Tabakbetrieben noch vorhandenen Trocknungsöfen Verwendung finden. Es wurden mehrere Möglichkeiten erörtert, den am Betrieb Stiegler vorhandenen Tabaktrockner, umzubauen oder in die Trocknung der Nüsse zu integrieren. Zwei Lösungsansätze wurden weiter verfolgt:

Der Umbau des Trockners in einen Schubwendetrockner. Dazu müsste der Boden modifiziert werden und eine Wende- und Austragstrommel integriert werden. Diese Art von Trockner war auf der Agritechnica vielfach zu sehen und wurde von den Herstellern als geeignet für Nüsse angesehen. Nachteilig ist jedoch der Umstand, dass die relativ große Oberfläche mehrere Tonnen (gleicher Erntezeitpunkt, Sorte) Nüsse erfordert, die kurz- und mittelfristig nicht zur Verfügung stehen. Langfristig ist diese Methode durchaus sinnvoll und auch wirtschaftlich.

Daneben könnte der Trockner zu einer Kistentrocknung umfunktioniert werden. Dazu wird der Trocknungsraum mit einer beliebigen, jedoch begrenzten Anzahl von mit Nüssen befüllten Kisten (z. B. Holzcontainer aus dem Kartoffel- und Feldgemüsebau) beschickt, die einer gezielten Warmluftführung ausgesetzt werden. Diese Kisten dienen dann gleichzeitig als Transport- und Lagerbehälter für die einzelnen Chargen, Sorten bzw. Landwirte. Die Trocknung und auch spätere Lagerung und Handhabung (3.6) der relativ geringen Mengen unterschiedlicher Ernteware ist damit gut möglich.



**Abbildung 14: Schematische Darstellung Haselnusstrocknung**

Abbildung 14 zeigt den schematischen Aufbau der in den Tabakofen integrierten Kistentrocknung. Aufgrund der gegebenen Ausmaße des Tabakofens konnte im konkreten Fall nur eine Reihe von max. 7 Kisten hintereinander in den Ofen geschoben werden. Auch ein aufeinander Stapeln mehrerer Kisten ist bei 2,4 m Innenraumhöhe nicht möglich. Für die ersten Jahre reicht diese Kapazität jedoch völlig aus, wie der Ernteeinsatz 2008 deutlich zeigte. Die gereinigte Menge aus insgesamt 3 ha fand in einem einzigen Container Platz (Abbildung 12). Dieser war nur zu rund einem Drittel gefüllt und bietet insgesamt Platz für rund 400 kg getrocknete Ware, sodass insgesamt knapp 3 to in einem Durchgang getrocknet werden können.

Die empirisch ermittelte Verweildauer im Trocknungsofen betrug 24 h bei 40 °C. Laut Literaturangaben (1) beträgt die Trocknungsrate – je nach Luftfeuchte, Nussorte – rund 1 % je Stunde. Auf Grund der nur geringen Erntemenge konnten keine Versuche mit verschiedenen Einstellungen des Trockners und deren Auswirkungen auf Trocknungsdauer, Energieverbrauch usw. angestellt werden.



#### **3.4.4 Schnellfeuchtemesser (Pfeuffer)**

Zur Überprüfung des Trocknungserfolges wurden die Nüsse mittels eines beschafften Schnellfeuchtemessers der Firma Pfeuffer einige Tage nach dem Ausschalten der Trocknung auf den Feuchtegehalt untersucht. Inzwischen sollte sich die in der Literatur (1) angegebene Gleichgewichtsfeuchte zwischen Schale – Luft – Nuss eingestellt haben. Dazu wurde eine repräsentative Menge von Hand geknackt und mittels Labormühle zerkleinert. Die ermittelte Feuchte lag mit 6,5 % exakt im Rahmen der Toleranz von 6 – 7 % für geknackte Nüsse, wie in der Literatur angegeben (2). Laut Aussage der Firma Pfeuffer ist die Feuchteschnellbestimmung von Haselnüssen derzeit nicht eichbar, sodass zur Überprüfung der Messung eine Probe zur Firma geschickt wurde. Das Ergebnis stand zum Zeitpunkt der Berichterstattung noch aus.

Bei der Feuchtemessung gilt dieselbe Aussage wie bei der Trocknung: Erst bei größerem Ernteaufkommen können verschiedene Messreihen (Messung mit und ohne Schalen, direkt oder zeitlich versetzt zum Trocknungsende usw.) in Kombination mit diversen Einstellungen bei der Trocknung gemacht werden, um die Parameter für eine optimale bzw. korrekte Trocknung und Feuchtebestimmung zu finden.

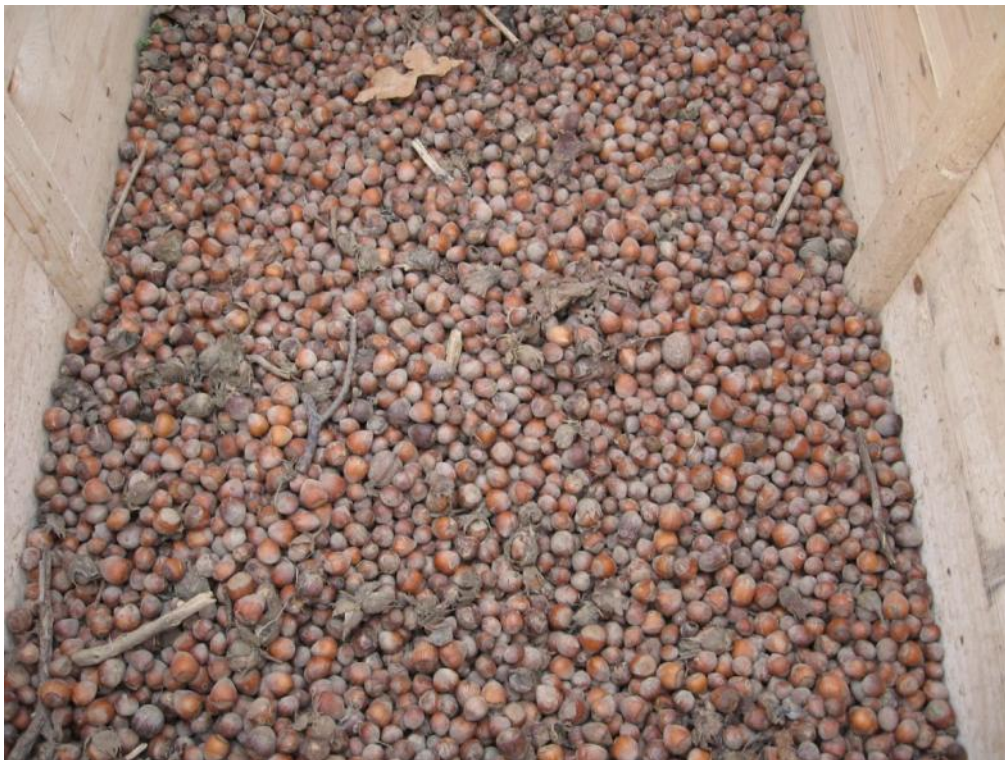
### **3.5 Verarbeitung der getrockneten Nüsse**

Nach der Trocknung sind die Nüsse je nach Lagertemperatur bis zu 24 Monate haltbar (2). D.h. für die weitere Aufbereitung der Nüsse besteht kein akuter Zeitdruck. Dennoch ist die weitere Verarbeitung sehr wichtig und zugleich aufwändig, weil die abnehmende Hand hohe Qualitätsanforderungen etwa hinsichtlich Reinheit und Kalibrierung stellt.

#### **3.5.1 Windreiniger (AMB)**

Je nach Restverschmutzungsgrad nach der Trocknung können die Nüsse mittels Windreiniger nachgereinigt werden. Dies erhöht auch die Lagerfähigkeit und re-

duziert das Risiko der Einnistung von Schaderregern. Die Nüsse der Versuchsernteware waren noch mit Blättern, Hülsen und kleinen Ästen (Abbildung 15) verunreinigt, sodass eine Nachreinigung mit dem Windreiniger der Firma AMB durchaus angebracht war. Neben der Waschmaschine und der Knackmaschine war dieses Gerät von den Landwirten angeschafft worden und sollte in die Aufbereitungsstraße integriert werden. Nach erfolgreicher Justierung des Gebläseluftstromes war es möglich neben den Blättern auch den Großteil der Schalenbruchstücke zu entfernen (Abbildung 16).



**Abbildung 15: Ernteware nach Trocknung**



**Abbildung 16: Ernteware nach Windreinigung**

Neben der Bearbeitung der frischen Ernteware (trockene Erntebedingungen vorausgesetzt) und der Nachreinigung nach der Trocknung kann das Gerät auch zur Trennung der Schalenbruchstücke von den Kernen nach dem Knackprozess eingesetzt werden. Abbildung 17 zeigt sehr anschaulich wie die Schalen fast vollständig heraus gereinigt werden konnten. Eine gewisse Nachreinigung bzw. Kontrolle per Hand wird wahrscheinlich immer notwendig bleiben und selbst bei hohem technischem Aufwand – wie in der Unicoque gesehen – kaum vermeidbar bleiben.



**Abbildung 17: Reinigungserfolg des Windreinigers beim Knacken**

### **3.5.2 Trommelsiebmaschine (Eigenbau ILT)**

Für die Vermarktung von Nüssen ist neben zahlreichen Qualitätskriterien die Größensortierung eine wichtige Grundlage. Um einen gesicherten Absatz zu erreichen, bzw. den Anforderungen der Abnehmer gerecht zu werden ist eine Sortierung in gewünschte Größenfraktionen unumgänglich. Zur Sortierung von rieselfähigem Material gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die im Wesentlichen nach dem Prinzip des Durchlaufens nacheinander geschalteter Siebstufen funktionieren. Eine geeignete Möglichkeit scheint hier der Einsatz einer Trommelsiebmaschine zu sein. Die Genossenschaft Unicoque setzt ebenfalls diese Technik ein, allerdings in sehr großen Dimensionen und mit enormer Leistung. Am Institut für Landtechnik und Tierhaltung wurde zum Sortieren von Holzpellets und Hackenschnitzeln (Normierung für Qualitätszertifizierung) eine kleine Trommelsiebmaschine konstruiert, die für diese Zwecke nach Anpassung geeignet erscheint. Nach erfolgreichen Probeläufen mit Nüssen an einer solchen Maschine im Technologie und Förderzentrum Straubing wurde eine entsprechend angepasste Maschine gebaut.

Die neue Trommelsiebmaschine wurde auf das Konzept (3.6) ausgerichtet und abgestimmt. Die Befüllung der Maschine muss über ein Förderband möglich sein und die Nüsse der einzelnen Siebfraktionen sollen direkt in die Lagerkisten fallen. Daraus ergab sich eine Länge der einzelnen Siebe von 1,2 m. In Abbildung 18 ist der Grundrahmen zu erkennen.



**Abbildung 18: Grundrahmen Trommelsiebmaschine**

Die Rundlochsiebe wurden aus 2 mm VA Lochblechen (13,16,18,20,22,24 mm) gefertigt. Die Maschine wird mit 4 Sieben gleichzeitig bestückt, sodass insgesamt 5 Fraktionen entstehen (Abbildung 20). Je nach Bedarf und Anforderung können die Siebe gewechselt werden, sodass andere Größenfraktionen entstehen. Zur Anpassung der Absiebleistung und -genauigkeit verfügt die Maschine über einen stufenlosen Antrieb der Trommel (Drehzahlverstellung), sowie über eine stufenlose Verstellung der Trommelneigung (Abbildung 19). Neben einer Unterweisung erhielten die Landwirte sowohl bei der Sedimentationsanlage als auch bei der Trommelsiebmaschine eine Betriebsanleitung mit den jeweiligen Sicherheitsbestimmungen und technischen Daten. Beim Ersteinsatz in der Ernte 2008 traten keinerlei Probleme auf und die Sortierung funktionierte einwandfrei.



**Abbildung 19: Trommelsiebmaschine vor Auslieferung**



**Abbildung 20: Siebfraktion 16 - 18 mm**

### 3.5.3 Knackmaschine (AMB)

Neben der Vermarktung „in Schale“ besteht auch ein Bedarf für den Verkauf von geknackten bzw. gebrochenen Nüssen. Auch hier gab es nach ersten Recherchen keinen Hersteller, der auf dem deutschen Markt Geräte zum Brechen/Knacken anbietet. Informationen aus dem World Wide Web sind spärlich und sehr begrenzt in der Aussage, da es sich hier um ein Spezialgebiet handelt, sodass von den Firmen, wenn überhaupt, nur auf konkrete Anfragen reagiert wird.

Eine dieser Reaktionen kam von der Firma AMB aus Frankreich. Ein Besuch dort brachte umfangreiche Informationen über die Produktpalette im Bereich Haselnuss bzw. Walnuss. Bei dieser Gelegenheit wurde auch ein Knackgerät im praktischen Einsatz demonstriert. Der Hersteller hat zwei Maschinen im Angebot, die nach demselben Prinzip funktionieren und sich nur in der Leistung unterscheiden. Aus einem kleinen Vorratsbunker (Abbildung 21 rechts im Bild) werden die Nüsse mittels 3 parallel laufender Schöpfketten nach oben gefördert. Dort werden sie einzeln in 3 konischen Knacktrichter abgeworfen. Diese sind mittels einer Kette mit dem Abwurf synchronisiert, sodass exakt im richtigen Augenblick die Knacktrichter schlagartig zusammengedrückt werden und die Nüsse brechen. Die leistungsschwächere Maschine verfügt nur über eine Kette und einen Knacker. Nach dem Zusammendrücken öffnet sich der Mechanismus wieder und die Schalen und Nüsse verlassen über eine Rutsche die Maschine. Durch die konische Ausprägung (Trichter) soll die Maschine unabhängig vom Durchmesser der Nüsse arbeiten. Der praktische Einsatz mit der Ernteware 2008 bestätigte dies, zeigte aber auch, dass die Leistung der Maschine begrenzt ist und die Hersteller Angaben von 50 – 70 kg Nüsse je Stunde nicht erreicht werden. Ein gewisses Problem für die Maschine stellen auch Nüsse/Nussorten dar, die beim Knacken zum Auseinanderbrechen neigen, etwa weil sie im Inneren des Kernes hohl sind. Dort sind dann teilweise mehrere Bruchstücke aus einem Kern entstanden. Von diesen Nüssen abgesehen funktionierte die abschließende Reinigung der geknackten Nüsse, d.h. die Trennung der Schalenbruchstücke von den Nüssen, sehr zufriedenstellend (Abbildung 17).



**Abbildung 21: Knackmaschine AMB im Einsatz**

### **3.6 Handhabung und System**

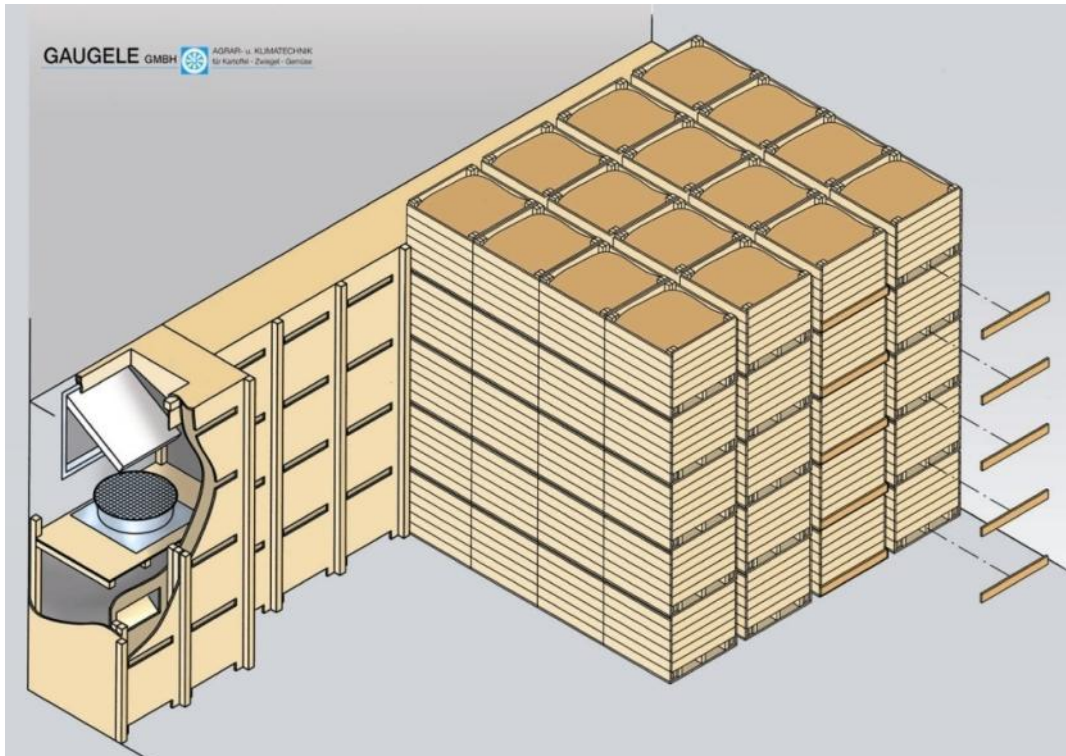
Um die einzelnen Maschinen und Geräte der geplanten und zum Teil aufgebauten Verarbeitungsstraße beschicken zu können ist ein Lager- und Transportsystem sowie Technik zur Zuführung und Dosierung notwendig. Bereits im Vorfeld wurden hier verschiedene Szenarien für Schüttgüter, wie es die Haselnuss darstellt, analysiert. Am sinnvollsten erschien die Lagerung und der Transport in handelsüblichen Containern aus Holz. Bei der Ernte sollen bzw. können die Nüsse lose vom Vollernter auf einen Transporthänger gekippt werden. Spätestens nach der 1. Verarbeitungsstufe (Windreinigung oder Nassreinigung) werden die Nüsse nun in Container gefüllt. Die Container stellen im weiteren Ablauf das zentrale Element dar und die Trocknung und die Trommelsiebmaschine, aber auch die übrigen Maschinen wurden an dieses System angepasst. Darauf abgestimmt wurde ein universelles Kistendrehgerät und ein Dosier- bzw. Abladeband beschafft, um den lückenlosen Transport der Nüsse von der Ernte bis zum Ende der Verarbeitung (Lagerung) mit nur einem System abdecken zu können.



### 3.6.1 Lager- und Transportkisten (Gaugele/ILT)

Ausgewählt wurden Containerkisten der Firma Gaugele. Dieses Unternehmen hat viel Erfahrung mit der Lagerung (Abbildung 22) von Kartoffeln, Gemüse und diversen Sonderkulturen. Bei der Größe fiel die Entscheidung auf das gebräuchliche Euro Palettenmaß von 0,8 x 1,2 m. Bei einer Kistenhöhe von 1,2 m verbleiben exakt 1,0 m Füllhöhe bei knapp 1 m<sup>3</sup> Inhalt. Dieses Maß ist laut Literatur (1) die maximale Schütthöhe, um den Stapel bei der Trocknung mit Luft von unten nach oben durchdringen zu können. Dementsprechend wurden die Holzcontainer vom Institut für Landtechnik und Tierhaltung mit einem doppelten Boden aus Lochblech ergänzt. Das Material Holz hat den Vorteil, dass überschüssige Feuchtigkeit aufgenommen und gespeichert werden kann und es bei Temperaturschwankungen nicht zur Kondenswasserbildung kommt.

Kisten, Trockner und alle andere Maschinen waren somit aufeinander abgestimmt und in der Zukunft können die Kisten sogar Platz in einem Kühllager finden oder bei Bedarf beliebig in der Anzahl ergänzt werden. Auch eine Kombination/Ergänzung mit Kunststoffkisten (mit gleichen Ausmaßen!), etwa für die Lagerung der geknackten Ware ist möglich.



**Abbildung 22: Schematischer Aufbau Kistenlager**

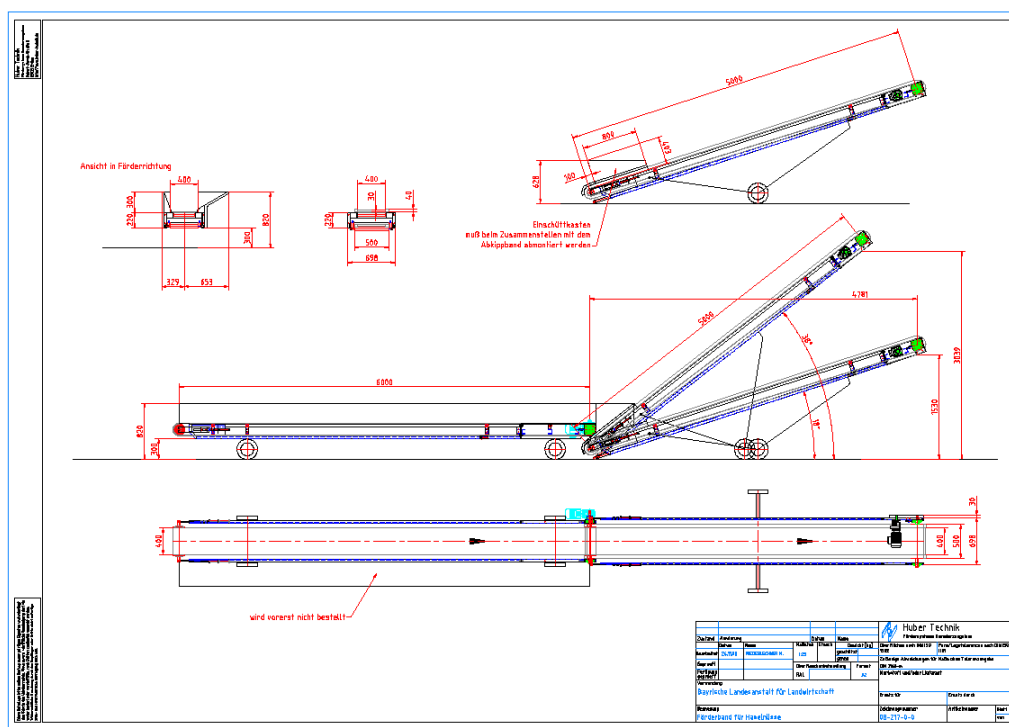
### 3.6.2 Kistendrehgerät (Düvelsdorf)

Zum einfacheren und sicheren Handling der Container ist ein Kistendrehgerät notwendig. Dieses Gerät wird an einem vorhandenen Frontlader oder Stapler angebaut und dient zur Entleerung der Kisten ohne körperliche Anstrengung. Eine Entleerung der Kisten von Hand per Schaufel (Abbildung 11) kommt nur bei geringen Mengen, wie zum Beispiel bei unserer Versuchsbeurteilung in Frage. Deshalb wurde beschlossen ein universelles Kistendrehgerät, passend zu Frontlader und Gabelstapler, anzuschaffen.

### 3.6.3 Dosier- und Förderband (Huber)

Für die Zuführung der Ernteware in die einzelnen Stationen (Sedimentation, Waschmaschine, Trommelsiebmaschine, Knacker und Windreiniger) ist ein Förderband ideal. In Kombination bzw. in Ausführung als Ablade- und Dosierband

kann damit die Ernteware lose vom Hänger oder auch ausgekippt vom Kisten-  
drehgerät angenommen werden (Abbildung 23). Danach kann sie genau dosiert  
mittels stufenlos einstellbarer Bänder bzw. Schieber durch das hochfördernde  
Band in den Einfülltrichter der jeweiligen Maschine transportiert werden. Die Be-  
schaffung eines Lagergerätes des Herstellers Euro Jabelmann ist aus verschie-  
denen Gründen gescheitert, sodass ein weiteres Angebot von der Firma Huber  
eingeholt wurde. Dieser Hersteller zeigte sich sehr kooperativ und konstruierte  
exakt nach unseren Vorstellungen und Vorgaben ein zwei geteiltes Band. Die be-  
schränkten Finanzmittel erlaubten nur das Steigband zu beschaffen um die Ver-  
arbeitungsstraße zumindest beschränkt einsatzfähig bzw. teilautomatisiert betrei-  
ben zu können. Der waagrechte Teil, das eigentliche Ablade- bzw. Dosierband,  
kann zu einem späteren Zeitpunkt problemlos nachgerüstet werden.



**Abbildung 23: Konstruktionszeichnung Förderband**

## 4 Zusammenfassung

Die Mechanisierung der Haselnuss Produktion ist sehr aufwändig und vielschichtig. Sie reicht von der Plantagenpflege über die Ernte bis hin zur weiteren Verarbeitung und Lagerung. Nach einer genauen Marktanalyse und Recherche (Literatur, Internet, Messen, Exkursionen) wurden verfügbare Maschinen und Systeme verglichen und bewertet. Dann wurde in der zur Verfügung stehenden Zeit und mit den vorhandenen Geldmitteln eine Mechanisierungskette aufgebaut. Dazu wurden Maschinen und Geräte beschafft und wenn notwendig abgeändert. Daneben wurden aber auch eigens Maschinen entwickelt und gebaut. Zur Vervollständigung der Mechanisierungskette (Verarbeitungsstraße) wurden zudem Geräte – nach Absprache und Auswahl durch das Institut für Landtechnik und Tierhaltung – von den Landwirten selber beschafft.

An erster Stelle stand die Beschaffung eines Pflegegerätes für die Plantage in Gonnersdorf. Nach der Festlegung des Pflegeregimes (begrünte Fahrgassen, offener Boden in den Reihen) wurde ein Mulchgerät der Firma Calderoni mit Ausleger beschafft. Dieses Gerät kann den Bewuchs sowohl zwischen den Reihen als auch in den Reihen beseitigen. Der Ausleger kann entweder mit einem Mulcher oder mit einer Fräse bestückt werden.

Zur Ausbringung von chemischen Pflanzenschutzmitteln wurde eine gezogene Gebläsespritze der Firma Wanner beschafft. Es handelt sich dabei um eine Lagermaschine, ausgestattet mit 90 % Abdrift reduzierten Düsen und zwei Sprühlanzen. Beide Geräte konnten auf der Versuchsplantage erfolgreich erprobt bzw. eingesetzt werden.

Die Erntemaschine, die wie der Mulcher ebenfalls aus Italien kommt, wurde nach einer Besichtigung direkt beim Hersteller Monchiero gekauft. Auch hier ist eine umfassende Recherche, verschiedene Informationsfahrten und Demonstrationen vorausgegangen und hat zur Auswahl dieses Gerätes geführt. Weil die Versuchsplantage keinen Ertrag bot wurde die Maschine auf zwei Plantagen (ca. 3 ha) im Raum Pfaffenhofen erprobt.

Mit dem Erntematerial wurde die weitere Verarbeitung in der dazu in Gonnersdorf aufgebauten Verarbeitungsstraße erprobt.

In einem ersten Schritt wurden die Nüsse vom Steinbesatz befreit. Dazu wurde am Institut für Landtechnik und Tierhaltung ein vorhandenes Sedimentationsbecken umgebaut. In dieser Anlage konnten die Steine und auch schwerer Schmutz (Kluten), die im Wasser untergehen während die Nüsse oben auf schwimmen, herausselektiert werden. Zur weiteren Reinigung des Erntegutes wurde von den Landwirten ein Waschmaschine vom französischen Hersteller AMB gekauft. In dieser rotierenden Waschtrommel werden die Nüsse mit Wasser besprüht und anhaftender Schmutz löste sich.

Unmittelbar nach der Nassreinigung muss die Trocknung der Nüsse erfolgen. Dazu wurde ein auf dem Betrieb Stiegler vorhandener Tabaktrocknungssofen zur Kistentrocknung umgebaut. Der Trocknungserfolg wurde mittels eines beschafften Schnellfeuchtemessers der Firma Pfeuffer ermittelt, der mit spezieller Kalibrierung für Haselnüsse ausgerüstet war.

Nach der Trocknung müssen die Nüsse nochmals nachgereinigt werden. Dazu wurde von den Landwirten ein Windreiniger der Firma AMB beschafft, der durch den verstellbaren Gebläseluftstrom sehr vielfältig eingesetzt werden kann. Im Versuch wurde er sowohl zum Nachreinigen der getrockneten Nüsse (Blätter, Schalenbruch, kleine Äste) als auch zum Trennen der Schalenbruchstücke von den Kernen nach dem Knacken erfolgreich eingesetzt. Daneben würde sich das Gerät auch zur Reinigung des Erntematerials eignen. Dies setzt jedoch trockene Erntebedingungen und nur mäßig verschmutzte Ernteware voraus, was 2008 nicht gegeben war.

Bei der Aufbereitung der Nüsse spielt die Größensortierung eine große Rolle. Dazu wurde nach erfolgreichen Vorversuchen eine Trommelsiebmaschine vom Institut für Landtechnik und Tierhaltung entwickelt und gebaut. Diese Maschine, die mit unterschiedlichen Lochsieben bestückt werden kann, kann gleichzeitig 5 Fraktionen erzeugen und zeigte sich als leistungsstark und praxistauglich.

Vom Institut für Landtechnik und Tierhaltung ausgewählt und von den Landwirten beschafft wurde eine Knackmaschine von AMB. Von der geringen Leistungsfähigkeit abgesehen arbeitete das Gerät gut. Dennoch muss festgestellt werden, dass eine hohe Reinheit des Endproduktes bei den beschriebenen Verfahren der Nacherntebehandlung nur durch eine ergänzende/abschließende Handarbeit oder zumindest Handkontrolle erreicht bzw. garantiert werden konnte.

Abgestimmt auf die einzelnen Maschinen und im Vorfeld genau ausgewählt wurde ein Lager- und Transportsystem mit Containerkisten aus Holz. Diese luftdurchlässigen Holzkisten sind die zentralen Lagerbehälter im System. Die Kisten passen exakt unter die Ausläufe der Trommelsiebmaschine und in den umgebauten Tabakofen. Dort erfolgt die Trocknung direkt in den Kisten.

Zum automatischen Entleeren wurde ein Kistendrehgerät der Firma Düvelsdorf angeschafft, welches am Frontlader oder Gabelstapler angebaut werden kann.

Als weiteres zentrales Element wurde ein Förderband beschafft, mit dem die einzelnen Einheiten/Maschinen beschickt werden können. In Kombination mit dem Kistendrehgerät und einem noch zu beschaffenden Abladeband (das Förderband ist hierfür schon vorbereitet) entsteht somit eine praxistaugliche, voll mechanisierte Schüttgutkette.

Diese konnte, wie alle übrigen Maschinen, nur begrenzt erprobt werden, da die Plantage im Pilotprojekt noch keinen Ernteertrag hat und erntereife Plantagen in Bayern vertraglich gebunden sind. Eine abschließende Maschinenbewertung ist deshalb derzeit nicht möglich.

## **5 Ausblick**

Bei der Haselnuss handelt es sich um eine Dauerkultur, die erst nach rund 5 Jahren einen Bestand ausbildet der zu nennenswerten Erträgen führt. Aussagen oder gar Erfahrungen zu diesem oder noch weiter in der Ferne liegenden Entwicklungsstadien können auf Grund der Projektlaufzeit deshalb nur begrenzt getroffen werden. Aus derzeitiger Sicht kann unter Einbeziehung der Erfahrungen aus Italien und Frankreich davon ausgegangen werden, dass eine Mechanisierung von der Pflege bis über die Ernte und Aufbereitung möglich und realisierbar ist. Für gesicherte Aussagen über die Auswahl, Funktionalität, die Ausstattung und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maschinen und Systeme unter hiesigen Bedingungen ist es noch zu früh. Dazu müssen noch weitere Erprobungen in die Untersuchun-

gen einfließen. Die ersten Einsätze haben gezeigt, dass mit der ausgewählten Technik die gestellten Anforderungen erfüllt werden können. Auf Grund der stark begrenzten Plantagenfläche, des Wachstumszustandes und der geringen Erntemenge konnten in den meisten Bereichen nur Tastversuche durchgeführt werden. Lediglich im Bereich der Plantagenpflege (Mulchgerät Einsatz) konnte Erfahrung über zwei Saisons gesammelt werden. Im Bereich der Erntevorbereitung, Ernte und Ernteaufbereitung bis hin zur Lagerung gibt es noch viele offene Fragen.

Für die weitere Zukunft gibt es noch viel Entwicklungs- und Erprobungsbedarf. Der Aufwand für das optimale Reinigen, Sortieren und Knacken ist enorm hoch, wie die Besichtigung der beeindruckenden Verarbeitungsstraße in der Anlage Unicoque (Frankreich) zeigte.

Bislang spielt der Haselnussanbau in Deutschland nur eine geringe Rolle. Neben den anderen Bereichen muss deshalb auch im gesamten Komplex Mechanisierung Erfahrung gesammelt werden, ehe konkrete Beratungsempfehlungen ausgesprochen werden können. Dennoch konnte eine erste komplette Mechanisierungskette aufgebaut und erfolgreich eingesetzt werden.

## 6 Literaturverzeichnis

- 1 Germain, E. and J. P. Sarraquigne: Le noisetier, Edition Centre technique interprofessionnel des fruits et legumes, 2004, Paris
- 2 Maness, N.: Hazelnut. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks, agriculture handbook 66, USDA ARS, 2004, Baltimore  
[www.ba.ars.usda.gov](http://www.ba.ars.usda.gov)

# 7 Anhang

## Haselnussanbau: Übersicht zur Bodenpflege

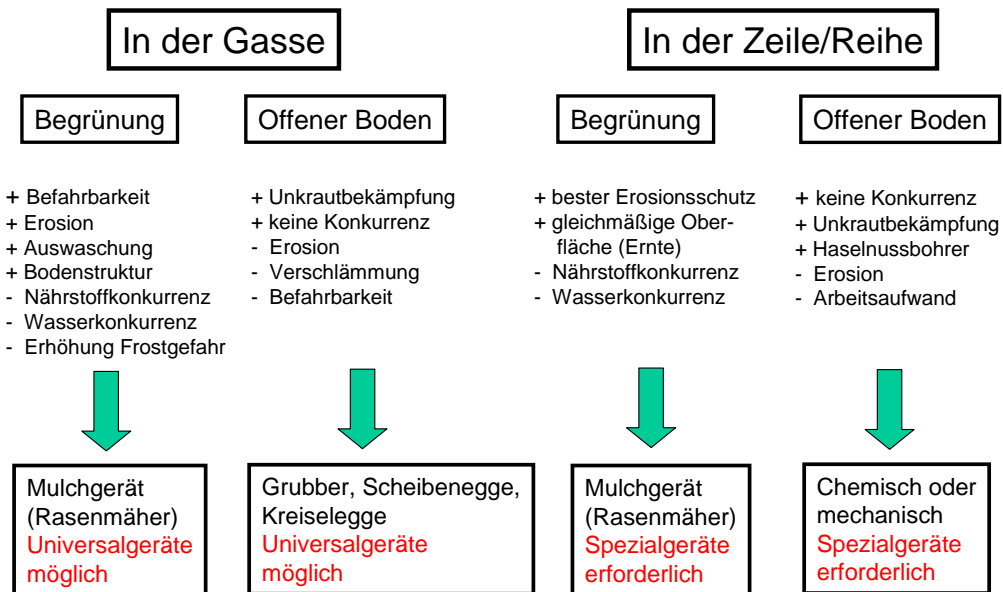


Abbildung 24: Übersicht Bodenpflegesysteme in Plantagen

## Haselnussanbau: Technikübersicht zur Pflege



Abbildung 25: Geräte zur Begrünungspflege in Plantagen



## Haselnussanbau: Technikübersicht zur Pflege

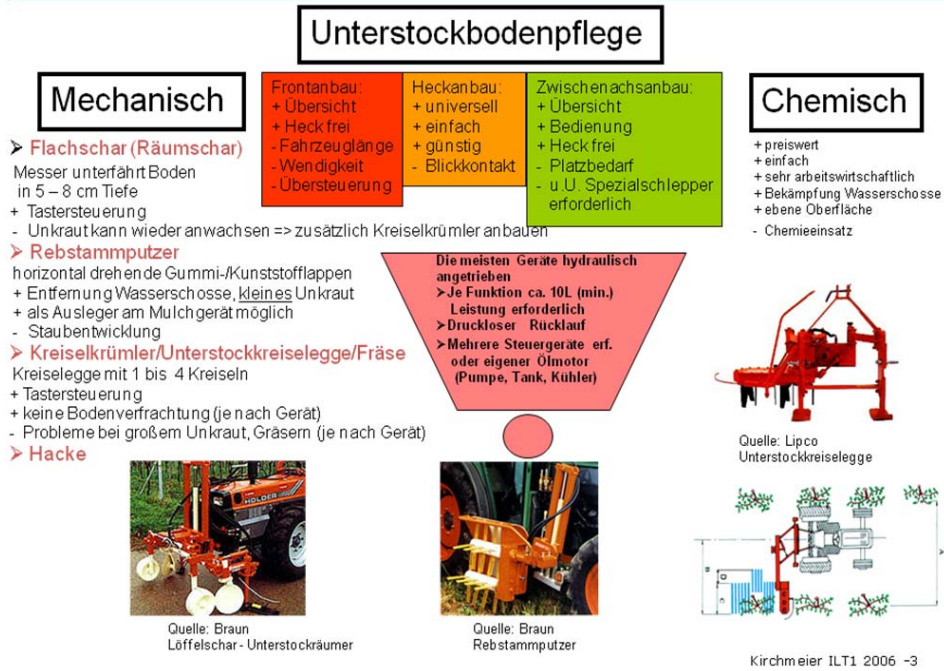


Abbildung 26: Mechanische und chemische Unterstockbodenpflege

### Übersicht Erntetechnik

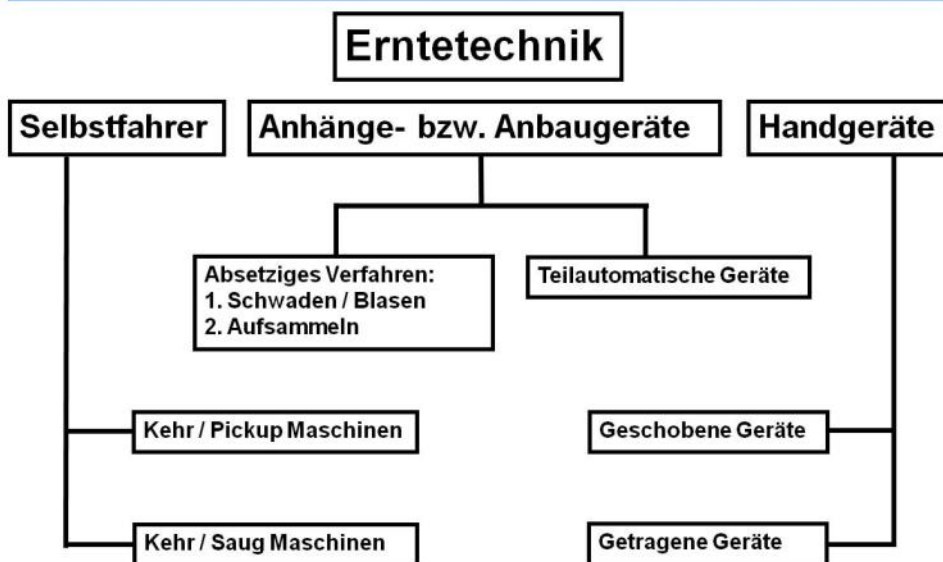


Abbildung 27: Einteilung Erntetechnik