

Selektion Endothia-widerstandsfähiger Kastanien in der Schweiz : eine Quelle wertvollen Erbgutes

Autor(en): **Bazzigher, Giovanni / Miller, Gregory A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **138 (1987)**

Heft 9

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766067>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Selektion *Endothia*-widerstandsfähiger Kastanien in der Schweiz – eine Quelle wertvollen Erbgutes

Von Giovanni Bazzigher¹ und Gregory A. Miller²

Oxf.: 443.3:176.1 Castanea

1. Einleitung

Während mehr als drei Jahrzehnten ist an der EAFV an einem Projekt gearbeitet worden, welches der Erhaltung der bedrohten Kastanie diene (*Bazzigher*, 1981). Die schwindende wirtschaftliche Bedeutung dieser Baumart und die mangelnde Bereitschaft zur Walderhaltung führten schon seit langem zu folgenreichen Vernachlässigungen der Kastanienbestände. Eine weitere und besonders gravierende Gefährdung war die Ausbreitung der Kastanienrindenkrebs-Epidemie, die in den vierziger Jahren unseres Jahrhunderts aus den USA nach Italien und in die Schweiz eingeschleppt wurde (*Gäumann*, 1951; *Fischer* und *Bazzigher*, 1952). Die Erfahrungen, die in den USA mit dieser Krankheit gemacht wurden, waren alarmierend. Nach Erhebungen von *Gravatt* und *Gill* (1930) erkrankten in den Kastanienbeständen der USA (Gliederstaaten Maryland und Virginia) innerhalb acht Jahren nahezu 100 Prozent aller Bäume; nach weiteren acht Jahren waren die Bestände abgestorben. Dieser Feststellung entspricht die Tatsache, dass innerhalb von knapp 50 Jahren seit der Jahrhundertwende der Rindenkrebs die amerikanische Kastanie im gesamten Verbreitungsgebiet der USA praktisch vollständig vernichtet hat. Kein Wunder, wenn aufgrund dieser besorgniserregenden Entwicklung pessimistische Prognosen für das Schicksal der Kastanien in Europa gestellt wurden. Man setzte als selbstverständlich voraus, dass die Krankheit auch in der Schweiz den gleichen Verlauf wie in den USA nehmen würde, und rechnete damit, dass die Kastanie im Tessin bis zum Jahre 1965 weitgehend verschwunden sein würde.

Man suchte also Mittel und Wege zur Erhaltung der gefährdeten Kastanie und wollte zudem auch die betroffenen Wälder sanieren (Bundesbeschluss vom 21. Dezember 1956). Der Bund veranlasste verschiedene Forschungsinstitute, vorab die EAFV, besondere Untersuchungen anzustellen, um die bedrohte

¹ Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH – 8903 Birmendorf und

² Empire Chestnut Company, (Carrollton Ohio 44615, USA)

Baumart zu retten. Als wichtigstes Ziel wurde dabei die Selektion krebswiderstandsfähiger Kastanien anvisiert.

Im Hinblick auf das Verständnis der folgenden Ausführungen sei darauf hingewiesen, dass diese Selektion ausschliesslich die Krebswiderstandsfähigkeit betraf. Wir haben ferner in früheren Publikationen (Bazzigher und Schmid, 1962; Bazzigher, 1981) darauf hingewiesen, dass unsere Selektion nur die phänotypische Widerstandsfähigkeit, die Disposition umfassen kann. Die erbbedingte Axenie wird durch verschiedene Faktoren (Umwelteinflüsse, ontogenetische Verschiebung der Disposition, Hypovirulenz usw.) überlagert und beeinflusst. Sie kann nur durch zusätzliche, arbeitsintensive Versuche ermittelt werden. Dies war im Rahmen unseres umfangreichen Projektes nicht möglich.

Das wertvolle, selektionierte Pflanzenmaterial wurde in Inventarbeständen sichergestellt und weiterhin kontrolliert und gemessen. Für die Nutzbarmachung der Selektionen wurde mit der Auswertung des umfangreichen Datenmaterials eine Nachselektion verknüpft. Darüber berichtet diese Publikation. Diese Nachselektion betrifft nicht erneut die schon geprüfte Krebswiderstandsfähigkeit, sondern die Wuchseigenschaften und die Eignung als Frucht- und als Waldbaum.

2. Die Selektionsarbeiten und die Sicherstellung der Bäume in Inventarbeständen

Bei der Selektion wurden Einzelpflanzen verschiedener *Castanea*-Arten und (zumeist spontan entstandene)Hybriden ausgewählt, die sich als *Endothia*-widerstandsfähig erwiesen hatten. Vereinzelt Artbastarde sind auch durch Kreuzungsversuche entstanden.

Von den ausgewählten Erntebäumen wurden Kastanienfrüchte geerntet, in den Versuchsgärten im Kanton Tessin ausgesät und aufgezogen. Im Alter von vier bis fünf Jahren wurden die Bäume einzeln im Infektionstest geprüft.

Die Infektionsmethode und eine dazugehörige statistische Überprüfung ist in der Publikation von Bazzigher und Schmid (1962) eingehend beschrieben worden. Im Laufe der Selektionsarbeiten haben wir insgesamt über 120 000 Pflanzen geprüft. Bäume, die den Infektionstest überlebt haben, wurden verpflanzt und sichergestellt. Über 31 000 Kastanien sind in der Zeitspanne von 9 Jahren in 19 Inventarbestände gepflanzt worden (*Tabelle 1*). Für die Identifizierung jedes einzelnen Baumes haben wir einen doppelten Zahlencode benutzt: Jeder Inventarbestand wurde mit einer eigenen Kennziffer bezeichnet; die einzelnen Kastanien erhielten ihrerseits fortlaufende Nummern von 1 bis n. Auf Situationsplänen wurden die verschiedenen Bestände und die einzelnen Bäume mit ihren Positionen eingezeichnet und mit dem Doppelcode angeschrieben, so dass jedes Individuum anhand der Ziffern wie auch anhand der Positionen in der Karte eindeutig identifiziert werden konnte. In den Inventarbeständen

wurden die Bäume 3 und 10 Jahre nach der Pflanzung nach phytopathologischen, phänologischen und ertragskundlichen Gesichtspunkten kontrolliert und gemessen. Im Pflanzungsalter von 10 Jahren und nach erfolgten Messungen wurden die Bestände erstmals durchforstet.

Tabelle 1. Die Kastanieninventarflächen.

<i>Ort (Flächen- nummer)</i>	<i>Anlage- jahr</i>	<i>Anzahl gepflanzte Bäume</i>	<i>Anzahl Bäume nach 3 Jahren</i>	<i>Anzahl Bäume nach 10 Jahren</i>
Copera (49)	1963	788	583	498
Quartino (50)	1964	775	538	464
Quartino (54)	1967	1534	1111	1093
Sagno (55)	1964	1761	1524	1369
Cabbio (56)	1964	986	870	851
Cabbio (57)	1964	167	138	137
Gambarogno (60)	1965	100	99	84
Gambarogno (61)	1965	77	77	64
Quartino (63)	1966	189	178	165
Gambarogno (64)	1966	600	529	226
Aurigeno (65)	1967	1292	905	712
Aurigeno (66)	1967	418	366	335
Osogna (67)	1967	201	123	106
Cademario (68)	1968	6376	5759	3318
Aranno (69)	1968	1526	1066	847
Gorduno (70)	1969	569	461	358
Osogna (71)	1970	7819	4753	3152
Magadino (72)	1971	3646	3241	1953
Golino (73)	1971	2759	2526	1629
Total:		31 583	24 847	17 361

Die selektionierten Kastanien wurden als Klone (vegetative Vermehrung: Bazzigher, *Lawrenz* und *Ritter*, 1982) oder als Einzelindividuen verpflanzt und sichergestellt. Klone haben wir bevorzugt durch Ableger vermehrt, von einigen wenigen Pfropfungen abgesehen. Die Anzahl der Klonenindividuen war unterschiedlich, meist waren es weniger als 10 Bäume. Im allgemeinen wurde jeder Klon nur in einer Inventarfläche ausgepflanzt; einzelne in zwei, einige wenige in drei Flächen. Die Klone wurden weder in einheitlicher Menge vermehrt noch nach einem speziellen Plan ausgepflanzt. In einigen Fällen sind ungeprüfte Sämlinge von geprüften Müttern zwischen die getesteten Bäume des Inventarbestandes gepflanzt worden. Die Pflanzflächen waren gerodete Waldflächen, meist an mittleren bis steilen Hängen, wo die Kastanie als Hauptbaumart bestandesbildend auftritt. Der Pflanzabstand war üblicherweise zwei Meter. Einige wenige Pflanzungen sind als Fruchtbaum-Plantagen mit weitem Pflanzabstand (Gorduno, Gambarogno) angelegt worden.

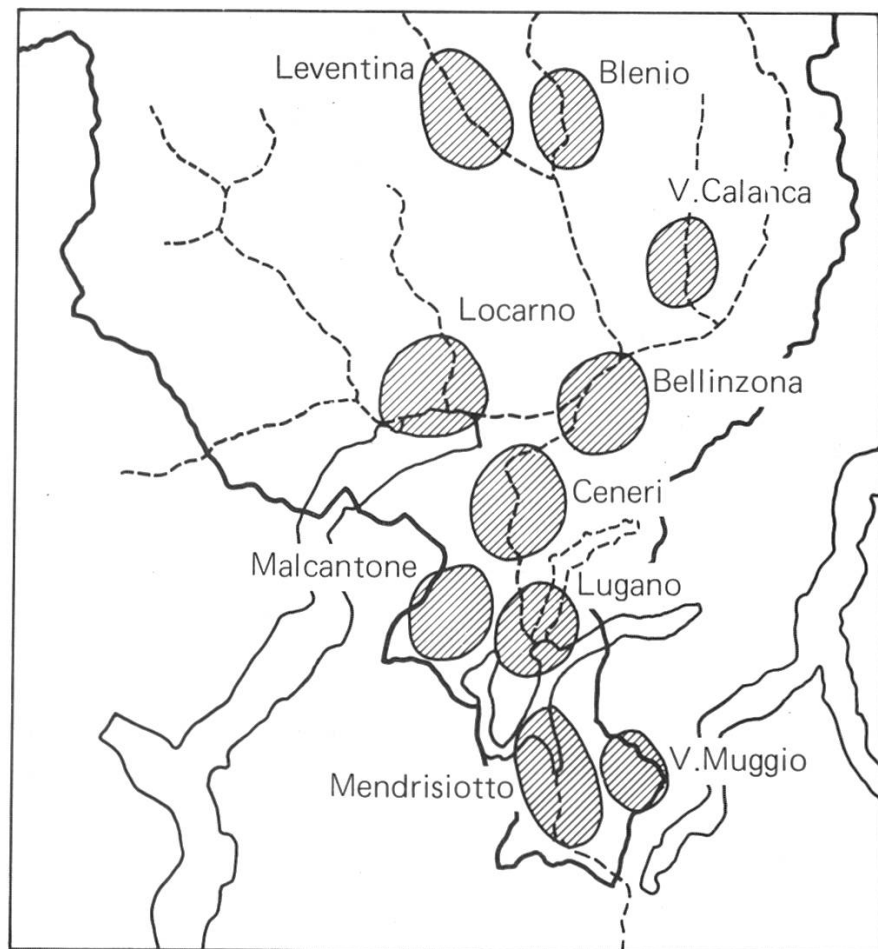
Trotz des grossen Datenmaterials, das gesammelt wurde, können die Inventarbestände nur beschränkt nützliche Informationen liefern. Infolge der geneti-

schen Ungleichheit der Kastanienarten betreffend Generationszeit und Generationenfolge (kurze Generationszeit – rasche Generationenfolge – wirksame Selektion und vice versa) und ungleicher Vermehrungsrate bei verschiedenen Klonen ist es schwierig, die Daten zu interpretieren. Die Auswertung der Wachstumsdaten wird zusätzlich noch erschwert durch die Verschiedenheit der Pflanzstandorte. Unterschiede der durchschnittlichen Baumhöhen und der Brusthöhendurchmesser (BHD) zehn Jahre nach der Pflanzung weisen auf Verschiedenheit der Standorte hin, obwohl auch der Einfluss von genetischen Faktoren und der Witterung nicht ausgeschlossen werden kann (*Tabelle 2* und *Abbildung 2*). Es gibt auch deutliche Unterschiede innerhalb der Inventarflächen, abhängig von Topographie, Exposition und Bodentiefe. Der nahe Pflanzabstand erschwerte die Beurteilung der Fruktifizier-Eigenschaften, vor allem bei kleinen Bäumen, die von ihren Nachbarn beschattet werden. Während einerseits die Standortunterschiede die Ermittlung genetischer Unterschiede verunmöglichen, begrenzt andererseits die genetische Variation betreffend Wuchsleistungen die Ermittlung von Standortindices und die Entwicklung waldbaulicher Richtlinien. Viele der Klone wachsen zu langsam oder haben eine zu schlechte Form, um als Waldbaum zu dienen. Wird die Population als Ganzes betrachtet, so wird der Wert der guten Klone durch die schlechten herabgemindert. Dies führt zu einer Unterschätzung des Wuchspotentials der Kastanien an diesen Standorten.

Tabelle 2. Durchschnittliche Baum-Durchmesser und -Höhen in den Kastanieninventarflächen.

<i>Ort (Flächen- nummer)</i>	<i>Anlage- jahr</i>	<i>Anzahl gemessene Bäume</i>	<i>Durchmesser (cm) nach 10 Jahren</i>	<i>Höhe (dm) nach 10 Jahren</i>
Copera (49)	1963	493	3,16	30,81
Quartino (50)	1964	464	5,59	44,54
Quartino (54)	1967	1083	3,32	36,38
Sagno (55)	1964	1148	4,58	40,29
Cabbio (56)	1964	526	4,31	38,01
Cabbio (57)	1964	117	4,05	34,44
Gambarogno (60)	1965	84	4,19	37,94
Gambarogno (61)	1965	64	5,03	43,55
Quartino (63)	1966	165	4,98	57,70
Gambarogno (64)	1966	274	3,36	43,96
Aurigeno (65)	1967	711	4,58	45,83
Aurigeno (66)	1967	335	5,30	65,83
Osogna (67)	1967	106	7,05	57,58
Cademario (68)	1968	4592	5,56	62,24
Aranno (69)	1968	847	4,80	43,21
Gorduno (70)	1969	357	5,01	42,39
Osogna (71)	1970	4126	6,47	56,98
Magadino (72)	1971	2334	5,17	59,05
Golino (73)	1971	2277	4,62	46,24
Total:		20 103		

Abbildung 1. Selektion *Endothia*-resistenter Kastanien. Herkunftsregionen der Kastanienmutterbäume im Kanton Tessin.



3. Die genetische Grundlage der Selektion

Die genetische Grundlage für das Selektionsprogramm besteht aus der Erbmasse unserer einheimischen *C. sativa*-Population und aus Populationen asiatischer Kastanien. Das *C. sativa*-Erbgut stammt von einer repräsentativen Auswahl aus dem Kanton Tessin und von einigen wenigen Quellen aus den Kantonen Wallis und Zug sowie aus Frankreich. In *Tabelle 3* und in *Abbildung 1* sind die Herkunftsregionen der Kastanienmutterbäume dargestellt. Die *C. crenata* stammen von einer Gruppe älterer Bäume (etwa 40jährig), die im Kanton Tessin wuchsen, ferner von Baumschulpflanzen aus dem Kanton Zürich. Von all diesen Bäumen ist die Herkunft unbekannt. Saatgut von *C. mollissima* und von Hybriden stammte aus den USA.

Die Nachkommen einer grösseren Zahl von Mutterbäumen überlebten den Infektionstest nicht und wurden nicht in unsere Sortimentsliste aufgenommen. Somit repräsentiert unser Sortiment nur einen Teil der ursprünglichen, geprüften Populationen.

Über 300 Mutterbäume (G0) lieferten Nachkommen einer ersten im Selektionstest geprüften Generation (G1). Angenommen, dass der Pollen zu einem

grossen Teil von anderen als den Mutterbäumen stammt, kann davon ausgegangen werden, dass die Basispopulation (G₀) 600 bis 1000 Bäume enthielt.

Im ganzen Programm stammen die selektionierten Kastanien von etwa 1700 Mutterbäumen ab (G₀ bis G₃). Die meisten Familien waren klein: 500 Bäume lieferten nur je einen, während 750 je 2 bis 10 selektionierte Nachkommen hatten. Es gab aber auch 34 grosse Familien mit 50 und mehr selektionierten Kastanien.

Es wurden keine speziellen Anstrengungen gemacht, eine gleiche Anzahl Nachkommen von allen Bäumen zu erhalten. Von einigen Kastanien sammelten wir jährlich so viele Samen als möglich. Von anderen Bäumen wurde nur einmal geerntet. Deshalb war die ausgewählte Population der ersten Generation (G₁) genetisch unausgewogen bezüglich der Populationsbasis, einerseits wegen der verschiedenen Familiengrössen, andererseits wegen der Selektion auf *Endothia*-Resistenz.

In den Folgegenerationen wurde im weiteren auf frühes Fruchten selektiert, da Samen von Bäumen geerntet wurden, die schon im Alter von weniger als 10 Jahren fruktifizierten. Die Selektion *Endothia*-resistenter und frühreifer Bäume bevorzugte deshalb die *C. crenata*-Erbmasse. Dies zeigt sich in der grossen Zahl der Bäume, welche von *C. crenata*-Mutterbäumen abstammen (Tabelle 3). Die Mutterbäume wurden zu einem guten Teil auch von benachbarten *C. sativa*-Bäumen bestäubt, so dass besonders in der ersten Generation Hybriden zwischen *C. sativa* und *C. crenata* entstanden. Die Folgegenerationen G₂ bis G₄ wuchsen in den Baumschulen in engem Verband (1/2 x 1 m). Diese Pflanzungen waren zudem isoliert (weite Entfernung zu *Sativa*-Beständen), und es ist wahrscheinlich, dass der meiste Pollen aus der Baumschule selbst stammte. Dies führte sehr wahrscheinlich zu einer beträchtlichen Inzucht.

4. Die Reduktion der selektionierten Population (Quasi-Natur-Selektion)

Die Bäume in den Inventarbeständen waren ausschliesslich auf *Endothia*-Resistenz selektiert worden. Andere Eigenschaften hatte man nicht berücksichtigt. Seit der Pflanzung starben viele der Inventarbäume, was als eine zusätzliche weitere Selektion betrachtet werden kann.

Die Inventarbäume wurden 3 und 10 Jahre nach der Pflanzung kontrolliert und gemessen. Nach 3 Jahren waren 21% der Bäume gestorben, 1/3 davon an *Endothia*-Infektionen, und die restlichen starben meist aus unbekanntem Gründen, wahrscheinlich durch ungünstige Witterungsbedingungen, durch Pflanzschock oder infolge schlechter Standortbedingungen. Im Alter von 10 Jahren waren weitere 24% der Bäume gestorben. Dabei wurden nur 12% dieser abgestorbenen Bäume durch *Endothia*-Befall vernichtet. Der Hauptanteil, die Hälfte

Tabelle 3. Anzahl Bäume pro Herkunftsgruppen und Generationen (getrennt nach Klonen und Einzelbäumen).

Klone mit nur einem Baum werden als Einzelbäume gerechnet!

KL = Klon
 EB = Einzelbaum
 G0 bis G4 = Generationen 0 bis 4
 S = *Castanea sativa*
 C = *Castanea crenata*
 M = *Castanea mollissima*
 H = Hybriden

Herkunftsregion	Cast. spec.	G0		G1		G2		G3		G4	
		KL	EB	KL	EB	KL	EB	KL	EB	KL	EB
Ceneri	S	29	272	34	23	50	0	324	0	0	
Ceneri (St. Antonino-Castaniola)	C	26	62	244	316	1424	405	7459	1	82	
Ceneri	H	6	0	0	2	3	0	145	0	0	
Mendrisiotto	S	11	34	1	8	3	0	217	0	0	
Valle Muggio	S	2	3	0	2	0	0	0	0	0	
Lugano	S	17	97	11	1	0	0	9	0	0	
Malcantone	S	12	10	4	2	1	1	121	0	0	
Locarno	S	11	97	6	1	40	0	0	0	0	
Leventina	S	6	24	1	0	0	0	0	0	0	
Bellinzona	S	11	211	117	42	15	0	69	0	0	
Bellinzona	H	1	3	0	0	0	0	0	0	0	
Blenio	S	1	0	0	0	0	0	32	0	0	
Valle Calanca	S	2	59	7	0	0	0	0	0	0	
Monthey (Kt. Wallis)	S	1	10	0	1	2	0	5	0	0	
Walchwil (Kt. Zug)	S	1	0	1	17	14	1	51	0	0	
Unbekannt	S	125	104	47	7	1	1	87	0	0	
France (Massif Central)	S	2	0	48	0	0	0	0	0	0	
Zürich	C	33	21	282	41	69	0	298	0	0	
Zürich	H	2	2	0	0	0	0	0	0	0	
USA (Connecticut)	M	11	136	50	82	355	0	115	0	0	
USA (Connecticut)	H	12	20	38	38	176	49	603	0	0	
Total		322	1165	891	583	2153	457	9535	1	82	

der Baumverluste, ist durch Pflegeeingriffe entstanden. Der Rest starb aus unbekanntem Gründen. Seit der 10-Jahres-Messung wurden weitere Durchforstungseingriffe vorgenommen. Viele der weggefallenen Bäume waren wahrscheinlich genetisch wenig widerstandsfähig gegen verschiedene Krankheiten, weniger wuchsfreudig und ungeeignet in Wuchsform und Umwelanpassung.

In dem Masse, wie die Selektion sich genetisch auswirkte, hat sich die Population verbessert, wenigstens bezüglich der gewünschten waldbaulichen Eigenschaften. Die nach 10 Jahren überlebenden Bäume repräsentieren einen grossen Teil der ursprünglich selektionierten Familien, so dass diese Selektion wahrscheinlich keine grosse Verringerung der genetischen Vielfalt verursacht. Infolge des nahen Pflanzabstandes und der waldbaulichen Behandlung der Bestände ist es aber möglich, dass einige gute fruchtproduzierende Klone verlorengegangen sind, weil sie sich wegen ihrer Wuchsformen nicht für Waldbäume eigneten.

5. Zusammenhänge von Standort, Baumwachstum und *Endothia*-Befall

Will man die Abhängigkeit des Baumwachstums vom Standort erfassen, so ist dies nur mit Klonen möglich, deren Individuen in genügender Zahl auf verschiedene Standorte verteilt sind. In der Regel aber wurde jeder Klon nur je in einer Inventarfläche ausgepflanzt, und die Anzahl der Klonenindividuen war meist weniger als 10. Dies erschwert solche Untersuchungen. Einige wenige Klone wuchsen jedoch in zwei oder drei Flächen. Die Daten, die wir dort sammeln konnten, zeigen eine deutliche Abhängigkeit der Wuchsleistung vom Standort, und dies erlaubt uns, eine grobe Bonitierung der Flächen vorzunehmen (*Abbildung 2*); so sind die Flächen 49 und 54 schlechter als die Inventarflächen 50, 66, 67 und 71. Diese Beobachtungen stimmen mit einer Aufgliederung der Daten aus *Tabelle 2* recht gut überein.

In einer Computeranalyse wurden alle Klone in den verschiedenen Inventarbeständen auf ihre prozentuale *Endothia*-Sterblichkeit in den ersten drei Jahren nach der Pflanzung untersucht. Der *Endothia*-Befall unter 10 Prozent wurde als schwach, jener über 10 Prozent als stark bezeichnet. Dies ermöglicht uns eine Bonitierung der Inventarflächen betreffend *Endothia*-Befall. Diese Beurteilung kann mit jener der Wuchsleistung verglichen werden (*Tabelle 4*). Als Vergleich wurde der Brusthöhendurchmesser (BHD) herbeigezogen. Wir erkennen eine recht gute Übereinstimmung der Standortsbonitierung betreffend dieser Merkmale. Das Ergebnis zeigt, dass der *Endothia*-Befall zu einem guten Teil mit ungünstigen Wachstumsbedingungen zusammenhängt, wie sie an ungeeigneten Standorten vorherrschen.

Wachstum und *Endothia*-Befall werden aber noch von weiteren Faktoren (zum Beispiel Erbgut, Gesundheitszustand und anderes) beeinflusst, was uns eine weitergehende, detailliertere Beurteilung der Klone, der Herkünfte und der Einzelbäume erschwert.

6. Die Auswahl bester Klone für die praktische Nutzanwendung und für weitere Forschung

Anfang der 80er Jahre wurden die Daten, die während 10 Jahren in den Inventarbeständen gesammelt worden waren, auf Magnetband gespeichert. Zu dieser Zeit wuchs das weltweite Interesse an der Kastanie. Sowohl in der Schweiz als auch in anderen Ländern war man daran interessiert, *Endothia*-resistentes Pflanzenmaterial zu erhalten. 1986 wurde mit der Nachselektion begonnen, um eine Auswahl der besten Klone für die praktische Nutzanwendung und für zukünftige Forschung zu erhalten. Es handelt sich um eine Optimierung der Auslese nach mehreren Merkmalen.

Bevor wir diese Klone selektionierten, wurden Computer-Analysen als Hilfe für die Selektion im Feld gemacht. Obwohl detaillierte statistische Untersuchun-

Tabelle 4. *Endothia*-Befall (abgestorbene Bäume) in verschiedenen Inventarbeständen während der ersten drei Jahre nach der Pflanzung und ein Vergleich der Standortsbonitäten betreffend *Endothia*-Befall und Wachstum der Bäume (BHD nach 10 Jahren).

Inventarbestand	Anzahl Klone	Schwacher Befall:		Starker Befall:		Inventarflächen-Bonitierung	
		Anzahl Klone mit < 10% befallenen Individuen	(%)	Anzahl Klone mit > 10% befallenen Individuen	(%)	gut +, mittel ±, schlecht – betr. <i>Endothia</i> -befall	betr. Wachstum BHD 10 J.*
49	72	23	(32%)	49		–	–
50	26	26	(100%)	–		+	+
54	277	102	(37%)	175		–	–
56	167	113	(67%)	54		±	±
57	38	23	(60%)	15		±	±
64	41	38	(92%)	3		+	–
65	102	25	(24%)	77		–	±
66	91	91	(100%)	–		+	+
67	34	22	(65%)	12		±	+
68	225	162	(72%)	63		+	+
69	103	78	(76%)	25		+	+
71	1080	974	(90%)	106		+	+
72	276	237	(86%)	39		+	+

* Vergleiche Tabelle 2.

gen nicht durchgeführt werden konnten, zeigen sich allgemeine Charakteristika der Inventarbestände, ferner die Verteilung und Grösse der Variation; zum Beispiel lassen sich beim Höhen- und Durchmesserwachstum signifikante Unterschiede zwischen Familien und zwischen Klonen nachweisen. Aber es existieren auch grosse standortbedingte Unterschiede in der Wachstumsrate (Abbildung 2). Wohl gibt es eine genetische Basis für die Selektion, aber keine Möglichkeit, zwischen genetischen und umweltbedingten Wirkungen zu unterscheiden. Wenn die grössten Bäume jedes Inventarbestandes (jeweils 20 Prozent) aufgelistet werden, stellt man fest, dass sie aus vielen verschiedenen Familien, Herkünften und Generationen kommen. Mit anderen Worten: Es gibt keine überragend schnellwüchsige Familie. Deshalb führt eine Massenselektion geringer Intensität betreffend Wuchsleistung nicht zu einem schwerwiegenden Verlust der genetischen Vielfalt. Diese Liste mit den besten Bäumen stellt eine vorläufige Auswahl dar, die im Feld geprüft werden konnte.

Im März und im April 1986 wurden alle Inventarbestände besucht, und in den meisten wurden die vorgesehenen Selektionen durchgeführt. Die Selektion basierte primär auf direkter Beobachtung im Feld. Das erste Auswahlkriterium war die relative Grösse verglichen mit den Nachbarbäumen. Als nächstes wurde geprüft, ob die Bäume frei waren von *Endothia*-Läsionen. Nur Bäume ohne Krebs wurden selektioniert ausser einigen wenigen Fällen, in denen Bäume mit einer oberflächlichen Läsion (milde Erkrankung, abschorfender Krebstyp) ausgewählt wurden. Ein weiteres Selektionskriterium war die Wuchsform; dabei wurde die *C. sativa*-Wuchsform als ideal betrachtet, das heisst gerader Stamm,

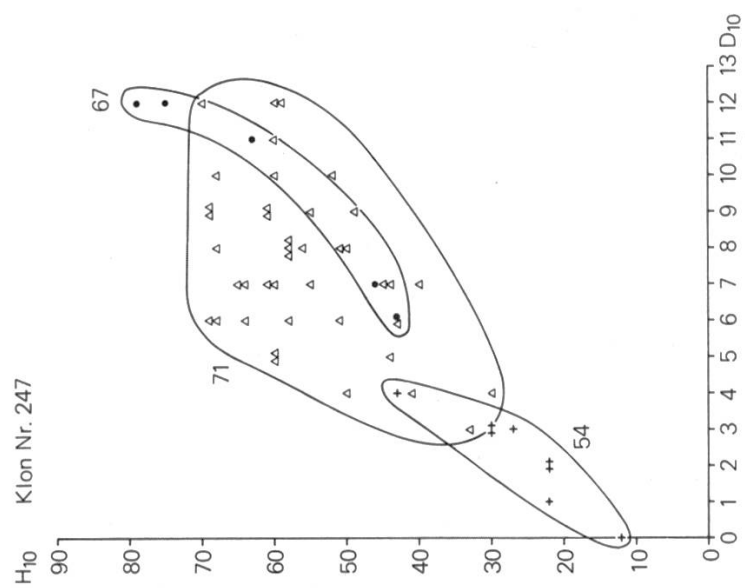
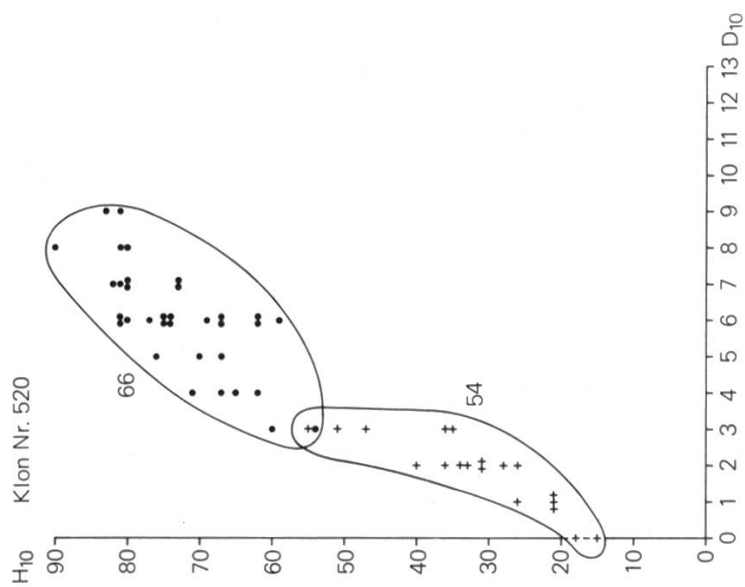
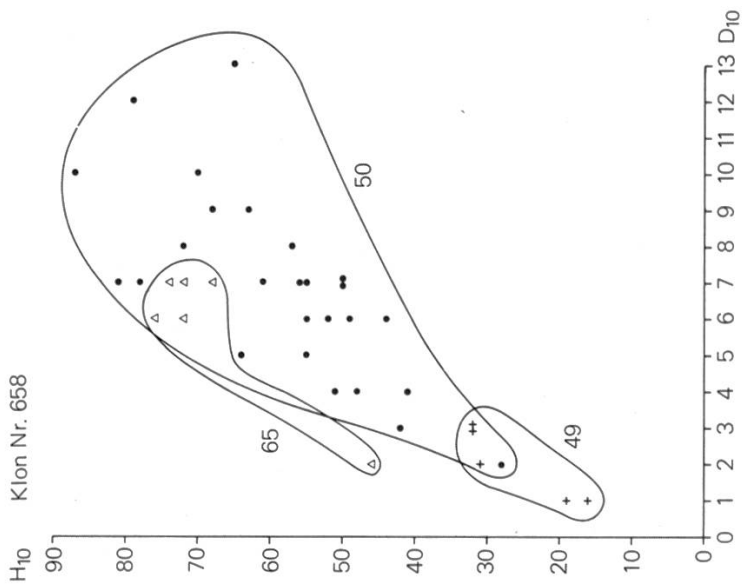


Abbildung 2. Standortbedingte Variabilität des Höhen- und Dickenwachstums dreier Kastanienklone. Klon 247 in den Flächen 54, 67 und 71, Klon 520 in den Flächen 54 und 66 und Klon 658 in den Flächen 49, 50 und 65. H10 = Baumhöhe im Pflanzungsalter von 10 Jahren in dm; D10 = Brusthöhen-
durchmesser (\varnothing in 1,3 m Höhe) im Pflanzungsalter von 10 Jahren in cm.

weite Astwinkel und gute apikale Dominanz. Einige Bäume mit mässiger oder schwacher Waldbaumform wurden ausgewählt, wenn sie eine akzeptable Fruchtbaumform hatten. (Die Beurteilung der Fruchtproduktion muss einer späteren zusätzlichen Beurteilung unterworfen werden.) Im allgemeinen wurde der genetische Hintergrund der Bäume nicht berücksichtigt, ausser bei der Selektion der grössten Bäume von *C. mollissima*-Abstammung, die sonst zu klein für die Selektion gewesen wären. Im ganzen wurden 120 Klone ausgewählt, was eine Selektionsintensität von ungefähr 1% ergibt.

Zur Zeit dieser Selektion hatten viele Bäume in verschiedenen Inventarbeständen neue *Endothia*-Läsionen von unterschiedlichem Ausmass. Viele Bäume waren sehr klein und hatten eine schlechte Stammform. Dies ermöglichte eine rasche erste Entscheidung bei der Auswahl der Bäume. Unter den besseren 10 Prozent der Kastanien war jedoch in der Folge die Selektion schwieriger und subjektiver. Wegen Variationen der allgemeinen Wachstumsbedingungen, dem Alter der Bestände und Standortsunterschieden innerhalb der Bestände kann die Selektion nicht als die «der besten 120 Klone» betrachtet werden. Es ist eher eine Auswahl, die einige der besten Klone enthält. Insbesondere die Selektion für Fruchtproduktion war unvollständig, da es schwierig ist, im frühen Frühjahr die Fruchtproduktion zu beurteilen. Die 120 Selektionen entstammen 80 verschiedenen Familien und machen etwa ein Drittel jeder der drei Generationen aus. Sie zeigen grosse Variabilität in den morphologischen Merkmalen. Deshalb ist sogar diese relativ kleine Population genetisch vielfältig.

Die selektionierten Bäume wurden erneut vegetativ vermehrt. Diese, ebenso wie andere, die in Zukunft selektioniert werden, können für Forschungen benutzt werden, die dem laufenden Interesse an Kastanien dienen. Mit einwandfrei geplanten Experimenten können die Klone besser nach Fruchtproduktion, Wachstum und Holzertrag und betreffend *Endothia*-Resistenz beurteilt werden. Nur nach dieser Art der Beurteilung können die besten Klone identifiziert werden. Ebenso können solche Pflanzungen von selektionierten Klonen als Samenplantagen dienen, um Sämlinge für genetische Studien, weitere Selektionen oder für Aufforstungen zu produzieren. Dennoch, der Gebrauch von Sämlingen für Aufforstungen muss mit Vorsicht gehandhabt werden, bis mehr über die Vererbung der *Endothia*-Resistenz und anderer Eigenschaften bekannt ist.

Es ist erfreulich, dass in der letzten Zeit in weiten Kreisen das allgemeine Interesse an der Kastanie wieder zunimmt. Bestrebungen zur Sanierung von Kastanienselven sind verschiedenerorts zu beobachten. Im Kanton Tessin ist eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe «gruppo di lavoro sul Castagno» mit einem grösseren Wiederherstellungsprojekt aktiv geworden. In vernachlässigten, alten Kastanienhainen beabsichtigt man, einen Grossteil der vielen verschwundenen Hochstämme zu ersetzen und die Bestände zu verjüngen. Eine Verjüngung mit einheimischen Kastanien dürfte, wenn auch nicht unmöglich, so doch schwierig

sein, da diese Pflanzen besonders in der Jugend wegen ihrer Rindenkrebsanfälligkeit trotz übertragbarer Hypovirulenz (Bazzigher, Kanzler und Kübler, 1981) stark dezimiert werden können. Wir empfehlen deshalb die Verwendung krebswiderstandsfähiger Kastanien aus unseren Selektionen. Unsere erwähnte Auswahl von 120 Klonen ist in *Tabelle 5* aufgelistet. Diese Bäume werden für dieses Sanierungsprojekt verwendet.

Résumé

La sélection en Suisse de châtaigniers résistant à *Endothia* est la source d'un précieux patrimoine héréditaire

Pendant plus de trois décennies, des châtaigniers résistant bien à l'*Endothia* ont fait l'objet d'une sélection dans le sud de la Suisse. Un test de contamination a été réalisé sur plus de 120 000 plants individuellement. La mise en sûreté de ce précieux matériel végétal (plus de 30 000 châtaigniers furent sélectionnés) a été garanti par la formation de peuplements d'inventaire, soumis à des contrôles et mesures. Afin de mieux pouvoir mettre à profit ce travail, une deuxième sélection a été combinée à l'interprétation des données de ce volumineux matériel. Un premier choix de 120 clones, triés parmi les meilleurs, sera mis à disposition de la pratique et devrait aussi aider les scientifiques dans la poursuite de leurs recherches.

Traduction: *Monique Dousse*

Literatur

- Bazzigher, G., 1981: Selektion *Endothia*-resistenter Kastanien in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 132, 6: 453–466.
- Bazzigher, G., Schmid, P., 1962: Methodik zur Prüfung der *Endothia*-Resistenz bei Kastanien. Phytopath. Z. 45: 169–189.
- Bazzigher, G., Kanzler, E., Kübler, Th., 1981: Irreversible Pathogenitätsverminderung bei *Endothia parasitica* durch übertragbare Hypovirulenz. Eur. J. For. Path. 11, 358–369.
- Bazzigher, G., Lawrenz, K. P., Ritter, F., 1982: Propagazione e allevamento del castagno — Vermehrung und Aufzucht der Kastanie. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. Nr. 240.
- Fischer, F., Bazzigher, G., 1952: Das Kastaniensterben im Kanton Tessin. Schweiz. Beitr. z. Dendrol. 4, 54–57.
- Gäumann, E., 1951: Pflanzliche Infektionslehre. 681 Seiten, Basel, Birkhäuser.
- Gravatt, G. F., Gill, L. S., 1930: Chestnut Blight. U. S. Dept. Agr. Farmers' Bull. 1641: 1–18.

Tabelle 5. Liste von 120 ausgewählten Kastanienklonen aus verschiedenen Inventarbeständen.
 STA = Inventarbestand; BNR = Baumnummer; HNR = Herkunftsnummer; Herkunftsname;
 Klon Nr.; G = Generation; H10 = Baumhöhe im Pflanzungsalter von 10 Jahren in m; D10 = Brust-
 höhendurchmesser (\varnothing in 1,3 m Höhe) im Pflanzungsalter von 10 Jahren in m.

<i>STA</i>	<i>BNR</i>	<i>HNR</i>	<i>Herkunfts- name</i>	<i>Klon</i>	<i>G</i>	<i>H10</i>	<i>D10</i>
49	26	127	Q. 21	854	1	4,70	0,05
49	332	127	Q. 21	658	1	3,20	0,03
49	352	3	1.4	7000	2	4,60	0,07
49	638	13	2.2	255	1	4,60	0,04
49	758	127	Q. 21	822	1	7,00	0,06
54	199	139	59.86	7007	1	6,70	0,05
54	477	164	AW. 74	7004	1	6,30	0,06
54	478	164	AW. 74	7005	1	6,40	0,06
54	546	34	14.0	7006	2	5,20	0,05
54	1046	117	A. 1586	944	1	6,10	0,07
54	1356	34	14.0	7002	2	6,40	0,09
54	1374	34	14.0	7003	2	7,00	0,07
54	1388	37	14.3	7001	2	6,30	0,07
56	38	77	20.1	2770	1	5,10	0,07
56	448	65	17.2	2273	1	4,50	0,05
60	98	129	Q. 25	6205	1	5,20	0,05
65	122	317	RT. 59.33	2993	1	7,00	0,07
65	123	42	14.8	3320	1	5,80	0,08
65	739	127	Q. 21	678	1	4,40	0,05
65	1242	34	14.0	2031	1	6,50	0,08
66	169	305	USA. 1533	2961	1	8,60	0,08
68	867	34	14.0	3289	2	9,20	0,08
68	881	42	14.8	3202	2	9,30	0,08
68	947	58	62.92	7014	3	8,80	0,13
68	1630	127	Q. 21	6068	2	7,40	0,07
68	2811	6	1.10	6098	1	9,40	0,07
68	2974	37	14.3	3287	2	9,20	0,10
68	3504	37	14.3	6074	2	8,30	0,08
68	3574	58	14.30	7008	3	10,10	0,15
68	3721	35	14.1	7013	3	7,30	0,09
68	3729	34	14.0	7015	2	7,50	0,10
68	5097	37	14.3	7011	3	7,50	0,09
68	5341	11	1.17	2465	1	7,70	0,07
68	5362	111	42.0	7012	3	7,60	0,07
68	5370	79	20.3	3168	1	7,00	0,07
68	6083	58	14.30	7010	3	8,10	0,12
68	6187	2	1.2	2483	1	6,40	0,07
68	6198	37	14.3	7009	3	9,50	0,12
69	528	107	39.1001	3031	1	6,40	0,10
69	624	99	37.3	2108	1	7,00	0,11
69	887	107	39.1001	3014	1	4,80	0,05
70	59	129	Q. 25	6201	1	6,00	0,10
70	397	129	Q. 25	6203	1	5,20	0,05
70	476	97	32.1	7016	2	5,90	0,11
70	483	37	14.3	7019	3	4,30	0,06
70	544	3	1.4	7017	3	7,70	0,14
70	600	0		7018	0	5,60	0,06
71	146	58	14.30	4602	3	5,50	0,07
71	470	40	14.6	4749	3	5,30	0,05
71	1071	34	14.0	4018	2	5,70	0,09

Tabelle 5 (Forts.). Liste von 120 ausgewählten Kastanienklonen aus verschiedenen Inventarbeständen. STA = Inventarbestand; BNR = Baumnummer; HNR = Herkunftsnummer; Herkunftsname; Klon Nr.; G = Generation; H10 = Baumhöhe im Pflanzungsalter von 10 Jahren in m; D10 = Brusthöhdurchmesser (\varnothing in 1,3 m Höhe) im Pflanzungsalter von 10 Jahren in m.

<i>STA</i>	<i>BNR</i>	<i>HNR</i>	<i>Herkunftsname</i>	<i>Klon</i>	<i>G</i>	<i>H10</i>	<i>D10</i>
71	1187	99	37.3	4208	1	5,10	0,09
71	1230	18	4.1	3930	2	7,60	0,10
71	1231	42	14.8	3881	2	7,30	0,08
71	1780	1	1.2	4009	2	7,10	0,12
71	2524	5	1.7	4144	1	9,30	0,17
71	2895	107	39.1001	4336	1	5,50	0,08
71	3312	41	14.7	3804	2	7,50	0,08
71	3385	5	1.7	4068	2	5,70	0,05
71	3520	99	37.3	4112	1	8,00	0,11
71	3691	116	A. 13.2	4489	3	7,10	0,13
71	3702	116	A. 13.2	4639	3	8,30	0,12
71	3707	42	14.8	4269	2	7,70	0,10
71	3778	107	39.1001	4301	1	7,80	0,17
71	3829	110	41.1060	4304	1	3,30	0,04
71	3992	34	14.0	4356	3	7,50	0,09
71	4064	116	A. 13.2	4673	3	9,40	0,14
71	4470	34	14.0	4005	3	8,80	0,12
71	4500	8	1.12	4218	1	5,50	0,05
71	4713	127	Q. 21	3731	2	7,10	0,07
71	4719	37	14.3	3738	2	9,00	0,14
71	5329	37	14.3	3723	2	8,50	0,11
71	5340	18	4.1	4392	2	8,70	0,10
71	5718	96	30.2	3741	1	8,80	0,12
71	5932	37	14.3	3736	2	9,90	0,15
71	6034	5	1.7	1300	1	6,10	0,07
71	6259	37	14.3	3736	2	7,50	0,11
71	6267	37	14.3	3736	2	8,70	0,11
71	6328	107	39.1001	4213	1	7,50	0,10
71	6473	154	59.102	3797	2	7,70	0,14
71	6715	58	14.30	4613	3	8,90	0,09
71	6778	309	USA. 1543	4052	2	8,20	0,08
71	6783	309	USA. 1543	4049	2	7,00	0,06
71	6786	99	37.3	4238	1	7,50	0,10
71	6933	100	37.4	4010	1	7,60	0,09
71	7110	129	Q. 25	4373	2	6,70	0,10
71	7209	102	37.7	3917	1	7,00	0,12
71	7359	65	17.2	4376	1	6,00	0,09
71	7569	40	14.6	4682	3	8,20	0,12
72	1162	42	14.8	7025	3	6,80	0,08
72	1182	58	14.30	7024	3	8,00	0,12
72	1274	42	14.8	7027	3	8,00	0,09
72	1376	307	USA. 1535	7026	3	7,20	0,08
72	1548	42	14.8	7022	3	8,50	0,14
72	1679	45	14.13	7023	3	7,40	0,12
72	2467	45	14.13	7020	3	8,30	0,11
72	2611	35	14.1	7021	3	9,50	0,13
72	2634	318	SUNB	4931	2	8,60	0,08
72	3356	58	14.30	5187	2	8,00	0,10
72	3358	309	USA. 1543	5405	2	7,60	0,07
72	3404	37	14.3	5409	3	7,70	0,10

Tabelle 5 (Forts.). Liste von 120 ausgewählten Kastanienklonen aus verschiedenen Inventarbeständen. STA = Inventarbestand; BNR = Baumnummer; HNR = Herkunftsnummer; Herkunftsname; Klon Nr.; G = Generation; H10 = Baumhöhe im Pflanzungsalter von 10 Jahren in m; D10 = Brusthöhdurchmesser (\varnothing in 1,3 m Höhe) im Pflanzungsalter von 10 Jahren in m.

<i>STA</i>	<i>BNR</i>	<i>HNR</i>	<i>Herkunftsname</i>	<i>Klon</i>	<i>G</i>	<i>H10</i>	<i>D10</i>
72	4282	296	POP. 205.9	5223	1	7,60	0,10
73	586	37	14.3	7036	3	6,00	0,08
73	971	36	14.2	7037	3	8,00	0,10
73	1376	37	14.3	7035	3	7,40	0,10
73	1534	40	14.6	7032	3	7,80	0,07
73	1625	37	14.3	7028	3	6,10	0,09
73	1638	40	14.6	7029	3	7,30	0,09
73	1648	37	14.3	7033	3	6,40	0,07
73	1740	315	MUDL. 59	7034	3	5,80	0,07
73	2012	130	Q. 27	7030	3	5,90	0,08
73	2170	37	14.3	5309	2	6,30	0,08
73	2184	105	37.2910	5079	2	7,00	0,12
73	2426	54	14.26	7031	3	6,40	0,08
73	3067	58	14.30	5301	2	6,20	0,08
73	3238	42	14.8	4984	2	3,50	0,03
73	3307	105	37.2910	5013	2	6,00	0,08
73	3316	99	37.3	5353	2	5,40	0,07
73	3376	105	37.2910	5073	2	6,00	0,07
73	3544	37	14.3	5303	2	6,00	0,06
73	3857	58	14.30	5302	2	6,00	0,08