



Nachbauprobleme bei Apfelkulturen

Bei wiederholtem Anbau von Obstbäumen am gleichen Standort wird häufig verminderter Wuchs und reduzierter Ertrag beobachtet. Dieses Phänomen wird als Nachbauproblem oder Bodenmüdigkeit bezeichnet. Auch Schweizer Apfelproduzenten sind davon betroffen. Die ACW untersucht mögliche Ursachen.

M. GÖLLES, M. JÄNSCH, P. MONNEY, A. NAEF, FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL (ACW)

Eine Umfrage bei kantonalen Obstfachstellen im Jahr 2008 zeigte, dass der Apfelanbau in der Schweiz in zunehmendem Mass von Nachbauproblemen betroffen ist. Beim Apfel werden Nachbauprobleme (engl. «Apple Replant Disease», ARD) durch einen Komplex von verschiedenen bodenbürtigen Krankheitserregern und Schädlingen sowie abiotischen Faktoren wie Bodenverdichtung, Staunässe, Nährstoffmangel und Toxinen verursacht. In einem Feldversuch prüft die ACW seit 2009 die Wirkung von Bodenverbesserungsmassnahmen gegen ARD. Einige betroffene Praxisanlagen wurden ausgewählt für eine vertiefte Untersuchung der Ursache. Im Folgenden werden Ergebnisse dieser Feld-, Gewächshaus- und Laboruntersuchungen präsentiert.

Feldversuch mit Bodenverbesserungsmassnahmen

Im Sommer 2009 wurden in einer gerodeten Apfelparzelle des Versuchsbetriebs in Wädenswil sechs verschiedene Bodenbehandlungen angewendet. Ein Verfahren

mit Kompostzugabe (5 kg Grünkompost/Laufmeter) diente als bereits praxisübliche Kontrolle. In zwei Verfahren wurden schädliche Mikroorganismen durch heissen Wasserdampf abgetötet. Beim Verfahren Felddämpfen wurde die Oberfläche unter einer Blache für 4 Std. bedampft und beim Verfahren Pflanzlochdämpfen wurde die Erde aus dem Pflanzloch für 30 Minuten bei 95 °C mit Dampf sterilisiert. In zwei Verfahren wurde eine Fumigation durchgeführt. Bei der Basamid-Fumigation wurde 50 g Granulat/lm in den Boden eingearbeitet. Der Wirkstoff Dazomed setzt bei Wasserkontakt Methylisothiocyanat frei, welches Mikroorganismen im Boden abtötet. Die Oberfläche wurde für zwei Monate mit einer Plastikplane abgedeckt, um ein Entweichen der wirksamen Substanz zu verhindern. Basamid ist im Schweizer Obstbau nicht zugelassen, diente aber wegen der guten Wirkung in anderen Untersuchungen als Referenzverfahren. Bei der Ammoniak-Fumigation wurde eine Lösung mit Zucker und Harnstoff mit Druck in den

Boden injiziert. Die Bodenmikroorganismen veratmen Zucker zu CO₂ und setzen dabei Ammoniak aus dem Harnstoff frei. Das giftige Ammoniak-Gas steigt in den Bodenporen auf und tötet Schadorganismen ab. Auch bei diesem von der ACW-Forschungsgruppe Extension Gemüse entwickelten Verfahren wurde der Boden für zwei Monate mit einer Folie abgedeckt. Bei der biologischen Bodendesinfektion wurde 6.75 kg feuchter Biertreber/lm in den Boden eingebracht. Die organische Substanz wird unter Sauerstoffverbrauch von den Bodenorganismen abgebaut. Durch eine Folienabdeckung wird der Gasaustausch verhindert, wodurch ein sauerstofffreies (anaerobes) Milieu entsteht, welches Schadorganismen im Boden reduziert. Dieses Verfahren wurde am holländischen Institut PPO (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving) entwickelt.

Vor der Bepflanzung mit Gala auf M9 im Frühjahr 2010 wurde in jeder Wiederholung der verfügbare Stickstoff bestimmt und mit Zugabe von Kalksalpeter der

höchste gemessene Wert von 200 kg N/ha eingestellt. Das Baumwachstum wurde an sechs Bäumen pro Wiederholung ausgewertet. In der ersten und der zweiten Vegetationsperiode wurden sowohl die Trieblänge als auch der Stammquerschnitt gemessen. Da ab diesem Zeitpunkt Schnittmassnahmen durchgeführt werden mussten, wurde in den folgenden Jahren nur noch der Stammquerschnitt erhoben.

Ertragsunterschiede nehmen ab dem 3. Standjahr ab

Die beiden Dampfverfahren bewirkten im ersten Jahr nach der Pflanzung, sowohl beim Trieb- als auch beim Stammwachstum, eine Verbesserung gegenüber der Kompostzugabe. Schon im darauffolgenden Jahr war dieser Effekt beim Triebwachstum aber nicht mehr nachweisbar und auch bei der Stammquerschnittfläche sind nach vier Jahren die Unterschiede nicht mehr statistisch signifikant. Das schnellere Anfangswachstum der Variante «Felddämpfen» erbrachte einen signifikant besseren Ertrag im 2. Standjahr, in den folgenden Jahren wurden die Ertragsunterschiede aber wieder geringer, sodass sich der Gesamtertrag nach drei Ertragsjahren nur noch bei den Verfahren «Felddämpfen» und «Basamid-Fumigation» deutlich voneinander unterscheidet.

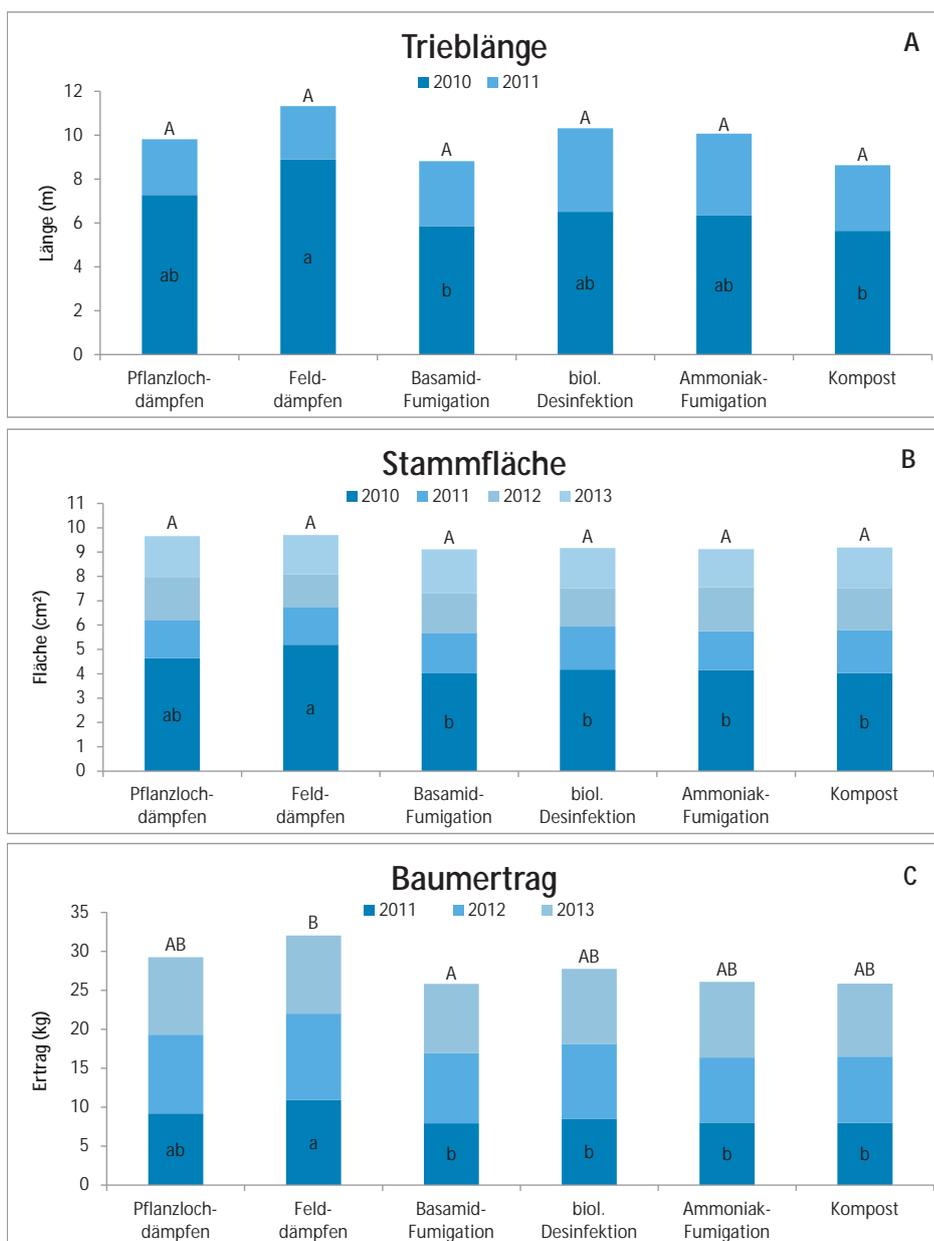
Ursachenuntersuchung in älteren Praxisanlagen

Um die Ursache von ARD zu untersuchen, braucht es Obstanlagen mit Wuchsunterschieden, welche durch die Bodengeschichte erklärt werden können. Zwei Praxisanlagen, die 2002 beziehungsweise 2005 mit verkleinertem Reihenabstand wiederbepflanzt wurden, erfüllten diese Voraussetzung. Bäume auf den ehemaligen Baumreihen zeigten im Vergleich zu Bäumen auf den ehemaligen Fahrgassen einen schwächeren Wuchs und einen verminderten Ertrag.

Im Gewächshaus wurde mit Bodenproben aus ehemaligen Baumreihen bzw. Fahrgassen ein Biotest mit Apfelsämlingen durchgeführt. Die Sämlinge wuchsen auf Böden aus den beiden Pflanzpositionen gleich gut, aber nach chemischer (mit Basamid)

und thermischer Bodenprobensterilisation wurde eine deutliche Wachsförderung beobachtet, was die Präsenz von wachstumshemmenden Bodenorganismen bestätigte. Neben der Überprüfung der bodenbiologischen Ursache diente der Biotest auch der Anreicherung von Schadorganismen auf den Sämlingswurzeln, man spricht von einem «baiting» (engl. ködern). Die Sämlingswurzeln wurden auf die Gegenwart von pilzlichen Organismen untersucht. *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia*

solani, *Phytium* spp. und *Phytophthora cactorum* konnten nachgewiesen werden, aber für keinen dieser Organismen wurde eine Anreicherung im Boden der wiederbepflanzten Baumreihe gegenüber der damaligen Fahrgasse festgestellt. Auch eine Untersuchung der Nematodenpopulation lieferte keine Erklärung für die in den Obstanlagen beobachteten Wuchsunterschiede. Es ist anzunehmen, dass bodenbiologische Unterschiede zwischen einstigen Fahrgassen und Baumreihen während der



Zuwachs der Gesamtrieblänge (A) und der Stammquerschnittsfläche (B) ab Pflanzung und Ertrag pro Baum (C) von Gala-Knippbäumen auf der Unterlage M9. Unterschiedliche Buchstaben geben statistisch signifikante Unterschiede an. Dabei gelten die Kleinbuchstaben für die 1. Vegetationsperiode, die Grossbuchstaben für die Endauswertung über den gesamten Erhebungszeitraum.

Grafik: ACW

Jugendphase der Anlage Wuchsunterschiede verursachten, dass die Bodenbiologie aber mit zunehmendem Alter der Anlagen ausgeglichen wurde.

Ursachenuntersuchung in einer Neuanlage

Für weitere Untersuchungen wurde eine neugepflanzte Apfelanlage ausgewählt. Die Baumreihen dieser Anlage wurden senkrecht zu früheren Baumreihen und zum Teil auf ehemaliges Ackerland gepflanzt. Die Auswertung zeigte, dass nach zwei Vegetationsperioden (2011) das Wachstum im Nachbau im Vergleich zum früheren Ackerland beeinträchtigt war. Diese Wuchshemmung war umso stärker, je näher die Bäume an der früheren Baumreihe standen. Wie schon in den zuvor erwähnten Untersuchungen, konnten im darauffolgenden Jahr keine Unterschiede im Stammzuwachs mehr nachgewiesen werden. Die Unterschiede zwischen den Verfahren sind also auch in diesem Fall auf die ersten Jahre nach der Pflanzung zurückzuführen. Auch für diese Anlage wurden Gewächshausversuche mit Apfelsämlingen durchgeführt. Für alle Pflanzpositionen wurde eine Wuchsverbesserung im chemisch sterilisierten Boden beobachtet, was die Präsenz von potenziell schädlichen Organismen im Boden belegte. Auf fast allen untersuchten Sämlingswurzeln wurde *C. destructans* nachgewiesen. Auch *P. cactorum* und *R. solani* wurden gefunden, aber eine Anreicherung im Boden der vormaligen Obstanlage konnte für keinen dieser pilzlichen Organismen nachgewiesen werden. In der Folge wurde die gesamte pilzliche Population im Boden an den verschiedenen Pflanzpositionen untersucht. Diese Analyse zeigte, dass einzelne DNA-Fragmente im Nachbauboden häufiger vorkommen als im ehemaligen Ackerboden. Allerdings lieferte diese Methode keine Identifikation der Organismen, welche für diese Unterschiede verantwortlich sind.

Die Forschung geht weiter

In der wiederbepflanzten Apfelanlage mit unterschiedlichen Bodenbehandlungen führten Behandlungen mit heissem Was-



Gala auf M9 im 2. Standjahr zeigen starken (A) oder schwachen (B) Wuchs in Abhängigkeit von der Distanz zur ehemaligen Baumreihe.

Gala sur M9 en deuxième feuille à vigueur forte (A) ou faible (B) selon le décalage par rapport aux anciennes rangées d'arbres.

Photo: ACW

serdampf im ersten Jahr zu einer Wuchsverbesserung im Vergleich zur Kompostzugabe (Standard). Die Dampfbehandlung im Feld ist wegen dem enorm hohen Energieaufwand aber kaum praxistauglich. Eine Dampfbehandlung der Erde aus dem Pflanzloch erzielte bei deutlich geringerem Energieverbrauch eine schwächere, aber nachweisbare Wirkung. In den folgenden Jahren nimmt der Effekt allerdings wieder ab und die Unterschiede zwischen den Verfahren werden kleiner. Andere Verfahren konnten die Erwartungen nicht erfüllen. Bei der chemischen Fumigation dürfte das Ausbleiben eines Effekts an der mangelhaften Ausbringung liegen. Im Ausland wurde mit Spezialgeräten eine gute Wirkung erreicht. Die biologische Bodendesinfektion wirkt primär gegen Nematoden. Unklar bleibt, weshalb die Ammoniak-Fumigation keine Wirkung zeigte.

Die Untersuchungen in Praxisanlagen mit ARD-Symptomen zeigten, dass Bäume auf wiederbepflanzten Baumreihen schlech-

ter wachsen als Bäume auf vorherigen Fahrgassen und diese wiederum schlechter als Bäume auf vorherigem Ackerland. Die Gewächshaustests belegen, dass die Wuchshemmungen eine bodenbiologische Ursache haben. Die Bestimmung der involvierten Schadorganismen erwies sich aber als äusserst schwierig. Im Gegensatz zu anderen ARD-Studien konnte keine Anreicherung bestimmter pilzlicher Organismen oder Nematoden in der Nachbausituation gefunden werden. Bodenuntersuchungen zeigten zwar Unterschiede in der Bodenmikroorganismenpopulation, ermöglichten bisher aber keine Identifikation neuer verantwortlicher Organismen. Die Identifikation der Schadensverursacher bleibt eine grosse Herausforderung. ■