



Foto: KWS

Das leisten tolerante Sorten

Nematodentolerante Zuckerrübensorten haben in Deutschland innerhalb weniger Jahre eine enorme Anbaubedeutung erlangt. Aber wie wirkt sich ihr Anbau auf die Nematodenvermehrung aus? Julia Wießner und Markus Molthan stellen aktuelle Ergebnisse vor.

Anfang der 1990er Jahre wurde in Deutschland mit der Entwicklung von toleranten Sorten gegen den Rübenzystennematoden *Heterodera schachtii* begonnen. Heute wachsen nematodentolerante Sorten bereits auf einem Drittel der Rübenanbaufläche. Die genetische Quelle dieser Eigenschaft liegt in der Wildrübe *Beta maritima*. Sie wächst in Küstennähe, beispielsweise in Dänemark. Die Wildrübenherkünfte stehen den Züchtern über öffentliche Genbanken zur Verfügung. Von der Etablierung eines bestimmten Merkmals aus einem Wildtyp in modernes Sortenmaterial ist es ein langer Weg. Die Nachkommen der ersten Kreuzung von

Beta maritima mit Elitelinien mussten über viele Generationen rückgekreuzt werden, um das Wildrübengenom zu verdrängen bzw. die Toleranz mit anderen wertbestimmenden Eigenschaften wie Rübenertrag, Zuckergehalt, Saftreinheit und Blattgesundheit zu kombinieren. Am Ende des Rückkreuzungsprozesses stehen Elitelinien, die die Nematodentoleranz als zusätzliche Eigenschaft aufweisen. Diese sind die Basis für die weitere Sortenentwicklung.

Tolerante und resistente Sorten. Hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen *Heterodera schachtii* lassen sich drei Sortentypen unterscheiden:

- Anfällige Sorten ohne züchterischen Eingriff in Bezug auf dieses Merkmal.
- Tolerante/partiell resistente Sorten, in denen die Eigenschaft aus der Wildrübe *Beta maritima* eingekreuzt wurde.
- Resistente Sorten, bei denen ein Chromosomenstück, das die Resistenz aus der Wildrübe *Beta procumbens* trägt, in Elitelinien eingebracht wurde.

Diese züchterische Einordnung ist mit folgender Charakterisierung verbunden: An anfälligen Sorten sind die Entwicklungsmöglichkeiten für den Rübenzystennematoden besonders gut, und er vermehrt sich an deren Wurzelsystem in der Regel um ein Vielfaches. Gleichzeitig stört er die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanze massiv und mindert den Ertrag.

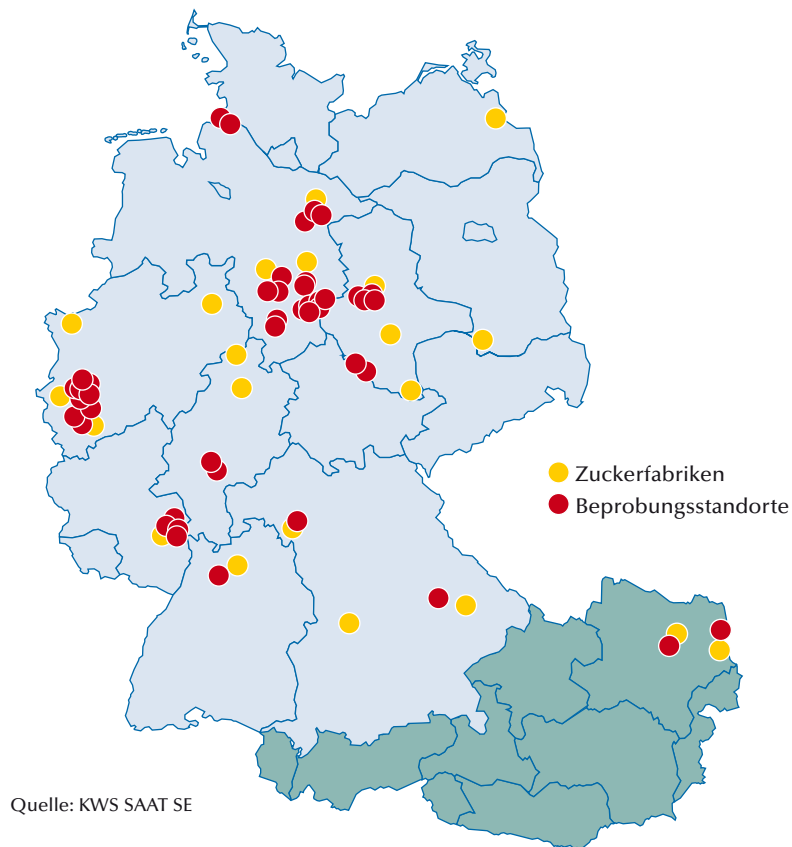
Tolerante Sorten lassen sich durch einen Nematodenbefall in ihrem Wachstum nicht oder nur geringfügig beeinträchtigen. Sie zeigen, wenn überhaupt, erst bei hoher Befallsintensität Ertragsminderungen. Die aktuellen Sorten dieses Typs sind tolerant, aber auch partiell resistent. Das heißt, sie erlauben eine gewisse Vermehrung der Nematoden, die aber deutlich geringer ausfällt als bei anfälligen Sorten.

Nematodenresistente Sorten vermehren nicht, sondern reduzieren häufig sogar die Nematodenpopulation im Boden und sind damit vollständig resistent. Aus der Wirtspflanze Rübe ist eine Feindpflanze geworden. Dieser Sortentyp hat jedoch Ertragsnachteile, die in seiner Resistenzquelle *Beta procumbens* begründet sind. Sie ist

mit unserer Zuckerrübe nicht direkt kreuzbar. Es kann zwar das Chromosomenstück mit der Resistenzeigenschaft durch Translokation vererbt werden, allerdings findet keine Rekombination statt. Der ins Genom eingebrachte Resistenzabschnitt bleibt gekoppelt an unerwünschte, ertragsmindernde Wildrübeneigenschaften.

Wie reagieren die Nematodenpopulationen auf die drei Sortentypen? In einem methodischen Feldversuch sollte das Vermehrungsverhalten von *Heterodera schachtii* im Anbau überprüft werden. In den Jahren 2012 bis 2014 wurden auf Zuckerrübenschlägen mit bekanntem Nematodenvorkommen in verschiedenen Rübenanbaugebieten (47 Umwelten) Streifenversuche angelegt, Bodenproben gezogen und im Labor auf Rübenzysten-nematoden untersucht. Es handelte sich um drei nematodentolerante Sorten unterschiedlicher Zulassungsjahre, eine nematodenresistente und eine anfällige Zuckerrübensorte. Je sechs Probepunkte pro Sortenstreifen konnten via GPS punktgenau wiedergefunden werden. Die Boden-

Grafik 1: Standorte der Beprobung (2012 – 2014)



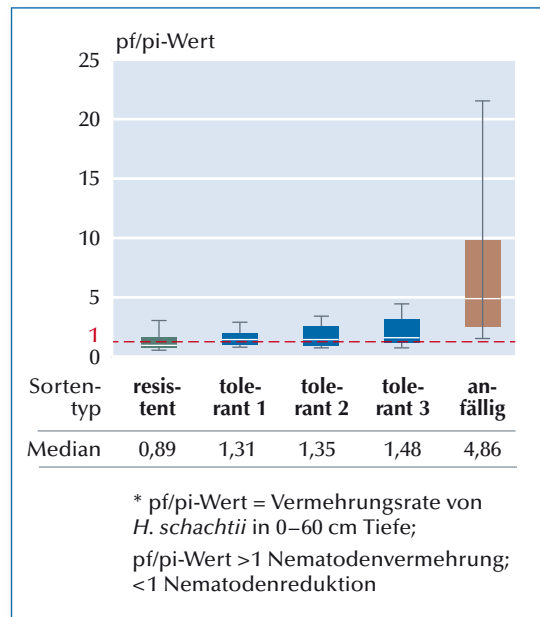
Nematodenbesatz

probenahme erfolgte in 0 bis 60 cm Tiefe. Die erste Beprobung erfolgte zur Aussaat der Zuckerrüben, um den pi-Wert (population initial) und somit den Nematodenbesatz vor dem Anbau der Zuckerrüben festzustellen. Direkt nach Ernte der Zuckerrüben wurden an eben diesen Punkten erneut Bodenproben gezogen, um den pf-Wert (population final) zu bestimmen. Abschließend galt es, für die fünf Zuckerrübensorten den pf/pi-Wert zu berechnen, der die Vermehrungsrate von *Heterodera schachtii* angibt (Grafik 2). Die Nematodenvermehrung ist immer in Abhängigkeit von den Ausgangsbesätzen zu betrachten. Im Allgemeinen begünstigen niedrige Nematodenbesätze (< 500 Eier + Larven/100g Boden) die Vermehrung. Hohe Ausgangsbesätze begrenzen die Vermehrung. Da Nematoden im Feld nicht gleichmäßig, sondern nesterweise auftreten, ist die Streuung der Ergebnisse für den Besatz grundsätzlich sehr groß.

Anhand der pf/pi-Werte lassen sich die drei Sortentypen klar voneinander abgrenzen. Die anfällige Sorte vermehrt *Heterodera schachtii* im Mittel um knapp das fünffache, die resistente Sorte reduziert leicht (pf/pi-Wert 0,9) und die toleranten Sorten liegen mit Werten von 1,31, 1,35 und 1,48 dazwischen. Damit findet sich die züchterische Einstufung auch in der Vermehrungsrate, also in der Wirkung auf die Nematodenpopulation wieder.

Die Resistenz bzw. Toleranz einer Pflanze gegen eine Krankheit oder einen Schädling wirft immer die Frage nach deren Stabilität auf. Letztlich kann eine Überwindung der partiellen Resistenz

Grafik 2: Vermehrungsrate unterschiedlicher Sortentypen*



oder eine graduelle Anpassung der Nematoden daran nicht komplett ausgeschlossen werden. Ein Bruch der Toleranz bzw. partiellen Resistenz einer Zuckerrübensorte wird aufgrund der Tatsache, dass sich *Heterodera schachtii* an den nematodentoleranten Sorten noch vermehren kann, geringer als bei resistenten Sorten eingeschätzt. Diese leichte Vermehrung an den Wurzeln ist zwar ein Nachteil für die Zuckerrübe selbst, stützt aber das Konzept.

In europäischen und deutschen Forschungsverbänden gehen Wissenschaftler der Frage der Stabilität von partieller und vollständiger Resistenz nach. Maßnahmen des Nematodenmanagements wie die Ein-

haltung einer Fruchtfolge mit dem überwiegenden Anbau von Nichtwirtspflanzen für *Heterodera schachtii* und der Integration nematodenresistenter Zwischenfrüchte zur weiteren Reduktion der Nematodenpopulation im Boden unterstützen die nachhaltige Nutzung der nematodentoleranten Sorten.

Die Verbreitung und das Schadpotential von *Heterodera schachtii* sind groß. Daher werden die nematodentoleranten Sorten züchterisch sehr intensiv bearbeitet. Die Schwächen der ersten Generation bei Blattgesundheit und Saftqualität konnten inzwischen ausgeglichen werden. Der Bereinigte Zuckerertrag (BZE) ist seit Zulassung

der ersten nematodentoleranten Sorte im Jahr 2005, jeweils gemessen an der Neuzulassung mit dem höchsten BZE, um etwa 2,7% pro Jahr angestiegen (Grafik 3). Die jüngsten Neuzulassungen liegen im BZE nahezu gleichauf mit den aktuellen rizomaniatoleranten, also den anfälligen Standardsorten (nicht dargestellt). Mit Blick auf den Wegfall der Quote im Jahr 2017 und die erwartete höhere Rübenanbaudichte um die Zuckerfabriken herum dürften nematodentolerante Sorten weiter an Bedeutung gewinnen.

Dr. Julia Wießner und Markus Molthan,
KWS SAAT SE, Einbeck



Foto: landpixel

Grafik 3: Entwicklung des Bereinigten Zuckerertrages bei nematodentoleranten Sorten ohne Befall (relativ)

