

"Genom-Editierung" mit CRISPR/Cas9 Perspektiven für Weinbau, Kellerwirtschaft und Konsumenten

Studentennummer 230055

Das Interesse für das Thema entwickelte sich von zwei Seiten. Auf der einen Seite hatte ich schon vor einigen Jahren von CRISPR/Cas9 als Werkzeug zur "Genom-Editierung" gehört. Damals war mir nur im Ansatz bewusst, wie mächtig und präzise diese "Genschere" ist. Auf der anderen Seite steht mein Interesse für den Weinbau und dessen Herausforderungen. Ausschlaggebend für meine **Motivation** und auch den Mut, meine Diploma-Thesis diesem komplexen, wissenschafts-fokussiertem und großen Themenkomplex zu widmen, waren drei Beweggründe:

1. Da ich selbst in einem forschenden Umfeld arbeite, bin ich offen für neue Techniken und Methoden. Mein persönliches Interesse war, die "Genschere" von Grund auf zu verstehen, bis ich mir ein Bild davon machen kann, ob es tatsächlich möglich ist, Weinreben mit CRISPR/Cas9 zu editieren, um sie pilzresistenter bzw. dem Klimawandel entsprechend zukunftsfit zu machen.
2. Eine Kaffeepause in Modul 1 mit Herrn Ing. Hannes Laszakovits MA und Kommilitonen, in der es um das Thema Züchtungsmethoden ging und ich einwarf, dass es mit CRISPR/Cas9 vermutlich auch gehen würde.
3. Die Leser mehr für wissenschaftliche Themen zu begeistern und sie zu ermutigen, Themen, die polarisieren bzw. per se als "schädlich oder schlecht" abgetan werden, kritisch zu hinterfragen und sich selbst eine Meinung anhand wissenschaftlicher Fakten zu bilden.

Meine **Zielsetzung** war daher, die "Genschere" vorzustellen, Einsatzgebiete in Weinbau und Kellertechnik zu beschreiben sowie insgesamt das Potential und die Konsequenzen zu betrachten. Zusammengefasst:

"Genom-Editierung" mit CRISPR/Cas9 – Perspektiven für Weinbau, Kellerwirtschaft und Konsumenten

Am Anfang stand viel Fachliteraturrecherche. Zum Einstieg eignet sich die Suchmaschine <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> oder <https://www.pflanzenforschung.de> für leichter verständliche Informationen in deutscher Sprache. Dank meines naturwissenschaftlichen Hintergrundes konnte ich mich gut einlesen und fehlendes Wissen relativ schnell aneignen.

Zusammenfassung:

CRISPR/Cas9 wurde in Bakterien als deren adaptives Immunsystem gegenüber Viren entdeckt. Durch eine Vereinfachung, ausgezeichnet mit dem Nobelpreis, wurde CRISPR/Cas9 breit anwendbar und zum bedeutendsten "Genom-Editierungs"-Werkzeug. Mit CRISPR/Cas9 sind nun zielgerichtete Mutationen an der DNA möglich. Je nach Technik sind diese nicht von natürlich aufgetretenen Mutationen (\triangle NGT1) unterscheidbar. Der Erfolg bzw. das Ergebnis der "Genom-Editierung" kann durch Vergleich der editierten DNA-Sequenz mit der Original-DNA-Sequenz festgestellt werden. Überraschenderweise sind Pflanzen aus Mutationszüchtung (Erzwingen zufälliger Mutationen z.B. durch radioaktive Strahlung) laut EuGH-Urteil zwar "Genetisch veränderte Organismen" (GVOs), gelten aber aufgrund langjähriger Erfahrung als sicher, sind daher von der EU Gentechnik-Richtlinie ausgenommen und nicht deklarationspflichtig. CRISPR/Cas9 hingegen fällt als "Neue Genomische Technik" (NGT) trotz Präzision und Sicherheit aktuell noch unter das EU-Gentechnikrecht. Die Laborergebnisse in einem Feldversuch zu überprüfen ist daher mit großen Hürden verbunden. Seit 2023 liegt ein neuer EU-Vorschlag zur Einstufung in NGT1- und NGT2-Pflanzen vor, wonach NGT1-Pflanzen zukünftig von den GVO-Rechtsvorschriften ausgenommen würden. Im Gegensatz zur EU werden in fast allen Weinmarktrelevanten Ländern der "Neuen Welt" NGT-Pflanzen wie klassisch gezüchtete eingestuft, sofern keine Fremd-DNA nachweisbar ist.

"Genom-Editierung" mit CRISPR/Cas9 Perspektiven für Weinbau, Kellerwirtschaft und Konsumenten

Studentennummer 230055

Die ersten erfolgreichen Versuche, Gene von Weinreben mit CRISPR/Cas9 zu editieren, fanden 2016 in Zellkultursuspensionen statt. Schwierig ist das Wiedergewinnen ganzer Weinreben aus Protoplasten sowie die "Editierung" roter Rebsorten. Beides konnte 2022 erstmalig erfolgreich überwunden werden. Als große Chance von CRISPR/Cas9 wird gesehen, dass Pflanzen-Anpassungen, z.B. an den Klimawandel, schneller als mit anderen Züchtungsverfahren möglich sind. Das resultierende Produkt ohne eingeschleuste Fremd-DNA ist für viele Wissenschaftler im Rahmen dessen, was auch theoretisch mit Zufallsmutationen, ungezielter Mutagenese, Kreuzung und Selektion möglich wäre. Herausforderungen sind u.a. die diverse Genetik und die Tatsache, dass bislang nur wenige Resistenzgene bekannt und lokalisiert sind.

Im Bereich der Weinbereitung mit *Saccharomyces cerevisiae* wurden beispielsweise "Genom-Editierungen" vorgenommen, um den Harnstoffgehalt während der alkoholischen Fermentation zu senken, da dieser mit Alkohol zum potenziell krebserregenden Ethylcarbamat reagiert.

Viele Verbände und Organisationen sehen in NGT ein Risiko für Gesundheit und Umwelt, da sie weitreichende, komplexe Genomveränderungen befürchten. Zudem ist die Besorgnis groß, dass höhere Preise für biodynamisch und Gentechnikfreie Lebensmittel weiterhin erzielt werden können, wenn die Risikobeurteilung, Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit für NGT1-Pflanzen wegfällt. Unklar ist auch, wie ein NGT-Verbot ohne Kennzeichnung in der EU-Bio-Verordnung umgesetzt werden soll.

Wissenschaftsorganisationen argumentieren, dass Risiken wie "off-target"- oder Pleiotrope Effekte durch präzises Designen der sgRNA minimiert und die zu verändernde Stelle im Erbgut genau angesteuert werden kann. Letztlich ist ein Feldversuch nötig, um ein Laborexperiment zu überprüfen.

Ein Stimmungsbild zur "Genschere" unter den Weinakademikerkommilitonen, bei Freunden und Familie sowie bei Weinbaubetrieben wurde von mir als anonyme Umfrage erhoben und dahingehend ausgewertet, ob ein Kunde bei seinem Einkauf Wert auf bio oder biodynamisch erzeugte Lebensmittel legt bzw. ob ein Weinbaubetrieb biologisch, konventionell oder biodynamisch arbeitet. Unter bestimmten Voraussetzungen finden sich sowohl potenzielle Käufer eines Weines aus "genomeditierten" Reben oder Hefen als auch Winzer, die diese Reben zum Test auf kleiner Fläche anbauen würden. Diese Bereitschaft und Offenheit hat mich positiv überrascht. Das Interesse der Winzer "genomeditierte" Hefen einzusetzen scheint dagegen gering zu sein. Das könnte daran liegen, dass viele Winzer auf Reinzuchthefen verzichten und dass es schon sehr viele unterschiedliche Hefen für bestimmte Anwendungsgebiete am Markt gibt. Positiv würde gesehen, wenn die "genomeditierten" Hefen weniger Fehleraromen oder weniger Alkohol bei der alkoholischen Gärung produzieren würden.

Als **Conclusio** kann festgehalten werden, dass CRISPR/Cas9 ein inzwischen etabliertes "Genom-Editierungs"-Werkzeug ist, das als sicher eingestuft gilt. Bei Gehölzen und komplexen Pflanzen wie Weinreben ist die "Genschere" jedoch noch nicht an einem Punkt angelangt, um großflächig und bei jeder beliebigen Weinsorte angewandt werden zu können. Eine neue Ära der Züchtung könnte, angetrieben vom Klimawandel und einem wachsendem Interesse an Klimaschutz, mit der Etablierung und Nutzung von CRISPR/Cas9 beginnen. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung wurde mit der Annahme (noch keine finale Entscheidung) des EU-Vorschlags zur Einstufung der NGT im März 2025 gegangen. Nachdem Italien in Bezug auf NGT eine Vorreiterrolle in der EU einnimmt und NGT sogar in "*Technologies for assisted evolution (TEAs)*" umbenannt hat, ist damit zu rechnen, dass der erste "genomeditierte Wein" der EU aus Italien stammen wird; auch wenn wir darauf, nach der Zerstörung des ersten Feldversuches in Valpolicella, wohl noch eine Weile warten dürften.