

## **1. Aktualisierung der**

**Übersicht über Nutz- und Zierpflanzen, die mittels neuer molekular-biologischer Techniken für die Bereiche Ernährung, Landwirtschaft und Gartenbau erzeugt wurden**

(Version 20.09.2018)

Dominik Modrzejewski, Frank Hartung, Thorben Sprink, Dörthe Krause,  
Christian Kohl und Ralf Wilhelm

Julius Kühn-Institut  
Institut für die Sicherheit Biotechnologischer Verfahren bei Pflanzen  
Erwin-Baur-Str. 27  
06484 Quedlinburg

## **Abbildungsverzeichnis**

<b>Abbildung 1:</b> Anzahl an Studien zu Genome Editing Anwendungen in Modell- und Kulturpflanzen im Zeitraum 1996 bis Mai 2018.....	4
<b>Abbildung 2:</b> Anzahl an veröffentlichten Studien zu Genome Editing an Modell- und Kulturpflanzen nach Herkunft des korrespondierenden Autors (bis Mai 2018) .....	5
<b>Abbildung 3:</b> Prozentuale Verteilung von Genome Editing Anwendungen bei Kultur- und Zierpflanzen mit ernährungs- bzw. landwirtschaftlich und industriell relevanten Merkmalen (n= 102 Anwendungen in 33 Arten), für welche mindestens die Funktionalität eines modifizierten, marktrelevanten Merkmals nachgewiesen wurde.....	6

## **Tabellenübersicht**

<b>Tabelle 1:</b> Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Lebens- bzw. Futtermittelqualität .....	7
<b>Tabelle 2:</b> Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Toleranz gegen abiotischen Stress ....	12
<b>Tabelle 3:</b> Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Toleranz/Resistenz gegen biotischen Stress .....	13
<b>Tabelle 4:</b> Genome Editing bei Pflanzen zur Modifikation agronomisch relevanter Merkmale.....	16
<b>Tabelle 5:</b> Genome Editing bei Pflanzen zur industriellen Nutzung.....	21
<b>Tabelle 6:</b> Genome Editing bei Zierpflanzen .....	22
<b>Tabelle 7:</b> Genome Editing zur Erzeugung herbizidtoleranter Pflanzen .....	23
<b>Tabelle 8:</b> Genome Editing bei Pflanzen mit unklarer Zuordnung .....	25

## Neue molekularbiologische Techniken (NMT)/Genome Editing bei Pflanzen

Die Recherche bezieht sich auf NMT bzw. Genome Editing bei Pflanzen, das mit den Techniken ODM, ZFN, TALEN, Meganukleasen und CRISPR/Cas u.ä. realisiert wurde. Im Gegensatz zur klassischen Gentechnik können damit ortsspezifisch Doppelstrangbrüche im Erbgut erzeugt werden. Die Modifikationen entsprechen einer gerichteten Mutagenese (SDN 1 - Reparatur des Doppelstrangbruches allein durch die zelleigene Ausstattung, SDN 2 – Reparatur mit vorgegebener (gering) veränderter Reparaturvorlage) oder einem gerichteten Einbau eigener (Cisgenese) oder fremder Gene (Transgenese; SDN 3 – Reparaturvorlage mit umfassend geänderter Gensequenz).

Diese erste Aktualisierung umfasst einen erweiterten Erfassungszeitraum von 1996 bis Mai 2018 der wissenschaftlichen Literatur sowie aufgrund der weiteren Literaturlauswertung einzelne Korrekturen in den Zuordnungen.

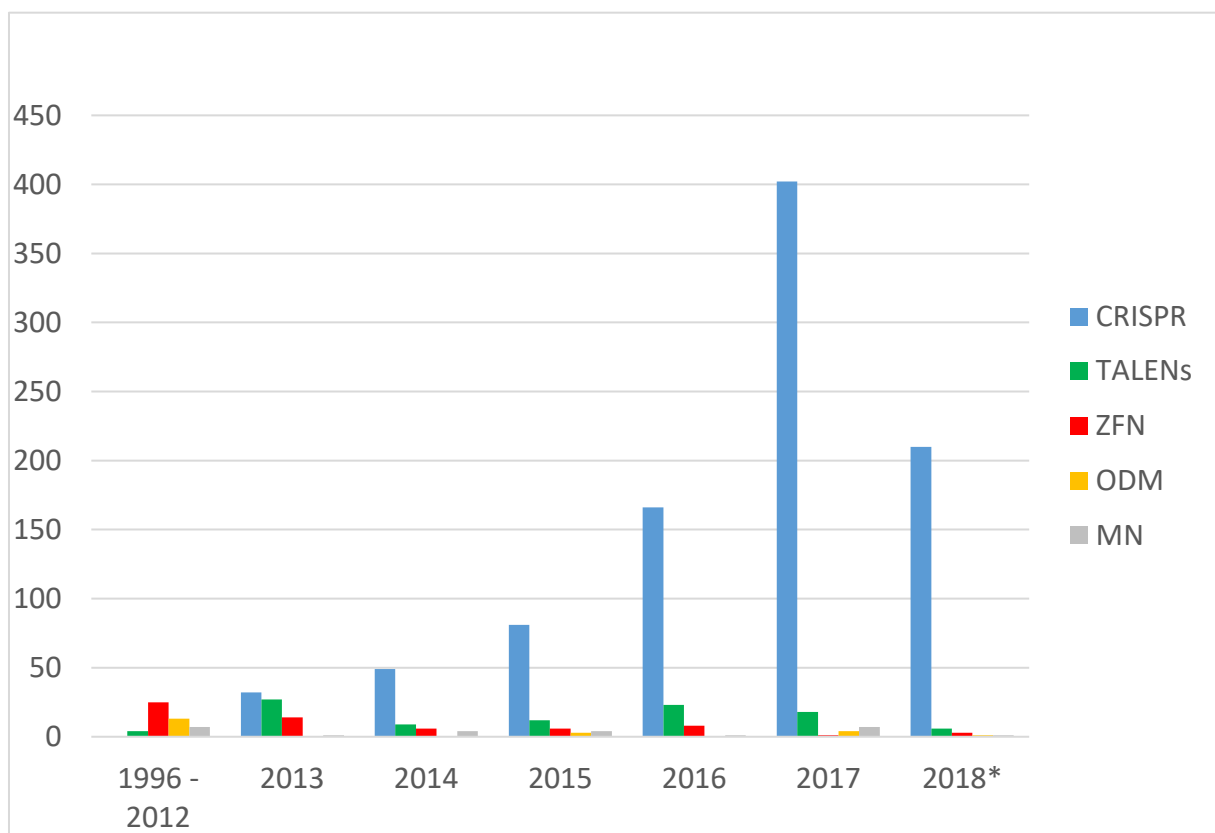
Die zentrale Recherche ist fokussiert auf marktorientierte Anwendungen, d.h. Forschung an Modellpflanzen, Untersuchung zu Genfunktionen ohne unmittelbaren Anwendungsbezug, und Arbeiten ohne Funktionsnachweis der Modifikation wurden ausgeklammert. Allerdings erlauben nicht alle Veröffentlichungen eine klare Zuordnung, so dass hier eine vorläufige Einschätzung vorgenommen wurde; eine Verschiebung der dargestellten Trends ist aber nicht zu erwarten. Daten zu laufenden (kommerziellen) Entwicklungen sind nur begrenzt frei zugänglich. Neben einschlägigen Literaturdatenbanken wurden daher insbesondere die USDA Aphis-Datenbank: „Am I Regulated?“ ausgewertet. Als „marktreif“ wurden alle Entwicklungen eingestuft, die in der Aphis-Datenbank „Am I Regulated?“ eingetragen sind. Ob bzw. wann eine Kommerzialisierung erfolgt/erfolgen wird, ist nicht bewertet worden.

Die im Folgenden dargestellten Daten beziehen sich auf einzelne *Studien* (zu einer Technik, Pflanze, Merkmal). Eine Veröffentlichung kann u.U. mehrere separate Studien - z.B. zu verschiedenen Techniken, Pflanzen oder Genen - enthalten; diese wurden also getrennt erfasst und gelistet. In den Tabellen wurden Angaben, die aus der wissenschaftlich publizierten Literatur stammen, mit „F&E“ gekennzeichnet. Diese Arbeiten wurden als „marktorientiert“ angesehen und gelistet, da sie modifiziertes Pflanzenmaterial erzeugten, das ggf. zur weiteren Züchtung genutzt werden kann, und bei dem die bearbeiteten Merkmale ebenfalls in Bezug zu einer möglichen Vermarktung stehen. Ob eine weitere Entwicklung zur tatsächlichen Markteinführung stattfindet, lässt sich anhand der verfügbaren Informationen jedoch nicht entscheiden.

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes ELSA-GEA ([www.dialog-gea.de](http://www.dialog-gea.de)) beteiligt sich das JKI an einer systematischen Literaturlauswertung (Systematic Review) zum Genome Editing, die längerfristig angelegt ist. Die erfolgte Festlegung und Dokumentation der Datenerhebung erlaubt eine konsistente Aktualisierung bzw. Ergänzung der bestehenden Listen. Das detaillierte Protokoll zur Datenerhebung wurde zwischenzeitlich veröffentlicht (Modrzejewski et al. 2018)

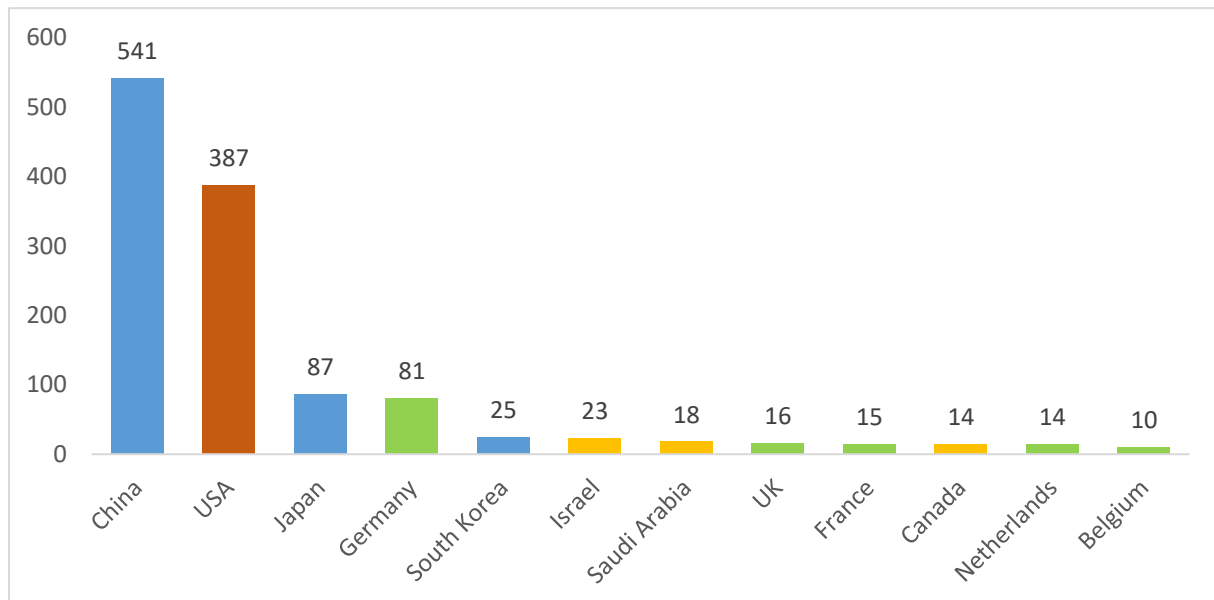
## Überblick zu NMT/Genome Editing bei Pflanzen - Trends bis Mai 2018

In der verfügbaren Literatur hat sich im Erhebungszeitraum von 1996 bis Mai 2018 eine deutliche Verschiebung der Anzahl der Veröffentlichungszahlen zu den verschiedenen Verfahren ergeben, die deren zeitliche Verfügbarkeit und Einfachheit der Anwendung widerspiegelt. Entsprechend ist die Zahl der veröffentlichten Studien zu CRISPR/Cas seit Etablierung des Systems vehement gestiegen (s. Abb. 1). [Studie: eine abgeschlossene Untersuchungsreihe; eine Veröffentlichung kann u.U. mehrere separate Studien z.B. zu verschiedenen Techniken, Pflanzen oder Genen enthalten.]



**Abbildung 1: Anzahl an Studien zu Genome Editing Anwendungen in Modell- und Kulturpflanzen im Zeitraum 1996 bis Mai 2018 (\* 2018 nur Januar bis Mai).** CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/ CRISPR associated protein 9; TALENs: Transcription activator-like effector nucleases; ZFN= Zinkfingernukleasen; ODM= Oligo-directed Mutagenesis= Oligonukleotid gerichtete Mutagenese; MN= Meganukleasen

Die korrespondierenden Autoren/federführenden Institutionen stammten mit deutlichem Abstand aus China gefolgt von den USA. Dahinter Japan und Deutschland (Abb. 2).

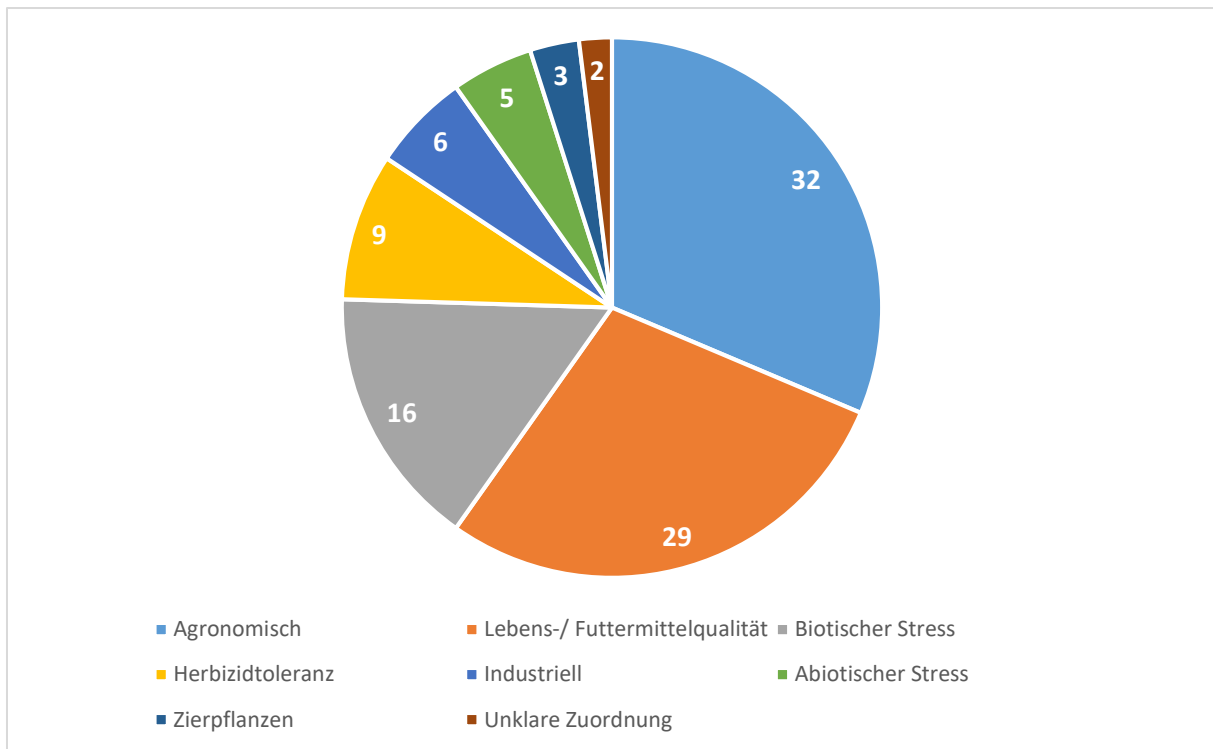


**Abbildung 2: Anzahl an veröffentlichten Studien zu Genome Editing an Modell- und Kulturpflanzen nach Herkunft des korrespondierenden Autors (bis Mai 2018)**

Der wesentliche Anteil der Publikationen bezog sich auf Reis, gefolgt von anderen vom Marktvolumen bedeutenden Feldfrüchten wie Mais, Weizen, Tomate, Soja. Insgesamt wurden in dem Zeitraum bis Mai 2018 bzw. aktuell laut APHIS-Datenbank insgesamt Arbeiten an 51 Pflanzenarten dokumentiert, darunter Gemüse, Obst, Wein und Zierpflanzen. Knapp 80% der Veröffentlichungen bezogen sich allerdings auf Grundlagenforschung.

Es können 102 Anwendungen, die öffentlich zugänglich waren, im Zeitraum bis Mai 2018 bzw. aktuell laut APHIS-Datenbank, als „marktorientierte“ (s.o.) bzw. „marktreife“ Entwicklungen eingestuft werden. „Marktreife“ bezieht sich hier darauf, dass die bearbeitete Pflanzeigenschaft laut dem United States Department of Agriculture (USDA) nicht reguliert sind und die entsprechende Pflanzen in den USA zeitnah angebaut bzw. vermarktet werden können.

Die Verteilung der allgemeinen Eigenschaften, die bei 33 Kultur- und Zierpflanzenarten bearbeitet wurden, sind in Abbildung 3 dargestellt. 12 dieser marktorientierten Arbeiten wurden federführend innerhalb der EU durchgeführt (4x Lebens-/ Futtermittelqualität, 2x biotischer Stress, 2x agronomisch, 2x Herbizidtoleranz, 1x abiotischer Stress und 1x industrielle Nutzung).



**Abbildung 3: Prozentuale Verteilung von Genome Editing Anwendungen bei Kultur- und Zierpflanzen mit ernährungs- bzw. landwirtschaftlich und industriell relevanten Merkmalen (n= 102 Anwendungen in 33 Arten), für welche mindestens die Funktionalität eines modifizierten, marktrelevanten Merkmals nachgewiesen wurde**

Mit Stand August 2018 waren laut APHIS-Datenbank (USA) 25 Anfragen zu genomeditierten Pflanzen (13 Kulturarten) als dereguliert beschieden worden. Ca. 50% der Anfragen bezogen sich auf veränderte Produktqualitäten, lediglich eine auf die Erzeugung herbizidresistenter Pflanzen.

Nur wenige Arbeiten nutzten bisher SDN 2 (~2%) oder SDN 3 (~7%) Methoden (unter Verwendung von „Reparaturvorlagen“; Stand Mai 2018).

**Tabelle 1: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Lebens- bzw. Futtermittelqualität** [Veränderte Fett- und Stärkezusammensetzungen können auch industrielle Anwendungen zum Ziel haben, sind aber nicht immer eindeutig identifizierbar]

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Alfalfa	Calyxt, Inc., USA	Produktqualität	Verringerter Ligningehalt	NMT	TALENs SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Erdnuss	Guangdong Academy of Agricultural Sciences, China	Produktqualität	Veränderte Fettsäurezusammensetzung	NMT	TALENs SDN1	Wen et al. 2018	F&E	-	-	-
Kartoffel	Cellectis Plant Science, USA	Produktqualität	Reduzierung von Acrylamid	NMT	TALENs SDN1	Clasen et al. 2016	F&E	-	-	-
Kartoffel	Calyxt, USA	Produktqualität	Nicht bräunende Kartoffel	NMT	TALENs SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Kartoffel	Cellectis Plant Science, USA	Produktqualität	Verbesserte Verarbeitungseigenschaften	NMT	TALENs SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Kartoffel	Simplot Plant Science, USA	Produktqualität	Reduzierte Schwarzfleckigkeit	NMT	TALENs SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Kartoffel	Kobe University, Japan	Produktqualität	Vollständige Beseitigung von Glycoalkaloiden (bitterer Geschmack)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Nakayasu et al. 2018	F&E	-	-	-

Tabelle 1: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der *Lebens- bzw. Futtermittelqualität* [Veränderte Fett- und Stärkezusammensetzungen können auch industrielle Anwendungen zum Ziel haben, sind aber nicht immer eindeutig identifiziert]

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Leindotter	Montana State University, USA; University Nebraska, USA; Université Paris-Saclay, Frankreich; Kansas State University, USA	Produktqualität	Veränderte Fettsäurezusammensetzung, reduzierter Ölgehalt	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Ozseyhan et al. 2018 Jiang et al. 2017; Morineau et al. 2017; Aznar-Moreno et al. 2017	F&E	-	-	-
Mais	Du Pont Pioneer, USA; Chinese Academy of Agricultural Sciences, China	Produktqualität	Wachsmais (verbesserte Stärkeproduktion)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?; Qi et al. 2018	Marktreife F&E	-	-	In USA nicht reguliert
Mais	Agrivida, USA	Produktqualität	Verbesserte Stärkeeigenschaften	NMT	Meganuklease SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Mais	Dow AgrScience, USA	Produktqualität	Verringerte Phytatproduktion	NMT	ZFN SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Pilz	Penn State University, USA	Produktqualität	Nicht bräunender Pilz	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert



Tabelle 1: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der *Lebens- bzw. Futtermittelqualität* [Veränderte Fett- und Stärkezusammensetzungen können auch industrielle Anwendungen zum Ziel haben, sind aber nicht immer eindeutig identifiziert]

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Raps	Tamagawa University, Japan	Produktqualität	Veränderte Fettsäurezusammensetzung,	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Okuzaki et al. 2018	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Sciences, China; Chinese Academy of Agricultural Sciences, China; Yangzhou University, China	Produktqualität	Duftreis	NMT	CRISPR/Cas9 TALENs SDN1	Shan et al. 2015 Shen et al. 2017b	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Agricultural Sciences, China; University of California, USA	Produktqualität	Erhöhung gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe (Erhöhter Amylosegehalt)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Sun et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Huazhong Agricultural University, China	Produktqualität	Reduzierung gesundheitsschädlicher Inhaltsstoffe (Arsengehalt)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Ye et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	National Agriculture and Food Research Organization, Japan	Produktqualität	Veränderte Fettsäurezusammensetzung	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Abe et al. 2018	F&E	-	-	-
Reis	Universität Montpellier, Frankreich	Produktqualität	Reduzierung gesundheitsschädlicher Inhaltsstoffe (Cäsiumgehalt)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Nieves-Cordones et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Hunan Agricultural University, Hunan Hybrid Rice Research Center, Normal University, China	Produktqualität	Reduzierung gesundheitsschädlicher Inhaltsstoffe (Cadmium-Gehalt in Pflanze)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Tang et al. 2017	F&E	-	-	-

Tabelle 1: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der *Lebens- bzw. Futtermittelqualität* [Veränderte Fett- und Stärkezusammensetzungen können auch industrielle Anwendungen zum Ziel haben, sind aber nicht immer eindeutig identifiziert]

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Reis	Chinese Academy of Sciences, Shanghai, China; Purdue University, West Lafayette, USA	Produktqualität	Wachsreis	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Zhang et al. 2018a	F&E	-	-	-
Salbei	Second Military Medical University, China	Produktqualität	Verringerung des Gehalts an Phenolsäuren	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Zhou et al. 2018a	F&E	-	-	-
Sojabohne	Collectis plant scienceInc., USA; Calyxt, USA	Produktqualität	Verbesserte Ölqualität	NMT	TALENs SDN1	Haun et al. 2014, Demorest et al. 2016	F&E	-	-	-
Tomate	Agricultural Research Organization, Israel; Tokushima University, Japan	Produktqualität	Kernlose Früchte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Klap et al. 2017; Ueta et al. 2017	F&E	-	-	-
Tomate	University of Tsukuba, Japan; China Agricultural University, China	Produktqualität	Erhöhung gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe (Erhöhter GABA-Gehalt)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Lee et al. 2018; Nonaka et al. 2017	F&E	-	-	-
Tomate	China Agricultural University, China	Produktqualität	Erhöhung gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe (Erhöhter Lycopin-Gehalt)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Li et al. 2018	F&E	-	-	-
Tomate	Xinjiang Academy of Agricultural Science, China	Produktqualität	Längere Lagerung bei Zimmertemperatur	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Yu et al. 2017	F&E	-	-	-

Tabelle 1: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der *Lebens- bzw. Futtermittelqualität* [Veränderte Fett- und Stärkezusammensetzungen können auch industrielle Anwendungen zum Ziel haben, sind aber nicht immer eindeutig identifiziert]

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Weizen	Calyxt, Inc., USA	Produktqualität	Erhöhter Nährwert	NMT	TALEN SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Weizen	Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC), Spanien; University of Minnesota, USA	Produktqualität	Reduzierter Glutengehalt	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Sánchez-León et al. 2017	F&E	-	-	-
Hartweizen	Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC), Spanien; University of Minnesota, USA	Produktqualität	Reduzierter Glutengehalt	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Sánchez-León et al. 2017	F&E	-	-	-

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

TALENs: Transcription activator-like effector nucleases

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

ZFN: Zinkfinger-nukleasen

ODM: Oligo-Directed Mutagenesis

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

**Tabelle 2: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Toleranz gegen abiotischen Stress**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Mais	Ghent University, Belgien; Center for Plant Systems Biology, Belgien; Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenia; DuPont Pioneer, USA;	Trockentoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1 SDN3	Njuguna et al. 2018; Shi et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Anhui Academy of Agricultural Sciences, China	Salztoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Duan et al. 2016	F&E	-	-	-
Reis	Sun Yat-sen University, Guangzhou, China	Arsentoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Wang et al. 2017a	F&E	-	-	-
Sojabohne	USDA-ARS, USA	Trocken- und Salztoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Weizen	Montana State University, USA	Trockentoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Kim et al. 2018	F&E	-	-	-

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

**Tabelle 3: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Toleranz/Resistenz gegen biotischen Stress**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Grapefruit	Institute of Food and Agricultural Sciences, USA	Bakterienresistenz	Toleranz gegen Zitronenkrebs	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Jia et al. 2016; Jia et al. 2017	F&E	-	-	-
Gurke	Volcani Center, Israel	Virusresistenz	Toleranz gegen Gurkenmosaikvirus	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Chandrasekaran et al. 2016	F&E	-	-	-
Kakao	Pennsylvania State University, USA	Pilzresistenz	Toleranz gegen Phytophthora tropicalis	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Fister et al. 2018	F&E	-	-	-
Mais	Du Pont Pioneer, USA	Pilzresistenz	Toleranz gegen Blattfleckenkrankheit	NMT	CRISPR/Cas9 (Cisgenesis) SDN3	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Orange	Chinese Academy of Agricultural Sciences and National Center for Citrus Variety Improvement; Southwest University, China	Bakterienresistenz	Toleranz gegen Zitronenkrebs	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Peng et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Agriculture, China	Pilzresistenz	Toleranz gegen Reisbräune	NMT	CRISPR/Cas9; SDN1	Wang et al. 2016	F&E	-	-	-

Tabelle 3: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Toleranz/Resistenz gegen biotischen Stress

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Reis	Iowa State University, USA; IRD-CIRAD- Université, Frankreich; National University of Singapore, Singapur; Chinese Academy of Sciences, China; National Center for Plant Gene Research, China; Sichuan Agricultural University, China;	Bakterienresistenz	Toleranz gegen Bakterienbrand	NMT	CRISPR/Cas9; TALENs SDN1	Zhou et al. 2015a; Blanvillain-Baufumé et al. 2017; Li et al. 2012; Wang et al. 2017b; Xie et al. 2017a; Zhou et al. 2018b	F&E	-	-	-
Reis	Iowa State University, USA	Pilzresistenz	Toleranz gegen Mehltau	NMT	TALENs SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Reis	Shanghai Jiao Tong University, China; Yunnan Academy of Agricultural Sciences, China	Bakterienresistenz	Toleranz gegen das Pathogen Xoc RS105	NMT	TALENs SDN1	Cai et al. 2017a	F&E	-	-	-
Reis	Sichuan Agricultural University, China	Bakterienresistenz/ Pilzresistenz	Toleranz gegen Bakterienbrand und Reisbrand	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Liao et al. 2018	F&E	-	-	-
Reis	International Rice Research Institute (IRRI), Philippinen	Virusresistenz	Toleranz gegen das Reis-Tungro-sphärische Virus	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Macovei et al. 2018	F&E	-	-	-
Tomate	Max Planck Institute for Developmental Biology, Germany; Norwich Research Park, UK	Pilzresistenz	Toleranz gegen Mehltau	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Nekrasov et al. 2017	F&E	-	-	-

Tabelle 3: Genome Editing bei Pflanzen zur Verbesserung der Toleranz/Resistenz gegen biotischen Stress

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Tomate	King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabien	Virusresistenz	Toleranz gegen den Tomato yellow leaf virus	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Mahfouz et al. 2017	F&E	-	-	-
Tomate	University of California, USA	Bakterienresistenz	Krankheitsresistenz gegen verschiedene Pathogene, einschließlich <i>P. syringae</i> , <i>P. capsici</i> und <i>Xanthomonas</i> spp.	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Toledo Thomazella et al. 2016	F&E	-	-	-
Wein	Northwest A&F University and Ministry of Agriculture, China	Pilzresistenz	Toleranz gegen die Grauschimmelfäule	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Wang et al. 2018a	F&E	-	-	-
Weizen	Chinese Academy of Sciences, China; Kansas State University, USA; Fujian Agriculture and Forestry University, China; Calyxt, Inc., USA	Pilzresistenz	Toleranz gegen Mehltau	NMT	CRISPR/Cas9; TALENs SDN1	Wang et al. 2014; Zhang et al. 2017; APHIS-Datenbank - Am I regulated?	F&E Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

TALENs: Transcription activator-like effector nucleases

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

**Tabelle 4: Genome Editing bei Pflanzen zur Modifikation agronomisch relevanter Merkmale**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Baumwolle	Anhui Agricultural University, China; Chinese Academy of Agricultural Sciences, China	Wachstums-eigenschaften	Besseres Wurzelwachstum unter hohen und niedrigen Stickstoffbedingungen	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Wang et al. 2017c	F&E	-	-	-
Gurke	Chinese Academy of Agricultural Sciences, China	Wachstums-eigenschaften	Nur weibliche Blüten	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Hu et al. 2017	F&E	-	-	-
Mais	Benson Hill Biosystems, USA	Ertragssteigerung	Verbesserte Photosyntheseeffizienz	NMT	Meganuklease SDN3	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Mais	University of Wisconsin, USA	Wachstums-eigenschaften	Frühe Blüte unter Langtagbedingungen	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Huang et al. 2018a	F&E	-	-	-
Raps	Christian-Albrechts-University of Kiel, Deutschland	Ertragssteigerung	Schotenfestigkeit zur Reduktion des Samenverlusts bei der Ernte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Braatz et al. 2017	F&E	-	-	-
Raps	Huazhong Agricultural University, China	Ertragssteigerung	Mehr Samen pro Schote, höheres Samengewicht	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Yang et al. 2018	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Sciences, China; National Rice Research Institute, China	Ertragssteigerung	Veränderte Kornanzahl pro Rispe	NMT	CRISPR/Cas9; TALENs SDN1	Li et al. 2016a; Shen et al. 2016	F&E	-	-	-



Tabelle 4: Genome Editing bei Pflanzen zur Modifikation *agronomisch relevanter Merkmale*

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Reis	Chinese Academy of Sciences; National Rice Research Institute; Anhui Academy of Agricultural Sciences; Fudan University, Shanghai; Zhejiang University; Yangzhou University; China National Rice Research Institute; Agronomy College of Henan Agricultural University, China	Ertragssteigerung	Korngröße/ erhöhtes Korngewicht	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Li et al. 2016a; Shen et al. 2016; Xu et al. 2016; Hu et al. 2018; Shen et al. 2017a; Ji, et al. 2017; Shen et al. 2017b	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Sciences; South China Normal University; Wuhan Institute of Bioengineering; Huazhong Agricultural University, Sichuan Agricultural University; Yangzhou University, China	Wachstums-eigenschaften	Höhere Pflanzenhöhe, stärkere Bestockung, aufrechte Rispen, mehr Biomasse	NMT	CRISPR/Cas9; TALENs SDN1	Li et al. 2016; Lu et al. 2018; Liao et al. 2018; Shen et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Agricultural Sciences, China; Jangsu Academy of Agricultural Sciences, China	Wachstums-eigenschaften	Frühe Reife	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Li et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Sciences, China; University of Chinese Academy of Sciences, China	Ertragssteigerung	Regulation des Pollenwachstums	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Liu et al. 2016	F&E	-	-	-
Reis	China Agricultural University, China	Lagereigenschaften	Verbesserte Saatgutlagerung	NMT	TALENs SDN1	Ma et al. 2015	F&E	-	-	-

Tabelle 4: Genome Editing bei Pflanzen zur Modifikation *agronomisch relevanter Merkmale*

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Reis	China National Rice Research Institute, China; China Three Gorges University, China	Ertragssteigerung	erhöhte Aussaatstärke	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Qian et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Anhui Academy of Agricultural Sciences, China	Ertragssteigerung	Längere Rispen	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Xu et al. 2016	F&E	-	-	-
Reis	Nanjing Agricultural University, China	Ertragssteigerung	Kornertrag, Regulierung der Saatgutentwicklung	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Yuan et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Chinese Academy of Sciences, China	Wachstums-eigenschaften	Geringere Pflanzenhöhe	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Lu et al. 2017	F&E	-	-	-
Reis	Wuhan Institute of Bioengineering, China; Huazhong Agricultural University, China	Ertragssteigerung	Verbesserte Stickstoffnutzungseffizienz	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Lu et al. 2018	F&E	-	-	-
Reis	Hunan Normal University, China	Wachstums-eigenschaften	Regulation der Samenruhe, Spaltöffnungen, Pflanzenwachstum, abiotische Stresstoleranz und Blattseneszenz	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Huang et al. 2018b	F&E	-	-	-
Rutenhirse	Iowa State University, USA	Wachstums-eigenschaften	Buschigere Pflanzen	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Liu et al. 2018	F&E	-	-	-
Salat	University of California, USA	Ertragssteigerung	Keimung bei höheren Temperaturen	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Bertier et al. 2018	F&E	-	-	-
Sojabohne	Chinese Academy of Agricultural Sciences, China	Wachstums-eigenschaften	Späte Blüte, einleiten der Blüte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Cai et al. 2017b	F&E	-	-	-
Tomate	National Food Research Institute, Japan	Produktqualität	Hemmung des Fruchtreifeprozesses	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Ito et al. 2015	F&E	-	-	-
Tomate	University of Minnesota, USA	Wachstums-eigenschaften	Größerer Keimling	NMT	TALENs SDN1	Lor et al. 2014	F&E	-	-	-

Tabelle 4: Genome Editing bei Pflanzen zur Modifikation *agronomisch relevanter Merkmale*

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Tomate	Cold Spring Harbor Laboratory, USA; Max Planck Institute for Plant Breeding Research, Deutschland; Université Paris-Scalay, Frankreich	Wachstums-eigenschaften	Frühe Blüte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Soyk et al. 2017	F&E	-	-	-
Tomate	University of Florida, USA	Produktqualität	Leichtere Trennung der Frucht vom Stiel	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Tomate	Cold Spring Harbor Laboratory, USA	Ertragssteigerung	Fruchtgröße	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Rodriguez-Leal et al. 2017	F&E	-	-	-
Tomate	Cold Spring Harbor Laboratory, USA	Ertragssteigerung	Stark verzweigte Blütenstände und Bildung sehr vieler Blüten	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Rodriguez-Leal et al. 2017	F&E	-	-	-
Tomate	Weizmann Institute of Science, Israel	Wachstums-eigenschaften	Gelbe Früchte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1, SDN2-3	Filler et al. 2017; Dahan-Meir et al. 2018	F&E	-	-	-
Tomate	Environmental Sciences, Weizmann Institute of Science, Israel	Wachstums-eigenschaften	Orangene Früchte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN2-3	Dahan-Meir et al. 2018	F&E	-	-	-
Tomate	Academy of Agriculture and Forestry Sciences; Chinese Academy of Sciences, China	Wachstums-eigenschaften	Pinkfarbene Früchte	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Deng et al. 2018	F&E	-	-	-
Wald-erdbeere	University of Maryland, USA	Wachstums-eigenschaften	Schnellere Keimlingsentwicklung	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Zhou et al. 2018c	F&E	-	-	-

Tabelle 4: Genome Editing bei Pflanzen zur Modifikation *agronomisch relevanter Merkmale*

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Weizen	Kansas State University, USA; Chinese Academy of Sciences; University of Chinese Academy of Sciences, China	Ertragssteigerung	Größere Körner, höheres Korngewicht	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Wang et al. 2018b; Zhang et al. 2018b	F&E	-	-	-

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

TALENs: Transcription activator-like effector nucleases

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

**Tabelle 5: Genome Editing bei Pflanzen zur industriellen Nutzung**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Acker-Hellerkraut	Illinois State University, USA	Produktqualität	Veränderte Ölzusammensetzung	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Kartoffel	Swedish University of Agricultural Sciences, Schweden	Produktqualität	Verbesserte Stärkequalität	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Andersson et al. 2017	F&E	-	-	-
Pappel	University of Georgia, USA	Produktqualität	Holzverfärbung wegen Reduktion von Lignin	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Zhou et al. 2015b	F&E	-	-	-
Rutenhirse	Noble Research Institute, USA	Produktqualität	Reduktion von Lignin	NMT	CRISPR/Cas9	Jong-Jin Park et al. 2018	F&E	-	-	-
Tabak	North Carolina State University, USA	Produktqualität	Reduzierter Nikotingehalt	NMT	Meganuklease SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert
Zuckerrohr	University of Florida, USA	Produktqualität	Reduktion von Lignin	NMT	TALENs SDN1	Jung et al. 2016; Kannan et al. 2018	F&E	-	-	-

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

**Tabelle 6: Genome Editing bei Zierpflanzen**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Blaue Prunkwinde	University of Tsukuba, Japan	Wachstums-eigenschaften	Veränderte Blütenfarbe	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Watanabe et al. 2017a; Watanabe et al. 2017b	F&E	-	-	-
Orchidee	Chinese Academy of Sciences, China	Produktqualität	Reduktion von Lignozellulose (Verholzung)	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Kui et al. 2016	F&E	-	-	-
Walddtabak	China Tobacco Gene Research Center, China	Wachstums-eigenschaften	Auxin Biosynthese	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Xie et al. 2017	F&E	-	-	-

Erläuterungen:

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

**Tabelle 7: Genome Editing zur Erzeugung herbizidtoleranter Pflanzen (Keine Aufschlüsselung nach Wirkstoffen)**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Baumwolle	Bayer CropScience N.V., Belgien	Herbizidtoleranz	-	NMT	Mega-nuklease SDN3	D'Halluin et al. 2013	F&E	-	-	-
Flachs	Cibus, USA	Herbizidtoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Sauer et al. 2016	F&E	-	-	-
Kartoffel	Michigan State University, USA	Herbizidtoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9; TALENs SDN1	Butler et al. 2016	F&E	-	-	-
Kohl	Bayer BioScience N.V., Belgien	Herbizidtoleranz	-	NMT	ODM	Ruiter et al. 2003	F&E	-	-	-
Mais	DuPont Pioneer, USA; Dow AgroScience, USA; Pioneer Hi-Bred International, USA	Herbizidtoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9; ZFN (SDN1, SDN2, SDN3) ; ODM	Svitashev et al. 2015; Svitashev et al. 2016; Ainley et al. 2013; Shukla et al. 2009; Zhu et al. 1999; Zhu et al. 2000	F&E	-	-	-
Maniok	Donald Danforth Plant Science Center, St. Louis, USA	Herbizidtoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN2/3	Hummel et al. 2018	F&E	-	-	-

Tabelle 7: Genome Editing zur Erzeugung *herbizidtoleranter Pflanzen*

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Raps	Cibus, Kanada;  Cibus, USA	Herbizidtoleranz	-	NMT	ODM	APHIS-Datenbank - Am I regulated?;  Gocal et al. 2015	Marktreife  F&E	-	-	In USA und Kanada zugelassen
Reis	Chinese Academy of Sciences, China; University of California San Diego, USA; Anhui Academy of Agricultural Sciences, China; College of Agriculture and Biotechnology, China; Graduate School of Agricultural Sciences, Japan; Kobe University, Japan; Gene Research Center, Japan; King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabien	Herbizidtoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9, TALENs SDN1, SDN2, ODM, BE	Li et al. 2016; Sun et al. 2016; Wang e al. 2015; Okuzaki et al. 2004; Shimatani et al. 2017; Shimatani et al. 2018; Butt et al. 2017	F&E	-	-	-
Sojabohne	DuPont Pioneer Agricultural Biotechnology, USA	Herbizidtoleranz	-	NMT	CRISPR/Cas9 SDN2	Li et al. 2015	F&E	-	-	-

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

TALENs: Transcription activator-like effector nucleases

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

ZFN: Zinkfinger-nukleasen

ODM: Oligo-Directed Mutagenesis

SDN: Site Directed Nucleases

BE: Base Editing

F&E: Forschung und Entwicklung



**Tabelle 8: Genome Editing bei Pflanzen mit unklarer Zuordnung**

Pflanze	Entwickler, Hersteller, Land	Eigenschaften	Weitere Spezifizierung	Technologie	Technologie Spezifizierung	Quelle	Genereller Status	Markenname	Status EU	Drittländer mit Zulassung
Mohn	Cankiri Karatekin University, Türkei; Dokuz Eylul University, Türkei	Produktqualität	Reduzierung des Morphin- und Thebaingehaltes	NMT	CRISPR/Cas9 SDN1	Alagoz et al. 2016	F&E	-	-	-
Sojabohne	Cellectis Plant Science, USA	Produktqualität	Fettsäuresättigung	NMT	TALENs SDN1	APHIS-Datenbank - Am I regulated?	Marktreife	-	-	In USA nicht reguliert

Erläuterungen:

APHIS-Datenbank Am I regulated?: [https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated\\_Article\\_Letters\\_of\\_Inquiry](https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated/Regulated_Article_Letters_of_Inquiry)

NMT: Neue Molekularbiologische Techniken

TALENs: Transcription activator-like effector nucleases

CRISPR/Cas9: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9

SDN: Site Directed Nucleases

F&E: Forschung und Entwicklung

# Literaturverzeichnis

- Abe, Kiyomi; Araki, Etsuko; Suzuki, Yasuhiro; Toki, Seiichi; SAIKA, Hiroaki (2018): Production of high oleic/low linoleic rice by genome editing. In: *Plant physiology and biochemistry : PPB*. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.04.033.
- Ainley, William M.; Sastry-Dent, Lakshmi; Welter, Mary E.; Murray, Michael G.; Zeitler, Bryan; Amora, Rainier et al. (2013): Trait stacking via targeted genome editing. In: *Plant biotechnology journal* 11 (9), S. 1126–1134. DOI: 10.1111/pbi.12107.
- Alagöz, Yagiz; Gurkok, Tugba; Zhang, Baohong; Unver, Turgay (2016): Manipulating the Biosynthesis of Bioactive Compound Alkaloids for Next-Generation Metabolic Engineering in Opium Poppy Using CRISPR-Cas 9 Genome Editing Technology. In: *Scientific reports* 6, S. 30910–30918. DOI: 10.1038/srep30910.
- Andersson, Mariette; Turesson, Helle; Nicolia, Alessandro; Fält, Ann-Sofie; Samuelsson, Mathias; Hofvander, Per (2017): Efficient targeted multiallelic mutagenesis in tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) by transient CRISPR-Cas9 expression in protoplasts. In: *Plant cell reports* 36 (1), S. 117–128. DOI: 10.1007/s00299-016-2062-3.
- Aznar-Moreno, J. A.; Durrett, T. P. (2017): Simultaneous Targeting of Multiple Gene Homeologs to Alter Seed Oil Production in *Camelina sativa*. In: *Plant & cell physiology* 58 (7), S. 1260–1267. DOI: 10.1093/pcp/pcx058.
- Bertier, Lien D.; Ron, Mily; Huo, Heqiang; Bradford, Kent J.; Britt, Anne B.; Michelmore, Richard W. (2018): High-Resolution Analysis of the Efficiency, Heritability, and Editing Outcomes of CRISPR/Cas9-Induced Modifications of *NCED4* in Lettuce (*Lactuca sativa*). In: *G3 (Bethesda, Md.)* 8 (5), S. 1513–1521. DOI: 10.1534/g3.117.300396.
- Blanvillain-Baufumé, Servane; Reschke, Maik; Solé, Montserrat; Auguy, Florence; Doucoure, Hinda; Szurek, Boris et al. (2017): Targeted promoter editing for rice resistance to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* reveals differential activities for SWEET14-inducing TAL effectors. In: *Plant biotechnology journal* 15 (3), S. 306–317. DOI: 10.1111/pbi.12613.
- Braatz, Janina; Harloff, Hans-Joachim; Mascher, Martin; Stein, Nils; Himmelbach, Axel; Jung, Christian (2017): CRISPR-Cas9 Targeted Mutagenesis Leads to Simultaneous Modification of Different Homoeologous Gene Copies in Polyploid Oilseed Rape (*Brassica napus*). In: *Plant physiology* 174 (2), 9. DOI: 10.1104/pp.17.00426.
- Butler, Nathaniel M.; Baltés, Nicholas J.; Voytas, Daniel F.; Douches, David S. (2016): Geminivirus-Mediated Genome Editing in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Using Sequence-Specific Nucleases. In: *Frontiers in plant science* 7, S. 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2016.01045.
- Butt, Haroon; Eid, Ayman; Ali, Zahir; Atia, Mohamed A. M.; Mokhtar, Morad M.; Hassan, Norhan et al. (2017): Efficient CRISPR/Cas9-Mediated Genome Editing Using a Chimeric Single-Guide RNA Molecule. In: *Frontiers in plant science* 8, S. 1441. DOI: 10.3389/fpls.2017.01441.
- Cai, Lulu; Cao, Yanyan; Xu, Zhengyin; Ma, Wenxiu; Zakria, Muhammad; Zou, Lifang et al. (2017a): A Transcription Activator-Like Effector *Tal7* of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* Activates Rice Gene *Os09g29100* to Suppress Rice Immunity. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 5089. DOI: 10.1038/s41598-017-04800-8.
- Cai, Yupeng; Chen, Li; Liu, Xiujie; Guo, Chen; Sun, Shi; Wu, Cunxiang et al. (2017b): CRISPR/Cas9-mediated targeted mutagenesis of *GmFT2a* delays flowering time in soya bean. In: *Plant biotechnology journal*, S. 1–10. DOI: 10.1111/pbi.12758.
- Chandrasekaran, Jeyabharathy; Brumin, Marina; Wolf, Dalia; Leibman, Diana; Klap, Chen; Pearlsman, Mali et al. (2016): Development of broad virus resistance in non-transgenic cucumber using CRISPR/Cas9 technology. In: *Molecular plant pathology* 17 (7), S. 1140–1153. DOI: 10.1111/mpp.12375.
- Clasen, Benjamin M.; Stoddard, Thomas J.; Luo, Song; Demorest, Zachary L.; Li, Jin; Cedrone, Frederic et al. (2016): Improving cold storage and processing traits in potato through targeted gene knockout. In: *Plant biotechnology journal* 14 (1), S. 169–176. DOI: 10.1111/pbi.12370.

- Dahan-Meir, Tal; Filler-Hayut, Shdema; Melamed-Bessudo, Cathy; Bocobza, Samuel; Czosnek, Henryk; Aharoni, Asaph; Levy, Avraham A. (2018): Efficient in planta gene targeting in tomato using geminiviral replicons and the CRISPR/Cas9 system. In: *The Plant Journal* 95 (1), S. 5–16. DOI: 10.1111/tpj.13932.
- Demorest, Zachary L.; Coffman, Andrew; Baltus, Nicholas J.; Stoddard, Thomas J.; Clasen, Benjamin M.; Luo, Song et al. (2016): Direct stacking of sequence-specific nuclease-induced mutations to produce high oleic and low linolenic soybean oil. In: *BMC plant biology* 16 (1), S. 225–232. DOI: 10.1186/s12870-016-0906-1.
- Deng, Lei; Wang, Hang; Sun, Chuanlong; Li, Qian; Jiang, Hongling; Du, Minmin et al. (2018): Efficient generation of pink-fruited tomatoes using CRISPR/Cas9 system. In: *Journal of genetics and genomics = Yi chuan xue bao* 45 (1), S. 51–54. DOI: 10.1016/j.jgg.2017.10.002.
- D'Halluin, Kathleen; Vanderstraeten, Chantal; van Hulle, Jolien; Rosolowska, Joanna; van den Brande, Ilse; Pennewaert, Anouk et al. (2013): Targeted molecular trait stacking in cotton through targeted double-strand break induction. In: *Plant biotechnology journal* 11 (8), S. 933–941. DOI: 10.1111/pbi.12085.
- Duan, Yong-Bo; Li, Juan; Qin, Rui-Ying; Xu, Rong-Fang; Li, Hao; Yang, Ya-Chun et al. (2016): Identification of a regulatory element responsible for salt induction of rice OsRAV2 through ex situ and in situ promoter analysis. In: *Plant molecular biology* 90 (1-2), S. 49–62. DOI: 10.1007/s11103-015-0393-z.
- Filler Hayut, Shdema; Melamed Bessudo, Cathy; Levy, Avraham A. (2017): Targeted recombination between homologous chromosomes for precise breeding in tomato. In: *Nature communications* 8, S. 15605. DOI: 10.1038/ncomms15605.
- Fister, Andrew S.; Landherr, Lena; Maximova, Siela N.; Guiltinan, Mark J. (2018): Transient Expression of CRISPR/Cas9 Machinery Targeting TcNPR3 Enhances Defense Response in *Theobroma cacao*. In: *Front. Plant Sci.* 9, S. 47. DOI: 10.3389/fpls.2018.00268.
- Gocal, Greg F. W.; Schöpke, Christian; Beetham, Peter R.: Oligo-Mediated Targeted Gene Editing. In: *Advances in New Technology for Targeted Modification of Plant Genomes*, S. 73–89. Online verfügbar unter [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4939-2556-8\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4939-2556-8_5).
- Haun, William; Coffman, Andrew; Clasen, Benjamin M.; Demorest, Zachary L.; Lowy, Anita; Ray, Erin et al. (2014): Improved soybean oil quality by targeted mutagenesis of the fatty acid desaturase 2 gene family. In: *Plant biotechnology journal* 12 (7), S. 934–940. DOI: 10.1111/pbi.12201.
- Hu, Bowen; Li, Dawei; Liu, Xin; Qi, Jingjing; Gao, Dongli; Zhao, Shuqiao et al. (2017): Engineering Non-transgenic Gynoecious Cucumber Using an Improved Transformation Protocol and Optimized CRISPR/Cas9 System. In: *Molecular plant* 10 (12), S. 1575–1578. DOI: 10.1016/j.molp.2017.09.005.
- Hu, Zejun; Lu, Sun-Jie; Wang, Mei-Jing; He, Haohua; Le Sun; Wang, Hongru et al. (2018): A Novel QTL q TGW3 Encodes the GSK3/SHAGGY-Like Kinase OsGSK5/OsSK41 that Interacts with OsARF4 to Negatively Regulate Grain Size and Weight in Rice. In: *Molecular plant* 11 (5), S. 736–749. DOI: 10.1016/j.molp.2018.03.005.
- Huang, Yuan; Guo, Yiming; Liu, Yuting; Zhang, Feng; Wang, Zhikui; Wang, Hongyan et al. (2018a): 9-cis-Epoxycarotenoid Dioxygenase 3 Regulates Plant Growth and Enhances Multi-Abiotic Stress Tolerance in Rice. In: *Front. Plant Sci.* 9, S. 1248. DOI: 10.3389/fpls.2018.00162.
- Huang, Cheng; Sun, Huayue; Xu, Dingyi; Chen, Qiuyue; Liang, Yameng; Wang, Xufeng et al. (2018b): ZmCCT9 enhances maize adaptation to higher latitudes. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115 (2), E334-E341. DOI: 10.1073/pnas.1718058115.
- Hummel, Aaron W.; Chauhan, Raj Deepika; Cermak, Tomas; Mutka, Andrew M.; Vijayaraghavan, Anupama; Boyher, Adam et al. (2018): Allele exchange at the EPSPS locus confers glyphosate tolerance in cassava. In: *Plant biotechnology journal* 16 (7), S. 1275–1282. DOI: 10.1111/pbi.12868.
- Ito, Yasuhiro; Nishizawa-Yokoi, Ayako; Endo, Masaki; Mikami, Masafumi; Toki, Seiichi (2015): CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of the RIN locus that regulates tomato fruit ripening. In: *Biochemical and biophysical research communications* 467 (1), S. 76–82. DOI: 10.1016/j.bbrc.2015.09.117.

- Ji Xin, Li Fei, YAN Yun, SUN HongZheng, ZHANG Jing, LI JunZhou, PENG Ting, DU YanXiu, ZHAO QuanZhi (2017): CRISPR/Cas9 System-Based Editing of Phytochrome-Interacting Factor OsPIL15. DOI: 10.3864/j.issn.0578-1752.2017.15.002.
- Jia, Hongge; Orbovic, Vladimir; Jones, Jeffrey B.; Wang, Nian (2016): Modification of the PthA4 effector binding elements in Type I CsLOB1 promoter using Cas9/sgRNA to produce transgenic Duncan grapefruit alleviating Xcc $\Delta$ pthA4:dCsLOB1.3 infection. In: *Plant biotechnology journal* 14 (5), S. 1291–1301. DOI: 10.1111/pbi.12495.
- Jia, Hongge; Zhang, Yunzeng; Orbović, Vladimir; Xu, Jin; White, Frank F.; Jones, Jeffrey B.; Wang, Nian (2017): Genome editing of the disease susceptibility gene CsLOB1 in citrus confers resistance to citrus canker. In: *Plant biotechnology journal* 15 (7), S. 817–823. DOI: 10.1111/pbi.12677.
- Jiang, Wen Zhi; Henry, Isabelle M.; Lynagh, Peter G.; Comai, Luca; Cahoon, Edgar B.; Weeks, Donald P. (2017): Significant enhancement of fatty acid composition in seeds of the allohexaploid, *Camelina sativa*, using CRISPR/Cas9 gene editing. In: *Plant biotechnology journal* 15 (5), S. 648–657. DOI: 10.1111/pbi.12663.
- Park, Jong-Jin; Yoo, Chang Geun; Flanagan, Amy; Pu, Yunqiao; Debnath, Smriti; Ge, Yaxin et al. (2017): Defined tetra-allelic gene disruption of the 4-coumarate:coenzyme A ligase 1 (Pv4CL1) gene by CRISPR/Cas9 in switchgrass results in lignin reduction and improved sugar release. In: *Biotechnology for biofuels* 10, S. 284. DOI: 10.1186/s13068-017-0972-0.
- Jung, Je Hyeong; Altpeter, Fredy (2016): TALEN mediated targeted mutagenesis of the caffeic acid O-methyltransferase in highly polyploid sugarcane improves cell wall composition for production of bioethanol. In: *Plant molecular biology* 92 (1-2), S. 131–142. DOI: 10.1007/s11103-016-0499-y.
- Kannan, Baskaran; Jung, Je Hyeong; Moxley, Geoffrey W.; Lee, Sun-Mi; Altpeter, Fredy (2018): TALEN-mediated targeted mutagenesis of more than 100 COMT copies/alleles in highly polyploid sugarcane improves saccharification efficiency without compromising biomass yield. In: *Plant Biotechnol J* 16 (4), S. 856–866. DOI: 10.1111/pbi.12833.
- Kim, Dongjin; Alptekin, Burcu; Budak, Hikmet (2018): CRISPR/Cas9 genome editing in wheat. In: *Functional & integrative genomics* 18 (1), S. 31–41. DOI: 10.1007/s10142-017-0572-x.
- Klap, Chen; Yeshayahou, Ester; Bolger, Anthony M.; Arazi, Tzahi; Gupta, Suresh K.; Shabtai, Sara et al. (2017): Tomato facultative parthenocarpy results from SIAGAMOUS-LIKE 6 loss of function. In: *Plant biotechnology journal* 15 (5), S. 634–647. DOI: 10.1111/pbi.12662.
- Kui, Ling; Chen, Haitao; Zhang, Weixiong; He, Simei; Xiong, Zijun; Zhang, Yesheng et al. (2016): Building a Genetic Manipulation Tool Box for Orchid Biology. Identification of Constitutive Promoters and Application of CRISPR/Cas9 in the Orchid, *Dendrobium officinale*. In: *Frontiers in plant science* 7, S. 2036. DOI: 10.3389/fpls.2016.02036.
- Lee, Jeongeun; Nonaka, Satoko; Takayama, Mariko; Ezura, Hiroshi (2018): Utilization of a Genome-Edited Tomato (*Solanum lycopersicum*) with High Gamma Aminobutyric Acid Content in Hybrid Breeding. In: *J. Agric. Food Chem.* 66 (4), S. 963–971. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b05171.
- Li, Meiru; Li, Xiaoxia; Zhou, Zejiao; Wu, Pingzhi; Fang, Maichun; Pan, Xiaoping et al. (2016a): Reassessment of the Four Yield-related Genes Gn1a, DEP1, GS3, and IPA1 in Rice Using a CRISPR/Cas9 System. In: *Frontiers in plant science* 7, S. 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2016.00377.
- Li, Ting; Liu, Bo; Spalding, Martin H.; Weeks, Donald P.; Yang, Bing (2012): High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. In: *Nature biotechnology* 30 (5), S. 390–392. DOI: 10.1038/nbt.2199.
- Li, Zhongsen; Liu, Zhan-Bin; Xing, Aiqiu; Moon, Bryan P.; Koellhoffer, Jessica P.; Huang, Lingxia et al. (2015): Cas9-Guide RNA Directed Genome Editing in Soybean. In: *Plant physiology* 169 (2), S. 960–970. DOI: 10.1104/pp.15.00783.
- Li, Jun; Meng, Xiangbing; Zong, Yuan; Chen, Kunling; Zhang, Huawei; Liu, Jinxing et al. (2016b): Gene replacements and insertions in rice by intron targeting using CRISPR-Cas9. In: *NPLANTS* 2, S. 1–6. DOI: 10.1038/nplants.2016.139.
- Li, Xindi; Wang, Yanning; Chen, Sha; Tian, Huiqin; Fu, Daqi; Zhu, Benzong et al. (2018): Lycopene Is Enriched in Tomato Fruit by CRISPR/Cas9-Mediated Multiplex Genome Editing. In: *Front. Plant Sci.* 9, S. 179. DOI: 10.3389/fpls.2018.00559.

- Li, Xiufeng; Zhou, Wenjia; Ren, Yuekun; Tian, Xiaojie; Lv, Tianxiao; Wang, Zhenyu et al. (2017): High-efficiency breeding of early-maturing rice cultivars via CRISPR/Cas9-mediated genome editing. In: *Journal of genetics and genomics = Yi chuan xue bao* 44 (3), S. 175–178. DOI: 10.1016/j.jgg.2017.02.001.
- Liao, Yongxiang; Bai, Que; Xu, Peizhou; Wu, Tingkai; Guo, Daiming; Peng, Yongbin et al. (2018): Mutation in Rice Abscisic Acid2 Results in Cell Death, Enhanced Disease-Resistance, Altered Seed Dormancy and Development. In: *Front. Plant Sci.* 9, S. 1248. DOI: 10.3389/fpls.2018.00405.
- Liu, Yang; Merrick, Paul; Zhang, Zhengzhi; Ji, Chonghui; Yang, Bing; Fei, Shui-zhang (2018): Targeted mutagenesis in tetraploid switchgrass (*Panicum virgatum* L.) using CRISPR/Cas9. In: *Plant Biotechnol J* 16 (2), S. 381–393. DOI: 10.1111/pbi.12778.
- Liu, Lingtong; Zheng, Canhui; Kuang, Baijan; Wei, Liqin; Yan, Longfeng; Wang, Tai (2016): Receptor-Like Kinase RUPO Interacts with Potassium Transporters to Regulate Pollen Tube Growth and Integrity in Rice. In: *PLoS genetics* 12 (7), e1006085. DOI: 10.1371/journal.pgen.1006085.
- Lor, Vai S.; Starker, Colby G.; Voytas, Daniel F.; Weiss, David; Olszewski, Neil E. (2014): Targeted mutagenesis of the tomato PROCERA gene using transcription activator-like effector nucleases. In: *Plant physiology* 166 (3), S. 1288–1291. DOI: 10.1104/pp.114.247593.
- Lu, Kai; Wu, Bowen; Wang, Jie; Zhu, Wei; Nie, Haipeng; Qian, Junjie et al. (2018): Blocking amino acid transporter OsAAP3 improves grain yield by promoting outgrowth buds and increasing tiller number in rice. In: *Plant Biotechnol J* 50, S. 1416. DOI: 10.1111/pbi.12907.
- Lu, Yuming; Zhu, Jian-Kang (2017): Precise Editing of a Target Base in the Rice Genome Using a Modified CRISPR/Cas9 System. In: *Molecular plant* 10 (3), S. 523–525. DOI: 10.1016/j.molp.2016.11.013.
- Ma, Lei; Zhu, Fugui; Li, Zhenwei; Zhang, Jianfu; Li, Xin; Dong, Jiangli; Wang, Tao (2015): TALEN-Based Mutagenesis of Lipoxxygenase LOX3 Enhances the Storage Tolerance of Rice (*Oryza sativa*) Seeds. In: *PLoS one* 10 (12), e0143877. DOI: 10.1371/journal.pone.0143877.
- Macovei, Anca; Sevilla, Neah R.; Cantos, Christian; Jonson, Gilda B.; Slamet-Loedin, Inez; Čermák, Tomáš et al. (2018): Novel alleles of rice eIF4G generated by CRISPR/Cas9-targeted mutagenesis confer resistance to Rice tungro spherical virus. In: *Plant Biotechnol J* 47, S. 417. DOI: 10.1111/pbi.12927.
- Mahfouz, Magdy; Tashkandi, Manal; Ali, Zahir; Aljedaani, Fatimah; Shami, Ashwag (2017): Engineering resistance against Tomato yellow leaf curl virus via the CRISPR/Cas9 system in tomato. DOI: 10.1101/237735.
- Modrzejewski, Dominik; Hartung, Frank; Sprink, Thorben; Krause, Dörthe; Kohl, Christian; Schiemann, Joachim; Wilhelm, Ralf (2018): What is the available evidence for the application of genome editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off-target effects: a systematic map protocol. In: *Environ Evid* 7 (1), S. 11. DOI: 10.1186/s13750-018-0130-6.
- Morineau, Céline; Bellec, Yannick; Tellier, Frédérique; Gissot, Lionel; Kelemen, Zsolt; Nogué, Fabien; Faure, Jean-Denis (2017): Selective gene dosage by CRISPR-Cas9 genome editing in hexaploid *Camelina sativa*. In: *Plant biotechnology journal* 15 (6), S. 729–739. DOI: 10.1111/pbi.12671.
- Nakayasu, Masaru; Akiyama, Ryota; Lee, Hyoung Jae; Osakabe, Keishi; Osakabe, Yuriko; Watanabe, Bunta et al. (2018): Generation of  $\alpha$ -solanine-free hairy roots of potato by CRISPR/Cas9 mediated genome editing of the St16DOX gene. In: *Plant physiology and biochemistry : PPB*. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.04.026.
- Nekrasov, Vladimir; Wang, Congmao; Win, Joe; Lanz, Christa; Weigel, Detlef; Kamoun, Sophien (2017): Rapid generation of a transgene-free powdery mildew resistant tomato by genome deletion. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 482. DOI: 10.1038/s41598-017-00578-x.
- Nieves-Cordones, Manuel; Mohamed, Sonia; Tanoi, Keitaro; Kobayashi, Natsuko I.; Takagi, Keiko; Vernet, Aurore et al. (2017): Production of low-Cs<sup>+</sup> rice plants by inactivation of the K<sup>+</sup> transporter OSHAK1 with the CRISPR-Cas system. In: *The Plant journal : for cell and molecular biology* 92 (1), S. 43–56. DOI: 10.1111/tpj.13632.

- Njuguna, Elizabeth; Coussens, Griet; Aesaert, Stijn; Neyt, Piet; Anami, Sylvester; van Lijsebettens, Mieke (2018): Modulation of energy homeostasis in maize and Arabidopsis to develop lines tolerant to drought, genotoxic and oxidative stresses. In: *AF* 30 (2). DOI: 10.21825/af.v30i2.8080.
- Nonaka, Satoko; Arai, Chikako; Takayama, Mariko; Matsukura, Chiaki; Ezura, Hiroshi (2017): Efficient increase of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) content in tomato fruits by targeted mutagenesis. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 7057. DOI: 10.1038/s41598-017-06400-y.
- Okuzaki, Ayako; Ogawa, Takumi; Koizuka, Chie; Kaneko, Kanako; Inaba, Mizue; Imamura, Jun; Koizuka, Nobuya (2018): CRISPR/Cas9-mediated genome editing of the fatty acid desaturase 2 gene in *Brassica napus*. In: *Plant physiology and biochemistry* : PPB. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.04.025.
- Okuzaki, A.; Toriyama, K. (2004): Chimeric RNA/DNA oligonucleotide-directed gene targeting in rice. In: *Plant cell reports* 22 (7), S. 509–512. DOI: 10.1007/s00299-003-0698-2.
- Ozseyhan, Mehmet E.; Kang, Jinling; Mu, Xiaopeng; Lu, Chaofu (2018): Mutagenesis of the FAE1 genes significantly changes fatty acid composition in seeds of *Camelina sativa*. In: *Plant physiology and biochemistry* : PPB 123, S. 1–7. DOI: 10.1016/j.plaphy.2017.11.021.
- Peng, Aihong; Chen, Shanchun; Lei, Tiangang; Xu, Lanzhen; He, Yongrui; Wu, Liu et al. (2017): Engineering canker-resistant plants through CRISPR/Cas9-targeted editing of the susceptibility gene *CsLOB1* promoter in citrus. In: *Plant biotechnology journal* 15 (12), S. 1509–1519. DOI: 10.1111/pbi.12733.
- Qi, Xiantao; Le Dong; Liu, Changlin; Mao, Long; Liu, Fang; Zhang, Xin et al. (2018): Systematic identification of endogenous RNA polymerase III promoters for efficient RNA guide-based genome editing technologies in maize. In: *The Crop Journal* 6 (3), S. 314–320. DOI: 10.1016/j.cj.2018.02.005.
- Qian, Wenjing; Wu, Chao; Fu, Yaping; Hu, Guocheng; He, Zhengquan; Liu, Wenzhen (2017): Novel rice mutants overexpressing the brassinosteroid catabolic gene *CYP734A4*. In: *Plant molecular biology* 93 (1-2), S. 197–208. DOI: 10.1007/s11103-016-0558-4.
- Rodríguez-Leal, Daniel; Lemmon, Zachary H.; Man, Jarrett; Bartlett, Madelaine E.; Lippman, Zachary B. (2017): Engineering Quantitative Trait Variation for Crop Improvement by Genome Editing. In: *Cell* 171 (2), 470-480.e8. DOI: 10.1016/j.cell.2017.08.030.
- Ruiter, René; van den Brande, Ilse; Stals, Ellen; Delauré, Stijn; Cornelissen, Marc; D'Halluin, Kathleen (2003): Spontaneous mutation frequency in plants obscures the effect of chimeraplasty. In: *Plant molecular biology* 53 (5), S. 675–689. DOI: 10.1023/b:plan.0000019111.96107.01.
- Sánchez-León, Susana; Gil-Humanes, Javier; Ozuna, Carmen V.; Giménez, María J.; Sousa, Carolina; Voytas, Daniel F.; Barro, Francisco (2017): Low-gluten, nontransgenic wheat engineered with CRISPR/Cas9. In: *Plant biotechnology journal*. DOI: 10.1111/pbi.12837.
- Sauer, Noel J.; Narváez-Vásquez, Javier; Mozoruk, Jerry; Miller, Ryan B.; Warburg, Zachary J.; Woodward, Melody J. et al. (2016): Oligonucleotide-Mediated Genome Editing Provides Precision and Function to Engineered Nucleases and Antibiotics in Plants. In: *Plant physiology* 170 (4), S. 1917–1928. DOI: 10.1104/pp.15.01696.
- Shan, Qiwei; Zhang, Yi; Chen, Kunling; Zhang, Kang; Gao, Caixia (2015): Creation of fragrant rice by targeted knockout of the *OsBADH2* gene using TALEN technology. In: *Plant biotechnology journal* 13 (6), S. 791–800. DOI: 10.1111/pbi.12312.
- SHEN Lan, LI Jian, FU Yaping, WANG Junjie, HUA Yufeng, JIAO Xiaozhen, YAN Changjie, WANG Kejian (2017a): Orientation Improvement of Grain Length and Grain Number in Rice by Using CRISPR/Cas9 System. DOI: 10.16819/j.1001-7216.2017.7029.
- Shen, Lan; Hua, Yufeng; Fu, Yaping; Li, Jian; Liu, Qing; Jiao, Xiaozhen et al. (2017b): Rapid generation of genetic diversity by multiplex CRISPR/Cas9 genome editing in rice. In: *Science China. Life sciences* 60 (5), S. 506–515. DOI: 10.1007/s11427-017-9008-8.
- Shen, Lan; Wang, Chun; Fu, Yaping; Wang, Junjie; Liu, Qing; Zhang, Xiaoming et al. (2016): QTL editing confers opposing yield performance in different rice varieties. In: *Journal of integrative plant biology*. DOI: 10.1111/jipb.12501.

- Shi, Jinrui; Gao, Huirong; Wang, Hongyu; Lafitte, H. Renee; Archibald, Rayeann L.; Yang, Meizhu et al. (2017): ARGOS8 variants generated by CRISPR-Cas9 improve maize grain yield under field drought stress conditions. In: *Plant biotechnology journal* 15 (2), S. 207–216. DOI: 10.1111/pbi.12603.
- Shimatani, Zenpei; Fujikura, Ushio; Ishii, Hisaki; Matsui, Yusuke; Suzuki, Minoru; Ueke, Yuki et al. (2018): Inheritance of co-edited genes by CRISPR-based targeted nucleotide substitutions in rice. In: *Plant physiology and biochemistry : PPB*. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.04.028.
- Shimatani, Zenpei; Kashojiya, Sachiko; Takayama, Mariko; Terada, Rie; Arazoe, Takayuki; Ishii, Hisaki et al. (2017): Targeted base editing in rice and tomato using a CRISPR-Cas9 cytidine deaminase fusion. In: *Nature biotechnology* 35 (5), S. 441–443. DOI: 10.1038/nbt.3833.
- Shukla, Vipula K.; Doyon, Yannick; Miller, Jeffrey C.; DeKolver, Russell C.; Moehle, Erica A.; Worden, Sarah E. et al. (2009): Precise genome modification in the crop species *Zea mays* using zinc-finger nucleases. In: *Nature* 459 (7245), S. 437–441. DOI: 10.1038/nature07992.
- Soyk, Sebastian; Müller, Niels A.; Park, Soon Ju; Schmalenbach, Inga; Jiang, Ke; Hayama, Ryosuke et al. (2017): Variation in the flowering gene SELF PRUNING 5G promotes day-neutrality and early yield in tomato. In: *Nature genetics* 49 (1), S. 162–168. DOI: 10.1038/ng.3733.
- Sun, Yongwei; Jiao, Guiai; Liu, Zupei; Zhang, Xin; Li, Jingying; Guo, Xiuping et al. (2017): Generation of High-Amylose Rice through CRISPR/Cas9-Mediated Targeted Mutagenesis of Starch Branching Enzymes. In: *Frontiers in plant science* 8, S. 1–15. DOI: 10.3389/fpls.2017.00298.
- Sun, Yongwei; Zhang, Xin; Wu, Chuanyin; He, Yubing; Ma, Youzhi; Hou, Han et al. (2016): Engineering Herbicide-Resistant Rice Plants through CRISPR/Cas9-Mediated Homologous Recombination of Acetolactate Synthase. In: *Molecular plant* 9 (4), S. 628–631. DOI: 10.1016/j.molp.2016.01.001.
- Svitashev, Sergei; Schwartz, Christine; Lenderts, Brian; Young, Joshua K.; Mark Cigan, A. (2016): Genome editing in maize directed by CRISPR-Cas9 ribonucleoprotein complexes. In: *Nature communications* 7, S. 1–7. DOI: 10.1038/ncomms13274.
- Svitashev, Sergei; Young, Joshua K.; Schwartz, Christine; Gao, Huirong; Falco, S. Carl; Cigan, A. Mark (2015): Targeted Mutagenesis, Precise Gene Editing, and Site-Specific Gene Insertion in Maize Using Cas9 and Guide RNA. In: *Plant physiology* 169 (2), S. 931–945. DOI: 10.1104/pp.15.00793.
- Tang, Li; Mao, Bigang; Li, Yaokui; Lv, Qiming; Zhang, LiPing; Chen, Caiyan et al. (2017): Knockout of OsNramp5 using the CRISPR/Cas9 system produces low Cd-accumulating indica rice without compromising yield. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 14438. DOI: 10.1038/s41598-017-14832-9.
- Toledo Thomazella, Daniela Paula de; Brail, Quinton; Dahlbeck, Douglas; Staskawicz, Brian J. (2016): CRISPR-Cas9 mediated mutagenesis of a DMR6 ortholog in tomato confers broad-spectrum disease resistance, S. 1–23. DOI: 10.1101/064824.
- Ueta, Risa; Abe, Chihiro; Watanabe, Takahito; Sugano, Shigeo S.; Ishihara, Ryosuke; Ezura, Hiroshi et al. (2017): Rapid breeding of parthenocarpic tomato plants using CRISPR/Cas9. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 507. DOI: 10.1038/s41598-017-00501-4.
- Wang, Feng-Zhu; Chen, Mo-Xian; Yu, Lu-Jun; Xie, Li-Juan; Yuan, Li-Bing; Qi, Hua et al. (2017a): OsARM1, an R2R3 MYB Transcription Factor, Is Involved in Regulation of the Response to Arsenic Stress in Rice. In: *Frontiers in plant science* 8, S. 1868. DOI: 10.3389/fpls.2017.01868.
- Wang, Yanpeng; Cheng, Xi; Shan, Qiwei; Zhang, Yi; Liu, Jinxing; Gao, Caixia; Qiu, Jin-Long (2014): Simultaneous editing of three homoeoalleles in hexaploid bread wheat confers heritable resistance to powdery mildew. In: *Nature biotechnology* 32 (9), S. 947–951. DOI: 10.1038/nbt.2969.
- Wang, Mugui; Liu, Yujun; Zhang, Cuicui; Liu, Jianping; Liu, Xin; Wang, Liangchao et al. (2015): Gene editing by co-transformation of TALEN and chimeric RNA/DNA oligonucleotides on the rice OsEPSPS gene and the inheritance of mutations. In: *PloS one* 10 (4), e0122755. DOI: 10.1371/journal.pone.0122755.

- Wang, Yanling; Meng, Zhigang; Liang, Chengzhen; Meng, Zhaohong; Wang, Yuan; Sun, Guoqing et al. (2017c): Increased lateral root formation by CRISPR/Cas9-mediated editing of arginase genes in cotton. In: *Science China. Life sciences* 60 (5), S. 524–527. DOI: 10.1007/s11427-017-9031-y.
- Wang, Wei; Pan, Qianli; He, Fei; Akhunova, Alina; Chao, Shiaoman; Trick, Harold; Akhunov, Eduard (2018b): Transgenerational CRISPR-Cas9 Activity Facilitates Multiplex Gene Editing in Allopolyploid Wheat. In: *The CRISPR Journal* 1 (1), S. 65–74. DOI: 10.1089/crispr.2017.0010.
- Wang, Jun; Tian, Dongsheng; Gu, Keyu; Yang, Xiaobei; Wang, Lanlan; Zeng, Xuan; Yin, Zhongchao (2017b): Induction of Xa10-like Genes in Rice Cultivar Nipponbare Confers Disease Resistance to Rice Bacterial Blight. In: *Molecular plant-microbe interactions : MPMI* 30 (6), S. 466–477. DOI: 10.1094/MPMI-11-16-0229-R.
- Wang, Xianhang; Tu, Mingxing; Wang, Dejun; Liu, Jianwei; Li, Yajuan; Li, Zhi et al. (2018a): CRISPR/Cas9-mediated efficient targeted mutagenesis in grape in the first generation. In: *Plant Biotechnol J* 16 (4), S. 844–855. DOI: 10.1111/pbi.12832.
- Wang, Fujun; Wang, Chunlian; Liu, Piqing; Lei, Cailin; Hao, Wei; GAO, Ying et al. (2016): Enhanced Rice Blast Resistance by CRISPR/Cas9-Targeted Mutagenesis of the ERF Transcription Factor Gene OsERF922. In: *PloS one* 11 (4), e0154027. DOI: 10.1371/journal.pone.0154027.
- Watanabe, Kenta; Kobayashi, Anna; Endo, Masaki; Sage-Ono, Kimiyo; Toki, Seiichi; Ono, Michiyuki (2017a): CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of the dihydroflavonol-4-reductase-B (DFR-B) locus in the Japanese morning glory *Ipomoea (Pharbitis) nil*. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 10028. DOI: 10.1038/s41598-017-10715-1.
- Watanabe, Kenta; Oda-Yamamizo, Chihiro; Sage-Ono, Kimiyo; Ohmiya, Akemi; Ono, Michiyuki (2017b): Alteration of flower colour in *Ipomoea nil* through CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of carotenoid cleavage dioxygenase 4. In: *Transgenic research* 27 (1), S. 25–38. DOI: 10.1007/s11248-017-0051-0.
- Wen, Shijie; Liu, Hao; Li, Xingyu; Chen, Xiaoping; Hong, Yanbin; Li, Haifen et al. (2018): TALEN-mediated targeted mutagenesis of fatty acid desaturase 2 (FAD2) in peanut (*Arachis hypogaea* L.) promotes the accumulation of oleic acid. In: *Plant molecular biology* 97 (1-2), S. 177–185. DOI: 10.1007/s11103-018-0731-z.
- Xie, Xiaodong; Qin, Guangyong; Si, Ping; Luo, Zhaopeng; Gao, Junping; Chen, Xia et al. (2017b): Analysis of *Nicotiana tabacum* PIN genes identifies NtPIN4 as a key regulator of axillary bud growth. In: *Physiologia plantarum* 160 (2), S. 222–239. DOI: 10.1111/ppl.12547.
- Xie, Chuanmiao; Zhang, Ge; Zhang, Yuman; Song, Xiaoguang; Guo, Hongyan; Chen, Xiaoying; Fang, Rongxiang (2017a): SRWD1, a novel target gene of DELLA and WRKY proteins, participates in the development and immune response of rice (*Oryza sativa* L.). In: *Science Bulletin* 62 (24), S. 1639–1648. DOI: 10.1016/j.scib.2017.12.002.
- Xu, Rongfang; Yang, Yachun; Qin, Ruiying; Li, Hao; Qiu, Chunhong; Li, Li et al. (2016): Rapid improvement of grain weight via highly efficient CRISPR/Cas9-mediated multiplex genome editing in rice. In: *Journal of genetics and genomics = Yi chuan xue bao* 43 (8), S. 529–532. DOI: 10.1016/j.jgg.2016.07.003.
- Yang, Yang; Zhu, Kaiyu; Li, Huailin; Han, Shaoqing; Meng, Qingwei; Khan, Shahid Ullah et al. (2018): Precise editing of CLAVATA genes in *Brassica napus* L. regulates multilocular silique development. In: *Plant Biotechnol J* 16 (7), S. 1322–1335. DOI: 10.1111/pbi.12872.
- Ye, Ying; Li, Peng; Xu, Tangqian; Zeng, Liting; Cheng, Deng; Yang, Meng et al. (2017): OsPT4 Contributes to Arsenate Uptake and Transport in Rice. In: *Front. Plant Sci.* 8, S. 311. DOI: 10.3389/fpls.2017.02197.
- Yu, Qing-hui; Wang, Baike; Li, Ning; Tang, Yaping; Yang, Shengbao; Yang, Tao et al. (2017): CRISPR/Cas9-induced Targeted Mutagenesis and Gene Replacement to Generate Long-shelf Life Tomato Lines. In: *Scientific reports* 7 (1), S. 818. DOI: 10.1038/s41598-017-12262-1.
- Zhang, Yunwei; Bai, Yang; Wu, Guangheng; Zou, Shenghao; Chen, Yongfang; Gao, Caixia; Tang, Dingzhong (2017): Simultaneous modification of three homoeologs of TaEDR1 by genome editing enhances powdery mildew resistance in wheat. In: *The Plant journal : for cell and molecular biology* 91 (4), S. 714–724. DOI: 10.1111/tpj.13599.



- Zhang, Yi; Li, Da; Zhang, Dingbo; Zhao, Xiaoge; Cao, Xuemin; Dong, Lingli et al. (2018b): Analysis of the functions of TaGW2 homoeologs in wheat grain weight and protein content traits. In: *The Plant Journal* 94 (5), S. 857–866. DOI: 10.1111/tpj.13903.
- Zhang, Jinshan; Zhang, Hui; Botella, José Ramón; Zhu, Jian-Kang (2018a): Generation of new glutinous rice by CRISPR/Cas9-targeted mutagenesis of the Waxy gene in elite rice varieties. In: *J. Integr. Plant Biol.* 60 (5), S. 369–375. DOI: 10.1111/jipb.12620.
- Zhou, Xiaohong; Jacobs, Thomas B.; Xue, Liang-Jiao; Harding, Scott A.; Tsai, Chung-Jui (2015b): Exploiting SNPs for biallelic CRISPR mutations in the outcrossing woody perennial *Populus* reveals 4-coumarate:CoA ligase specificity and redundancy. In: *The New phytologist* 208 (2), S. 298–301. DOI: 10.1111/nph.13470.
- Zhou, Xiaogang; Liao, Haicheng; Chern, Mawsheng; Yin, Junjie; Chen, Yufei; Wang, Jianping et al. (2018b): Loss of function of a rice TPR-domain RNA-binding protein confers broad-spectrum disease resistance. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115 (12), S. 3174–3179. DOI: 10.1073/pnas.1705927115.
- Zhou, Junhui; Peng, Zhao; Long, Juying; Sosso, Davide; Liu, Bo; Eom, Joon-Seob et al. (2015a): Gene targeting by the TAL effector PthXo2 reveals cryptic resistance gene for bacterial blight of rice. In: *The Plant journal : for cell and molecular biology* 82 (4), S. 632–643. DOI: 10.1111/tpj.12838.
- Zhou, Zheng; Tan, Hexin; Li, Qing; Chen, Junfeng; Gao, Shouhong; Wang, Yun et al. (2018a): CRISPR/Cas9-mediated efficient targeted mutagenesis of RAS in *Salvia miltiorrhiza*. In: *Phytochemistry* 148, S. 63–70. DOI: 10.1016/j.phytochem.2018.01.015.
- Zhou, Junhui; Wang, Guoming; Liu, Zhongchi (2018c): Efficient genome editing of wild strawberry genes, vector development and validation. In: *Plant Biotechnol J* 166, S. 1292. DOI: 10.1111/pbi.12922.
- Zhu, T.; Mettenburg, K.; Peterson, D. J.; Tagliani, L.; Baszczyński, C. L. (2000): Engineering herbicide-resistant maize using chimeric RNA/DNA oligonucleotides. In: *Nature biotechnology* 18 (5), S. 555–558. DOI: 10.1038/75435.
- Zhu, T.; Peterson, D. J.; Tagliani, L.; St. Clair, G.; Baszczyński, C. L.; Bowen, B. (1999): Targeted manipulation of maize genes in vivo using chimeric RNA/DNA oligonucleotides. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (15), S. 8768–8773. DOI: 10.1073/pnas.96.15.8768.