

Fit für den Klimawandel

Stresstolerante Pflanzen zur effizienten Energiegewinnung

Dr. Tobias Brüggemann

Thünen-Institut für Forstgenetik, Großhansdorf bei Hamburg



Hannover
22.05.2019

Über mich

Promotion an der Universität Hamburg

Post Doc am Thünen-Institut für Forstgenetik,
Arbeitsbereich Genomforschung

Forschungsschwerpunkte:

- Genetik der Pappeln
- Transformationssysteme
- Gewebekultursysteme
- Genomeditierung
- CRISPR/Cas
- Wissenschaftskommunikation

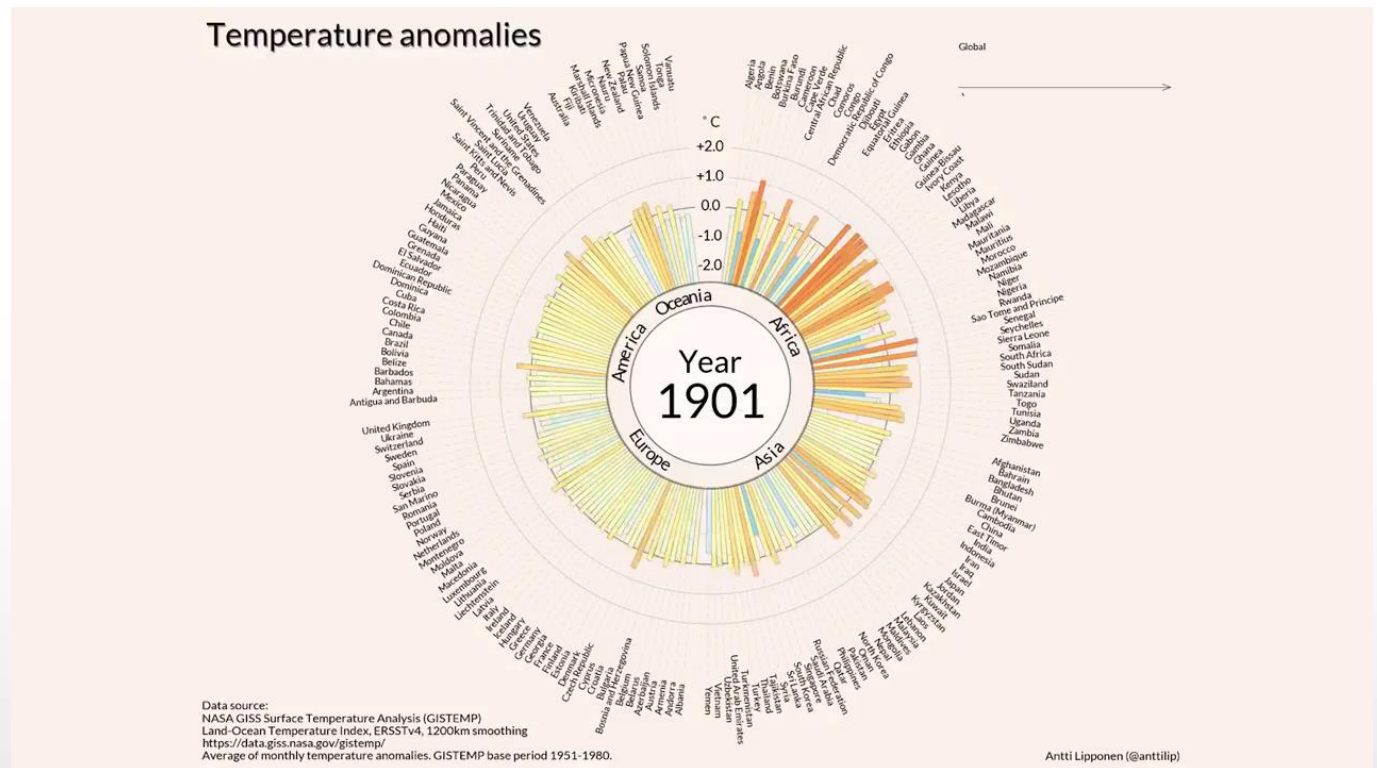


Karte: NordNordWest



Klimawandel

Temperatur-Abweichungen in einzelnen Ländern von 1900 bis 2016



Data from NASA

Visualisation by Antti Lipponen of the Finnish Meteorological Institute

Auswirkungen auf Nutzpflanzenenerträge

Vorhersage der Nutzpflanzenenerträge bis 2050

Basis: Klimamodell "HadGEM2" aus Großbritannien



*International Food Policy Research Institute,
Washington DC, USA*

Stress für Nutzpflanzen



Trockenheit



Salz



Schadinsekten



Pathogene

Klassische Kreuzungszüchtung als Lösung?

Kreuzungszüchtung:

Zeitintensive Kreuzungen

Nicht optimierte Varietäten als
Kreuzungsmaterial

Gentechnik:

Kontrovers durch externes genetisches
Material

Genomeditierung:

Genaue, minimale Modifikationen ohne
externe Gene

Genomeditierung als neues Werkzeug

*Oligonucleotide-directed
mutagenesis*

ODM

CRISPR/Cas9

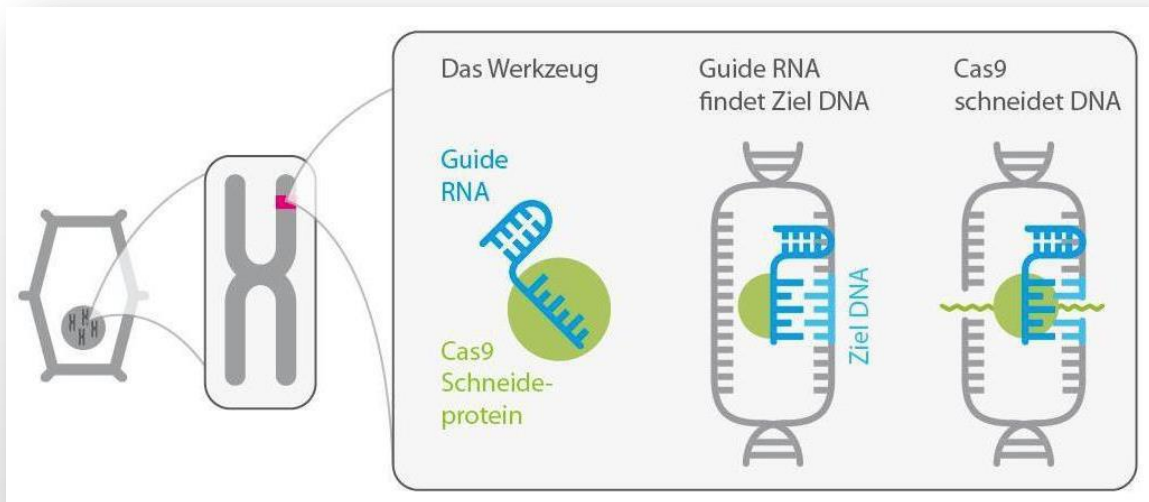
Zinkfinger-
Nukleasen

TALEN

*Transcription activator-like
effector nuclease*

Genomeditierung durch CRISPR/Cas9

1. gRNA als Schablone, fusioniert mit der Endonuklease Cas9
2. gRNA bindet an die Zielsequenz der DNA
3. Cas9 fügt einen Doppelstrangbruch in die DNA ein
4. Der Doppelstrangbruch wird fehlerhaft repariert, eine Mutation entsteht.



Wissenschaftlerkreis
Grüne Gentechnik

Genomeditierung durch TALEN

- Genscherer auf Proteinebene, wirkt ohne Nukleinsäure
- Schneidet sequenzspezifisch DNA
- Zeit- und kostenaufwendige Synthese

Stress für Nutzpflanzen



Trockenheit



Salz



Schadinsekten



Pathogene

Trockenheitsstress

KLIMAWANDEL

Große landwirtschaftliche Flächen werden Trockenheit ausgesetzt sein durch geringere Niederschläge

PROBLEM

Alle Pflanzenarten brauchen Wasser zum Überleben.

Wasser ist das Lösungsmittel für alle Mineralien und Stoffwechsel-Substanzen.

Ohne Wasser können Pflanzenzellen ihren inneren Zelldruck nicht aufrecht erhalten, wodurch sie welken.

Trockenheitstoleranz in Mais

HERAUSFORDERUNG

Trockenheit reduziert das Pflanzenwachstum durch weniger Ethylen. Zusätzlich haben die meisten anderen Gene eine reduzierte Aktivität.

IDEE

ARGOS8 ist ein Protein, das die Sensibilität von Pflanzen gegenüber dem Wachstumshormon Ethylen reduziert.

Wenn die Pflanze mehr ARGOS8 bildet, setzt sie das Wachstum sogar unter trockenen Bedingungen fort.

ERGEBNISSE

Der Regulator von *ARGOS8* wurde mit CRISPR/Cas editiert

Jetzt bleibt *ARGOS8* aktiv während der Trockenheit und unterstützt das Wachstum sowie höhere Erträge.

Pathogene

KLIMAWANDEL

Neue Pflanzenpathogene (Viren und Pilze) werden auftreten.

Erhöhte Temperaturen führen zu:

- Verkürzung der Entwicklung
- Verlängerung der Befallszeit
- Pathogene bleiben aktiv über den Winter

PROBLEM

Pflanzenpathogene verursachen unterschiedliche Krankheiten, die zu abnehmendem Ertrag oder Pflanzensterben führen.

Pathogene von Weizen

HERAUSFORDERUNG

Weizen-Mehltau führt zu Ertragsverlusten bis zu 25%

Züchtung von resistenten Varietäten ist schwierig wegen einer komplexen Genomstruktur (jedes Gen ist dreifach vorhanden)

IDEE

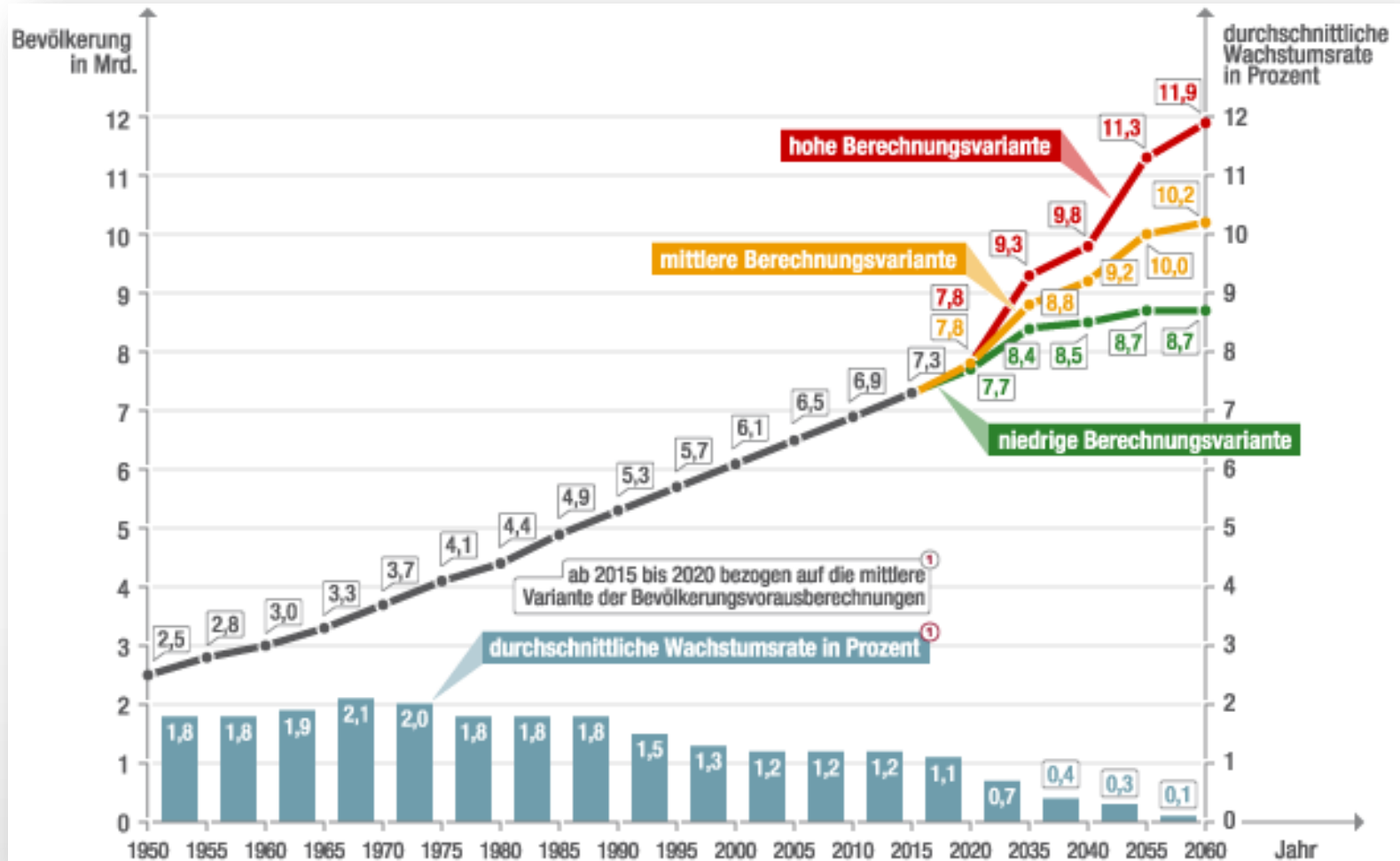
Das Protein MLO ermöglicht dem Mehltau das Eindringen in Pflanzenzellen.

Die *MLO*-Gene sollen ausgeschaltet werden.

ERGEBNIS

Mit TALEN wurden alle drei *MLO*-Gene ausgeschaltet. Weizenpflanzen können nicht mehr durch Mehltau befallen werden.

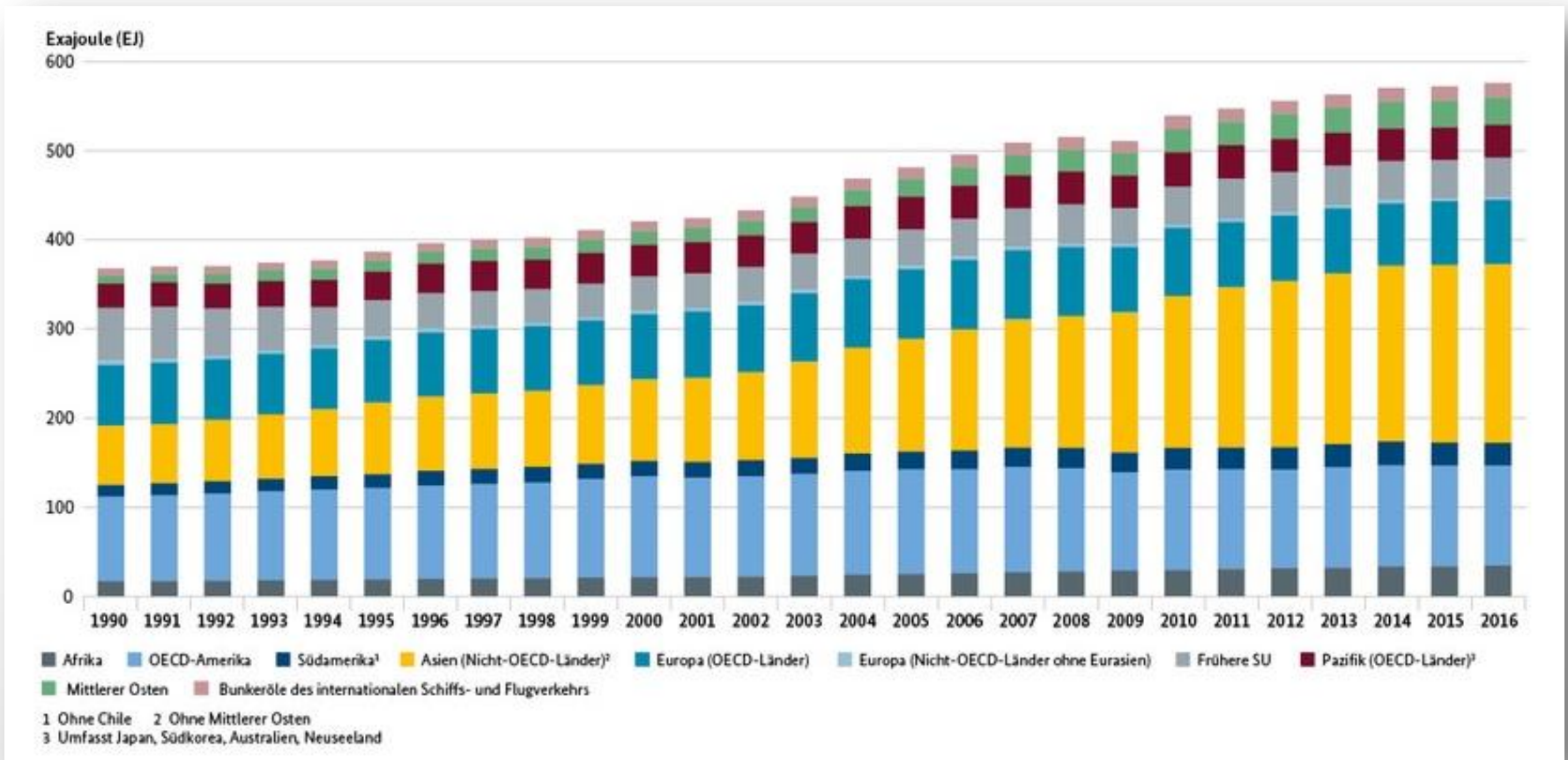
Steigende Weltbevölkerung



Quelle: UN – DESA, Population Division (2015): World Population Prospects: The 2015 Revision

<http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52699/bevoelkerungsentwicklung>

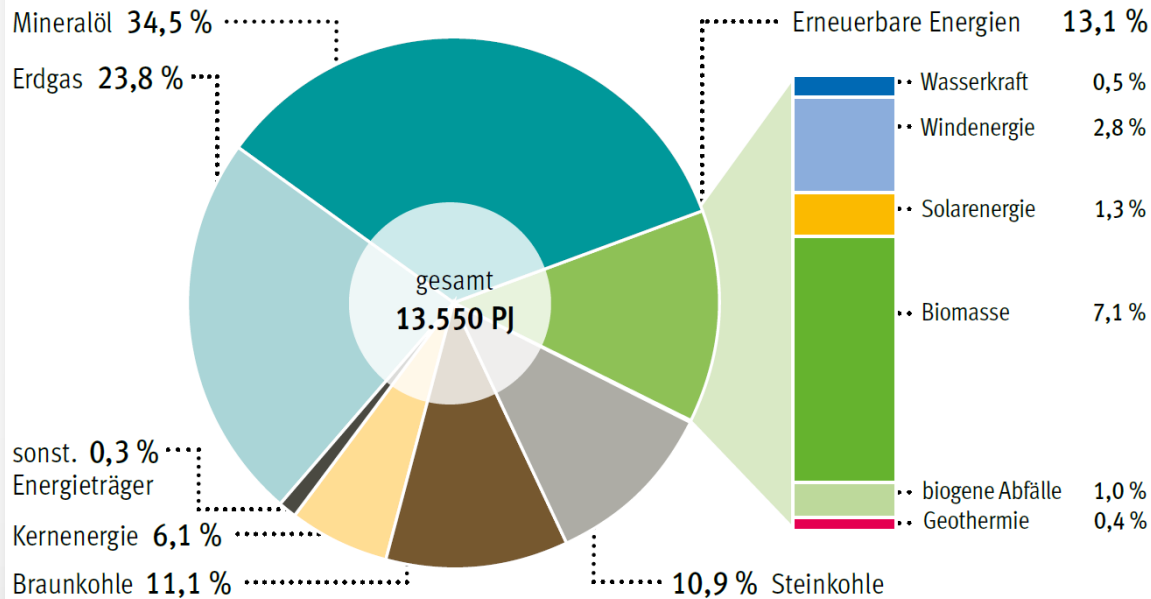
Steigender Energiebedarf



<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/Energiedaten/Internationaler-Energiemarkt/energiedaten-int-energiemarkt-46.html>

Regenerative Energieträger

Primärenergieverbrauch 2017



Quelle: FNR nach ZSW/AGEB (Februar 2018)

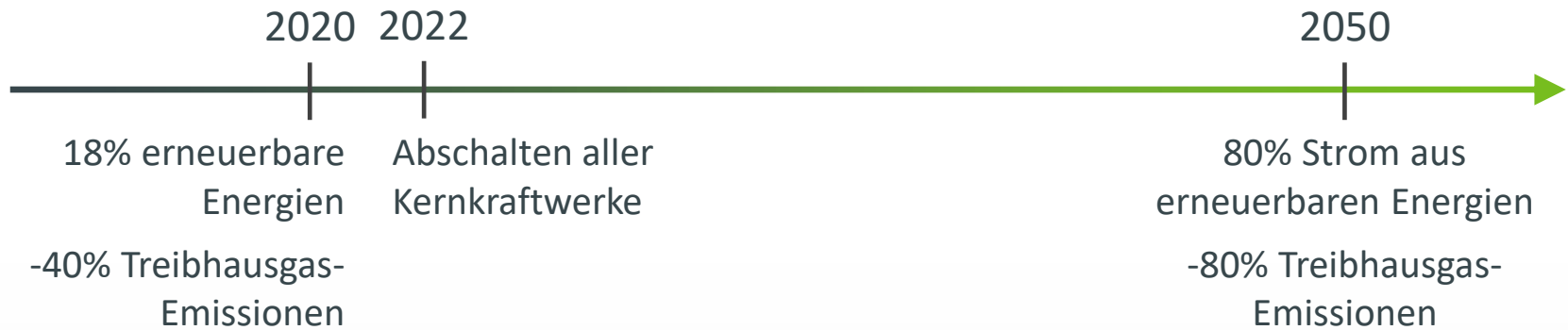
© FNR 2018

Vorteile der Biomasse:

- Dezentrale Herstellung
- Gute Lagerbarkeit
- Einfache Abrufbarkeit
- Umweltverträgliche Produktion

Regenerative Energieträger

Energiewende bis 2050



Nachwachsende Rohstoffe



Pappelholz als Energieträger

- Holzhackschnitzel oder Holzpellets
- 2017: 2,1 Mio. Tonnen Holzpellets in Deutschland verbraucht (FNR 2018)
- Für Biokraftstoffe ist Holz noch keine signifikante Quelle (Nieminen *et al.* 2012)

Brennwerte unterschiedlicher nachwachsender Rohstoffe (Kaltschmitt *et al.* 2009, FNR 2005)

Stroh, <i>Miscanthus</i>	18 MJ/kg
Fichten-Holz	19 MJ/kg
Pappel-Holz	20 MJ/kg
Bioethanol	27 MJ/kg
Rapsöl	37 MJ/kg

Pappeln im Kurzumtrieb

7.000 Hektar für Kurzumtriebsplantagen in Deutschland genutzt

76 Pappelklone und Klonmischungen in Deutschland zugelassen

Auch auf den KUPs kommt der Klimawandel an.



K. Pfennig, Thünen-Institut

Bäume zur Energiegewinnung optimieren

- Ertragssteigerung
 - Blatentwicklung
 - Belaubungszeit
 - Photosynthese-Effizienz
 - Verzweigung
 - Zellteilung
 - Biomassebildung
- Veränderung der Holzzusammensetzung
- Ökologische Anpassung
- Schutz der Ökosysteme



Ertragssteigerung

Durch transgene Überexpression wurde eine Beteiligung der Blütengene *SOC1* und *FUL* an der Biomassebildung ermittelt.

Die Überexpressionslinien blieben kleiner.

Das Ausschalten von *SOC1* + *FUL* sollte das Wachstum steigern!



Derzeitiger Ansatz: Mit CRISPR/Cas9 sollen alle fünf Gene ausgeschaltet werden, um eine Wachstumssteigerung zu erreichen.



Bruegmann & Fladung (2019)

<https://doi.org/10.1007/s11295-019-1326-9>

Ökologische Anpassung

Euphrat-Pappel *Populus euphratica*

Salz- und Trockenstresstoleranz durch

SCL4

SCL7

Transkriptionsfaktoren, auch in einheimischen Pappelarten vorhanden

Ökologische Anpassung

Haben *SCL4* und *SCL7* eine Auswirkung auf die Toleranz in einheimischen Pappeln?

SCL4

SCL7

SCL7

Transgene Überexpression zur Ermittlung eines Effekts auf die Toleranz

Mögliche Weiterentwicklung:

Über Genome Editing kann das Gen in einheimischen Pappeln aktiviert werden durch basengenaue Anpassung des Promoters

Zusammenfassung

- Der Klimawandel verursacht Probleme für wichtige Nutzpflanzen.
- Das Potential der klassischen Pflanzenzüchtung ist begrenzt.
- Genomeditierung kann bereits domestizierte Nutzpflanzen in einzelnen, festgelegten Merkmalen optimieren.
- Zur Energiegewinnung können schnellwachsende Baumarten auf Kurzumtriebsplantagen angebaut werden.
- Pappeln lassen sich durch Genomeditierung zielgerichtet und in einem überschaubaren Zeitrahmen optimieren.

Forschungsthemen auf YouTube

YouTube-Kanal „erforschtCRISPR“



Tobiology: DNA-freie Genomeditierung

erforschtCRISPR • 413 Aufrufe • vor 1 Monat

Mit Forstgenetiker Tobias geht es auf eine Zeitreise in die 1980er Jahre, in die Anfangszeiten der alten Gentechnik, bei der ...



Tobiology: Bäume im Klimawandel

erforschtCRISPR • 291 Aufrufe • vor 7 Monaten

Wegen ihrer langen Generationszeiten können sich Bäume nur schwer an den Klimawandel anpassen. Anhand von Pappeln, die ...

Danksagung

Thünen-Institut für Forstgenetik

PD Dr. Matthias Fladung



Wissenschaftlerkreis Grüne Gentechnik e.V.

G. Krczal, S. Schuh



Bundesministerium für Bildung und Forschung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



@tobiology_de



@tobiology.de



Tobiology.de

