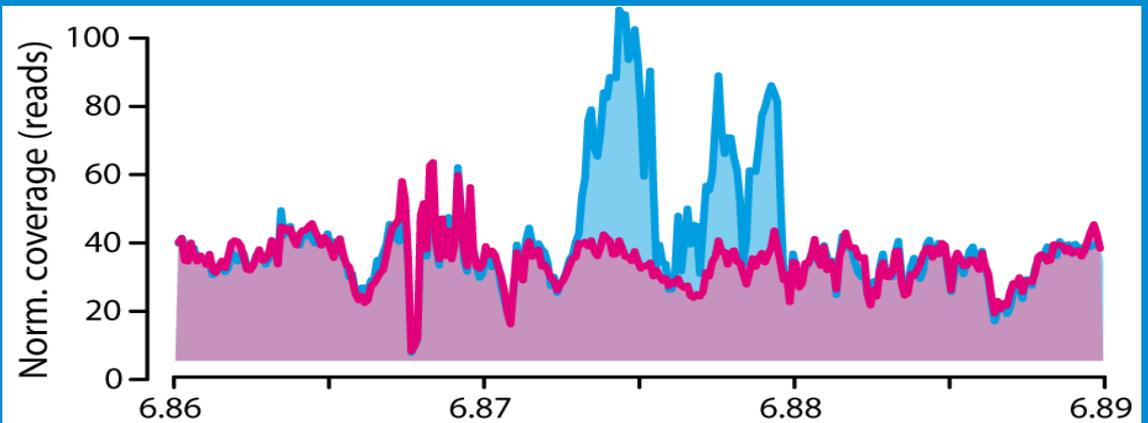


## Ein einzelnes Gen bestimmt das Geschlecht in Pappeln

Niels A. Müller\*, Birgit Kersten\*, Ana P. Leite Montalvão, Niklas Mähler, Carolina Bernhardsson, Katharina Bräutigam, Zulema Carracedo Lorenzo, Hans Hoenicka, Vikash Kumar, Malte Mader, Birte Pakull, Kathryn Robinson, Maurizio Sabatti, Cristina Vettori, Pär K. Ingvarsson, Quentin Cronk, Nathaniel R. Street, **Matthias Fladung**



# Thünen-Institut für Forstgenetik

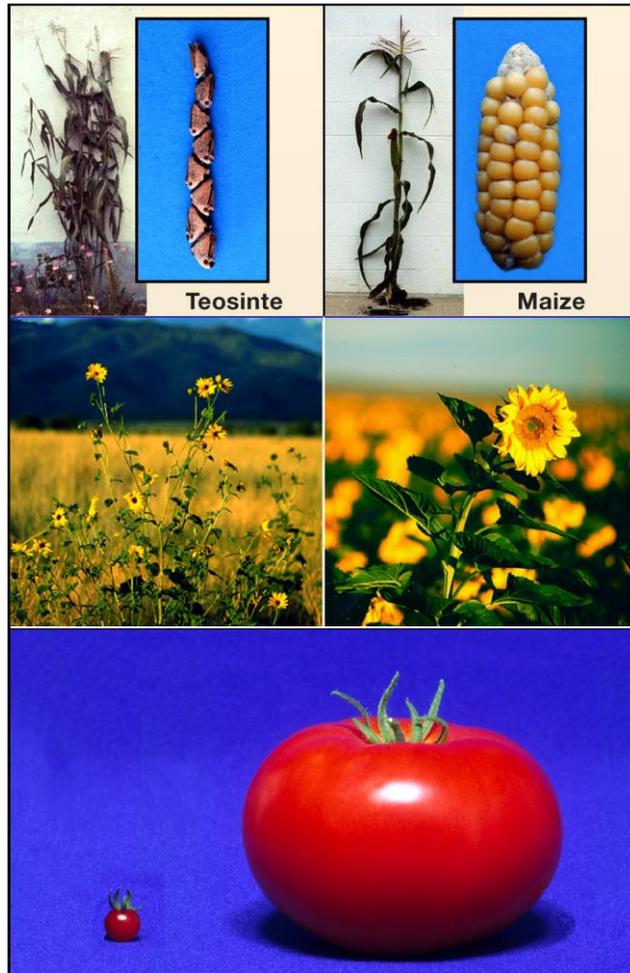
Züchtung, Ökologische Genetik, Resistenz, Genomik, Artidentifizierung

– Natürliche genetische Variation



Thünen-Institut, Großhansdorf

# Natürliche genetische Variation – Domestizierung und Züchtung



Doebley *et al.* (2006), Cell

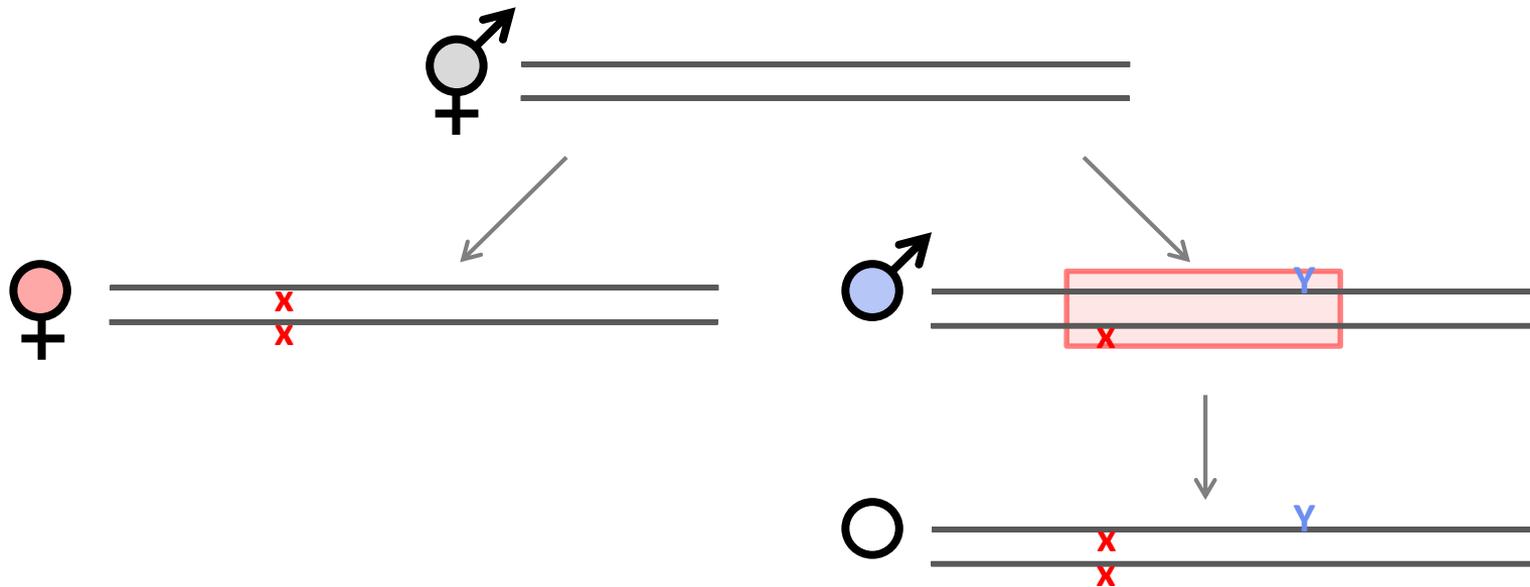


Cheng *et al.* (2016), Scientific Data

# Natürliche Variation im Wald

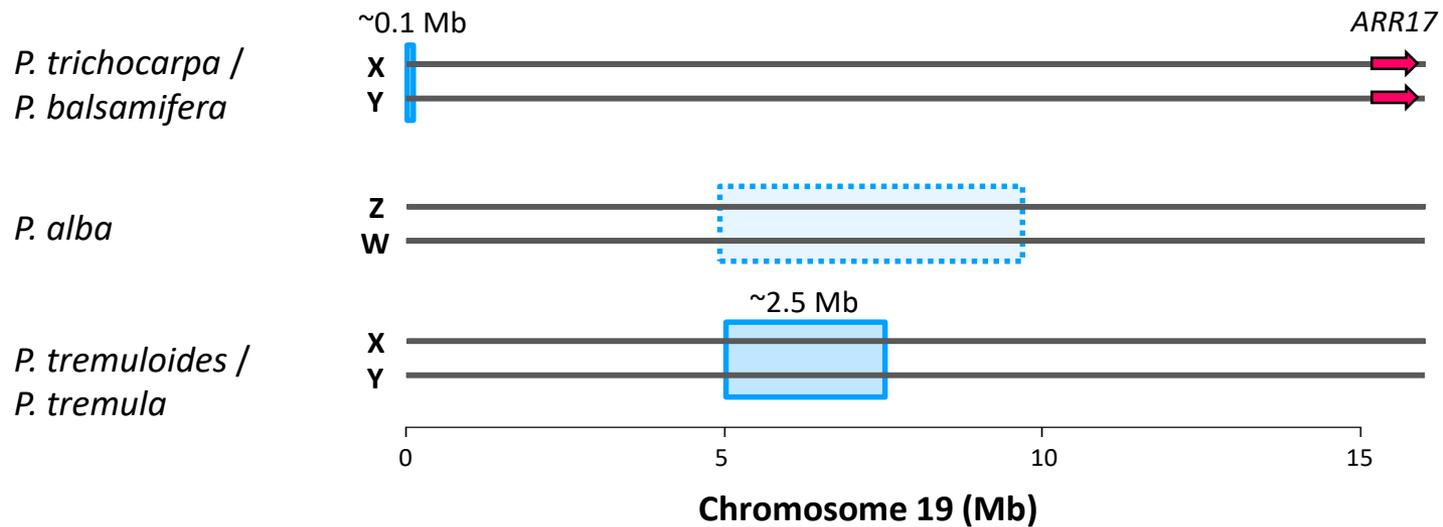


# Evolution von Geschlechtschromosomen



- Region mit supprimierter Rekombination kennzeichnet den Anfang der Evolution von Geschlechtschromosomen
- Im Laufe der Jahrtausende breitet sich diese Region aus

# Geschlechtschromosomen von Pappeln

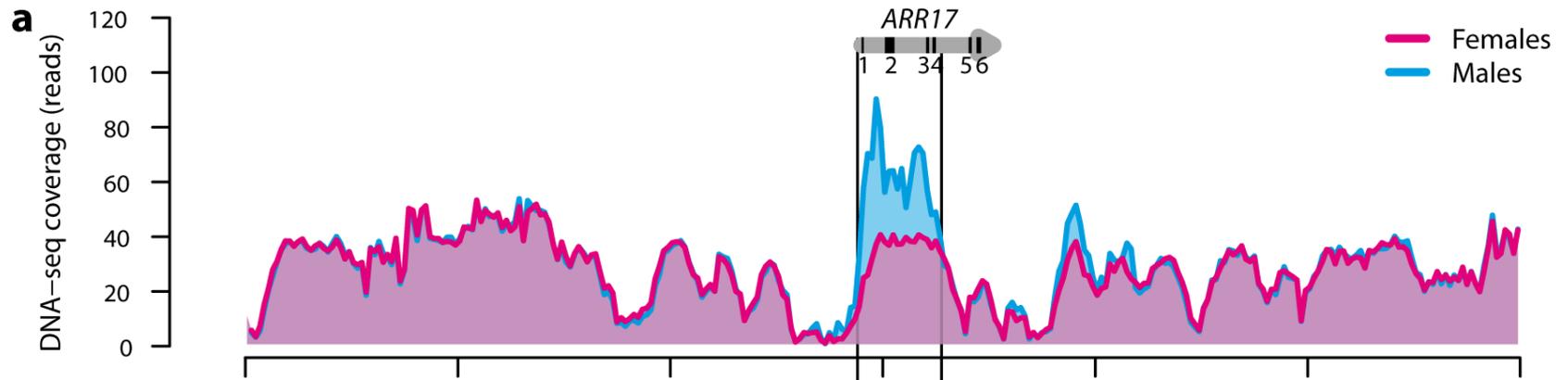


Kersten *et al.* (2014), Plant Biology

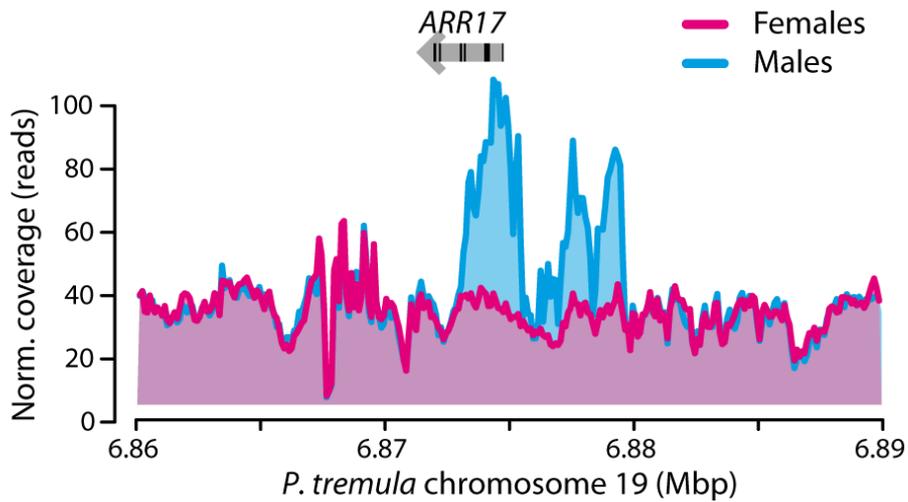
Gaudet *et al.* (2008), Tree Genetics and Genomes

Geraldes *et al.* (2015), Molecular Ecology

# Genome von 86 Balsampappeln zeigen partielle *ARR17* Duplikation



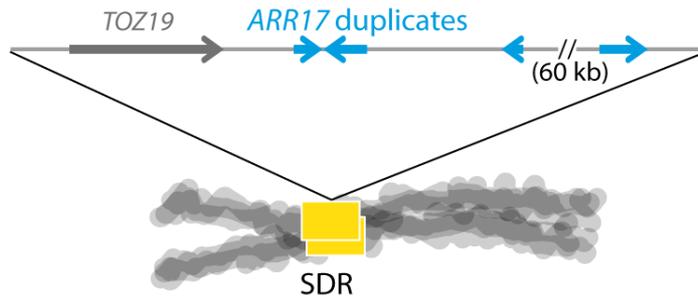
## Männliche Aspen zeigen ebenfalls eine partielle *ARR17* Duplikation



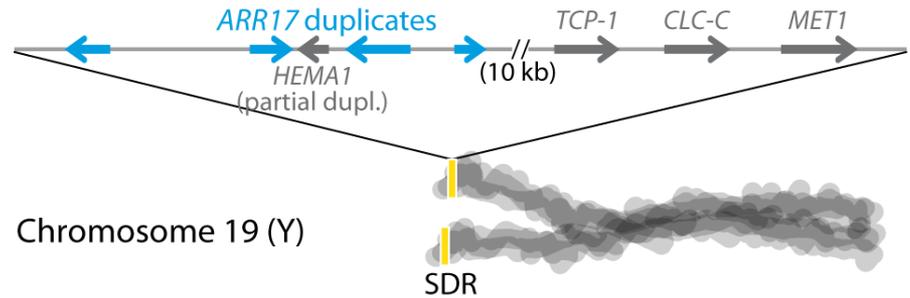
- Aspen und Balsampappeln weisen beide männlich-spezifische *ARR17* Duplikate auf

# Long-read Sequenzierung offenbart *ARR17* „inverted repeats“

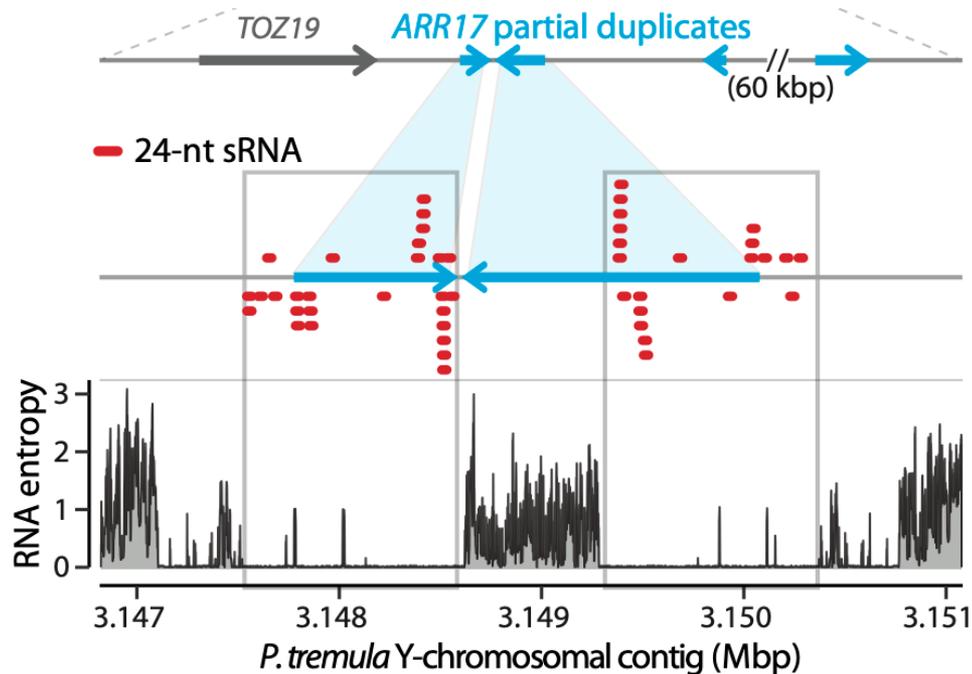
*P. tremula* (MinION assembly)



*P. deltoides* (PacBio assembly)

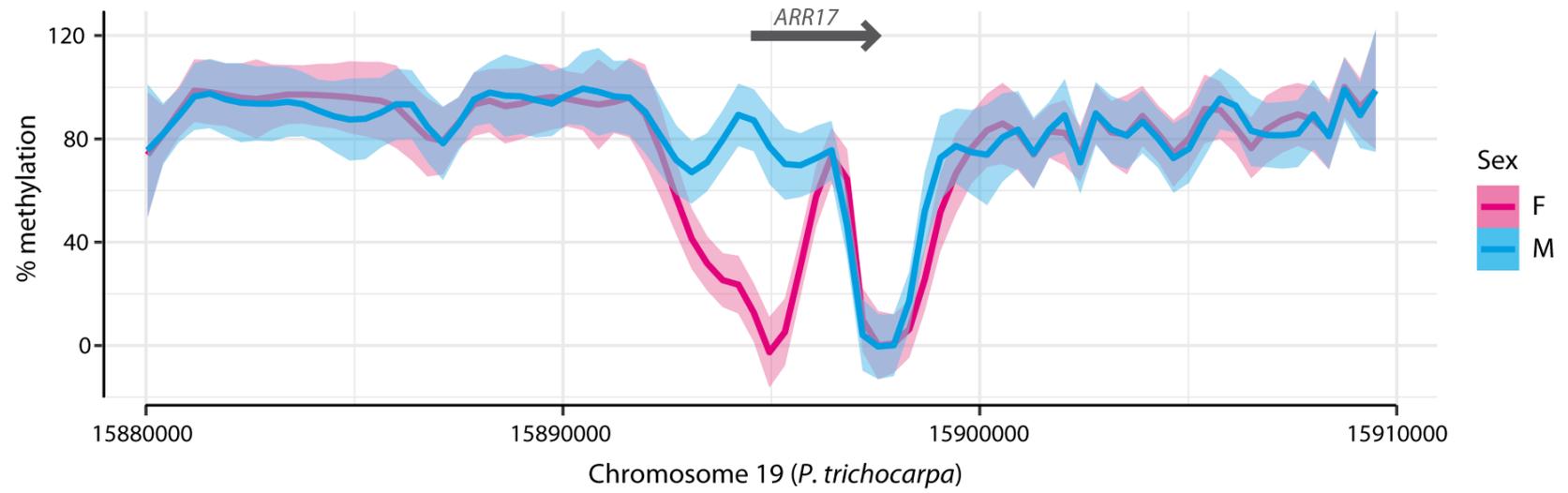


# Männlich-spezifische kleine RNAs

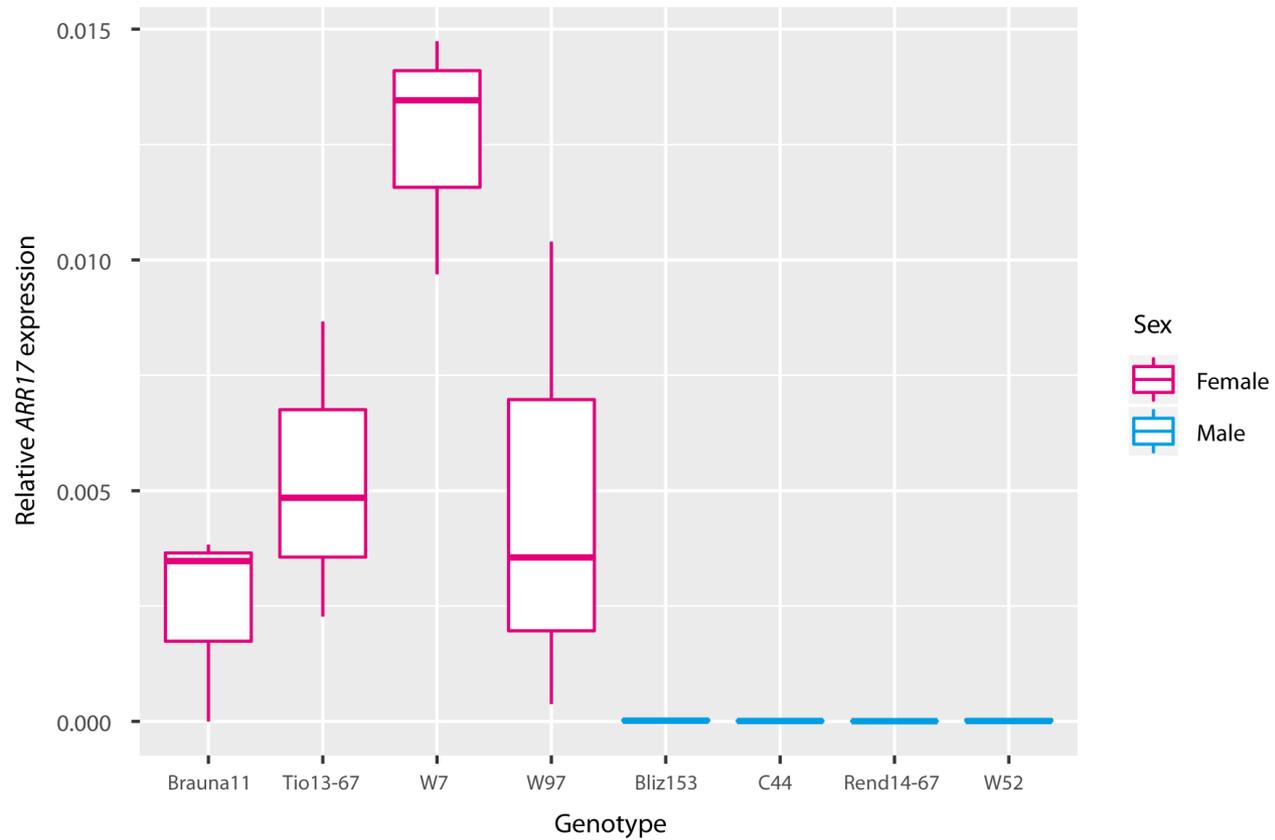


- Könnten kleine 24-nt RNAs (siRNAs) RNA-directed DNA methylation (RdDM) auslösen?

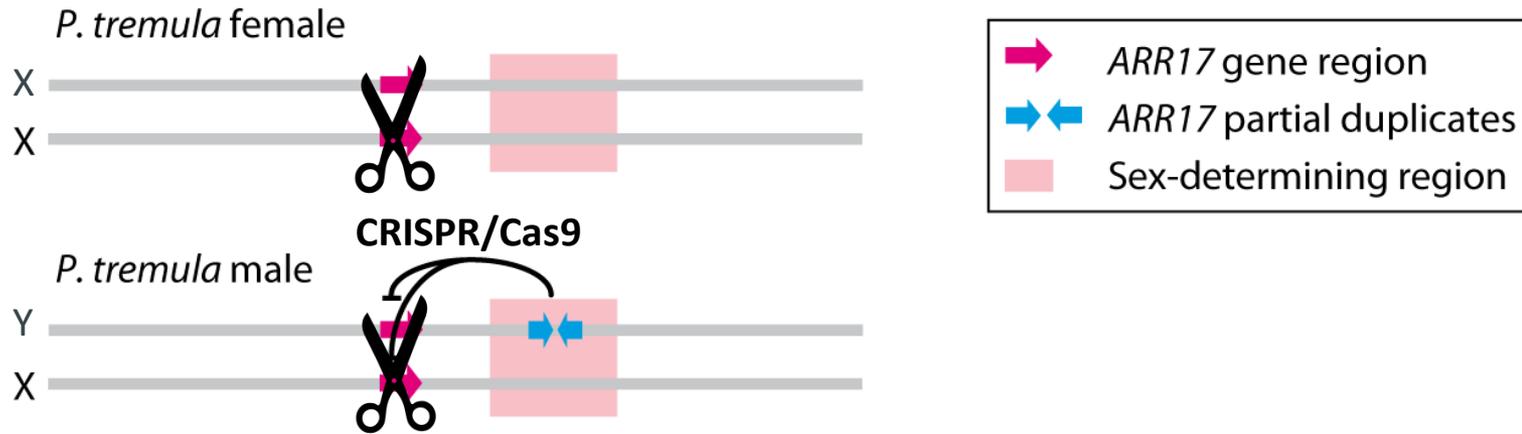
# Männlich-spezifische Methylierung



# ARR17 wird ausschließlich in weiblichen Blütenknospen exprimiert



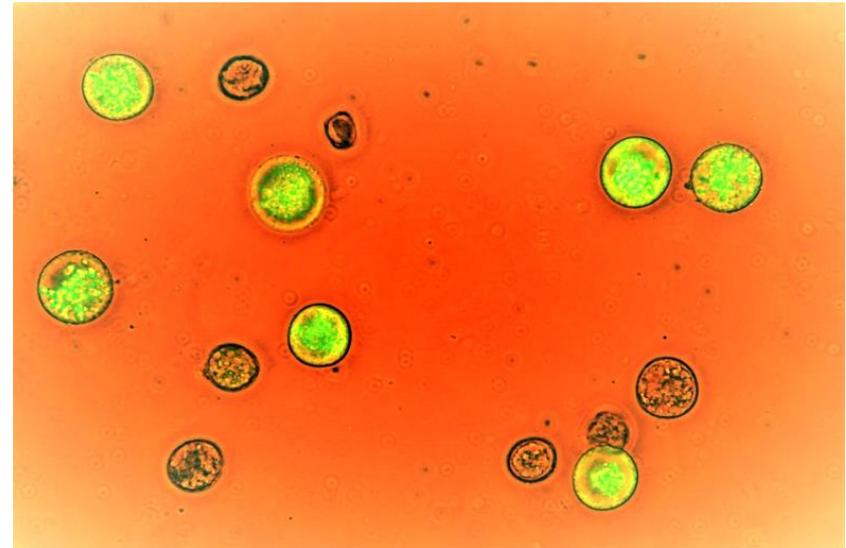
# Geschlechtsdeterminierung durch Inaktivierung von *ARR17*?



# CRISPR/Cas9 Knockout offenbart Funktion von *ARR17*



## Maskulinisierte *arr17* 'Weibchen' produzieren funktionalen Pollen



- ARR17 ist ein Geschlechtsschalter

# Verschiedene Mechanismen der Geschlechtsdeterminierung in Pappeln

*P. trichocarpa /  
P. balsamifera*



*P. alba*



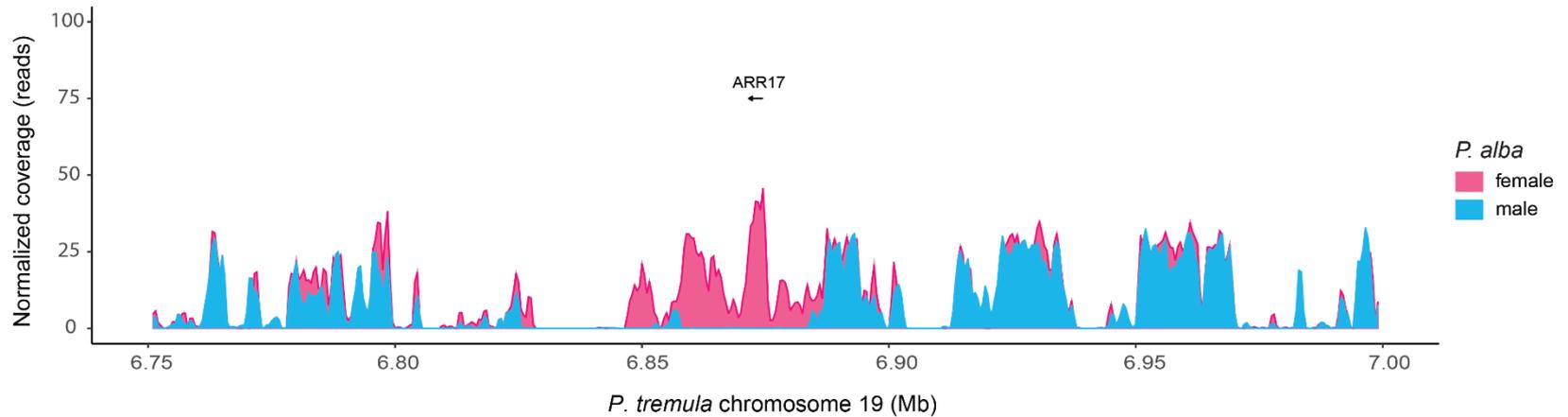
*P. tremuloides /  
P. tremula*



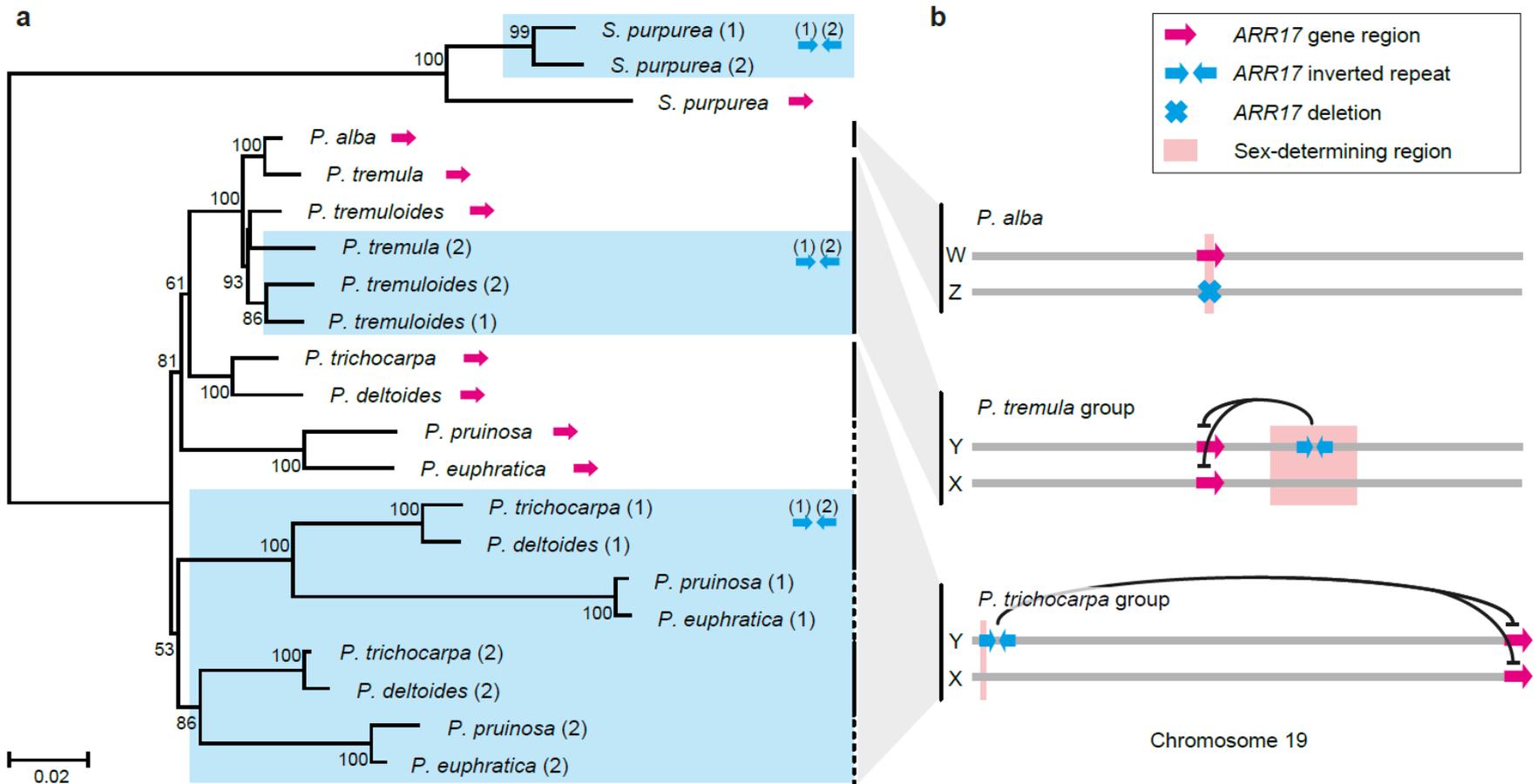
0 5 10 15

Chromosome 19 (Mb)

# Weißpappeln zeigen Deletion von *ARR17* in Männchen



# Evolution der Geschlechtsdeterminierung in der Gattung *Populus*

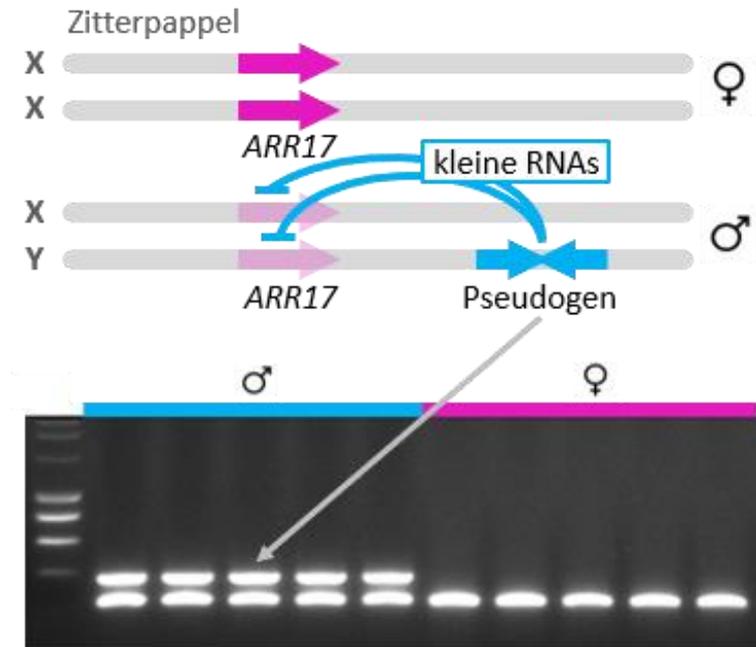
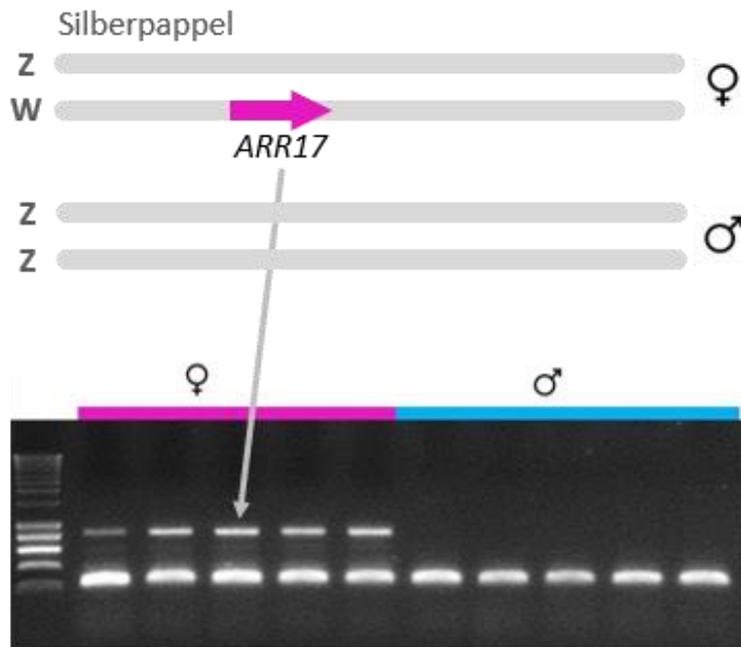


## Praktische Anwendung: Geschlechtsmarker

Mithilfe genetischer Marker kann das Geschlecht nicht-blühender Individuen bestimmt werden

- Für die Züchtung – Kreuzungspartner
- Für den städtischen Gartenbau – Individuen ohne Pollen
- Für den Naturschutz – Bewertung der Geschlechterverhältnisse

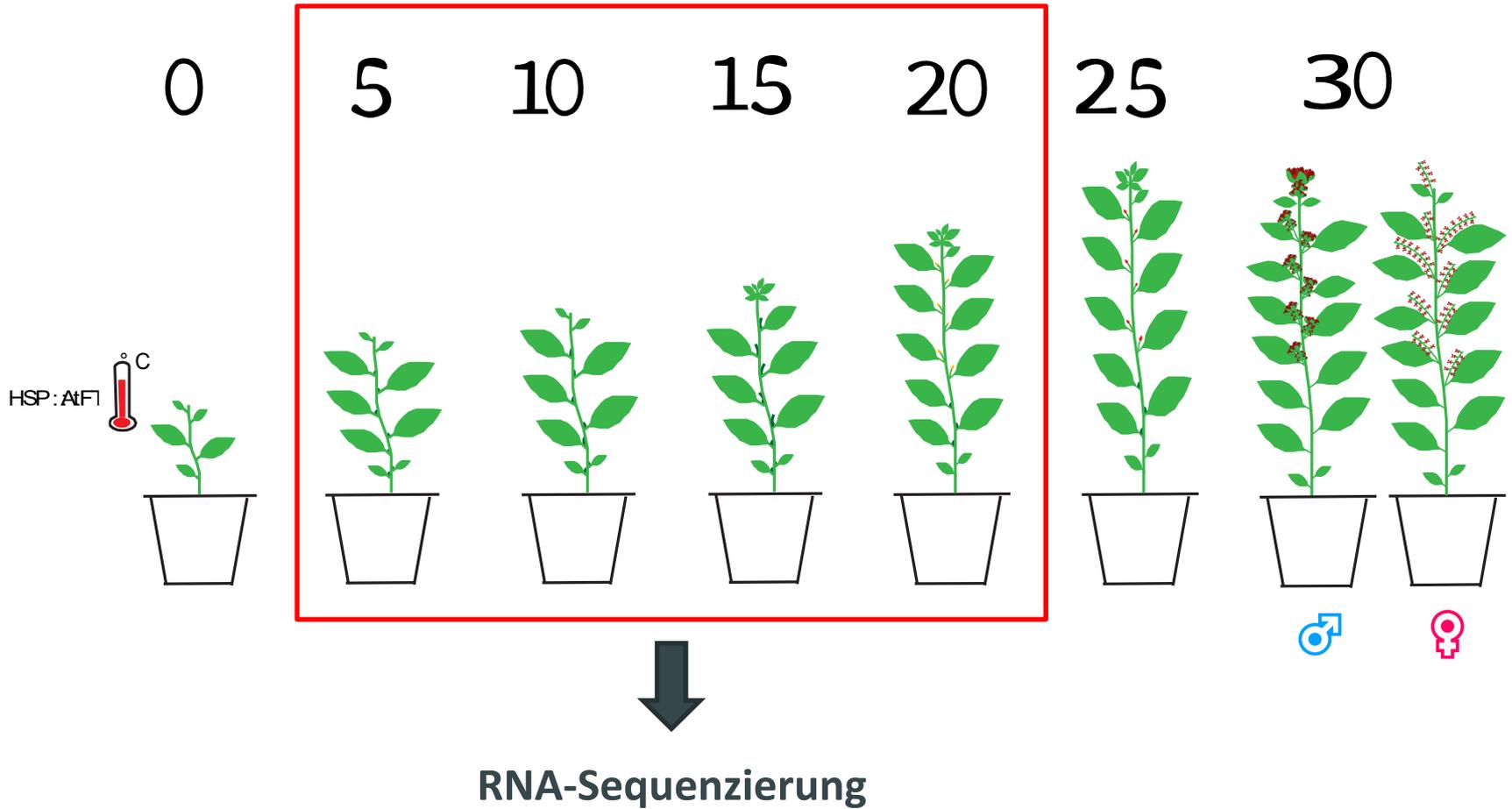
# Genetische Marker für die Bestimmung des Geschlechts



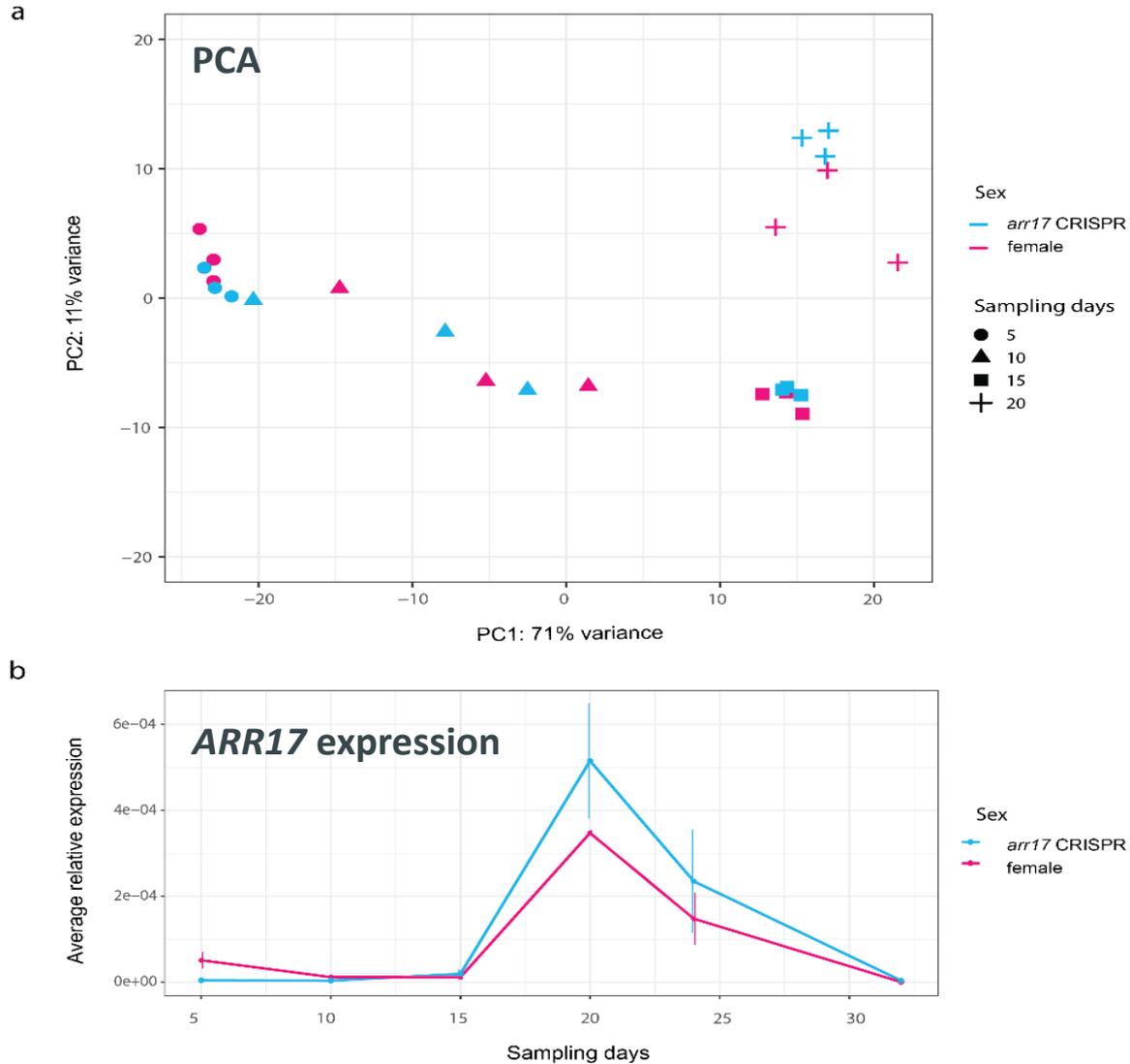
# Welche molekulare Funktion hat ARR17 in weiblichen Pappeln?



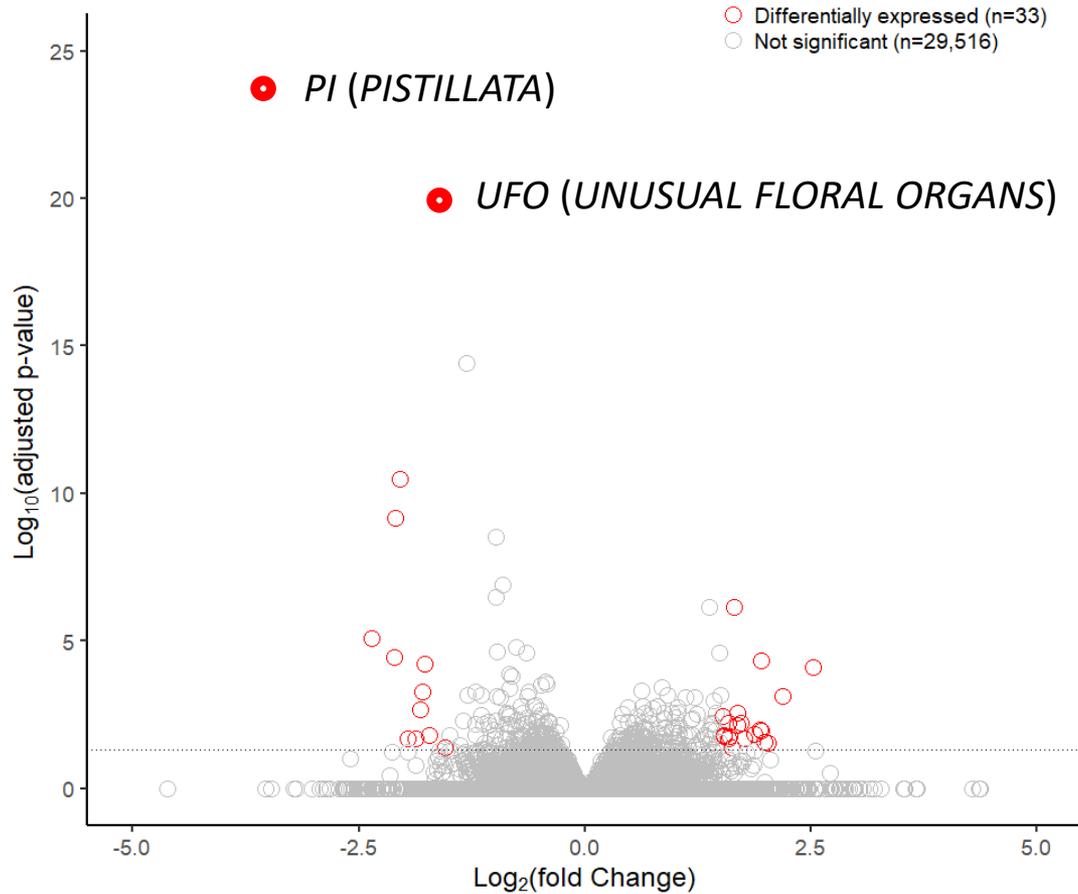
# „Frühblühlinien“ – weiblich vs. *arr17* CRISPR-Mutante (maskulinisiert)



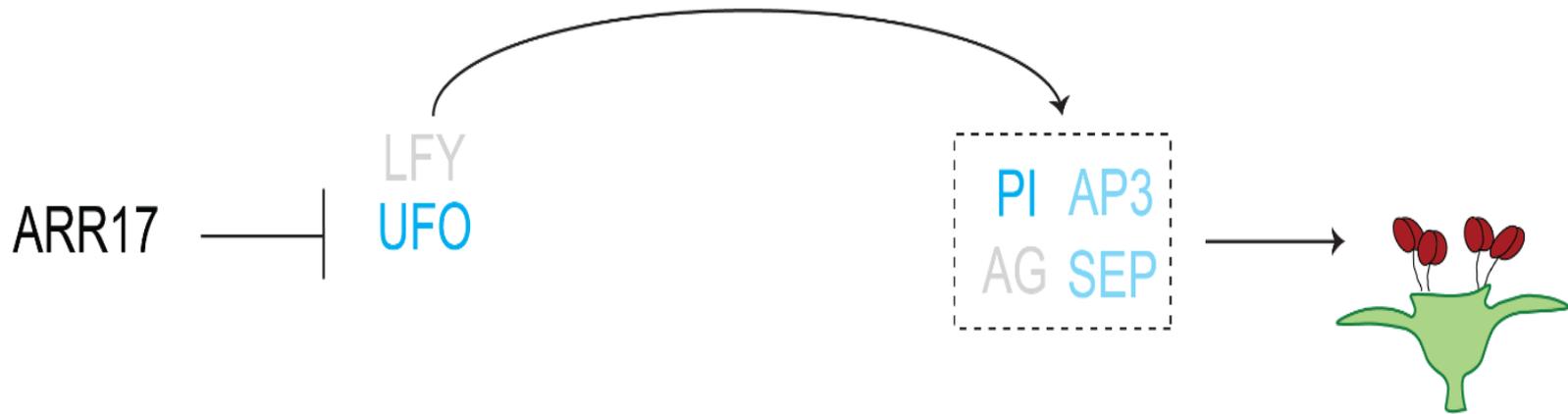
# RNA-Sequenzierung über zeitlichen Verlauf



# *arr17* führt zu minimalen Unterschieden im Transkriptom

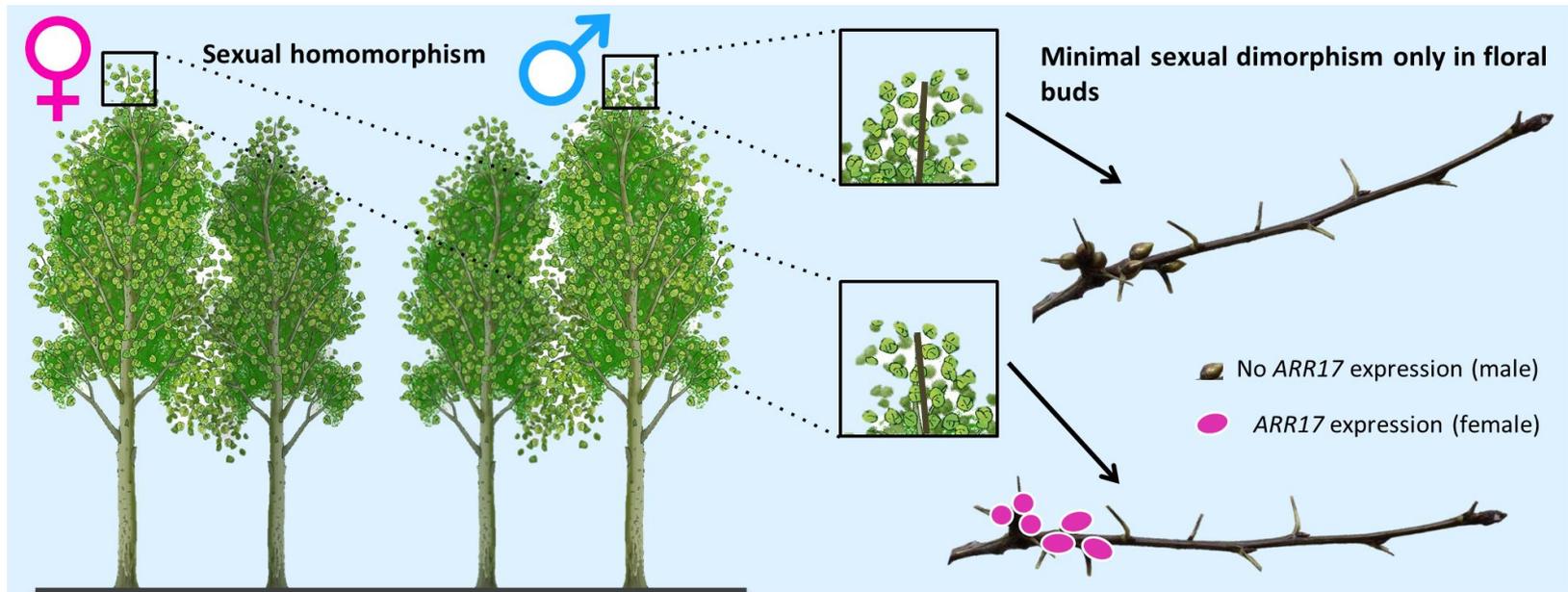


# Molekulare Funktion von ARR17: Repression von UFO



- Minimaler Unterschied zwischen weiblicher und männlicher Entwicklung

# Minimaler Geschlechtsdimorphismus in Bäumen



# Zusammenfassung

- Ein einzelnes Gen, ARR17, reguliert die Geschlechtsdeterminierung in Pappeln
- Genetische Marker ermöglichen die Differenzierung zwischen Weibchen und Männchen
- Minimaler Geschlechtsdimorphismus durch geringen sexuellen Antagonismus
- Aufklärung natürlicher genetischer Variation durch Integration verschiedener genomischer Methoden und Datensätze

Thünen Institute

Matthias Fladung

Bernd Degen

Birgit Kersten

Ana Paula Leite Montalvão

Gihwan Kim

Annika Eikhof

Katrin Groppe

Umeå Plant Science Centre

Nathaniel R. Street

University of Tuscia

Maurizio Sabatti

National Research Council of Italy

Cristina Vettori

Swedish University of Agricultural  
Sciences

Pär K. Ingvarsson

University of Toronto

Katharina Bräutigam

University of British Columbia

Quentin Cronk

Washington University in St. Louis

Susanne S. Renner



Gefördert durch

**DFG** Deutsche  
Forschungsgemeinschaft



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**

[niels.mueller@thuenen.de](mailto:niels.mueller@thuenen.de)

[thuenen.de/genome-research](https://thuenen.de/genome-research)

