

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/341804307>

# Die Herkunft der oberrheinischen Eichen aus genetischer Sicht und ihr Zukunftspotential / Les chênes de la plaine du Rhin supérieur: origine et évolution vues par l'approche génétique...

Presentation · May 2014

---

CITATIONS

0

READS

13

1 author:



Charalambos Neophytou

University of Natural Resources and Life Sciences Vienna

71 PUBLICATIONS 304 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



FitForClim [View project](#)



Climatic change and Douglas fir in Austria [View project](#)

# **Die Herkunft der oberrheinischen Eichen aus genetischer Sicht und ihr Zukunftspotenzial**

## **Les chênes de la plaine du Rhin supérieur: origine et évolution vues par l'approche génétique**

Dr. Charalambos Neophytou

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg

Strasbourg, 10 Mai 2012

## Gliederung

- **Einleitung:** Geschichte, heutiger Zustand, Fragestellung des QREG-Projekts
- **Methodik:** Versuchsbestände, die verwendeten Genmarker
- **Ergebnisse:** Genetische Diversität und Differenzierung innerhalb und zwischen Arten, Herkunft
- **Fazit:** Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis

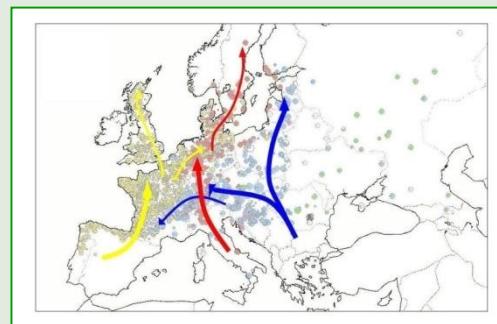
## Plan

- **Introduction:** Histoire, situation actuelle, objectifs du projet QREG
- **Méthodes:** Les peuplements, les marqueurs génétiques
- **Résultats:** Diversité génétique à l'intérieur et entre espèces, origine des peuplements
- **Perspectives:** Conclusions et recommandations pour la pratique

# Die Eiche am Oberrhein

## GESCHICHTE

- Postglaziale Rückwanderung (Anfang vor ca. 9000 Jahren)
- Ausbreitung, Vorherrschen (vor ca. 7000-4500 Jahren)
- Rückgang bei zunehmender Kälte und Feuchtigkeit (vor 4500-2800 Jahren)
- Starker menschlicher Einfluss ab Bronzezeit (vor 4200 Jahren)



Karte basierend auf Petit et al. (2002)

Carte basée sur Petit et al. (2002)



# Le chêne dans le Rhin Supérieur

## HISTOIRE

- Recolonisation postglaciaire (vers 9000 ans avant l'actuel)
- Expansion, prévalence (vers 7000-4500 ans avant l'actuel)
- Rétrécissement durant les périodes plus froides et humides (vers 4500-2800 ans BP)
- Forte influence humaine durant l'âge du bronze (av. 4200 ans)

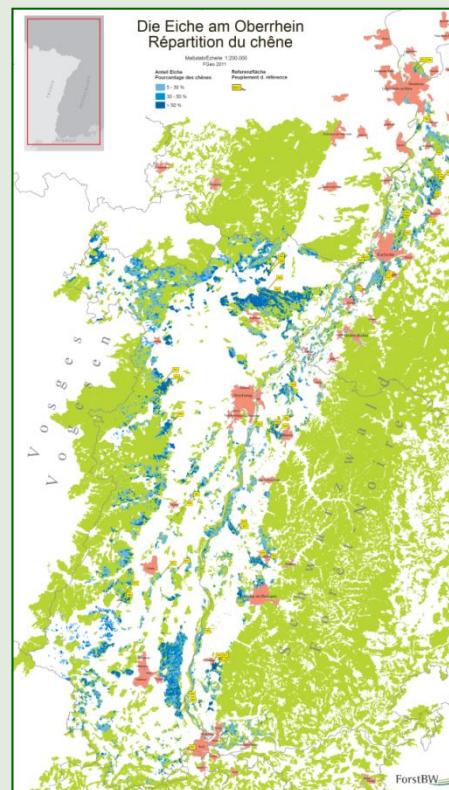
# Die Eiche am Oberrhein

HEUTE

Hauptsächlich *Q. robur* / *Q. petraea* je nach Standort,  
Vorkommen zerschnitten

Potenzieller Einfluss auf den  
Genpool der Eichen durch:

- Migrationsgeschichte
- Genfluss, Hybridisierung
- Anpassung an Standort
- Menschlicher Einfluss



# Le chêne dans le Rhin Supérieur

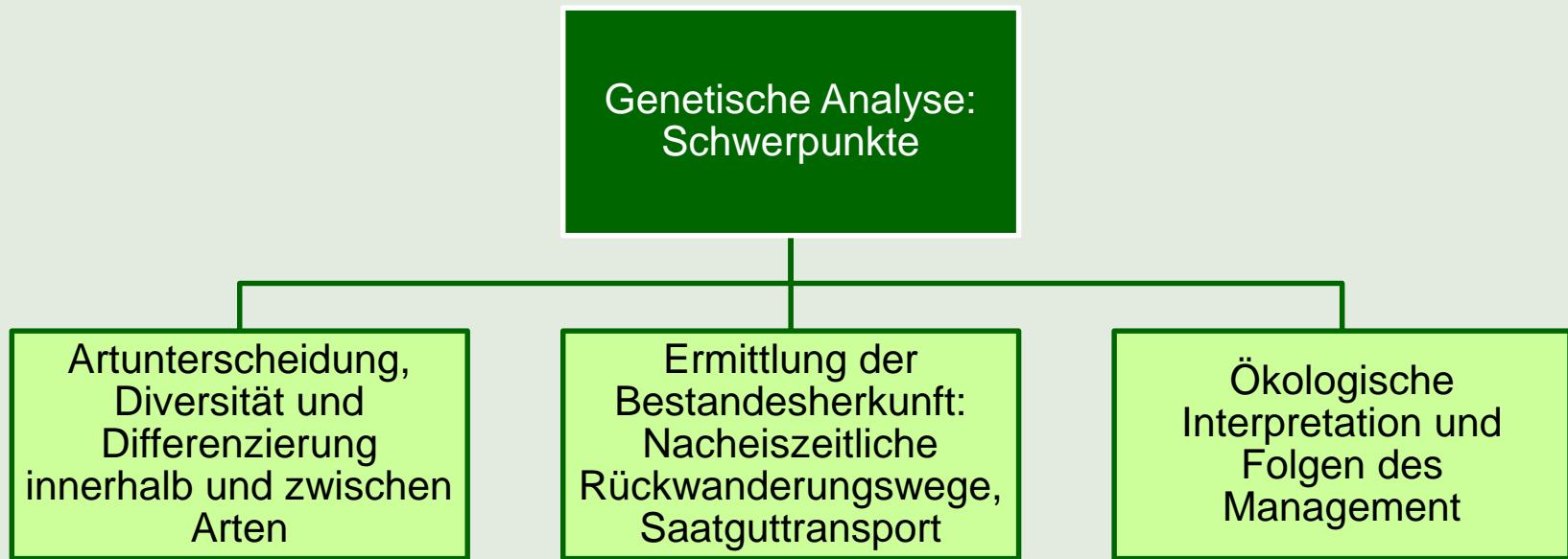
AUJOURD'HUI

Principalement *Q. robur* / *Q. petraea* dépend de la station,  
distribution fragmentée

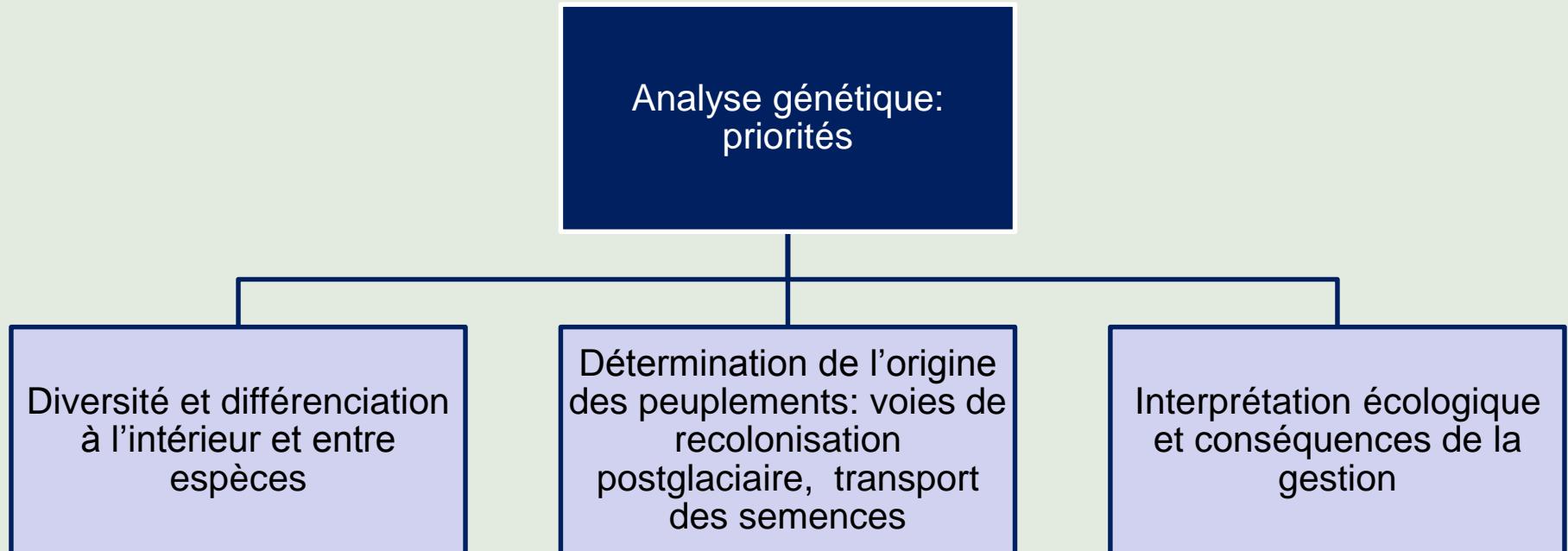
Impact potentiel sur le pool génétique du chêne:

- Histoire migratoire
- Flux génique, hybridation
- Adaptation à la station
- L'impact humain

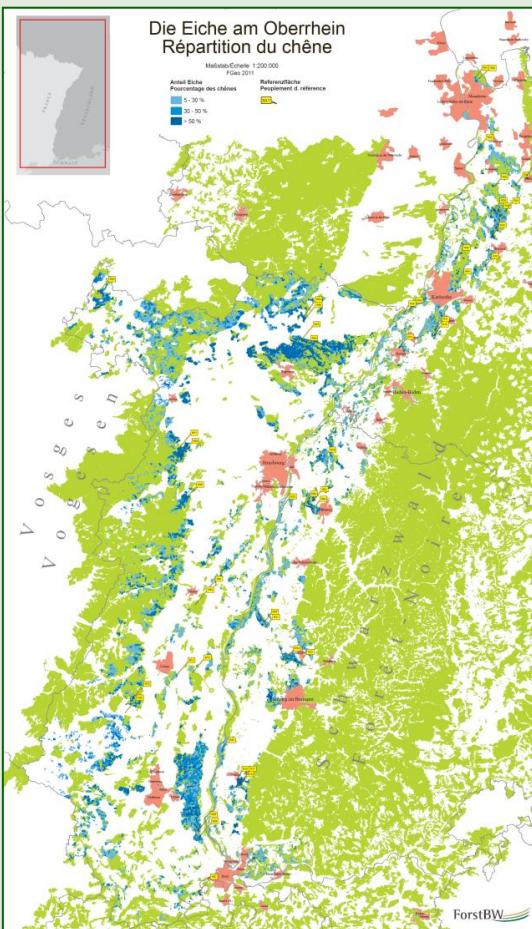
# Das Interreg-Projekt „Die Verjüngung der Eiche im oberrheinischen Tiefland“ (QREG)



# Le projet Interreg „La régénération des chênes dans la plaine du Rhin supérieur“ (QREG)



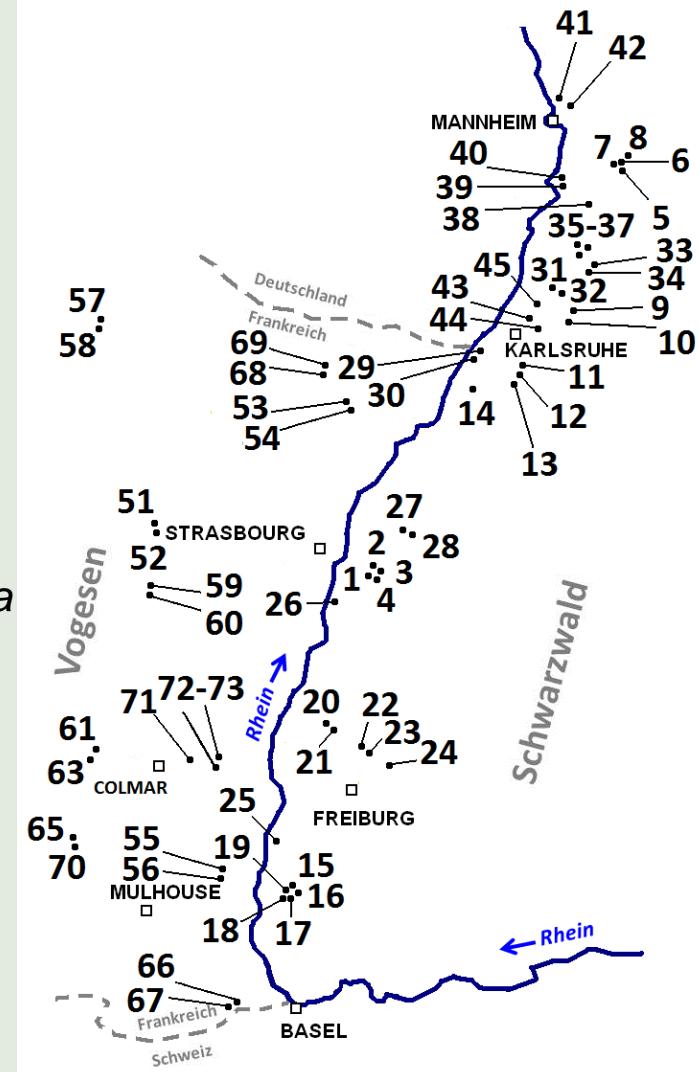
## Bestände



## Peuplements

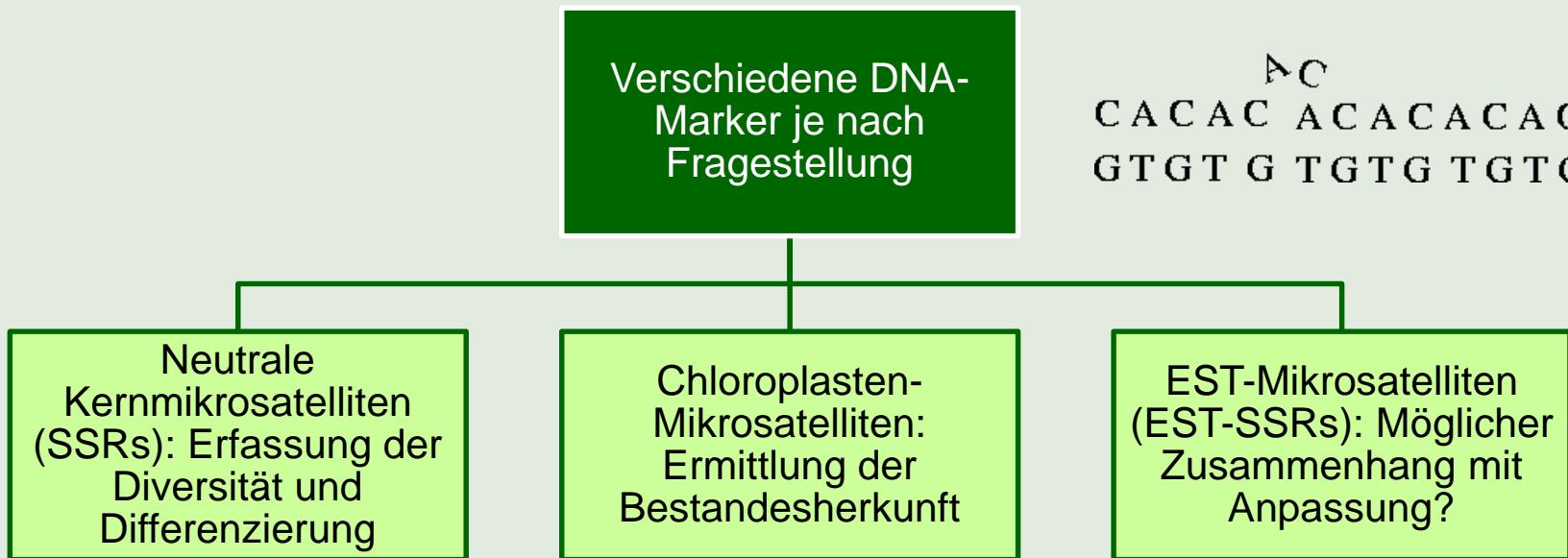
66 repräsentative  
Eichenbeständen /  
peuplements du chêne  
représentatifs

- 40 mit / avec *Quercus robur*
- 11 mit / avec *Quercus petraea*
- 15 gemischte / mixtes
- Insgesamt / globalement  
1907 Bäume / arbres



# Die genetischen Marker

C A C A C A C A C A C  
G T G T G T G T G T G T G T  
A C  
C A C A C A C A C A C A  
G T G T G T G T G T G T G T



# Les marqueurs génétiques

C A C A C A C A C A C  
G T G T G T G T G T G T G T

▲ C  
C A C A C A C A C A C A  
G T G T G T G T G T G T G T

Marqueurs génétiques différents en fonction du problème

Microsatellites nucléaires neutres (SSRs): Diversité et différenciation

Microsatellites chloroplastiques: Détermination de l'origine des peuplements

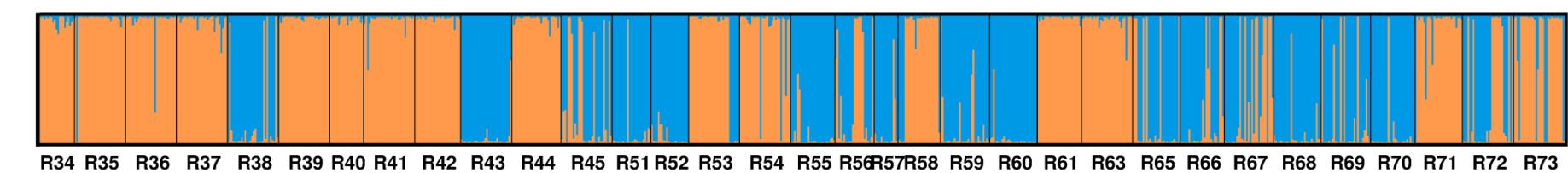
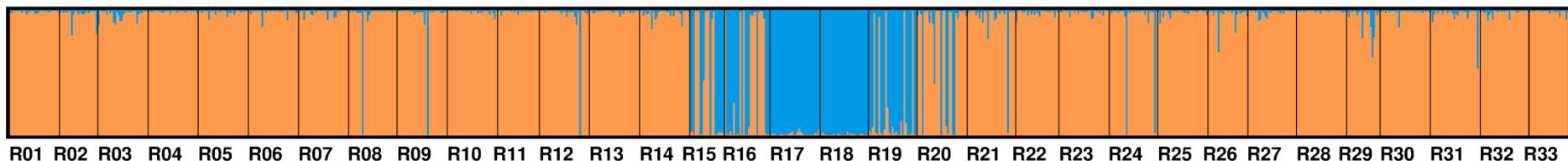
Microsatellites EST: Relations entre la variation génétique et les conditions stationnelles (adaptation)?

## Artunterscheidung

basierend auf neutrale Genmarker  
(Kernmikrosatelliten, SSRs)

## Différenciation des espèces

basée sur les marqueurs génétiques  
neutres (microsatellites nucléaires, SSRs)



<i>Q. robur</i> $q > 0,8$	<i>Q. petraea</i> $q > 0,8$	Intermédiaires $0,2 > q > 0,8$
1288	524	46
69,3%	28,2%	2,5%

Méthode Structure (Pritchard et al. 2000)

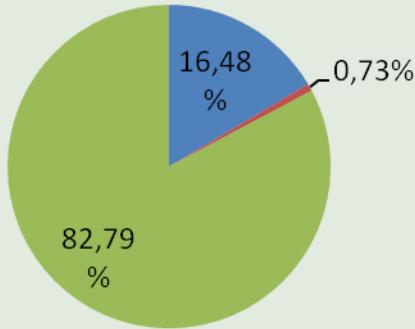
## Genetische Variation innerhalb und zwischen Arten

### Variation génétique à l'intérieur et entre espèces

AMOVA (21 Loci – SSR und / et EST-SSR)

(Weir & Cockerham 1984, Excoffier et al. 1992, Weir 1996)

AMOVA entre les espèces



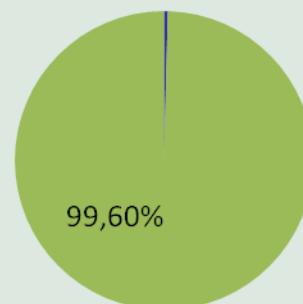
### Gen. Variation

- à l'intérieur des peuplements / innerhalb der Populationen
- entre espèces/ zwischen Arten
- entre peupl., à l'intérieur des espèces / zwischen Pop. innerh. Arten

AMOVA - *Q. robur*

0,40%

99,60%



AMOVA - *Q. petraea*

0,12%

99,88%

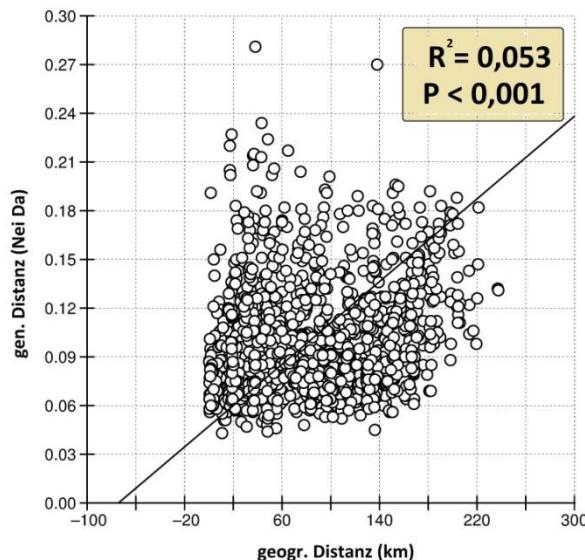


AMOVA - *Q. petraea*

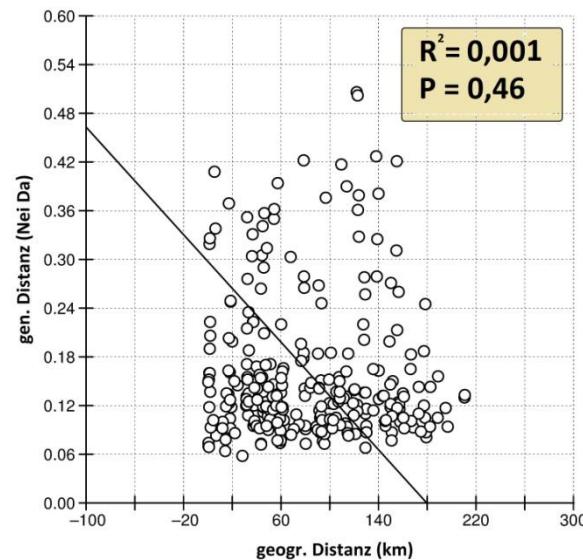
## Genetische Variation innerhalb der Arten

Mantel-Test für „Isolation-by-distance“ – Genetische vs. geografische Distanz

1. *Quercus robur*



2. *Quercus petraea*



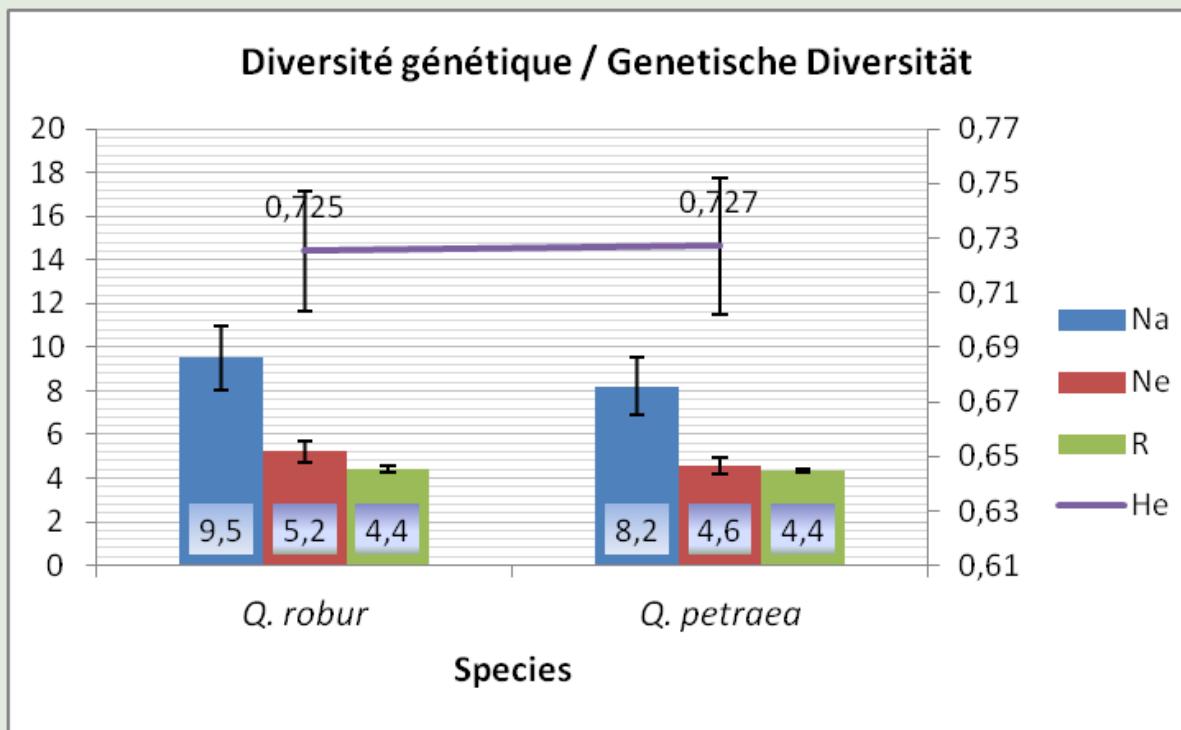
Basierend auf / basés sur Software IBDWS (Jensen et al. 2005)

Ergebnisse aus / résultats de 21 Loci (SSR und / et EST-SSR)

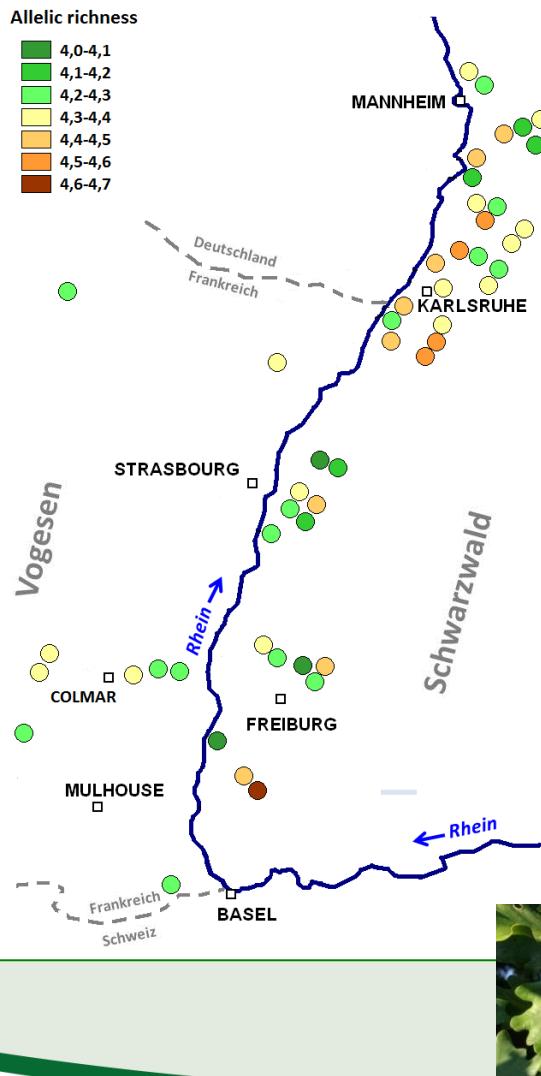
## Vergleich der genetischen Diversität zwischen Arten

## Comparaison de la diversité génétique entre espèces

Ergebnisse aus / résultats de 21 Loci – SSR und / et EST-SSR



Verwendete Softwares / logiciels utilisés: GenAIEx (Peakall & Smouse 2006)  
und / et FSTAT (Goudet 1995)



## Räumliche Verteilung der gen. Variation

## Distribution spatiale de la variation génétique

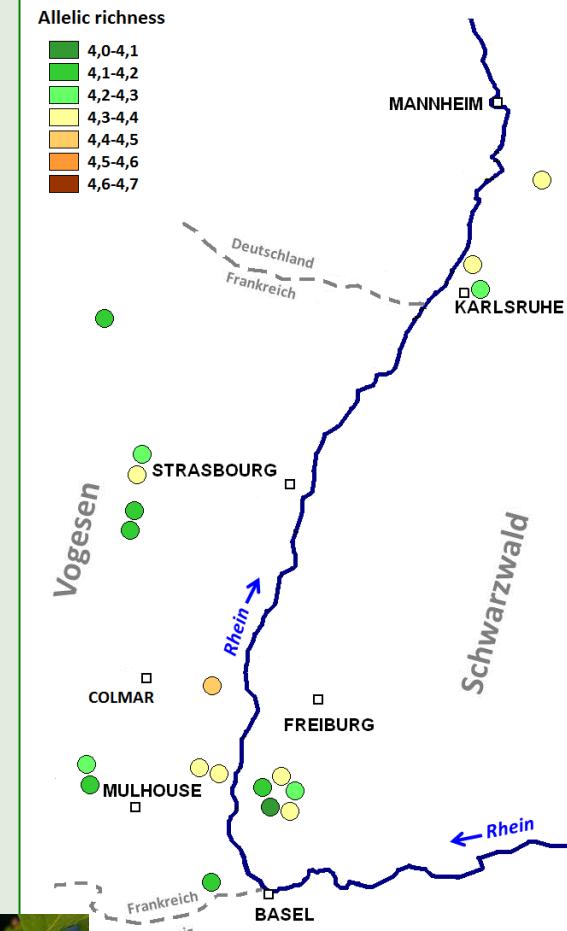
- Verteilung zufällig, kein erkennbares geographisches Muster
- Distribution aléatoire, aucune tendance géographique discernable

*Quercus  
robur*



Ergebnisse aus / résultats  
de 21 Loci (SSR und / et  
EST-SSR)

*Quercus  
petraea*



## Ermittlung der Bestandesherkunft

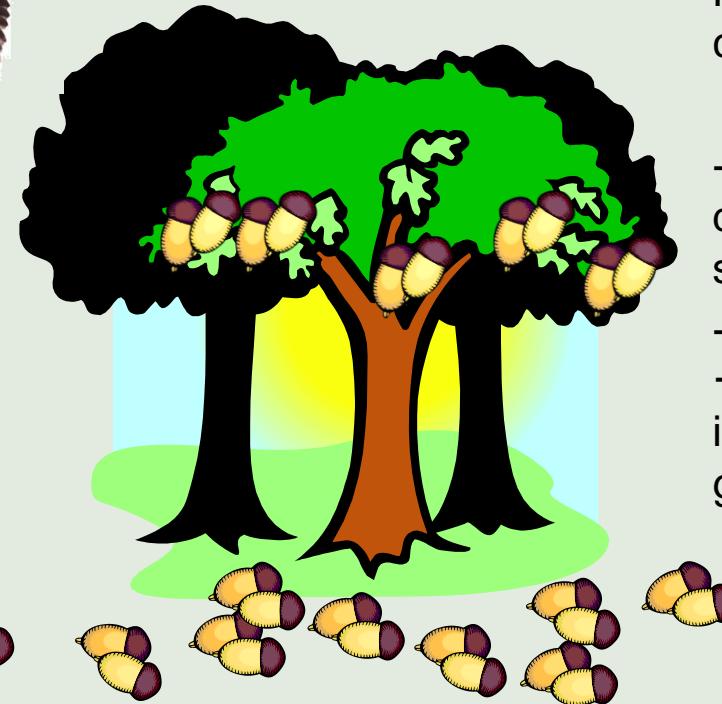
Warum Chloroplasten-DNA (cpDNA)?



- **Mütterlich vererbt** → Begrenzte Ausbreitung und gut definierte Verbreitung
- „**Genkopplung**“ → Treue Kopie der gesamten cpDNA in die nächste Generation

## Détermination de l'origine des peuplements

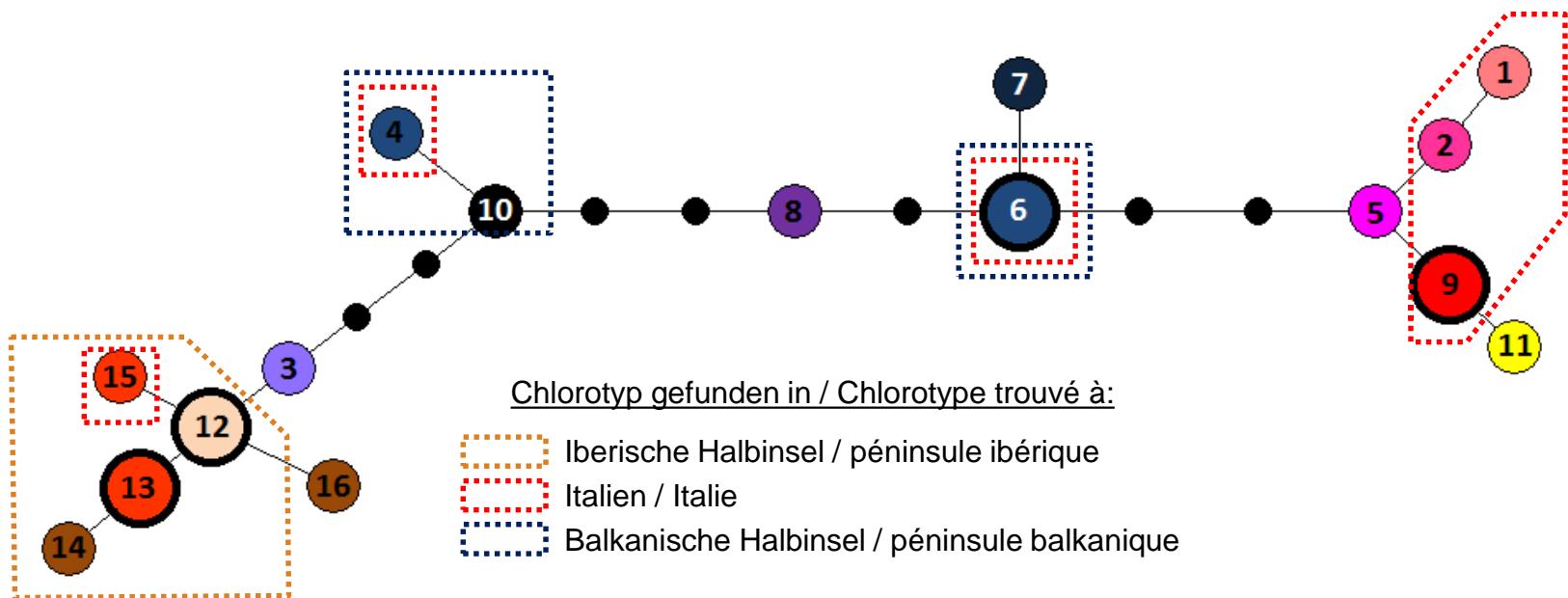
Pourquoi l'ADN chloroplastique (cpADN)?



- **Hérédité maternelle** → dispersion limitée, structure géographique
- **Transmission clonale** → copie de l'ADN identique à la prochaine génération

## Die Varianten der Chloroplasten-DNA (Chlorotypen)

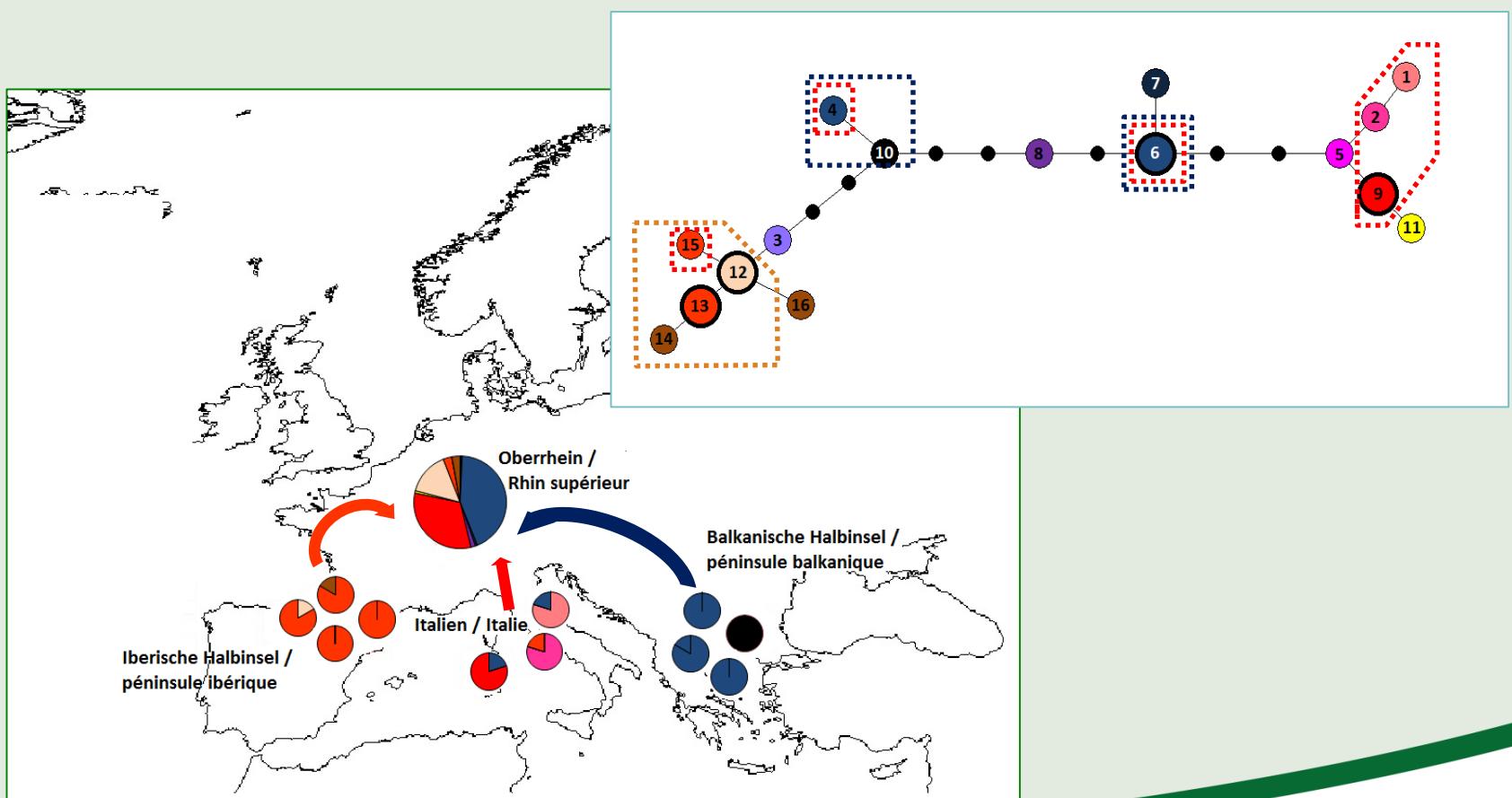
## Les variantes de l'ADN chloroplastique (chlorotypes)



Analyse basierend auf der / basée sur  
Software Arlequin (Excoffier et al. 2010)  
Software Hapstar (Teacher & Griffiths 2011)

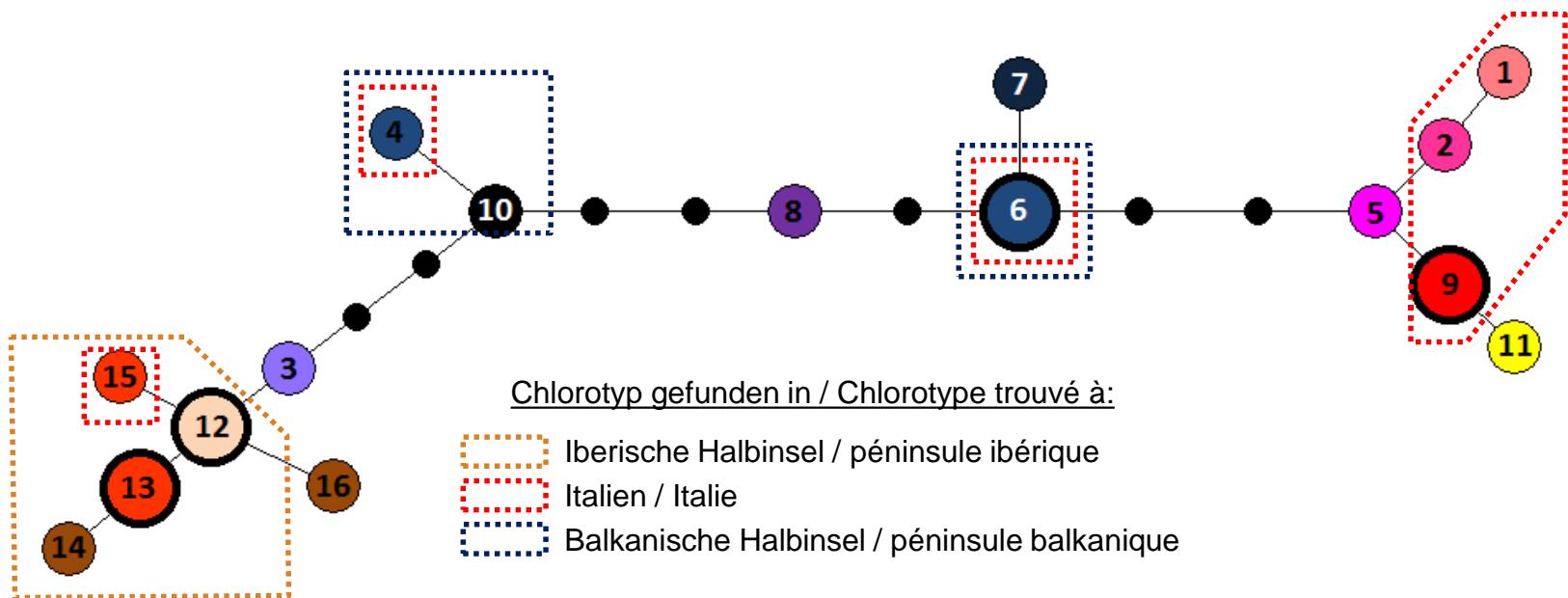
## Chlorotypen und Herkunft der oberrheinischen Eiche

## Les chlorotypes et l'origine du chêne dans le Rhin supérieur



## Die Varianten der Chloroplasten-DNA (Chlorotypen)

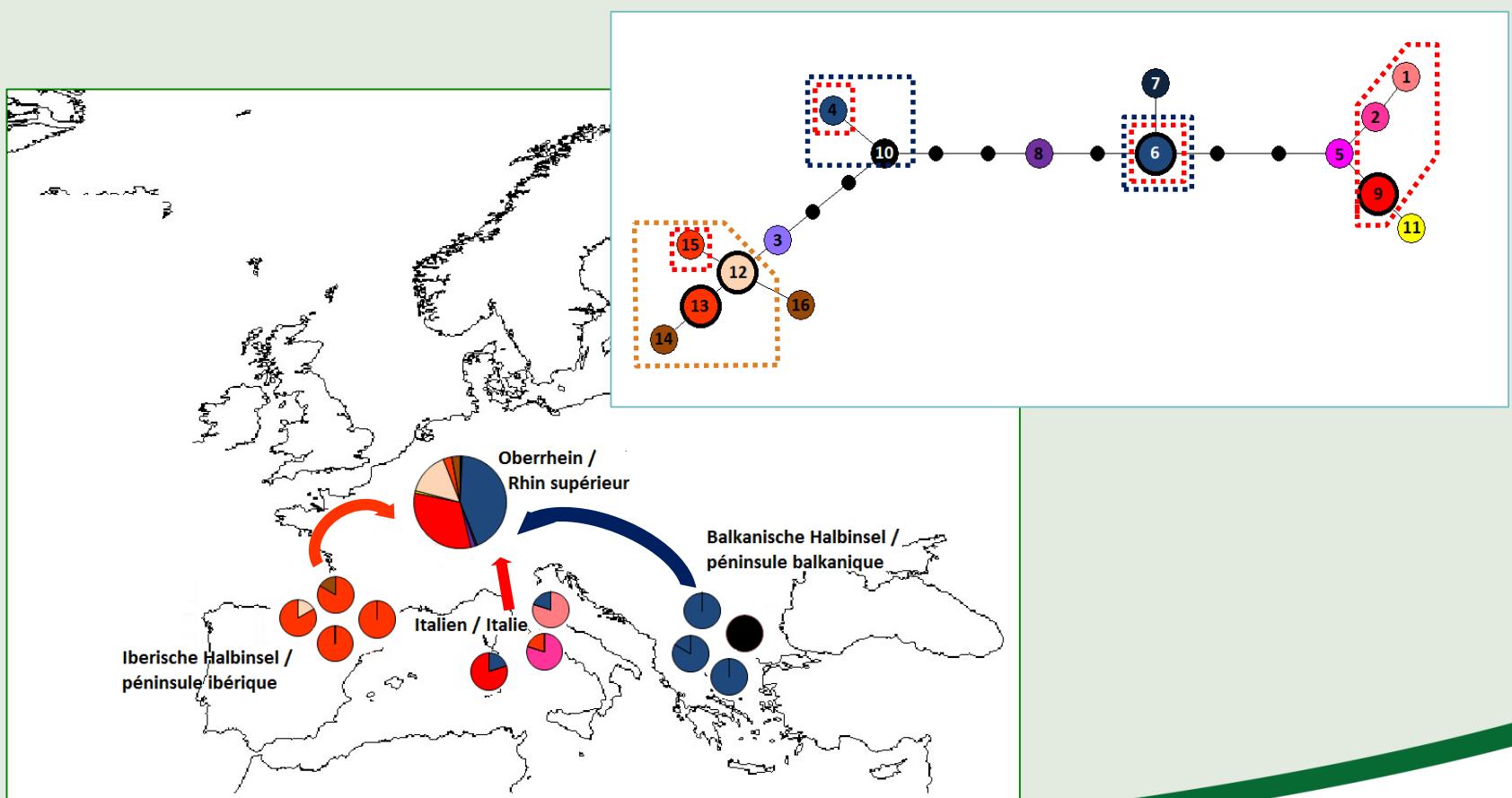
## Les variantes de l'ADN chloroplastique (chlorotypes)

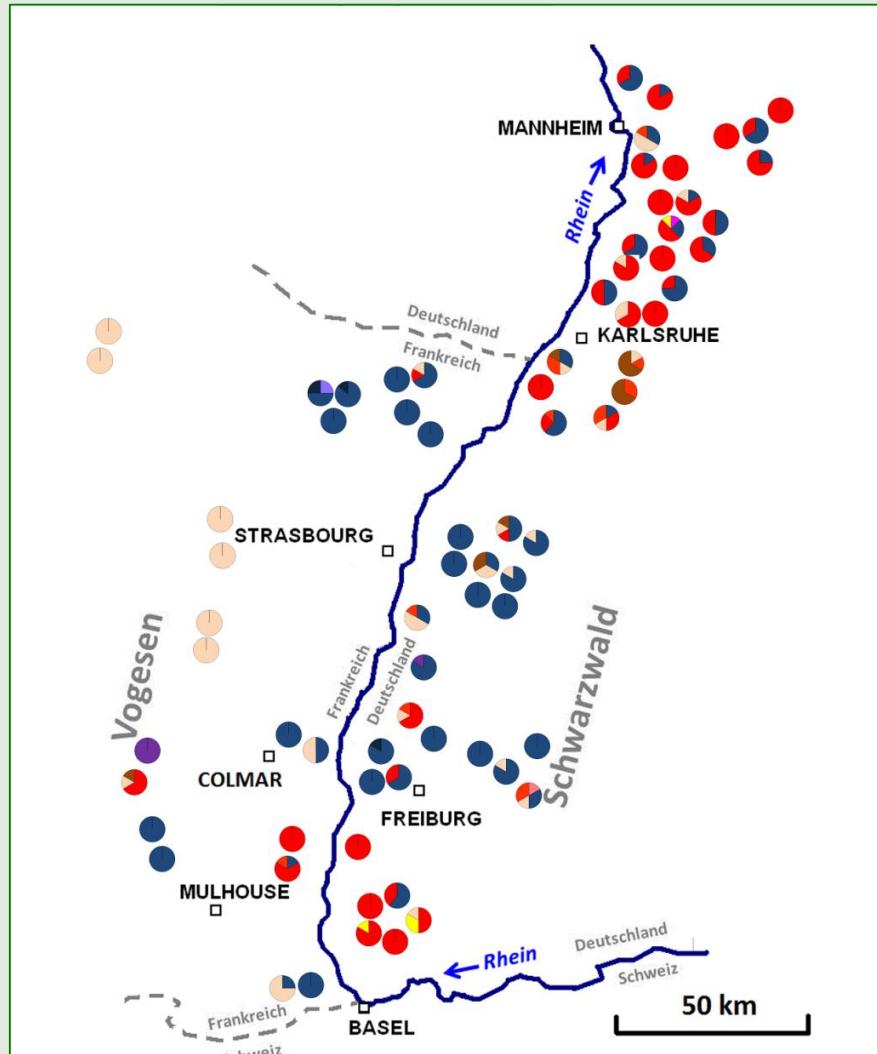


Analyse basierend auf der / basée sur  
Software Arlequin (Excoffier et al. 2010)  
Software Hapstar (Teacher & Griffiths 2011)

## Chlorotypen und Herkunft der oberrheinischen Eiche

## Les chlorotypes et l'origine du chêne dans le Rhin supérieur





## Die räumliche Verteilung der Chloroplasten-DNA Variation am Oberrhein

## La distribution spatiale de la variation de l'ADN chloroplastique dans le Rhin supérieur

### Räumliche Strukturierung

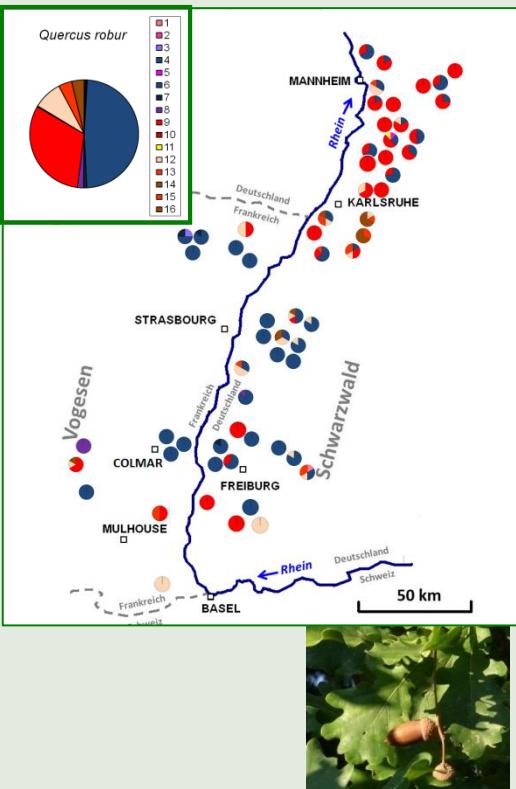
- Komplexe nacheiszeitliche Rückwanderungswege aus allen 3 Refugien
- Großräumiger menschenbedingter Saatguttransport gering

### Structure spatiale

- Voies de recolonisation postglaciaire complexes venant des 3 refuges
- Transport de semences anthropique à longue distance limité

# Chloroplasten-DNA

Variation innerhalb und zwischen Arten

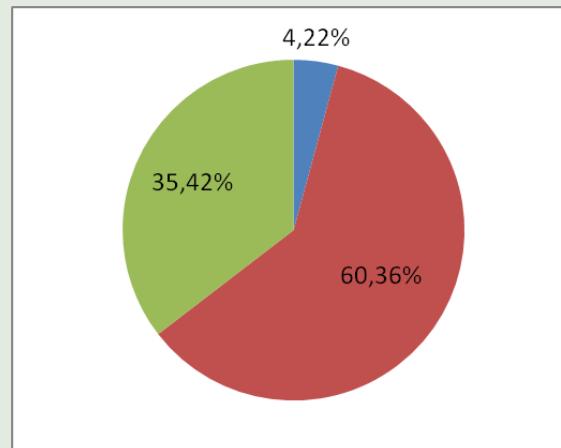


# ADN chloroplastique

Variation intra et inter espèces

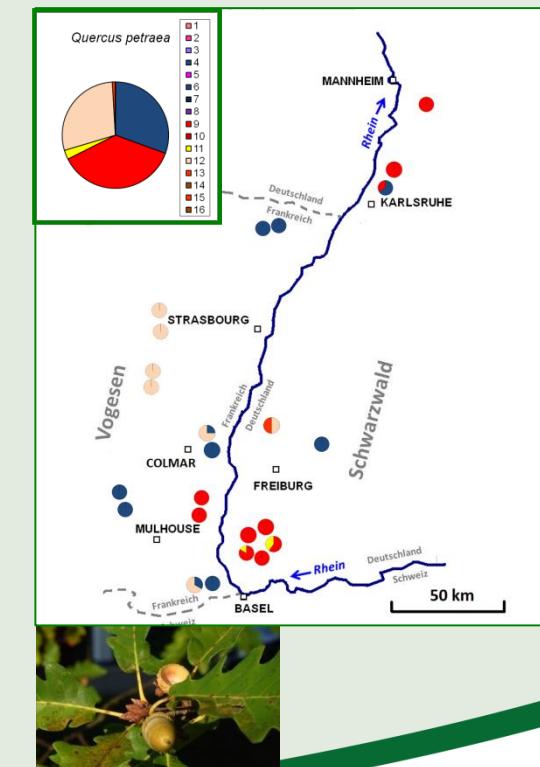
## AMOVA (10 cpDNA Loci)

(Weir & Cockerham 1984, Excoffier et al. 1992, Weir 1996)



### Gen. Variation

- à l'intérieur des peuplements / innerhalb der Populationen
- entre espèces/ zwischen Arten
- entre peupl., à l'intérieur des espèces / zwischen Pop. innerh. Arten

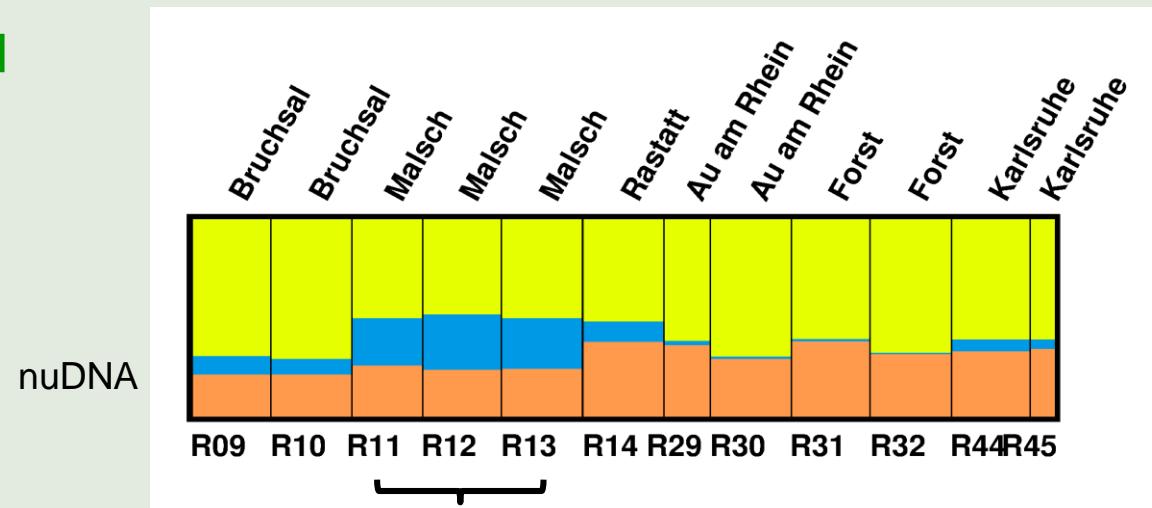


## Genetische Variation und Bestandesgeschichte

## Variation génétique et histoire des peuplements

Differenzierung der Kern-DNA-Variation /  
Différenciation de l'ADN nucléaire

Differenzierung der cpDNA-Variation/ Différenciation de l'ADN chloroplastique



cpDNA

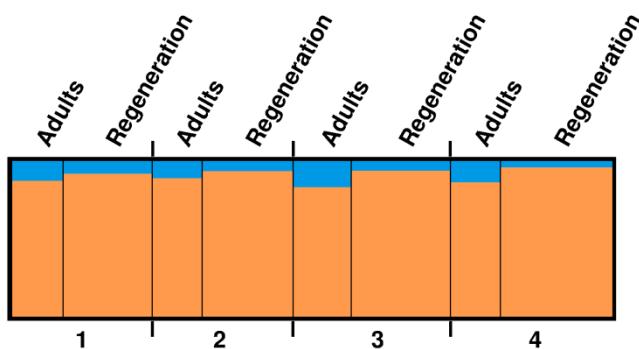
Hinweis auf eine rezente Migration /  
Saatguteinbringung  
Rappelant une récente migration ou  
installation des semences



## Genetische Variation: Altbäume und Verjüngung

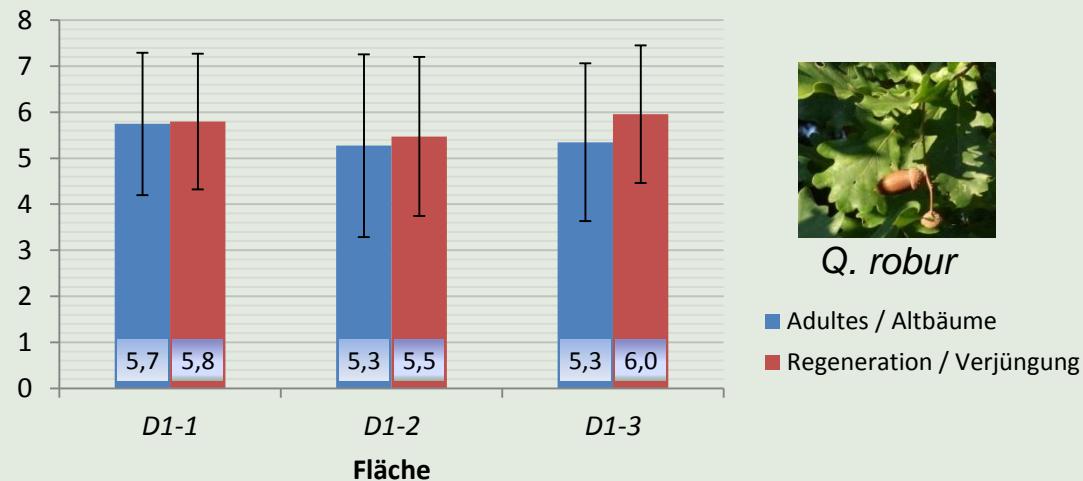
Exemple 1 – Mooswald: Régénération naturelle et maintenance de la diversité

Beispiel 1 – Mooswald: Naturverjüngung und Erhaltung der Diversität



## Variation génétique: Adultes et régénération

Mooswald Freiburg - Diversité génétique adultes vs. régénération



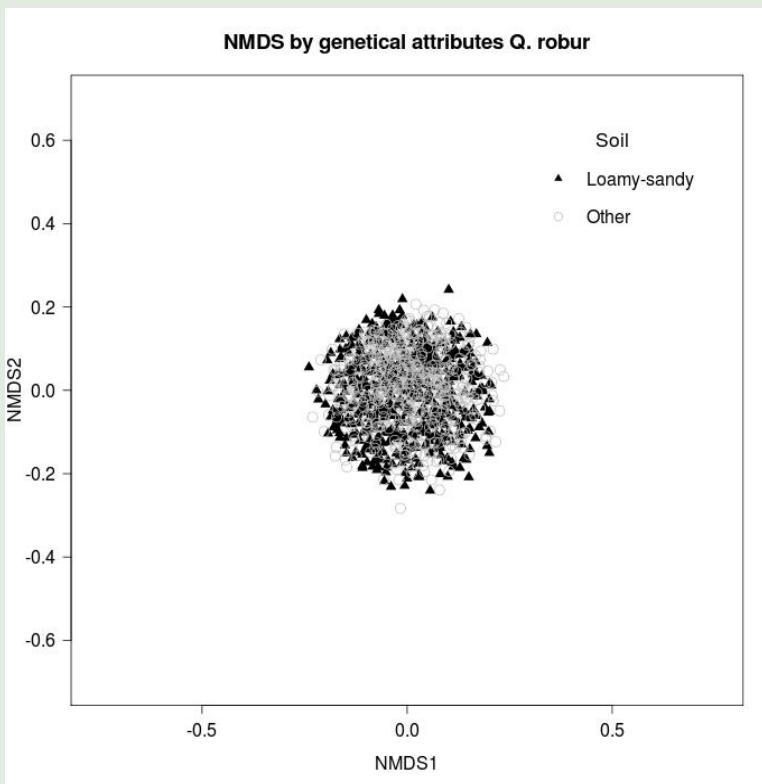
*Q. robur*

■ Adultes / Altbäume  
■ Regeneration / Verjüngung

Exemple 2 – Haguenau: Introgression génétique par hybridation

Beispiel 2 – Haguenau: Genetische Introgression durch Hybridisierung

## Genetische Variation und Standort



Méthode NMDS

Ergebnisse aus / résultats de 21 Loci (SSR und / et EST-SSR)

## Variation génétique et conditions stationnelles

	Df	SSQ	MSQ	F	R <sup>2</sup>	Pr(>F)
Pop	55	21,687	0,394	1,243	0,075	0,01 **
Grundwasser	1	0,275	0,275	0,868	0,001	0,85
Überflutung	1	0,323	0,323	1,019	0,001	0,43
Kalk	1	0,326	0,326	1,027	0,001	0,41
Pop:Grundw.	6	1,943	0,324	1,021	0,007	0,38
Pop:Kalk	11	3,676	0,334	1,053	0,013	0,10
Residuen	828	262,67	0,317			0,903

Méthode PERMANOVA

- Keine Assoziation zwischen Standortbedingungen und genetischer Variation (untersuchte Genorte)
- Plastizität? Loci nicht anpassungsrelevant?
- Pas d'association entre les conditions du site et la variation génétique
- Plasticité? Pas de sélection sur ces loci?

## Fazit

Hohe genetische Diversität durch lange nacheiszeitliche Geschichte und Evolution.

Hohe Variation innerhalb der Bestände, niedrige Differenzierung zwischen Beständen / innerhalb Art. Erhaltungsbedarf und Maßnahmen:

→ **Naturverjüngung:** Erhaltung des lokal angepassten Genpools, Möglichkeit für Naturhybridisierung

→ **Autochtonie** des Vermehrungsguts (Nutzung genetischer Information bei Ausweisung von Saatguterntebeständen)

→ Keine genetische Differenzierung zwischen Standorten an den untersuchten Genorten (Bedarf weiterer Studien). Trotzdem: Erhaltung und Erhöhung der genetischen Diversität beachten, **die die Grundlage für die zukünftige Anpassungsfähigkeit ist.**

## Conclusions

Diversité génétique très élevée à la suite de l'histoire postglaciaire et évolution. Diversité intra peuplement élevée/ faible diversité inter peuplements intra espèce. Nécessité de conservation / activités:

- **Régénération naturelle:** Conservation du pool génique (adaptations locales), possibilité d'hybridation
- **Autochtonie des propagules** (Utilisation de l'information génétique pour choisir et tracer le matériel de reproduction)
- Pas de différenciation entre peuplements avec différents conditions du site pour les marqueurs génétiques analysés (nécessité d'autres études). Cependant: Conservation et augmentation de la diversité génétique doit être considérée; **c'est la base pour l'adaptation future.**

# MERCI BEAUCOUP POUR VOTRE ATTENTION! VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

## Danksagung

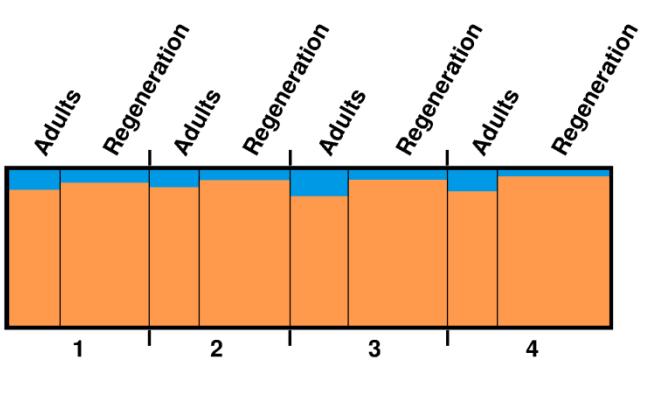
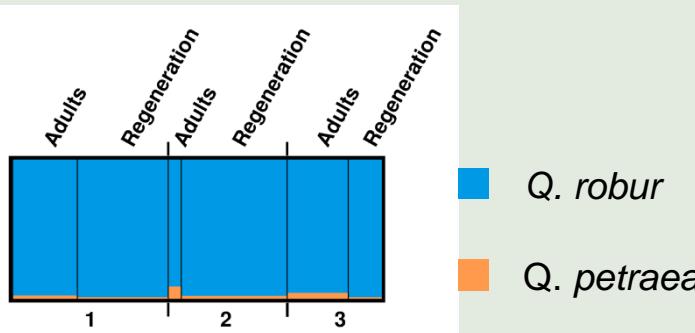
Nour Alhammoud (Laborarbeit)  
Peter Bischofberger (Laborarbeit)  
Bärbel Daub (Laborarbeit)  
Katerina Dounavi (wiss. Beratung)  
Pierre Geldreich (Initiierung des Projekts auf fr. Seite)  
Armin Jacob (Auswahl der Flächen, diverse Projektarbeiten)  
Klaus Kienzler (Geländearbeit)  
Antoine Kremer (Co-Referent)  
Hans-Gerd Michiels (wiss. Beratung, diverse Projektarbeiten)  
Marc Morell (Auswahl der Flächen, diverse Projektarbeiten)  
Julien Prinet und Mitarbeiter (Koordination der Projektarbeit in Frankreich)  
Thomas Seliger (Laborarbeit)  
Armin Strehle (Laborarbeit)  
Klaus Winkler (Geländearbeit)  
Regina Zimmermann (Laborarbeit)

## Remercîments



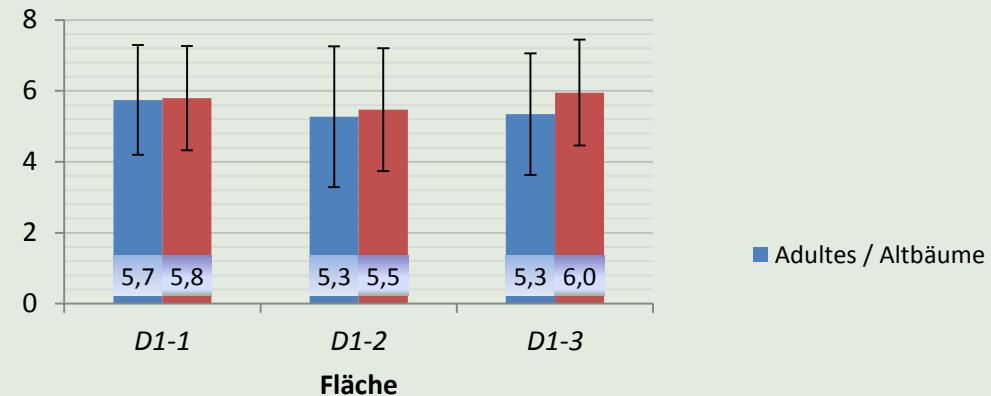
[www.quercus-regeneration.eu](http://www.quercus-regeneration.eu)

## Genetische Variation: Altbäume und Verjüngung

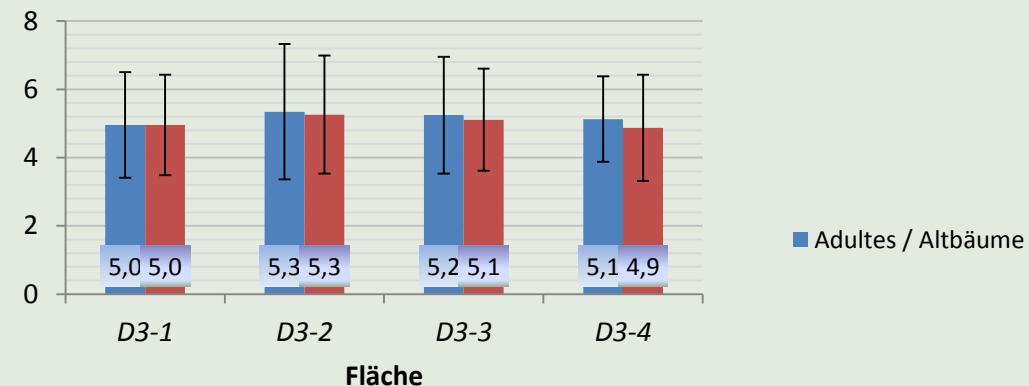


## Variation génétique: Adultes et régénération

Mooswald Freiburg - Diversité génétique adultes vs.  
régénération



Haguenau: Altbäume vs. Verjüngung



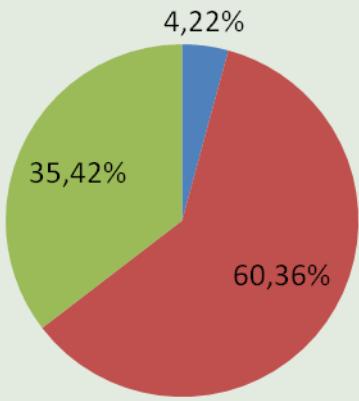
## Chloroplasten-DNA Variation innerhalb und zwischen Arten

### Variation cpADN à l'intérieur et entre es espèces

#### AMOVA (10 cpDNA Loci)

(Weir & Cockerham 1984, Excoffier et al. 1992, Weir 1996)

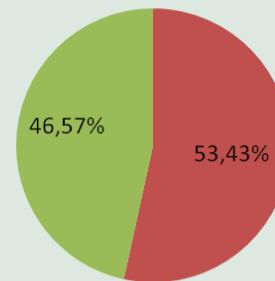
AMOVA entre les espèces



#### Gen. Variation

- à l'intérieur des peuplements / innerhalb der Populationen
- entre les espèces/ zwischen Arten
- entre peupl., à l'intérieur des espèces / zwischen Pop. innerh. Arten

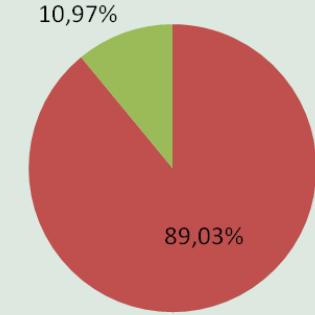
AMOVA - *Q. robur*



AMOVA - *Q. petraea*

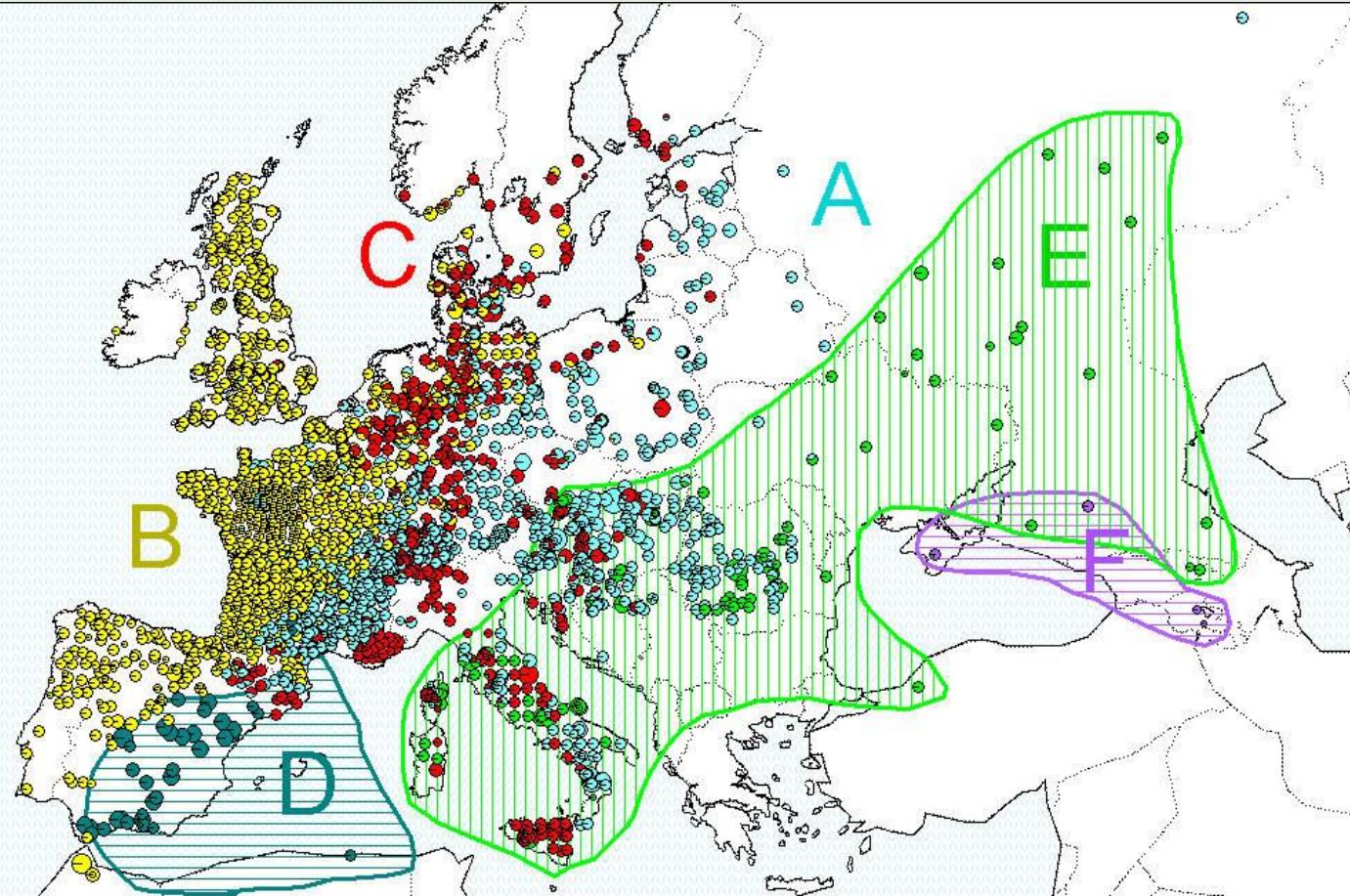


10,97%



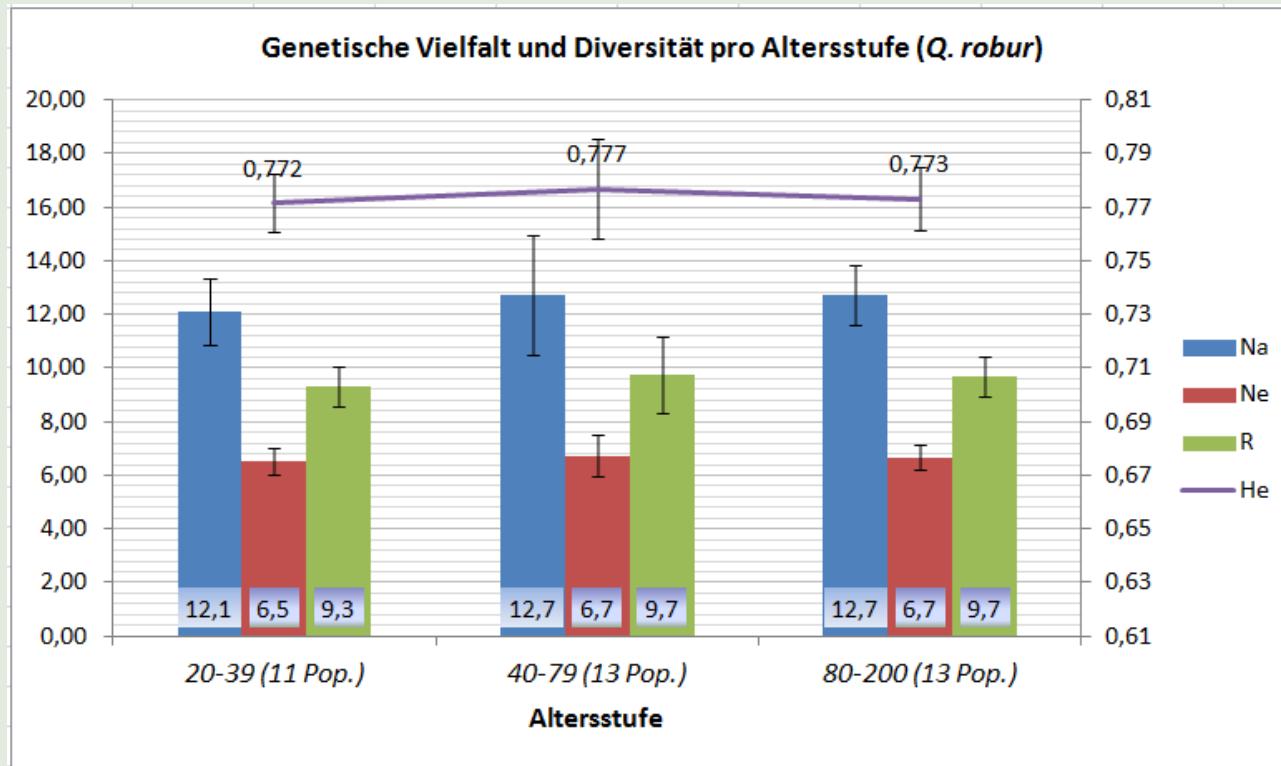
# ERGEBNISSE

cp-SSRs: Vergleich zu den Literaturergebnissen



## ERGEBNISSE

Kern-SSRs: Genetische Variation in verschiedenen Altersstufen (*Q. robur*)



Analyse durchgeführt mit Hilfe der Softwares GenAIEx (Peakall & Smouse 2006)  
und FSTAT (Goudet 1995)