

L'agroforesterie avec des arbres fruitiers et des fruitiers sauvages –
une chance pour la biodiversité

zhaw Life Sciences and
Faculty Management
LINH Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Mareike Jäger

25.11.2021

Mareike Jäger
ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche
Ressourcen
Forschungsgruppe Hortikultur
mareike.jaeger@zhaw.ch



L'agroforesterie?

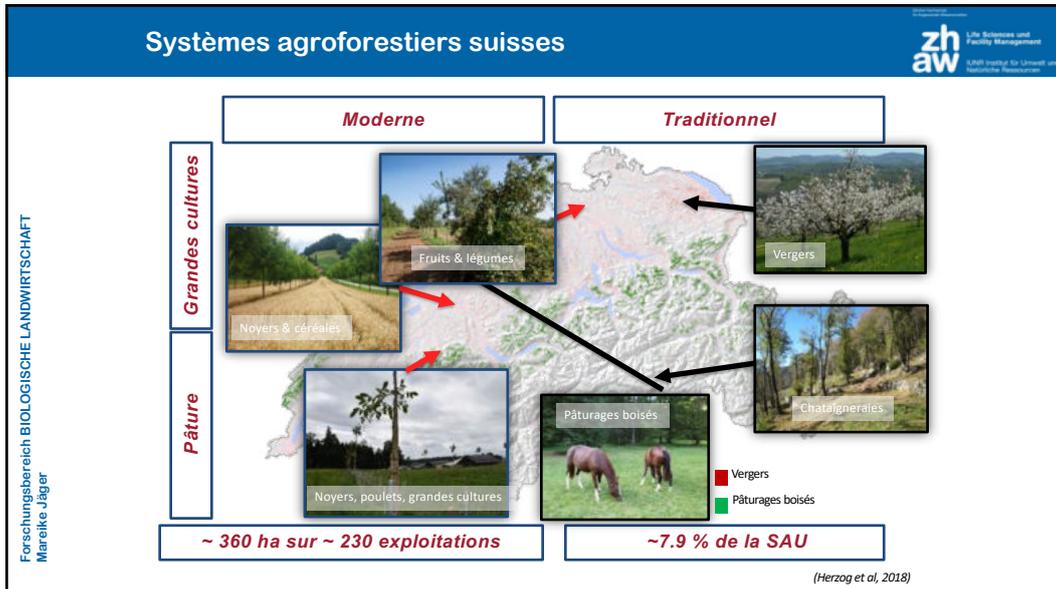
zhaw Life Sciences and
Faculty Management
LINH Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Mareike Jäger



L'agroforesterie désigne la combinaison d'arbres
et de grandes cultures, de prés ou de pâturages

Quelle: fotocommunity.org




 Life Sciences and Family Management
 UNIL Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Grandes cultures et arbres - pourquoi cela fonctionne-t-il ?

- La concurrence avec la culture oblige l'arbre à s'enraciner plus profondément (le travail du sol le long de la rangée d'arbres force l'enracinement profond)
- Les partenaires du système utilisent les ressources de croissance que sont l'eau, la lumière et les nutriments différemment dans le temps et l'espace (émergence tardive des feuilles des arbres, utilisation de différents espaces racinaires dans le sol)
- Toutes les plantes cultivées communes peuvent être considérées comme des cultures sous-jacentes. Théoriquement, ce sont surtout les cultures qui tolèrent bien l'ombre qui pourraient profiter: pommes de terre, épinards, laitues, féveroles et légumineuses fourragères, ainsi qu'oignons, haricots, concombres et courgettes. Les espèces particulièrement sensibles à la lumière, telles que le blé et l'épeautre, le maïs, les cultures fruitières, le tournesol, le chou et le millet se développeraieent moins bien à l'ombre des arbres - aucune donnée fiable n'est disponible.
- Les enquêtes sur le rendement des systèmes agroforestiers montrent que plus la sécheresse augmente, plus les cultures sous-jacentes bénéficient de la diminution de l'évaporation de l'eau sur la terre.





Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Marilke Jäger


 Life Sciences and Family Management
 UNIL Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Avantages écologiques des plantes cultivées dans les systèmes agroforestiers

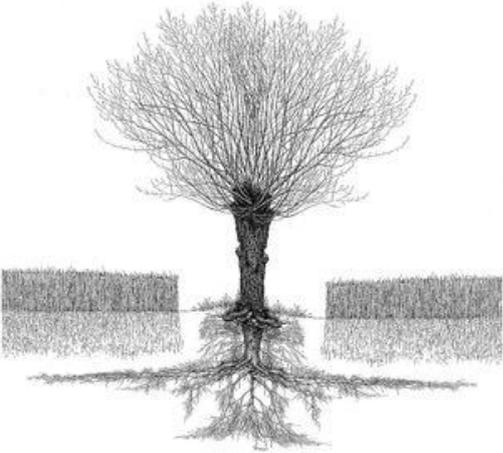
Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Marilke Jäger

Mieux utiliser les ressources en eau grâce à la redistribution hydraulique

zhaw
Life Sciences and Faculty Management
LIFE Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

- Pompe à eau biologique pendant la nuit : quand les stomates sont fermés, l'eau peut transiter des zones plus profondes et humides vers les zones plus sèches et superficielles, ce qui n'est pas possible en journée avec les stomates ouverts et la transpiration.
- Les arbres avec des systèmes racinaires dimorphes sont avantagés
- Les racines des arbres et les cultures sous-jacentes occupent un espace différent

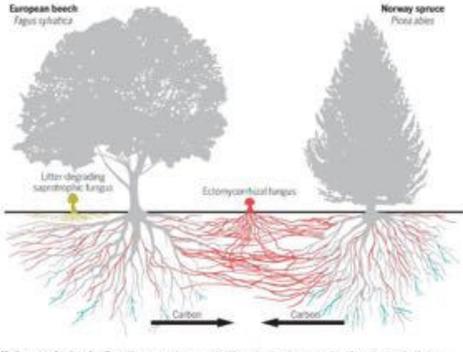


Grafik: AGRIDEA

Augmentation du rendement photosynthétique dans les systèmes agroforestiers

zhaw
Life Sciences and Faculty Management
LIFE Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger



Underground networks. Forest trees are interconnected through extensive mycorrhizal fungal networks that can interlink different tree species. Carbon can move from one tree to another through these hyphal networks.

Quelle: van der Heijden, M.G.A. (2016) Underground Networking: fungal networks transfer carbon between forest trees. Science 353: 290-291.

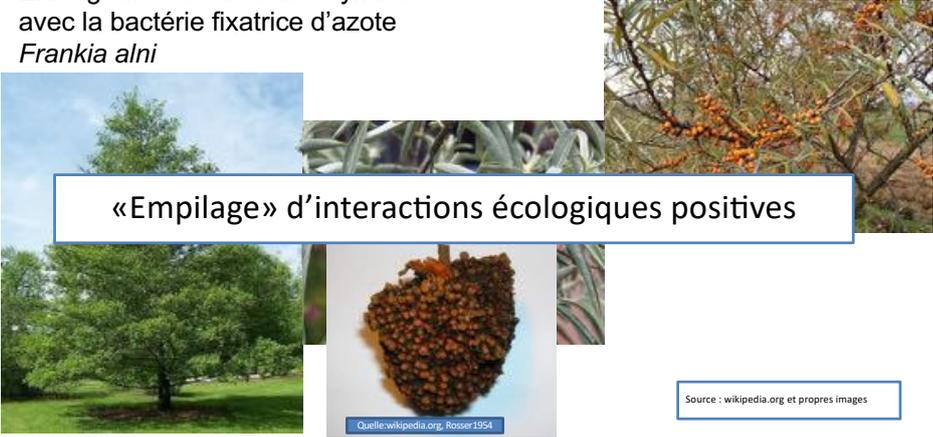
Les plantes rejettent 20-40 % du carbone assimilé dans la rhizosphère (directement ou indirectement par les mycorhizes)

zhaw Life Sciences and Faculty Management
 LMU Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Fixateurs d'azote alternatifs

Les aulnes, les argousiers et *Elaeagnus* effectuent une symbiose avec la bactérie fixatrice d'azote *Frankia alni*

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger



«Empilage» d'interactions écologiques positives

Source : wikipedia.org et propres images

Quelle: wikipedia.org, Rosser1954

zhaw Life Sciences and Faculty Management
 LMU Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

L'agroforesterie en Suisse – les vergers dans le paysage agricole moderne

Les parcelles agroforestières sont actuellement généralement enregistrées en tant que "vergers", avec ou sans qualité, y compris les prescriptions spécifiques de l'OPD, comme la surface corrélée et les éléments de structure

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger



Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT Marilke Jäger		Système fruitier intensif : terres ouvertes avec des arbres pour la production fruitière (fruits de table pour vente directe, fruits pour transformation). Généralement des exploitations bio.	
		Système fruitier extensif : terres ouvertes avec des arbres pour la production fruitière extensive (jus de pomme, raisinée/vin cuit).	
		Système bois/fruit : terres ouvertes avec des arbres pour la double production de fruits et de bois (noyer, mais aussi poirier et cerisier).	
		Système bois précieux : terres ouvertes avec des arbres destinés à la production de bois précieux (surtout fruitiers sauvages, parfois aussi de l'érable ou bois d'œuvre comme le peuplier)	

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Marilke Jäger

Bois et fruits des fruitiers à pépin





Les arbres fruitiers haute-tige greffés (surtout à pépins) seraient intéressants pour un double usage fruit/bois, mais difficile dans la pratique.

Les raisons en sont les suivantes : la fenêtre d'interculture permettant la récolte des fruits est courte

Un élévateur électrique est nécessaire pour la récolte et l'entretien des arbres



Pommier avec un houppier à 3 m du sol

BHD Développement de plantation d'arbres fruitiers

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelke Jäger

zhaw Life Sciences and
Faculty Management
ZHAW Institute for Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Bild: L. Nilles, AGRIDEA

Species	Bar 1	Bar 2	Bar 3	Bar 4
Schneidenspiegel	32	35	38	42
Mispel	22	25	28	32
S. Wasserbirne	25	28	32	35
Eberesche	28	32	35	38

Species	Bar 1	Bar 2	Bar 3	Bar 4
Wildbirne	32	35	38	42
Wildapfel	22	25	28	32
Spirelle	25	28	32	35
Eberesche	28	32	35	38

Source : (Seidl 2014)

L'intérêt pour les systèmes agroforestiers avec des feuillus ou des fruitiers sauvages pour la production de bois augmente

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelke Jäger

zhaw Life Sciences and
Faculty Management
ZHAW Institute for Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Plantation récente de tilleul, chêne, Sorbus et érables champêtres, entre autres, dans un système sylvoarable

Photo: Martin Venzin


 Life Sciences and Faculty Management
 LMH Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Mareike Jäger



... ou pastoral



Photos: Martin Venzin


 Life Sciences and Faculty Management
 LMH Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Défis particuliers de la production de bois précieux (de fruitiers, fruitiers sauvages et autres feuillus)

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Mareike Jäger





- Terra incognita : à l'interface entre les connaissances en arboriculture, grandes cultures et sylviculture
- Elagage, qualité du bois et cicatrisation des blessures
- Bois dur précieux adapté au contexte pédoclimatique




 Life Sciences and Family Management
 LMH Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

- Avec des subventions importantes, beaucoup d'arbres devraient être plantés, avec cependant un risque de tendance à l'abandon et au manque d'entretien

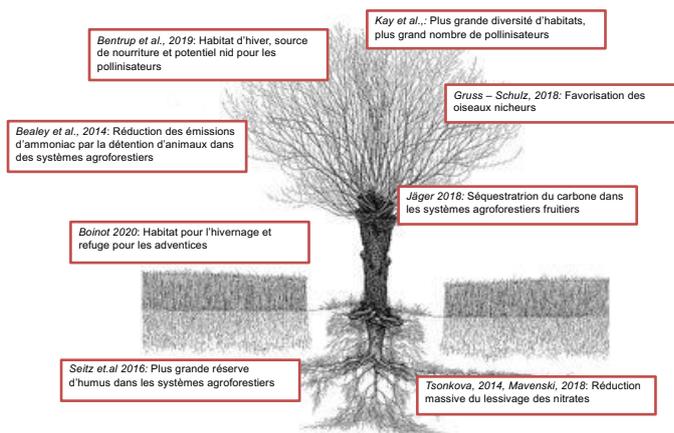
Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Marilke Jäger



Exigences des espèces et variétés pour l'utilisation du bois

- Pas de recherches sur la qualité du bois des différentes variétés fruitières – seulement des connaissances empiriques
- Les variétés triploïdes sont recommandées; elles ont généralement une bonne santé et vigueur, et sont peu sujettes aux tronc noueux (pommiers : Schneiderapfel, Gravensteiner, Jakob Fischer, Egelhofer...)
- En plus des fruits à pépins, les essences suivantes sont très recherchées comme bois précieux: merisier, noyer, sorbus (alisier, cormier, sorbier), châtaigner, mûrier (uniquement le mûrier blanc, et pas avec des grandes cultures, à cause de l'ombrage important)
- Tilleul, chêne...: Très bon pour la promotion de la biodiversité, pour l'instant pas de paiements directs

Service écosystémiques des systèmes agroforestiers



Monitoring des incidences sur l'environnement de l'agroforesterie en Suisse

- Suivi de la croissance des arbres, entre autres diamètre et hauteur :
 - 4 Parcelles depuis 2010
- Suivi de la biodiversité, entre autres oiseaux, pollinisateurs, habitats:
 - ~20 parcelles depuis 2021
- Recensement d'autres variables environnementales (sol, nutriments, etc.) par des relevés sporadiques et des modélisations

Cependant, toujours peu de retour sur expérience (max 10 ans), et ce principalement sur des parcelles d'agriculteurs
Très peu d'essais scientifiques avec contrôles et répétitions

Kay S., Jäger M., Herzog F., 10 Jahre Agroforst-Monitoring in der Schweiz – 8. Forum Agroforstsysteme, 2021

Puits de carbone des systèmes agroforestiers en Suisse



Circonférence du tronc,
longueur des rameaux et
volume de la couronne

Monitoring des taux de croissance

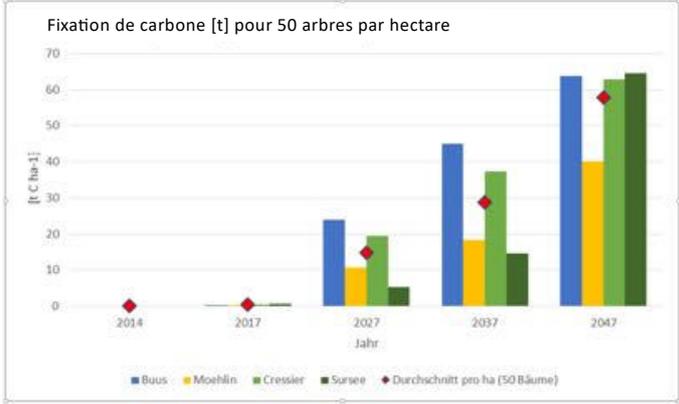
Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

→ Grande variabilité de croissance et de taille selon les arbres
→ Mort d'arbres et plantations de



2011

2020



Jahr	Buus	Moehlin	Cressier	Surse	Durchschnitt pro ha (50 Bäume)
2014	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0
2027	25	10	20	5	15
2037	45	18	38	15	30
2047	65	40	65	65	57.7

Datenauswertung mit ecoYield-Safe: Palma J, Graves A, Crous-Duran J, et al. EcoYield-SAFE: Maintaining a



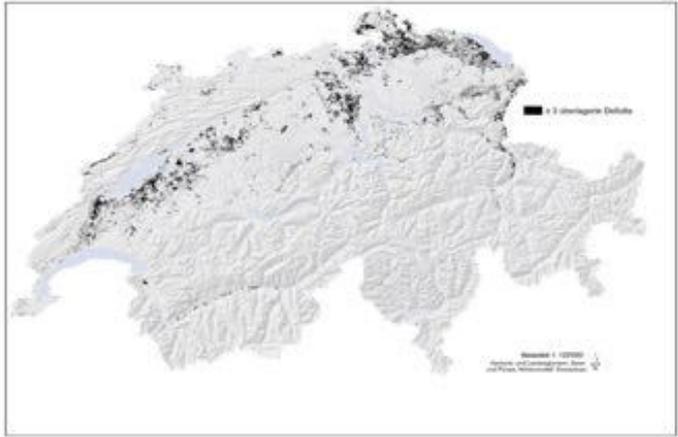
Poirier Cressier

La fixation de carbone pour 50 arbres par hectare augmente en 30 ans de 0,1 t C/ha à 57,7 t C/ha annuels

Où la mise en place de systèmes agroforestiers a-t-elle le plus de sens?

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger





13,3 % de la SAU sont concernés par au moins 3 déficits cumulés!

Régions dans lesquelles trois déficits environnementaux dans l'agriculture ou plus sont représentés sur la même parcelle, et/ou qui seront particulièrement touchées par le changement climatique.

zhaw Life Sciences and Family Management
Zürcher Hochschule für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Potentiel de compensation CH par l'agroforesterie dans les zones déficitaires

- Les systèmes agroforestiers peuvent compenser 13 % des émissions directes de gaz à effet de serre de la production agricole suisse dans les zones de déficit environnementaux (13,3 % de la SAU)
- La biomasse des arbres peut capturer 1,6t C/ha et ainsi fixer jusqu'à 0,8 Mio. t. eq.-CO₂
- Ceci est en mesure d'améliorer le bilan carbone de l'utilisation des sols suisses, en augmentant de 50 % le carbone fixé dans les sols et la végétation



Ressourcenschutz durch Agroforstsysteme – standortangepasste Lösungen. Kay S., Jäger, M., Herzog F., Agrarforschung 2019

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

zhaw Life Sciences and Family Management
Zürcher Hochschule für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Développements futurs

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

Valeur ajoutée des systèmes agroforestiers

zhaw
Life Sciences and
Faculty Management
LIFE Institute for Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger



Plus grande valeur ajoutée par l'orientation vers un produit – L'agroforesterie orientée produit – p. ex. la noix

zhaw
Life Sciences and
Faculty Management
LIFE Institute for Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger



zhaw Life Sciences and Family Management
LIFE Institute für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marilke Jäger



Foto: Oliver Kaufmann

Detailed description: The slide features a blue header with the zhaw logo and text. On the left, vertical text identifies the research area and researcher. The main content consists of two photographs. The larger one is an aerial view of a field with distinct, parallel rows of green and purple plants, likely a cover crop or intercropping system. A smaller inset photo shows a ground-level view of a field with a mix of green plants and vibrant red and blue flowers under a blue sky with light clouds.

zhaw Life Sciences and Family Management
LIFE Institute für Umwelt und Natürliche Ressourcen

**Plus grande valeur ajoutée par l'orientation vers un produit –
*L'agroforesterie orientée produit – p. ex. les fruits à cidre***

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marilke Jäger



Fotos: Max Strauss

Detailed description: The slide has a blue header with the zhaw logo and a central title in bold black text. On the left, vertical text identifies the research area and researcher. The main content consists of two side-by-side photographs. The left photo shows a field with young trees planted in rows, with a gravel path in the foreground. The right photo shows a tractor in a field with tall, golden-brown grass or hay, with a dense forest in the background.

zhaw Life Sciences and Faculty Management
 LMU Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Transformation agroécologique – du champ à l’assiette

Association Boimig
 «Profiter davantage des arbres –
 En tant qu’une partie d’un écosystème qui se régénère»

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Marilke Jäger

Source: www.hazelnurger.ch

zhaw Life Sciences and Faculty Management
 LMU Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Projets agroforestiers actuels en Suisse

AGRO4ESTERIE

Cantons GE, VD, NE, JU, 117 exploitations, environ 190 ha enregistrés

Programme de subvention de Coop pour l'Agroforesterie

Environ 40 exploitations

Nouveaux plans climat cantonaux : agriculture zéro émission aux Grisons, décision climat d'Argovie etc. - L'agroforesterie comme partie de la solution

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Marilke Jäger

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

zhaw
Life Sciences and
Faculty Management
LIH Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Conclusion

Potential pour la conservation des variétés

zhaw
Life Sciences and
Faculty Management
LIH Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

- Un potentiel élevé pour la conservation des variétés cultivées se situe, à mon avis, plutôt dans les systèmes agroforestiers traditionnels

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger



zhaw Life Sciences and Faculty Management
LIFE Institute für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Potentiel pour la conservation des variétés

- La diversité variétale est recherchée dans les systèmes modernes, mais elle est limitée par les contraintes d'utilisation multiples de l'espace et les fenêtres temporelles courtes (p. ex. fruits à cidre et grandes cultures)
- Encore beaucoup de potentiel avec des feuillus demandant peu d'entretien, des fruitiers sauvages pour la production de bois précieux ou encore des nouveaux systèmes (haies fourragères)




Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelke Jäger

zhaw Life Sciences and Faculty Management
LIFE Institute für Umwelt und Natürliche Ressourcen



Les essences extensives telles que les merisiers, mûriers, sorbus, châtaigniers, noyers, chênes, tilleuls, érable champêtre etc. peuvent être intéressantes pour les agriculteurs qui, pour une raison ou une autre, ne veulent pas planter de fruitiers haute-tige greffés. C'est particulièrement vrai pour fournir de l'ombre dans les pâturages.

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelke Jäger

zhaw Life Sciences and Family Management
LIFE Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

- Il y a actuellement un engouement pour l'agroforesterie en Suisse et dans l'UE
- Les raisons en sont le potentiel de fixation de carbone et les services écosystémiques rendus
- Beaucoup de projets et de programmes – les paiements directs sont à la traîne (les systèmes agroforestiers considérés comme des vergers à court terme, des subventions pour les systèmes de production prévu dans la PA22+)
- Il y a aussi de bonnes raisons contre l'agroforesterie (oiseaux nichant au sol, drainages, manque de main d'oeuvre, perspective à long terme...)

zhaw Life Sciences and Family Management
LIFE Institute for Umwelt und Natürliche Ressourcen

Merci de votre attention!



Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
Marcelle Jäger

Littérature


Forschungsbereich BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT
 Mareike Jäger

- Bentrup et al., (2019) Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review, *Forests* 2019, 10(11), 981; <https://doi.org/10.3390/f10110981>
- Sébastien Boinot (2019) Distribution of overwintering invertebrates in temperate agroforestry systems: Implications for biodiversity conservation and biological control of crop pests, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 285, 1 December 2019, 106630 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106630>
- Sébastien Boinot (2019) Alley cropping agroforestry systems: Reservoirs for weeds or refugia for plant diversity? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 284, 15 November 2019 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106584>
- Gruss, 2014, H. & U. Schulz: Diversität und Artenzusammensetzung von Brutvogelgemeinschaften auf Kurzumtriebsplantagen und der umgebenden Agrarlandschaft. *Omithol. Anz.*, 52: 142-156)
- Jäger, M. (2018) Agroforst Netzwerk Schweiz, Schlussbericht Beratungsprojekt. www.agroforst.ch
- Kay, Sonja; Jäger, Mareike; Herzog, Felix (2020): Moderne Agroforstsysteme in der Schweiz: partizipative Entwicklung und künftige Herausforderungen. Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, 98(2) Verfügbar unter: [https://doi.org/10.12787/buwl.98\(2\).299](https://doi.org/10.12787/buwl.98(2).299)
- Kay S., Jäger, M., Herzog F., (2019) Ressourcenschutz durch Agroforstsysteme – standortangepasste Lösungen. *Agrarforschung Schweiz* 10, 308 – 3015
- Kay S., Jäger, M., Herzog, F. (2021), 10 Jahre Agroforst-Monitoring in der Schweiz, 8. Forum Agroforstsysteme, Bernburg
- Manevski, K., Jakobsen, M., Kongsted, A.G., Georgiadis, P., Labouriau, R., Hermansen, J.E., Jørgensen, U., 2019. Effect of poplar trees on nitrogen and water balance in outdoor pig production – A case study in Denmark. *Sci. Total Environ.* 648, 1448–1458. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.376>
- Palma J, Graves A, Crous-Duran J, et al., (2017), EcoYield-SAFE: Maintaining a parameter-sparse approach in modelling silvopastoral systems. *Agroforestry Systems*
- Seitz, B., Emilie Carrad, Stéphane Burgos, Dylan Tatti, Felix Herzog, Mareike Jäger, und Friesenal Sereke (2017). Erhöhte Humusvorräte in einem siebenjährigen Agroforstsystem in der Zentralschweiz. *Agrarforschung Schweiz, Recherche Agronomique Suisse* 8 (7-8): 318-323
- Tonkova, P., Quinkenstein, A., Böhm, C., Freese, D., Schaller, E. (2014): Ecosystem services assessment tool for agroforestry (ESAT-A): An approach to assess selected ecosystem services provided by alley cropping systems. *Ecological Indicators* 45: 285-299. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.04.024
- Kaiser A. 2009. Agroforstwirtschaft zur Förderung der Artenvielfalt: Erarbeitung eines Schlüssel- zur Bewertung des Naturschutzpotenzials und Anwendung an drei Fallbeispielen im Schweizer Mittelland. Masterarbeit an der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit der Forschungs-anstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich. <http://e-collection.ethbib.ethz.ch>

Bildnachweis: sofern nicht anders angegeben, stammen alle Bilder von Mareike Jäger