

Waldflächenregeneration: Fallstudien aus China, Brasilien und Brandenburg

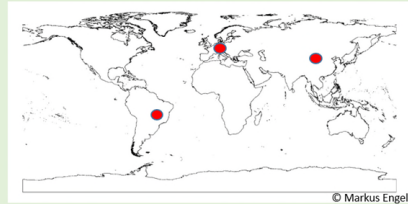


Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE), 26.09.2024

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Gliederung

1. Aufforstung in Jingchuan, Gansu Province, China
2. Wiederbewaldung in REGUA, Cachoeiras de Macacu, Brasilien
3. Waldentwicklung in Brandenburg nach Kalamitäten



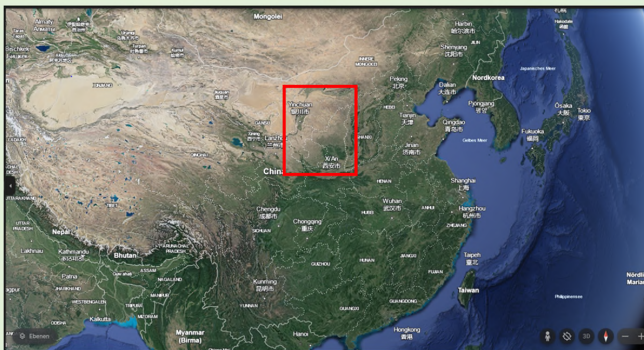
China

26.09.2024

3

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Lössplateau mit ca.
630.000 km² Fläche

Abb. 1: China aus dem All, Google Earth (2024)

26.09.2024

4

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 2: Lössplateau mit Jingchuan aus dem All, Google Earth (2024)

26.09.2024

5

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan

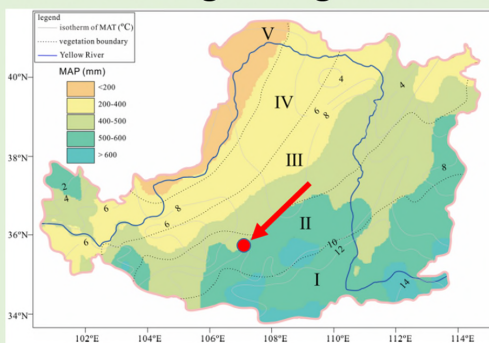


Abb. 3: Niederschlagszonen des Lössplateaus, Shen et al. (2021)

26.09.2024

6

- 400-500 mm Jahresniederschlag
- Sommer heiß, niederschlagsreich, Winter kalt und eher trocken
- 1000-1500 m asl.
- Niederschlagszonen korrespondieren mit Vegetation
- Vegetationszonen wechseln über relativ kurze Distanzen von 100 km
- Erste Siedlungsspuren vor 8000 Jahren
- Ackerbau seit 6000 Jahren
- Erste Waldnutzung aus Kohleresten vor 3500 Jahren (Quercus spp., Pinus spp., Ulmus spp., Ziziphus spp. Picea spp. etc.)

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan

Table 2 – Changes in forest area of the Loess Plateau across time^a

	Time				1949	1988	1998
	West-zhou (1066–771 B.C.)	N-S dynasty (420–589 A.D.)	Tang and Song (618–1275 A.D.)	Ming and Qing (1368–1911 A.D.)			
Area ($\times 10^6$ ha)	32.0	25.0	20.0	8.0	3.7	4.5	5.9
Coverage (%)	53	40	33	15	6.1	7.2	9.5

^a About the forest cover, it is a contentious issue. Some of historical literatures, e.g., Shi et al. (1985) as cited by this paper, show a vast forest cover on the Loess Plateau during historical periods. And some geological records, such as pollen (Li et al., 2003), indicate that dense forests have never existed in the loess Yuan area (the plain area) since the late Pleistocene. But both historical literatures and geological records proved that vegetation coverage declined in all ages. Here, we use historical records because we think pollen as evidence is relatively sparse.

Abb. 4: Entwicklung der Waldbedeckung, Wang et al. (2006)

26.09.2024

7

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 5: Großflächige Terrassierung mit Aufforstung, Foto: M. Engel

- Intensive (Über-) Nutzung förderten Erosion, Degradation, Überschwemmungen, Sandstürme und Trinkwassernot
- 1994 Beginn der „Watershed Rehabilitation Projects“
- Aufforstung mit (nicht)-heimischen Arten, z.B.:
Robinia pseudoacacia L.,
Prunus sibirica L.
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle
- Auch entlang des Einzugsgebietes des Jinghe

26.09.2024

8

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 6: Robinien-Saatgutbestand Brandenburg, Carl (2018)

26.09.2024

9

- Nativ im Osten der USA (Appalachen)
- Lichtbedürftig, schnellwüchsig
- Bindung von N mit Knöllchenbakterien
- Überflutungs-intolerant
- Trockenresistent
- Schnelle Durchwurzelung
- ideal für Erst-Kolonisation und Aufforstung (z.B. Ungarn)

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 7: Tiefgründige Braunerde aus Löss mit Kalk im Oberboden,
Foto: M. Engel

26.09.2024

10

- Bodensubstrat bietet beste Bedingungen für Ackerbau
- Jedoch Anfälligkeit für Erosion bei fehlender Vegetation
- Schnelle Durchwurzelung z.B. durch Robinie bietet Erosionsschutz
- Nutzbarmachung und Erosionsschutz durch Terrassen auf riesigen Flächen
- Löss bis zu 400 m mächtig

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 8: Lösswohnung mit Hof und Anbau von Mais, Foto: M. Engel

26.09.2024

- Schon sehr frühe Zivilisationsspuren sichtbar
- Höhlenwohnungen in den Löss gebaut („Yaodong“)

11

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 9: Grundgestein nahe Jingchuan, Foto: M. Engel

26.09.2024

- Erosion fördert Grundgestein zu Tage
- Mischung aus Sandstein, Kalkstein und klastischen Sedimentgesteinen

12

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 10: Grundgestein nahe Jingchuan, Foto: M. Engel

26.09.2024

13

- Geologische Schichtwechsel nur an wenigen Stellen sichtbar
- Bänder aus Kalkstein in Wechsel mit Lösslehm
- spielt für Aufforstung keine Rolle

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 11: Aufforstung aus Robinie nahe Jingchuan, Foto: M. Engel

26.09.2024

14

- Aufforstung in 1m x 2,5 m mit Robinie ein Erfolg
- Kann Erosion nicht gänzlich aufhalten
- Verdunstung durch Aufforstung zu hoch, was den Sickerwasserabfluss der Region mindert?
- Heimische Quercus-Arten (z.B. *Q. mongolica*) als Alternative mit besserer Anpassung an warm-trockene Bedingungen
- Ältere Robinien-Bestände gehen konservativer mit verfügbaren Wasserressourcen um (Wang et al. 2020)

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 12: 22 Jahre alte Robinien auf S-exponierter Terrasse, Foto: M. Engel

26.09.2024

- Große Wuchsunterschiede der Robinie aus S-exponierten Terrassen und Plateau-Standorten
- S-exponierte Standorte mit minimalem Wachstum (1 mm pro Jahr), teils ausbleibenden Jahrringen
→ keine Nutzung möglich
- Plateau-Standorte mit gutem Durchmesser-Wachstum von 0,5 – 1 cm pro Jahr
→ Nutzung möglich

15

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 13: Hangerosion trotz Aufforstung, Foto: M. Engel

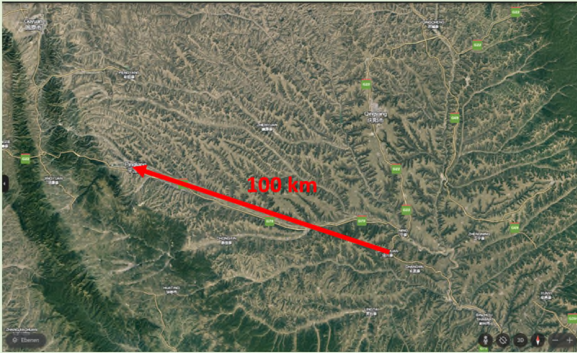
26.09.2024

- Auf den erodierten Flächen stellt sich eine Pionier-/ Sekundärvegetation ein, z.B. aus *Populus* spp., *Hippophae rhamnoides*, *Ailanthus altissima*
- Zusätzlich *Prunus persica/ armeniaca/ sibirica* etc.
- Charakterart ist die chinesische Dattel bzw. *Jujube (Ziziphus jujuba Mill.)*

16

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



- Vegetationskontrast nahe Pingliang im Süd-Westen des Löss-Plateaus
- Weg führt durch Agrarsteppe

Abb. 14: Pingliang auf Füße des Kontong-Shan, Google-Earth (2024)

26.09.2024

17

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



- Ein heiliger Berg mit religiösen Zentren des Taoismus, Buddhismus und Konfuzianismus
- Lage in Nationalpark
- Höchste Erhebung 2123 m
- Mehr als 1000 Pflanzenarten und 300 Tierarten

Abb. 15: Kongtong-Shan, Foto: M. Engel

26.09.2024

18

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Aufforstung in Jingchuan



Abb. 16: *Quercus wutaishanica* Mayr, *Tilia* spp. und *Pinus tabulaeformis* Carr. auf Kongtong-Shan, Foto: M. Engel

26.09.2024

19

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Brasilien

26.09.2024

20

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 17: Blick von REGUA auf Urwaldreste des Mata Atlântica ,
Foto: M. Engel

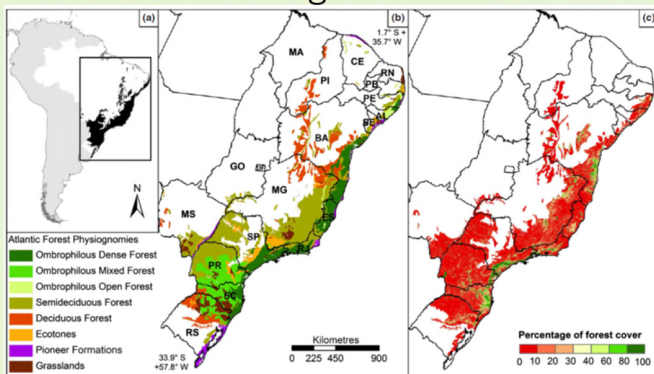
26.09.2024

- Reserva Ecológica de Guapiáçu (REGUA)
- 2001 gegründet durch NGO Associação Reserva Ecológica de Guapiáçu
- Habitatwiederherstellung im Gebiet des Mata Atlântica auf ehemaliger Farm "Carmo"
- Noch 8 % des ursprünglichen Mata Atlântica vorhanden (von 15 % der Landesfläche Brasiliens)
- Biodiversitäts-Hotspot
- Große Zahl an endemischen Arten
- Jahresmitteltemperatur 23 °C
- Jahresniederschlag 2560 mm
- 500 m asl.

21

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



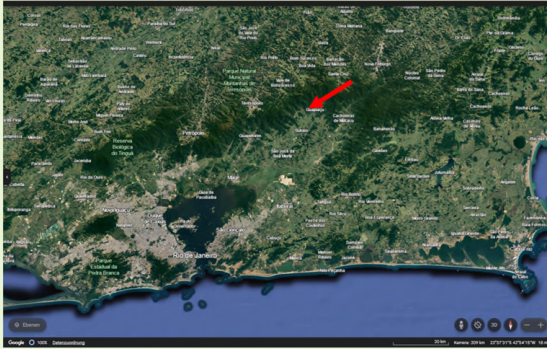
26.09.2024

Abb. 18: Waldtypen und
Ausmaß des Mata
Atlântica , Joly et al.
(2014)

22

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



- Ca. 1,5 h Autofahrt von Rio entfernt

Abb. 19: Lage des Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Google Earth (2024)

26.09.2024

23

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 20: Weideflächen nahe REGUA, Foto: M. Engel

26.09.2024

24

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 21: Plantage aus Euclyptus globulus Hybriden nahe Nova Friburgo, Foto: M. Engel

26.09.2024

25

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 22: Blick über die Aufforstungen in REGUA, Foto: M. Engel

26.09.2024

26

- Unterschiedlichste Habitattypen inklusive Sumpfland
- Aufforstung mit > 95 % heimischen Baumarten
- Beachtung der Sukzessionsfolge bei Aufforstung (Start mit Pionierarten)
- Saatgut aus der Umgebung/ Urwaldresten der Serra dos Órgãos
- Pflanzenanzucht in eigener Baumschule
- > 400 Baumarten pro Hektar möglich

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 23: Baumannzucht in REGUA, Foto: M. Engel

26.09.2024

27

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 24: Per Hand gesammelte Baumsamen in REGUA, Foto: M. Engel

26.09.2024

28

- Arten-Sukzession:
Pioniere z.B. *Gochnata polymorpha*
Sekundär z.B. *Pouteria macrophylla*
Klimax z.B. *Cedrela fissilis*
- Auf manchen Flächen finden sich ausschließlich Pionierarten
- Teilweise stark bedrohte Baumarten z.B. *Caesalpinia echinata* (Pau Brasil, Nationalbaum Brasiliens)
- Exoten vereinzelt, wie *Tectona grandis* oder *Dalbergia nigra*

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 25: Baumpflanzung in REGUA, Foto: M. Engel

26.09.2024

- Arbeiten durch eigenes Personal, Praktikanten und Freiwillige
- 8000 ha unter Schutz
- 500 ha Habitats renaturiert
- > 750.000 Bäume gepflanzt
- Viele Charaktertierarten:
 - Tapire, Kaimane, Capybaras, Tukane, etc.

29

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Wiederbewaldung in REGUA



Abb. 26: Sonnenaufgang in REGUA, Foto: M. Engel

26.09.2024

REGUA vereint:

1. Renaturierung und Wiederbewaldung
2. Forschung nationaler und internationaler Institutionen
3. Nachhaltigen Tourismus
4. Förderung sozialer Projekte und Umweltbildung

30

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Brandenburg

26.09.2024

31

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 27: Waldbrandfläche Seddin 2023 mit Hochstubben, Foto: M. Engel

26.09.2024

32

1. Brand
2. Sturm
3. Insekten
4. Pilze

- Brände teils mutwillig oder unwissentlich verursacht
- Kampfmittelreste können Brandursache sein und erschweren die Wiederbewaldung
- Dürreschäden befördern Insekten und Pilze

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 28: Logo des Projektes
PYROPHOB, www.pyrophob.de

- Nutzung zweier Waldbrandflächen als Freilandlabor zur ökologischen Wiederbewaldung
 - Treuenbrietzen
 - Jüterbog
- Welche ökologischen Effekte habe unterschiedliche Vorgehensweisen auf den Brandflächen (Beräumung vs. Belassen)?
 - Chance natürliche und gesteuerte Sukzession zu untersuchen
 - Chance das entstehen naturnaher Laubmischwälder zu beobachten und zu untersuchen

26.09.2024

33

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 29: Geborgene Munitionsreste, Fotos: Firma KOCH Munitionsbergung GmbH

- Auf beiden Flächen naturferne Kiefern-Reinbestände auf mittleren bis ziemlich-armen Böden
- Beide Flächen mit Alt-Munitionsbelastung
- Brandenburg 2007-2022 305 t Kampfmittel auf 33.803 ha geborgen

→ Baumartenpotentiale der Zukunft?

26.09.2024

34

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



- Treuenbrietzen Waldbrand 2018 und 2022
2018: 400 ha
- Jüterbog Waldbrand 2019
2019: 800 ha

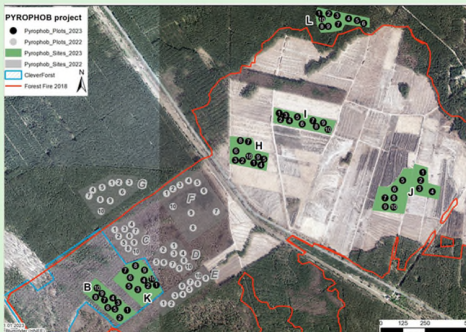
Abb. 30: Lage der Brandflächen, LFB-Geoportal (2024)

26.09.2024

35

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



- Treuenbrietzen Waldeigentum geteilt
→ Teil Privatwaldgenossenschaft
Flächenräumung und Pflanzung
- Teil Kommune Treuenbrietzen
Flächenberäumung nur teilweise, Saat
und Pflanzung, teils natürliche Sukzession

Untersuchungsfläche gesamt: 45 ha

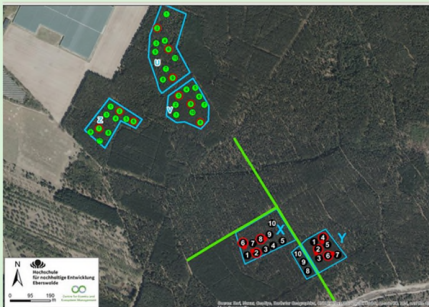
Abb. 31: Versuchsflächenanlage in Treuenbrietzen,
<https://www.pyrophob.de/forschung#flächen>

26.09.2024

36

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



- Jüterbog Waldeigentum in Besitz der Stiftung Naturlandschaften Brandenburg – die Wildnisstiftung
→ keine Flächenräumung, Bäume belassen, ausschließlich natürliche Sukzession

Abb. 32: Versuchsflächenanlage in Jüterbog,
<https://www.pyrophob.de/forschung#flächen>

26.09.2024

37

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 33: Partner bei den wissenschaftlichen Untersuchungen in Treuenbrietzen und Jüterbog

26.09.2024

38

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen

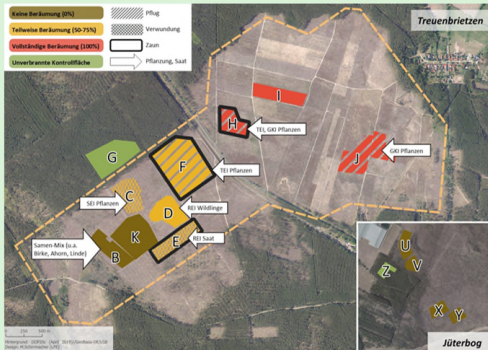


Abb. 34: Behandlungen in Treuenbrietzen, Design: M. Schirmmacher

26.09.2024

39

- Spezifische Behandlungen wie Pflanzung und Saat nur auf Teilflächen
- Einbringen der Baumarten Roteiche, Traubeneiche, Stieleiche, Birke, Ahorn, Linde, etc.

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 35: Gepflanzte Traubeneiche in Treuenbrietzen, Foto: Dr. Tilo Geisel

26.09.2024

40

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 36: Wiederaustrieb von Birke nach Brand, Foto: Maren Schüle

26.09.2024

41

- Waldbrand fördert die Biodiversität
- Mehr als 200 Pflanzen- und Moosarten bisher gefunden
- Pflanzen aus Wiederaustrieb, Samenbank oder durch Anflug

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 37: Beräumte Fläche mit Temperaturen bis zu 45 °C im Sommer 2020, Foto: Dr. Tilo Geisel

26.09.2024

42

- Flächen ohne Beräumung wirken sich positiv auf das Mikroklima aus
→ höherer Verjüngungserfolg
- Auf beräumten Flächen wurden im Sommer 2020 bis zu 45 °C über dem Erdboden gemessen, was gepflanzte Kiefern eingingen ließ.

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Waldentwicklung auf Kalamitätsflächen



Abb. 38: Wildnisfläche Jüterbog Oktober 2023, Foto: Dr. Tilo Geisel

- Wildnisflächen mit zahlreichen liegenden Totholzstämmen
- Zusammenbruch der Kiefern mit „Domino-Effekt“

26.09.2024

43

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

26.09.2024

44

Markus Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Literatur

Carl, C., 2018: Kurzportrait Robinie (*Robinia pseudoacacia*). <http://www.waldwissen.net>.

Joly, C., Metzger, J.P., Tabarelli, M., 2014. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives.

Shen, H., Li, X., Spengler, R., Zhou, X., Zhao, K., 2021. Forest cover and composition on the Loess Plateau during the Middle to Late-Holocene: Integrating wood charcoal analysis. *The Holocene* 31(1): 38-49.

Wang, L., Shao, M., Wang, Q., Gale, W.J., 2006. Historical changes in the environment of the Chinese Loess Plateau. *Environmental Science & Policy* 9: 675-684.

Wang, J., Fu, B., Jiao, L., Lu, N., Li, J., Chen, W., Wang, X., 2021. Age-related water use characteristics of *Robinia pseudoacacia* on the Loess Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology* 301-302: 108344.