



# RegAgri4Europe

Upgrading the Agricultural Sector  
with Skills in Regenerative Agriculture



**Promoting  
the global transition  
to regenerative food, farming  
and land management**

# **Vorlesung 5**

## **Regenerative Landwirtschaft in der Praxis III:**

### **Praktiken für die Umsetzung in großem Maßstab**

#### **Lektion 2**

#### **Keyline-Design**

**Projekttitle:** Aufwertung des Agrarsektors durch Qualifizierung  
in regenerativer Landwirtschaft

**Projekt-Akronym:** RegAgri4Europe

**Projektnummer:** 2020-1-DE02-KA202-007660

**Datum:** Januar 2022



## Lektion 2: Keyline-Design

In dieser Lektion erhalten Sie erste Einblicke in das System des Keyline Designs, verstehen den Wasserfluss in der Landschaft nach einem Regen besser und lernen verschiedene Elemente von Keyline Design und deren Auswirkungen kennen.



Bild: Luis Franke

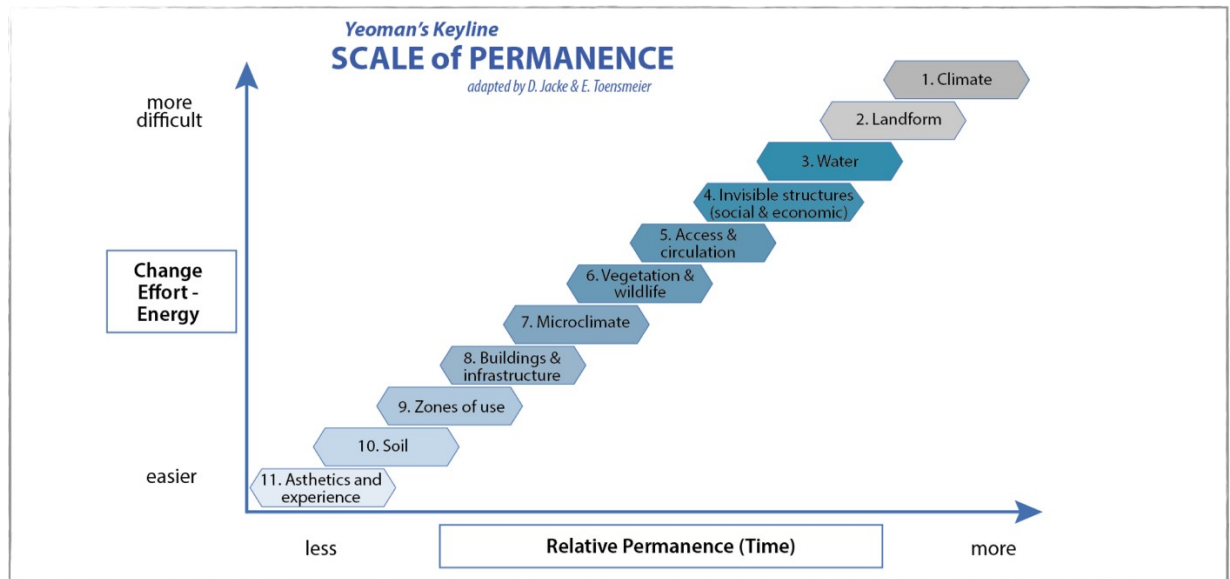
Keyline ist ein komplexes Gestaltungssystem. Die zentrale Idee hinter der "Keyline"-Wasserbewirtschaftung besteht darin, das Regenwasser bewusst zu verlangsamen, zu versenken und zu verteilen, indem die Verdichtung gelockert, der Porenraum im verdichteten Boden geöffnet und überschüssiges Wasser in trockenere Teile der Landschaft geleitet wird. Dadurch wird die natürliche Wasserkonzentration in den Tälern abgepuffert und Überschwemmungen werden verringert. Indem wir den Wasserfluss zu den trockeneren Hügeln maximieren (mit präzisen Pfluglinien oder Hügeln, die leicht von der Kontur abweichen), können wir das Wasser über ein möglichst großes Gebiet infiltrieren. In dieser Hinsicht können Keyline-Strategien sowohl eine Hochwasser- als auch eine Dürrebekeämpfungsstrategie sein. Keyline-Wassermanagement hat das Potenzial, die Wassereffizienz eines jeden Produktionssystems zu verbessern.

Das Keyline-Design wurde erstmals in den späten 1940er Jahren vom australischen Bergbaugeologen und Ingenieur P. A. Yeomans entwickelt. Er entwickelte mehrere landwirtschaftliche Grundstücke mit dem Ziel, sie vor Überschwemmungen und Trockenheit zu schützen. Er konzentrierte sich darauf, die Bildung von Mutterboden zu beschleunigen, indem er die Durchlässigkeit des Bodens für Sauerstoff, Wasser und Pflanzenwurzeln verbesserte. Es gibt eine Reihe von Büchern von ihm, in denen er seinen Ansatz beschreibt.

Das Grundstück, das Sie oben sehen, P.A. Yeomans "Yobarnie", war eine stark erodierte Landschaft, als er es kaufte und sein System von Rückhaltedämmen und Konturlinienanbau einführte. Da es sich um ein trockenes Gebiet handelt, das mediterranen Bedingungen ähnelt, wollte er sicherstellen, dass das Wasser von starken Regenfällen gesammelt wird und

langsam versickern kann, anstatt das Grundstück schnell als Oberflächenabfluss zu verlassen.





Quelle: Dave Jacke & Eric Toensmeier

"Egal, ob Sie nach Land suchen, das Sie für die Landwirtschaft erwerben möchten, oder ob Sie die Nutzung eines bestehenden Grundstücks planen, die Aufgabe, die einzigartigen Umweltqualitäten Ihres Standorts zu verstehen und zu nutzen, kann entmutigend sein. Wie jedes Ökosystem ist auch die Ökologie eines Bauernhofs komplex und braucht Zeit, um sich zu entwickeln. Wenn Sie sich im Vorfeld die Zeit nehmen, Ihre Landschaft richtig zu verstehen, ist die Wahrscheinlichkeit größer, dass Sie später erfolgreich sind."

Bevor wir einige praktische Instrumente zur Bewertung von Land erörtern, ist es wichtig zu betonen, dass unserer Erfahrung nach die erfolgreichsten Landwirte Zeit damit verbringen, dem Land zuzuhören, mit anderen Worten, sie lernen direkt von ihm, welche Grenzen und Möglichkeiten eine bestimmte Parzelle zu bieten hat. In den meisten Fällen ist es weitaus besser, einen bestimmten Betrieb oder ein System auf das Land abzustimmen, als zu versuchen, das Land so zu formen, dass es zum System passt. Dies ist in der Tat das Konzept, das dem Maßstab der Beständigkeit zugrunde liegt.

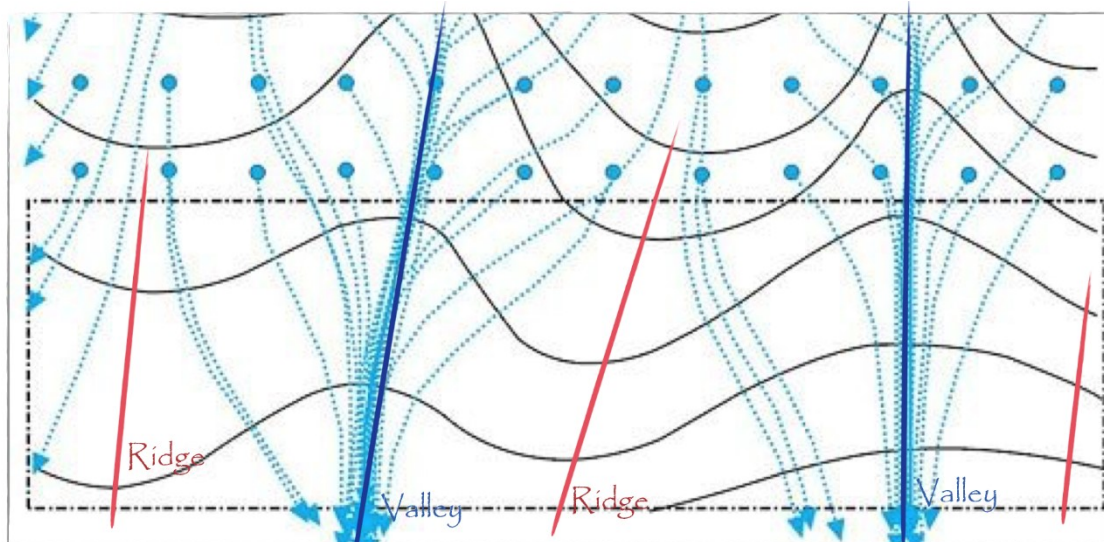
Der Maßstab der Dauerhaftigkeit ist ein Instrument, das der Landwirt und Ingenieur PA Yeomans in den 1950er Jahren in Australien als Teil einer Strategie für die landwirtschaftliche Nutzung entwickelt hat, die er Keyline Design nannte. Die Skala bildete das Rückgrat dieses Systems für die Planung ganzer Betriebe. Die hier dargestellten Elemente sind eine neuere Adaption von Yeomans ursprünglicher Version.

Der Grundgedanke besteht darin, dass die Elemente einer landwirtschaftlichen Betriebsordnung, je weiter man sich in der Liste nach unten bewegt, weniger dauerhaft sind, d. h. sie benötigen weniger Energie, um sich zu verändern, und sind als Planungsfaktor weniger dauerhaft, wie in der Grafik dargestellt.

Wenn wir uns die Liste ansehen, können wir feststellen, dass die Faktoren Landform und Wasser zwar potenziell veränderbar sind, aber große Maschinen erfordern würden, um die Erde zu bewegen, während die einfache Bepflanzung eines Blumenbeetes oder die

Beseitigung von alten landwirtschaftlichen Abfällen die Ästhetik und das Erlebnis eines Ortes deutlich verbessern können. In demselben Sinne wäre der Bau eines richtigen Teiches (Landform, Mikroklima) eine Veränderung, die hoffentlich mindestens mehrere hundert Jahre andauern würde, während ein gut installierter Viehzaun (Gebäude und Infrastruktur) beeindruckend wäre, wenn er die 100-Jahres-Marke erreicht.

Die genaue Reihenfolge der Liste kann je nach Standort und Situation unterschiedlich sein. Ein Punkt auf der Liste mag für einige überraschend sein: Die Nummer 10, also der Boden, steht weit unten auf der Liste, was bedeutet, dass er relativ leicht zu verändern ist. Es stimmt zwar, dass die Struktur (Sand/Schluff/Ton) und das Ausgangsmaterial (Grundgestein) des Bodens größtenteils dauerhaft sind und kaum verändert werden können, da sie sich in einigen Fällen über Tausende von Jahren gebildet haben, aber als Landwirte wissen wir, dass wir die Gesundheit und Vitalität unseres Oberbodens, d. h. der oberen 10 bis 30 Zentimeter, am schnellsten beeinflussen können. Durch Rotationsweide, Zwischenfrüchten, Gründüngung, Belüftung usw. kann sich die Produktivität und die organische Substanz in der Tat schnell verändern.



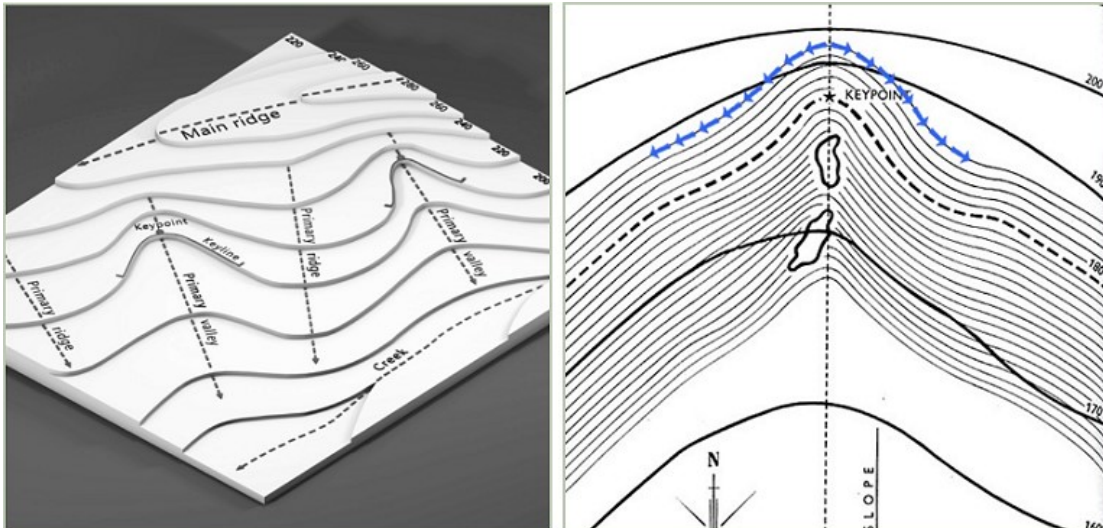
Quelle: Campbell Weilson. PRI Australien Artikel

Ein weiterer ist Nr. 4, die so genannten unsichtbaren Strukturen, d. h. die unsichtbaren Kräfte, die die Landschaft beeinflussen. Wir können dies als "soziale und wirtschaftliche Faktoren" bezeichnen, die sich auf den Betrieb auswirken. Das kann alles sein, von Ihren persönlichen Finanzen bis hin zu den Einflüssen von Nachbarn oder den Gebietseinteilungen und rechtlichen Beschränkungen Ihrer Gemeinde. Auch dies kann auf Ihrer persönlichen Liste weiter oben oder weiter unten stehen, je nachdem, wo Sie leben und wie Ihre spezifische Situation aussieht.<sup>1</sup>

Was wir in der folgenden Illustration sehen, ist ein Stück Landkarte mit den Höhenlinien in Schwarz. In geraden Linien hervorgehoben sind die Bergrücken innerhalb dieser Landschaft in rot und die Täler in blau. Diese Karte zeigt den natürlichen Fluss des Wassers, sowohl an

<sup>1</sup> Quelle für diesen Text: <https://smallfarms.cornell.edu/2016/04/scale-of-permanence>

der Oberfläche als auch im Boden. Das Wasser will immer den schnellstmöglichen Weg mit dem Hang gehen, also normalerweise im 90°-Winkel zu den Höhenlinien, und fließt so von den Kämmen weg in die Täler.



Quelle: Wasser für jede Farm. P.A. Yeoman. 1958

Der zentrale Gedanke hinter dem Keyline-Design aus der Wassersperspektive ist es, Wasser auf der höchstmöglichen Höhe aufzufangen und es mit Hilfe der Schwerkraft nach außen zu den trockeneren Bergrücken zu verteilen, wodurch die natürliche Konzentration von Wasser in Tälern verlangsamt wird. Die Maximierung des Wasserflusses zu den trockeneren Bergkämmen mit Hilfe von präzisen Pfluglinien (oder Hügeln), die leicht von der Kontur abweichen, verlangsamt die Bewegung des Wassers und verteilt es gleichmäßiger, so dass es über ein möglichst großes Gebiet infiltriert wird. Dies ist sowohl eine Strategie zum Schutz vor Überschwemmungen als auch vor Dürre. Angesichts der mit dem Klimawandel vorhergesagten Gefahr längerer Überschwemmungen und Dürreperioden wird es immer wichtiger, die reichlichen Niederschläge im Winter besser für Zeiten der Knappheit zu nutzen.

Auf dem Bild oben rechts sehen wir die zentrale Schlüssellinie, die in beiden Richtungen am Schlüsselpunkt beginnt - das ist die Stelle, an der der untere und flachere Teil eines primären Talbodens plötzlich steil wird. Die Linien, die parallel zu dieser Konturlinie verlaufen, sind die Richtung und die Wege der Bewirtschaftung. Beachten Sie, dass nur die Keyline rein auf der Kontur liegt. Die anderen parallelen Linien veranlassen das Wasser, sich in Richtung der Bergrücken zu verlagern. Dies ist das Wesen des Keyline Design, die es den Landwirten ermöglicht, in parallelen Reihen anzubauen (was fast alle Landwirte tun) und dabei sowohl die Entwässerung als auch die Wasserrückhaltung zu optimieren.





*Keyline-Pflug*

Das am häufigsten eingesetzte Werkzeug zum Anlegen dieser Strukturen ist der Yeoman's Keyline Plow, der das Aufreißen des Untergrunds mit Hilfe der Keyline-Geometrie ermöglicht. Er dringt in den Unterboden ein und versucht, einige Zentimeter unter die vorhandene Wurzeltiefe zu gelangen, ohne den Boden umzudrehen. Dadurch wird der verdichtete Boden gelockert und es werden Mikro-Wassergewinnungs- und -umleitungsgräben in der Landschaft angelegt. Auf einigen Weiden ist es möglich, die Durchwurzelungstiefe von Futterpflanzen zu erhöhen, indem man die harte Bodenschicht aufbricht und den Wurzeln Zugang zu diesen Mikrofurchen verschafft. Wenn Wasser und Wurzelaktivität tiefer liegen als vor der Behandlung, besteht die Möglichkeit, über Wurzelausscheidungen und Bodenmikroorganismen Kohlenstoff tiefer im Profil zu speichern.



*Quelle: Mollison, Bill. Handbuch des Permakultur-Designers. 1979*

Diese Abbildung zeigt die idealisierte Bodenbildung auf verdichtetem Weideland, wobei hervorgehoben wird, wie der Pflug bei jeder Überfahrt - ein- oder zweimal im Jahr - unter



die vorhandenen Wurzeln fährt, um den Boden zu lockern und es den Pflanzen zu ermöglichen, diese neu geschaffenen Risse in die Tiefe des Bodens zu erobern und diese tieferen Schichten mit ihren Wurzelexsudaten und dem angrenzenden Bodenleben anzureichern. Dadurch entsteht in tieferen Bodenschichten reichhaltiger Humus, der mehr Wasser infiltrieren und zurückhalten kann und andere wertvolle Effekte hat.

Auf dem rechten Bild sehen wir, wie die Weide aussieht, nachdem der "Pflug" seine Arbeit getan hat, indem er nur in die Erde geschnitten und den Boden von unten ein wenig angehoben hat, um die verdichteten Bodenschichten aufzubrechen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die ordnungsgemäß angewandte Kultivierung von Keyline Mustern unter anderem folgende Vorteile bietet:

- Steigerung der Effizienz der Wassernutzung und der Verfügbarkeit von Wasser in der Landwirtschaft
- Unterstützung der Erfassung, Speicherung und Nutzung von Niederschlägen
- Verringerung der Nährstoffbelastung der örtlichen Bäche und der küstennahen Meeresumwelt
- Gleichmäßigere Verteilung der Niederschläge über das Gelände, geringeres Überschwemmungs- und Dürrierisiko
- Erhöhte Sauerstoff-, Nährstoff- und Wasserinfiltration, Verbesserung der Bodengesundheit
- Verbesserte Bodenstruktur, Bodenkrume und interne Drainage
- Aufbrechen von Hartböden, wodurch eine tiefere Rhizosphäre entsteht und die Verdichtung verringert wird

Mögliche Nachteile sind:

- Mehrkosten der Produktion
- Das Gelände ist zu steil für einen sicheren Traktoreinsatz
- Ein schlechtes Timing könnte den Boden für eine erhöhte Verdunstung öffnen
- Schlechtes Timing kann zu Verdichtungen oder Spurrillen durch Traktorreifen führen
- Anwendung der Techniken, wenn sie nicht erforderlich sind, z. B. wenn die Bodengesundheit und das Wasserhaltevermögen bereits optimiert sind

Eine weitere wichtige Facette der Keyline-Gestaltung ist die Anlage von effektiven Wasserspeicherteichen in der Landschaft. Auf diese Weise können die Niederschläge des Winters für den Sommer gespeichert werden, und bei starken Regenfällen kann das Wasser zunächst auf dem Grundstück gespeichert werden, wo es langsam in den Boden einsickern kann, um das Grundwasser zu füllen und Quellen zu speisen.

Ein weiteres häufig verwendetes Element im Rahmen des Keyline-Design-Systems sind "Swales". Dabei handelt es sich um Gräben, die fast auf der Kontur - also mit sehr geringem Gefälle - angelegt sind und abfließendes Wasser auffangen und so die Bodenerosion verringern, vor allem aber das Wasser auf dem Gelände halten. Dies ist besonders wichtig

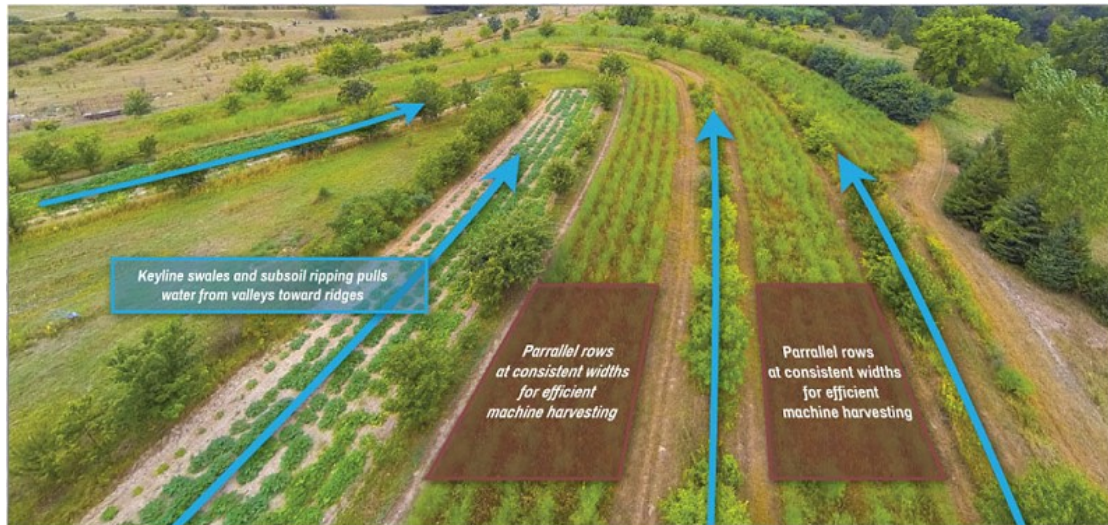
für Gebiete wie den Mittelmeerraum, aber aufgrund des Klimawandels auch in Ländern wie Deutschland, wo es im Frühjahr oder Sommer zu starken Regenfällen kommen kann, die auf landwirtschaftlichen Flächen oft abfließen und verschwinden. Wir müssen aber versuchen, dieses Wasser auf den Feldern zu halten, damit es langsam in den Boden einsickern und den Boden - und damit die Pflanzen - und die Grundwasserspeicher nähren kann.

Häufig ist die Keyline mit der Anlage von Baumreihen ("Agroforstwirtschaft") und/oder Mulden verbunden. Die permanenten Grasstreifen tragen dazu bei, die Bodenerosion weiter zu verringern und das Wasser auf dem Boden zu halten.



*Quelle: Google Maps*

Hier ist ein Beispiel aus Australien, Nevellan, wo der Gründer von Keyline Design, P.A. Yeoman, eine völlig degradierte Fläche wieder fruchtbar gemacht hat. Auf dem Bild sehen wir, wie die (fast) konturparallele Wasserrückhaltung dazu führt, dass bergab wunderbare grüne Flächen auf der Weide zu sehen sind, da das Wasser nun langsam versickern, in diese Bereiche "diffundieren" und die dortige Vegetation versorgen kann.



Quelle: New Forest Farm

Hier sehen Sie, wie Mark Shepard, der berühmte Permakultur-Landwirt, das Keyline-Design in seine Farmen integriert hat. Die Pfeile zeigen die Richtung des Wasserflusses, von den Tälern zu den Hügeln. Dazwischen und parallel zu den Baumreihen werden einjährige oder mehrjährige Nutzpflanzen angebaut, die eine effiziente maschinelle Ernte ermöglichen.