

KANN BIODYNAMISCHE LANDWIRTSCHAFT DAZU BEITRAGEN, DIE GLOBALE ERWÄRMUNG ZU VERRINGERN?

EINE ERHEBUNG AUF ÖKOBETRIEBEN IN SCHWEDEN



AUTOR (L.): **DR. ARTUR GRANSTEDT**

Biodynamic Research Institute, Rudolf Steiner College Järna, Schweden
ist außerordentlicher Professor für Pflanzenbau an der Universität
Uppsala und ehemaliger Forscher an der Universität Helsinki, Finnland,
arturgranstedt@jdb.se

AUTOR (R.): **DR. OLOF THOMSSON**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt



Der Kohlenstoff, der derzeit in Form von Kohlendioxid in der Atmosphäre zunimmt, kann durch alles Lebendige gebunden werden, das auf der Erde wächst. Das Gleichgewicht zwischen der Verbrennung von Kohlenstoff (fossil gebunden in Öl, Gas und Kohlenlager sowie als Bestandteil von Böden und Pflanzen) und der Fotosynthese muss wieder hergestellt werden, wenn wir eine weitere Steigerung von Kohlendioxid in der Atmosphäre verhindern wollen. Auf der Klimakonferenz in Paris 2015 lancierte der damalige französische Landwirtschaftsminister Stéphane Le Foll das sogenannte Vier-Promille-Ziel: Eine jährliche Steigerung des Kohlenstoffvorrats im Boden um vier Promille könnte die menschengeschaffenen Emissionen kompensieren.

Daneben würde das helfen, die Fruchtbarkeit des Böden zu verbessern, deren Fähigkeit, Wasser zu binden und Trockenheit in gewissem Umfang zu kompensieren und dazu beitragen, die Lebensmittelversorgung zu sichern: Die Weltbevölkerung wird bis 2050 auf 9,5 Milliarden zunehmen. Die globale Erwärmung beeinflusst letztlich die Landwirtschaft und Lebensmittelversorgung. Sowohl Trockenheit als auch Überschwemmungen drohen, ebenso wie schwer vorherzusehende Wetterkatastrophen. Gleichzeitig bietet gerade die Landwirtschaft Möglichkeiten, der globalen Erwärmung entgegenzuwirken.

Projekt zu klimaschonender schwedischer Landwirtschaft

In den letzten zwei Jahren wurde am Biodynamischen Forschungsinstitut der Rudolf-Steiner-Hochschule in Järna¹ ein Projekt durchgeführt, das zeigt, inwieweit Landwirtschaft und Lebensmittelversorgung grundlegend verändert werden müssten, um die Klimaziele unter schwedischen Verhältnissen zu erreichen. Hier liegen wegen des anderen Klimas und der Bodenarten natürlich andere Bedingungen vor als im übrigen Europa. In Schweden tragen Landwirtschaft und Lebensmittelversorgung mit 16 % zur konsumbasierten Belastung durch Klimagase bei. Darin sind importierte Treibstoffe, Mineraldünger und Futtermittel eingeschlossen.

Um das Klimaziel zu erreichen, muss die Klimabelastung pro Person innerhalb von 30 Jahren um mehr als 90 % verringert werden. In Bezug auf den Lebensmittelsektor heißt das von heutigen 1,4 t CO₂ eine Verringerung auf 140 kg pro Kopf. Dazu wären durchgreifende Veränderungen der gesamten Landwirtschaft notwendig: mehr Weideanbau auf Ackerflächen, höherer Grad an Selbstversorgung ohne Import von Mineraldünger und Futtermittel sowie ein Minimum an importierten Lebensmitteln. Dies geht aus einer neuen Studie an biodynamischen und ökologischen Beispielhöfen hervor (Granstedt und Thomsson, 2021²).

Insgesamt 22 Höfe in ganz Schweden wurden in den letzten beiden Jahren untersucht. Sie praktizieren, was wir Ökologische Zirkulations-Landwirtschaft nennen. Dieses Konzept gründet sich auf dem Prinzip der biodynamischen Landwirtschaft, demzufolge jeder Hof eine Einheit mit Selbstversorgung bildet, für sich oder in Zusammenarbeit mit einem oder mehreren Nachbarhöfen, sodass der Hof als Organismus funktioniert³.

Im Ostseeprojekt BERAS (Building Ecological Regenerative Agriculture and Society) wurde durch typische Höfe in sämtlichen Ostseeländern gezeigt, dass die Umstellung auf eine derartige Landwirtschaft notwendig ist, um die Überdüngung der Ostsee mit Nährsalzen zu beenden⁴. Hier zeigte sich auch die Bedeutung einer solchen Umstellung für das Klima.

>>>

„Diese Hofstudien zeigen das große Potenzial zum Verringern der Klimabelastung durch die Landwirtschaft mittels einer entsprechenden Wirtschaftsweise.“

Von den 22 Beispielhöfen der neuen Untersuchung sind 7 biodynamisch in dem Sinne, dass sie auch die biodynamischen Präparate verwenden. Das Konzept ist jedoch allen Höfen gemeinsam. Jeder Hof ist im Wesentlichen ein landwirtschaftlicher Organismus ohne Zukauf klimabelastender Ressourcen wie importierte Mineraldünger, Futtermittel und Soja aus Ländern, wo sie zu Entwaldung und Bodenzerstörung führen, anders als bei der spezialisierten konventionellen Landwirtschaft. Sämtliche Höfe haben große Anteile an mehrjährigen Wiesen und Weiden mit hohem Anteil an Futterleguminosen, die Stickstoff durch Symbiose und Kohlenstoff durch Fotosynthese binden. Auch ihre tiefen Wurzeln akkumulieren Kohlenstoff und organische Substanz im Boden.

Etliche der Höfe haben auch einen umfangreichen Gemüseanbau, entweder separat oder, wie bei einigen Höfen, als integrierten Teil der Fruchtfolge. Alle Höfe sind bis zu 85 % selbstversorgend mit Futter, haben kein Zukauf von Nährstoffen zur Düngung. Die Betriebe sind repräsentativ für unterschiedliche Betriebsformen und Klimazonen in Schweden, jeweils im Rahmen des Grundkonzeptes der Ökologischen Zirkulations-Landwirtschaft: Alle versorgen sich selbst mit Futter und Dünger, gegebenenfalls in enger Zusammenarbeit mit anderen Betrieben.

Die Nährstoffbilanzen und Klimaberechnungen basieren auf Daten, die auf den Betrieben erhoben wurden und mit dem Standardprogramm der schwedischen Landwirtschaftsverwaltung „Greppa näringen“ kalkuliert wurden. Diese wurde durch Berechnungen der Kohlenstoffeinlagerung im Boden ergänzt, basierend auf Studien mit Isotop-Kohlenstoff, die die Sequestrierung im Rahmen des Projekts „Ökologie des Ackerlands“ an der Schwedischen Landwirtschaftsuniversität modelliert haben. Demzufolge wurden 35 % des Kohlenstoffs des dem Boden zugeführten organischen Materials in stabilere organische Substanzen umgewandelt³. Mehrere Langzeitstudien und Inventuren der Gehalte schwedischer Böden bestätigen diese Ergebnisse^{6,7}. Mögliche Beiträge zur Humusbildung durch den Natur-Weidebetrieb innerhalb der Betriebe wurden dabei nicht berücksichtigt.

Öko-Zirkulations-Wirtschaft mindert Klimawirkung erheblich

Die Ergebnisse der Erhebung auf den Betrieben zeigen, dass die Klimabelastung gemessen in CO₂-Äquivalent im Vergleich zur durchschnittlichen schwedischen Landwirtschaft über 90 % geringer

ABB. 1: KLIMAWIRKUNG ÖKOLANDBAU: DEUTLICH REDUZIERT

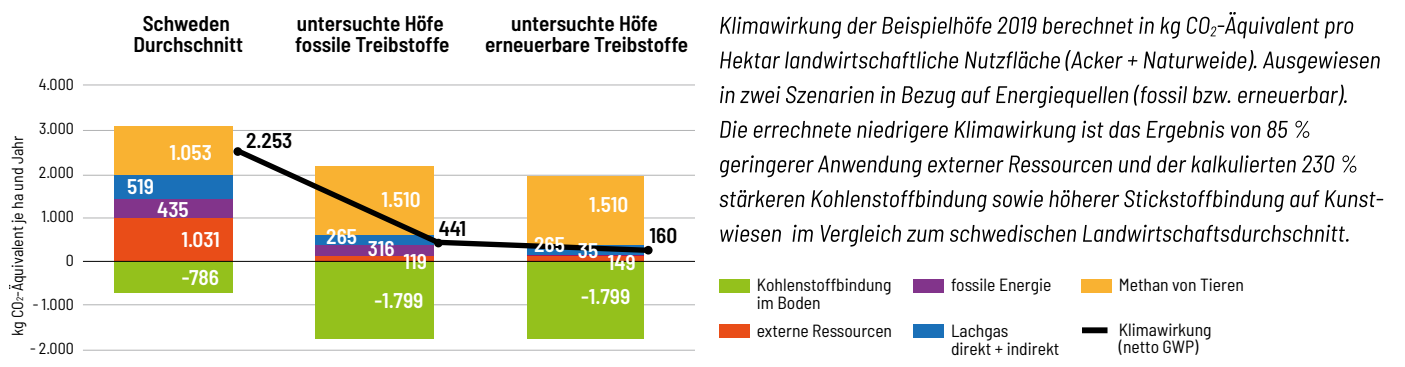


ABB. 2: KLIMABALANCE: MEHR BINDUNG VON CO₂-ÄQUVALENTEN ALS EMISSION

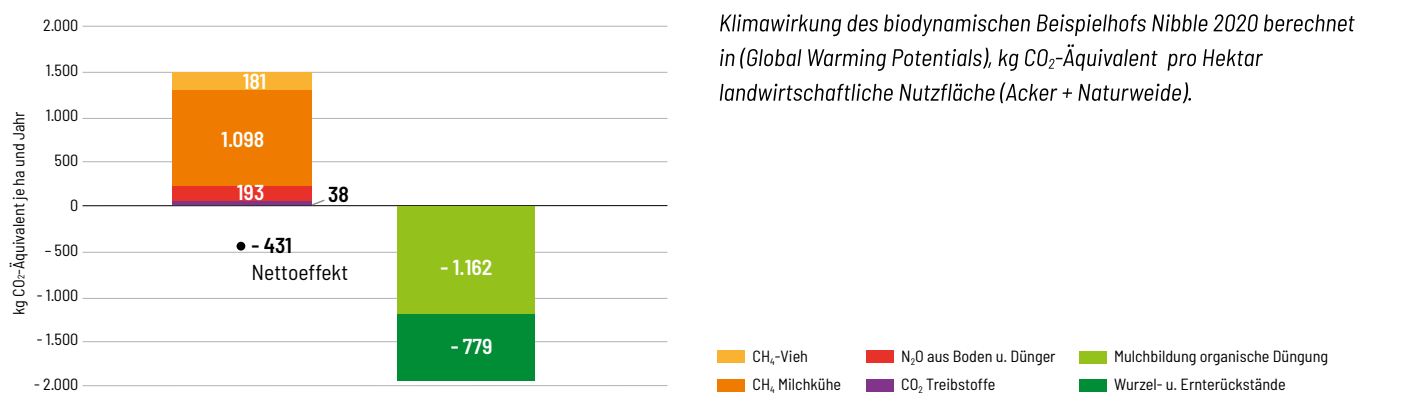
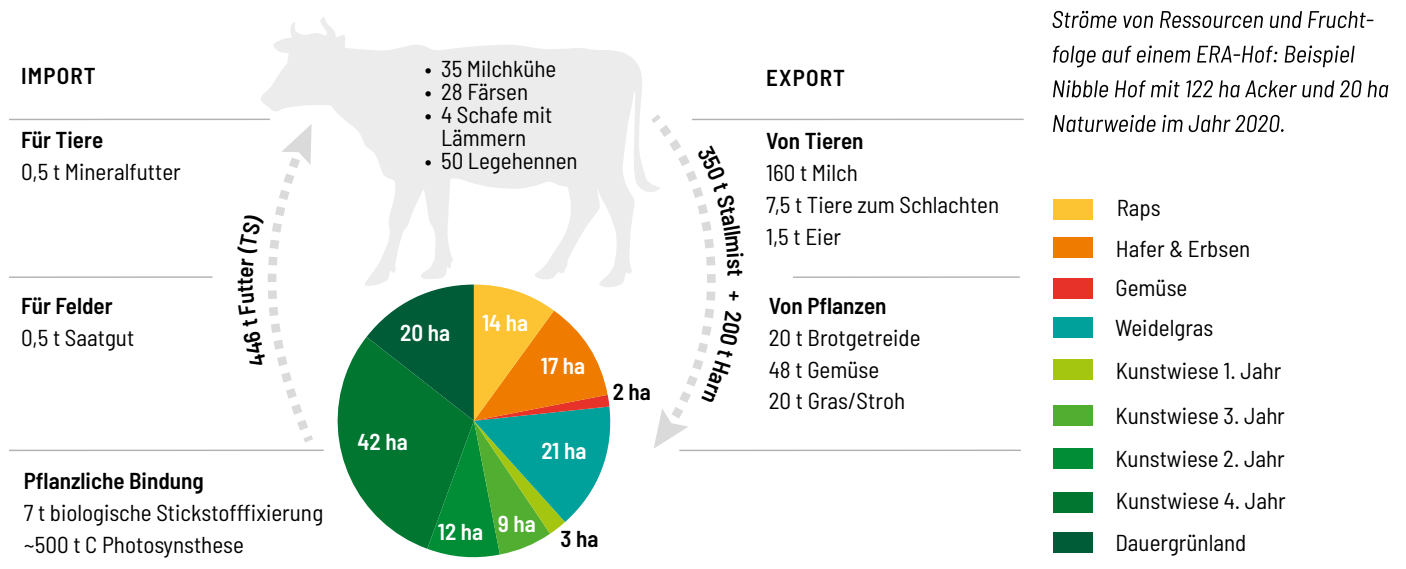


ABB. 3: RESSOURCENSTRÖME UND FRUCHTFOLGE HOF NIBBLE



ger und der Stickstoffüberschuss bei der Nährstoffbilanz mehr als halbiert ist: zwischen 6 bis 10 kg N/ha und Jahr bei den untersuchten Betrieben, 19 kg N/ha und Jahr im schwedischen Durchschnitt.

Diese Hofstudien zeigen das große Potenzial zum Verringern der Klimabelastung durch die Landwirtschaft mittels einer entsprechenden Wirtschaftsweise (Abb. 1). Da sich diese Höfe gänzlich selbst versorgen und lediglich Grobfutter (Gras und Leguminosen) verwenden, stellt diese Form von Landwirtschaft eine „Kohlenstoffsene“ dar: Das heißt, sie trägt dazu bei, Kohlendioxid in der Atmosphäre zu verringern (Abb. 3) gehen die Pflanzen-nährstoffströme des biodynamischen Beispielhofs Nibble mit seiner grobfutterbasierten Milchproduktion via Zukauf, Eigenproduktion, „Recycling“ und der Verlust durch Verkauf hervor. Die berechnete Kohlenstoffeinlagerung ist hier größer als die Emission von Treibhausgasen (Abb. 2).

Andere Landwirtschaft bedeutet andere Ernährungsgewohnheiten

Im Projekt wurden verschiedene Szenarien einer zukünftigen Lebensmittelversorgung entworfen, die dem Klima angepasst und auf der Produktion unserer Beispielhöfe basiert. Sie zeigen, dass der Fleischkonsum sinken müsste und die Tierhaltung sich stärker auf Grobfutter gründen muss. Dies würde ungefähr den Verbrauchsmengen im Schweden der 1960er Jahre entsprechen, als das Land noch größtenteils auf eigene Lebensmittel zurückgriff. Damals war der Fleischverbrauch pro Kopf 42 % geringer als 2019 und fußte zu einem etwas größeren Anteil auf Fleisch von Wiederkäuern als

heute. Eine Umstellung gemäß unseren Szenarien bringt auch eine deutlich höhere Produktion und Konsumtion von gärtnerischen Produkten mit sich. Das heutige Niveau der Produktion und des Konsums von Geflügel (Hühnern) und Schweinefleisch ist mit diesen Szenarien unvereinbar. Offen ist, ob uns für eine derartige Umstellung die Zeit bleibt, um Produktion und Konsumtion im Lebensmittelsektor dem Klima anzupassen.

Relevanz des Biodynamischen für den Humusgehalt

Die Prinzipien der Ökologischen Zirkulations-Landwirtschaft, die hier beschrieben wurden, entsprechen der Landwirtschaft, die Rudolf Steiner in seinem landwirtschaftlichen Kurs zu Pfingsten 1924 in Koberwitz im heutigen Polen gab und die inzwischen unter der Bezeichnung „biologisch-dynamischer Anbau“ verbreitet sind. Diese Form des Anbaus kann als Fortentwicklung des Fruchtwechsels betrachtet werden, der in Teilen Europas zu Beginn des 20. Jahrhunderts eingeführt wurde. Von dort ist es jedoch ein bedeutender Schritt zu einem landwirtschaftlichen Organismus, der sich selbst versorgt, und einer vollständigen Anwendung des biodynamischen Anbaus, wie er auf sieben der Beispielhöfe des Projekts praktiziert wird. Aus verschiedenen Feldversuchen wissen wir, dass die Anwendung der biodynamischen Präparate zu einem noch höheren Aufbau organischer Substanz führen kann, als es durch Versuche innerhalb der konventionellen Landwirtschaft errechnet wurde.

>>>

Im Jahr 2002 publizierte die Fachzeitschrift Science, die Ergebnisse des sogenannten DOK-Versuches. Achtzehn Jahre lang hatte man drei Anbausysteme verglichen: biodynamisch (D), organisch (O) und konventionell (K). Die Organische Substanz in Form von organisch gebundenem Kohlenstoff war im biodynamischen Anbau höher als bei organischer Düngung ohne Kompostierung und ohne Anwendung biodynamischer Präparate. Auch die biologische Aktivität in Form von Bodenatmung und Enzymtätigkeit ist in der biodynamischen Stufe am höchsten. Dass die Bodenstruktur besser ist, erwies sich deutlich durch die Bilder von der Bodenoberfläche. Ergebnisse früherer Feldversuche wurden hier bestätigt.

Entsprechende Resultate aus Langzeitversuchen waren bereits 1987 in einem Bericht des biodynamischen Forschungsinstituts Darmstadt⁸ veröffentlicht worden, gefolgt von einer Doktorarbeit 1996 an der Universität Gießen. Johann Bachinger konnte in diesem Versuch zeigen, dass die Wurzelbiomasse bei biodynamischer Behandlung größer ist.⁹ Hier scheint es einen Zusammenhang zwischen stärkerer Wurzelbildung und dem Aufbau organischer Substanz zu geben, also eine bessere Bindung von Kohlenstoff im Boden bei Anwendung der spezifisch biodynamischen Behandlungen.

In einem 32-jährigen Versuch, der 1958 in Järna zum Vergleich von biodynamischer, ökologischer und konventioneller Landwirtschaft begonnen und ein Leben lang von Bo D. Pettersson betrieben wurde, konnte 1992 ein höherer Humusgehalt in Form von organischem Kohlenstoff im Boden bei der biodynamischen Variante nachgewiesen werden¹⁰.

Diese Resultate werden durch weitere Ergebnisse bestätigt, z. B. durch Versuche des biodynamischen Forschungsinstituts in Järna¹¹, sowie durch Versuche an zwei Orten in den USA unter der Leitung von Walter Goldstein¹². Die amerikanischen Studien umfassten auch Wurzelstudien, die den Zusammenhang zwischen Anwendung

der biodynamischen Präparate und höherem Aufbau organischer Substanz im Boden bekräftigen. Verstärkte Wurzelentwicklung und verstärkter Aufbau organischen Kohlenstoffs im Boden können auf die Fotosynthese zurückgeführt werden. Durch die Verwendung biodynamischer Präparate scheint die Ausnutzung des Lichts verstärkt zu werden, was Manfred Klett bereits 1968 in seiner Forschung zeigte¹³.

Die Kriterien naturwissenschaftlich begründeter Erkenntnis werden hier sowohl hinsichtlich statistisch sicherer Resultate durch randomisierte Versuche als auch durch Wiederholbarkeit voneinander unabhängiger Versuche erfüllt. Die Ergebnisse der schwedischen Versuche wurden in Lebendige Erde 3/2019 vorgestellt. Sie zeigten einen 50 % höheren Aufbau organischer Substanz bei biodynamischer Behandlung mit sowohl Kompostierung als auch biodynamischen Präparaten. Das Einzigartige an diesen Versuchen ist, dass sie innerhalb eines Hoforganismus bei Anwendung der eigenen Düngung des Hofes durchgeführt wurden. Dies stimmt mit Rudolf Steiners Beschreibung überein, wonach jeder Hof einzigartig ist und sich stets entwickelt. Die Früchte, die auf dem Hof angebaut werden, machen das Futter der eigenen Tiere aus, deren Düngung wieder dem Hof zugeführt wird. Biodynamischer Anbau mit Kompostierung und Anwendung biodynamischer Präparate ergab hier einen jährlichen Humuszuwachs von 7,5 Promille. So ist zu vermuten, dass biodynamischer Anbau auf allen Anbauflächen wesentlich dazu beitragen würde, die Belastung des Klimas durch den Menschen zu verringern. •

Quellen

- 1) Svenska Biodynamiska forskningsinstitutet vid Rudolf Steinerhögskolan, SBFi.
- 2) Rapport Framtidssäkrat jordbruk, 2021 <http://sbf.se>
- 3) ECOLOGICAL RECYCLING AGRICULTURE (ERA)
Elemente Ökologischer Zirkulations-Landwirtschaft sind:
 - Vielseitige Anbaufolgen mit humusaufbauenden, mehrjährigen, tiefwurzelnden, stickstofffixierenden Weidepflanzen, welche die Mineralisierung der organischen Substanz des Bodens kompensieren;
 - integrierte Tierhaltung – der eigenen Futterproduktion des Hofes oder der zusammenarbeitenden Höfe angepasst, für eine geschlossene Zirkulation von organischer Substanz und Pflanzennahrung;
 - Handhabung von Stalldünger auf Hof-Ebene mit geringstmöglichen Verlusten an organischer Substanz und Pflanzennahrung;
 - Bodennutzung, welche die organische Substanz fördert, d.h. Kohlenstoff bindet, was Organismen und Fruchtbarkeit des Bodens begünstigt.
- 4) Granstedt, A. & Seuri P. 2013. Conversion to Ecological Recycling Agriculture and Society. Environmental, economic and sociological assessments and scenarios. COMREC studies on environmental development 8 BERAS Implementation Reports 3 Södertörn University.
- 5) Persson, J. 1987. Kungl. Skogs- och Jordbruksakademiens tidskrift 19 (suppl.): 21–28. Stockholm.
- 6) Granstedt, A. & L-Baeckström, G. (2000). Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. American Journal of Alternative Agriculture 15(2), 68–78.
- 7) Börjesson, M.B., Kirchmann, H. and Kätker, T. 2018. Organic carbon stocks in topsoil and subsoil in long-term ley and cereal monoculture rotations, Biology and Fertility of Soils volume 54, pages 549–558 (2018).
- 8) Abele, U. 1987. Produktqualität und Düngung, mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ausgabe 345. Landwirtschaft Verlag, Münster-Hiltrup.
- 9) Bachinger, J. 1996. Der Einfluss unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und mikrobiologischen Parametern der C- und N-Dynamik sowie auf Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Gießen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. f. biol.-dyn. Forschung, Darmstadt.
- 10) Pettersson, B.D., Reents, H.J. & E.v.Wistinghausen, 1992. Gödsling och markegenskaper. Resultat av ett 32-årigt fältförsök i Järna, Sverige. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr. 34.
- 11) Granstedt, A., & Kjellenberg, L., 2017. Carbon sequestration in long term on farm studies in Organic and Biodynamic Agriculture, Sweden. IFOAM Conference proceedings. Research Report Innovative research for organic 3.0 - Volume 1: Proceedings of the scientific track at the Organic World Congress 2017, November 9-11 in Delhi, India.
- 12) Goldstein W., A., Koepf, H. H., & C. J. Koopmans (2019). Biodynamic preparations, greater root growth and health, stress resistance, and soil organic matter increases are linked. <https://www.degruyter.com/view/journals/opag/4/1/article-p187>.
- 13) Klett, 1968. Untersuchungen über Licht- und Schattenqualität in Relation zum Anbau und Test von Kieselpräparaten zur Qualitätshebung, Darmstadt.