*Dieser Text basiert auf einer akademischen Literaturauswertung durch Alice Ambler vom James Hutton Institute und ist Bestandteil unseres kooperativen GROW-Observatory-Projekts.*

*GROW Observatory erhielt über Fördervereinbarung 690199 finanzielle Unterstützung durch Horizont 2020, das Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung und Innovation.*

**Literaturauswertung über die Vorteile von organischem Mulch**

*Alice Ambler und Dr. Chris Warburton Brown, Oktober 2019*

Mulch ist eine Materialschicht, die auf der Bodenoberfläche bewirtschafteter Flächen ausgebracht wird. Übliche Mulchmaterialien sind Stroh, Rindenhäcksel, Pappe, gut durchrotteter Mist, Kompost und Ernterückstände. Mulch kann sowohl auf den kahlen Boden als auch um Pflanzen herum ausgebracht werden. Organische Mulche werden im Laufe der Zeit durch natürliche Zersetzung in den Boden eingearbeitet. Das Mulchen wird in Ländern und Klimazonen auf der ganzen Welt sowohl im gewerblichen Anbau von Nutzpflanzen als auch im privaten Gartenbau verwendet. Diese Auswertung behandelt keine Mulche aus nicht-organischen Quellen.

Die behaupteten Vorteile von Mulch erstrecken sich auf die Konservierung der Bodenfeuchte, verbesserte Bodeneigenschaften, eine angereicherte Bodenbiologie, ein verringertes Unkrautwachstum und geringere Bodenerosion. Im Folgenden wird der Nachweis dieser Behauptungen versucht und auch die bekannten Beschränkungen von Mulch berücksichtigt.

Auswirkung auf die Bodenfeuchte

*Überschrift: Experimentelle Studien zeigen, dass Mulch die Verdunstung senkt, die Bodenfeuchte erhöht und Bodentemperaturen mäßigt. Dies ist insbesondere bei großer Hitze nützlich. Eine 3 cm dicke Mulchschicht scheint auszureichen.* *Die Vorteile werden durch die Kombination von Mulch mit pflugloser Bodenbearbeitung noch erhöht.*

Hopkins (1954) führte eine der ersten experimentellen Studien über den Einsatz von Mulch auf kleinen Parzellen durch und prüfte die ideale Mulchstärke, Bodenfeuchte und Bodenwärme in Kansas, USA. Unter ungewöhnlich hohen Temperaturen und bei spärlichem Regen betrug die verfügbare Wassermenge im gemulchten Bereich 6 %, im Bereich mit kahler Bodenoberfläche jedoch 1 %. 0,5 Zoll dicker Mulch verringerte die Verdunstung vom kahlen Boden um 41 %, eine 3 Zoll dicke Schicht jedoch nur um 67%. Mulch bremst die Verdunstung und verbessert den Boden als Lebensraum für Organismen. Wegen der verlangsamten Bodenerwärmung kann tiefer Mulch jedoch den Wachstumsbeginn hemmen.

Watson und Kupkowski (1991) verwendeten zur Messung der Auswirkungen auf den Boden und das Baumwachstum eine mit 18 Zoll außergewöhnlich tiefe Mulchschicht, die grobe, einheitliche und frische Holzhäcksel enthielt. Sie stellten keinen wesentlichen Rückgang des Sauerstoffgehalts unter dem Mulch fest. Die Bodentemperaturen waren unter dem Mulch und im angrenzenden ungemulchten Boden fast identisch, schwankten unter dem Mulch beim Wechsel von kalten und heißen Tagen jedoch weniger. Die Bodenfeuchte unter dem Mulch war höher.

Hobbs u. a. (2008) untersuchten konservierende Landwirtschaft in Mexiko. Ernterückstände wurden auf der Bodenoberfläche zurückgelassen und in der Hoffnung auf eine Erhöhung der Bodenfeuchte, eine der landwirtschaftlichen Grundbedingungen im Land, wurde minimale Bodenbearbeitung durchgeführt. Es zeigte sich, dass Mulch mit minimaler Bodenbearbeitung diesem Klima äußerst gut entsprach – Bodenfeuchte, organische Substanz, Stickstoffwerte, Bodenaggregatgrößen an der Oberfläche, mikrobische Bodenbiomasse und Erträge nahmen alle zu.

He und Kollegen (2009) untersuchten die Auswirkungen des langfristigen Einsatzes von Mulch auf Böden, Erträge und Bewässerung in einem pfluglosen Weizen-Hafer-System in der Inneren Mongolei, China. Zum Studium von vier Anbaupraktiken wurde eine 10 mal 100 m große Blockfläche verwendet. Die größten Ertragsverbesserungen gepaart mit der besten Wassernutzungseffizienz wurden bei pflugloser Bodenbearbeitung mit Strohbedeckung erzielt. Verglichen mit traditioneller Bodenbearbeitung stiegen die gemittelten Ernteerträge im Zeitraum von zehn Jahren um 14,0 % an und die Wassernutzungseffizienz verbesserte sich um 13,5 %.

Kader u. a. (2017) erstellten eine Auswertung der neueren Literatur über den Einfluss von Mulch auf Böden. Sie prüften Mulchmaterialien und Methoden, Ausbringung, Wirkungen, Einflussfaktoren, wirtschaftliche Aspekte und Richtungen für die zukünftige Forschung. Experimentelle Studien zeigen, dass viele Mulchmaterialien die Feuchtigkeit und die Temperatur des Bodens verändern. Diese Veränderungen beeinflussen die Mikrobiologie im Boden, die bei der Schaffung einer günstigen Bodenumgebung für das Pflanzenwachstum von ausschlaggebender Bedeutung ist. Mulchmaterialien wirken sich erheblich auf Wassereinsparungen in der Landwirtschaft aus.

Zhang und Kollegen (2009) untersuchten die Auswirkungen von Mulch auf Bodentemperatur, Bodenfeuchte und Weizenerträge in Shaanxi, China. Sie legten 5 mal 5 m große experimentelle Parzellen an und bedeckten sie mit Weizenstroh. In der warmen Jahreszeit war die Bodentemperatur unter Mulch generell niedriger und die Höchsttemperatur war wesentlich niedriger. Die Wasserspeicherfähigkeit der Böden unter Mulch war erheblich höher als die der Kontrollflächen. Auf Flächen in Hochlagen war der Unterschied noch ausgeprägter. Die Biomassenerträge unter Mulch waren höher – Der höhere Bodenwasserstand regte jedoch mehr das Pflanzenwachstum als die Kornbildung an.

Auswirkung auf die Chemie und die physikalischen Eigenschaften des Bodens

*Überschrift: Die Ergebnisse der Experimente erbrachten keine eindeutigen Nachweise. Mulch kann die P- und K-Werte im Boden erhöhen. Über seine Wirkung auf die pH- und N-Werte im Boden waren sich die Studien uneinig, was möglicherweise auf Unterschiede in Bodentyp und Klima zurückzuführen ist. Am wirksamsten scheint 5 bis 10 cm dicker Mulch zu sein.*

Billeaud und Zajicek (1989) testeten diverse Mulcharten und Mulchstärken bezüglich ihres Einflusses auf die Unkrautkontrolle, Bodengesundheit und das Pflanzenwachstum. Sie verwendeten gesiebte Kiefernrinde in Dicken von 0, 5, 10 und 15 cm mit und ohne Unkraut-Barrierestoff. Grobere Mulche erwiesen sich als leistungsfähiger als feinere Materialien. Mit zunehmender Mulchstärke gingen die Werte für Boden-pH, Bodenstickstoffgehalt und die visuelle Einschätzung des Pflanzenwachstums zurück.

Die Studie von Watson und Kupkowski (1991) stellte fest, dass der Boden-pH-Wert unter sehr dickem Holzhäckselmulch nicht vom Mulch beeinflusst wurde. Die Nitratwerte waren im Boden unter dem Mulch niedriger, doch sowohl in den gemulchten als auch den nicht gemulchten Böden waren die Werte äußerst niedrig.

Greenly und Rakow (1995) verglichen die Wirkung unterschiedlicher Holzmulche und Mulchdicken auf Böden, Unkraut und Baumwachstum in schwerem Schlufflehm. Sie legten kleine experimentelle Parzellen an und mulchten sie mit 7,5, 15 und 25 cm dicken Holzhackschnitzeln aus Kiefernholz. Die wirksamste Dicke war 7,5 cm. Die Sauerstoffwerte im Boden, die Temperaturen und die Wasserwerte lagen unter dem Mulch alle innerhalb eines annehmbaren Bereichs. Dickere Mulche führten zu einem Temperaturrückgang und einem Anstieg der Bodenfeuchte. Die Bodenparameter (pH-, Nitrat- und Salzwerte) blieben unverändert.

Broschat untersuchte in einer experimentellen Studie 2007 die Verwendung von Mulch auf kleinen Anbauparzellen in Hinsicht auf Unkrautkontrolle, Nährstoffe und Wasserspeicherung. pH und N blieben unverändert, was jedoch auch an dem kurzen Zeitraum des Experiments liegen kann. Mulch hatte generell nur einen geringen Effekt auf Bodennährstoffe in der trockenen Jahreszeit, doch in der nassen Jahreszeit erhöhte Zypressenmulch die K-Werte im Boden und Kiefernrinde und Eukalyptusmulch erhöhten die Mg-Bodenwerte.

He u. a. (2009) stellten in der Inneren Mongolei (China) fest, dass langfristige konservierende Bodenbearbeitung (pfluglose Bodenbearbeitung gepaart mit Mulch) die organische Substanz im Boden in den obersten 20 cm um 21,4 % und die Gesamtwerte für N in den obersten 5 cm um 31,8 % erhöhte. Makro-Aggregate und Makroporosität verbesserten sich in der 0 bis 30 cm dicken Bodenschicht ebenfalls erheblich. Diese Verbesserungen der Bodeneigenschaften sind für die stark degradierten Böden der Inneren Mongolei von großer Bedeutung.

Jodaugiené und Kollegen (2010) führten in Litauen eine experimentelle Studie zum Thema organischer Mulch und Bodenbiologie durch. Sie brachten vor der Anbausaison zunächst 5 und 10 cm dicke Schichten aus Stroh, Sägemehl, Torf und Gras auf mittelschweren Tonlehmböden aus, pflanzten dann eine Bohnenart und wiederholten dies jedes Jahr. Auf den mit Gras gemulchten Parzellen war der Bohnenertrag um das 1,8-fache höher als auf der Kontrollparzelle und um das 26,7-fache höher als auf den mit Sägemehl gemulchten Parzellen. Auf diesen Parzellen wurden die Pflanzen besser mit N, P und K versorgt.

Auswirkung auf die Bodenbiologie

*Überschrift: Studien weisen nach, dass sich Mulch, insbesondere zusammen mit einer pfluglosen Bodenbearbeitung, positiv auf die Bodenbiologie auswirkt. Mulch schützt die Bodenbiologie vor extremer Hitze und Feuchtigkeit sowie vor Erosion und versorgt mit Nahrung.*

Brevault und Kollegen (2007) untersuchten die Auswirkungen pflugloser Bodenbearbeitung und Mulch auf die Bodenbiologie auf Baumwollfeldern im Sudan. Auf Testparzellen wurden am Ende der vorherigen Anbausaison Mulche aus Gras und Hülsenfrüchten ausgebracht. Das Mulchen bei pflugloser Bodenbearbeitung verbesserte die Bedingungen für Bodenorganismen, indem es sie gegen Wasser- und Winderosion und Schwankungen der Luftfeuchtigkeit und Temperatur schützte und ihnen die Versorgung mit Nahrung bot. Mulch aus Gras und Hülsenfrüchten bot Gliederfüßlern auf pfluglos bearbeiteten Flächen einen angemesseneren Lebensraum als die Kontrollparzellen (jeweils 103 % und 79 % mehr). In den pfluglos bearbeiteten Böden fanden sich mehr Regenwürmer.

Die in Litauen von Jodaugiené und Kollegen durchgeführte experimentelle Studie (2010) überprüfte anhand von Proben die Werte für Urease und Saccarase im Boden sowie die Besatzdichte von Regenwürmern unter verschiedenen Mulcharten. Das Mulchen mit Sägemehl und mit Gras beeinflusste die Aktivität von Urease positiv. Gras steigerte die Aktivität von Saccarase erheblich. Andere Mulche hatten keinen wesentlichen Einfluss. Die Mulchdicke hatte keinen wesentlichen Einfluss auf die Urease-Aktivität. Die höchste Besatzdichte von Regenwürmern wiesen die mit Gras (2,1 mal höher als die Kontrollparzelle) und mit Stroh (1,8 mal höher) gemulchten Parzellen auf. Torfmulch verringerte die Anzahl der Regenwürmer. Auf den mit dickeren Schichten gemulchten Parzellen wurde eine niedrigere Regenwurm-Biomasse festgestellt. Die Anzahl der Regenwürmer hatte einen positiven Einfluss auf die Menge der Pflanzennährstoffe im Boden (insbesondere P und K).

Auswirkung auf Unkraut

*Überschrift: Mulch ist ein wirksames Mittel zur Unterdrückung von Unkraut. Am effektivsten scheinen geringere Stärken (bis zu 8 cm) zu sein. Am wirkungsvollsten ist seine Anwendung zusammen mit einer Unkraut-Barriere.*

Billeaud und Zajicek (1989) stellten fest, dass in geringen Stärken aufgetragener Mulch zusammen mit einer Unkraut-Barriere, ohne den Bodenstickstoff zu binden oder das Pflanzenwachstum zu hemmen, eine optimale Unkrautunterdrückung bot. Grobere Mulche erwiesen sich als leistungsfähiger als feinere Materialien. Eine mehr als 10 cm dicke Mulchschicht hemmte das Pflanzenwachstum, die optimale Stärke hing jedoch vom Mulchmaterial ab.

Greenly und Rakow (1995) wiesen nach, dass die Dichte und Vielfalt des Unkrauts mit ansteigender Mulchstärke spürbar zurückging. Bei den von ihnen gezogenen Baumarten war das Stammwachstum jedoch bei einer 7,5 dicken Mulchschicht am größten. Da dickere Mulchschichten das Wachstum der Seitenwurzeln hemmen und die Erwärmung im Frühjahr zu sehr verlangsamen können, ist die optimale Mulchstärke 7,5 cm.

Das Experiment von Broschat (2007) kam zum Schluss, dass die zweikeimblättrigen Unkrautarten auf den gemulchten Parzellen wesentlich seltener waren als auf der nicht gemulchten Kontrollparzelle. Die Anzahl der Grasunkräuter war jedoch gleich. Der Mulchtyp hatte auf die Anzahl der Unkrautarten keine Auswirkung.

Auswirkung auf die Bodenerosion

*Überschrift: Die zwei Studien, welche diesen Bereich behandelten, kamen beide zum Schluss, dass Mulch die Bodenerosion in steilen Hanglagen wesentlich reduziert.*

Gholami u. a. (2013) untersuchten die Wirkung von Strohmulch auf die Bodenerosion im Elburs-Gebirge im Nordiran. Sie führten eine Laboranalyse des sandigen Lehmbodens der Region unter simulierten Wetterbedingungen durch und verwendeten 6 m mal 1 m große Erosionsparzellen unter einem Strohmulch von 8 cm. Der Strohmulch verringerte die Regentropfenerosion und den Sedimentaustrag des Wasserabflusses erheblich, was belegt, dass die Flussrate nicht stark genug werden konnte, um die im Mulch steckenden Aggregatteilchen mitzureißen.

Miyata und Kollegen (2009) untersuchten den Einfluss von Mulch auf die Verringerung der Bodenerosion steiler Hanglagen in der Präfektur Mie, Japan. Sie untersuchten eine Zypressenanpflanzung in Hanglage mit einem mittleren Jahresniederschlag von 2094 mm, einer Durchschnittstemperatur von 14,4 Grad Celsius und zwei Regensaisons. Auf kleinen experimentellen Parzellen verglichen sie natürlich gefallene Laubstreu (unter natürlichen Bedingungen) mit einer 5 cm dicken organischen Mulchschicht. Es wurde geschätzt, dass die Erosion auf Parzellen ohne Mulch um das 5,1-fache größer ist als auf Parzellen mit Mulchbedeckung.

Beschränkungen und Nachteile von Mulch

*Überschrift: Zu tiefer Mulch (mehr als 8 cm dick) kann Probleme verursachen. Die übermäßige Verwendung von Mulch kann Flachwurzeln ersticken.* *Die Auswirkungen der Ausbringung von Mulch sind nicht allgemein gültig und variieren je nach Boden- und Klimabedingungen.*

Gouin (1983) suchte nach den besten Möglichkeiten zur Verwendung von Mulch: die optimale Stärke, die besten Mulcharten, der Zeitpunkt der Ausbringung von Mulch und die Vorteile. Der Autor rät von der übermäßigen Verwendung von Mulch ab und stellt fest, dass ein bis zwei Zoll Mulch pro Jahr ausreichen würden. Frischer Mulch sollte erst ausgebracht werden, wenn der vorhandene Mulch praktisch zersetzt ist. Die übermäßige Verwendung von Mulch im Umkreis von Flachwurzeln und großen Nadelbäumen kann zur Erstickung der Wurzeln führen. Da Mulche im Laufe ihrer Zersetzung den Boden anreichern und günstige Bedingungen für die Keimung von Unkräutern schaffen, dürfen sie nicht die einzige Methode der Unkrautkontrolle darstellen.

Erenstein (2002) untersuchte frühere Forschungsergebnisse über das Mulchen mit Ernterückständen in tropischen und semitropischen Ländern, wobei der Schwerpunkt auf Erhaltungsmaßnahmen im großflächigen Anbau lag. Die Studie enthält viele wertvolle Verweise auf andere Forschungsarbeiten. Der Autor folgerte, dass das Potenzial des Mulchens mit Ernterückständen standortspezifisch sei und von dem biophysischen und sozioökonomischen Umfeld vor Ort abhinge. Die Techniken und Ergebnisse sind abhängig von der landwirtschaftlichen Prägung in wirtschaftsstarken Staaten und in Entwicklungsländern.

Fazit

Diese Auswertung hat gezeigt, dass vier der angeblichen Vorteile von organischem Mulch durch fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse gestützt werden: Speicherung der Bodenfeuchte, Anreicherung der Bodenbiologie, Verringerung des Unkrautwachstums und geringere Bodenerosion. Die Beweisgrundlage wurde auf allen bewohnten Kontinenten und vor dem Hintergrund einiger verschiedener Bodentypen und Klimazonen erbracht. Mulchtiefen von drei bis acht cm scheinen die besten Resultate zu zeitigen. Die Vorteile lassen sich ausbauen, wenn Mulch zusammen mit minimaler oder pflugloser Bodenbearbeitung verwendet wird.

Der fünfte angebliche Vorteil (die Wirkung von Mulch auf die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften) wurde nicht eindeutig belegt und scheint je nach Bodentyp und Klima zu variieren.

Literaturverzeichnis

Billeaud, L., and Zajicek, J., 1989, Mulching for weed control, *Grounds Maintenance*, 24, 10-12, 14, 120-121

Broschat, T.K., 2007, Effects of mulch type and fertilizer placement on weed growth and soil pH and nutrient content, *HortTechnology*, 17, 174-177

Brévault, T., Bikay, S., Maldés, J.M. and Naudin, K., 2007, Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macofauna communities in a cotton cropping system, *Soil and Tillage Research*, 97, 140-149

Erenstein, O., 2002, Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications, *Soil Tillage Research*, 67, 115-133

Gholami, L., Sadeghi, S.H. and Homaee, M., 2013, Straw Mulching Effect on Splash Erosion and Sediment Yield from Eroded Plots, *Soil Science Society of America Journal*, 77, 268–278.

Gouin, F.R., 1983, Over-mulching, a national plague. *Weeds, Trees, and Turf*, 22, 22-23

Greenly, K.M., and Rakow, D.A., 1995, The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters, *Journal of Arboriculture*, 21, 225-231

He, J., Kuhn, N. J., Zhang, X. M., Zhang, X. R., & Li, H. W. (2009). Effects of 10 years of conservation tillage on soil properties and productivity in the farming-pastoral ecotone of Inner Mongolia, China. *Soil Use and Management*, 25(2), 201–209.

Hobbs, P.R., Sayre, K. and Gupta, R., 2008, The role of conservation agriculture in sustainable agriculture, Philosophical transactions of the royal society B, 363, 543-555, DOI:10.1098/rstb.2007.2169

Hopkins, H.H., 1954, Effects of mulch upon certain factors of the grassland environment, *Range Management*, 7, 255-258

Jodaugiené, D., Pupaliené, R., Sinkevičiené, A., Marcinkevičiene, A., Žebrauskaité, K., Baltabuonyté, M. and Čepulieném, R., (2010) The influence of organic mulches on soil biological properties, *Zemdirbyste-Agriculture*, 97, 33-40

Kader, M.A., Senge, M., Mojid, M.A. and Ito, K., 2017, Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment, Soil and Tillage Research, 168, 155-166

Miyata, S., Kosugi, K., Gomi, T., and T.Mizuyama, T., 2009. Effects of forest floor coverage on overland flow and soil erosion on hillslopes in Japanese cypress plantation forests, Water Resources Research, 45, DOI:10.1029/2008WR007270

Watson, G.W. and Kupkowski, G., 1991, Effects of a deep layer of mulch on the soil environment and tree root growth, Journal of Arboriculture , 17, 242-245. Chicago.

Zhang, S., Lövdahl, L., Grip, H., Tong, Y., Yand, X. and Wang, Q., 2009, Effects of mulching and catch cropping on soil temperature soil moisture and wheat yield on the

Loess Plateau of China, Soil and Tillage Research, 145, 111-117