



**Grupo Intercomunitario Ibérico Con Respeto  
(Amigos de la Biodinámica)**

# La Agricultura Biodinámica, una síntesis científica

Uwe Geier, Jürgen Fritz, Ramona Greiner, Michael Olbrich-Majer

*Este texto, traducido de la versión francesa realizada por Rudolf Tille para el MABD (Mouvement Agriculture Bio-Dynamique) y Amis de la Biodynamie publicado en francés en 2018 es un extracto tomado del trabajo colectivo:*

*Geier U, Fritz J, Greiner R, Olgrich-Mejer M. (2016): Biologisch-dynamische Landwirtschaft. En: Freyer B. (Hg.): Ökologischer Landbau: Grundlagen, Wissensstand und Herausforderungen. UTB; 101-123.*

*Artículo traducido de la versión francesa por Pedro Ramos, con permiso expreso del MABD. Revisión, Ricardo Colmenares y Adoración Yuste, marzo 2021*

## 1. Base y enfoque sistémico

Entre los métodos de agricultura ecológica, el método biodinámico, también conocido como biodinámica, es el que lleva más lejos un enfoque holístico, tanto en sus ideas básicas como en la práctica. Históricamente, es el origen del desarrollo de la agricultura biológica<sup>1</sup>. El punto de partida de la biodinámica fue una serie de conferencias impartidas por Rudolf Steiner<sup>2</sup> en 1924, que luego se publicaron bajo el título *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft – (Fundamentos espirituales para la prosperidad de la agricultura)* (Steiner, 1925), conocido como *El Curso a los agricultores*<sup>3</sup>. Durante este curso agrícola ya se fundó un "Círculo Experimental Agrícola de

1 La agricultura biodinámica se desarrolló a partir del "círculo experimental" (Koeppf & von Plato, 2001) fundado durante el curso de Steiner, que quería comprobar las recomendaciones de Steiner en la práctica y hacerlas útiles para la agricultura. Esta investigación de campo activa corresponde a lo que ahora se llama el enfoque "participativo" o "investigación en finca". Los estudios prácticos para comparar biodinámica y convencional también se llevaron a cabo ya en la década de 1930, así como investigaciones conjuntas con instituciones agrícolas.

2 A principios del siglo pasado, Rudolf Steiner (1861-1925) fundó la corriente de pensamiento "Antroposofía" que comprende un camino de educación espiritual e inspiró una serie de áreas de la vida como el arte, la sociedad o la agricultura, a partir de la libertad del ser humano y el desarrollo de su alma y su espíritu.

3 Curso de Agricultura Biodinámica, Editorial Rudolf Steiner, Madrid.

la Sociedad Antroposófica". Inspirándose en este curso, se desarrollaron los principios de la biodinámica, basados en la comprensión de la finca como organismo e individualidad agrícola. El ser humano sirve de modelo para eso. Según Steiner, "*el ser humano es la base*": el organismo se entiende como una entidad viva más o menos cerrada sobre sí misma con los órganos correspondientes. Una individualidad en evolución, un ser singular y único.

En consecuencia, las interrelaciones entre órganos como los cultivos, los huertos, la naturaleza salvaje, los animales de granja o entre el suelo, las plantas, el ganado, etc., en la misma finca se intensifican mediante las prácticas biodinámicas. Por ejemplo, a través del ciclo continuo entre el suelo, los prados y el abono animal. Este fortalecimiento de órganos debe estimular las fuerzas autorreguladoras de la agricultura. El objetivo de este sistema agrícola es garantizar una fertilidad sostenible, una buena capacidad de producción, una agricultura saludable y una alta calidad nutricional de los productos. Hoy en día, estas consideraciones corresponden a términos como resiliencia<sup>4</sup>, que juegan un papel importante en el debate actual sobre sostenibilidad (Darnhofer & Milestad, 2003, Hubenthal, 2012). En su comprensión de la naturaleza, la biodinámica se basa en una jerarquía de reinos (niveles de acción) (Steiner, 1925; Wegmann, 1925): la materia está moldeada por un elemento vivo superior. La vida está ordenada por el alma en los animales y los seres humanos. En el ser humano, el alma está estructurada por el Yo o identidad espiritual. En las plantas, por ejemplo, esta identidad específica está representada por la especie. Las ciencias naturales, que hoy en día tienen una visión casi exclusivamente reduccionista, se amplían así con nuevas dimensiones, lo que es particularmente importante para la biología o la agricultura. Esas dimensiones pueden atribuirse a las cualidades naturales de la siguiente manera, en orden aditivo: El mineral es ante todo físico-química, la planta incorpora la vida, el animal el alma y el ser humano el Yo.

En biodinámica se busca una intensa interpenetración de estos niveles. Estos niveles también representan los reinos de la naturaleza. Los niveles superiores participan en la estructuración de los niveles inferiores: el suelo (inicialmente sólo mineral) es vivificado por las plantas (vivas), que a su vez se refuerzan con una ganadería apropiada (elemento del alma), que caracteriza el lugar, en correlación con la alimentación animal y el estiércol correspondiente. La aplicación de preparados biodinámicos, un acto cultural del hombre, debería promover tanto la autorregulación de los órganos de una finca como la interacción de los procesos dentro del suelo y entre este, las plantas y el ganado.

Refiriéndose al concepto de resiliencia, la agricultura biológica sigue tres etapas sucesivas de autorregulación. Siguiendo el ejemplo de la regulación de una plaga como el pulgón en los manzanos, se pueden describir de la siguiente manera:

1. Pulverizaciones naturales (sin pesticidas químicos sintéticos)
2. Medio ambiente natural, por ejemplo favoreciendo a los auxiliares mediante el uso de setos (agro ecológicos)
3. Comprender el desarrollo natural de los manzanos y apoyarlos podando y fertilizando los árboles con el fin de apoyar la integridad del árbol (Bloksma, 2002, Verhoog *et al.*, 2003).

Verhoog (2009) concluye que la agricultura biodinámica es la que más se acerca a la comprensión de la integridad en el tratamiento de las plantas y los animales.

Otro tema importante en la agricultura es la eficiencia. Resulta que el concepto biodinámico de organismo agrícola mixto de agricultura y ganadería tiene ventajas obvias en términos de eficiencia de nitrógeno, balance de humus, consumo de energía y protección del clima (ver, por ejemplo, Hülsbergen & Rahmann, 2013).

La agricultura biodinámica se practica hoy en día en todos los continentes y en muchas culturas diferentes, así como en el mundo árabe, en la India, en China, etc. Hay más de 5.000 fincas certificadas Demeter en todo el mundo que representan más de 160.000 ha de superficie agrícola y proyectos individuales en 43 países con predominio en Europa. Las asociaciones biodinámicas y Demeter (agrupadas en la Federación Biodinámica Demeter Internacional) están presentes en más de 20 países diferentes.

En la agricultura biodinámica, el agricultor ha sido considerado desde el principio un investigador. Esto es evidente por el hecho de que desde muy temprano el círculo de experimentación fue fundado por

---

<sup>4</sup> La resiliencia describe la capacidad de un sistema para hacer frente al cambio. A nivel agrícola, puede apoyarse en la diversidad, una visión global y los ciclos cerrados. Estos tres niveles naturales también conducen a la estabilidad. El concepto biodinámico amplía aún más el tercer paso para incluir el aspecto de la asociación con la naturaleza.

agricultores. Hoy en día, el panorama de la investigación biodinámica comprende principalmente instituciones de investigación privadas y una serie de actividades individuales en las universidades.

Numerosos elementos caracterizan la agricultura biodinámica. Que son al mismo tiempo los puntos centrales de la investigación biodinámica.

## 2. Fundamentos de la agricultura biodinámica

### La finca, organismo individualizado en un espacio natural vivo

El objetivo de la agricultura biodinámica es la configuración individual de cada granja, teniendo en cuenta las cualidades del paisaje local, los animales y las personas que viven en la granja para constituir un todo orgánico: un organismo o una individualidad agrícola (ver Sattler y Wistinghausen, 1989). Una finca se considera "sana" (Steiner, 1925) cuando se acerca a la autonomía, con el menor aporte posible de sustancias del exterior (economía circular).

En términos de sustancias, esto se traduce idealmente en la necesidad de una reconversión de toda la finca y una alta proporción de forraje producido en la finca (ver Demeter, 2014). La individualidad de la finca se considera como formando parte del organismo del paisaje. Los elementos del paisaje y las diversas poblaciones animales como las aves, las lombrices, los insectos o el ganado se consideran de gran importancia para el equilibrio entre las fuerzas naturales, estrechamente ligadas a la producción agrícola (Steiner 1925).

### Vivificar el suelo

El suelo y la planta se consideran como una unidad. Una densidad excesiva de plagas, hongos o malas hierbas es el resultado de desequilibrios. Por tanto, el objetivo es "vivificar" el suelo como mediador clave de sustancias en la agricultura a través de rotaciones de cultivos diversificados y el aporte de compost dinamizado por preparados específicos (Steiner, 1925), en lugar de simplemente fertilizar las plantas según sus necesidades.

Todas las medidas destinadas a aumentar la fertilidad del suelo son, por tanto, de gran importancia en las granjas biodinámicas. Esto también incluye el método de cría y alimentación de los animales, el tratamiento del estiércol (incluido el compostaje para obtener formas más estables de humus) y las rotaciones de cultivos diversificados.

### Los preparados biodinámicos

Un organismo permanece sano si sus propias fuerzas y las interacciones funcionales entre los órganos están intactas. Sin embargo, según Steiner (1925), la agricultura tiende a abusar de las fuerzas vitales que la organizan. Para compensar esta sobre-explotación, se utilizan los preparados biodinámicos como complemento al ciclo forraje-estiércol, cuyo uso está establecido en el Cuaderno de Normas Demeter (Demeter Internacional, 2014). Estos preparados se elaboran a partir de minerales, plantas y componentes animales por los propios agricultores y se utilizan en pequeñas cantidades comparables a las composiciones homeopáticas. Tienen un efecto equilibrador en condiciones de crecimiento unilaterales y, de este modo, promueven el *"desarrollo natural y la integridad de la planta"* (Lammerts van Bueren & Struik 2005). Se utilizan seis preparados de plantas para mejorar el compost y la descomposición del estiércol (preparados del compost), un preparado pulverizado promueve la fertilidad del suelo (preparado de "estiércol en cuerno")<sup>5</sup> y otro preparado pulverizado se utiliza para mejorar la maduración de las plantas cultivadas (preparado "sílice en cuerno")<sup>6</sup>. La cola de caballo también se usa como profilaxis contra los ataques de hongos. Fueron sobre todo las primeras investigaciones sobre agricultura biodinámica las que se enfocaron a probar el efecto de los preparados (ver Spieß, 1978; Elsaidi, 1982).

---

5 N. de Trad.: Preparado de estiércol en cuerno o preparado 500.

6 N. de Trad.: Preparado de sílice en cuerno o preparado 501.

## **Selección vegetal**

La agricultura biodinámica ha desarrollado su propia metodología para la selección vegetal, tanto para cereales como para hortalizas. Los aspectos centrales de la selección vegetal biodinámica son, entre otros, la preservación de la integridad de la planta, la transparencia del trabajo de mejora y la calidad nutricional de los alimentos (Demeter, 2014) (ver capítulo Selección de plantas).

## **Desarrollo de métodos adaptados**

La biodinámica quiere describir el suelo, las plantas, los animales o los alimentos de una manera más holística que lo que permiten los métodos analíticos basados en parámetros aislados. Esta comprensión ampliada de la naturaleza ha llevado al desarrollo de nuevos métodos, por ejemplo, el estudio de la metamorfosis foliar que representa la evolución temporal de las plantas (Bockemühl, 2003) o métodos morfogenéticos como la cristalización sensible de cloruro de cobre (Kahl, 2006).

## **Cría de rumiantes**

Una característica importante de la agricultura biodinámica es la cría de rumiantes. A través del ciclo forraje-estiércol, los animales domésticos con su calidad anímica actúan como un elemento de conexión. En los Cuadernos de normas, se incluye la obligación para las granjas Demeter de mantener cierto número de Unidades de Ganado Mayor (UGM) para el consumo de forraje basto (mínimo 0,2 UGM/ha) (Demeter, 2014). Entre los animales de cría, los rumiantes, y en particular las vacas, ocupan un lugar especial en la agricultura biodinámica. El estiércol de vaca se considera de gran valor para aumentar la fertilidad del suelo y varios órganos de la vaca se utilizan como envolturas para la elaboración de los preparados biodinámicos (cf. Steiner, 1925). Esto es por lo que se encuentran vacas en la mayor parte de las granjas biodinámicas.

## **Altas exigencias en materia de bienestar animal**

Los altos estándares de bienestar animal de Demeter pueden considerarse como la expresión de la alta estima con la que se crían los animales domésticos. Citemos, por ejemplo, la prohibición del descornado del ganado, la limitación del tamaño de las bandadas de pollos o la posibilidad de enjambrar en la apicultura. Además, el objetivo es promover la integridad y el desarrollo natural de plantas y animales (Demeter, 2014).

## **Alimentos para el cuerpo, el alma y el espíritu**

Según los principios de Demeter, los alimentos no sólo deben nutrir, sino también promover el desarrollo mental y espiritual del ser humano (Demeter, 2015b). Esta idea va más allá de la idea de una alimentación saludable. La calidad de los productos alimenticios es muy importante para la producción biodinámica (ver el capítulo Calidad de los alimentos). Los Cuadernos de Normas Demeter muestran esta importancia a través de criterios estrictos para los elaboradores, por ejemplo, la prohibición de homogeneizar la leche de consumo (Demeter, 2014).

## **2. Estado de los conocimientos y controversias**

Baars *et al.* (2009) y Leiber *et al.* (2006) proporcionan una visión anterior, ejemplo del alcance de la investigación biodinámica. Este artículo se basa en la búsqueda de las palabras clave "biodynamic/biologisch-dynamisch" y en publicaciones científicas de expertos (con revisión por pares) a partir de 2006. También incluye tesis y contribuciones en congresos científicos sobre agricultura biológica a partir de 2007, publicaciones en medios especializados para profesionales, así como publicaciones de la base de datos Organic ePrint.org.

## El suelo

Varias publicaciones tratan sobre el impacto de la agricultura biodinámica en el suelo (cf. Turinek *et al.* 2009). Las investigaciones generalmente se centran en el contenido de humus y en varios parámetros relacionados con el estado y la actividad de los microorganismos del suelo. La atención se centra en dos ensayos a largo plazo: el ensayo DOC del FiBL (Mäder *et al.*, 2002) y el ensayo de fertilización a largo plazo (LZDV) del Forschungsring en Darmstadt (Raupp & Oltmanns, 2006). El ensayo DOC realizado por FiBL en Therwil, Suiza, compara fertilizaciones biodinámicas, biológicas y convencionales desde 1978 y el LZDV (ensayo de fertilización a largo plazo 1989-2009) estudia el efecto de los preparados biodinámicos en variantes de estiércol compostado. Los dos ensayos de larga duración muestran una influencia claramente positiva del método de la agricultura biodinámica sobre el carbono orgánico (Corg) con relación a la variante biológica (Mäder *et al.*, 2002; Raupp & Oltmanns, 2006).

Otras investigaciones posteriores tienden a centrarse en aspectos específicos del desarrollo del suelo: Burkitt *et al.* (2007), excepto por un menor contenido de fósforo, no encontraron diferencias en un estudio australiano de las propiedades del suelo y los contenidos de fósforo en diez pares comparables biodinámicos y convencionales.

Asimismo, Carpenter-Boggs (2000) no pudieron reproducir de manera significativa las diferencias en una comparación de dos años entre una fertilización biodinámica y una biológica. Sin embargo, el estudio muestra que después de la aplicación de todas las medidas biodinámicas, incluidas los preparados para pulverizar, la respiración del suelo y la mineralización de carbono medida después de 10 días aumentaban y que el perfil de ácidos grasos en el suelo había cambiado parcialmente (*ibid.*).

Zaller & Köpke (2004) encontraron en un ensayo de nueve años comparando el compost con y sin preparados biodinámicos o sólo con el preparado de milenrama que tan solo 100 días después de la fertilización, había tenido lugar una tasa acelerada de descomposición de las tiras de algodón en las variantes con preparados.

También mostraron una respiración basal más baja en la capa superior del suelo y más alta en el subsuelo, así como una mayor biomasa de lombrices de tierra. Asimismo, se ha constatado una tendencia hacia una mayor estabilidad del humus en el cultivo biodinámico, lo que está indicado por una respiración basal más baja y, respectivamente, un menor cociente metabólico (*ibid.*, o Birkhofer *et al.*, 2008).

La menor transformación del carbono fúngico en carbono bacteriano (Joergensen *et al.*, 2010 pero también Sradnick *et al.*, 2013) y las mayores proporciones de C en el depósito de carbono intermedio o pasivo en las variantes biodinámicas apuntan en la misma dirección (Heitkamp *et al.*, 2011).

Esta constatación de estabilidad coincide con los resultados de Berner *et al.* (2012), quienes encontraron en algunos años un aumento en la relación C/N microbiana en la variante con preparados de un ensayo a largo plazo de reducción de laboreo del suelo, lo que sugiere una mayor proporción de hongos o de células más viejas en la biomasa del suelo.

Esto puede explicarse por los efectos del método biodinámico en el medio edáfico: en el ensayo DOC, los valores de pH más altos de todas las variantes y las proporciones más altas de C y N microbiológicamente ligados se encontraron en la variante biodinámica (Fließbach *et al.*, 2007). Las amebas del suelo permiten una clara diferenciación de los tres métodos de cultivo en el experimento DOC, en el que se ha demostrado que son cinco veces más abundantes en la variante biodinámica (Heger *et al.*, 2012). Asimismo, las variantes fertilizadas con estiércol con preparados biodinámicos siempre muestran niveles más altos de proteínas o aminoácidos hidrolizables en el suelo que aquellas con estiércol sin preparados (Scheller & Raupp, 2005).

Esto indica una modificación de los procesos de descomposición del estiércol, por lo tanto del suelo, en la agricultura biodinámica. En última instancia, la investigación para comprender los procesos del suelo en su conjunto apenas ha comenzado, lo que también afecta a la comprensión y elección de los parámetros para medir los efectos de la biodinámica.

Por ejemplo, la referencia a los procesos de regulación de la vida del suelo por las auxinas, que podrían tener un vínculo con la composición material y microbiana del preparado biodinámico de estiércol en cuerno (Giannatasio *et al.*, 2013), o incluso, la descripción de especies bacterianas y

fúngicas en los preparados biodinámicos que podrían aumentar la disponibilidad de fósforo (Radha & Rao, 2014) (ver también el capítulo sobre fertilidad de los suelos).

## **Producción vegetal y nutrición de las plantas**

Según Steiner (1925), la fertilización es más que una simple restitución de nutrientes, sirve para activar la interacción entre el suelo y la planta, que él considera como un todo. Scheller (2013) describe y justifica en una obra de síntesis las posibilidades que tienen las plantas para movilizar activamente los nutrientes del suelo basándose en sus propias investigaciones.

Debido al escepticismo generalizado entre los expertos en biodinámica sobre el uso de sustratos de fermentación de biogás en la fertilización, se llevó a cabo un experimento durante cuatro años en una granja con estiércol líquido. Además de los parámetros del suelo, también se estudió la calidad de los alimentos. No se encontraron diferencias significativas. Los autores vieron una posible causa de estas pequeñas diferencias en la duración relativamente corta del experimento (Elers & Schmidt, 2011).

La capacidad de germinación de la romaza (*Rumex obtusifolius*) era significativamente menor después de un mes en estiércol tratado con los preparados biodinámicos del compost. Su tasa de germinación fue del 18% en comparación con la variante testigo sin preparados que tuvo una tasa de germinación del 28% (Zaller, 2007).

Siguiendo la sugerencia de Steiner (1925) que la Luna tiene influencia en el crecimiento de las plantas, se realizaron experimentos de cultivo con rábanos (*Raphanus sativus* var. *Sativus*) en luna llena y luna nueva (Fritz, 2013). Durante la siembra en luna llena, la iluminación nocturna proporcionó rendimientos significativamente más altos que las plantas que no tenían iluminación nocturna. En la luna nueva, no hubo diferencia en el rendimiento entre las plantas que se habían cubierto con vidrio transparente u opaco durante la noche. Los estudios de foliación en Araliáceas de la especie *Fatschedera lizei* han mostrado parcialmente una formación de hojas significativamente mayor en correlación con la luna llena que con la luna nueva (Fritz, 2013; Fritz y Sikora, 2007). Los experimentos en el cultivo de plantas teniendo en cuenta los ritmos lunares se describen en detalle en la tesis doctoral de Spieß (1994). Entre otras cosas, se ha observado un aumento significativo en la producción de zanahoria en tres años al sembrar dos días antes de la luna llena. Zürcher *et al.* (2014, 1998) observaron que se produce un débil pulso diario en pequeños troncos de árboles, correlacionándose con el ritmo sinódico de la Luna y las mareas gravimétricas. Al talar madera, se han observado cambios sistemáticos en la pérdida de agua, la contracción y la densidad relativa antes e inmediatamente después de la luna llena (Zürcher *et al.*, 2010). Estos primeros resultados en ensayos con medidas precisas muestran que la luna puede influir en las propiedades de la madera. La cuestión de saber si esto reviste importancia práctica deberá ser objeto de investigaciones más amplias.

## **Los preparados biodinámicos**

La aplicación de estiércol en cuerno y sílice en cuerno aumentó el rendimiento de semillas de comino (*Cuminum cyminum* L.) en más del 12% en dos variantes de abonado (Sharma *et al.* 2012). En el caso de Bacchus *et al.* (2010), las diferencias de rendimiento en tres variantes de fertilización no fueron significativas al aplicar los preparados de compost y los preparados pulverizados a la lechuga (*Lactuca sativa* L.). El rendimiento de dos variedades de soja en Vietnam aumentó significativamente en más del 30% en comparación con la variante de control sin tratamiento de preparados (Tung y Fernandes 2007). Las dos variantes no se abonaron. Igual que en las variedades no abonadas, el uso de los preparados biodinámicos en dos variedades de arroz condujo a un aumento significativo en los rendimientos del 10% y el 15% respectivamente (Valez y Fernandes 2008). También la longitud de las raíces, el peso de las raíces, el peso de los brotes y el fósforo disponible después de la cosecha (+20%) aumentaron significativamente con el uso de los preparados en comparación con el control no tratado (ibid.). En el caso del pimiento picante, la aplicación de los preparados biodinámicos no tuvo una influencia significativa en el desarrollo de las plantas (Jayasree & George, 2006).

En comparación con la fertilización puramente mineral, el contenido de ácido ascórbico de la rúcula (*Eruca sativa*) se incrementó significativamente con las aplicaciones de sílice en cuerno, una fuerte

intensidad de radiación luminosa y una fertilización orgánica (Athmann *et al.* 2011). La aplicación de sílice en cuerno condujo a un aumento significativo del rendimiento del 27% para el frijol negro *Vigna mungo* (L) Hepper en cultivo biológico sin fertilización en comparación con la variante sin tratamiento de sílice en cuerno (Trivedi *et al.*, 2013). Al mismo tiempo, el porcentaje de superficie foliar atacada fue significativamente menor con el tratamiento con sílice en cuerno que con la variante control sin tratamiento con sílice en cuerno (32% de infestación de la superficie foliar con sílice en cuerno contra 52% de infestación de la superficie de la hoja sin sílice en cuerno). Esto se corresponde con los resultados más antiguos de la tesis de Schneider-Müller (1991) sobre los inductores de resistencia. El porcentaje de mildiu en hojas de pepino tratadas con sílice en cuerno fue del 11%, en comparación con el 50% en la variante de control sin tratamiento con 501. Fue la enzima quitinasa la que se hizo responsable de la resistencia inducida. La actividad de la quitinasa después de la aplicación de sílice en cuerno fue dos veces más elevada que en la variante de control. En los compost, el uso de los preparados biodinámicos del compost condujo a una actividad de la deshidrogenasa significativamente mayor (Reeve *et al.* 2010). En una búsqueda bibliográfica, Scheper *et al.* (2009) establecieron vínculos entre los componentes del preparado de estiércol en cuerno que resultan del proceso de fermentación y el efecto de la aplicación del preparado. En los estudios de Giannattasio *et al.* (2013) y Spaccini *et al.* (2012), los preparados de estiércol en cuerno contenían una alta proporción de sustancias bioactivas y sustancias que estimulan el crecimiento. Los cultivos bacterianos identificados en el preparado de estiércol en cuerno son productores de auxinas que ejercen un efecto de crecimiento significativo en el maíz (Radha & Rao, 2014).

En un artículo de síntesis basado en publicaciones en inglés, Chalker-Scott (2013) concluye que debido a la falta de literatura científica y porque, desde su punto de vista, no se ha determinado ningún efecto significativo claro de los preparados biodinámicos (los efectos significativos que se produjeron se interpretaron como aleatorios), no se dispone de ningún efecto demostrable de los preparados biodinámicos. Es incomprensible que Chalker-Scott (2013) haya comparado la variante "con fertilización orgánica" con la variante "sin fertilización orgánica y con preparados biodinámicos" resultante de los trabajos de Tung & Fernandes (2007) y Valez & Fernandes (2008) para probar el efecto de los preparados biodinámicos. En la comparación, Chalker-Scott (2013) concluye que los preparados biodinámicos tienen un efecto negativo sobre el rendimiento de la soja y el arroz. En los trabajos de Tung & Fernandes (2007) y Valez & Fernandes (2008) también hay dos variantes en las que solo ha variado la aplicación de preparados biodinámicos. Al comparar las dos variantes sin fertilización orgánica, la aplicación de preparados biodinámicos condujo a un aumento significativo en el rendimiento de más del 30% para dos variedades de soja (Tung & Fernandes 2007) y un aumento significativo en el rendimiento del 10 y 15% para dos variedades de arroz (Valez & Fernandes 2008) (ver arriba). En la presente búsqueda bibliográfica sobre preparados biodinámicos durante el período 2006-2015 se han presentado todos los artículos encontrados. No todos los estudios han mostrado reacciones significativas de las plantas y el suelo después de la aplicación de los preparados. Por qué solo una parte de los estudios ha mostrado reacciones significativas de las plantas después de la aplicación de preparados biodinámicos, esto debe investigarse en estudios posteriores. El desarrollo de pruebas sencillas con reacciones relativamente rápidas de las plantas a la aplicación de preparados biodinámicos puede proporcionar información importante al respecto. Además, deberá realizarse un metaestudio sobre las experiencias con preparados biodinámicos. Habrá que tener en cuenta el hecho de que los preparados biodinámicos han mostrado un efecto equilibrador sobre las condiciones de crecimiento unilaterales en numerosas experiencias (ver más adelante y Fritz 2009).

## **Enología y viticultura**

El campo de investigación en enología y viticultura biodinámica ha ganado importancia en los últimos años. Un experimento de fertilización a largo plazo en la Universidad de Geisenheim comparó cultivo integrado, biológico y biodinámico. En cultivo biodinámico, la longitud de los sarmientos, el peso de la madera de poda, las hojas interiores, la compacidad del racimo, el peso de una sola uva, los ataques de botritis y de ácido acético eran significativamente menores que en el cultivo convencional. El número de lombrices de tierra y la proporción de uvas expuestas al sol fueron significativamente mayores en el cultivo biodinámico que en el cultivo convencional. El cultivo biológico se sitúa en todos los parámetros entre las dos variantes. El rendimiento fue un 21% menor en la agricultura biodinámica

y un 18% menor en la agricultura biológica en comparación con la agricultura convencional (Döring *et al.* 2013; Meissner *et al.* 2013; Döring *et al.* 2015, Meissner 2015). En viticultura, para la elaboración de vinos de alta calidad, se busca minimizar estos parámetros: longitud de los sarmientos, peso de la madera de poda, compacidad de los racimos, peso de un solo grano, con rendimientos en definitiva más moderados. La calidad del zumo de uva del experimento de Geisenheim se estudió con los métodos morfogenéticos. Los indicios de envejecimiento o degeneración de las estructuras en las imágenes formadas fueron más pronunciados en las muestras de cultivo convencional, un poco menos en agricultura biológica y menos aún en agricultura biodinámica. Según este criterio, 31 de las 33 muestras de zumo codificadas provenientes de cuatro años de cultivo han podido asignarse correctamente a los métodos de cultivo. Esto también se obtuvo con 9 muestras de vino codificadas del mismo año de cultivo. La asignación de muestras a los métodos de cultivo fue significativa para el zumo de uva y el vino en todos los años de cultivo (Meissner, 2015, Fritz *et al.* 2013, Fritz *et al.* 2015). Mediante el uso del método de evaporación de gotitas (droplet evaporation method), el vino biodinámico y el biológico pudieron ser diferenciados por Kokornaczyk *et al.* (2014) según criterios estructurales. En el caso de Bigler *et al.* (2009) no fue posible diferenciar el vino biológico y biodinámico mediante análisis sensorial y de la composición química. Sólo un estudio realizado con “Gaz-discharge-visualisation” condujo a una diferenciación significativa de los métodos de cultivo.

Tassoni *et al.* (2013) y Plahuta & Raspor (2007) no lograron diferenciar los vinos de los métodos de cultivo biológicos y convencional mediante el análisis de la composición química. Por el contrario, Yañez *et al.* (2012) lograron diferenciar entre vinos biológicos y convencionales gracias al análisis de los ingredientes. Granato *et al.* (2015) también pudieron demostrar una diferenciación de los vinos biodinámicos y biológicos como grupo en comparación con los vinos convencionales, mediante la realización de análisis químicos. La evaluación de la composición química (Parpinello *et al.* 2015 y Laghi *et al.* 2014), permitió diferenciar entre vinos biológicos y biodinámicos, ambos cultivados dos años en el mismo sitio cada uno. Ross *et al.* (2009) lograron realizar una diferenciación sensorial entre los métodos de cultivo biológico y biodinámico, Meissner (2015) solo lo logró parcialmente y Parpinello *et al.* (2015) así como Bigler *et al.* (2009) no tuvieron éxito. En un estudio del balance ecológico en España, la viticultura biodinámica mostró un menor impacto ambiental que la viticultura convencional (Villanueva-Rey *et al.*, 2014). En los Estados Unidos, se ha investigado qué motiva a los viticultores a cambiar a la agricultura biodinámica y de cómo los consumidores perciben los sellos ecológicos (McCullough *et al.*, 2012). Otro estudio de caso muestra cómo un viñedo suizo biodinámico contribuye a la protección del clima gracias a variedades de uva resistentes a los hongos (Strasser & Coray, 2009).

## **Cría de animales**

En una granja lechera Demeter se llevó a cabo un estudio sobre el efecto de una combinación de tratamientos homeopáticos y antibióticos sobre la mastitis. Este concepto de tratamiento permitió reducir el uso de antibióticos en un 75% de media (Fidelak *et al.*, 2007). Se preguntó a granjas lecheras biodinámicas de Alemania y Suiza sobre sus estrategias en materia de suplementos minerales. La mayoría dijo que no se correspondía con la idea de la biodinámica. El resultado también muestra que un tercio de las personas encuestadas prescinden de suplementos minerales, mientras que en las otras granjas estudiadas, los suplementos minerales se utilizan a menudo para compensar carencias (Ivemeyer & Walkenhorst, 2011). Pöttsch *et al.* (2015) proporcionan una visión de conjunto de la cría del cerdo biodinámico en Alemania con la cuestión de la cría adaptada a la especie. Los cerdos se crían en cantidades relativamente bajas en un número relativamente pequeño de granjas Demeter. El concepto de cría adaptado a la especie no fue descrito de manera uniforme por los entrevistados.

## **Calidad de los alimentos**

Lograr una alta calidad alimentaria es uno de los principales objetivos de la agricultura biodinámica. Una mirada al número de publicaciones científicas desde 2008 muestra que el interés en la investigación sobre este tema es alto, en comparación con otros temas de investigación.

Geier & Meischner (2011) resumieron el estado de la investigación sobre la calidad de los alimentos biodinámicos. Los autores consideran más de 20 estudios durante un período de 33 años, 18 de los cuales datan de antes de 2008.

Para las frutas, el vino, las verduras y la leche, varios estudios han demostrado las ventajas de la biodinámica sobre la producción biológica. Las diferencias se relacionan con ciertos componentes, así como con pruebas morfogenéticas.

Existen publicaciones sobre trigo, achicoria, lechuga, remolacha, col, limón, mango, fresa, leche y vino de 2008 a 2015: los parámetros estudiados van desde la capacidad de enriquecimiento del contenido en nitratos hasta una amplia variedad de análisis de la composición y el potencial antioxidante. Tres estudios están dedicados a los efectos sobre la salud, a saber, D'Evoli *et al.* (2010) sobre los efectos de los extractos de fresa en células humanas, Simões-Wüst *et al.* (2011) sobre la calidad de las materias grasas de la leche materna y Kusche (2015) sobre la tolerancia a la leche cruda biodinámica en niños que sufren alergias alimentarias.

En tres casos, la producción biodinámica se comparó con la producción convencional (Rangel *et al.*, 2011; D'Evoli *et al.*, 2010; Bavec *et al.*, 2012). En los otros estudios, se realizaron comparaciones con agricultura biológica u otras variantes.

Rangel *et al.* (2011) no encontraron diferencias de calidad en la lima y Langenkämper *et al.* (2006) en el trigo. En todos los demás estudios (Bavec, 2010; Maciel *et al.*, 2012; Heimler, 2011; Lucarini *et al.*, 2012; D'Evoli *et al.*, 2010; Simões-Wüst *et al.*, 2011), se han encontrado diferencias con el cultivo biodinámico para uno o varios parámetros.

Heimler *et al.* (2009) estudiaron la influencia del cultivo convencional y el biodinámico en la achicoria silvestre (*Cichorium intybus*) midiendo el contenido de polifenoles y el potencial antioxidante. Unos años más tarde, se utilizaron los mismos métodos para comparar el cultivo convencional, el biológico y el biodinámico de la lechuga batavia roja (Heimler, 2011). Ambos estudios han demostrado que el mayor potencial antioxidante se encuentra en el cultivo biodinámico. Por el contrario, los contenidos de polifenoles no fueron diferentes para la achicoria. En el caso de la lechuga, en cambio, la agricultura biológica y biodinámica mostraron los niveles más altos.

Lucarini *et al.* (2012) estudiaron la capacidad de enriquecimiento de nitratos de diversas variedades de lechuga cultivadas de forma biológica y biodinámica. Las plantas cultivadas biodinámicamente acumularon de 1,3 a 2 veces menos nitrato que las plantas cultivadas en agricultura biológica.

Bavec *et al.* (2010, 2012) examinaron las coles blancas y las remolachas rojas de la agricultura convencional, la integrada, la biológica y la biodinámica. La agricultura biodinámica ha logrado el mayor contenido de carbono en la col blanca. El cultivo biodinámico de remolacha resultó ser el de mayor contenido de fenol, el de mayor potencial antioxidante y el de mayor contenido de azúcar.

Los estudios de Kusche *et al.* (2015, 2011a, 2011b, 2010) mostraron las mayores proporciones de ácidos grasos de alto valor nutricional en la leche de granjas biodinámicas con bajos niveles de insumos y una diferenciación constante de la leche proveniente de la producción biodinámica con bajos y altos niveles de insumos en comparación con la leche producida convencionalmente en las modernas granjas lecheras de altos insumos. Además, una serie codificada de pruebas de provocación muestra una mejor tolerancia de la leche cruda biodinámica en comparación con la leche pasteurizada y homogeneizada de producción convencional en niños con intolerancias alimentarias (Kusche 2015). Simões-Wüst *et al.* (2011) encontraron que un alto consumo de productos lácteos de la agricultura biodinámica en mujeres embarazadas y madres lactantes da como resultado una mejor calidad de la grasa en la leche materna en comparación con el consumo de productos lácteos de la agricultura biológica y convencional. Los recién nacidos de madres, que consumían principalmente productos lácteos producidos biodinámicamente, también tenían un menor riesgo de desarrollar eccema (Thijs *et al.* 2011).

## Desarrollo de nuevos métodos

El desarrollo de una serie de métodos de investigación es el resultado de un conocimiento ampliado de la naturaleza que es la base de la biodinámica. Algunos métodos han sido objeto de una intensa investigación científica, otros aún no han sido validados.

El proceso de formación de imágenes más conocido es la cristalización de cloruro de cobre o "cristalización sensible". El método se utiliza para caracterizar alimentos. En los últimos años, la cristalización sensible se ha establecido y validado como método científico (Doesburg *et al.*, 2015; Kahl *et al.*, 2015; Fritz *et al.*, 2011; Huber *et al.*, 2010). Los trabajos en curso están relacionados, entre otras cosas, con la influencia de la formación de los experimentadores en la evaluación visual de los resultados. (Fritz, 2016).

El método de dinamólisis capilar, similar a la cromatografía, aún no ha sido tratado científicamente con la misma intensidad que la cristalización sensible. La dinamólisis capilar fue desarrollada por Lili Kolisko en la década de 1920 y luego perfeccionada por otros (ver Engquist 1977). Se realizó una tesis doctoral sobre la validación de la creación de imágenes (Zalecka *et al.*, 2010). Varios investigadores aplican la dinamólisis capilar y la cristalización sensible al mismo tiempo durante el análisis de alimentos (Fritz *et al.*, 2011).

El método de morfo cromatografía de papel de filtro circular fue desarrollado por Pfeiffer (1950) ya en la década de 1950. Se utiliza principalmente para evaluar suelos y compost (Voitl & Guggenberger, 1986). En su tesis doctoral, Haßold-Piezunka (2003) pudo comparar los parámetros analíticos del análisis de compost con las características de las imágenes morfo cromatográficas. Ella concluye que el análisis morfo cromatográfico "Chroma-Boden-Test" puede proporcionar una evaluación rápida y completa del proceso de compostaje si se lleva a cabo con cuidado.

Asimismo, el origen del test psicológico de los efectos de los alimentos desarrollado por Geier *et al.* (2012, 2016) proviene de la comprensión ampliada de la calidad en biodinámica. La aplicación de la prueba psicológica examina los efectos de la alimentación en el estado mental y físico de las personas evaluadas. Se pueden verificar de esta manera factores vinculados con la forma de cultivo y de elaboración de los alimentos.

## Sostenibilidad

Si bien el impacto de la agricultura biodinámica en el suelo ha sido objeto de investigación científica durante muchos años, existen pocos estudios que tengan en cuenta la sostenibilidad.

Turinek *et al.* (2010) y Bavec *et al.* (2012) investigaron la huella ecológica de cultivos de cereales biodinámicos, biológicos, integrados y convencionales utilizando datos de un ensayo de campo en Eslovenia. En una prueba de tres años, las variantes biodinámicas y biológicas mostraron beneficios en términos de comportamiento ecológico y eficiencia ecológica con respecto al uso de energía y la relevancia climática.

Pechrova *et al.* (2013) analizan la eficiencia del uso de recursos en granjas biológicas y biodinámicas en la República Checa. Se ha encontrado una mayor eficiencia en granjas biológicas.

García-Yzaguirre *et al.* (2011) realizaron un análisis del cultivo de arroz biológico y biodinámico en España. El cultivo de dos variedades en las dos condiciones de cultivo no mostró diferencias de rendimiento significativas.

En su tesis de fin de estudios, Steiner (2009) analizó los modelos de conexión entre áreas agrícolas en granjas integradas, biológicas y biodinámicas en Suiza, todo refiriéndose a la biodiversidad. Encontró la siguiente diferenciación: segregación en las fincas agrícolas integradas, redes en las fincas biológicas e integración en las fincas Demeter.

## Ciencias Sociales

En los últimos años también se han estudiado las condiciones sociales y las implicaciones de la práctica de la biodinámica. Incluyen tanto las motivaciones de los productores en conversión en la República

Checa (Pechrovà, 2014) como estudios históricos sobre la expansión de la biodinámica en países de habla inglesa (Paull, 2001 ac, Paull, 2014) o representaciones de las relaciones entre arquetipos de CG Jung y la biodinámica, según el ejemplo del jardín amurallado (Damery, 2011). En trabajos complementarios, el tema fue el vínculo frecuente entre la agricultura biodinámica y las responsabilidades sociales (por ejemplo, Kalisch & van Elsen, 2011), vínculo que no se limita a este método de agricultura.

### **El carácter innovador de la agricultura biodinámica**

Por tanto, podemos decir que la agricultura biodinámica siempre está en desarrollo. La actitud investigadora de los profesionales forma parte de esto y fomenta activamente las innovaciones, en cooperación con los investigadores. A veces, esta investigación se organiza de forma individual (investigación de agricultores). Aplicado a la optimización de todo el sistema y sus procesos tanto como a nuevos enfoques. Esta disposición a la investigación y al desarrollo también se expresa en la consultoría biodinámica, que se diferencia de otros servicios de consultoría por su proximidad a la investigación y la experimentación (Luley *et al.*, 2015). A continuación se ofrecen ejemplos de innovaciones resultantes únicamente de iniciativas prácticas.

### **Selección vegetal**

Hace apenas 20 años, las autoridades agrícolas todavía opinaban que las variedades convencionales se adaptaban suficientemente bien a las necesidades de la agricultura ecológica; no había necesidad de seleccionar cereales biológicos (según Jantsch & Schüler, 1995).

Esta opinión ahora se considera obsoleta, principalmente debido a las actividades de mejora llevadas a cabo por los productores de hortalizas biodinámicas y un puñado de productores de cereales biodinámicos. En la actualidad, se han desarrollado y registrado una veintena de variedades de cereales biodinámicos especialmente seleccionados para la agricultura biológica. La veintena de seleccionadores de hortalizas biodinámicas han registrado más de 70 variedades de hortalizas en el Bundessortenamt (Oficina Federal para el Registro de Especies vegetales) a través de la asociación Verein Kultursaat eV (Fleck, 2015). Beckmann (2013) ofrece una descripción general de la historia del movimiento Demeter y de los aspectos de la selección vegetal biodinámica.

También existen iniciativas de selección en la ganadería, inspiradas en la biodinámica, descritas en relación con el concepto de cría familiar de vacas, con sus propios toros en la medida de lo posible. (Metz *et al.*, 2012). Otra innovación práctica es la cría de terneros con la madre o su nodriza, que prescinde de la separación inmediata de la vaca y el ternero después del nacimiento. Ehrlich (2003) recopiló datos sobre el método de cría de terneros con la madre. Cuatro de las ocho granjas que desarrollaron este sistema fueron fincas Demeter. Actualmente, más de 30 granjas Demeter y algunas granjas de otras asociaciones permiten este contacto intensificado entre vaca y ternero (Demeter, 2015a). Sin embargo, las condiciones marco aún deben optimizarse, ya que el aumento del bienestar animal va en detrimento del rendimiento (Barth *et al.*, 2009, Spengler Neff & Ivemeyer, 2012).

### **Una apicultura respetuosa con la abeja**

Un ejemplo de estándares biodinámicos en el campo de la ganadería es el esfuerzo de los apicultores por practicar la apicultura con respeto por el ser y el bienestar de los animales. Demeter certifica la apicultura con respeto por el ser y el bienestar de los animales.

Aunque esta forma desarrollada por los apicultores se ha incluido en el cuaderno de normas Demeter desde hace 20 años, hay poca investigación al respecto, aparte de un trabajo comparativo con respecto a la formación de colonias en la apicultura normal. (Friedmann, 2002).

### **Viticultura biodinámica/silvicultura**

Otras áreas en las que las granjas biodinámicas o los actores biodinámicos juegan un papel innovador en la práctica de la agricultura biológica son, por ejemplo, la silvicultura biodinámica, donde, además de

la conversión sostenible de los bosques, se debate sobre el momento de la tala de árboles (Zürcher, 2003).

## **Repensar la economía y la agricultura social**

Los temas socioeconómicos han sido durante mucho tiempo una preocupación de los biodinámicos, tanto en términos de gestión empresarial como en el aspecto político-económico (Bartsch, 1934). De hecho, la fase fundacional de la agricultura biodinámica coincidió con un período con dos crisis económicas extremas, la hiperinflación en Alemania en 1923/24 y la crisis económica mundial en 1929 (Koeppf & von Plato 2001). En particular, deben mencionarse dos direcciones: el desarrollo de formas legales, económicas y de propiedad apropiadas para una agricultura holística y multifuncional que integre parcialmente los servicios sociales; con este fin, la agricultura a menudo se gestiona colectivamente y se organiza en comunidades agrícolas, lo que guía a los pioneros de la denominada agricultura solidaria, (CSA y AMAP) de hoy en día (Kraiß & van Elsen, 2008). En cuanto a la gestión operativa, nos referimos aquí a Hiß (2015), quien propone agregar elementos ecológicos y sociales a los planes contables y los balances de las empresas. Además, la combinación frecuente de pedagogía (curativa) y agricultura biodinámica como concepto se puede encontrar en el movimiento Camphill, pero también más allá (Kalisch & van Elsen, 2011; Jaenichen & van Elsen 2011; Hartkemeyer *et al.* 2014).

## **3. Desafíos y perspectivas**

El desarrollo de la agricultura biodinámica y la agricultura biológica en general se debe no solo a la investigación tradicional, sino sobre todo al espíritu innovador de un gran número de profesionales. La investigación biodinámica ha tenido y tiene, por un lado, la función de apoyar el desarrollo de la empresa agrícola que llega a optimizar la calidad de los productos. Además, existe una investigación fundamental sobre los aspectos agrícolas y sobre los aspectos de la elaboración de las producciones. Dado que la investigación no es más que uno de los muchos aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de la agricultura biodinámica, las perspectivas de la investigación no se pueden esbozar aquí, con la excepción de los objetivos de trabajo de las pocas instituciones activas existentes cercanas a la Asociación Demeter. La investigación biodinámica se lleva a cabo en todo el mundo dentro de una amplia variedad de contextos, incluidos contextos no académicos, liderada por actores muy diferentes, con pocas redes y sin un plan de trabajo común. Más bien, la investigación sobre cuestiones biodinámicas está guiada por el interés individual del científico, que se ve confirmado por las fuentes ampliamente diversificadas del presente trabajo.

Las principales áreas de investigación en las organizaciones biodinámicas en Alemania son el suelo y la fertilización, así como la ganadería, siempre en relación con la calidad de los alimentos. Por un lado, la ciencia plantea preguntas de profundización sobre temas biodinámicos originales tales como la calidad de los preparados biodinámicos, los test rápidos para los preparados y, por otro lado, preguntas sobre la calidad del humus vivo, el efecto de las prácticas biodinámicas sobre la calidad de los alimentos y el compostaje adecuado, que se puede resumir con la palabra clave: optimización.

Desde hace una década o dos, la diferencia entre biodinámico y "biológico" se está volviendo relevante en la investigación y la práctica. Por ejemplo, los estudios realizados en este contexto muestran diferencias en la composición de los alimentos biodinámicos, por ejemplo, la leche y sus efectos en la nutrición humana (ver arriba, Simões-Wüst *et al.* 2011 y Kusche 2015). Lo que muestra el potencial de la agricultura biodinámica para un régimen alimenticio que favorezca la salud humana.

Fuchs (2010) se refiere a las peculiaridades, limitaciones y posibilidades de centrarse en las tareas y métodos de la investigación biodinámica. En lugar de obligarse a probar siempre el método, Fuchs sugiere centrarse más en las mejores prácticas. Metodológicamente, propone centrarse tanto en las ciencias empíricas como en la investigación campesina, es decir, los métodos de trabajo de la investigación social cualitativa, para seguir desarrollando este tipo de agricultura cerca de la práctica.

A día de hoy no se dispone de una teoría de la biodinámica, lo que también está ligado al hecho de que dicha teoría debería estar asociada a disciplinas científicas más allá de la ciencia agrícola, ya que sus orígenes van más allá de una ciencia agrícola pura y metodológicamente limitada. Sin embargo, es

tentador considerar enfoques teóricos explicativos. Si se quiere explorar la contribución de la biodinámica en los campos temáticos de la agricultura biológica, el ser humano, la naturaleza y sus perspectivas, es interesante conocer qué modelos y sistemas de pensamiento están en el origen de la práctica y la investigación biodinámicas. En resumen, el objetivo es pensar en la agricultura de manera holística, tanto en una finca individual como en un contexto social. El movimiento biodinámico siempre se ha basado en la cultura agrícola, es decir, más allá de la producción agrícola, el contexto social y económico es una parte integral de sus logros. Cultivar biodinámicamente se entiende en el mejor sentido como una práctica multifuncional.

El trasfondo de esta visión más amplia de los fundamentos de la agricultura es lo que Rudolf Steiner llama el enfoque de la "ciencia del espíritu". A diferencia de Kant, Steiner se basa en la no separación del sujeto cognoscente y el mundo en términos epistemológicos (Grauer 2007), que luego se refleja en la disponibilidad de conceptos que describen el mundo. Según Grauer, epistemológicamente es una interpretación constructivista-monista<sup>7</sup> en lugar de una interpretación dualista de la relación entre el ser humano y el mundo. Para Grauer (2007), Steiner parte del principio de que "*el conocimiento a través de la experiencia y las distinciones u observaciones que constituyen el sujeto [...] pueden llegar a ser directamente accesibles como experiencia*".

Hoy podemos, basándonos en la reciente teoría científica del filósofo Poser (2012), clasificar las ciencias agrícolas en una tercera categoría de ciencias entre las ciencias humanas y las ciencias naturales: las ciencias técnicas como ciencias naturales aplicadas, que derivan sus resultados no tanto de la superestructura teórica sino de la pregunta: ¿esto funciona?

Contrariamente a la corriente dominante de las ciencias agrícolas, la investigación biodinámica no solo quiere desarrollar este *conocimiento de la disposición*, sino también un enfoque de *conocimiento de la orientación* (ambos términos según Mittelstrass, 1989). El conocimiento de las disposiciones, que estudia cómo o si algo funciona, tiene como consecuencia el control de la naturaleza, el conocimiento de la orientación lleva a conocer la naturaleza. El conocimiento de la orientación puede incluir el conocimiento de la disposición, pero no al revés. Complementa el punto de vista técnico con un punto de vista social y filosófico y así desarrolla conocimientos regulatorios que ayudan a identificar los propósitos y los objetivos. La observación concreta del filósofo Böhme (2014): "*La agricultura biodinámica es una práctica, no una teoría*", liga la legitimidad y la necesidad de formas alternativas de ciencias naturales, más allá de la ciencia natural dominada por la experimentación que solo es válida bajo ciertas condiciones. La fenomenología<sup>8</sup> de la naturaleza según Goethe, la fenomenología corporal<sup>9</sup> como una experiencia interior de la naturaleza, así como la teoría de los ambientes<sup>10</sup> como marco que configura la naturaleza, se citan aquí como ejemplos que pueden ser punto de partida para ampliar las bases de conocimiento.

Leiber (2009) describe el enfoque biodinámico como caracterizado por cuatro paradigmas: ontológicamente, supone que, según Goethe, las *ideas vivas* dan forma al mundo; epistemológicamente, el ser humano puede reconocer este trasfondo "espiritual" y metodológicamente la antroposofía describe un camino correspondiente de conocimiento. A esto se suma la premisa de la evolución conjunta del ser humano y la naturaleza. En 2014, Fuchs intentó concretar esto con respecto a las medidas agrícolas y asociarlo de antemano con nuevos enfoques de la filosofía natural: palabras clave antropoceno y responsabilidad. Poser (2012), quien también toma la evolución como un esquema interpretativo paradigmático y superordenado para el trabajo científico, ve a la vez al ser humano como miembro y regulador. Para él, esto conduce a un enfoque teórico complejo que va más allá de la causalidad pura (reconocida) y tiene en cuenta lo imprevisible. En relación a la vida en la tierra, esto

---

7 El dualismo, tal como se entiende hoy en todo el mundo, presupone: el ser humano en tanto que (espíritu) conocedor es ajeno al mundo (naturaleza), se enfrenta a él, la realidad se divide en sujeto y objeto, o espíritu y naturaleza. El monismo entiende al ser humano como parte del mundo y también en la profundización espiritual de su relación con el mundo: las ideas. La realidad es indivisa (Rehfus, 2003).

8 La fenomenología en las ciencias naturales significa dar prioridad a los métodos descriptivos sobre la validación de teorías mediante experimentos. Permite un enfoque más global del objeto estudiado (Bortoft 1995).

9 La fenomenología corporal según el filósofo Hermann Schmitz estudia la naturaleza del ser humano por la experiencia interior a través de la vivencia corporal, antes del establecimiento de una teoría (Schmitz, 2003). Según Böhme (2002), el cuerpo es la naturaleza que nosotros mismos somos.

10 La atmósfera es para Böhme el corazón de una teoría de la percepción en la que la naturaleza es un contexto de interacción pero un contexto de comunicación, como él lo describe a través del ejemplo del jardín paisajístico (Böhme, 1995).

requiere una metafísica de la tecnología que, entre otras cosas, reasigne significado a la categoría de valores en relación con la categoría de los objetivos.

Bechmann (2009) aboga por el desarrollo de una ciencia natural posmaterialista y al mismo tiempo identifica un déficit teórico general de la agricultura biológica, medido, por ejemplo, por la falta de publicaciones sobre el tema, lo que dificulta su posterior desarrollo en un amplio espectro de la sociedad. Esto coincide con el punto de Poser (2012) que no considera que los paradigmas científicos naturales, que generalmente están basados únicamente en la metodología, sean adecuados, - entre otras cosas -, para describir científicamente la complejidad de la esfera biótica. Para llevar a cabo investigaciones fructíferas, propone un acercamiento a la teoría de la complejidad que presupone el siguiente principio: "La naturaleza en su conjunto es creativa en el camino de la emergencia hacia estructuras siempre de orden superior". Estas estructuras de orden, desglosadas en el contexto de la agricultura y de la alimentación, forman parte de la investigación biodinámica. Para lograr formas de reconocimiento relevantes para la práctica, primeramente hay que efectuar un trabajo metodológico. Basándose en un examen de los métodos de investigación apropiados, Baars (2002) ha desarrollado un concepto de ciencia empírica que difiere del modo científico habitual. Esto está ligado en la práctica al momento de la toma de decisiones de un campo de actividad, por ejemplo la gestión agrícola: el núcleo es el reconocimiento holístico practicado que se manifiesta en la identificación de los modelos (y de las discrepancias con respecto a ellos) en un contexto vivo, por ejemplo el de un campo. Al igual que en una clase magistral para músicos, Baars ve habilidades similares en el agricultor: puede convertirse en un practicante experto que puede combinar con éxito sus conocimientos y su intuición. Por lo tanto, desde un punto de vista metodológico, es más probable que los enfoques destinados a desarrollar más las prácticas agrícolas sean el resultado de examinar una cuarta parte de las granjas más eficientes en una encuesta, y no el promedio. Esta facultad de conciencia e intuición se puede ejercitar de forma consciente, - hay enfoques en la formación biodinámica - y también se utiliza en la investigación cualitativa (ver, por ejemplo, el apartado sobre enología y viticultura). Schieren (1998) encuentra en Goethe la fuente de esta autoeducación del investigador: "*La idea que Goethe tiene del conocimiento exige un nuevo concepto de la ciencia que la entienda no como un conocimiento accesible y disponible en una biblioteca, sino como un proceso de desarrollo del individuo científico mismo*". Una vez realizado el proceso exhaustivo de autoeducación el ser humano puede así comprender y ejercer su papel en el proceso científico viéndose a sí mismo como una especie de instrumento.

La ciencia que se apoya metodológicamente en esta base, que se orienta hacia la fenomenología e integra la influencia del investigador, se ha consolidado en una determinada forma denominada "goetheanismo". Esta última, a su vez, se origina como un método de las reflexiones de Rudolf Steiner sobre las ciencias naturales (Steiner, 1886). En consecuencia, Steiner (1920) propone un camino de formación del ser humano. Esto muestra la posibilidad de que el ser humano sea el instrumento del conocimiento científico, concepto para el que Böhme (2003) creó recientemente un punto de partida con su definición: "*El cuerpo es la naturaleza, la que nosotros mismos somos*". En cuanto a la selección vegetal, Timmermann (2007) describe el método de la "fenomenología de la naturaleza" como apropiado (complementario) cuando se trata de aspectos cualitativos.

En resumen, la investigación biodinámica se estructura de forma muy heterogénea. Coopera de forma participativa con la práctica, y trabaja metódicamente en el tema de la optimización cualitativa de los métodos de la agricultura biológica. Por tanto, es importante para una agricultura biológica, que se orienta tanto a los valores como a una producción sostenible y cualitativa.

#### 4. Bibliografía

- Athmann, M., Fritz, J. & Köpke U. (2011). Product quality as a function of light and nitrogen supply: contributing to a quality concept for organic agriculture? In: Pulkrabová, J., et al. (2011). *First International Conference on organic food quality and health research, 18– 20.5.2011 in Prague. ICT Prague Press, Prague*, 139.
- Baars, T. (2002). Reconciling scientific approaches for organic farming research. *Dissertation. Universität Wageningen*.
- Baars, T., Kusche, D. & Werren, D. (2009). Erforschung des Lebendigen. An den Grenzen herkömmlicher Wissenschaft. Dokumentation der Ringvorlesung „Forschung am Lebendigen. Wissenschaftsphilosophische Hintergründe, wissenschaftliche Ergebnisse und Forschungsansätze der Biologisch-Dynamischen Landwirtschaft“ *Universität Kassel/Witzenhausen WS 2007/2008*.

- Bacchus, G. L. (2010). An evaluation of the influence of biodynamic practices including foliar-applied silica spray on nutrient quality of organic and conventionally fertilised lettuce (*Lactuca Sativa L.*). *Journal of Organic Systems*, 5(01), 4-13.
- Barth, K., Roth, B. A. & Hillmann, E. (2009). Muttergebundene Kälberaufzucht: Eine Alternative im Ökologischen Landbau? Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2008. *Johann Heinrich von Thünen-Institut - Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI), Braunschweig*, 11-20.
- Bartsch, E. (1934): Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise, *Dresden 1934*.
- Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik Mlakar, S., Mikola, N. & Bavec, F. (2012). Some internal quality properties of white cabbage from different farming systems. *Acta Horticulturae* 933, 577-583.
- Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik-Mlakar, S., Slatnar, A. & Bavec, F. (2010) . Influence of Industrial and Alternative Farming Systems on Contents of Sugars, Organic Acids, Total Phenolic Content, and the Antioxidant Activity of Red Beet (*Beta vulgaris L. ssp. vulgaris Rote Kugel*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(22), 11825-11831.
- Bechmann, A. (2009). Ökologischer Landbau aus der Nische in die Fläche. Identitätsbildung und Zukunft durch leitbildbewusste Verwissenschaftlichung: *Edition Zukunft, Barsinghausen*.
- Beckmann, J. (2013). Pflanzenzüchtung in der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise. Entwicklungen im 20. Jahrhundert: *Edition Zukunft, Barsinghausen*.
- Berner, A., Mäder, P., Messmer, M., Fliessbach, A., Krauss, M., Dierauer, H., Clerc, M., Koller, M., Meier, M. & Schader, C. (2012). Reduzierte Bearbeitung – fruchtbare Böden?: *LE 3-2012*, 40ff
- Bigler, C., Levite, D., van der Meer, M., Kaufmann, A. & Weibel, F. P. (2009). Rotwein unter Hochspannung: Mehrjährige Qualitäts-Untersuchung mit Gas-Discharge-Visualisation (GDV). In: Mayer, J. *et al.* (2009). [Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich](#), 11.-13. Februar 2009, Band 2, 440-443, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Birkhofer, K., Bezemer, T. M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D., Ekelund, F., Fließbach, A., Gunst, L., Hedlund, K., Mäder, P., Mikola, J., Robin, C., Setälä, H., Tatin-Froux, F., Van der Putten, W. H. & Scheu, S. (2008) . Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology & Biochemistry*, 40(09), 2297-2308.
- Bloksma, J. 2002: Was ich von Läusen gelernt habe. Vortrag auf biodynamischen Obstbautagung 1.12.2002 in Dornach.
- Bockemühl J. (2003). Ein Leitfaden zur Heilpflanzenkenntnis: *Verlag am Goetheanum, Dornach*.
- Böhme, G. (1995). Atmosphäre: Essays zur neuen Ästhetik. *Suhrkamp Verlag*.
- Böhme, G. (2002). Die Natur vor uns. Naturphilosophie in pragmatischer Hinsicht. *Die graue Edition Kusterdingen*.
- Böhme, G. (2003). Leibsein als Aufgabe. Leibphilosophie in pragmatischer Hinsicht: *Die Graue Edition, Kusterdingen*.
- Böhme, G. (2014). Neuzeitliche Naturwissenschaft: Ihre Grenzen und alternative Wissenschaften von Natur. In: Geier *et al.* (2014.) : Biologisch-Dynamisch – 90 Jahre Impulse für eine Landwirtschaft der Zukunft. *Schriftenreihe des Forschungsrings e. V. Band 26, Verlag Lebendige Erde, Darmstadt*.
- Bortoft, H. (1995). Goethes naturwissenschaftliche Methode. *Freies Geistesleben, Stuttgart*.
- Burkitt, L. L., Small, D. R., McDonald, J. W., Wales, W. J. & Jenkin, M. L. (2007). Comparing irrigated biodynamic and conventionally managed dairy farms. 1. Soil and pasture properties. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(05), 479-488.
- Carpenter-Boggs, L., Kennedy, A. C., Reganold, J.P. (2000). Organic and Biodynamic Management Effects on Soil Biology; *Soil Sci. Soc Am. J.*, .64, 1651-1659.
- Chalker-Scott, L. (2013). The Science behind Biodynamic Preparations: A Literature Review. *HortTechnology*, 23(06), 814-819.
- Damery, P. (2011). The Enclosed Garden - Underlying Principles of Jungian Analysis and Biodynamic Agriculture. *Jung Journal: Culture & Psyche*, 5(02), 103-116.
- Darnhofer, I., Milestad, R. (2003). Fördert der ökologische Landbau die Resilienz landwirtschaftlicher Betriebe? *Ländlicher Raum* 4/2003.
- Demeter (2014). Erzeugung und Verarbeitung. Richtlinien für die Zertifizierung „Demeter“ und „Biodynamisch“ [http://www.demeter.de/sites/default/files/richtlinien/ERZ\\_VERARBEITUNG\\_2015\\_gesamt.pdf](http://www.demeter.de/sites/default/files/richtlinien/ERZ_VERARBEITUNG_2015_gesamt.pdf)
- Demeter international (2014). Production standards. [http://www.demeter.net/sites/default/files/DI\\_production%20stds%20Demeter%20Biodynamic%202014-d.pdf](http://www.demeter.net/sites/default/files/DI_production%20stds%20Demeter%20Biodynamic%202014-d.pdf)
- Demeter International (2015). Mündliche Mitteilung, Januar 2015, Darmstadt.
- Demeter, (2015a). Mündliche Auskunft Demeter e. V. am 30.8.2015, Darmstadt.
- Demeter, (2015b). Leitbild. Demeter e.V., Darmstadt [http://www.demeter.de/sites/default/files/kontrollboegen\\_formulare/Leitbild\\_Demeter%20April2010.pdf](http://www.demeter.de/sites/default/files/kontrollboegen_formulare/Leitbild_Demeter%20April2010.pdf)

- D'Evoli, L., Tarozzi, A., Hrelia, P., Lucarini, M., Cocchiola, M., Gabrielli, P., Franco, F., Morroni, F., Cantelli-Forti, G. & Lombardi-Boccia, G. (2010). Influence of Cultivation System on Bioactive Molecules Synthesis in Strawberries: Spin-off on Antioxidant and Antiproliferative Activity. *Journal of Food Science* 75(01), C94–C99.
- Doesburg, P., Huber, M., Andersen, J.-O., Athmann, M., Van der Bie, G., Fritz, J., Geier, U. Hoekman, J., Kahl, J., Mergardt, G. & Busscher, N. (2015). Standardization and performance of a visual Gestalt evaluation of biocrystallization patterns reflecting ripening and decomposition processes in food samples. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31(02), 128–145.
- Döring, J. R., Kauer, R., Meissner, G., Stoll M., Löhnertz, O. & Frisch, M. (2013). Wüchsigkeit und physiologische Aktivität der Rebe in Abhängigkeit von verschiedenen weinbaulichen Bewirtschaftungssystemen. In: Neuhoff, D. *et al.* (2013) . Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Rheinische Fridrichs-Wilhelms-Universität Bonn, 5.-8. März 2013, 334-337, *Verlag Dr. Köster, Berlin*
- Döring, J., Meißner, G., Stoll, M. & Kauer, R. (2015). Ökologischer und biodynamischer Wein in der Forschung - Langzeitversuche INDIODYN. In: Häring, A. M. *et al.* (2015). Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen 17.-20. März 2015, 262-265, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Ehrlich, M. (2003). Muttergebundene Kälberaufzucht in der ökologischen Milchviehhaltung. *Diplomarbeit. Universität Kassel*.
- Elers, B. & Schmidt, R. (2011). Biogasgülle, Boden und Lebensmittelqualität. Wirkung der Biogas-Reststoffsuspension auf Bodenfruchtbarkeit und Nahrungsqualität, *Lebendige Erde* 3/2011.
- Elsaidi, S. M. (1982). Das Nacherntverfahren von Gemüse, insbesondere Spinat (*Spinatia Oleratea* L.), unter besonderer Berücksichtigung der Nitratanreicherung in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen und von der Düngung. Dissertation, Universität Gießen.
- Engqvist, M 1977: Die Steigbildmethode. Ein Indikator für Lebensprozesse in der Pflanze. Vittorio Klostermann, Frankfurt am Main
- Fidelak, C., Reinecke, A., Merck, C., Klocke, C. & Spranger, J. (2007). Verminderter Einsatz von Antibiotika in der Therapie klinischer Mastitiden durch eine Erstbehandlung mit Homöopathie. In: Zikeli, S. *et al.* (2007). Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, 20.-23. März 2007, Band 2, 617-620, [Verlag Dr. Köster, Berlin](#).
- Fleck, M. (2015) Auskunft am 24.08.2015, *Kultursaat e. V.*
- Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L. & Mäder, P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 273–284.
- Friedmann, G. (2002). Die Pflege der Bienenköniginnen und Hofstaatbildung. Ein Vergleich zwischen Imkerei konventionell und der nach Demeter-Richtlinien. *Lebendige Erde* 4/2002.
- Fritz, J. (2009). Biologisch-dynamische Präparate – Wie werden sie hergestellt? Wie wirken sie? In: Baars, T., Kusche, D. & D. Werren (Hrsg.): Erforschung des Lebendigen - An den Grenzen herkömmlicher Wissenschaft. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt.
- Fritz, J. & Sikora, F. (2007). Korrelation zwischen Blattneubildung und synodischem Mondrhythmus bei *Fatshedera lizei*. In: Zikeli, S. *et al.* (2007). Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, 20.-23. März 2007, Band 1, 89-91, [Verlag Dr. Köster, Berlin](#).
- Fritz, J. (2013). Biologisch-dynamische Pflanzenbaugrundlagen – Methodik und Forschungen zur Leitidee des Organismus. *Verlage Lebendige Erde, Darmstadt*, S. 115.
- Fritz, J., Athmann, M., Kautz, T. & Köpke, U. (2011). Grouping and classification of wheat from organic and conventional production systems by combining three image forming methods. *Biol Agric Hort.*, 27,32.
- Fritz, J., Athmann, M., Meissner, G., Köpke, U. (2015). Untersuchungen von Wein aus Integriertem, Organischem und Biologisch- Dynamischem Anbau mit Bildschaffenden Methoden. In: Häring, A. M. *et al.* (2015) . Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen 17.-20. März 2015, 266-269, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Fritz, J., Meissner, G., Athmann, M. & Köpke, U. (2013) . Untersuchungen von Traubensaft aus den Jahren 2007- 2010 von unterschiedlichen Produktionssystemen mit drei Bildschaffenden Methoden. In: Neuhoff, D. *et al.* (2013). Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Rheinische Fridrichs-Wilhelms-Universität Bonn, 5.-8. März 2013, 358-361, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Fritz, J.,(2016). Mündliche Mitteilung von Januar 2016 über das Projekt Gestalt Evaluation (GESTE).
- Fuchs, N. (2010). Wie weiter mit der biologisch-dynamischen Forschung? *Verlag am Goetheanum, CH-Dornach*.
- Fuchs, N. (2014). Evolutive Agrarkultur. Landwirtschaft nach dem Bildprinzip des Menschen. Eine Skizze. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt.
- Garcia-Yzaguirre, A., Dominguis, V., Carreres, R. & Juan, M. (2011) . Short communication. Agronomic comparison between organic rice and biodynamic rice. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(01), 280-283. <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/1558/1412>

- Geier, U. & Meischner, T. (2011). Der kleine Unterschied. Die Qualität biologisch-dynamischer und biologisch erzeugter Produkte im Vergleich. *Lebendige Erde* 6/2011.
- Geier, U., Büssing, A., Kruse, P., Greiner, R. & Buchecker, K. (2016). Development and application of a test for food induced emotions. *PlosOne*. *Submitted*.
- Geier, U., Hermann, I., Mittag, K. & Buchecker, K. (2012). First steps in the development of a psychological test on the effects of food on mental well-being. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(14), 2753-2756.
- Gerber, A., 1999: Umweltgerechte Landwirtschaft in der landwirtschaftlichen Berufsausbildung. Situationsanalyse und Perspektivenentwicklung am Beispiel Baden-Württembergs, *Margraf Verlag Weikersheim*.
- Giannattasio, M., Vendramin, E., Fornasier, F., Alberghini, S., Zanardo, M., Stellin, F., Concheri, G., Stevanato, P., Ertani, A., Nardi, S., Rizzi, V., Piffanelli, P., Spaccini, R., Mazzei, P., Piccolo, A. & Squartini, A. (2013) . Microbiological features and bioactivity of a fermented manure product (preparation 500) used in biodynamic agriculture. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23(05), 644-651.
- Granato, D., Margraf, T., Brotzakis, I., Capuano, E. & Van Ruth, S. M. (2015). Characterization of Conventional, Biodynamic, and Organic Purple Grape Juices by Chemical Markers, Antioxidant Capacity, and Instrumental Taste Profile. *Journal of Food Science* 80, (01), C55-C65.
- Grauer, C. (2007). Am Anfang war die Unterscheidung. Der ontologische Monismus: Eine Theorie des Bewusstseins im Anschluss an Kant, Steiner, Husserl und Luhmann. *Info3 Verlag, Frankfurt*.
- Hartkemeyer, T., Guttenhöfer, P., Schulze, M. (Hrsg.) (2014). Das pflügende Klassenzimmer: Handlungspädagogik und Gemeinschaftsgetragene Landwirtschaft. DBU-Umweltkommunikation Bd5, oekom Verlag, München
- [Haßold-Piezunka, N. Eignung des Chroma-Boden-Tests zur Bestimmung von Kompostqualität und Rottegrad. Dissertation Universität Oldenburg 2003](#)
- Heger, T. J., Straub, F. & Mitchell E. A. D. (2012). Impact of farming practices on soil diatoms and testate amoebae: A pilot study in the DOK-trial at Therwil, Switzerland. *European Journal of Soil Biology*, 49, 31-36.
- Heimler, D., Isolani, L., Vignolini, P. & Romani, A. (2009). Polyphenol content and antiradical activity of Cichorium intybus L. from biodynamic and conventional farming. *Food Chemistry*, 114(03), 765-770.
- Heimler, D., Vignolini, P., Arfaioli, P., Isolani, L. & Romani, A. (2011). Conventional, organic and biodynamic farming: differences in polyphenol content and antioxidant activity of Batavia lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(03), 551-556.
- Heinze, H. (1983). Mensch und Erde. Philosophisch-Anthroposophischer Verlag am Goetheanum,
- Heitkamp, F., Raupp, J. & Ludwig B. (2011). Soil organic matter pools and crop yields as affected by the rate of farmyard manure and use of biodynamic preparations in a sandy soil. *Organic Agriculture*, 1(02), 111-124.
- Hiß, C. (2015). „Richtig rechnen“ - Durch die Reform der Finanzbuchhaltung zur ökologisch-ökonomischen Wende - . Oekom-verlag, München. Hubenthal, C. (2012). Die neue Nachhaltigkeit heißt Resilienz. Oekom Verlag,
- Huber, M., Andersen, J.- O., Kahl, J. Busscher, N., Doesburg, P., Mergardt, G., Kretschmer, S., Zalecka, A., Meelursarn, A., Ploeger, A., Nierop, D., Van de Vijver, L. & Baars, E. (2010). Standardization and Validation of the Visual Evaluation of Biocrystallizations. *Biological Agriculture and Horticulture*, 27, 25–40.
- Hülsbergen, K. J. & Rahmann, G. (Hg) (2013). Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme. Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. *Thünen Rep 8, Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen Institut*, 412 p.
- Ivemeyer, S. & Walkenhorst, M. (2011). Tierhaltung. Praxiserhebung zur Mineralstofffütterung in der biologisch-dynamischen Milchviehhaltung. In: Leithold, G. *et al.* (2011): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011, Band 2, 88-91, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Jaenichen, A. & van Elsen, T. (2011). Soziale Landwirtschaft in deutschen Camphill-Dorfgemeinschaften und deren Ansätze zur Natur- und Landschaftsentwicklung. In: Leithold, G. *et al.* (2011): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011, Band 2, 364-367, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Jantsch, P. & Schüler, C. (1995): Braucht der Ökolandbau eine eigene Getreidezüchtung? *Bioland* 1/95, 13-15.
- Jayasree, P. & George, A. (2006). Do biodynamic practices influence yield, quality, and economics of cultivation of chilli (*Capsicum annuum* L.)? *Journal of Tropical Agriculture*, 44(1-2), 68-70.
- Joergensen, R. G., Mäder, P. & Fließbach, A. (2010). Long-term effects of organic farming on fungal and bacterial residues in relation to microbial energy metabolism. *Biology & Fertility of Soils*, 46(03), 303-307.
- Kahl, B. J. (2006). Entwicklung, in-house Validierung und Anwendung des ganzheitlichen Verfahrens Biokristallisation für die Unterscheidung von Weizen-, Möhren- und Apfelproben aus unterschiedlichem Anbau und Verarbeitungsschritten. Habilitationsschrift für das Fach „Ökologische Lebensmittelqualität“, Universität Kassel.

- Kahl, J., Busscher, N., Mergardt, G., Andersen, J.-O., Doesburg, P., Arlai, A. & Ploeger, A. (2015). Standardization and Performance Test of Crystallization with Additives Applied to Wheat Samples. *Food Analytical Methods*, Springer.
- Kalisch, M. & van Elsen, T. (2011). Innovative Fallbeispiele sozialer Landwirtschaft in Deutschland. In: Leithold, G. *et al.* (2011): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011, Band 2, 360-363, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Koepf, H. H. & von Plato, B. (2001). Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise im 20. Jahrhundert. Die Entwicklungsgeschichte der biologisch-dynamischen Landwirtschaft von ihren Anfängen bis zum Ende des Jahrhunderts. Verlag am Goetheanum, Dornach.
- Kokornaczyk, M. O., Parpinello, G. P., Versari, A., Rombolà, A. D. & Betti, L. (2014). Qualitative discrimination between organic and biodynamic Sangiovese red wines for authenticity. *Analytical Methods* 6, 7484-7488.
- Kraiß, K., van Elsen T., 2008: Community Supported Agriculture (CSA) in Deutschland. Konzept, Verbreitung und Perspektiven von landwirtschaftlichen Wirtschaftsgemeinschaften. *Lebendige Erde* 58, 2/2008.
- Kusche, D. (2015). Untersuchungen zu Qualität und Verträglichkeit ökologischer Milch - Differenzierbarkeit biologisch-dynamischer und konventioneller Milchqualität auf Betriebsebene anhand analytischer Qualitätsparameter und unter Einbezug von Verträglichkeitstests. *Dissertation Universität Kassel, Witzenhausen*, 149 S.
- Kusche, D. and T. Baars (2011a): Differences in fatty acid and antioxidant profiles of milk from German biodynamic and conventional low- and high-input systems in summer and winter. In IFOAM Proceedings – Organic is life, ISOFAR, Vol. 2: 170-172
- Kusche, D. and T. Baars (2011b): The Potential of Organic Milk – Fatty Acid and Antioxidant Profiles of Biodynamic and Conventional Milk from Low-and high Input systems in Summer and Winter. In Book of Abstracts, First International Conference on Organic Food Quality and Health Research, Institute of Chemical Technology, Prag, 155.
- Kusche, D., K. Kuhnt, K. Ruebesam, C. Rohrer, A. FM Nierop, G. Jahreis and T. Baars (2015): Fatty acid profiles and antioxidants of organic and conventional milk from low- and high-input systems during outdoor period. *J. Sci. Food Agr.* 95(3): 529-539, first published 23.07.2014,
- Kusche, D., K. Rübesam and T. Baars (2010): Fatty acids and antioxidant profiles in summer milk from different biodynamic and conventional systems in Southern Germany. In: Grassland in a changing world - Grassland Science in Europe, Vol. 15: 604-606
- Laghi, L., Versari, A., Marcolini, E. & Parpinello, G. P. (2014). Metabonomic Investigation by 1H-NMR to Discriminate between Red Wines from Organic and Biodynamic Grapes. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 52-59.
- Lammerts van Bueren, E.T. & Struik P.C. (2005). Integrity and rights of plants: ethical notions in organic plant breeding and propagation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 18, 479-493.
- Langenkämper, G., Zörb, C., Seifert, M., Mäder, P., Fretzdorff, B. & Betsche, T. (2006). Nutritional quality of organic and conventional wheat. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 80, 150-154.
- Leiber, F. (2009). Biologisch-Dynamisch: Andere Philosophie? Andere Praxis? Andere Forschung? In: Baars, T. *et al.* (2009): Erforschung des Lebendigen. An den Grenzen herkömmlicher Wissenschaft. Dokumentation der Ringvorlesung „Forschung am Lebendigen. Wissenschaftsphilosophische Hintergründe, wissenschaftliche Ergebnisse und Forschungsansätze der Biologisch-Dynamischen Landwirtschaft“ *Universität Kassel/Witzenhausen WS 2007/2008*.
- Leiber, F., Fuchs, N. & Spieß, H. (2006). Biodynamic agriculture today. In: Kristiansen, P. *et al.* (2006). Organic agriculture: a global perspective, 141-149.
- Lucarini, M., D'Evoli, L., Tufi, S., Gabrielli, P., Paoletti, S., Di Ferdinando, S. & Lombardi-Boccia, G. (2012). Influence of growing system on nitrate accumulation in two varieties of lettuce and red radicchio of Treviso. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(14), 2796–2799.
- Luley, H., Kröger, M. & Rieken, H. (2015). Beratung ökologisch wirtschaftender Erzeuger in Deutschland. *Schriftenreihe Kommunikation und Beratung No. 117. Margraf Publishers, Weikersheim*.
- Maciel L. F., da Silva Oliveira, C., da Silva Bispo, E. & da Spínola Miranda, M. (2011). Antioxidant activity, total phenolic compounds and flavonoids of mangoes coming from biodynamic, organic and conventional cultivations in three maturation stages. *British Food Journal*, 113(09), 1103 -1113.
- Mäder, P. Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. & Niggli, U. (2002). Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*, 296 (5573), 1694-1697.
- McCullough, M., Qenani, E., & MacDougall, N. (2012). Biodynamic Practices, Eco-label Wines and Millennial Consumers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A2, 1364-1372.
- Meissner, G. (2015). Untersuchungen zu verschiedenen Bewirtschaftungssystemen im Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise und des Einsatzes der biologisch-dynamischen Präparate. *PhD Thesis, University Geisenheim, Geisenheim*, 271 pp.
- Meissner, G., Döring, J., Kauer, R., Stoll, M. & Schultz, H. R. (2013). Untersuchungen zu verschiedenen Bewirtschaftungssystemen im Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise und des Präparateinsatzes – Ergebnisse aus der Umstellungsphase 2006-2009. In: Neuhoﬀ, D. *et al.*

- (2013). Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Rheinische Friedrichs-Wilhelms-Universität Bonn, 5.-8. März 2013, 354-357, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Metz, C., Haugstätter, M. & Spengler-Neff, A. (2012). Kuhfamilienzucht. Zum Hof passende Tiere züchten. *Lebendige Erde*, 4/2012.
- Mittelstraß, J. (1989). Der Flug der Eule. Von der Vernunft der Wissenschaft und der Aufgabe der Philosophie: *Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main*.
- Parpinello, G. P., Rombolà, A. D., Simonic, M. & Versaria, A. (2015). Chemical and sensory characterisation of Sangiovese red wines: Comparison between biodynamic and organic management. *Food Chemistry*, 167, 145-152.
- Paull, J. (2011a). Attending the First Organic Agriculture Course: Rudolf Steiner's Agriculture Course at Koberwitz, 1924. *European Journal of Social Sciences*, 21(01), 64-70.
- Paull, J. (2011b). Biodynamic agriculture: the journey from Koberwitz to the world, 1924-1938. *Journal of Organic*
- Paull, J. (2011c). The Secrets of Koberwitz: The Diffusion of Rudolf Steiner's Agriculture Course and the Founding of Biodynamic Agriculture. *Journal of Social Research & Policy*, 2(01), 19-29.
- Paull, J. (2014). Ernesto Genoni: Australia's pioneer of biodynamic agriculture. *Journal of Organics*, 1(01), 57-81.
- Pechrova, M. & Vlašicová E. (2013). Technical Efficiency of Organic and Biodynamic Farms in the Czech Republic. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 5(04), 143.152.
- Pechrová, M. (2014). Determinants of the Farmers' Conversion to Organic and Biodynamic Agriculture. *Agris On-Line Papers in Economics & Informatics*, 6(04). 113-120.
- Pfeiffer, E. Chromatography applied to Quality Testing. *Bio-Dynamic Literature*, Wyoming, Rhode Island 02898, 1984.
- Plahuta, P. & Raspor, P. (2007): Comparison of hazards: Current vs. GMO wine. *Food Control* 18, 492-502.
- Poser, H. (2012). Wissenschaftstheorie: Eine philosophische Einführung. *Reclam, Stuttgart*, p. 312ff.
- Pötzsch, J., Hörning, B. & Hoffmann H. (2015). Erhebung zur wesensgemäßen Haltung von Schweinen auf Demeter- Betrieben. In: Häring, A. M. et al. (2015). Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen 17.-20. März 2015, 364-367, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Radha, T. K. & Rao, D. L. N. et al. (2014). Plant Growth Promoting Bacteria from Cow Dung Based Biodynamic Preparations. *Indian Journal of Microbiology*, 54(04), 413-418.
- Rangel, L. M., Jaeger, C., Fonseca, R., Soared, A. & de Jesus, E. O. (2011). Nutritional value of organic acid lime juice (*Citrus latifolia* T.), cv. Tahiti. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(04), 918-922.
- Raupp, J. & Oltmanns, M. (2006). Soil properties, crop yield and quality with farmyard manure with and without biodynamic preparations and with inorganic fertilizer. *ISO FAR Scientific Series*, 1, 135-156.
- Reeve, J. R., Carpenter-Boggs, L., Reganold, J. P., York, A. L. & Brinton, W. F. (2010). Influence of biodynamic preparations on compost development and resultant compost extracts on wheat seedling growth. *Bioresource Technology*, 101(14), 5658-5666.
- Rehfus W. D. (2003). Handwörterbuch Philosophie. Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen, Oakville.
- Ross, C. F., Weller, K. M., Blue, R. B. & Reganold, J. P. (2009). Difference Testing of Merlot Produced from Biodynamically and Organically Grown Wine Grapes. *Journal of Wine Research*, 20(02), 85-94.
- Sattler, F. & v. Wistinghausen, E. (1989): Der landwirtschaftliche Betrieb – Biologisch-Dynamisch: *Eugen Ulmer, Stuttgart*.
- Scheller, E. & Raupp, J. (2005). Amino acid and soil organic matter content of topsoil in a long term trial with farmyard manure and mineral fertilizers. *Biological Agriculture & Horticulture*, 22 (04), 379-397.
- Scheller, E. (2013). Grundzüge einer Pflanzenernährung des ökologischen Landbaus. *Ein Fragment. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt*.
- Scheper, C., Raupp, J. & Baars, T. (2009). Mögliche Wirkungswege der biologisch-dynamischen Hornpräparate aus naturwissenschaftlicher Perspektive. In: Mayer, J. et al. (2009). [Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich](#), 11.-13. Februar 2009, Band 1, 123-126, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Schieren, J. (1998). Anschauende Urteilskraft. Methodische und philosophische Grundlagen von Goethes naturwissenschaftlichem Erkennen. *Parerga Verlag, Düsseldorf und Bonn*.
- Schmitz, H. (2003). Was ist Neue Phänomenologie?. Koch Verlag, Rostock.
- Schneider-Müller, S., (1991). Physiologische Veränderung bei Pflanzen während der Ausbildung der induzierten systemischen Resistenz. *Dissertation, Darmstadt*. 159 S.

- Sharma, S. K., Laddha, K. C., Sharma, R. K., Gupt, P. K., Chatt, L. K. & Pareek, P. (2012). Application of biodynamic preparations and organic manures for organic production of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *International Journal of Seed Spices*, 2(01), 7-11.
- Siegmeier, T., Hertkorn, M.-L., Mühlrath, D. & Möller, D., (2013). Struktur und Entwicklung der wissenschaftlichen Zeitschriftenliteratur zum Thema „ökologische Landwirtschaft“. In: Neuhoff, D. *et al.* (2013) . Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Rheinische Friedrichs-Wilhelms-Universität Bonn, 5.-8. März 2013, 780-783, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Simões-Wüst A. P., Rist L., Mueller, A., Huber, M., Steinhart, H. & Thijs C. (2011). Consumption of dairy products of biodynamic origin is correlated with increased contents of ruminic and trans-vaccenic acid in the breast milk of lactating women. *Org. Agr.* 1, 161-166.
- Spaccini, R., Mazzei, P., Squartini, A., Giannattasio, M. & Piccolo, A. (2012). Molecular properties of a fermented manure preparation used as field spray in biodynamic agriculture. *Environmental Science and Pollution Research* 19(9), 4214-4225.
- Spengler Neff, A. & Ivemeyer S. (2012). Rindviehzuchtgruppe des Vereins für biologisch-dynamische Landwirtschaft der Schweiz, 2012: Muttergebundene Kälberaufzucht in der Milchviehhaltung: *FIBL-Merkblatt 1575; ISBN 978-3-03736-207-5*.
- Spieß, H. (1978). Konventionelle und biologisch-dynamische Verfahren zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. *Dissertation. Gießen. Schriftenreihe Lebendige Erde, Darmstadt*.
- Spieß, H. (1994). Chronobiologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung lunarer Rhythmen im biologisch-dynamischen Pflanzenbau. *Schriftenreihe des Instituts für Biologisch-Dynamische Forschung, Band 3, 258 S., Verlag Lebendige Erde*.
- Spieß, H., Matthes, C., Horst, H. & Schaaf, H. (2011). Wirkung von Kali- und Gesteinmehldüngung in Abhängigkeit von *Digitalis purpurea*-Behandlungen auf Pflanzen und Boden bei langjährig bio-dynamischer Bewirtschaftung. In: Leithold, G. *et al.* (2011): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011, Band 1, 54-57, *Verlag Dr. Köster, Berlin*.
- Sradnick, A., Murugan, R., Oltmanns, M., Raupp, J. & Joergensen, R. G. (2013). Changes in functional diversity of the soil microbial community in a heterogeneous sandy soil after long-term fertilization with cattle manure and mineral fertilizer. *Applied Soil Ecology*, 63, 23-28.
- Steiner, R. (1886). Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung mit besonderer Berücksichtigung auf Schiller. *Verlag am Goetheanum, Dornach, 8. Aufl. 2003*.
- Steiner, R. (1920). Grenzen der Naturerkenntnis. Vorträge 1920. Verlag am Goetheanum Dornach, 5. Aufl. 1981.
- Steiner, R. (1925). Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. *Rudolf Steiner Verlag, Dornach, 1 Aufl.*
- Steiner, R. S. (2009). Spuren des Biolandbaus. Wie verschiedene Anbaumethoden in der Landschaft sichtbar werden. *oekom-Verlag, München, 142 S.*
- Strasser, F. & v. Coray, M. (2009). Klimaschutz mit pilzresistenten Rebsorten - Fallstudie eines langjährigen Bioweinbaubetriebes In: Mayer, J. *et al.* (2009). [Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich](#), 11.-13. Februar 2009, Band 1, 414-417, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Tassoni, A., Tango, N. & Ferri, M. (2013). Comparison of biogenic amine and polyphenol profiles of grape berries and wines obtained following conventional, organic and biodynamic agricultural and oenological practices. *Food Chemistry*, 139(1-4), 405-413.
- Thijs, C., Müller, A., Rist, L., Kummeling, I., Snijders, B. E. P., Huber, M., van Ree, R., Simoes-Wuest, A. P., Dagnelie, P. C. & van den Brandt P. A. (2011). Fatty acids in breast milk and development of atopic eczema and allergic sensitisation in infancy. *Allergy*, 66, 58-67.
- Timmermann, M. (2007). Phänomenologie der Natur: eine methodische Erweiterung der quantifizierenden Naturwissenschaften. In: Zikeli, S. *et al.* (2007). Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, 20.-23. März 2007, Band 2, 787-790, [Verlag Dr. Köster, Berlin](#).
- Trivedi, A., Sharma, S. K., Hussain, T., Sharma, S. K. & Gupta, P. K. (2013). Application of biodynamic preparation, bio control agent and botanicals for organic management of virus and leaf spots of blackgram (*Vigna mungo* L. Hepper). *Academia Journal of Agricultural Research*, 1(04), 60-64.
- Tung, L. D., Fernandez, P. G. (2007). Soybeans under organic, biodynamic and chemical production at the Mekong Delta, Vietnam. *Philippine Journal of Crop Science*, 32(02), 49-62.
- Turinek, M., Turinek, M., Grobelnik-Mlakar, S., Bavec, F. & Bavec, M. (2010). Ecological efficiency of production and the ecological footprint of organic agriculture. *Journal for Geography*, 5(02), 129-139.
- Valdez, R. E. & Fernandez, P. G. (2008). Productivity and seed quality of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars grown under synthetic, organic fertilizer and biodynamic farming practices. *Philippine Journal of Crop Science*, 33 01), 37-58.

- Verhoog, H. M. (2009). Werte der Biologisch-dynamischen (ökologischen) Landwirtschaft. In: Baars, T., *et al.* (2009). *Erforschung des Lebendigen. An den Grenzen herkömmlicher Wissenschaft. Dokumentation der Ringvorlesung „Forschung am Lebendigen. Wissenschaftsphilosophische Hintergründe, wissenschaftliche Ergebnisse und Forschungsansätze der Biologisch-Dynamischen Landwirtschaft“ Universität Kassel/Witzenhausen WS 2007/2008.*
- Verhoog, H. M., Matze, E., Lammerts van Bueren, E. & Baars, T. (2003). The role of the concept of the natural (naturalness) in organic farming. *Journal of Agricultural and environmental Ethics*, 16, 29-49.
- Villanueva-Rey, P., Vázquez-Rowe, I., Moreira, M. T. & Feijoo, G. (2014). Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. *Journal of Cleaner Production* 65, 330-341.
- Voitl, I., Guggenberger, E. *Der Chroma-Boden-Test.* [ISBN 3-7015-0036-3](#)
- Wegmann, I. (1925). *Grundlegendes für eine Erweiterung der Heilkunst nach geisteswissenschaftlichen Erkenntnissen. Dornach.*
- Yañez, L., Saavedra, J., Martínez, C., Córdova, A. & Ganga, M. A. (2012). Chemometric Analysis for the Detection of Biogenic Amines in Chilean Cabernet Sauvignon Wines: A Comparative Study between Organic and Nonorganic Production. *Journal of Food Science*, 77 (8), T143-T150.
- Zalecka, A., Kahl, J., Doesburg, P., Pyskow, B., Huber, M., Skjerbaek, K. & Ploeger, A. 2010. *Biological Agriculture & Horticulture*, 27 (1), 41-57.
- Zaller, J. (2007). Seed germination of the weed *Rumex obtusifolius* after on-farm conventional, biodynamic and vermicomposting of cattle manure. *Annals of Applied Biology*, 151, 245–249.
- Zaller, J. G. & Köpke, U. (2004): Effects of traditional and biodynamic farmyard manure amendment on yields, soil chemical, biochemical and biological properties in a long term field experiment, *Biol Fertil Soils*, 40, 222-229.
- Zürcher, E. (2003). *Holzforschung im Zeichen des Mondes, Lebendige Erde*, 6/2003.
- Zürcher, E. (2014). *Erforschung kosmischer Rhythmen und Phänomene in der Pflanzenwelt.* In: Hurter, U. (2014): *Agrikultur für die Zukunft – Biodynamische Landwirtschaft heute. Verlag am Goetheanum, Dornach/Schweiz*, 224-231.
- Zürcher, E., Cantiani, M. G., Sorbetti-Guerri, F. & Michael, F. (1998). Tree stem diameters fluctuate with tide. *Nature*, 392, 665-666.
- Zürcher, E., Schlaepfer, R., Conedera, M. & Giudici, F. (2010). Looking for differences in wood properties as a function of the felling date: lunar phase-correlated variations in the drying behavior of Norway Spruce (*Picea abies* Karst.) and Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Tree*, 24, 31-41.