

Wasser für Lebensmittel

Ausarbeitung im Rahmen eines Seminars der Professur
Ernährungsökologie an der Justus-Liebig-Universität Giessen

Daniela Mosig und Christina Böhlau

23.07.2004

Inhaltsangabe

Kapitel	Seite
1 EINFÜHRUNG	1
2 WASSER IN DER LANDWIRTSCHAFT	2
2.1 Wassereinsatz	2
2.1.1 Bewässerung und Technologien.....	2
2.1.2 Wasserbedarf für ausgewählte Kulturpflanzen	3
2.1.3 Wasserbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere	4
2.2 Grundwasserschonende Landnutzung	4
3 WASSER IN DER LEBENSMITTELINDUSTRIE	5
3.1 Lebensmitteltechnologie und Wassereinsatz am Beispiel Maisstärke	5
3.2 Reinigungsverfahren am Beispiel von Obst und Gemüse	5
3.3 Wasserschonende Abwasserwirtschaft	6
4 WASSER IM PRIVATEN HAUSHALT	6
4.1 Direkte Sparmöglichkeiten.....	7
4.2 Indirekter Einfluss: Lebensmittelkonsum	7
5 AUSBLICK.....	7
6 LITERATURVERZEICHNIS	8

1 Einführung

Auf jeder Stufe der Produktkette einzelner Lebensmittel spielt Wasser eine bedeutende Rolle. Es wird zur Bewässerung der Felder, zur Reinigung und Zubereitung von Lebensmitteln, während der industriellen Weiterverarbeitung und bei der anschließenden Reinigung und Desinfektion der Anlagen eingesetzt. Um einen möglichst wasserschonenden Einsatz zu gewährleisten, muss der Verbrauch und der Einsatz des Wassers auf den Ebenen der landwirtschaftlichen Produktion, der industriellen Verarbeitung und im Haushalt betrachtet werden.

Weltweit gesehen nimmt der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft (69 %) im Vergleich zur Industrie (23 %) einen hohen Stellenwert ein (Abb.1).

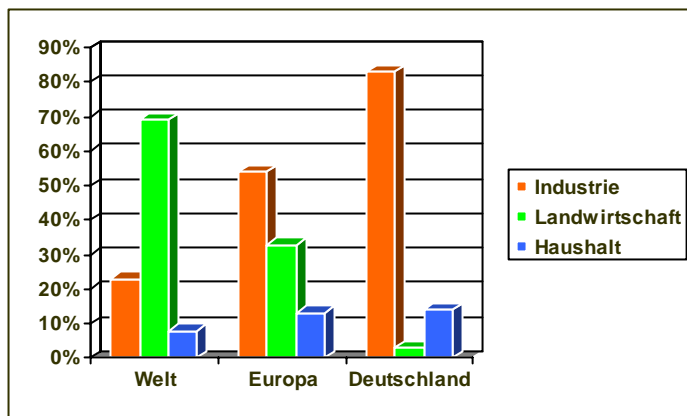


Abb.1: Wasserverbrauch im Vergleich (nach SDW 2004)

Dies begründet sich auf einer enormen Ausprägung des landwirtschaftlichen Sektors vor allem in den Entwicklungsländern und einer geringen industriellen Entwicklung. Auf Grund des schrumpfenden Landwirtschaftssektors und einer effektiveren Wassernutzung benötigt die Landwirtschaft in Deutschland nur 3 % des verbrauchten Wassers, die Industrie dagegen 83 %. Der Sektor der Industrie beinhaltet unter anderem den Verbrauch der Wärmekraftanlagen mit 58,9 %. Bei den privaten Haushalten ist der Unterschied im Wasserverbrauch zwischen den Ländern wesentlich geringer (SDW 2004).

Es wird zwischen Brauchwasser und Trinkwasser unterschieden. Brauchwasser hat keine Trinkwasserqualität. Es kann für industrielle oder landwirtschaftliche Zwecke eingesetzt werden, die keine Trinkwasserqualität vorschreiben. So kann gering verschmutztes Abwasser aus der Industrie in der Landwirtschaft zur Bewässerung eingesetzt werden (Kohlhammer 1987). Die Eigenschaften von Brauchwasser werden je nach Einsatzgebiet definiert. Für die landwirtschaftliche Bewässerung darf das Wasser keine boden- oder pflanzenschädigenden Substanzen enthalten (Kohlhammer 1987). Für den Einsatz zu Bewässerungszwecken muss Brauchwasser nicht chemisch gereinigt werden, sondern wird durch Rückführen in den

natürlichen Kreislauf in den verschiedenen Erdschichten gefiltert. Im Gegensatz dazu ist im §3 der Trinkwasserverordnung festgelegt, dass in der Lebensmittelindustrie nur Trinkwasser verwendet werden darf. Das gleiche gilt auch im privaten Haushalt für Reinigungszwecke und die Zubereitung von Lebensmitteln (DVGW 2004).

2 Wasser in der Landwirtschaft

Wasser und Landwirtschaft stehen auf zwei verschiedenen Ebenen im Zusammenhang. Zunächst wird Wasser in der Landwirtschaft eingesetzt. Außerdem bestehen durch die Bewirtschaftung des Bodens Einwirkungen auf die Grundwasserqualität.

Wassereinsatz

In der Landwirtschaft wird Wasser hauptsächlich für die Bewässerung verwendet. Laut statistischem Bundesamt betrug die bewässerte Fläche in Deutschland 2002 ca. 238000 Hektar. Dafür werden insgesamt rund 150 Mio m³ Bewässerungswasser benötigt, wobei 108 Mio m³ Wasser aus Grund- und Quellwasser bezogen werden. Für die Bewässerung von Landwirtschaftskulturen, d.h. Getreide, Futterpflanzen sowie Hülsen- und Ölfrüchte, werden 89 Mio m³ Wasser verbraucht. Um gärtnerische- und Dauerkulturen (Gemüse, Zierpflanzen, Sämereien, Obst- und Weinbau) zu bewässern, benötigt die Landwirtschaft 60 Mio m³ Bewässerungswasser (Statistisches Bundesamt 2003). Eine effektive Bewässerung ist stark von den verwendeten Bewässerungstechnologien abhängig. Neben der Verwendung zu Bewässerungszwecken wird Wasser in der Landwirtschaft auch zum Tränken landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzt.

2.1.1 Bewässerung und Technologien

Bewässerung wird definiert als „Zuführen von Wasser auf landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen zur Sicherung und Steigerung von Ertrag und Qualität“ (Muth 1991, S. 207). Mit der Bewässerung werden neben der Bodenfeuchte noch weitere Ziele verfolgt wie zum Beispiel Düngung, Schädlingsbekämpfung, Abwasserbehandlung und Frostschutz. Die Notwendigkeit und der Erfolg der Bewässerung einer landwirtschaftlich genutzten Fläche bedürfen einer ständigen Überprüfung. Dabei werden drei Aspekte geprüft: Bewässerungsbedürftigkeit, Bewässerungsfähigkeit und Bewässerungswürdigkeit. Die Bewässerungsbedürftigkeit und -fähigkeit, das heißt sowohl die physiologischen Bedürfnisse der Pflanzen als auch die klimatischen und bodenphysikalischen Bedingungen müssen gegeben sein. Die Bewässerungswürdigkeit bezeichnet die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung. Dabei wird geprüft, ob sich eine Ertragssteigerung mit den Kosten der

Bewässerung rechnet. In Studien wurde zum Beispiel eine Ertragssteigerung von 25-50 % bei Bewässerung von Getreide und eine Steigerung von 100-200 % bei Möhren, Weiß- und Rotkohl nachgewiesen (Muth 1991).

In der Landwirtschaft entwickelten sich zwei Gruppen von Bewässerungstechnologien: die Stau- und Rieselfverfahren sowie die Beregnungsverfahren. Bei den Stau- und Rieselfverfahren handelt es sich um die einfachste und kostengünstigste Form der Bewässerung. Eine großflächige Bewirtschaftung von Feldern ist jedoch nicht möglich und der Wasserbedarf ist sehr hoch. Den verschiedenen Stau- und Rieselfverfahren ist gemeinsam, dass keine Maschinen für die Bewässerung benötigt werden. Das Bewässerungswasser wird in Ackerfurchen entlang der Felder rückgestaut und von dort aus bei Bedarf in die Felder eingeleitet (Muth 1993).

In Mitteleuropa werden effektivere Verfahren angewendet, die sogenannten Beregnungsverfahren. Es erfolgt eine planmäßige und wassersparende Verteilung des Wassers. Allerdings ist hier die Anschaffung und der Betrieb erheblich teurer. Maschinen, die nur von geschultem Personal bedient werden können, müssen gekauft werden. Neben der Bodenfeuchtung sind dabei zusätzlich andere Maßnahmen, wie Düngung, Frostschutz und Abwasserregnung möglich. Die mobile Beregnungsmaschine ist für den beweglichen Einsatz weit verbreitet (Muth 1993). Darüber hinaus verwendet die Landwirtschaft vor allem im Obst- und Staudenbau Reihenregnerverfahren oder Mikrobewässerung. Hier erfolgt die Bewässerung direkt bei den einzelnen Pflanzen (Bramm 1993).

2.1.2 Wasserbedarf für ausgewählte Kulturpflanzen

Der Wasserbedarf von ausgewählten landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen ist abhängig von äußeren Gegebenheiten wie Niederschlag, Klima und Bodenstruktur. An humiden Standorten benötigen landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturpflanzen eine zusätzliche Bewässerung, um eine Ertragssicherung und eine Qualitätsverbesserung zu gewährleisten. Der durchschnittliche Zusatzwasserbedarf von Getreide beträgt pro Anbauperiode beispielsweise 0-90 mm (1mm=10 m³/ha). Rüben (60-160 mm), Kartoffeln (60-120 mm) und Tomaten (60-120 mm) benötigen, abhängig von der Bodenbeschaffenheit mindestens 60 mm an Zusatzwasser (Bramm 1993). Ebenso ist es möglich den Wasserverbrauch auf der Ebene des verkaufsfertigen Endproduktes zu betrachten. Für die Herstellung von einem kg Getreide werden 1500 L Wasser verbraucht (FAO 2004).

2.1.3 Wasserbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere

Der Wasserbedarf über Tränken der Nutztiere wird vom Wassergehalt der Futtermittel und der Aufnahme an Trockenmasse bestimmt. Der Wasserverbrauch von landwirtschaftlichen Nutztieren kann auf verschiedenen Ebenen betrachtet werden. Weidegras besitzt einen höheren Wassergehalt (850 g H₂O/kg) als beispielsweise Trockenschnitzel (100-130 g H₂O/kg). Die Wasseraufnahme verschiedener landwirtschaftlicher Nutztiere kann durch Anwendung von Faustzahlen abgeschätzt werden. Eine Kuh benötigt 4-5 L Wasser pro kg aufgenommener Trockenmasse (Pallauf 1993). Bezogen auf die verkaufsfertigen Produkte verbraucht, laut der FAO, die Produktion von einem kg Rindfleisch insgesamt 15000 L Wasser, von einem kg Lammfleisch 10000 L Wasser und von einem kg Geflügel 6000 L Wasser (FAO 2004).

Grundwasserschonende Landnutzung

Bei der Landnutzung wird zwischen konventionellem und ökologischem Landbau unterschieden. Beide Anbausysteme haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Grundwasserqualität und -neubildung. Besonders die Praktiken des konventionellen Landbaus (Massentierhaltung, intensive Landnutzung, Monokulturen...) belasten, überwiegend durch Nitratreinträge, das Grundwasser (Krug 1997).

Über geschlossene Betriebskreisläufe wird im ökologischen Landbau eine möglichst geringe Umweltbelastung erreicht (Lünzer 1985). Da der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und mineralischem Dünger verboten ist, kann er auch nicht zur Belastung des Grundwassers führen (Krug 1997). Unterstützt werden diese Argumente durch die Ergebnisse einer Vergleichsstudie. Als Parameter wurden Stickstoffbilanzen, der Nitrataustrag im Sickerwasser und Nitrat im Boden gemessen. Der ökologische Landbau hat in allen Bereichen gegenüber dem konventionellen besser abgeschnitten. Der Nitrataustrag konnte um 55 % reduziert werden (Haas et al. 1998).

Zusätzlich hat der ökologisch bewirtschaftete Boden eine um das dreifache höhere Wasserspeicherkapazität als der konventionell bewirtschaftete (konventionell: 50 L/m³, biologisch 150 L/m³) (Krug 1997, S. 162). Daran ist die natürliche Auflockerung des Bodens durch Bodentiere beteiligt. Durch das Unterlassen von Mineralstoffdüngung und ausschließlichen Auftrag von Mist sind die Lebensbedingungen für Regenwürmer auf Grünland optimal. Auf einem m² können bis zu 100 Regenwürmer leben (Fragstein 1985).

Eine Umstellung in ökologischen Landbau kann der Grundwasserbelastung folglich entgegenwirken und als grundwasserschonend bezeichnet werden (Haas et al. 1998).

3 Wasser in der Lebensmittelindustrie

Das Ernährungsgewerbe verbraucht mit 1,3 % der Wasserabgabe an die gesamte Industrie relativ gesehen nur einen kleinen Teil. Absolut handelt es sich um eine Menge von 429 Mio. L Wasser (Statistisches Bundesamt 2001).

Aufgrund verschiedener Verarbeitungsmethoden einzelner Lebensmittel ist der Wassereinsatz sehr produktspezifisch. Er soll deswegen anhand von Beispielen betrachtet werden. Da der Wasserverbrauch meist mit „Waschen“ in Verbindung gebracht wird, sollen Reinigungsverfahren von Obst und Gemüse vorgestellt werden. Ein Abwasserproblem besteht bei der Reinigung von Anlagen aufgrund der eingesetzten Reinigungsmittel. Alternative Lösungsvorschläge der Abwasserwirtschaft in der Lebensmittelindustrie werden deswegen getrennt behandelt.

Lebensmitteltechnologie und Wassereinsatz am Beispiel Maisstärke

Die Maisstärkegewinnung soll eine beispielhafte Mehrfachnutzung von Wasser in der Lebensmitteltechnologie aufzeigen. Im gesamten Prozess, der auf dem Prinzip der Nassvermahlung beruht, wird nur einmal Frischwasser zugeführt. Bei der Verarbeitung fällt Wasser mit unterschiedlichem Gehalt an löslicher Trockensubstanz an. Dieser Effekt wird für die effiziente Mehrfachnutzung ausgenutzt. Prozesswasser hat nur einen Gehalt von bis zu 3 % Trockensubstanz, schweres Quellwasser, das am Ende das System verlässt hat einen Gehalt von 50 % Trockensubstanz. Insgesamt liegt der Wasserverbrauch pro Tonne Reinmais zwischen 1400 und 1700 L (Stolp 1996).

Reinigungsverfahren am Beispiel von Obst und Gemüse

Es wird zwischen trockenen und nassen Reinigungsverfahren unterschieden. Bei den nassen werden Waschbäder und Trommelwäscher eingesetzt. Waschbäder funktionieren nach dem Überlaufprinzip. Trommelwäscher nutzen zusätzlich Druck aus. Das Wasser wird über Düsen auf das Gut gespritzt und geht anschließend verloren. Der Verbrauch ist deswegen höher. Durch eine optimale Kombination der Verfahren und auf das Gut eingestellte Parameter (Druck, Zeit und Bewegung) kann der kleinstmögliche Wasserverbrauch erreicht werden. Der Reinigungsprozess wird auch vom Zustand der Güter nach der Ernte bestimmt. Er ist von der Witterung und von der Erntetechnik abhängig. Viele Erdrückstände und ein hoher Blattanteil mindern die Qualität des Abwassers und erhöhen den Verbrauch (List 1996).

Wasserschonende Abwasserwirtschaft

Das Einsparen von Abwasser ist nicht nur vom ökologischen, sondern wegen der Abwasserkosten auch vom ökonomischen Standpunkt aus wünschenswert. Die Qualität wird anhand des CSB (chemischer Sauerstoffbedarf) bewertet. Je weniger Rückstände und Verunreinigungen im Wasser enthalten sind, desto niedriger ist er. Wird über den gesamten Produktionsprozess hinweg schon auf möglichst gute Abwasserqualität geachtet, kann diese bis zum Ende optimiert werden (Wildbrett 1996).

Abwasser fällt in der Industrie während der Verarbeitung, aber auch bei jedem Reinigungsprozess an. Ablagerungen können sich darin lösen und abtransportiert werden. Für thermische und kinetische Energie dient es als Träger. Als Reinigungsmittel werden wegen fehlender Alternativen überwiegend Salpeter- und Phosphorsäure eingesetzt. Organische Säuren sind zu schwach und zu teuer, bei anderen Mineralsäuren besteht die Gefahr Edelstahl anzugreifen. Seit einiger Zeit werden verstärkt Enzyme zur biologischen Wasseraufbereitung genutzt. Auch der Einsatz von Membrantrennverfahren hat sich in der Aufbereitung als sinnvoll erwiesen. Laugen zur Reinigung von Anlagen sind so über Monate regenerierbar. Der CSB kann je nach Schmutzart um 30-90 % gesenkt werden. Mit der sofortigen Reinigung nach Gebrauch der Anlagen kann der Einsatz von Reinigungsmitteln reduziert werden. Stark verschmutztes Wasser sollte nicht mit Abwasser besserer Qualität vermischt werden. Fallen verstärkt Produktreste an, können diese direkt abgefangen werden und zum Beispiel zur Biogasgewinnung verwertet werden. Feste organische Verschmutzungen können dem Abwasser entzogen werden. (Wildbrett 1996).

Die Einrichtung von firmeneigenen Kläranlagen erscheint bei stark verschmutztem Abwasser als sinnvoll. In Italien sind zum Beispiel Tomatenfabriken gesetzlich dazu verpflichtet (Eyring 1996).

Eventuell würde die Aufnahme des Wasserverbrauchs als Kriterium in Ökobilanzen oder Produktlinienanalysen neue Anreize zum Wassersparen bringen.

4 Wasser im privaten Haushalt

Genau wie in der industriellen Verarbeitung wird Wasser auch im privaten Haushalt zur Zubereitung, Verarbeitung und Reinigung eingesetzt. Zwar ist der Wassereinsatz für Lebensmittel, anteilmäßig am Gesamtverbrauch des privaten Haushalts mit 13 von 127 L gering (ASEW 2001), aufgrund der Verbrauchernähe und der direkten Einsparmöglichkeit soll er dennoch aufgenommen werden.

Direkte Sparmöglichkeiten

Werden in vielen Bereichen kleine Wassermengen eingespart, bildet sich in der Summe ein erhebliches Sparpotential. Tropft ein Wasserhahn zum Beispiel alle zwei Minuten, verbraucht er im Jahr 8000 L (ASEW 2001). Das soll die Verbraucher ermutigen durch einfache Maßnahmen jeden Tag Wasser zu sparen. Beim Kauf von Haushaltsgeräten sind neben dem Energieverbrauch auch der Wasserverbrauch sowie eine möglichst wasserschonende und -sparende Reinigungsmöglichkeit von Bedeutung. Durch Mehrfachnutzung kann der Trinkwasserverbrauch gesenkt werden. Zum Beispiel kann Kochwasser für Soßen und Suppen verwendet werden. Wasser, das zum Putzen von Gemüse benutzt wird, kann zum Blumen gießen oder zum Geschirr vorspülen abgefangen werden.

Jedem Haushaltsmitglied sollten die Bedeutung und der Wert von Trinkwasser bewusst sein. So werden diese Maßnahmen verständlich und es kommt zu einem möglichst sparsamen Verbrauch.

Indirekter Einfluss: Lebensmittelkonsum

Durch seine täglichen Kaufentscheidungen kann der Konsument aktiv in den Lebensmittelmarkt eingreifen. Der Kauf von Bio-Produkten aus kontrolliert ökologischem Landbau fördert dabei eine wasserschonende Lebensmittelherzeugung. Auch die Auswahl von regional und saisonal produzierten Lebensmitteln ist zu empfehlen. Es bedeutet eine Reduktion von Transporten und durch den saisonal angepassten Anbau eine Optimierung des Wasserbedarfs in der Bewässerung (Koerber et al. 1999). Darüber hinaus wird bei der Produktion pflanzlicher Lebensmittel weniger Wasser verbraucht als bei der Produktion von Fleisch und Fleischprodukten. So kann der Konsument mit einem Verzicht auf übermäßigen Fleischkonsum enorme Mengen an Wasser sparen (FAO 2004).

Für den Kauf der „richtigen“ Produkte sollte sich der Verbraucher an Gütesiegeln orientieren, die für wasserschonende Produktion, biologischen und regionalen Anbau stehen.

5 Ausblick

Soll „Wasser für Lebensmittel“ auch in Zukunft eine gute Qualität aufweisen, ohne hohe Kosten für die Aufbereitung zu zahlen, müssen Landwirtschaft, Industrie und die Verbraucher sich für dieses Ziel gemeinsam einsetzen. Die Betrachtung des gesamten Produktlebenszyklus ist von großer Bedeutung, wenn eine lückenlose wassersparende und wasserschonende Erzeugung erreicht werden soll. Dabei ist es wichtig, dass alle Beteiligten ausreichend informiert sind und ein Bewusstsein für Wasser aufweisen.

6 Literaturverzeichnis

- ASEW (Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung im VKU): Wertvolles Wasser: Warum umweltfreundliche Trinkwasser mit Bedacht nützen und auch das Grundwasser schützen. 2001
- Bramm A: Beregnung. In: Hydro Agri Dülmen GmbH: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag GmbH, Bochum, 12. Auflage, S. 520-530, 1993
- DVGW (Deutscher Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.): Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001.
www.dvgw.de/wasser/rechtsvorschriften/trinkwasserverordnung/index.html (06.05.04)
- Eyring G: Tomatenerzeugnisse. In: Heiss R (Hrsg.): Lebensmitteltechnologie: biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung. Springer, Berlin, 5. Auflage, 199-202, 1996
- FAO (Food and Agriculture Organisation): The use of water in agriculture.
<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/agricfoodwater.pdf> (06.05.04)
- Fragstein von P: Ökologische Zusammenhänge – Die Ökologie als Grundlage der Agrarproduktion. In: Vogtmann H (Hrsg.): ökologischer Landbau Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag, Stuttgart und Eden Stiftung, Bad Soden, 13-30, 1985
- Haas G, Berg M, Köpke U: Grundwasserschonende Landnutzung. Institut für organischen Landbau Schriftenreihe 10, Dr. Köster, Berlin, 1998
- Heiss R (Hrsg.): Lebensmitteltechnologie: biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung. Springer, Berlin, 5. Auflage 1996
- Hydro Agri Dülmen GmbH: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag GmbH, Bochum, 12. Auflage
- Koerber von KW, Männle T, Leitzmann C: Vollwert-Ernährung Grundlagen einer vernünftigen Ernährungsweise. Karl F. Haug Verlag, Heidelberg, 9. Auflage, 1999
- Kohlhammer W: Was sie schon immer über Wasser und Umwelt wissen wollten. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2. Auflage, 1987
- Krug A: Zukunftsfähiger Gewässerschutz durch ökologischen Landbau. In: Weiger H, Willer H (Hrsg.): Naturschutz durch ökologischen Landbau. Deukalion Verlag, Holm, 153-163, 1997
- List D: Generelle Verarbeitungsverfahren für Obst und Gemüse. In: Heiss R (Hrsg.): Lebensmitteltechnologie: biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung. Springer, Berlin, 5. Auflage, 183-198, 1996
- Lünzer I: Grundzüge des ökologischen/biologischen Landbaus. In: Vogtmann H (Hrsg.): ökologischer Landbau Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag, Stuttgart und Eden Stiftung, Bad Soden, 142-145, 1985
- Muth W: Wasserbau. Werner-Verlag, Düsseldorf, 2. Auflage, 1991
- Pallauf J: Tierernährung. In: Hydro Agri Dülmen GmbH: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag GmbH, Bochum, 12. Auflage, S.201-228, 1993
- SDW (Schutzgemeinschaft deutscher Wald e.V.): Wasser- und Trinkwasserversorgung in Deutschland. www.sdw.de/backgr/wasser.htm#wasser (10.05.04)

- SDW (Schutzgemeinschaft deutscher Wald e.V.): Wasserdargebot und internationale Lage der Wasserversorgung. www.sdw.de/backgr/wasser.htm#global (10.05.04)
- Statistisches Bundesamt: Wasserversorgung in der Landwirtschaft 2002. Bonn, 2003
- Statistisches Bundesamt: Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Industrie. Fachserie 19, Reihe 2.2, 2001
- Stolp KD: Maisstärke. In: Heiss R (Hrsg.): Lebensmitteltechnologie: biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung. Springer, Berlin, 5. Auflage, 131-138, 1996
- Vogtmann H (Hrsg.): ökologischer Landbau Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verlag, Stuttgart und Eden Stiftung, Bad Soden, 1985
- Weiger H, Willer H (Hrsg.): Naturschutz durch ökologischen Landbau. Deukalion Verlag, Holm, 1997
- Wildbrett G: Reinigen und Desinfizieren von Anlagen. In: Heiss R (Hrsg.): Lebensmitteltechnologie: biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung. Springer, Berlin, 5. Auflage, 380-390, 1996