



# **Ergebnisse Einfluss der Kontamination von Bewässerungswasser auf die Qualität insbesondere von Gemüse**

**Dr. Ingrid Pfleger**

Jena, März 2007

## **I. Zusammenfassung**

In den Jahren 1997 bis 2005 wurden in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena Untersuchungen zur Wasser- und Ernteproduktqualität an beregneten Kulturen im Freiland und in Modellexperimenten mit unterschiedlich keimbelastetem Wasser durchgeführt. Der Einsatz von Beregnungswasser aus hoch belasteten Fließgewässern führte zu keinem wesentlich größeren Keimbesatz auf den Ernteprodukten gegenüber den unberegneten Pflanzen. Erst in den Modellexperimenten mit Keimbrühen sehr hoher Besatzdichten von *Escherichia coli* ( $10^9$  bis  $10^{11}$  KBE/ml) wurden erhöhte Keimzahlen an *E. coli* bei einer Karenzzeit von 2 Tagen nachgewiesen. Sie reduzierten sich mit zunehmender Karenzzeit wesentlich und entsprachen nach 14 Tagen Besatzdichten der unberegneten Variante.

## **II. Einleitung**

Eine markt- und umweltgerechte Produktion von Gemüse und Obst, Heil- und Gewürzpflanzen, Sonderkulturen und Kartoffeln erfordert in den niederschlagsarmen Gebieten Thüringens eine pflanzenbedarfsgerechte Bewässerung sowie nach dem Leitfaden QS-GAP (2006) die Einhaltung der Wasserqualität nach mikrobiologischen Leitwerten. Nach der DIN 19650 Bewässerung (1999) ist auch eine Gefährdung von Mensch und Tier durch das Bewässerungswasser direkt oder mit diesem in Kontakt gekommene Ernteprodukte auszuschließen. Eine Bewässerungsmaßnahme mit verschmutztem Wasser kann unter Umständen zu Kontaminationen der Pflanzen mit Mikroorganismen führen. Zur Einschätzung einer Gesundheitsgefährdung des Verbrauchers, insbesondere beim Rohverzehr von Gemüse und Obst sowie bei der Verwendung von Heil- und Gewürzpflanzen, erfolgten Analysen zur Qualität von Ernteprodukten und Beregnungswasser.

## **III. Untersuchungsmethodik**

Die Untersuchungen von Zusammenhängen zwischen der Wasser- und Ernteproduktqualität wurden von 1997 bis 2005 in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Jena im Rahmen eines Wassermonitorings durchgeführt. Die Prüfungen erfolgten zunächst an beregneten Kulturen (Gemüse sowie Heil- und Gewürzpflanzen) unter Freilandbedingungen, bei denen Wasser geeigneter Qualität eingesetzt wurde, sowie an frischen Erzeugnissen vom Großmarkt. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch Modellexperimente (Kastenanlage von je 1 m<sup>2</sup> Oberfläche) mit bakteriologisch hoch belastetem Wasser aus Fließgewässern und Keimbrühen mit sehr hohen Besatzdichten von *Escherichia coli* (*E. coli*) aus Beimpfungsversuchen bei differenzierten Karenzzeiten von zwei bis vierzehn Tagen zwischen der letzten Wassergabe und der Ernte. Die Beregnung erfolgte in den Modellexperimenten mit der Gießkanne. Zur Ernte wurden Proben von Frischgemüse sowie von Heil- und Gewürzpflanzen entnommen und analysiert.

### **Untersuchungsparameter**

Die Grundlage für die biologische Klassifizierung bilden die hygienisch-mikrobiologischen Kenngrößen nach der DIN 19650 (1999) „Bewässerung – Hygienische Belange von Bewässerungswasser“ und der Bewertungsrahmen der TLL Jena „Empfehlungen für die Untersuchung und Bewertung von Wasser zur Bewässerung von gärtnerischen und landwirtschaftlichen Fruchtarten in Thüringen“ (Albrecht und Pflieger, 2004). Die Kriterien der bakteriologischen Verunreinigung waren analog zu den Richt- und Warnwerten der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM, 2005) als wichtige Markerorganismen für Krankheitserreger bzw. mangelhafte Hygiene die coliformen Keime, *E. coli* und Fäkalstreptococccen sowie die Gesamtkeimzahl und als wichtige Krankheitserreger die Salmonellen. Für einen großen Teil von Lebensmitteln gibt es im Hinblick auf deren hygienisch-mikrobiologische Beschaffenheit in der Bundesrepublik Deutschland und in der Europäischen Union keine rechtsverbindlichen Anforderungen. Die von der Fachgruppe Le-

bensmittelmikrobiologie und –hygiene der DGHM (2005) veröffentlichten mikrobiologischen Richt- und Warnwerte können als Anhaltspunkte für allgemeine Hygieneanforderungen und somit zur Beurteilung der Unbedenklichkeit der Ernteprodukte herangezogen werden.

Rechtliche Regelungen der Europäischen Gemeinschaften liegen zwar seit März 2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln in Abhängigkeit vom Erntetermin vor (EG-Verordnung Nr. 466/2001, geändert 2005). Von den untersuchten Fruchtarten sind aber nur für Kopfsalat und Spinat Höchstgehalte für Nitrat festgelegt, die zur Bewertung der Analyseergebnisse verwendet werden können. Die Untersuchungsparameter wurden entsprechend der möglichen Kontaminationen ausgewählt und beschränkten sich auf das Nitrat für Gemüsearten, die für hohe Nitratgehalte in der Pflanzenmasse bekannt sind, und die toxikologisch relevanten Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg).

#### IV. Untersuchungsergebnisse zur Keimbelastung von beregnetem Gemüse und Sonderkulturen mit Wasser geeigneter Qualität

Die Ermittlungen zum Keimbesatz von Ernteprodukten erfolgten an 15 verschiedenen Kulturen vom Feld, der Kastenanlage in Jena und aus Großmärkten. Für die beregneten Pflanzen wurde gemäß DIN 19650 (1999) und Empfehlungen der TLL (2004) Wasser aus Speichern, Kiesgruben und Teichen mit geeigneter Qualität der Eignungsklassen (EK) 2 und 3 eingesetzt. Die bakteriologischen Untersuchungsergebnisse ausgewählter Kulturarten sind in Tab. 1 zusammengestellt und spiegeln die allgemeine Verbreitung der Mikroben unter Freilandbedingungen bei Beachtung der erheblichen Schwankungen der Einzelwerte an einem Analysezeitpunkt wider. So sind auf den Produkten bei natürlichem Vorkommen Keimzahlen in der Größenordnung von  $10^6$  bis  $10^7$  KBE/g bzw. Besatzdichten an Coliformen von  $10^5$  bis  $10^6$ , E. coli von  $10^2$  bis  $10^3$  und Fäkalstreptococcen von  $10^3$  bis  $10^4$  KBE/g keine Seltenheit. Ein Vergleich der Besatzdichten der Indikatorbakterien der geprüften Fruchtarten zu den Großmarktprodukten (Kohlarten und Küchenkräuter) ließ keine wesentlichen Unterschiede erkennen. Salmonellen konnten auf allen untersuchten Kulturen in 2\*25 g Frischmasse nicht nachgewiesen werden.

**Tab. 1: Keimbesatzdichten auf ausgewählten Ernteprodukten unter Freilandbedingungen (Mittelwerte aus den Jahren 1997 bis 2005)**

Kulturart	Keimbesatzdichten in KBE/g <sup>1)</sup>			
	Keimzahl (36°C)	Coliforme Keime	E. coli	Fäkalstreptococcen
Kopfkohl	$10^4$ bis $10^6$	$10^2$ bis $10^4$	≤ NG	NG bis $10^3$
Blumenkohl	$10^5$ bis $10^6$	$10^2$ bis $10^5$	NG bis $10^3$	NG bis $10^2$
Gurken	$10^6$ bis $10^7$	$10^3$ bis $10^5$	NG bis $10^2$	NG bis $10^4$
Kopfsalat	$10^5$ bis $10^6$	$10^4$ bis $10^6$	NG bis $10^2$	NG bis $10^2$
Spinat	$10^6$ bis $10^7$	$10^4$ bis $10^6$	NG bis $10^2$	NG bis $10^2$
Pfefferminze	$10^4$ bis $10^6$	$10^3$ bis $10^4$	≤ NG	NG bis $10^3$
Schnittlauch	$10^6$ bis $10^7$	$10^4$ bis $10^6$	NG bis $10^2$	NG bis $10^3$
Petersilie, Dill	$10^5$ bis $10^6$	$10^2$ bis $10^4$	NG bis $10^2$	NG bis $10^2$
Maximalwert	$10^6$ bis $10^7$	$10^5$ bis $10^6$	$10^2$ bis $10^3$	$10^3$ bis $10^4$

1) KBE: Kolonie bildende Einheit

2) NG: Nachweisgrenze Coliforme Keime, E. coli und Fäkalstreptococcen:  $<5 \cdot 10^1$  KBE/g

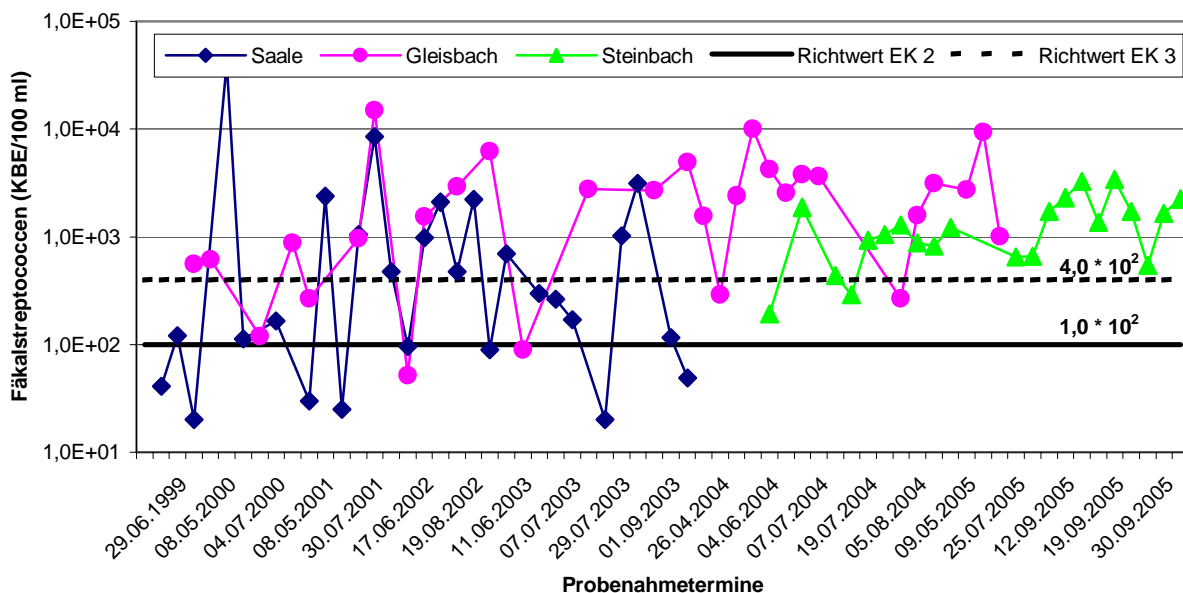
## V. Untersuchungsergebnisse zur Wasser- und Produktqualität beim Einsatz von bakteriologisch belasteten Fließgewässern

### Ergebnisse zur Qualität von Beregnungswasser aus belasteten Fließgewässern

Die Prüfungen zu Keimbelastungen wurden u.a. mit bakteriologisch hoch belastetem Wasser aus drei Fließgewässern durchgeführt. Aus Voruntersuchungen abgeleitet, konnte dafür das Wasser aus der Saale (Wasserentnahmestelle bei Kunitz), dem Gleisbach (Nähe Speicherbecken Golmsdorf) und dem Steinbach (Nähe Löbstedt) verwendet werden. Die Zusatzwassermengen wurden nach Richtwerten von Albrecht et. al. (2004) und Roth et. al. (2000) festgelegt. Sie betragen im Mittel der Jahre 100 mm zu Kopfkohl, 120 mm zu Blumenkohl, 160 mm zu Schnittlauch und Petersilie sowie zwischen 40 bis 60 mm zu Dill, Spinat und Kopfsalat.

Die bakteriologischen Untersuchungsergebnisse der Wasserproben von den eingesetzten belasteten Fließgewässern mit den Besatzdichten an Fäkalstreptococcen von 1999 bis 2005 sind in Abb. 1 dargestellt.

Abb. 1: Fäkalstreptococcen in Fließgewässern mit hoher Keimbelastung



Bezogen auf die Klassifizierung in der DIN 19650 (1999) und den Empfehlungen der TLL (2004) nach Richtwerten wird die EK 3 im Saale-Wasser häufig und im Gleis- und Steinbach zum überwiegenden Teil überschritten. Resultierend aus den sehr hohen Besatzdichten an Fäkalstreptococcen sind die drei Fließgewässer sogar in EK 4 einzustufen. Sie waren alle aus hygienischer Sicht hoch belastet und erfüllten damit die Anforderungen der Fragestellung in den Modellexperimenten. Anteilig wurden sogar in der Saale und dem Gleisbach Salmonellen nachgewiesen.

Nach den ausgewählten chemischen Untersuchungsergebnissen bestanden unter Bezugnahme auf die in den Empfehlungen der TLL (2004) ausgewiesenen Orientierungswerte sowohl bei Nitrat als auch den Schwermetallen Blei, Cadmium und Quecksilber keine Einschränkungen für den Beregnungswassereinsatz für Gemüse und Obst (Tab. 2). Im Vergleich zu den empfohlenen Toleranzbereichen, welche auch die Anforderungen des Bundes-Bodenschutzgesetzes (1999) und der Bundes-Bodenschutzverordnung (1999) berücksichtigen, wurden diese von den Analysenwerten wesentlich unterschritten. Nach den chemischen Inhaltsstoffen war das Wasser der drei verregneten Fließgewässer für Gewächshaus- und Freilandkulturen geeignet.

**Tab. 2: Chemische Untersuchungsergebnisse der geprüften Fließgewässer Saale, Gleisbach und Steinbach (Mittelwerte)**

Fließgewässer	Untersuchungsparameter			
	Nitrat mg/l	Blei µg/l	Cadmium µg/l	Quecksilber µg/l
Saale	22,0 (n=35)	0,68 (n=28)	0,20 (n=28)	0,04 (n=28)
Gleisbach	24,8 (n=41)	0,62 (n=22)	0,20 (n=23)	0,04 (n=24)
Steinbach	15,7 (n=21)	n.b.	n.b.	n.b.
Toleranzbereich <sup>*)</sup>	≤300	≤ 100	≤ 4	≤ 0,5

<sup>\*)</sup> Orientierungswert der Empfehlungen der TLL (2004) n.b. nicht bestimmt

**Ergebnisse zur Keimbelastung von berechneten Pflanzenarten mit bakteriologisch hoch belastetem Wasser aus Fließgewässern und unterschiedlichen Karenzzeiten**

Die mikrobiologischen Analysen zur Produktqualität zeigten bei der Berechnung aus Fließgewässern mit einer Wasserqualität von meist EK 4 unter Berücksichtigung der erheblichen Schwankungen der Einzelwerte keine wesentlich größeren Besatzdichten an Indikatorbakterien nach einer Applikationszeit von 2 und 14 Tagen vor dem Erntetermin gegenüber den unberechneten Pflanzen (Tab. 3).

**Tab. 3: Keimbesatzdichten auf ausgewählten berechneten Kulturen aus Fließgewässern mit Eignungsklasse 4**

Kulturart	Mikrobiol. Kenngröße (KBE/g)	unberechnete Prüfvariante	berechnet aus Fließgewässern	Karenzzeiten	
				2 Tage	14 Tage
Kopfkohl (1997 bis 1999)	Coliforme Keime E. coli Fäkalstreptococcen	$7,5 \cdot 10^3$ < NG nachweisbar	Saale und Gleisbach	$4,5 \cdot 10^3$ < NG nachweisbar	$5,7 \cdot 10^3$ < NG nachweisbar
Blumenkohl (2004/2005)	Coliforme Keime E. coli Fäkalstreptococcen	$5,4 \cdot 10^5$ $2,0 \cdot 10^3$ $1,6 \cdot 10^2$	Steinbach	$1,4 \cdot 10^5$ < NG < NG	$2,3 \cdot 10^5$ $2,8 \cdot 10^2$ $8,8 \cdot 10^2$
Petersilie (2001/2003)	Coliforme Keime E. coli Fäkalstreptococcen	$3,8 \cdot 10^3$ $7,5 \cdot 10^1$ $4,1 \cdot 10^2$	Saale	$1,3 \cdot 10^2$ < NG $4,5 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$ $7,5 \cdot 10^1$ $0,7 \cdot 10^2$

Die Nachweisgrenze (NG) lag bei  $<5 \cdot 10^1$  KBE/g.

Beim Einsatz von Trinkwasser als hygienisch unbedenkliches Bewässerungswasser wurden ähnliche Keimzahlen nachgewiesen.

**VI. Untersuchungsergebnisse zur Keimbelastung von berechnetem Gemüse beim Einsatz von Keimbrühen mit Escherichia coli Keimbrühen**

Ergänzend zu den Untersuchungen mit Wasser aus bakteriologisch hoch belasteten Fließgewässern wurden seit 2003 ebenfalls in Modellexperimenten Keimbrühen mit sehr hohen Besatzdichten zur Ermittlung der Nachweisdauer von E. coli auf berechnetem Gemüse geprüft. Diese stammen aus Beimpfungsversuchen des mikrobiologischen Labors der TLL Jena. Die Keimzahlen von E. coli lagen in der Größenordnung von  $10^9$  bis  $10^{10}$  KBE/ml (Tab. 4).

**Tab. 4: Einsatz von Keimbrühen mit E. coli bei differenzierten Karenzzeiten**

Fruchtart	Einsatzzeitpunkt	Besatzdichten an Escherichia coli (KBE/ml)			
		Karenzzeiten			
		14 Tage	7 Tage	5 Tage	2 Tage
<b>Keimzahlen E. coli je ml Keimbrühe</b>					
Herbstspinat und Kopfsalat	10 / 2003	$1,7 \cdot 10^{10}$	$1,45 \cdot 10^{10}$		$1,0 \cdot 10^9$
Herbstspinat und Kopfsalat	9 / 2004	$3,5 \cdot 10^9$	$2,2 \cdot 10^9$	$2,8 \cdot 10^9$	$9,2 \cdot 10^8$
Frühjahrsspinat	6 / 2005	$2,3 \cdot 10^9$	$2,2 \cdot 10^9$		$2,2 \cdot 10^9$

Beim Einsatz einer Keimbrühenmenge von 50 ml je Modellgefäß wurden folglich in den Versuchen mit Spinat und Kopfsalat Besatzdichten an E. coli von  $10^{10}$  bis  $10^{11}$  KBE/ml \*m<sup>2</sup> appliziert.

### Ergebnisse zur Keimbelastung von berechneten Kulturen mit Keimbrühen von Escherichia coli und unterschiedlichen Karenzzeiten

Die Modellexperimente mit Keimbrühen außergewöhnlich großer Besatzdichten von E. coli und differenzierten Ausbringungszeiten in der Kastenanlage in Jena zeigen, dass die sehr hohen applizierten Besatzdichten von  $\geq 10^9$  KBE auf den berechneten Kulturpflanzen unabhängig von den Applikationsterminen im gesamten Untersuchungszeitraum nicht nachgewiesen werden konnten (Tab. 5).

**Tab. 5: Keimbesatzdichten auf berechnetem Gemüse mit Keimbrühen von Escherichia coli in KBE/g**

Kulturart	mikrobiolog. Kenngröße	unberechnete Prüfvariante	Karenzzeiten			
			2 Tage	5 Tage	7 Tage	14 Tage
Herbstspinat (2003/2004)	Coliforme	$6,0 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^6$	n. b.	$4,7 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^5$
	<b>E. coli</b>	$\leq$ NG	<b><math>1,1 \cdot 10^6</math></b>	n. b.	$1,3 \cdot 10^4$	$\leq$ NG
Frühj.Spinat (2005)	Coliforme	$5,6 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^4$	n. b.	$2,7 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^5$
	<b>E. coli</b>	$\leq$ NG	<b><math>4,9 \cdot 10^4</math></b>	n. b.	$\leq$ NG	$\leq$ NG
Kopfsalat (2003/2004)	Coliforme	$1,0 \cdot 10^6$	$5,5 \cdot 10^5$	$4,8 \cdot 10^5$	$2,8 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$
	<b>E. coli</b>	$\leq$ NG	<b><math>6,1 \cdot 10^5</math></b>	$4,4 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^2$

n. b.: nicht bestimmt

Die Coliformen entsprachen dem natürlichen Keimbesatz von  $10^4$  bis  $10^6$  KBE/g bei entsprechender Streubreite der Einzelwerte an einem Analysezeitpunkt. Auffällig sind die erhöhten Keimzahlen an E. coli in einer fruchtartenspezifischen Größenordnung zwischen  $10^4$  und  $10^6$  KBE/g bei einer Karenzzeit von zwei Tagen vor der Ernte. Sie reduzierten sich nach sieben Tagen durchschnittlich um zwei Zehnerpotenzen und erreichten nach 14 Tagen die natürlichen Besatzdichten von E. coli bzw. der unberechneten Fruchtarten im Freiland.

## VII. Chemische Untersuchungsergebnisse zur Ernteproduktqualität

### Nitratgehalt

Die nachfolgenden Resultate beziehen sich ausschließlich auf die chemischen Inhaltsstoffe in den frischen Ernteprodukten beim Anbau unter Beregnungsbedingungen. Die Analy-

senergebnisse der Nitratuntersuchungen sind als jährliche Mittelwerte in Tab. 6 zusammengestellt.

Unter Bezugnahme auf die EG-Verordnung Nr. 466/2001 lagen mit Ausnahme einzelner Nitratgehalte von Pfefferminze, Petersilie und Dill alle anderen Laborwerte unterhalb 2500 mg NO<sub>3</sub>/kg FS. Gemüsearten wie Gurke und Blumenkohl wiesen über mehrere Jahre niedrige Gehalte auf und bestätigen die bekannte Nitrataufnahme dieser Arten (Zorn 2001).

Auch im Schnittlauch, Kopfkohl und Kopfsalat wurden durchschnittliche Gehalte < 1.000 mg NO<sub>3</sub>/kg FS nachgewiesen. Die Stickstoff-Zufuhr über Bewässerungswasser variierte auf Grund differenzierter Nitratgehalte der unterschiedlichen Gewässer sehr stark von 0,8 bis 195,0 mg NO<sub>3</sub>/l und entsprach bei 100 mm Zusatzwasser Stickstoffeinträgen in den Boden von < 1 bis 44 kg N/ha. Diese fanden bei der empfehlungskonformen N-Düngung nach der Stickstoff-Bedarfsanalyse der TLL Berücksichtigung. Aufgrund der Nitratermittlung aus Stichproben lässt sich kein Zusammenhang zwischen N-Gehalt im Beregnungswasser und dem der Pflanzen erkennen.

**Tab. 6: Nitratgehalte ausgewählter Kulturen in mg NO<sub>3</sub>/kg Frischmasse im Zeitraum von 1997 bis 2005**

Kulturart	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Mittelwert	Max.
Kopfkohl	701	675	1308	1001	948	799				905	1635
Blumenkohl	250	466	444	498	529	394				430	987
Gurken		188	353	225	193	170				226	357
Pfefferminze		1594		2559	1763	2101				2004	2974
Schnittlauch					487	280				384	870
Petersilie					1705		1789			1747	3051
Dill						677	1515			1096	2836
Spinat								1757	650	1204	2482
Kopfsalat								1040	868	954	1452

Höchstgehalt gemäß EG-Verordnung Nr. 466/2001, geändert am 8. Nov. 2005:

Frischer Spinat: 2500 mg NO<sub>3</sub>/kg im Sommer vom 1. April bis 30. Sept.

3000 mg NO<sub>3</sub>/kg im Winter vom 1. Okt. bis 31. März

Frischer Kopfsalat: 2500 mg NO<sub>3</sub>/kg im Sommer vom 1. April bis 30. Sept.

(Freiland) 4000 mg NO<sub>3</sub>/kg im Winter vom 1. Okt. bis 31. März

### Schwermetallgehalt

Im Untersuchungszeitraum von 1997 bis 2005 wurden insgesamt 455 Pflanzenproben (Gemüse sowie Heil- und Gewürzpflanzen) auf die Gehalte an toxisch relevanten Schwermetallen Cadmium, Blei und Quecksilber untersucht. Die Ergebnisse von neun ausgewählten untersuchten Gemüsearten und Sonderkulturen zeigen die Abb. 2 bis 4.

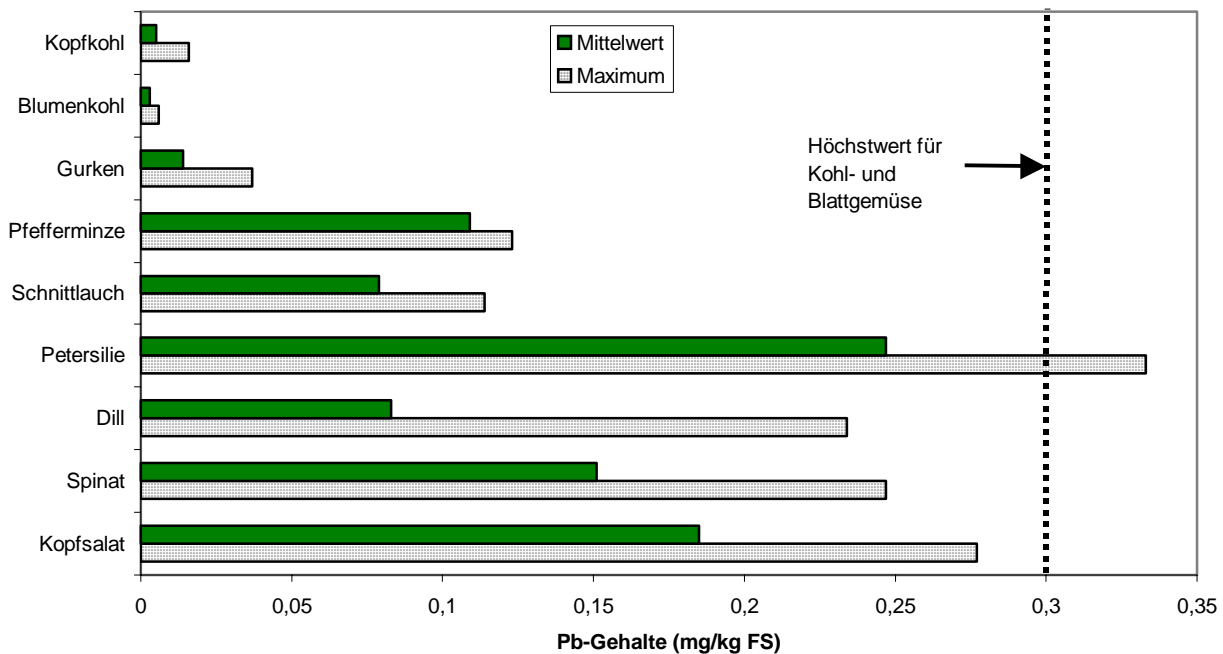
Für die Parameter Blei und Cadmium liegen nach der EG-Verordnung Nr. 466/2001 Höchstwerte für Blattgemüse und anteilig für Kohl- und Stängelgemüse sowie frische Kräuter vor. Für Quecksilber können die im Bundesgesundheitsblatt (1997) formulierten Richtwerte als Anhaltspunkt gesehen werden.

Bezugnehmend auf den Höchstwert für Blei von 0,3 mg/kg FS für Kohl- und Blattgemüse wird dieser bei allen geprüften Kulturen mit Ausnahme von einzelnen Werten in der Petersilie wesentlich unterschritten (Abb. 2). Die geringsten Bleigehalte wurden im Kopf- und Blumenkohl und in der Gurke nachgewiesen.

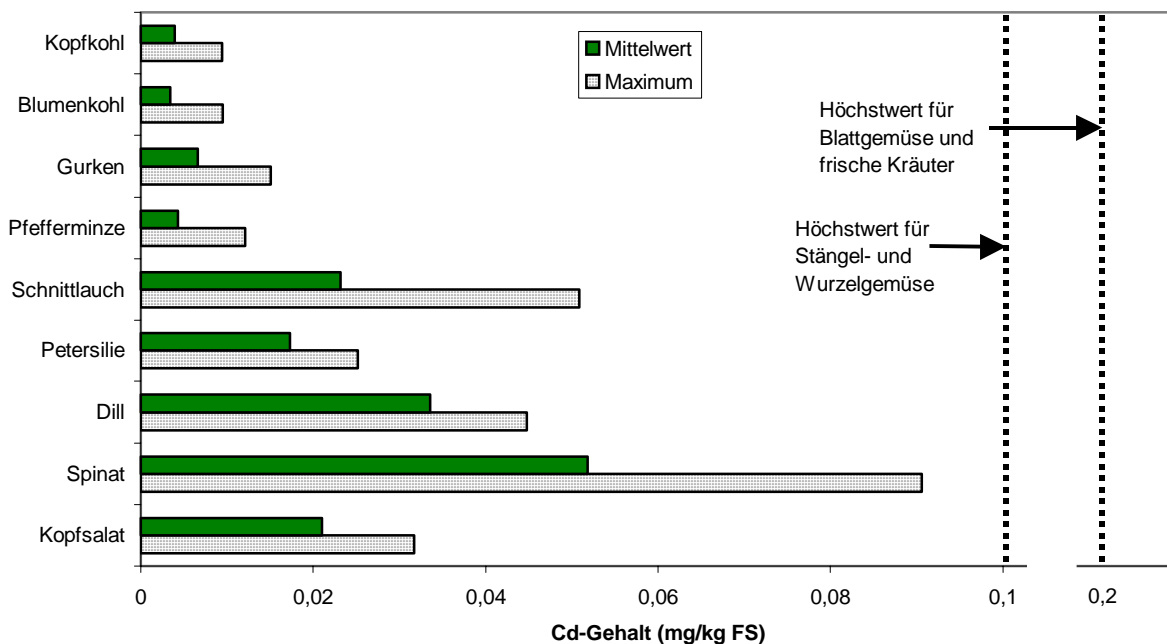
Anhand der Analysenergebnisse von Cadmium (Abb. 3) wurden die fruchtartenspezifischen Höchstwerte weder für Blattgemüse und frische Kräuter mit 0,2 mg/kg FS noch für Stängel- und Wurzelgemüse mit 0,1 mg/kg FS von den untersuchten Kulturarten in der

Größenordnung erreicht. Die Gehalte waren alle im Mittel  $< 0,06$  mg/kg FS und die Maximalwerte  $< 0,1$  mg/kg FS und lagen häufig unter der Nachweisgrenze.

**Abb. 2: Bleigehalte ausgewählter Fruchtarten (1997 bis 2005)**

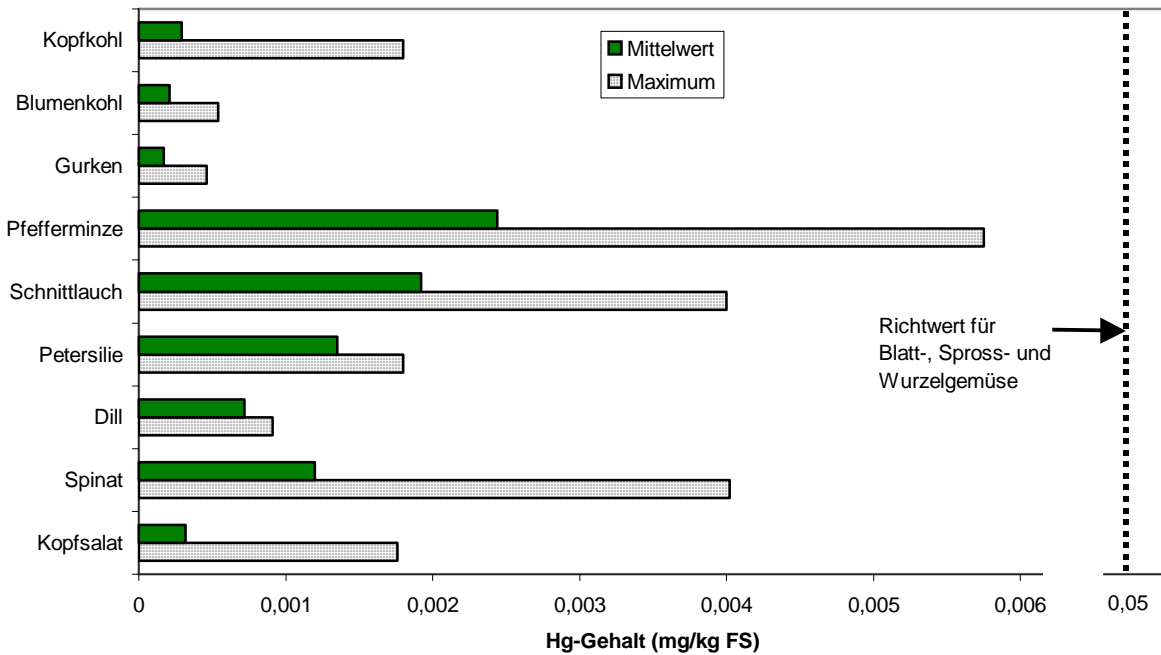


**Abb. 3: Cadmiumgehalte ausgewählter Fruchtarten (1997 bis 2005)**



Quecksilber war nur in wenigen Proben überhaupt auffindbar (Abb. 4). Die Gehalte der untersuchten Fruchtarten lagen meist unterhalb der Nachweisgrenze und die Maximalwerte (außer einzelne Werte von Petersilie) sogar unter 10 % des Richtwertes für Blatt-, Spross- und Wurzelgemüse.

**Abb. 4: Quecksilbergehalte ausgewählter Fruchtarten (1997 bis 2005)**



Insgesamt ist ein niedriges Niveau der Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte in den untersuchten Gemüse- sowie Heil- und Gewürzpflanzen festzustellen. Gleiche Ergebnisse fanden auch Plescher (1995) und Zorn (2001). Die bewässerten Kulturarten sind nicht mit Schwermetallen belastet. Die insgesamt niedrigen Befunde bestätigen die Unbedenklichkeit der Schwermetallgehalte in den gärtnerischen Produkten.

### VIII. Fazit

- Die Untersuchungen zur Qualität von Ernteprodukten nach Beregnung mit bakteriologisch hoch belastetem Wasser aus Fließgewässern mit Eignungsklasse 4 zeigen, dass unter Beachtung der erheblichen Schwankungen der Einzelwerte keine wesentlich größeren Besatzdichten an Indikatorbakterien bei Karenzzeiten von 2 bis 14 Tagen nachgewiesen werden konnten.
- Aus den mikrobiologischen Analyseergebnissen, insbesondere nach dem Einsatz von Keimbrühen mit sehr hohen Besatzdichten an Escherichia coli, ist abzuleiten, dass die Vorgaben der DIN 19650 (1999) bei Einhaltung einer 14-tägigen Karenzzeit im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes des Verbrauchers ausreichend sind.

## IX. Literatur

- Albrecht, M.; Pfleger, I.; Günther, R. et al.: Bewässerungsverfahren und Bewässerungswirkungen im Gemüsebau. Arbeitsbericht 97.05.730, Thür. Landesanstalt für Landwirtsch., Jena, 2004, 112 S.
- Albrecht, M. und Pfleger, I.: Empfehlungen für die Untersuchung und Bewertung von Wasser zur Bewässerung von gärtnerischen und landwirtschaftlichen Fruchtarten in Thüringen. Thür. Landesanstalt für Landwirtsch., Jena, 2004, 19 S.
- Plescher, A.: Arznei- und Gewürzpflanzenanbau in Thüringen. Jahresbericht, Pharmaplant Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH, Artern, 1995, 135 S.
- Roth, D.; Albrecht, M.; Günther, R. et al.: Richtwerte zum Zusatzwasserbedarf und Beregnungseinsatz im Feldgemüsebau Thüringens. Abschlussbericht 15.12.630, Thür. Landesanstalt für Landwirtsch., Jena, 2000, 75 S.
- Zorn, W. und Hesse, A.: Resultate siebenjähriger Rückstandsuntersuchungen bei Obst und Gemüse. Fachberichte aus dem Untersuchungswesen, Thür. Landesanstalt für Landwirtsch., Schriftenreihe H. 6, 2001, S. 72-76
- Bundes-Bodenschutzgesetz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG) / Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998, Teil I, Nr. 16. – Bonn, 1999
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung: BBodSchV – Anhang 2: Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte / Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999, Teil I, Nr. 36, Bonn
- Bundesgesundheitsblatt: Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln. Nr. 5 - Bundesgesundheitsblatt 40 (5), 1997
- DGHM – Richt- und Warnwerte: Veröffentlichte mikrobiologische Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Lebensmitteln. Eine Empfehlung der Fachgruppe Lebensmittelmikrobiologie und –hygiene der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie. Universität Bonn, 2005, 21 S.
- DIN 19650: Bewässerung – Hygienische Belange von Bewässerungswasser. Normenausschuss Wasserwesen im Deutschen Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1999, 4 S.
- Leitfaden QS-GAP: Frisches Obst, Gemüse und Kartoffeln – Produktion. QS Fachgesellschaft Obst-Gemüse-Kartoffeln GmbH, Bonn, 2006
- Verordnung EG Nr. 466/2001: Verordnung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 2001, geändert 2005