

# Beitrag zur Analytik der Phenoxyalkansäuren

## Analysenmethode zur Bestimmung von 2,4-D-, MCPA- sowie Mecopropsalzen in flüssigen und festen Formulierungen

Von Claus-Henning Röder und Henning Laab, Zentrale Analytik der Schering AG, Werk Wolfenbüttel

### Zusammenfassung

Im „Deutschen Arbeitskreis für Pflanzenschutzmittelanalytik“ wurde eine Analysenmethode zur Bestimmung von MCPA, Mecoprop und 2,4-D in Ringversuchen, an denen sich insgesamt 10 Laboratorien beteiligten, getestet und wegen der guten Ergebnisse angenommen.

In der Methode wird die Fällung der Phenoxyalkansäuren aus ihren flüssigen oder festen Salzformulierungen beschrieben, die Extraktion sowie die potentiometrische Titration der Gesamtsäure. Der Gehalt an Reinsäure wird gaschromatographisch ermittelt, indem man die Gesamtsäure mit Diazomethan in die entsprechenden Methyl ester überführt, nach der Trennung von den Verunreinigungen den prozentualen Anteil der Reinkomponente im Gaschromatogramm berechnet und auf die Gesamtsäure bezieht.

### Abstract

A method of analysis for determination of MCPA, Mecoprop and 2,4-D was tested by DAPA. Together 10 laboratories took part in this collaborative work with good results.

For the analysis the total acids are precipitated from their liquid or solid salt-formulations with sulfuric acid, extracted and titrated potentiometrically. After conversion to their methyl esters with diazomethane the active ingredient is separated by gas liquid chromatography and calculated by percent peak area with reference to percentage of total acids.

### 1. Allgemein

2,4-D [1], MCPA [2] und Mecoprop [3] zählen zu den selektiv wirkenden Unkrautbekämpfungsmitteln, die überwiegend im Getreidebau zur Bekämpfung zweikeimblättriger Unkräuter eingesetzt werden. Die Bezeichnung „Wachstoffs herbizide“ erhielten sie durch ihre Wirkung auf den Hormonhaushalt der Unkräuter, die sich darin äußert, daß sich die Pflanzen zu Tode wachsen.

Die hier beschriebene Analysenmethode zur Bestimmung der Wachstoffs herbizide in ihren festen und flüssigen Formulierungen ist das Ergebnis gemeinsamer Bemühungen im DAPA um eine einheitliche analytische Arbeitsweise. Sie wurde in einem Ringversuch des DAPA eingehend getestet. Teilnehmer dieser Ringanalysen waren die Laboratorien der Firmen AKZO, BASF, Bayer AG, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, CH Boehringer + Sohn, Chemie Linz AG, Luxan, Merck, Schering AG und Verdugt.

### 2. Beschreibung der Wirkstoffe

#### 2.1 Erster Wirkstoff

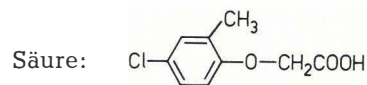
##### 2.1.1 Chemische Bezeichnung

(2-Methyl-4-chlor-phenoxy)-essigsäure  
(als Kalium- oder Dimethylaminsalz)

##### 2.1.2 Common name

Säure: MCPA

##### 2.1.3 Strukturformel



##### 2.1.4 Summenformeln

Säure:  $C_9H_9ClO_3$   
Kaliumsalz:  $C_9H_8ClKO_3$   
Dimethylaminsalz:  $C_{11}H_{16}ClNO_3$

##### 2.1.5 Molekulargewichte

Säure: 200,6  
Kaliumsalz: 238,7  
Dimethylaminsalz: 245,7

#### 2.2 Zweiter Wirkstoff

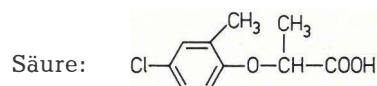
##### 2.2.1 Chemische Bezeichnung

d, e-2-(2-Methyl-4-chlor-phenoxy)-propionsäure (als Kaliumsalz)

##### 2.2.2 Common name

Säure: Mecoprop

##### 2.2.3 Strukturformel



##### 2.2.4 Summenformeln

Säure:  $C_{10}H_{11}ClO_3$   
Kaliumsalz:  $C_{10}H_{10}ClKO_3$

##### 2.2.5 Molekulargewichte

Säure: 214,6  
Kaliumsalz: 252,7

##### 2.2.6 Synonyme

Säure: CMPP, MCPP

### 2.3 Dritter Wirkstoff

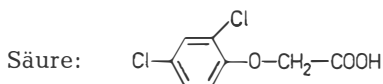
#### 2.3.1 Chemische Bezeichnung

(2,4-Dichlor-phenoxy)-essigsäure (als Natriumsalz)

#### 2.3.2 Common name

Säure: 2,4-D

#### 2.3.3 Strukturformel



#### 2.3.4 Summenformeln

Säure:  $C_8H_6Cl_2O_3$   
 Natriumsalz:  $C_8H_5Cl_2NaO_3$   
 Monohydrat des Natriumsalzes:  $C_8H_7Cl_2NaO_4$

#### 2.3.5 Molekulargewichte

Säure: 221  
 Natriumsalz: 243  
 Monohydrat des Natriumsalzes: 261

## 3. Gehaltsbestimmung

### 3.1 Bestimmung der Gesamtsäure

#### 3.1.1 Reagenzien und Geräte

Bariumchloridlösung  
 Methanol p.a.  
 Äther  
 Methylchlorid p.a.  
 2 N Schwefelsäure p.a.  
 0,1 N Natriumhydroxidlösung, eingestellt  
 Phasentrennpapier, Whatman, silicone treated, 1 PS  
 Indikatorpapier  
 Rotationsverdampfer  
 Potentiometer  
 Einstabmeßkette (Elektroden: Glas/Kalomel)  
 Indikator: 1 %ige methanolische Phenolphthaleinlösung, falls kein Potentiometer vorhanden  
 100-ml-Scheidetrichter  
 50-ml-Meßkolben  
 200-ml-Rundkolben, NS 29  
 100-ml-Meßzylinder  
 150-ml-Becherglas

#### 3.1.2 Durchführung der Extraktion und Titration

Eine Präparatmenge, die ca. 1,25 g technische Säure enthält, wird auf 1 mg genau in einen 100-ml-Scheidetrichter gewogen (a mg) und mit 30 ml Wasser versetzt. Man säuert mit 2 N Schwefelsäure an (Indikatorpapier), gibt weitere 5 ml Schwefelsäure dazu und fällt so die Gesamtsäure. Die Säure wird mit 35 ml Methylchlorid<sup>1)</sup> extrahiert und die Extraktion dreimal mit je 15 ml Methylchlorid wiederholt. Die vereinigten Extrakte wäscht man viermal mit je 15 ml Wasser neutral. Nach dem vierten Waschvorgang wird das letzte Washwasser mit Bariumchloridlösung auf Sulfat geprüft. Die Methylchloridextrakte werden durch Phasentrennpapier in einen 200-ml-NS-Rundkolben filtriert, um eventuelle Wasserreste zu entfernen. Die Lösung wird am Rotavapor fast zur Trockne eingedampft, in einen 50-ml-Meßkolben überführt, das Methylchlorid mit Stickstoff abgeblasen, mit Äther bis zur Marke aufgefüllt und temperiert.

<sup>1)</sup> Bei starker Emulsionsbildung kann häufig durch Verwendung von Äther anstelle von Methylchlorid Abhilfe geschaffen werden.

10 ml dieser Lösung werden in ein 150-ml-Becherglas pipettiert und nach Zugabe von 100 ml Methanol/Wasser 1 : 1 potentiometrisch oder mit Phenolphthalein als Indikator mit 0,1 N NaOH titriert (b ml).

#### 3.1.3 Berechnung der Gesamtsäure

1 ml 0,1 N NaOH = 20,06 mg Gesamtsäure, berechnet als MCPA

$$\% \text{ Gesamtsäure, berechnet als MCPA} = \frac{b \times 20,06 \times 5 \times 100}{a}$$

oder 1 ml 0,1 N NaOH = 21,46 mg Gesamtsäure, berechnet als Mecoprop

$$\% \text{ Gesamtsäure, berechnet als Mecoprop} = \frac{b \times 21,46 \times 5 \times 100}{a}$$

oder 1 ml 0,1 N NaOH = 22,10 mg Gesamtsäure, berechnet als 2,4-D

$$\% \text{ Gesamtsäure, berechnet als 2,4-D} = \frac{b \times 22,10 \times 5 \times 100}{a}$$

a = Einwaage (a mg)

b = Verbrauch an 0,1 N NaOH (b ml)

### 3.2 Gaschromatographische Bestimmung der Reinsäuren

#### 3.2.1 Reagenzien und Geräte

ätherische Diazomethanlösung (s. Kap. 3.3)  
 Stickstoff  
 Helium  
 Undecansäuremethylester als Standard für MCPA und Mecoprop  
 Myristinsäuremethylester als Standard für 2,4-D  
 Gaschromatograph, z. B. Varian Aerograph 1800, mit Wärmeleitfähigkeitsdetektor  
 10' × 1/8" SS-Säule, gefüllt mit 10% Apiezon M auf Chromosorb W, AW + DMCS, 80/100 mesh  
 Integrator, z. B. Varian Modell 477  
 1 µl Hamilton-Injektionsspritze  
 100-ml-Schliff-Erlenmeyer-Kolben  
 5-ml-Pipette

#### 3.2.2 Veresterung mit Diazomethan

5 ml der nach 3.1.2 gewonnenen Lösung werden in einen 100-ml-Schliff-Erlenmeyer-Kolben pipettiert und mit Diazomethanlösung verestert. Die Reaktion ist beendet, wenn die Gelbfärbung 5 Minuten beständig ist. Das überschüssige Diazomethan und der Äther werden mit Stickstoff abgeblasen. Dann gibt man ca. 5 mg Undecansäuremethylester als Standard<sup>2)</sup> für die Bestimmung der relativen Retentionen hinzu. Bei Routineuntersuchungen kann auf die Zugabe des Standards verzichtet werden.

#### 3.2.3 Gaschromatographische Bestimmung

0,6 µl des Estergemisches werden in den Gaschromatographen injiziert und unter den nachstehenden Bedingungen das Chromatogramm gefertigt.

Trärgas: Helium 30 ml/min  
 Injektortemperatur: 270 °C  
 Detektortemperatur: 250 °C  
 Kolonnentemperatur: 190 °C, isotherm<sup>3)</sup>  
 Integrator: Basislinien-Korrektur = 3  
 Schreiber: 1 cm/min Papiervorschub

<sup>2)</sup> Gilt nur für MCPA und Mecoprop; für 2,4-D sind 5 mg Myristinsäuremethylester als Standard hinzuzugeben.

<sup>3)</sup> Eine günstigere Trennung des Substanzgemisches erzielt man mit Hilfe eines Temperaturprogrammes, z. B. 15 min isotherm bei 190 °C beginnen, dann 8 °/min bis 210 °C aufheizen und die Messung bei 210 °C nach 10 min beenden.

Unter den genannten Bedingungen betragen die relativen Retentionen für MCPA als Methylester:

4-Chlor-o-Kresolmethyläther	0,63
MPA-methylester	0,81
Undecansäuremethylester	1,00
6-Chlor-MPA-methylester	1,75
4-Chlor-MPA-methylester	2,52
4,6-Dichlor-MPA-methylester	4,03

Die relativen Retentionen für Mecopropmethylester betragen analog:

MPP-methylester	0,72
Undecansäuremethylester	1,00
6-Chlor-MPP-methylester	1,57
4-Chlor-MPP-methylester	2,14
4,6-Dichlor-MPP-methylester	3,59

Die relativen Retentionen für 2,4-D betragen als Methylester:

2,6-D-methylester	0,67
2,4-D-methylester	0,89
Myristinsäuremethylester	1,00

### 3.2.4 Berechnung

Die nach 3.1.3 erhaltene Gesamtsäure wird zugrunde gelegt. Die Peakflächen im Chromatogramm, mit Ausnahme von Undecansäuremethylester bzw. Myristinsäuremethylester und eventuell vorhandenem Lösungsmittel, werden gleich 100% gesetzt.

$$\% \text{ Reinsäure} = \frac{F_k \times GS}{F}$$

$F_k$  = Fläche des Reinsäuremethylesters ( $\text{mm}^2$ )<sup>4)</sup>

GS = % Gesamtsäure

F = Summe aller Flächen, außer den Flächen vom Standard und eventuell vorhandenem Lösungsmittel ( $\text{mm}^2$ ).

### 3.3 Herstellung der ätherischen Diazomethanlösung [4]

#### 3.3.1 Reagenzien und Geräte

p-Tolylsulfonylmethylnitrosamid

KOH p.a.

Äthanol p.a.

Äther p.a.

Destillationsapparatur, bestehend aus 2 Erlenmeyer-Kolben (200 ml) NS 29, 1 Vorstoß NS 29 mit Trockenröhrchen, 1 Abtreibaufsatz 2 × NS 29, 1 × NS 14,5, Wasserbad (45 °C)

Kältebad (-10 °C)

Schutzbrille und Gummihandschuhe

#### 3.3.2 Durchführung der Diazomethanherstellung

2,15 g (0,01 Mol) p-Tolylsulfonylmethylnitrosamid werden in einem 200-ml-Schliff-Erlenmeyer-Kolben in 30 ml Äther gelöst und der Kolben in eine Eiswanne gestellt. Unter Drehen des Kolbens läßt man 10 ml äthanolische Kalilauge, die 4 g KOH in 100 ml Äthanol enthält, zutropfen. Sollte die Lösung dann getrübt sein, so wird die Trübung unter Zugabe von ca. 1 ml Äthanol beseitigt. Nachdem der Kolben noch 5 min gekühlt worden ist, wird die Destillationsapparatur zusammengesetzt und mittels Wasserbad das Diazomethan in die gekühlte Vorlage (-10 °C) überdestilliert.

## 4. Ergebnisse der Ringanalysen

Käufer wie Verkäufer, aber auch behördliche Kontrollorgane haben ein berechtigtes Interesse an vergleich-

<sup>4)</sup> Die Peakflächen werden nach der Formel  $F = \text{Höhe} \times \text{Breite}$  in halber Höhe in  $\text{mm}^2$  berechnet. Ein Integrator liefert den  $\text{mm}^2$  entsprechende Impulszahlen.

baren Analyseergebnissen, ohne die eine gesicherte Qualitätskontrolle in der Praxis nicht denkbar ist. Demzufolge wurden die Ringanalysen mit dem Ziel durchgeführt, den Nachweis für eine akzeptable Reproduzierbarkeit der Analysemethode zu erbringen.

Zur Bewertung innerhalb der Laboratorien wurde von den nach Grubbs-Nalimov [5] ausreißerfreien Analysendaten das arithmetische Mittel sowie die absolute und relative Wiederholstandardabweichung bestimmt.

Darüber hinaus wurden alle ausreißerfreien Werte zur Berechnung des Ringmittelwertes, der absoluten und relativen Ringstandardabweichung und des Vertrauensbereichs des Einzelwertes herangezogen.

Die Varianzen der einzelnen Laboratorien wurden mit dem Schnelltest nach Cochran auf Homogenität geprüft. Insgesamt ergaben sich hieraus für die einzelnen Präparate folgende Übersichten:

Tab. 1. MCPA-Salz

Labor	$n_i$	Gesamtsäure			$n_i$	Reinsäure		
		$\bar{X}$	$S_r \text{ abs.}$	$S_r \text{ rel.}$		$\bar{X}$	$S_r \text{ abs.}$	$S_r \text{ rel.}$
I	4	18,93	0,78	4,12	4	17,85	0,66	3,73
II	4	19,23	0,05	0,26	4	18,03	0,13	0,72
III	4	19,85	0,06	0,30	4	18,78	0,05	0,27
IV	4	19,95	0,41	2,06	4	18,98	0,39	2,05
V	4	19,28	0,10	0,52	4	18,33	0,10	0,54
VI	4	18,90	0,14	0,74	4	18,03	0,19	1,05
VII	4	19,30	0,16	0,82	4	18,53	0,13	0,70
VIII	4	19,75	0,29	1,46	4	18,90	0,29	1,53
IX	4	19,63	0,10	0,51	4	18,68	0,13	0,70

	Gesamt-säure	Reinsäure
$\bar{\bar{X}}$	19,42	18,45
n	36	36
$s_{\text{abs.}}$	0,47	0,47
$s_{\text{rel.}}$	2,40	2,56

Vertrauensbereich des Einzelwertes

$$\mu_{99} = \bar{\bar{X}} \pm s \cdot t \quad 19,42 \pm 1,27 \quad 18,45 \pm 1,28$$

$$18,15 - 20,69 \quad 17,17 - 19,73$$

Nach Herausnahme des Labors I sind die Varianzen homogen.

Tab. 2. Mecoprop-Salz

Labor	$n_i$	Gesamtsäure			$n_i$	Reinsäure		
		$\bar{X}$	$S_r \text{ abs.}$	$S_r \text{ rel.}$		$\bar{X}$	$S_r \text{ abs.}$	$S_r \text{ rel.}$
I	4	46,83	1,06	2,26	4	44,38	1,13	2,55
II	4	45,75	0,13	0,28	4	43,13	0,10	0,23
III	4	47,90	0,22	0,46	4	45,17	0,22	0,49
IV	4	47,00	0,61	1,29	4	44,95	0,59	1,31
V	4	47,43	0,41	0,86	4	45,25	0,57	1,26
VI	4	47,32	0,17	0,36	4	45,35	0,19	0,42
VII	4	47,10	0,70	1,47	4	44,85	0,79	1,76
VIII	4	47,40	0,14	0,30	4	45,18	0,26	0,58
IX	4	47,55	0,26	0,55	4	44,80	0,30	0,67

	Gesamt-säure	Reinsäure
$\bar{\bar{X}}$	47,14	44,79
n	36	36
$s_{\text{abs.}}$	0,74	0,82
$s_{\text{rel.}}$	1,56	1,84

Vertrauensbereich des Einzelwertes

$$\mu_{99} = \bar{\bar{X}} \pm s \cdot t \quad 47,14 \pm 2,02 \quad 44,79 \pm 2,24$$

$$45,12 - 49,16 \quad 42,55 - 47,03$$

Die Varianzen sind homogen.

Tab. 3. 2,4-D-Salz

Labor	n <sub>i</sub>	Gesamtsäure			n <sub>i</sub>	Reinsäure		
		$\bar{x}$	S <sub>r</sub> abs.	S <sub>r</sub> rel.		$\bar{x}$	S <sub>r</sub> abs.	S <sub>r</sub> rel.
I	4	44,08	0,15	0,34	4	42,80	0,12	0,28
II	4	44,20	0,84	1,90	4	41,55	0,54	1,30
III	4	43,03	0,10	0,23	4	41,67	0,05	0,12
IV	4	44,43	0,15	0,34	4	43,30	0,14	0,32
V	4	44,50	0,33	0,74	4	43,35	0,30	0,69
VI	4	44,00	0,05	0,11	4	42,45	0,29	0,68
VII	4	43,58	0,29	0,67	4	42,72	0,33	0,77

		Gesamt- säure	Reinsäure
$\bar{x}$	= Ringmittelwert	43,96	42,55
n	= Anzahl der Untersuchungen	28	28
S <sub>abs.</sub>	= Ringstandardabweichung abs.	0,59	0,72
S <sub>rel.</sub>	= Ringstandardabweichung rel.	1,33	1,70

Vertrauensbereich des Einzelwertes

$$\mu_{99} = \bar{x} \pm s \cdot t \quad 43,96 \pm 1,64 \quad 42,55 \pm 2,01$$

$$\quad \quad \quad 42,32 - 45,60 \quad 40,54 \pm 44,56$$

Bei der Reinsäure sind die Varianzen homogen, bei der Gesamtsäure nach Herausnahme von Labor II.

In Anbetracht der Tatsache, daß sich an den Ringversuchen bewußt auch solche Laboratorien beteiligt haben, die vorher noch keine experimentellen Erfahrungen mit der Analyse von Phenoxyalkansäuren aufzuweisen hatten, wurde sowohl die Wiederholbarkeit als auch die Reproduzierbarkeit der hier getesteten Analysenmethode von den Mitgliedern des DAPA für gut befunden.

## Literatur

[1] Analysis of Technical and Formulated Pesticides. CIPAC-Handbook Vol. I, S. 241 (1970).

[2] Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators and Food Additives, Vol. V. Gunter Zweig, S. 439 (1967).

[3] Pesticide Manual, 4th Edition. British Crop Protection Council S. 330 (1974).

[4] p-Tolylsulfonylnitrosamid zur Herstellung von Diazomethan. Firma Merck (1970).

[5] Durchführung und statistische Auswertung von Ringanalysen im DAPA. G. Ortner, Firma Bayer AG (in Vorbereitung) (1976).

## Mitteilungen

### VIII. Internationaler Kongreß für Handelsdünger vom 21.–27. Juni 1976 in Moskau/UdSSR

Am Kongreß nahmen etwa 1500 Fachwissenschaftler aus 48 Ländern teil. 70% der Teilnehmer dürften aus dem gastgebenden Land gekommen sein, 15% aus den „kapitalistischen Ländern“. Etwa 400 Vorträge wurden an 4 Tagen in 8 parallel tagenden Sektionen und in der Plenarsitzung am 1. Kongreßtag gehalten. Kongreßsprachen waren Englisch, Französisch, Russisch und Deutsch. Die simultane Übersetzung war recht unterschiedlich, entsprach jedoch oft nicht den an eine internationale Tagung zu stellenden Ansprüchen. Zur Ehre der Dolmetscher muß jedoch gesagt werden, daß die Schuld weniger bei ihnen als vielmehr bei den in der Regel zu schnell sprechenden Vortragenden lag. Da alle Vorträge bei Kongreßbeginn in 9 Bänden (je ca. 200 bis 500 Seiten) gedruckt vorlagen, war die unvollständige Übersetzung dann weniger tragisch, wenn man den richtigen Band zur Hand hatte und der Vortrag nicht in russischer Sprache abgedruckt war. Leider waren die Vortragsthemen und die Tabellen- und Abbildungsüberschriften in den Kongreßbänden nur in einer Sprache abgedruckt, so daß den Vortragenden, die in kyrillischer Schrift vorlagen, kaum gefolgt werden konnte. Ein weiteres Handikap des Kongresses war, daß die Sektionssitzungen in zwei etwa eine halbe Busstunde voneinander entfernt liegenden Kongreßgebäuden abgehalten wurden.

In den Sektionen wurde über folgende Themenbereiche referiert:

1. Theoretische Grundlagen der Pflanzenernährung und internationale Erfahrungen auf dem Gebiet der wirksamen Anwendung von mineralischen und organischen Düngemitteln.
2. Mechanisierung der Mineraldüngereinbringung.
3. Agrikulturchemische Betreuung der Landwirtschaft.
4. Chemisierung der landwirtschaftlichen Produktion und Umweltschutz.
5. Handelsdünger und Ertragsqualität.
6. Wirtschaftliche Betriebsführung und Anwendung von Handelsdüngern.
7. Produktionstechnologie und agrikulturchemische Bewertung neuer Formen und Typen von Handelsdüngern.

8. Die Anwendung von Isotopen für die Untersuchung des Systems: Pflanze – Boden – Düngemittel.

In den Sitzungen der Sektion 4, an denen der Berichterstatter teilnahm, wurden über 40 Vorträge gehalten, die sich mit den theoretischen Grundlagen des Düngemiteleinsetzes, der mineralischen Düngung bei verschiedenen Fruchtfolgen, der Ausnutzung der Düngernährstoffe bei gleichzeitiger oder vorausgegangener organischer Düngung, der Auswaschung von Nährstoffen und den schädlichen chemischen Verbindungen im Boden befaßten. Intensiver Einsatz von Agrochemikalien, seien es Pflanzenbehandlungsmittel oder Düngemittel, bedingt deren Akkumulation im Boden, sofern keine Auswaschung, Umwandlung oder Aufnahme durch die Pflanze erfolgt. Wie Düngemittel unter den verschiedensten Bedingungen (Bodenart, Fruchtfolge, Klima u. a. m.) wirken, festgelegt oder ausgewaschen werden, wurde von den Vortragenden aus mehr als zehn zumeist europäischen Ländern an Beispielen gezeigt. Aufgabe der Forschung und Beratung muß es in der Zukunft sein, die Arten und Mengen von Agrochemikalien für die Anwendung zu empfehlen, die einerseits optimale Erträge von hoher Qualität liefern und andererseits weder die Fruchtbarkeit des Bodens mindern noch das Grundwasser in irgendeiner Weise beeinträchtigen.

Im Anschluß an den Kongreß nahm der Berichterstatter an einer Studienreise nach Usbekistan teil, wo in den Oasen Taschkent, Samarkant und Buchara auf besten diluvialen Böden fast ausschließlich Baumwolle gebaut wird. Wasser steht hier das ganze Jahr aus den vom Pamir kommenden Flüssen in ausreichenden Mengen zur Verfügung. Der Gefahr der Versalzung durch die sehr intensive Bewässerung wird hier durch Überflutung der Anbauflächen zwischen den Vegetationsperioden entgegengewirkt. So werden die im Sommer durch Wasserverdunstung im und auf dem Boden angereicherten Salze wieder aus- oder abgewaschen. Die hierfür erforderlichen Wassermengen werden für die Baumwollkolchosen (jeweils ca. 50 000 ha) alljährlich durch die Bestimmung des Salzgehaltes in den verschiedenen Bodenschichten in zentralen Bodenuntersuchungsstationen ermittelt. Diese ermitteln auch durch entsprechende Bodenanalysen die jährlich für die gewünschten Erträge erforderlichen Düngermengen. Die verbreitetste Krankheit der Baumwolle (Fruchtfolge: 7 Jahre Baumwolle, 3 Jahre Luzerne) Cotton Verticillium Wilt hat man durch Benomyl im Griff.

Resümee: Es war eine 20-Tage-Reise zu einer Veranstaltung in eine Stadt, in einen Staat, in eine Landschaft, in die mit anderen Dimensionen gemessen wird als hierzulande.