

# **KOSTENKALKULATIONSMODELLE FÜR BEWÄSSERUNGSVERFAHREN IN ÖSTERREICH**

**Masterarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplomingenieur**

eingereicht von:  
**BAKK.TECHN. GLINIK, ANDREA**

Betreuer: Loiskandl, Willibald, Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.

Mitbetreuer: Cepuder, Peter, Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.

Matrikelnummer 0840107

10.11.2013

## **Vorwort**

Diese Masterarbeit wurde am Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft verfasst. Institutsleiter und Betreuer ist Herr Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.nat.techn. Willibald Loiskandl. Herr Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Peter Cepuder ist am gleichen Institut beschäftigt und unterstützte mich Großteils beim Verfassen und bei der Betreuung dieser Masterarbeit.

Herr Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Guenter Breuer ist am Institut für Agrar- und Forstökonomie beschäftigt und er stand mir beim betriebswirtschaftlichen Teil der Kostenkalkulation bei.

Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Gerhard Moitzi ist am Institut für Landtechnik tätig und war mir bei den Energiekosten behilflich.

Weiters möchte ich noch darauf hinweisen, dass mir Herr Dipl.-Ing. Gerhard Hoffer und Herr Dipl.-Ing. Dieter Petutschnig, die bei der Kärntner Landesregierung, Abteilung 10, tätig sind, und Herr Dipl.-Ing. Erich Roscher von der Landwirtschaftskammer in Kärnten, Fachbereich Pflanzenbau, den Start der Masterarbeit sehr erleichtert und mir bei der Thematisierung für den Schwerpunkt in Kärnten geholfen haben.

Einen Dank spreche ich den Landwirten: Herr Dipl.-Ing. Heinrich Unger und Herrn Wolfgang Lerchster aus, die so freundlich waren, die Daten ihres Betriebes offenzulegen und mir damit die notwendigen Arbeitsbehelfe zur Verfügung gestellt haben.

Ganz besonders möchte ich mich bei meiner Familie (Glinik Franz, Glinik Johanna, Glinik Melanie und Kristof Rene) für ihre Unterstützung in jeglicher Hinsicht bedanken.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>Die Aufgaben der Bewässerung</b>	<b>15</b>
3.1	Einflussgrößen der Bewässerung	15
3.2	Bewässerungsbedürftigkeit	18
<b>4.</b>	<b>Überblick über die Bewässerungsverfahren</b>	<b>20</b>
4.1	Detailbeschreibung der ausgewählten Bewässerungsverfahren in Österreich	22
4.1.1	Die Flügelberechnung im Umlegeverfahren	22
4.1.2	Die Netzberechnung	23
4.1.3	Die Berechnungsmaschine	23
4.2	Bestandteile der Bewässerungsverfahren	24
4.2.1	Pumpaggregat	24
4.2.2	Saugleitung	27
4.2.3	Hauptleitung	27
4.2.4	Regnerleitung	27
<b>5.</b>	<b>Untersuchungsgebiet</b>	<b>28</b>
5.1	Niederösterreich	29
5.1.1	Klimatische Situation des Bundeslandes Niederösterreich	29
5.1.2	eBOD	32
5.1.3	Das pflanzenverfügbare Bodenwasser von Niederösterreich	32
5.2	Kärnten	34
5.2.1	Klimatische Situation des Bundeslandes Kärnten	34
5.2.2	Das pflanzenverfügbare Bodenwasser von Kärnten	37
<b>6.</b>	<b>Kostenökonomie</b>	<b>39</b>
6.1	Parameter der Bewässerungskosten	48
<b>7.</b>	<b>Kalkulationsmodell</b>	<b>51</b>
7.1	Flügelberechnung im Umlegeverfahren	54
7.1.1	Eingabe der Daten	54
7.1.2	Ergebnisse der Kostenberechnung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren	56
7.2	Netzberechnung	63
7.2.1	Eingabe der Daten	63
7.2.2	Ergebnisse der Kostenberechnung für die Netzberechnung	64
7.3	Berechnungsmaschine	72
7.3.1	Eingabe der Daten	72
7.3.2	Ergebnisse der Kostenberechnung für die Berechnungsmaschine	73
7.4	Kostenvergleich der drei Bewässerungsverfahren	81
<b>8.</b>	<b>Praxisanwendung der Kalkulationsmodelle</b>	<b>83</b>
8.1	Kosten der Bewässerung eines Betriebes in Niederösterreich	83
8.2	Daten vom Betrieb Unger	83
8.2.1	Flügelberechnung im Umlegeverfahren	83
8.2.2	Netzberechnung	86
8.3	Kosten der Bewässerung eines Betriebes in Kärnten	89
8.4	Daten vom Betrieb Lerchster	89
8.4.1	Berechnungsmaschine	89
8.4.2	Netzberechnung	92
<b>9.</b>	<b>Interpretation und Zusammenfassung</b>	<b>95</b>
<b>10.</b>	<b>Anhang</b>	<b>97</b>

10.1	Kärnten, eBOD, Maßstab 1:500.000	97
10.2	Niederösterreich, eBOD, Maßstab 1:900.000	99
10.3	Regengabe für Kulturen	101
10.4	Preisliste für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren und Netzberechnung	102
10.5	Preisliste für die Berechnungsmaschine	108
10.6	Kalkulationsmodell Flügelberechnung im Umlegeverfahren	112
10.6.1	Eingabe der Daten von Feld 2	112
10.6.2	Ergebnisse der Daten von Feld 2	113
10.6.3	Eingabe der Daten von Feld 3	116
10.6.4	Ergebnisse der Daten von Feld 3	117
10.6.5	Energie- und Arbeitskosten der Flügelberechnung im Umlegeverfahren	120
10.7	Kalkulationsmodell Netzberechnung	122
10.7.1	Eingabe der Daten von Feld 2	122
10.7.2	Ergebnisse der Daten von Feld 2	123
10.7.3	Eingabe der Daten von Feld 3	126
10.7.4	Ergebnisse der Daten von Feld 3	127
10.7.5	Energie- und Arbeitskosten der Netzberechnung	130
10.8	Kalkulationsmodell Berechnungsmaschine	132
10.8.1	Eingabe der Daten von Feld 2	132
10.8.2	Eingabe der Daten von Feld 3	133
10.8.3	Ergebnisse der Daten Feld 2	134
10.8.4	Ergebnisse der Daten Feld 3	136
10.8.5	Energie- und Arbeitskosten der Berechnungsmaschine	138
<b>11.</b>	<b><i>Eidesstattliche Erklärung</i></b>	<b>140</b>
<b>12.</b>	<b><i>Literaturverzeichnis</i></b>	<b>141</b>
12.1	Internetverzeichnis	142

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Desorptionskurven. (WITHERS, VIPOND, LECHER, 1978, S.56).....	17
Abbildung 2: Übersicht der Bewässerungsverfahren. (CEPUDER,2011, S.93-95).....	20
Abbildung 3: Center Pivot Bewässerung. (CEPUDER, 2012, S. 32). ....	21
Abbildung 4: Linear Moving System. (CEPUDER, 2012, S. 32). ....	21
Abbildung 5: Aufbau einer Flügelberegnung im Umlegeverfahren. (CEPUDER, 2012/13, S.4). ..	22
Abbildung 6: Aufbau einer Netzberegnung. (CEPUDER, 2012/13, S.16). ....	23
Abbildung 7: Beispiel eine Beregnungsmaschine mit Regnereinzug (oben). (CEPUDER, 2012, S. 32).....	24
Abbildung 8: Beregnungstreifen einer Beregnungsmaschine (rechts). (GEHRING, 2008, S.17). .....	24
Abbildung 9: Traktor-Getriebepumpen. (GEHRING, 2008, S.142). ....	25
Abbildung 10: Dieselaggregat. (GEHRING, 2008, S.142-143). ....	26
Abbildung 11: Elektropumpe. (GEHRING, 2008, S.142-143). ....	26
Abbildung 12: Bewässerungsgebiete in Österreich. (CEPUDER, NOLZ, 2012, S. 10).....	28
Abbildung 13: Wasserbilanz von Österreich in Millimeter. Quelle: Kresser 1994. (CEPUDER, NOLZ, 2012, S. 9). ....	29
Abbildung 14: Durchschnittlicher Temperaturverlauf von Groß-Enzersdorf in Niederösterreich. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Groß-Enzersdorf (ZAMG, 2013). ....	31
Abbildung 15: Durchschnittliche Niederschlagsmenge von Groß-Enzersdorf in Niederösterreich. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Groß-Enzersdorf (ZAMG, 2013). ....	31
Abbildung 16: Durchschnittliche Windstärke und Windrichtung von Groß-Enzersdorf in Niederösterreich. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Groß-Enzersdorf (ZAMG, 2013).....	32
Abbildung 17: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013). ....	33
Abbildung 18: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers in Marchfeld im Maßstab von 1:300000. (eBOD, 2013). ....	34
Abbildung 19: Durchschnittlicher Temperaturverlauf von der Landeshauptstadt in Kärnten. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Kärnten. (ZAMG, 2013). ....	36
Abbildung 20: Durchschnittliche Niederschlagsmenge von der Landeshauptstadt in Kärnten. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Klagenfurt. (ZAMG, 2013). ....	36
Abbildung 21: Durchschnittliche Windgeschwindigkeit und Windstärke von der Landeshauptstadt in Kärnten. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Klagenfurt. (ZAMG, 2013).....	37
Abbildung 22: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013). ....	37
Abbildung 23: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers von Klagenfurt im Maßstab von 1:250000. (eBOD, 2013). ....	38

Abbildung 24: Berechnung der Pumpleistung in kW .....	46
Abbildung 25: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Flügelberegnung im Umlegeverfahren.....	62
Abbildung 26: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Netzberegnung.....	71
Abbildung 27: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten Kostenelemente für die Beregnungsmaschine.....	80
Abbildung 28: Darstellung der einzelnen Bewässerungsverfahren, die auf die einzelnen Kostenparameter aufgeteilt wurden. ....	82
Abbildung 29: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Flügelberegnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.....	86
Abbildung 30: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Netzberegnung des Betriebes Unger.....	88
Abbildung 31: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Beregnungsmaschine des Betriebes Lerchster. ....	92
Abbildung 32: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Netzberegnung des Betriebes Lerchster.....	94
Abbildung 33: Darstellung der Gründigkeit des Bodens des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	97
Abbildung 34: Darstellung der Bodenart des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	97
Abbildung 35: Darstellung der Durchlässigkeit des Bodens des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	98
Abbildung 36: Darstellung der Wasserverhältnisse des Bodens des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	98
Abbildung 37: Darstellung der Gründigkeit des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	99
Abbildung 38: Darstellung der Bodenart des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	99
Abbildung 39: Darstellung der Durchlässigkeit des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	100
Abbildung 40: Darstellung der Wasserverhältnisse des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013) .....	100

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitabhängige Abschreibung einer Hauptleitung.....	41
Tabelle 2: Daten eines Dieselaggregats. ....	42
Tabelle 3: Verzinsung des Dieselaggregats.....	43
Tabelle 4: Energie- und Reparaturkosten eines Dieselaggregats.....	45
Tabelle 5: Eingabe des Diesel- bzw. Stromaggregats und Zahleneingabe in l/kWh. Für die Pumpenleistung ist die Eingabe des erforderlichen Pumpendruck im Meter vorgeschrieben. ..	45
Tabelle 6: Berechnungsmatrix für die Pumpe und den Motor für ein Diesel- bzw. Stromaggregat. ....	46
Tabelle 7: Arbeitskosten für eine Flügelberechnung im Umlegeverfahren. ....	47
Tabelle 8: Fixkosten pro Jahr und Stunde eines Dieselaggregats.....	48
Tabelle 9: Variable Kosten pro Jahr und Stunde eines Dieselaggregats.....	48
Tabelle 10: Gesamtkosten pro Jahr und Stunde eines Dieselaggregats.....	48
Tabelle 11: Eingabe der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1. ..	55
Tabelle 12: Ergebnisse der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1. ....	56
Tabelle 13: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.....	57
Tabelle 14: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.....	58
Tabelle 15: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.....	58
Tabelle 16: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm.ha für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.....	59
Tabelle 17: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm.ha für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.....	60
Tabelle 18: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm.ha für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.....	60
Tabelle 19: Gesamtkosten in €/mm.ha und Prozent für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren.....	61
Tabelle 20: Eingabe der Daten für die Netzberechnung für das Feld 1.....	64
Tabelle 21: Ergebnisse der Daten für die Netzberechnung für das Feld 1. ....	65
Tabelle 22: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 1. ....	66
Tabelle 23: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 1. ....	66
Tabelle 24: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Netzberechnung für das Feld 1. ....	67
Tabelle 25: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Netzberechnung für das Feld 1..	68
Tabelle 26: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Netzberechnung für das Feld 2..	69
Tabelle 27: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Netzberechnung für das Feld 3..	69
Tabelle 28: Gesamtkosten in €/mm.ha und in Prozent für die Netzberechnung.....	70

Tabelle 29: Eingabe der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.....	73
Tabelle 30: Ergebnisse der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.....	74
Tabelle 31: Ergebnisse der Daten des Treibstoffes für die Berechnungsmaschine für das Feld 1. .....	74
Tabelle 32: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 1. ....	75
Tabelle 33: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.....	75
Tabelle 34: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Berechnungsmaschine für das Feld 1. ....	76
Tabelle 35: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Berechnungsmaschine für das Feld 1. ....	77
Tabelle 36: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Berechnungsmaschine für das Feld 2. ....	78
Tabelle 37: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Berechnungsmaschine für das Feld 3. ....	78
Tabelle 38: Gesamtkosten in €/mm.ha und Prozent für die Berechnungsmaschine. ....	79
Tabelle 39: Kosten in €/mm.ha der einzelnen Bewässerungsverfahren. ....	81
Tabelle 40: Eingabe der Feldstücke der Flügelberechnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.....	84
Tabelle 41: Eingabe eines Feldstückes der Flügelberechnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.....	85
Tabelle 42: Ergebnisse der Kosten der Flügelberechnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.....	85
Tabelle 43: Eingabe der Feldstücke der Netzberechnung des Betriebes Unger. ....	86
Tabelle 44: Eingabe eines Feldstückes als Netzberechnung des Betriebes Unger.....	87
Tabelle 45: Ergebnisse der Kosten der Netzberechnung des Betriebes Unger.....	88
Tabelle 46: Eingabe der Feldstücke der Berechnungsmaschine des Betriebes Lerchster.....	90
Tabelle 47: Darstellung der Feldstücke der Berechnungsmaschine des Betriebes Lerchster.....	91
Tabelle 48: Ergebnisse der Kosten der Berechnungsmaschine des Betriebes Lerchster. ....	91
Tabelle 49: Eingabe des Feldstückes für die Netzberechnung des Betriebes Lerchster.....	93
Tabelle 50: Ergebnisse der Kosten der Netzberechnung des Betriebes Lerchster. ....	93
Tabelle 51: Empfehlungen für Bewässerungswasser bei guten und schlechten Boden. (ÖAV- ARBEITSBEHELFF NR. 11, 2003).....	101
Tabelle 52: Preisliste der Flügelberechnung im Umlegeverfahren und der Netzberechnung, mit passenden Zubehör und Kleinteile, exklusive Mehrwertsteuer. (Quelle: BAUER,2013).....	107
Tabelle 53: Preisliste der Berechnungsmaschine, mit passenden Zubehör und Kleinteile, exklusive Mehrwertsteuer. (Quelle: BAUER,2013). ....	111
Tabelle 54: Eingabe der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.	113
Tabelle 55: Ergebnisse der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2. .....	114
Tabelle 56: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.....	115

Tabelle 57: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.....	115
Tabelle 58: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.....	116
Tabelle 59: Eingabe der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.	117
Tabelle 60: Ergebnisse der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3. ....	118
Tabelle 61: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.....	119
Tabelle 62: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.....	119
Tabelle 63: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.....	120
Tabelle 64: Übersicht der Energiekosten der Felder von der Flügelberechnung im Umlegeverfahren.....	120
Tabelle 65: Übersicht der Arbeitskosten der Felder von der Flügelberechnung im Umlegeverfahren.....	121
Tabelle 66: Eingabe der Daten für die Netzberechnung für das Feld 2. ....	123
Tabelle 67: Ergebnisse der Daten für die Netzberechnung für das Feld 2. ....	124
Tabelle 68: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 2. ....	124
Tabelle 69: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 2. ....	125
Tabelle 70: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Netzberechnung für das Feld 2. ....	125
Tabelle 71: Eingabe der Daten für die Netzberechnung für das Feld 3. ....	127
Tabelle 72: Ergebnisse der Daten für die Netzberechnung für das Feld 3. ....	128
Tabelle 73: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 3. ....	128
Tabelle 74: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 2. ....	129
Tabelle 75: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Netzberechnung für das Feld 3. ....	129
Tabelle 76: Übersicht der Energiekosten der Felder von der Flügelberechnung als Netzberechnung.....	130
Tabelle 77: Übersicht der Arbeitskosten der Felder von der Flügelberechnung als Netzberechnung.....	131
Tabelle 78: Eingabe der Daten für die Berechnungsmaschine das Feld 2. ....	132
Tabelle 79: Eingabe der Daten für die Berechnungsmaschine das Feld 3. ....	133
Tabelle 80: Ergebnisse der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 2. ....	134
Tabelle 81: Ergebnisse der Daten des Treibstoffes für die Berechnungsmaschine für das Feld 2. ....	134
Tabelle 82: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 2. ....	135

Tabelle 83: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 2.....	135
Tabelle 84: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Berechnungsmaschine für das Feld 2. ....	135
Tabelle 85: Ergebnisse der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 3. ....	136
Tabelle 86: Ergebnisse der Daten des Treibstoffes für die Berechnungsmaschine für das Feld 3. ....	136
Tabelle 87: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 3. ....	137
Tabelle 88: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 3.....	137
Tabelle 89: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Berechnungsmaschine für das Feld 3. ....	137
Tabelle 90: Übersicht der Energiekosten der Felder von der Berechnungsmaschine. ....	138
Tabelle 91: Übersicht der Arbeitskosten der Felder von der Berechnungsmaschine. ....	139

## Kurzfassung

Bei unzureichenden Niederschlägen ist zur Sicherung der regionalen Nahrungsmittel die Bewässerung ein unerlässliches Hilfsmittel. Auch die derzeit immer deutlicher erkennbare Änderung des Klimas (Climate Change) lässt für die Zukunft eine Erhöhung der Bewässerungsmenge und -fläche prognostizieren. Die Kosten der Bewässerung spielen diesbezüglich eine wesentliche Rolle; sind sie doch für die Wirtschaftlichkeit des Produktionsbetriebes ausschlaggebend. Für die unterschiedlichen Bewässerungsverfahren (Großregner-, Kleinregner-, Tropfbewässerungssysteme) fallen unterschiedliche Kosten an. Für diese Arbeit wurden für die in Österreich im Ackerbau hauptsächlich eingesetzten Bewässerungssysteme wie die Flügelberegnung im Umlegeverfahren, die Netzberegnung und die Beregnungsmaschine näher betrachtet. Weiters wurden zur Ermittlung der Kosten auf Grund der klimatischen Differenzen und Bewässerungsanteile Basisdaten aus Niederösterreich und Kärnten herangezogen.

In dieser Masterarbeit wurden Kalkulationsmodelle für die Ermittlung der Kosten der jeweiligen Bewässerungsverfahren erstellt. Ziel ist es die Modelle für den Landwirt einfach anwendbar zu gestalten und somit die Wirtschaftlichkeitsberechnung von Bewässerungsanlagen für gewünschte Kulturen und Gebiete zu ermöglichen. Ergebnis sind die Kosten in €/mm.ha für die gewählte Bewässerungsanlage eines Betriebes.

Die Kosten der verschiedenen Bewässerungssysteme wurden für einen Musterbetrieb (optimale Anlagenauslastung) mit ca. 30 ha Bewässerungsfläche unter Einbeziehung der Kostenparameter wie Arbeits-, Energie-, Anschaffungs- und Reparaturkosten ermittelt und danach an zwei typischen landwirtschaftlichen Betrieben in Niederösterreich und in Kärnten praktisch angewendet. Die Kosten der verschiedenen Bewässerungssysteme für den Musterbetrieb bewegen sich zwischen 2,10 und 4,80 €/mm.ha. Für die gewählten Betriebe wurden Kosten in Niederösterreich zwischen 3,40 und 4,00 €/mm.ha und in Kärnten zwischen 6,60 und 11,20 €/mm.ha berechnet.

## **Abstract**

Irrigation is an essential tool to ensure regional food security if there is no sufficient rainfall. Considering climate change in the near future irrigation may become more and more important. In this regard the costs of irrigation play an important role. For different irrigation methods (rain gun irrigation, sprinkler irrigation, drip irrigation) different costs are related to the respective method. For this work sprinkler and rain gun irrigation mainly used in Austria for crop production were considered and tested for a model farm. To consider the costs for different climatic conditions and irrigation requirements data of two farmers from Lower Austria and Carinthia were additionally evaluated.

In this thesis calculation models for the cost determination of different irrigation methods were worked out. The aim was to get “easy apply” models for farmers. The result is the cost for the selected irrigation system in €/mm.ha.

Costs for the selected irrigation systems were first calculated for a model farm with 30 ha of irrigated field. The costs were differenced as labor, energy, acquisition and repair costs. Then the models were practically applied to two farms in Lower Austria and Carinthia. The costs for the model farm and different irrigation systems are between 2.10 and 4.80 €/mm.ha. The costs for the selected farm in Lower Austria lie between 3.40 and 4.00 €/mm.ha. For the farm in Carinthia the costs were calculated between €6.60 and 11.20 €/mm.ha.

## 1. Einleitung

Steigende Bevölkerungszahlen sind ein Grund für die Bewässerung von landwirtschaftlich genutzten Flächen für die Nahrungsmittelproduktion, denn der Nahrungsbedarf steigt proportional mit dem Bevölkerungswachstum. Der Anteil der Lebensmittelproduktion, welche von der weltweiten Bewässerung abhängig ist, macht einen Prozentsatz von nahezu 40 Prozent aus.

In dieser Masterarbeit werden die Bewässerungskosten landwirtschaftlicher Flächen in Österreich ermittelt. Die Bewässerung erweist sich als teures landwirtschaftliches Betriebsmittel, deren Kosten schwer zu berechnen sind, da viele Parameter berücksichtigt werden müssen. Es werden Betriebe in Niederösterreich und Kärnten verglichen, die eine Bewässerung betreiben. In den Ergebnissen werden die Bewässerungsverfahren verglichen, denn ein optimaler wirtschaftlicher Ertrag kann nur durch eine gute Kalkulation errechnet werden.

Mit der Errichtung des Marchfeldkanalsystems in Niederösterreich konnte die wasserwirtschaftliche Situation in Marchfeld verbessert werden. Somit ist eine Bewässerung auch in der Zukunft gewährleistet. Im Gegensatz zu Niederösterreich hat in Kärnten die Bewässerung noch keine so lange Tradition.

In Anbetracht der sich langfristig ändernden Klimasituation erfährt die Bewässerung eine interessante Entwicklung.

Betriebswirtschaftlich gesehen ist die Bewässerung ein sehr komplexes System. Es gibt die unterschiedlichsten Bewässerungsverfahren und bei jedem Verfahren sind verschiedenste Rahmenbedingungen zu beachten.

Auf dieser Grundlage wurden für diese Arbeit drei verschiedene Kalkulationsmodelle für die drei häufigsten Bewässerungsverfahren im Ackerbau, die Flügelberegnung im Umlegeverfahren, die Netzberegnung und die Beregnungsmaschine wären, erstellt.

Es wurden die benötigten Daten erhoben und bei einem Musterbetrieb und schließlich auch bei landwirtschaftlichen Betrieben in zwei unterschiedlichen Regionen angewendet.

Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass die Bewässerung in Niederösterreich einen sehr viel größeren Teil der Bewässerung ausmacht, da die landwirtschaftliche Bewässerungsfläche größer als in Kärnten ist. Kärnten besitzt zwar auch viel landwirtschaftlich genutzte Fläche, jedoch wird davon nur ein kleiner Prozentsatz im Vergleich zu Niederösterreich aufgrund der geringen Bewässerungsbedürftigkeit bewässert.

## 2. Aufgabenstellung

Ziel dieser Masterarbeit ist es, jeweils ein Kalkulationsmodell für die in Österreich im Ackerbau am häufigsten angewandten Bewässerungsverfahren zu erstellen.

Auf Basis der Berechnungen sollte ein Überblick über die maßgeblichen Kostenfaktoren geschaffen werden, die sich bei jedem Bewässerungsverfahren voneinander unterscheiden. Wenn die Neuanschaffung einer Bewässerungsanlage kalkuliert wird, spielen viele Parameter eine Rolle. Neben der eigentlichen Anlage müssen die Kosten für Pumpstation, Arbeitszeit und die Form der Wasserbereitstellung einberechnet werden.

Das Ergebnis der Berechnungen wird in Euro pro Millimeter und Hektar angegeben. Für Bewässerungsverfahren wird ein Überblick über die unterschiedlichen Anschaffungskosten erstellt. Es werden die Flügelberegnung im Umlegeverfahren, die Netzberegnung und die Beregnungsmaschine in einem Musterbetrieb verglichen. In Kenntnis dieser Zahlen kann ein Landwirt bei der Eingabe der eigenen Zahlen sich dann entscheiden, ob sich eine Bewässerung für seinen Betrieb lohnt.

Beispielsweise gibt es bei der Beregnung mittels Kleinregner zwei unterschiedliche Verfahren: Einerseits wird die Flügelberegnung im Rahmen des Umlegeverfahren angewendet, was sich zwar wegen der geringen Anschaffungskosten anbietet, jedoch später höhere Arbeitskosten mit sich bringt. Die andere Variante ist die Netzberegnung. Die Anschaffungskosten dafür sind sehr hoch, dafür sind aber die Arbeitskosten geringer als beim Umlegeverfahren. Die Beregnungsmaschine bewässert mittels Groß- und Kleinregner und hat wie die Netzberegnung hohe Anschaffungskosten, jedoch zeichnet sich das Verfahren wiederum mit den geringeren Arbeitskosten positiv aus.

Die Kalkulationsmodelle werden auch auf zwei landwirtschaftliche Betriebe in zwei unterschiedlichen Bundesländern angewendet und es werden für die Betriebe die Gesamtkosten ausgewertet. Dazu wurden die Daten der Betriebe erhoben und im Kalkulationsmodell angewendet.

### 3. Die Aufgaben der Bewässerung

Pflanzen können mittels Bewässerung mit Wasser zusätzlich und optimal versorgt werden. Vor allem in trockenen Gebieten ist eine Bewässerung unentbehrlich (Vollbewässerung), jedoch muss auch das Wasser bereitstehen. Auch in Österreich gibt es mitunter Trockenzeiten. Mit Hilfe der Bewässerung kann die Wachstumsperiode verlängert und eine Reduzierung der Wasseraufnahme verhindert werden (Zusatzbewässerung). Dies ist für einen erfolgreichen Ertrag von großer Bedeutung. Die Bewässerung ist nicht nur bezüglich der Deckung der Produktionskosten von Bedeutung, sondern indirekt auch für die Förderung regionaler Produkte. (WITHERS, VIPOND, LECHER, 1978, S. 1-30).

Um Ertragseinbußen zu verhindern, müssen für die jeweiligen Kulturen die Beregnungsgaben kalkuliert werden.

*“Die Bewässerung wird zu folgenden Zwecken in der Landwirtschaft eingesetzt:*

1. *Regelung des Wasserhaushaltes*
2. *Düngende Bewässerung*
3. *Frostschutzberegnung*
4. *Bodenverbesserung*
5. *Schönungsberegnung*
6. *Bodenentsalzung (Leaching)*
7. *Änderung des Kleinklimas“* (CEPUDER, 2012, S. 1).

Mit einer Regelung des Bodenwasserhaushaltes kann die Pflanze optimal versorgt werden und somit der angestrebte Ertrag erzielt werden.

#### 3.1 Einflussgrößen der Bewässerung

##### **Das Bodenwasser**

Das Wasser, welches sich im Boden abwärts in Richtung des Grundwassers bewegt, wird als Sickerwasser bezeichnet. Dieses wird vom Haftwasser durch die Feldkapazität abgegrenzt. Als Feldkapazität wird jener Wassergehalt des Bodens bezeichnet, den man nach einer Bewässerung bzw. Niederschlag nach drei Tagen messen kann.

Das Haftwasser ist das vom Boden gehaltene Wasser, das sich über den Bereich des Grundwassers befindet. Der Hauptteil des pflanzenverfügbaren Wassers stellt das

Kapillarwasser<sup>1</sup> dar, welches einen Teil des Haftwassers ausmacht. Der restliche Teil ist das Adsorptionswasser, welches von den Pflanzen nicht genutzt werden kann

Die Ausbildung des Kapillarsystems, der Feuchtegehalt und der Wasserspannung des Bodens sind wichtige Parameter für die Pflanzenwasseraufnahme. Lehmböden sind aufgrund der Feuchtigkeit und Charakteristiken wie Belüftung ideal für den Pflanzenertrag. (WITHERS, VIPOND, LECHER, 1978, S.52).

### **Die Wasseraufnahme der Pflanze**

Durch die Verdunstung wird von der Pflanze das Wasser aus dem Boden entnommen und es entsteht ein Potenzialgradient. Bei einer verminderten Transpiration entstehen Welkesymptome und ein vermindertes Pflanzenwachstum. Wenn irreversible Schäden an der Pflanze auftreten und das Wasser von ihr nicht mehr durch Transpiration aufgenommen werden kann, spricht man vom „Permanenten Welkepunkt“. (CEPUDER, 2012, S. 65-103).

Der permanente Welkepunkt tritt bei einem Matrixpotenzial von 15bar (15000hPa) ein, die Wasserzufuhr der Pflanze wird unterbrochen und es treten Welkesymptome ein.

### **Das Pflanzenverfügbare Wasser**

Die Differenz zwischen der Feldkapazität und dem permanenten Welkepunkt ergibt das pflanzenverfügbare Wasser. In Abbildung 1 ist der Bereich des pflanzenverfügbaren Wassers (Fn) abgebildet, der sich durch den permanenten Welkepunkt und der Feldkapazität begrenzt.

---

<sup>1</sup> Kapillarwasser= Wird in den Kapillaren im Boden durch Adhäsion und Kohäsion festgehalten.

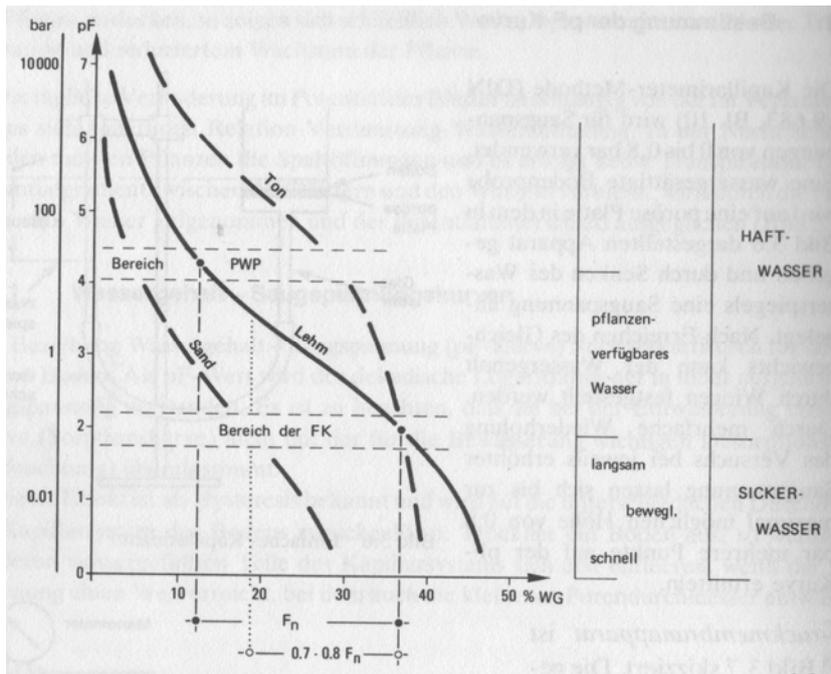


Abbildung 1: Desorptionskurven. (WITHERS, VIPOND, LECHER, 1978, S.56).

### Der Zeitpunkt der Bewässerung

Kurz bevor der permanente Welkepunkt eintritt, sollten die Kulturpflanzen bewässert werden, jedoch ist diese Vorgehensweise in die Praxis schwer umzusetzen. Wenn die Feldkapazität zwischen 60 und 80 % liegt, dann sind die Entwicklungen der Pflanzen bestens gesichert. (WITHERS, VIPOND, LECHER, 1978, S.557-58).

### Die Bewässerung in semiariden<sup>2</sup> Gebieten

Im Gegensatz zum humiden Klima<sup>3</sup> ermöglicht die Bewässerung auch den Anbau von Pflanzen in Sandböden, die erst durch Bewässerung gedeihen können. Auch Mineraldünger bzw. organischer Dünger gelangen durch die Bewässerung besser in das Wurzelsystem. In Entwicklungsländern werden mehr Arbeitskräfte in der Bewässerungswirtschaft eingesetzt als beim Trockenfeldbau, daher ist die Bewässerung sozialwirtschaftlich gesehen auch von großer Bedeutung. Beispielsweise sind in Ägypten durch die Bewässerung drei bis vier Fruchtfolgen möglich. (CEPUDER, 2011, S. 13).

<sup>2</sup> semiarid= Verdunstung ist größer als der Niederschlag.

<sup>3</sup> humiden Klima = Der Niederschlag ist (beispielsweise in Österreich) größer als die Verdunstung.

## 3.2 Bewässerungsbedürftigkeit

„Die Bewässerungsbedürftigkeit ist gegeben, wenn der Pflanzenwasserbedarf größer ist als die verfügbare Wassermenge durch Niederschlag, kapillaren Aufstieg und pflanzenverfügbaren Bodenwasser.“ (CEPUDER, 2012, S. 6).

Die Bedürftigkeit hängt von Boden, Klima, Wasserquantität, Wasserqualität, Topografie und von der Pflanzenart ab. Die Erträge sollten durch die Bewässerung bei unzureichenden Niederschlägen gesichert werden. Bei der relativen Bewässerungsbedürftigkeit ist die Fortpflanzungsfähigkeit der Pflanze gegeben, im Gegensatz zur absoluten Bewässerungsbedürftigkeit: Hier reichen die Niederschläge im Gebiet für ein Pflanzenwachstum nicht aus. (CEPUDER, 2012, S. 6).

### Die Prüfung der Bewässerungsbedürftigkeit

Die Prüfung der Bewässerungsbedürftigkeit beginnt mit der Erhebung der hydrologischen Daten, dann wird die klimatische Wasserbilanz berechnet.

### Hydrologische Grundlagen

Die hydrologischen Daten aus dem hydrografischen Jahrbuch liefern die monatlichen meteorologischen Daten, welche die Lufttemperatur und der Niederschlag sind, einzelner Jahresreihen. Wichtig neben Temperatur und Niederschlag sind auch Windgeschwindigkeit, relative Luftfeuchtigkeit und Sonnenscheindauer bzw. Strahlung.

### Die Wasserbilanz

Sie hängt von vielen Faktoren ab. Die Wasserspeicherkapazität ändert sich mit der Bodenart und der Gründigkeit. Die potenzielle Evaporation wird nach der Formel von Penman-Montheith berechnet. Mit dem CROPWAT-Programm<sup>4</sup>, welches die Formel von Penman-Montheith verwendet, kann der Pflanzenwasserbedarf ebenfalls kalkuliert werden. Die klimatische Wasserbilanz wird mittels des Niederschlags weniger der errechneten aktuellen Evapotranspiration ermittelt. (CEPUDER, 2012, S. 12-19).

Bei der aktuellen Evapotranspiration sind die inneren Bedingungen, wie Bodenwasserstress, maßgebend. Bei der potentiellen Evapotranspiration sind jedoch die äußeren meteorologischen Bedingungen maßgebend.

---

<sup>4</sup> CROPWAT-Software FAO56= „Referenz“, welches kostenlos zur praktischen Anwendung für die Bewässerungsplanung herangezogen werden kann.

### **Der Bodenwasservorrat für eine Pflanze**

Er hängt von der nutzbaren Feldkapazität ( $nK^5$ ) und der Wurzeltiefe der Pflanzen ab. Das Wasser wird von den Wurzeln aufgenommen, wenn das Potenzial der die Wurzeln vorhandenen Bodenlösung höher ist, als das der Pflanze.

**Das Bewässern:** Wenn pflanzenabhängig ein Schwellenwert der nutzbaren Feldkapazität unterschritten ist, dann sollte die Bewässerung starten. (CEPUDER, 2011, S. 25-32).

Damit wird verhindert, dass Pflanzen einem Stress unterliegen.

---

<sup>5</sup>  $nK$  = Jener Anteil des Bodenwassers, der pflanzenverfügbar ist.

#### 4. Überblick über die Bewässerungsverfahren

In Österreich finden hauptsächlich Flügelbewerung im Umlegeverfahren, Netzbewerung und Bewerung mit der Bewerungsmaschine im Ackerbau Anwendung.

In Abbildung 2 ist eine Übersicht der verschiedenen Bewässerungsverfahren dargestellt. Die rotschraffierten Verfahren werden hauptsächlich in Österreich angewendet (siehe Kapitel 4.1.).

<b>Bewerungsmethoden</b>			
<b>Bewerung mit Kleinregnern</b>	<b>Bewerung mit Grossregnern</b>	<b>Bewerung mit Bewerungsmaschinen</b>	<b>Tropfbewässerung</b>
SPRINKLER IRRIGATION	"Weitstrahlregner"	<b>TRAVELING RAIN (BIG GUN IRRIGATION, Großregner ("Rainstar"))</b>	Mikrobewerung
<b>Flügelbewerung im Umlegeverfahren,</b>		<b>CENTER PIVOT SYSTEM (kreisförmige Bewässerung)</b>	
<b>Netzbewerung:</b>		<b>LINEAR MOVING SYSTEM (lineare Bewässerung)</b>	

Abbildung 2: Übersicht der Bewässerungsverfahren. (CEPUDER,2011, S.93-95).

Die Bewerung mit Kleinregnern lässt sich in erster Linie als Flügelbewerung im Umlegeverfahren und als Netzbewerung klassifizieren. Die Bewerungsmethoden reichen von der Tropfbewässerung bis zum Einsatz von Klein- bzw. auch Großregnern. Bei den Bewerungsmaschinen in Österreich steht die Bewerungsmaschine mit Regnereinzug an oberster Stelle (Abbildung 7).

Die Tropfbewässerung wird in unserem Gebieten häufig im Wein-, Gemüse- und Obstbau angewendet. Beim Tropfbewässerungsverfahren erfolgt die Bewässerung mittels eines Kunststoffrohrs durch einen Tropfer.

Das Center Pivot System (Abbildung 3) und das Linear Moving System (Abbildung 4) werden in unserem Land auch weniger angewendet. Beim Center Pivot System erfolgt die Bewässerung durch eine Rotation um einen Fixpunkt kreisförmig, davon kommt auch die Bezeichnung Pivot Point<sup>6</sup>. Der Fixpunkt ist auch die Wasserversorgungsquelle, eine separate Wasserversorgung kann jedoch auch durch Zuleitungen erfolgen. Das System besteht aus einer langen lateralen Leitung, die mit Regnern verbunden ist. Diese Leitung ist mit Rädern versehen, mit deren Hilfe sich das System dreht.

Mittels ausfahrbaren Schwenkarms kann eine Verlängerung erfolgen. Damit können zusätzliche Flächen bewässert werden, selbstverständlich unter Anfall zusätzlicher Kosten.

<sup>6</sup> Pivot Point= Englisch, auf Deutsch übersetzt Drehpunkt;

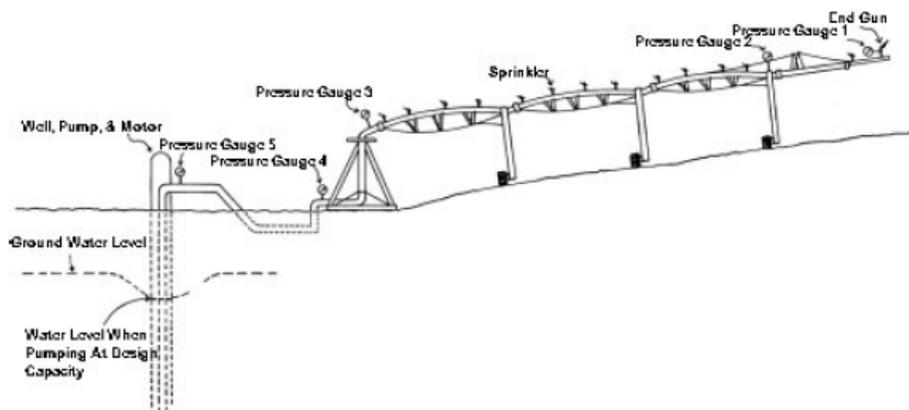


Abbildung 3: Center Pivot Bewässerung. (CEPUDER, 2012, S. 32).

Das Linear Moving System verfügt wie das Center Pivot System über eine horizontale Bewässerungsleitung, welche mit Regnern besetzt ist. Die Stützen sind ebenfalls bereift. Sie fahren das Gestell aber immer nur in die gleiche Richtung und mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Die Wasserversorgung kann aus Anschlussleitungen erfolgen oder über einen Kanal.

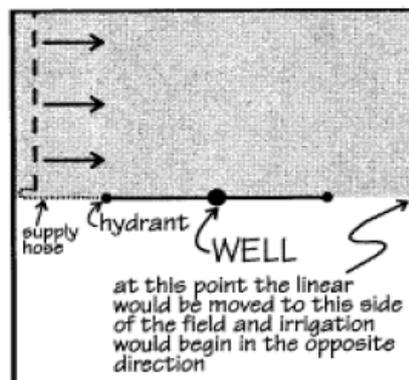


Abbildung 4: Linear Moving System. (CEPUDER, 2012, S. 32).

Die Hauptbestandteile eine Beregnungsanlage sind meist:

- Pumpen,
- Verteilerleitungen,
- Zufuhrleitungen und
- Regner. (CEPUDER, 2012, S. 28-34).

Jedes System benötigt unterschiedlichste Anlageelemente und wie viel der Anschaffungswert der Bestandteile beträgt, hängt vom jeweiligen System ab.

## 4.1 Detailbeschreibung der ausgewählten Bewässerungsverfahren in Österreich

Die in Österreich am häufigsten angewandten Beregnungsverfahren sind:

- Die Flügelberegnung im Umlegeverfahren;
- Die Netzberegnung;
- Die Beregnungsmaschine mit Regeneinzug: Großregner;

### 4.1.1 Die Flügelberegnung im Umlegeverfahren

Bei diesem Verfahren wird wenig in Material investiert, jedoch ist der Arbeitsaufwand hoch. Die Rohrleitung muss - abhängig von der Feldgröße - einmal am Tag umgelegt werden, was Zeit kostet. Beim Umlegeverfahren wird eine Regenleitung bzw. ein Strang eingeschaltet und nach Beregnungsende umgelegt. Der Mindestdruck von 3 bar sollte bei den Regnern der Flügelberegnung im Umlegeverfahren und bei der Netzberegnung nicht unterschritten werden, daher muss auf eine richtige Dimensionierung geachtet werden. Die Flächenleistung dieses Verfahrens ist geringer und erfordert einen größeren Arbeitsaufwand, um die Verteilung des Wassers über den Bewässerungszeitraum zu gewährleisten. Problematisch wird es, wenn zu Beginn der Beregnung Staunässe entsteht, die sich schädlich auf die Kultur auswirkt. In Abbildung 5 ist der Aufbau einer Flügelberegnung im Umlegeverfahren dargestellt.

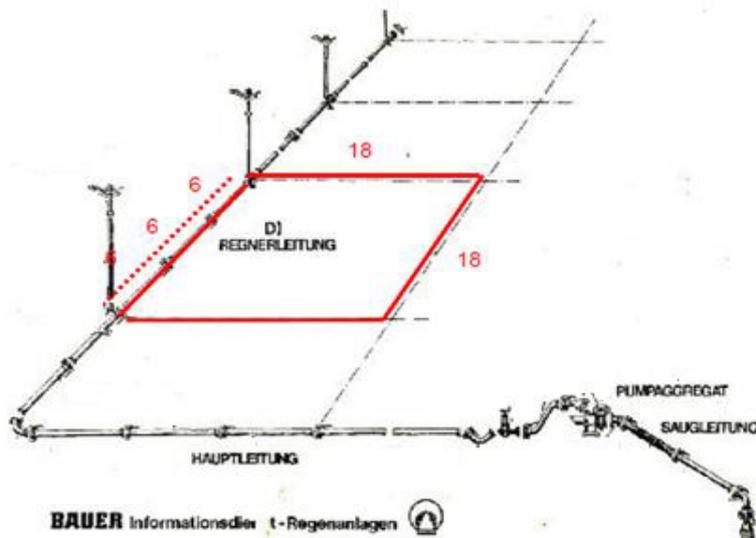


Abbildung 5: Aufbau einer Flügelberegnung im Umlegeverfahren. (CEPUDER, 2012/13, S.4).

### 4.1.2 Die Netzberegnung

Die Rohrregenleitungen werden flächendeckend verlegt und so können mit geringem Arbeitsaufwand kleine Regengaben über das Feld präzise verteilt werden. Die Flächenleistung dieses Verfahrens ist im Gegensatz zu der des Umlegeverfahren viel höher. In Abbildung 6 ist ein Feld abgebildet, welches mit dem Verfahren der Netzberegnung bewässert wird. Gleichzeitig werden zwei Stränge (1 und 2) eingeschaltet und wenn genügend Bewässerungswasser an die erste Bewässerungsfläche abgegeben wurde, dann werden die nächsten zwei Stränge eingeschaltet und so weiter bis zum Ende des Feldes. (Der Turnus<sup>7</sup> einer Kultur muss jedoch immer eingehalten werden.)

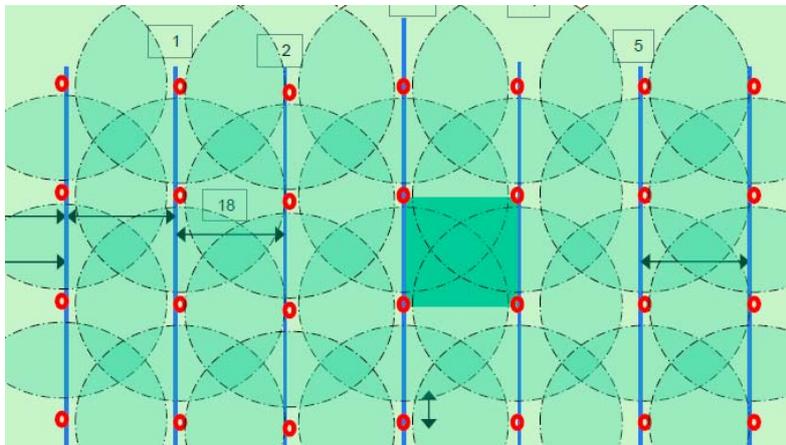


Abbildung 6: Aufbau einer Netzberegnung. (CEPUDER, 2012/13, S.16).

### 4.1.3 Die Beregnungsmaschine

Die Ermittlung der Beregnungsintensität erfolgt beim Großregner über die Einzugs geschwindigkeit. Durch die vielen negativen klimatischen Verhältnisse wie direkte Sonneneinstrahlung und Wind, die am Tag vorkommen, erfolgt die Bewässerung bei vielen Kulturen nur in den Abend- bis in die Morgenstunden. Die Regner der Beregnungsmaschine bestehen hauptsächlich aus Großregnern, können aber unter gewissen Umständen auch aus Kleinregnern („Regenwagen“) bestehen. (CEPUDER, 2012, S. 28-34)

Der Großregner wird in Österreich am häufigsten eingesetzt. Die Firma Bauer vertreibt das Modell „Rain-Star“, eine Beregnungsmaschine mit Regnereinzug.

<sup>7</sup> Turnus= Die Bewässerungsdauer in Tagen pro Feld für die einmalige Bewässerung einer Kultur.

Auf der Trommel befindet sich ein Polyethylen-Schlauch, mit dem das Wasser zum Regner befördert wird. Ein Aluminium- bzw. Eisengestell zieht den Schlauch hydraulisch während der Bewässerung wieder ein. In Abbildung 8 ist die Beregnungsbreite der Beregnungsmaschine abgebildet. Die Beregnungstreifenbreite wird mit ungefähr 85 Prozent des Beregnungskreisdurchmessers angenommen. (GEHRING, 2008, S.17).

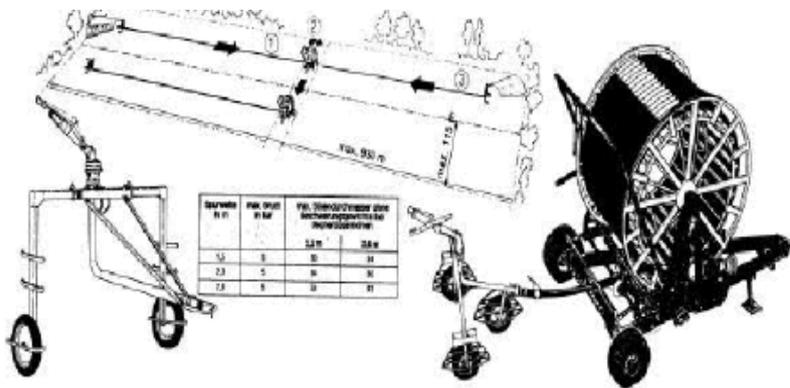


Abbildung 7: Beispiel eine Beregnungsmaschine mit Regnereinzug (oben). (CEPUDER, 2012, S. 32).

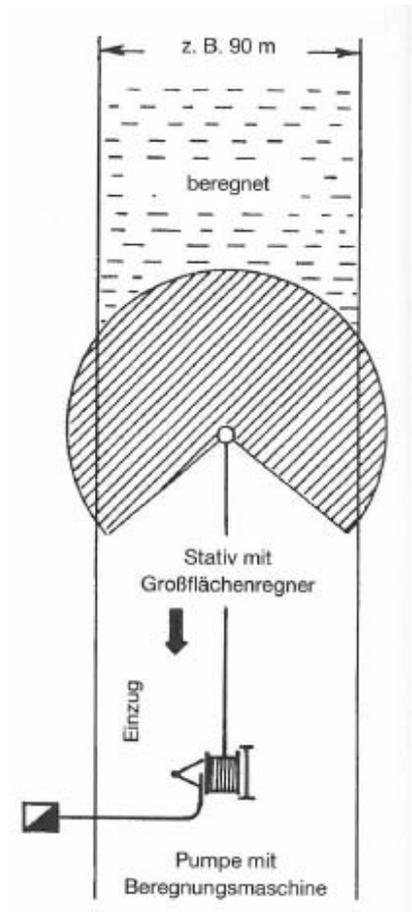


Abbildung 8: Beregnungstreifen einer Beregnungsmaschine (rechts). (GEHRING, 2008, S.17).

## 4.2 Bestandteile der Bewässerungsverfahren

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Bestandteile eines Bewässerungssystems in wenigen Worten beschrieben:

### 4.2.1 Pumpaggregat

Ein Pumpaggregat wird entweder mit Diesel oder Strom betrieben. Über die Antriebsart entscheidet der Landwirt. Das Pumpenzubehör besteht meistens aus einem Fülltrichter, einem Manometer und einer Membransaugpumpe. (CEPUDER, 2012, S. 28-34)

Pumpen werden meist in ein-, zwei- oder in mehrstufige Kreiselpumpen eingeteilt. Die wichtigsten Kenndaten einer Pumpe sind die Förderhöhe (H), die Fördermenge (Q) und der Leistungsbedarf (P), der in kW<sup>8</sup> angegeben wird. Die Förderhöhe wird in Meter oder bar angegeben. Druckverluste werden durch die Höhenunterschiede und Reibungen zusätzlich verursacht und beeinflussen den Leistungsbedarf. Die Fördermenge vom Wasser wird für die Berechnung der Pumpenleistung in Kubikmeter pro Stunde angegeben und ist immer von der Anzahl der Regner abhängig.

In unseren Gebieten werden hauptsächlich Pumpen für Saughöhen unter 6 Meter verwendet wie z. B. die Traktor-Getriebepumpen, Dieselaggregate und Elektropumpen. Die Tiefsaugeinrichtung, die Bohrlochwellenpumpen und die Tauchmotorpumpen werden für Förderhöhen über 6 Meter verwendet, die aber nicht so oft im Einsatz sind.

### Traktor-Getriebepumpen

Sie sind robust, günstig und werden häufig in der Beregnung verwendet. Die Umdrehungsanzahl von 540 U/min soll nicht überstiegen werden und vor Inbetriebnahme der Traktor-Getriebepumpe müssen die Pumpe und die Saugleitung manuell mit Wasser gefüllt werden.

In Abbildung 9 ist links eine Traktor-Getriebepumpe mit den dazu gehörigen Bestandteilen und rechts eine Traktor-Getriebepumpe auf fahrbarem Gestell dargestellt. Der Nachteil dieser Pumpen ist der hohe Dieselverbrauch, da 1 Liter Dieselöl pro Millimeter und Hektar verbraucht werden bzw. 9,93 kWh<sup>9</sup> pro Millimeter und Hektar.

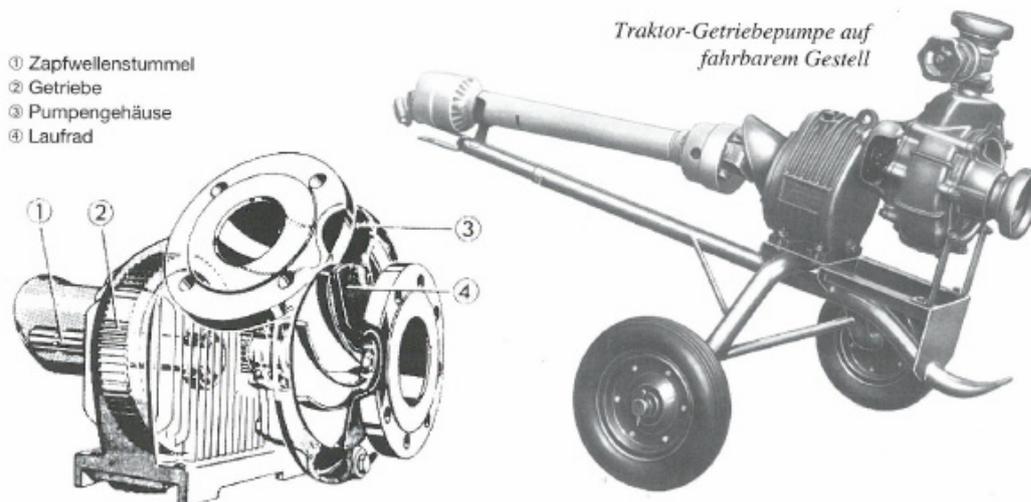


Abbildung 9: Traktor-Getriebepumpen. (GEHRING, 2008, S.142).

<sup>8</sup> kW= Kilowatt; 1 Kilowatt entspricht 1000 Watt.

<sup>9</sup> kWh= 1 Kilowatt x 1 Stunde (Kilowattstunde).

## Dieselaggregate

Wie in Abbildung 10 ersichtlich, bildet der Dieselmotor (3) mit der Kreiselpumpe (1) auf einem fahrbaren Gestell mit Tank (2) eine Einheit. Die Pumpenleistung ist der Motorleistung angepasst und der Treibstoffverbrauch ist bei Dieselaggregaten geringer als bei den Traktor-Getriebepumpen. Der Verbrauch von einem Dieselaggregat liegt im Durchschnitt bei nur 0,8 Liter Dieselöl pro Millimeter und Hektar bzw. 7,74 kWh pro Millimeter und Hektar.

## Elektropumpe

Die Stromkosten liegen unter den Dieselnkosten, daher ist die Beregnung mittels Elektropumpe (Abbildung 11) meist am billigsten. Der Elektromotor verbraucht ungefähr 3,6 kWh pro Millimeter und Hektar. Jedoch gibt es mit der Elektrifizierung auch Nachteile, da das elektrische Antriebssystem ortsgebunden ist. Die Pumpe muss auch aufgrund der fehlenden Drehzahlanpassung zum Motor passen. (GEHRING, 2008, S.142-145). (Es gibt jedoch auch drehzahlgeregelte Elektromotoren.)

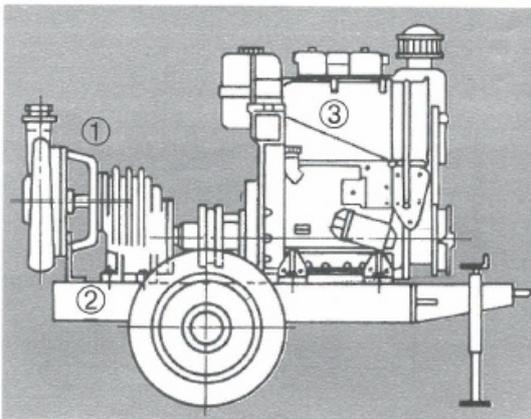


Abbildung 10: Dieselaggregat. (GEHRING, 2008, S.142-143).

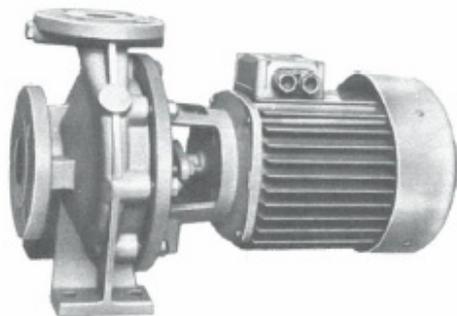


Abbildung 11: Elektropumpe. (GEHRING, 2008, S.142-143).

## 4.2.2 Saugleitung

Die Saugleitung wird direkt am Pumpaggregat angeschlossen. Die Bestandteile der Saugleitung sind: der Sauganschluss mit Sicherheitsventil, Spiralschlauch aus Gummi, das Passrohr - welches einen Bogen zwischen 60° und 90° bilden kann - und ein Saugkorb.

## 4.2.3 Hauptleitung

Grob eingeteilt ergeben sich für die Hauptleitung folgende Bestandteile: der Druckanschluss, ein Etagebogen, ein Absperrschieber, ein Bogen mit 90° und die Schnellkupplungsrohre. Weitere Formstücke können sein: T-Stücke, Bögen zwischen 60° bis 90°, Erweiterungen, Reduktionen, Endkappen, Hydranten und T-Stücke (erforderlich bei Netzberegnung).

## 4.2.4 Regnerleitung

Die Leitung besteht bei einer Flügelberegnung im Umlegeverfahren aus Einheiten<sup>10</sup> mit einer Endkappe und den Verbindungsbögen pro Länge. Bei der Netzberegnung sind die Einheiten alle fix an der Hauptleitung montiert. Eine Länge besteht bei der Netzberegnung aus den Einheiten und einem T-Stück und die letzte Reihe aus einem Bogen.

Der Verband ist bei der Flügelberegnung im Umlegeverfahren meist auf 18 Meter mal 18 Meter ausgelegt (kann aber auch auf 18 Meter mal 24 Meter ausgelegt sein). Eine Regnereinheit besteht immer aus einem Regner und aus zwei bzw. drei Rohren (Abbildung 5).

Die Regnerleitung ist mit unterschiedlichsten Regnern (Klein- oder Großregner) ausgestattet. Neben den Regnern sind weitere Bestandteile vorhanden: Anschlussbögen, Rohre und Formstücke (Bögen, T-Stücke, Endverschlusskappen, Standrohrkupplungen, Stützbügel, Standrohre, Regner, Regnerdüsen und eventuell Düsendruckmesser).

---

<sup>10</sup>Einheiten= Eine Einheit besteht immer aus zwei (á 9m) oder aus drei (á 6m) Rohren und einem Regner.

## 5. Untersuchungsgebiet

Niederösterreich hat den höchsten Anteil an der Bewässerung gegenüber den restlichen Bundesländern in Österreich. Die Bewässerungsgebiete in Österreich sind in Abbildung 12 ersichtlich, die den größten Teil in Niederösterreich und ein Teil im Burgenland ausmachen. Vor allem das Marchfeld, das Retzer und Laaer Becken und die Parndorfer Platte erreichen einen großen Anteil an bewässerter Fläche. Obwohl Kärnten viel landwirtschaftlich genutzte Fläche besitzt, macht die Bewässerung nur einen Bruchteil im Bundesland aus (Klagenfurter Becken). Laut des Mehrfachantrag (Erfassungsdatenstand: 24. Jänner 2013) der Bewässerungslandwirte in Österreich, welches von der AMA<sup>11</sup>, Referat ÖPUL<sup>12</sup> erhoben wurde, wurde verkündet, dass 44 Landwirte Bewässerung in Niederösterreich betreiben. Im Gegensatz zu Kärnten sind es nur 5 Landwirte!

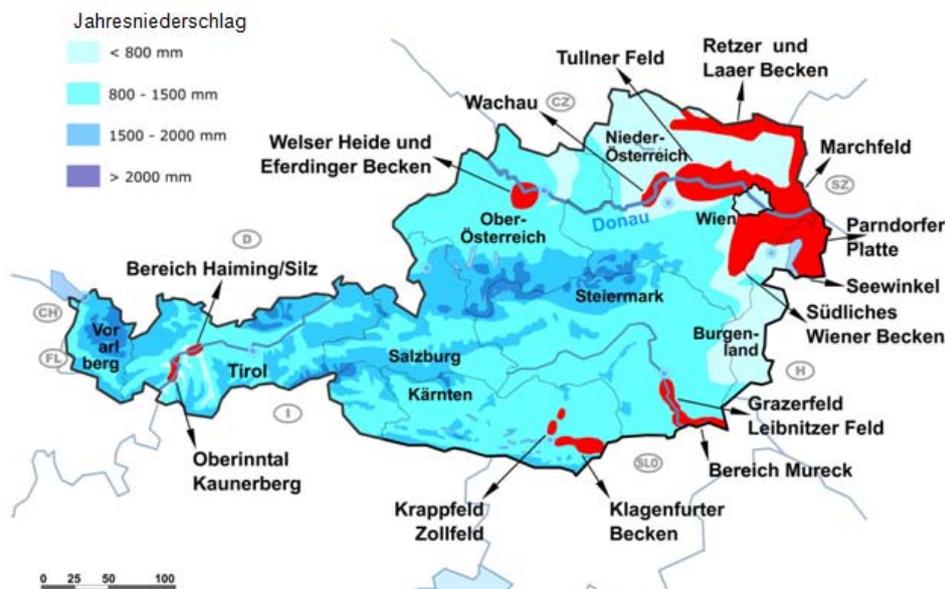


Abbildung 12: Bewässerungsgebiete in Österreich. (CEPUDER, NOLZ, 2012, S. 10).

In Abbildung 13 ist die Wasserbilanz von Österreich in Millimeter dargestellt. Ersichtlich ist, dass nur zwei Millimeter der Wasserentnahmen für die Bewässerung verwendet werden.

<sup>11</sup> Agrarmarkt Austria

<sup>12</sup> Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft

Zufluß		Abfluß	
Niederschlag	1170	Unproduktive Verdunstung	102
Zufluß oberirdisch und unterirdisch	340	Produktive Verdunstung	400
		Verdunstung von der freien Wasseroberfläche	8
		Verdunstung von der Pflanzenoberfläche	6
		Abfluß oberirdisch und unterirdisch	994
<b>Gesamt</b>	<b>1.510</b>	<b>Total</b>	<b>1.510</b>
<b>Wasserentnahmen</b>		Industrie	20
		Haushalte	8
		Bewässerung	2

Abbildung 13: Wasserbilanz von Österreich in Millimeter. Quelle: Kresser 1994. (CEPUDE, NOLZ, 2012, S. 9).

## 5.1 Niederösterreich

Niederösterreich ist im Bereich der Bewässerung sehr gut organisiert, da für die Gemüseproduktion im südöstlichen Bereich immer von zu geringen Niederschlagsmengen ausgegangen wird.

### 5.1.1 Klimatische Situation des Bundeslandes Niederösterreich

Das Übergangsgebiet Niederösterreich gehört zur kontinentalen, west-europäischen Klimazone. Das westeuropäische Klima bringt relativ kühle und nasse Sommer, ebenso wie milde Winter. (HANN, 1904, S 4-7).

Niederösterreich unterliegt einem überwiegend warmgemäßigtem Regenklima und der Niederschlag fällt in allen Monaten. Die Klimatypen Niederösterreichs sind vor allem das pannonische Klima<sup>13</sup> sowie das Gebirgsland- und Mittelgebirgsklima.

Das Marchfeld, das südlichste Wiener Becken und das Steinfeld gehören zu den wärmsten Gebieten in Niederösterreich. In den Sommermonaten treten vor allem im südlichen Waldviertel, dem Donautal, dem Alpenvorland und an den Abdachungen des Wechselbergzuges im Norden die höchsten Niederschlagsmengen auf. Der Anteil an Schnee und Hagel ist auch in hohen Lagen sehr gering.

Die Windverteilung ist von zwei Windrichtungen geprägt. Die Westwinde werden aufgrund der geographischen Lage des Landes in nordwestliche Richtung, also nach Wien und ins westliche Donautal, gelenkt. In Gegenrichtung führt die zweite Hauptrichtung, welche von Ost- oder auch

<sup>13</sup> Pannonische Klima= Ist gekennzeichnet durch Trockenheit und Wärme, der Winter kann aufgrund der kontinentalen Morphologie sehr kalt sein.

Südostwinde geprägt ist. Ost- oder Südostwinde treten vor allem in der kalten Jahreszeit auf. (MACHALEK, 1986, S 5-13).

Die Temperaturen schwanken in den verschiedenen Landesteilen Niederösterreichs, die größten Wärmekältegrade sind jedoch nicht so gleichmäßig verteilt wie die größten Wärmegrade Niederösterreichs. In den kalten Alpentteilen, die sich in sehr hohen Lagen befinden, können Temperaturminima von weniger als minus 30 Grad Celsius vorkommen. Im Gegensatz dazu werden 36 Grad Celsius in den wärmeren Gebieten des Bundeslandes selten überschritten, was aber auch nicht unmöglich ist.

Im März sind die Temperaturschwankungen am größten, denn in den Alpenländern können Temperaturextreme von bis zu 30 Grad Celsius Unterschied vorkommen. Plötzlich hereinbrechende Sommergewitter oder ein Tauwetter nach großer Kälte, wie es im Winter vorkommen kann, erzeugen die größten Temperaturschwankungen. (HANN, 1904, S 4-7).

Infolge des Einflusses durch den Menschen wurde und wird unser Klima immer wärmer. Im ganzen Bundesland sind die Mitteltemperaturen in den Wintermonaten gestiegen und die übrigen Monate (April bis November) verzeichnen eine Temperatursenkung. (MACHALEK, 1986, S 5-13).

Die ZAMG<sup>14</sup> stellt für Interessenten Klimadaten zur Verfügung. Die Mittel- und Extremwerte stammen vom Jahr 1971 und reichen bis zum Jahr 2000. Es wird ein schneller Überblick über die 200 Messstationen in Österreich geboten. Aus den Grafiken und Tabellen können verschiedenste Parameter wie Lufttemperatur, Wind, Niederschlag, Luftfeuchte etc. entnommen werden (z.B.: Abbildung 14).

---

<sup>14</sup> ZAMG= Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik; Online im Internet: URL:<http://www.zamg.ac>.

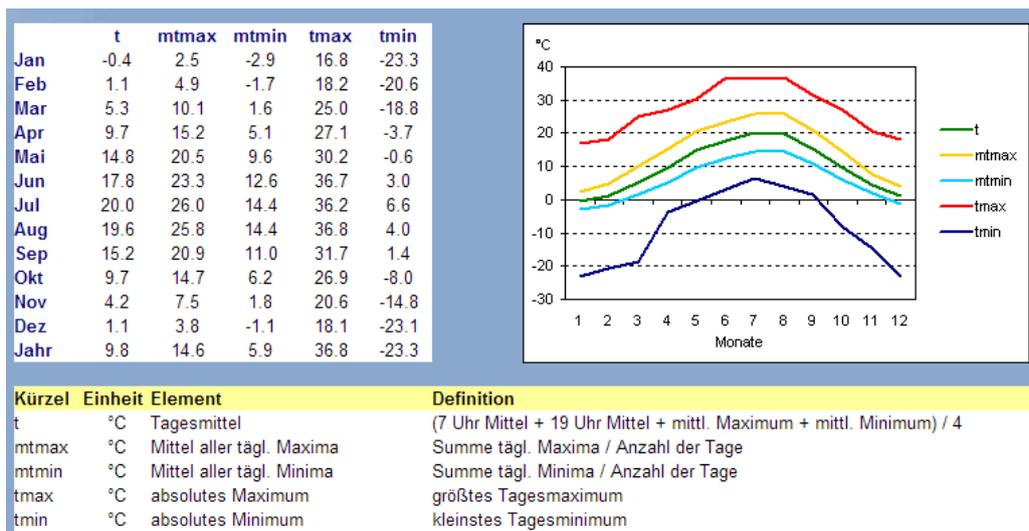


Abbildung 14: Durchschnittlicher Temperaturverlauf von Groß-Enzersdorf in Niederösterreich. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Groß-Enzersdorf (ZAMG, 2013).

Die Lufttemperatur von Groß-Enzersdorf ist in der Abbildung 14 ersichtlich. Die Messungen ergaben eine Lufttemperatur im jährlichen Tagesmittel von 9,8 °C. Der Niederschlag ist der wichtigste Parameter für die Bewässerung und verändert sich in Laufe der Monate, wie auch in Laufe der Jahre. Die mittlere Jahresniederschlagsmenge am Standort beträgt rund 520 l/m<sup>2</sup> und ist in Abbildung 15 aus dem langjährigen Monatsmittel ermittelt.

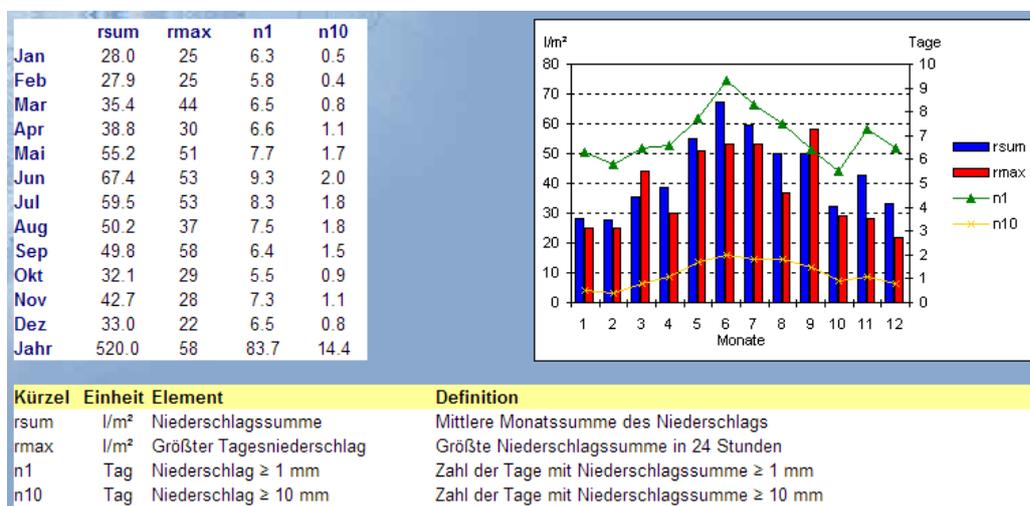


Abbildung 15: Durchschnittliche Niederschlagsmenge von Groß-Enzersdorf in Niederösterreich. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Groß-Enzersdorf (ZAMG, 2013).

Die Windgeschwindigkeit ist ausschlaggebend, ob am Tag oder in der Nacht bewässert wird. Mit der Berechnungsmaschine wird hauptsächlich in der Nacht bewässert, da die Windgeschwindigkeit geringfügig ist. Die Monatsmittel der Windgeschwindigkeit ist in der Abbildung 16 abgebildet und für das Jahresmittel folgt 3,1 m/s, was im Gegensatz zu Kärnten hoch ist. (Die Windstärke (w6 und w8) wird in dieser Abbildung in Beaufort<sup>15</sup> angegeben.)

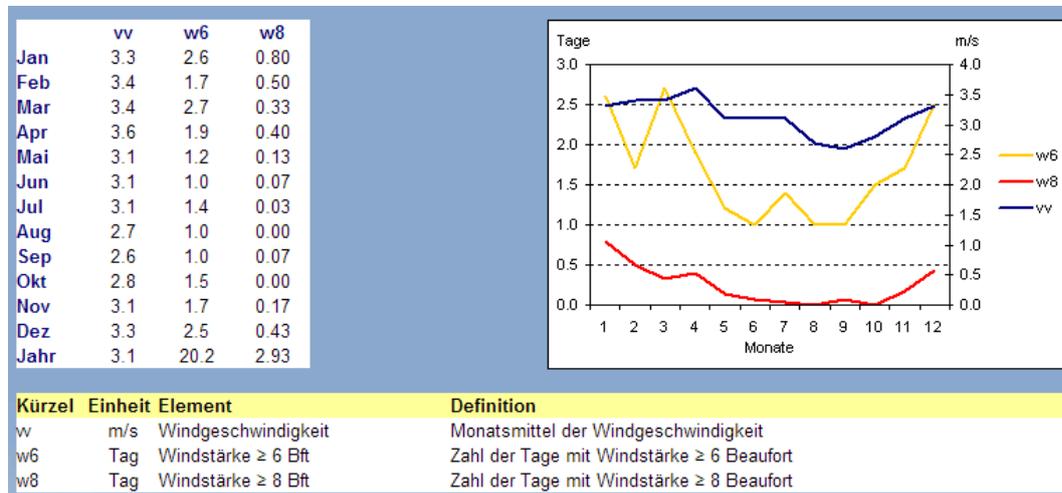


Abbildung 16: Durchschnittliche Windstärke und Windrichtung von Groß-Enzersdorf in Niederösterreich. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Groß-Enzersdorf (ZAMG, 2013).

### 5.1.2 eBOD

eBOD ist eine Web-GIS-Applikation, welche die digitalen Bodenkarten für das Land Österreich darstellt. Die Karten sind immer aufrufbar und in verschiedenen Maßstäben erhältlich. Im Anhang befinden sich noch weitere Karten der Bundesländer: Niederösterreich und Kärnten im Bezug auf die Bodenbeschaffenheit (Gründigkeit, Bodenart, Durchlässigkeit und Wasserverhältnisse).

### 5.1.3 Das pflanzenverfügbare Bodenwasser von Niederösterreich

Um den Feldfruchtertrag zu optimieren, muss die Wassermenge zur richtigen Zeit dem Boden zugeführt werden. Nur der Teil des Wassers, welches im Boden gespeichert wird, ist pflanzenverfügbar und der Rest versickert.

<sup>15</sup> Beaufort= 1 Beaufort sind 0,3-1,5 m/s.

In Abbildung 17 ist das pflanzenverfügbare Bodenwasser des Bundeslandes Niederösterreich dargestellt, welche in Klassen der nutzbaren Feldkapazität eingeteilt sind.

Die nutzbare Feldkapazität wird von eBOD in 6 unterschiedliche Klassen eingeteilt. Im der Nähe von Mistelbach und Gänserndorf ist die nutzbare Feldkapazität als hoch bis mittel eingestuft – eine gute Voraussetzung für die Bewässerung. In der Abbildung 18 ist die nutzbare Feldkapazität von Mattersburg und Neunkirchen gering bis sehr gering eingestuft.

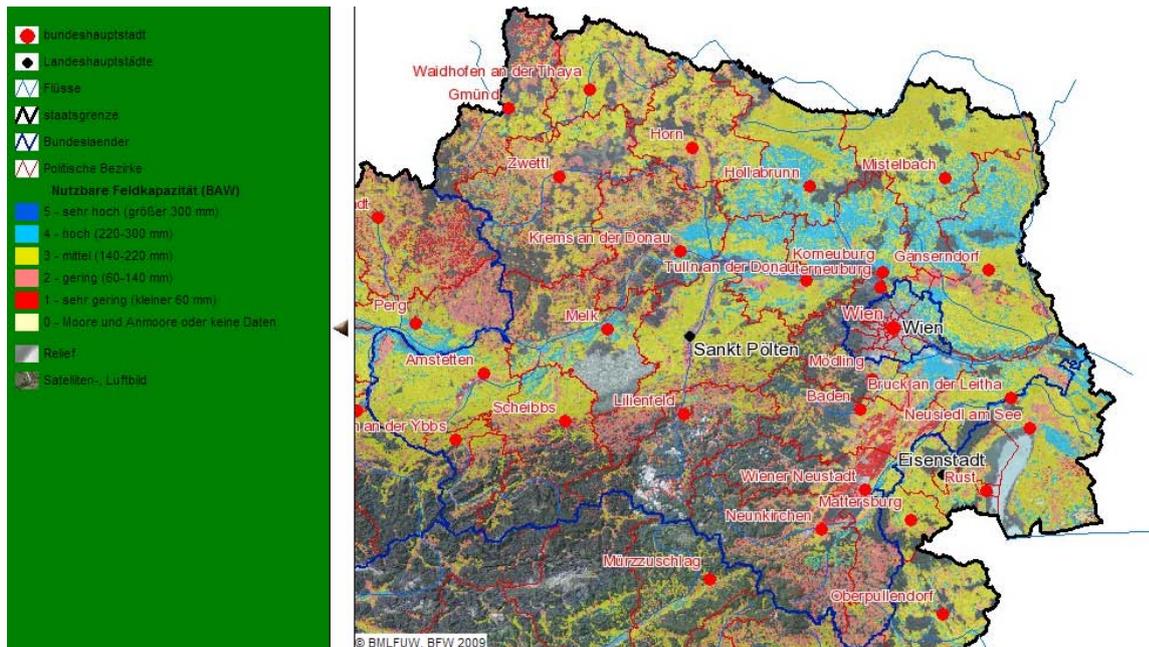


Abbildung 17: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013).

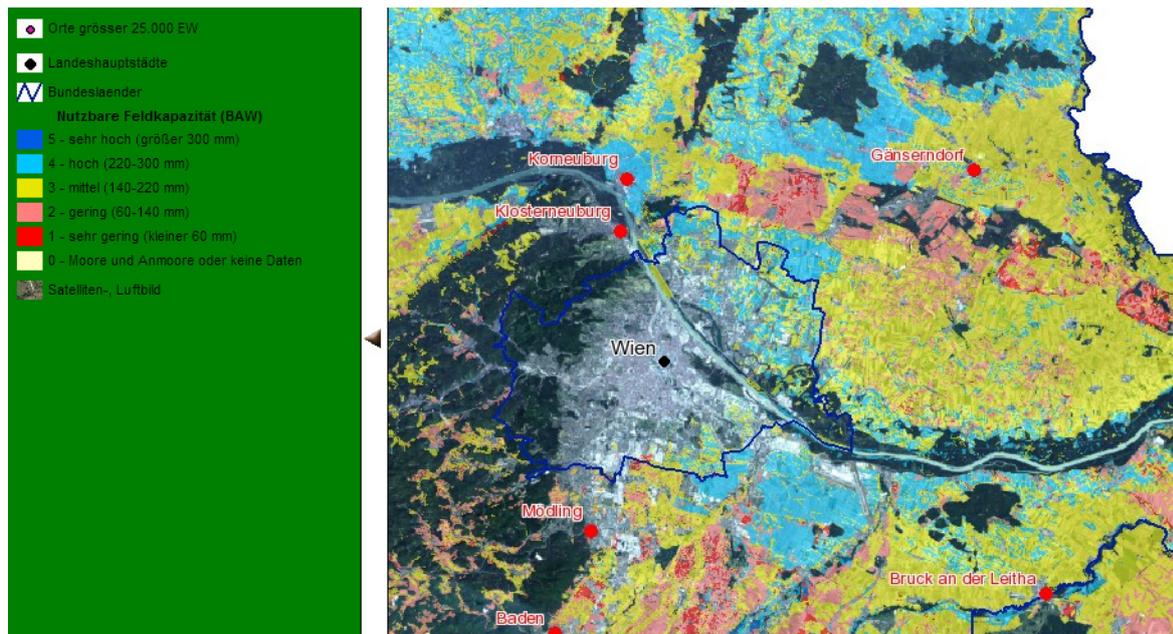


Abbildung 18: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers in Marchfeld im Maßstab von 1:300000. (eBOD, 2013).

## 5.2 Kärnten

Das Bundesland Kärnten ist im Bezug auf Bewässerung noch nicht so fortgeschritten wie das Marchfeld in Niederösterreich. Die landwirtschaftlichen Flächen werden vor allem für Futtermittel genutzt. Die Niederschlagsmenge in der Region ist hoch und daher wird leider auch auf Hitzeperioden wenig Rücksicht genommen.

### 5.2.1 Klimatische Situation des Bundeslandes Kärnten

Das Bundesland Kärnten befindet sich im südlichsten Teil der Westwetterlagen. Dort dominiert eine aus West bis Nordwest vorherrschende Luftströmung. Das Klima ist die durchschnittliche Witterung über viele Jahre hinweg und Kärnten erhält seine unterschiedlichen besonderen jahreszeitlich gebundenen Merkmale, welche von der Westwetterlage bestimmt sind.

In West- und Mitteleuropa ist ozeanisches Klima vorherrschend, das kontinentale Klima beeinflusst auch einen Teil des österreichischen Alpenraumes.

In den Becken- und Tallandschaften Kärntens herrscht eine beträchtliche Spannweite an Temperaturschwankungen innerhalb eines Jahres.

Die Exposition, die Windarmut und der durch den Alpenhauptkamm gegebene Schutz gegen ozeanische Witterungseinflüsse tragen die Verantwortung für die klimatische Situation in Kärnten. Die Temperaturschwankungen und das thermische Klima werden mit zunehmender Höhe kleiner.

Die Tiefdruckstörungen über der Adria bzw. über dem westlichen Mittelmeer sind in Kärnten im Gegensatz zu anderen Bundesländern in Österreich sehr viel stärker spürbar. Der Alpenhauptkamm bewirkt eine Abschirmung der aus Norden oder Nordwesten vordringenden Niederschläge. So wird deren Ergiebigkeit und Häufigkeit herabgesetzt. Durch diese zwei Einflüsse ist das Niederschlagsregime in Kärnten ausgeprägt und besteht aus einem süd-nordwärts gerichteten, ausgeprägten Niederschlagsgefälle.

Die monatliche Niederschlagssumme innerhalb eines Jahres ist im Norden Kärntens größer als im Süden. Das geringste Niederschlagsaufkommen verzeichnet der Nordosten Kärntens (Raum Lavanttal bis unteres Metnitztal).

Als Sommertage werden die Tage bezeichnet, an denen das Temperaturmaximum 25 Grad Celsius erreicht und Frosttage sind jene, an denen die Temperatur zumindest kurzzeitig unter 0 Grad Celsius sinkt.

Frosttage sind abhängig von der orographischen<sup>16</sup> Situation, denn sie nehmen in höheren Lagen zu und die Anzahl der Sommertage hingegen ab. In den Hochsommermonaten treten in Lagen ab 1.500 Meter keine Sommertage auf. Frostfrei sind die Monate Juni, Juli, August und September. Die restlichen Monate können Frosttage beinhalten. Die meisten Frosttage kommen in den Monaten Dezember und Jänner vor, die Jahressumme der Frosttage im Siedlungsraum beträgt bis zu 160 Tage. (TROSCHL, 1980, S 1-27).

Kärnten befindet sich als Übergangsgebiet zwischen dem osteuropäischen und westeuropäischen Landklima. Das Kärntner Klima gestaltet sich unterschiedlich und ist geprägt von der Unterschiedlichkeit des Wetters auf kurze Distanzen, da es viele unterschiedliche Regionen gibt. (Conrad, 1913, S 104-107).

---

<sup>16</sup> Orographisch= Eigenschaften, Erscheinungen und Zusammenhänge, die von Hangneigungen und Hangrichtungen des Geländes und seinen fließenden Gewässern geprägt werden.

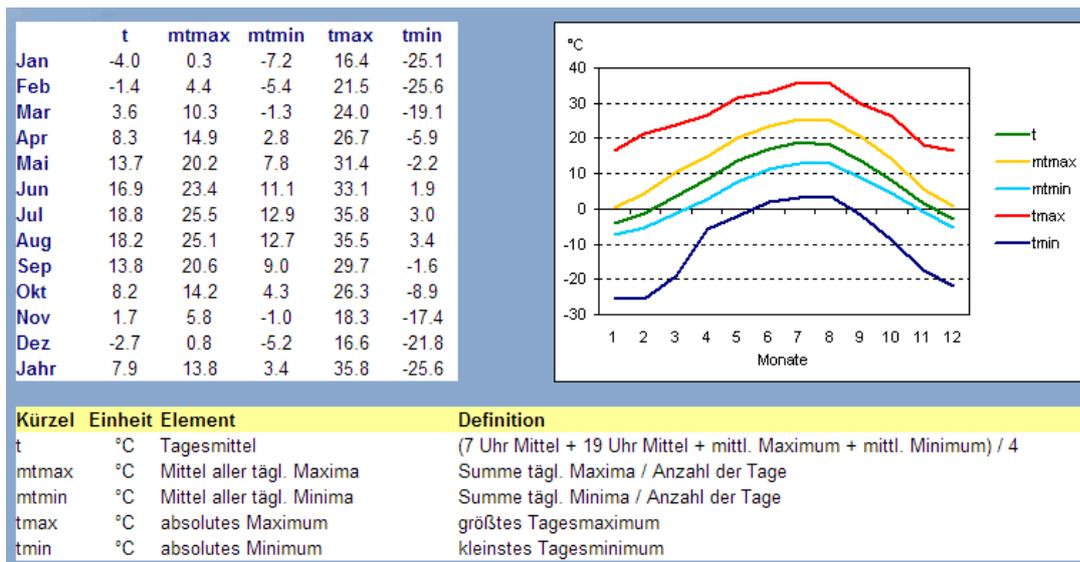


Abbildung 19: Durchschnittlicher Temperaturverlauf von der Landeshauptstadt in Kärnten. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Kärnten. (ZAMG, 2013).

Die Lufttemperatur von Klagenfurt ist in der Abbildung 19 abgebildet. Die Messungen ergaben eine Lufttemperatur im jährlichen Tagesmittel von 7,9 °C und der Niederschlag ist in Kärnten höher als in Niederösterreich. Die mittlere Jahresniederschlagsmenge am Standort beträgt 889,4 l/m<sup>2</sup> und ist in Abbildung 20 aus dem langjährigen Monatsmittel ermittelt.

In der Abbildung 21 ist die mittlere Windgeschwindigkeit dargestellt und beträgt nur 1,4m/s im Jahr, was für eine Bewässerung von Vorteil ist.

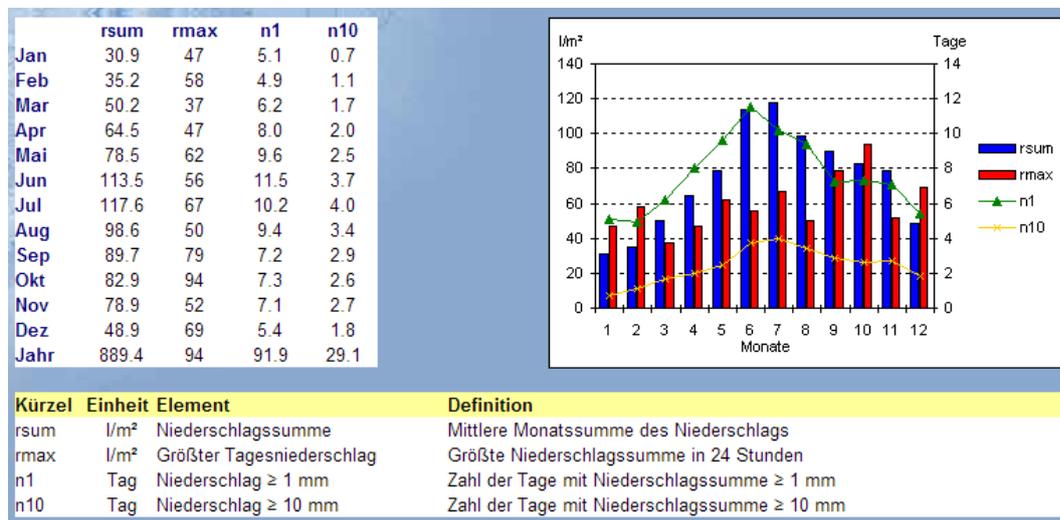


Abbildung 20: Durchschnittliche Niederschlagsmenge von der Landeshauptstadt in Kärnten. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Klagenfurt. (ZAMG, 2013).

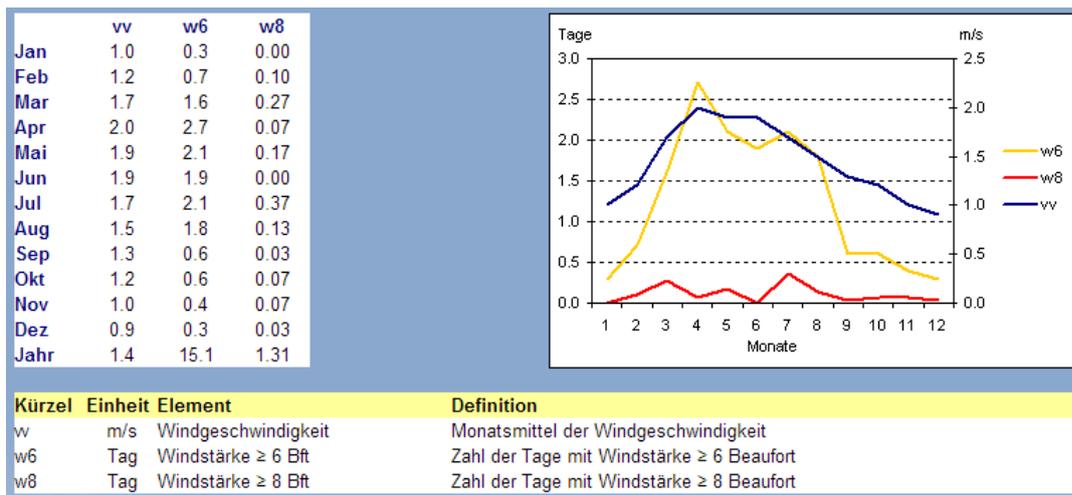


Abbildung 21: Durchschnittliche Windgeschwindigkeit und Windstärke von der Landeshauptstadt in Kärnten. Ermittelt aus dem langjährigen Monatsmittel der Klimadaten 1971-2000 der Messstation Klagenfurt. (ZAMG, 2013).

## 5.2.2 Das pflanzenverfügbare Bodenwasser von Kärnten

In der Abbildung 23 ist ersichtlich, dass im Raum Völkermarkt ist die nutzbare Feldkapazität sehr niedrig ist und in der Nähe von Klagenfurt höher. Im Raum Wolfsberg ist die nutzbare Feldkapazität im Mittelbereich. (Abbildung 22). Zusammenfassend kann erklärt werden, dass im Raum Klagenfurt die nutzbare Feldkapazität von mittel bis gering eingestuft wird.

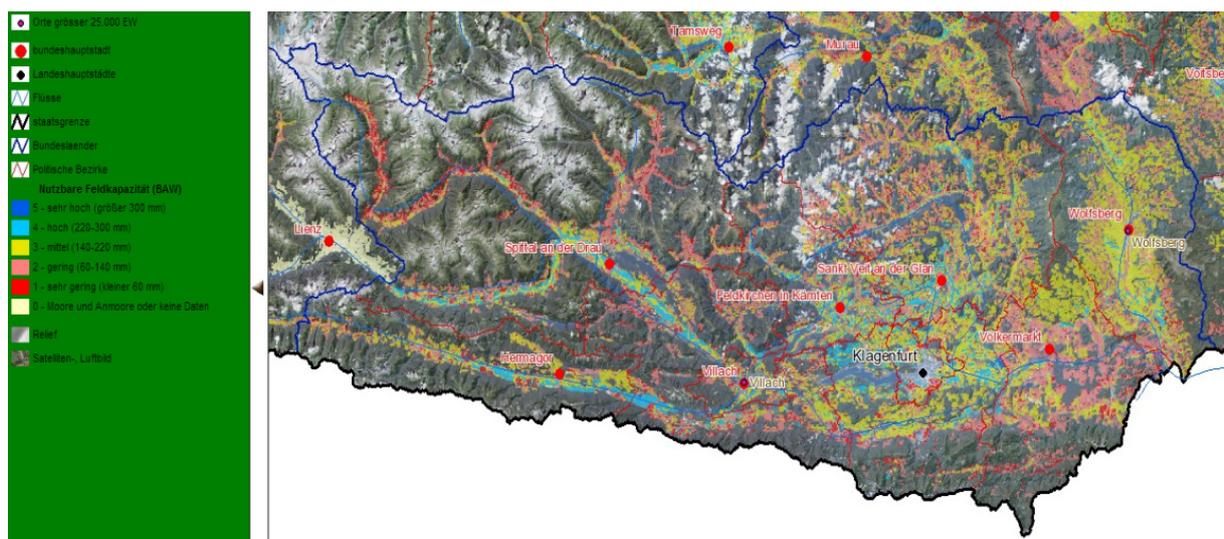


Abbildung 22: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013).

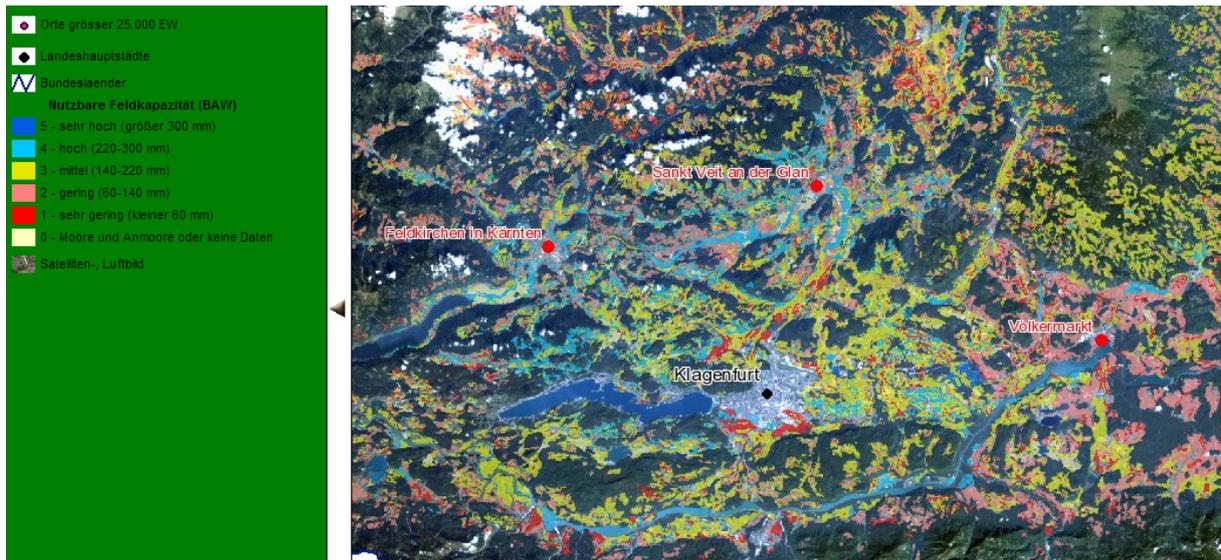


Abbildung 23: Darstellung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers von Klagenfurt im Maßstab von 1:250000. (eBOD, 2013).

## **6. Kostenökonomie**

Die Anwendung der Berechnungsverfahren für den Landwirt hängt an erster Stelle von den Kosten der Bewässerung ab. Sind die Gesamtkosten der Bewässerung teurer als die Mehreinnahmen der Produktion, dann rentiert sich dieses Verfahren für den Anwender nicht.

Die Kosten setzen sich bei der Bewässerung aus unterschiedlichen Kenngrößen zusammen, neben den Anlageelementen, auch aus den Arbeits-, Reparatur- und Energiekosten.

### **1. Kosten**

Der Wert einer bestimmten Menge an verbrauchten Produktionsmitteln wird auch als Kosten definiert. Wenn etwas für einen Produktionsprozess verbraucht wird, fallen Kosten an, die auch beim Einsatz innerbetrieblicher Leistungen gemeint sind. (AMON, SCHMID, SIX, VOGLER, WIESINGER, 2006, S. 17).

Der Begriff Kosten ist vielfach unterschiedlich definiert, denn im Bereich der Bewässerung fallen unterschiedlich viele Parameter für eine Kostenkalkulation an.

Bei der Kostenerfassung fallen Einzelkosten (variable Kosten) und Gemeinkosten (variable und fixe Gemeinkosten) an. Die Einzelkosten werden dem Verrechnungsobjekt zugeordnet, welches eine Dienstleistung oder ein Produkt ist. (BOGENSBERGER, MESSNER, ZIHR G., ZIHR M., 2008, S. 2-29).

### **2. Eigen- und Fremdkosten**

Eigenkosten: Sie verursachen keine Ausgaben, da kein Geld abfließt. Für diese Eigenleistungen entstehen Kosten (Nutzungskosten) und es werden fortlaufend Einnahmen erzielt.

Kosten, die nicht aus dem eigenen Betrieb stammen, werden als Fremdkosten bezeichnet, die Betriebsmittel, Wirtschaftskosten sowie Fremdlöhne sein können. (AMON, SCHMID, SIX, VOGLER, WIESINGER, 2006, S. 18)

### **3. Kapitalkosten**

Die Kapitalkosten werden durch die Zinsen des gebundenen Kapitals und der Abschreibung (Wertverlust) berechnet.

Gebrauchsgüter, die eine begrenzte Nutzungsdauer haben und somit einem Wertverlust unterliegen, haben Kostenarten, die Reparatur- und Wartungskosten, Versicherungskosten, Betriebskosten und Unterbringungskosten sind. (DABBERT, BRAUN, 2006, S. 88-89).

#### 4. Fixkosten

Fixkosten treten, unabhängig vom Umgang und der Art, innerhalb eines bestimmten Zeitraumes auf. Diese Kosten bleiben bestehen, unabhängig davon, wie viel eine Maschine oder Gerät beispielsweise im Jahr benützt wird. Die Abschreibung bleibt und die Anlage verliert jedes Jahr an Wert.

Fixkosten sind

- die Abschreibung der Maschinen, Geräte und Anlagenelemente;
- Reparatur der Gebäudeanlagen;
- Zinskosten (Schuldzinsen und Zinsansatz);
- Pachtzins;
- Versicherungen (Betriebsversicherungen);
- Verwaltungskosten (Büro, Steuerberatungskosten);
- Löhne für ständige Arbeitskräfte; (AMON, SCHMID, SIX, VOGLER , WIESINGER, 2006, S. 18).

**Die Fixkosten werden auf Basis folgender Positionen berechnet:**

- **Abschreibung**

Der Wertverlust einer Investition ist durch eine technische Überholung und den Verschleiß begründet und wird als Abschreibung bezeichnet. Die Berechnung der Abschreibung erfolgt durch den Anschaffungswert, den Restwert<sup>17</sup> (Verzinsung) und der Nutzungsdauer nach Jahren bzw. nach Nutzungseinheiten.

Die Abschreibung wird nach der Zeit und nach der Leistung unterschieden.

*„Wenn die voraussichtlichen jährlichen Einsatzstunden unter der Abschreibungsschwelle liegen, muss der Anschaffungswert auf die Nutzungsjahre umgelegt werden. Die Abschreibung ist damit zeitabhängig und wird zu den fixen Kosten gerechnet. Liegen die voraussichtlichen jährlichen Betriebskosten über der Abschreibungsschwelle, muss der Anschaffungswert auf die Nutzungsdauer in h oder ha aufgeteilt werden.“* (AMON, SCHMID, SIX, VOGLER , WIESINGER, 2006, S. 18).

---

<sup>17</sup> Restwert= Der Restwert ist die Differenz zwischen Anschaffungswert und bisher vorgenommenen Abschreibungen.

### Abschreibung nach der Zeit (T):

Parameter: Anschaffungswert (A), Restwert (R) und Nutzungsdauer nach Zeit (N).

Formel: 

Abschreibung (T)=	$\frac{A-R}{N}$
-------------------	-----------------

 (1)

Daraus werden die Kosten in Euro pro Jahr berechnet.

**Für die Berechnungen der Formeln wurden verschiedene Anlageelemente, die marktübliche Preise haben, als Beispiel genommen.**

In Tabelle 1 sind die Daten von einer Hauptleitung für die zeitabhängige Abschreibung abgebildet.

#### **Zeitabhängige Abschreibung Maschinen, Geräte**

Anlageelemente	Dimension in Ø,m	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Gesamtpreis in €	Abschreibung ND in Jahren	in €
Hauptleitung	Ø102,9m	26	120	3120	20	156

Tabelle 1: Zeitabhängige Abschreibung einer Hauptleitung.

Berechnung: 

156€/Jahr	$\frac{3120}{20}$
-----------	-------------------

Die Abschreibung für die Hauptleitung wird beispielsweise so gerechnet:

Gesamtpreis in € (3120) dividiert durch die Nutzungsdauer in Jahren (20). Daraus ergibt sich eine Abschreibung für die Hauptleitung von 156 € pro Jahr.

### Abschreibung nach der Leistung (L):

Parameter: Anschaffungswert (A), Restwert (R) und Nutzungsdauer nach Nutzungseinheiten (n).

Formel: 

Abschreibung (L)=	$\frac{A-R}{n}$
-------------------	-----------------

 (2)

Daraus werden die Kosten in Euro pro Stunde berechnet.

Als Beispiel für ein Anlageelement sind in der Tabelle 2 die Daten von einem Dieselaggregat für eine Beregnungsmaschine dargestellt.

### Leistungsabhängige Abschreibung

#### Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungs- vorrat in h	Preis/Stk in €	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Anzahl in Stk	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €
Dieselaggregat	100	10000	12000	1,2	572	1	12000	686,4

Tabelle 2: Daten eines Dieselaggregats.

Berechnung:

1,2 €/h	$\frac{12000}{10000}$
---------	-----------------------

Die Leistungsabhängige Abschreibung des Dieselaggregats wird wie folgt berechnet:

Der Preis/Stück in € (12000) dividiert durch den Leistungsvorrat in h (10000) ergibt die Afa<sup>18</sup>/h (1,2).

Werden die Stunden /Jahr in h (572) mit Afa/h (1,2) multipliziert, dann ergibt sich eine Abschreibung für das Dieselaggregat von 686,4 € pro Jahr.

- **Zinssatz**

Die Opportunitätskosten<sup>19</sup> für das in der Anlage, der Maschine und Gebäuden gebundene Kapital entsprechen dem Zinssatz. Das gebundene Kapital reduziert die Investitionssumme um den Abschreibungsbetrag jedes Jahres. Die gesamte Investitionssumme ist zu Beginn der Nutzungsperiode im Objekt gebunden und der Restwert ist am Ende der Nutzungsdauer in dem betrachteten Objekt gebunden. Die Abschreibung ist nur zur Hälfte zu verzinsen, der Restwert unterliegt jedoch einer vollständigen Verzinsung.

#### Zinssatz:

Parameter: Anschaffungswert (A), Restwert (R) und der Zinssatz (i).

Formel:

Zinssatz=	$(A+R) * i$
-----------	-------------

(3)

Daraus ergeben sich die Zinskosten in Euro pro Jahr.

<sup>18</sup> Afa= Abschreibung;

<sup>19</sup> Opportunitätskosten= Entgangene Erlöse.

- **Versicherungskosten**

Unter Versicherungskosten werden die Kosten für Brandversicherung bei Gebäuden und Haftpflichtversicherung für selbstfahrende Maschinen subsumiert. Sie zählen zu den fixen Kosten und entstehen unabhängig von der jährlichen Auslastung. Laut der ÖKL<sup>20</sup>-Richtwerte werden mit 2 % des Neuwertes die Unterbringungs- und Versicherungskosten der Anlagenelemente berechnet.

- **Unterhalts- und Wartungskosten**

Diese Kosten werden in regelmäßigen Abständen erhoben und zählen zu den fixen Kosten, da sie vom Einsatz unabhängig sind.

Zinsen		Unterbringung	
in %	in €	in %	in €
3%	360	2%	240

Tabelle 3: Verzinsung des Dieselaggregats.

In Tabelle 3 sind die Zins- und die Unterhaltskosten bestimmt. Die Prozentsätze können sich immer ändern.

Die Berechnung für die Zinskosten lautet:

350€/Jahr	$12000 * 3\%$
-----------	---------------

Gesamtpreis in € (12000) multipliziert mit dem Zinssatz in Prozent (3 %). Daraus ergeben sich die Zinskosten von 350 € pro Jahr.

Die Berechnung für die Unterbringungskosten lautet:

240€/Jahr	$12000 * 2\%$
-----------	---------------

Gesamtpreis in € (12000) multipliziert mit der Unterbringung in Prozent (2 %). Daraus ergeben sich die Unterbringungskosten von 240 € pro Jahr.

---

<sup>20</sup> ÖKL= Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung.

## 5. Variable Kosten

Der Marktpreis von Betriebsstoffen wie zum Beispiel Diesel, Strom und Öl bestimmt die variablen Anlage- und Maschinenkosten. Reparaturen und Treibstoffverbrauch sind auch ausschlaggebende Kostenfaktoren, denn mit deren Einsatzumfang steigen die variablen Kosten proportional. Die variablen Kosten für ein Jahr werden durch den Einsatzumfang multipliziert und mit den variablen Kosten je Nutzungseinheit errechnet. (KTBL-Datensammlung, 2009, S. 10-13).

Die variablen Kosten werden jährlich vom Österreichischen Kuratorium für Landtechnik (ÖKL) kalkuliert. Die wichtigsten Kosten der Maschinen sind in den ÖKL-Richtwerten für Maschinenselbstkosten veröffentlicht.

Diese nutzungsabhängigen Kosten hängen vom Umfang der Produktion ab und dazu zählen:

- Hagelversicherung,
- Treibstoffe und Schmiermittel,
- Reparaturkosten von Maschinen und Geräte,
- Fremdlöhne für nicht ständige Arbeitnehmer,
- Kosten für Saatgut, Pflanzenschutzmittel; (AMON, SCHMID, SIX, VOGLER , WIESINGER, 2006, S. 18).

Die variablen Kosten werden auf Basis folgender Positionen berechnet:

- **Energiekosten**

Der Diesel-, Strom- und Ölverbrauch hängt von der Auslastung der Maschine ab. Je nach dem Marktpreis für diese Betriebsstoffe erhöhen oder verringern sich die variablen Kosten.

- **Reparaturkosten**

Kosten für Verschleißteile und die Behebung von Maschinen- bzw. Funktionsstörungen werden als Reparaturkosten bezeichnet. In den ÖKL-Richtwerten sind die Reparaturkosten bzw. der Reparaturzinssatz für die jeweilige Maschine aufgelistet.

Die Energie- und Reparaturkosten werden meist in Euro pro Stunde (€/h) angegeben. Die Energiekosten hängen immer von Diesel- bzw. vom Strompreis ab. Für dieses Beispiel in Tabelle 4 hat das Dieselaggregat einen Treibstoffverbrauch von 8 Liter in der Stunde.

Treibstoff l/h; kW/h	Energiekosten €/l; €/kW	Energiek. €/h	Reperatur in %	Reperaturk. €/Betriebsh
8	1,5	12	0,80%	0,17

Tabelle 4: Energie- und Reparaturkosten eines Dieselaggregats.

Die 8l/h werden im Kalkulationsmodell wie folgt berechnet:

In Tabelle 5 wählt man den Treibstoff des Aggregates aus: Diesel oder Strom. Bei dem Dieselaggregat ist wünschenswert, dass die l/kWh (Dieselverbrauch ist meistens 200g bzw. 0,20kg pro kW/h) für den Dieselmotor eingetragen werden. Der erforderliche Pumpendruck wird in Meter eingetragen, damit die Pumpenleistung in kW berechnet werden kann. In der Tabelle beträgt die Förderhöhe 120 Meter, dass entsprechen ungefähr 12 (11,80) bar. (Also ein Meter Wassersäule entsprechen rund 0,1 bar!)

Aggregat

Diesel	X	0,20	l/kWh
Strom			

Pumpenleistung

erforderl. Pumpendruck	m	120
------------------------	---	-----

Tabelle 5: Eingabe des Diesel- bzw. Stromaggregats und Zahleneingabe in l/kWh. Für die Pumpenleistung ist die Eingabe des erforderlichen Pumpendruck im Meter vorgeschrieben.

Als nächster Schritt wird die Pumpenleistung berechnet, die durch eine Formel ermittelt wird (Q=: Wasserdurchfluss (m³/H); H= erforderlicher Pumpendruckhöhe (m); 3,67= Faktor;

$\eta$  = [nü], Wirkungsgrad (65-70%); :

Formel:

Pumpenleistung (kW)=	$[Q \cdot H]$	(4)
	$[3,67 \cdot \eta]$	

Berechnung:

23kW=	$[50 \cdot 120]$
	$[3,67 \cdot 70\%]$

Bei Strom erfolgt die Berechnung der Pumpe und des Motors wie folgt:

Die Pumpenleistung von 23 kW (Abbildung 24 bzw. Berechnung von Formel(4)) wird mit dem Elektrozuschlag von 10 % (Tabelle 6) multipliziert. Das Ergebnis von 25 kW/h ist der Treibstoffverbrauch von der Pumpe. Wird dieser mit den Energiekosten in €/kW multipliziert, werden die Energiekosten pro Stunde für das Elektroaggregat berechnet.

<u>Pumpleistung</u>	kW	23
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67

Abbildung 24: Berechnung der Pumpleistung in kW.

Werden die 25kW/h der Pumpe durch den Wirkungsgrad des Elektromotors von 0,9 dividiert, erhält der Landwirt die kW/h des Motors (28kW/h, siehe Tabelle 6).

Bei Diesel erfolgt die Berechnung der Pumpe und des Motors folgendermaßen:

Die 8 l/h Treibstoff werden auch aus der Pumpenleistung ermittelt. Diese wird mit dem Dieselaufschlag von 20% multipliziert und als Ergebnis werden 28 kW/h Diesel für die Pumpe kalkuliert.

Wird dieser Wert noch einmal durch den Wirkungsgrad des Dieselaggregates dividiert, dann ist ein Dieserverbrauch von 40 kW/h für den Motor errechnet worden (Tabelle 6). Wenn der Wert des Motors noch einmal mit l/kWh in Tabelle 5 multipliziert wird, dann ist das Ergebnis der Dieserverbrauch des Motors in l/h (8l/h).

Der Diesel- bzw. Elektroaufschlag und der Wirkungsgrad der Diesel- bzw. Elektroaggregat wurde von der Firma Bauer vorgeschlagen und kann jederzeit vom Anwender im Kalkulationsmodell geändert werden!

Treibstoff		
Diesel		
28	kWh	Pumpe
40	kWh	Motor
8,00	l/h	
Strom		
25	kWh	Pumpe
28	kWh	Motor

Wasserdurchfluss	
50	m <sup>3</sup> /h

Tabelle 6: Berechnungsmatrix für die Pumpe und den Motor für ein Diesel- bzw. Stromaggregat.

Die Energiekosten schwanken und betragen in dem Beispiel 1,5 € pro Liter. Werden die zwei Parameter (Energiekosten und Treibstoffverbrauch) multipliziert, werden die Energiekosten von 12 € pro Stunde berechnet. Werden danach die 12€/h mit den Stunden pro Jahr (572) wieder multipliziert, dann ergeben sich die Energiekosten (6864 €) von einem Jahr bzw. von einer Kultur.

Die Reparaturkosten für ein Jahr ergeben sich aus den Gesamtpreis des Diesellagers (12000 €), die mit dem Reparaturzinssatz von 0,80% multipliziert werden:

12000 Euro multipliziert mit den 0,80 Prozent ergeben 96 Euro (Reparaturkosten im Jahr).

Wenn die Reparaturkosten (96 €) durch die Stunden im Jahr (572 h) dividiert werden, dann werden die Reparaturkosten in € pro Betriebsstunde folgendermaßen berechnet:

96 Euro dividiert mit 572 Stunden ergeben 0,17 Euro pro Betriebsstunde.

- **Bauwerkskosten**

Da Wartungen und Reparaturen nutzungsunabhängig und regelmäßig durchgeführt werden, bestehen die Bauwerkskosten nur aus fixen Kosten. (KTBL-Datensammlung, 2009, S 10-13).

- **Arbeitskosten**

Die Arbeitskosten bestehen aus den Löhnen einschließlich Nebenkosten für die Fremdarbeitskräfte und aus dem Lohnansatz für Familienarbeitskräfte, der sich nach der Tätigkeit richtet.

In Tabelle 7 sind die verschiedensten Tätigkeiten aufgelistet, die notwendig sind, um eine Flügelbereinigung im Umlegeverfahren zu steuern.

Die Tätigkeiten erfordern meist zwei Personen. Die Gesamtstundenanzahl beträgt in diesem Beispiel 20 Stunden, die mit den Arbeitskosten in Euro pro Stunde (16 €) multipliziert werden: Daraus ergeben sich die Arbeitskosten pro Feld und Jahr von 320 Euro im Jahr für eine Kultur.

Arbeitskosten/h	€/h	16
Lohnansatz 1h= min:	60	Einzelarbeitsaufwand
Tätigkeit	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	40
Zuleitung	2	30
Rohrtransport	2	40
Rohre auflegen	2	90
Umlegen	2	275
Abbau	2	80

Lohnansatz		
	1h= 60	min
Tätigkeit	Minuten	
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Umlegen	min	640
Abbau	min	160
Summe	min	1200
Gesamtarbeit	h	20,0
AK/Feld.Jahr	€/J	320

Tabelle 7: Arbeitskosten für eine Flügelbereinigung im Umlegeverfahren.

- **Wasserkosten**

Das Wasser ist in Österreich ein Gut der Allgemeinheit und kostet dem Verbraucher nichts. Im Marchfeld wird das Wasser aus dem Grundwasser oder über dem Marchfeldkanal aus der Donau abgeleitet und in Klagenfurt aus Quelfassungen.

## 6. Gesamtkosten

Die Gesamtkosten sind die Summe der Fixkosten und der variable Kosten, die für die Produktion eingesetzt werden.

Die Fixkosten von Tabelle 8 werden mit den variablen Kosten von Tabelle 9 multipliziert und als Ergebnis sind in Tabelle 10 die Gesamtkosten in Euro pro Stunde bzw., in Euro pro Jahr berechnet.

### Fixe und Variable Kosten

Anlageelemente	Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €
Dieselaggregat	1286,4	2,2

Tabelle 8: Fixkosten pro Jahr und Stunde eines Dieselaggregats.

Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €
12,2	6978,4

Tabelle 9: Variable Kosten pro Jahr und Stunde eines Dieselaggregats.

Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
8264,8	14,4

Tabelle 10: Gesamtkosten pro Jahr und Stunde eines Dieselaggregats.

Die Fixkosten sind ertragsunabhängig, denn diese Kosten ändern sich nur, wenn eine zusätzliche Investition (Gebäude, Maschinen...) getätigt wurde. Wenn die Erzeugermenge vergrößert werden muss, dann steigen die variablen Kosten an und somit auch die Gesamtkosten. (AMON, SCHMID, SIX, VOGLER, WIESINGER, 2006, S. 17).

### 6.1 Parameter der Bewässerungskosten

Unterschiedliche Parameter beeinflussen die Bewässerungsgesamtkosten pro Millimeter. Jeder Kostenfaktor ist unterschiedlich gewichtet. Die Anschaffungskosten beispielsweise bei Netzberechnung sind höher, die Arbeitskosten niedriger. Der laufende Betrieb ist somit auf Dauer günstiger. Konkrete Kostenkalkulationen können nur bei Vorliegen aller Parameter erstellt werden.

Die **Anschaffungskosten** zählen zu den größten Kostenfaktoren. In Österreich ist der „Rain Star“ der Firma Bauer eine sehr beliebte Berechnungsmaschine. Die Anschaffungskosten variieren - vom Berechnungssystem abhängig - unterschiedlich.

Maschinen für Flügelberegnung bestehen aus verschiedenen Teilen, die einzelnen Beregnungsteile sind aus unterschiedlichen Materialien gefertigt. Die Rohrleitungen sind meistens aus Aluminium, wodurch sie günstiger sind und leichter transportiert werden können. Der Durchmesser variiert in unseren Regionen (Österreich) zwischen 80 bis 90 mm. Wichtig ist, dass die Anschaffungskosten mit größerem Rohrdurchmesser höher sind. Jedoch sinken die variablen Kosten, da der Druckverlust bei größerem Durchmesser quadratisch sinkt und weniger Energie benötigt wird.

Die **Zahl der Beregnungseinheiten** sind auch von den Anschaffungskosten abhängig, denn bei der Flügelberegnung im Umlegeverfahren und bei der Netzberegnung wird immer in Einheiten gekauft. Je mehr Einheiten, desto niedriger ist der Preis pro Einheit. Der Kauf einer Beregnungsmaschine oder einer Einheit wird mit steigender Menge immer billiger, deshalb sollte ein Gemeinschaftskauf nicht ausgeschlossen werden.

Eine Beregnungsanlage besteht neben dem Beregnungsgerät und einer Zuleitung immer auch aus einer **Pumpstation**. Der Betrieb der Pumpe kann neben einer Elektropumpe auch von einem Dieselaggregat oder Traktormotor übernommen werden.

Der **Energieverbrauch** hängt stets vom Zustand des Gerätes ab und davon, ob es mit Diesel oder Strom betrieben wird. Landwirte kommen bei einer gewissen Abnahmemenge von Diesel in den Genuss von Vergünstigungen. Bei steigender Abnahme sinkt der Literpreis, gleiches gilt für den Stromverbrauch.

Die Elektropumpe kostet in der Anschaffung zwar weniger, doch auch der Aufwand für die **Elektrifizierung** muss hier hinzugerechnet werden. Die Errichtungskosten für Stromleitungen können bis 2000 € pro Hektar betragen.

Die Anzahl der benötigten **Arbeitskräfte** ist immer von der Bewässerungsmethode abhängig. Die Flügelberegnung im Umlegeverfahren erfordert für Auf- und Abbau weniger Arbeitskräfte als die Netzberegnung. Hierbei beanspruchen Auf- und Abbau mehr Zeit, weniger Zeit ist bei der Netzberegnung für die Bewässerung einzurechnen, denn diese muss nur mehr ein- bzw. ausgeschaltet werden. Darin unterscheidet sie sich auch von der Flügelberegnung im Umlegeverfahren, wo die Leitung immer per Hand versetzt werden muss.

Eine Arbeitskraftstunde kostet derzeit zwischen 14 und 20 Euro. Familienbetriebe haben hierbei den unschätzbaren Vorteil, dass die Arbeit von Familienmitgliedern erledigt wird und somit viel Geld gespart wird. Die Anschaffung neuer Beregnungsanlagen ist nicht nur hinsichtlich geringerer Reparaturkosten von Vorteil, sondern es erspart viel Zeit, wenn die Beregnung von zu Hause aus per Funk oder per Handy eingeschaltet werden kann, wie es bei modernen Beregnungsanlagen bereits möglich ist. Eine Automatisierungshilfe für die Elektrobewässerung senkt deutlich die Betreuungszeit und somit die Kosten.

Die Abschreibungsdauer variiert je nach Gerät. Die Nutzungsdauer wird durch den Preis für die Neuanschaffung errechnet, daraus ergibt sich die Abschreibung. Die Nutzungsdauer schwankt bei Anlageelementen zwischen 10 und 30 Jahren.

Die Gesamtkosten für die Beregnung hängen auch von der Beregnungsintensität ab. In einem trockenen Jahr erfordert die Kultur mehr Regengabe als in einem feuchten Jahr. Die Beregnung kann abhängig von Klima und beregneter Kultur zwischen 20 und 300 Millimeter pro Jahr betragen (siehe Anhang).

## 7. Kalkulationsmodell

Mittels eines in Excel erstellten Programms wurden drei verschiedene Kalkulationsmodelle für einen Musterbetrieb erstellt:

- **Kalkulationsmodell für die Flügelbergung im Umlegeverfahren;**
- **Kalkulationsmodell für die Netzberechnung;**
- **Kalkulationsmodell für die Beregnungsmaschine;**

In den Kalkulationsmodellen werden jene Daten eingegeben, die ein Landwirt für die Bewässerung zur Verfügung hat. Die Parameter werden berechnet und zum Schluss erhält der Landwirt die Kosten pro Millimeter und Hektar für sein Beregnungsverfahren. Da die Beregnungsverfahren unterschiedliche Anlagenelemente erfordern, wurden die oben genannten drei verschiedenen Kalkulationsmodelle ausgearbeitet.

Das Resultat ist ein Vergleichswert der Gesamtkosten in Euro pro Millimeter und Hektar der drei unterschiedlichen Verfahren. Diese Kosten sind von der bewässerten Kultur, der Höhe und der Anzahl der Wassergaben abhängig.

Es wurde ein Musterbetrieb von 50 ha angenommen, wobei pro Jahr ca. 30 ha bewässert werden. Es wurden drei Felder angelegt, die alle einmal mit der Beregnungsmaschine, einmal mit der Flügelberegnung im Umlegeverfahren und einmal mit der Netzberegnung durchgerechnet wurden.

Es ist nicht üblich, dass alle Bewässerungsverfahren bei allen Kulturen angewendet werden. Da jedoch ein Vergleichswert angestrebt wird, müssen für die Bewässerungsverfahren alle Kulturen ident sein. Zu beachten ist, dass es nur eine Beregnungsmaschine gibt, zwei Dieselaggregate und zwei Feldbrunnen.

Feld 1 und Feld 2 befinden sich nebeneinander, daher gibt es für die zwei Feldstücke nur einen Feldbrunnen und ein Dieselaggregat. Feld 3 ist 5 km entfernt und hat einen eigenen Dieselaggregat und einen Feldbrunnen. Die Pumpe ist zur Bewässerung für den Großregner bzw. von gleichzeitig maximal 2 Strängen gedacht, daher kann die Pumpe auch für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren wie auch für die Netzberegnung angewendet werden.

## **Felddaten:**

### Feld 1 hat folgende Daten:

- Feldfrucht: Zuckerrüben
- Anbauzeit: Juli bis September
- Gesamtfläche: 10 ha
- Regengabe/mm: 45
- Regengabe/ Jahr.mm: 225
- Regengaben/Kultur: 5
- 1 Turnus: Flügelberegnung im Umlegeverfahren: 11 Tage jeweils für 8 Stunden;  
Netzberegnung: 6 Tage für jeweils 8 Stunden;  
Beregnungsmaschine: 5 Tage für jeweils 10 Stunden;

### Feld 2 hat folgende Daten:

- Feldfrucht: Karotten
- Anbauzeit: April bis August
- Gesamtfläche: 9 ha
- Regengabe/mm: 30
- Regengabe/ Jahr.mm: 240
- Regengaben/Kultur: 8
- 1 Turnus: Flügelberegnung im Umlegeverfahren: 8 Tage jeweils für 8 Stunden;  
Netzberegnung: 4 Tage für jeweils 5 Stunden;  
Beregnungsmaschine: 3 Tage für jeweils 11 Stunden;

### Feld 3 hat folgende Daten:

- Feldfrucht: Winterzwiebel
- Anbauzeit: Mai bis Juni
- Gesamtfläche: 10,5 ha
- Regengabe/mm: 30
- Regengabe/ Jahr.mm: 210
- Regengaben/Kultur: 7
- 1 Turnus: Flügelberegnung im Umlegeverfahren: 8 Tage jeweils für 5 Stunden;  
Netzberegnung: 4 Tage für jeweils 5 Stunden;  
Beregnungsmaschine: 2 Tage für jeweils 11 Stunden;

Im Anhang befinden sich Preislisten, womit der Anwender Richtwerte für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren bzw. für die Netzberechnung und eine Preisliste für die Berechnungsmaschine mit Zubehör exklusive Mehrwertsteuer für das Kalkulationsmodell verwenden kann.

Eine Einheit für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren bzw. für die Netzberechnung wird entweder aus zwei Aluminiumrohren á 9 Meter und einem Regner bzw. aus drei verzinkten Stahlblechrohren á 6 Meter und einem Regner zusammengestellt. Das entscheidet der Landwirt selber und kalkuliert dann für eine Einheit. Da meistens die Einheiten nicht alle aus demselben Durchmesser bestehen, hat der Anwender die Möglichkeit einen Prozentsatz für den jeweiligen Durchmesser der Einheit, der Endkappe, des Reduzierstückes, des 90°-Bögen, des T-Stückes und der Leitungen zu bestimmen.

Die Stückzahl von vielen Anlageelemente wird aufgrund der vorigen Eingabe im Kalkulationsmodell berechnet.

Der Anwender bestimmt die Abschreibung in Jahren und die Zinsen bzw. die Unterbringung werden prozentual berechnet.

Die Anlagenelemente von Traktor, Auto und dem Rohrwagen wurden aus den ÖKL-Richtwerten berechnet und der Nutzer muss die tatsächlich genutzten Stunden der Geräte eingeben, damit die tatsächlichen Fixkosten und variablen Kosten für das Berechnungsverfahren ermittelt werden.

Wichtig ist auch der Treibstoffpreis in Euro pro Liter. Viele Landwirte haben einen niedrigeren Treibstoffpreis, da die Absatzmenge für den Treibstoff hoch ist.

Auf die Wasserkosten wird bei den Verfahren nicht eingegangen, da an unserem Musterbetrieb das Wasser gratis zur Verfügung gestellt wird und keine Kosten anfallen.

Der Faktor für die Pumpenleistung beträgt 3,67 und der Pumpenwirkungsgrad liegt zwischen 65 und 75 % (Quelle: Firma Bauer GmbH).

Als Beispiel für die Berechnungen der Flügelberechnung im Umlegeverfahren, der Netzberechnung und der Berechnungsmaschine im Kalkulationsmodell wird das **Feld 1** beschrieben (Eingabe der Daten und teilweise Ergebnisse der Daten), Feld 2 und Feld 3 befinden sich aufgrund des Umfanges im Anhang.

### **Wichtig bei der Eingabe bzw. Verwendung der Kalkulationsmodelle:**

Die gelb-schraffierten Kästchen sind Eingabetabellen, die wichtige Parameter und Kosten in Euro pro mm und ha für alle Kalkulationsmodelle ausrechnen!

## **7.1 Flügelberegnung im Umlegeverfahren**

Vom Musterbetrieb der 50 Hektar groß ist, werden 30 Hektar mittels Flügelberegnung im Umlegeverfahren bewässert. Der Regnerverband wird auf 18 Meter (Regnerabstand) mal 18 Meter (Länge einer Regnereinheit) berechnet. Feld 1 und Feld 2 besitzen jeweils einen Feldbrunnen und ein Dieselaggregat. Feld 3, welches weiter entfernt ist, wird mit einem Dieselaggregat und aus einem Feldbrunnen bewässert.

### **7.1.1 Eingabe der Daten**

Mittels des Kalkulationsmodelles werden für die verschiedenen Felder mit unterschiedlicher Schlaggröße und Feldfrucht die Gesamtkosten pro Millimeter und Hektar berechnet. Wichtige Eingabefelder sind in der Tabelle 11 neben der Schlaggröße, der Arbeitsaufteilung und den Treibstoff des Aggregates, auch die Aufstellung der Sprinkler und deren Durchflussmenge. Meist beträgt der Regnerabstand 18 Meter und der Abstand der Rohrleitungen 18 Meter (bis 24 Meter).

Das Feld 1 wird mit einem (eigentlich halben, weil Feld 1 und Feld 2 sich ein Dieselaggregat teilen) Dieselaggregat betrieben, dieser hat einen Leistungsvorrat, der mit der leistungsabhängigen Abschreibung berechnet wird. Die Pumpenleistung wird mit dem Pumpendruck berechnet, den der Anwender eingeben kann. Bei der Flügelberegnung im Umlegeverfahren beträgt der Pumpendruck 50 Meter. Der Dieselzuschlag kann ebenso geändert werden wie auch der Wirkungsgrad des Dieselaggregates.

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Zuckerrüben
Feldlänge	m	500
Feldbreite	m	200
Regengabe	mm	45
Regengaben/Kultur		5
<u>Aufstellung der Sprinkler</u>		
Länge		
Regnerabstand	m	18
Breite		
Abstand der Rohrleitungen	m	18
<u>Flügelleitung (L)</u>		
Durchflußmenge		
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3
Wasserpreis in €/h		0

Aggregat			
Diesel	x	0,20	l/kWh
Strom			

Arbeitskosten/h	€/h	
		16
Lohnansatz 1h= min:	60	Einzelarbeitsaufwand
Tätigkeit	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	40
Zuleitung	2	30
Rohrtransport	2	40
Rohre auflegen	2	90
Umlegen	2	275
Abbau	2	80

Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102,9m	11	120	20	3%	2%
80% Einheiten	Ø102,9m	22	180	20	3%	2%
20% Einheiten	Ø76,9m	6	120	20	3%	2%
80% Endkappe	Ø102	1	7	20	3%	2%
20% Endkappe	Ø76	0	6	20	3%	2%
80% Reduzierstück	Ø102	1	40	20	3%	2%
20% Reduzierstück	Ø76	0	40	20	3%	2%
80% Bogen, 90°	Ø102	9	44	20	3%	2%
20% Bogen, 90°	Ø76	2	40	20	3%	2%
Hydrantbogen	Ø102	2	50	20	3%	2%
Container	50m³	0,3	500	20	0%	1%
Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungsvorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk	Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
Diesellaggregat	100	10000	12000	0,5	3%	2%	1,5	0,80%
Elektropumpe	100	10000	5000	0,5	3%	2%	0	0,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich	Pumpleistung	Erforderlicher Pumpendruck m	
Traktor	83kW	10			0,1
Auto	120 kW	25			5 bar
Rohrwagen	1-Achsig	2			
			Dieselmotorschlag (20%)		1,2
			W. Diesellaggregat		0,7
			Elektrozuschlag (10%)		1,1
			W. Elektromotor		0,9

Tabelle 11: Eingabe der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.

## 7.1.2 Ergebnisse der Kostenberechnung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren

Für die Zuckerrübe (Tabelle 12) wurde eine Regengabe von 225 Millimeter berechnet und die Bewässerungszeit von 440 Stunden im Jahr ist für die Benützung der Anlageelemente ausschlaggebend. Die Anzahl der Einheiten pro Länge und die Aufstellung pro Feld wurde durch die eingegebenen Daten ausgerechnet. Der Container ist für die Lagerung der Einheiten von Bedeutung und ein Container umfasst ungefähr 100 Einheiten.

Bei der Eingabe der Pumpenleistung wurde mit einer Pumpenförderhöhe von 50m gerechnet. Die Pumpenleistung in kW wird durch den Pumpendruck, dem Wasserdurchfluss, dem Faktor und den Pumpenwirkungsgrad ermittelt.

In dieser Tabelle ist der Treibstoff für die Aggregate dargestellt. In unserem Musterbetrieb wird mit einem Diesellagregat bewässert, der einen Treibstoffverbrauch von nur 3 Liter pro Stunde hat.

Felddaten	Einheit	
Gesamtfläche	ha	10
Berechnete Fläche	ha/L	0,9
Berechnete Gesamtfläche	ha	9,90
Regengabe/Jahr	mm	225
Regneranzahl/Länge	Stk	28 (EH)
Aufstellung/Feld	Anzahl	11
Bewässerungszeit/Feld	h	440
Dauer/Aufstellung	h	8
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	40
Rohre/Feld	Anzahl	11
Flügelleitung (L)	Anzahl	1
Wasserdurchfluss/Regner	m <sup>3</sup> /h	1,8
Wasserdurchfluss gesamt	m <sup>3</sup> /h	50,4
Intensität	mm/h	5,6
Pumpleistung	kW	10
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67
Wasserpreis in €/J		0

<u>Letungen</u>	28 EH (Regneranzahl/Länge) 1 Endkappe 1 Reduzierstück
<u>Felder</u>	11 Bogen (Aufstellungsanzahl) 2 Hydrantbogen 1 Leitungen
<u>1 Container</u>	0,28 Umfasst 100 EH

Treibstoff		
Diesel		
12	kWh	Pumpe
17	kWh	Motor
3,40	l/h	
Strom		
11	kWh	Pumpe
12	kWh	Motor
Wasserdurchfluss		
50	m <sup>3</sup> /h	

Lohnansatz		
	1h= 60	min
Tätigkeit	Minuten	
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Umlegen	min	550
Abbau	min	160
Summe	min	1110
Gesamtarbeit	h	18,5
AK/Feld.Jahr	€/J	296

Tabelle 12: Ergebnisse der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.

In der Tabelle 13 sind der Gesamtpreis, die Abschreibung, die Zinsen und die Unterbringung der jeweiligen Anlagenelemente kalkuliert. Die Abschreibung ist zeitabhängig, das heißt, dass der Gesamtpreis durch die Nutzungsdauer in Jahren dividiert wird. Zinsen und Unterbringung werden prozentual ermittelt. Abschreibung, Zinsen und Unterbringung ergeben die Fixkosten von 747 Euro pro Jahr. Wird diese Summe durch die Einsatzdauer für ein Jahr dividiert (440 Stunden), dann werden die Fixkosten pro Stunde berechnet.

Die variablen Kosten für ein Jahr werden von den Reparaturkosten berechnet, die von Gesamtkosten mit dem Prozentsatz der Reparatur multipliziert werden. Wenn der Wert durch die Einsatzstunden dividiert wird, werden die variablen Kosten pro Stunde bestimmt. Die Gesamtkosten sind das Ergebnis der Fixkosten, die mit den variablen Kosten addiert werden.

**INVESTITIONSSUMME (Anschaffungswert)**

**Zeitabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €	Fixe und Variable Kosten	
					Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €
Hauptleitung	1320	66	40	26	132	0,3
Einheiten	3960	198,0	119	79	396	0,9
Einheiten	720	36,0	22	14	72	0,2
Endkappe	7	0,4	0	0	0	0,0
	0	0,0	0	0	0	0,0
Reduzierstück	40	2,0	1	1	4	0,0
	0	0,0	0	0	0	0,0
Bogen, 90°	396	19,8	12	8	40	0,1
	80	4,0	2	2	8	0,0
Hydrantbogen	100	5,0	3	2	10	0,0
Container	150	7,5	0	2	10	10,0
<b>Bauliche Anlagen</b>						
Brunnen	1500	75	0	0	75	15
<b>Summe</b>	<b>8.273</b>	<b>414</b>	<b>199</b>	<b>134</b>	<b>747,0</b>	<b>26,5</b>

Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,08%	0,0	0,0	440	132,0	0,3
0,08%	0,0	0,0	440	396,0	0,9
0,08%	0,0	0,0	440	72,0	0,2
0,08%	0,0	0,0	440	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	440	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	440	4,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	440	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	440	40,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	440	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	440	10,0	0,0
0,08%	0,1	0,1	1	10,1	10,1
0,08%	0,24	1,2	5	76,2	15,24
	<b>0,3</b>	<b>1,3</b>		<b>748,3</b>	<b>26,8</b>

Tabelle 13: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.

An unserem Musterbetrieb wird mit einem Dieselaggregat bewässert und die Abschreibung ist in dem Fall leistungsabhängig.

Die Abschreibung für ein Jahr wird mit der Abschreibung pro Stunde berechnet, die sich mit dem Preis pro Stück durch den Leistungsvorrat in Stunden dividiert.

Wenn die Abschreibung pro Stunde mit den Leistungsvorrat und der Stückzahl multipliziert wird, wird die Abschreibung für ein Jahr ermittelt. Die Berechnung der Verzinsung und Unterbringung erfolgt wieder prozentual. Die variablen Kosten sind neben den Reparatur-, auch Energiekosten, die an dem Feld 4,60 Euro pro Stunde betragen (Tabelle 14).

**Leistungsabhängige Abschreibung**

Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat	1,2	440	6000	264	180	120
Elektropumpe	0,5	440	2500	110	75	50

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/Betriebssh	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
564	2,6	3,40	5,1	0,11	5,2	2288,0	2852,0	7,8
0	0,0	11,00	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
564	2,6		5,1	0,11	5,2	2288,0	2852,0	7,8

Tabelle 14: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.

Der Traktor, das Auto und der Rohrwagen wurden anders berechnet, siehe Tabelle 15. Da die Werte aus den ÖKL-Richtlinien entnommen wurden, sind die Fixkosten und variablen Kosten für unser Feld zu hoch. Die Fixkosten und die variablen Kosten pro Stunden wurden mit der tatsächlichen Stundenanzahl, in dem die Geräte genutzt werden, multipliziert. Diese ergeben die tatsächlichen Fixkosten und die variablen Kosten von einem Jahr.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J
Traktor	12	10000	64000	450
Auto	6	2400	26000	450
Rohrwagen	15	1500	2000	75
Summe				

Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)	Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächl.
5333	1920	1280	15,65	7043,0	156,5
4333	780	520	17,45	7853,0	436,3
133	2,3	1,5	2,71	203	5,42
9799	2702,3	1801,5	35,81	15099,0	598,22

Reparaturk. €/h	Reparaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekost €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,7	7	9,7	13,28	13,98	139,8	7182,8	29,6
0,08	2	13,4	11,48	11,56	289	8142,0	29,0
0,075	0,15		0,075	0,15	0,3	203,3	2,9
0,9	9,2		24,835	25,69	429,1	15528,1	61,5

Tabelle 15: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.

In Tabelle 16 wurden die berechneten Werte von Feld 1 zusammengefasst. Die Summe der Abschreibung für das Feld 1 ergeben sich aus den Fixkosten pro Jahr und Stunde, den variablen Kosten pro Jahr und Stunde und weiter den Gesamtkosten pro Jahr.

Die Fixkosten pro Jahr und Stunde ergeben sich aus den berechneten Anlageelementen (Hauptleitungen, Einheiten, Endkappen, Reduzierstücke, 90°-Bögen, Hydrantbögen, der Container, das Dieselaggregat, der Traktor, das Auto und der Rohrwagen).

Wenn die Fixkosten pro Jahr durch die Regengabe von 225mm dividiert werden, erfolgt die Berechnung der Anlageelemente pro Millimeter für das gesamte Feld. Wird dieser Wert durch die Gesamtfläche von 10 Hektar dividiert, erhält der Landwirt das Ergebnis für die Anlageelemente der Bewässerung von 0,85 Euro pro Millimeter und Hektar.

Die variablen Kosten werden in Energiekosten, Reparaturen, Arbeits- und Wasserkosten eingeteilt. Die Energiekosten pro Stunde werden mit der Einsatzdauer multipliziert. Damit werden die Energiekosten für ein Jahr berechnet. Wird dieser Wert wieder durch die Regengabe und der Gesamtfläche dividiert, so sind die Energiekosten für ein Millimeter pro Hektar 1,00 Euro. Die Reparaturen für ein Jahr werden mit der Einsatzdauer multipliziert und mit den ÖKL-Richtwerten von Tabelle 15 dazu addiert.

Die Reparaturen, Arbeitskosten und die Wasserkosten für ein Jahr werden wiederum mit der Regengabe und der Gesamtfläche dividiert, damit das Ergebnis als Kosten pro Millimeter und Hektar berechnet wurde. Werden die Fixkosten und die variablen Kosten pro Millimeter und Hektar addiert, dann werden die Gesamtkosten der Beregnungsmaschine von 2,06 Euro pro Millimeter und Hektar für das Feld 1 berechnet.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
1909,2	64,91	3038,4	47,2	4947,60	225

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten in €/mm.Feld	
Anlageelemente	8,49	Energiekosten	9,97
Summe	8,49	Reparaturen	0,84
		Arbeitskosten	1,32
		Wasserkosten	0,00
		Summe	12,13

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/mm.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	0,85	Energiekosten	1,00
Summe	0,85	Reparaturen	0,08
		Arbeitskosten	0,13
		Wasserkosten	0,00
		Summe	1,21

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
2,06	

Tabelle 16: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm.ha für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren für das Feld 1.

Das Beispiel für das Feld ist in nun durch berechnet worden. In Tabelle 17 sind für das Feld 2 und in Tabelle 18 sind für das Feld 3 die Gesamtkosten in Euro pro Millimeter und Hektar aufgelistet. Die Berechnungen der zwei Felder befinden sich im Anhang.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm/ha
1837,2	65,81	2614,4	47,9	4451,60	240

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten je €/mm	
Anlageelemente	7,66	Energiekosten	7,60
Summe	7,66	Reparaturen	0,67
		Arbeitskosten	1,33
		Wasserkosten	0,00
		Summe	9,60

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/mm.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	0,85	Energiekosten	0,84
Summe	0,85	Reparaturen	0,07
		Arbeitskosten	0,15
		Wasserkosten	0,00
		Summe	1,06

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
1,91	

Tabelle 17: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm.ha für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
2782,2	49,41	2828,4	48,3	5610,60	210

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten in €/mm.Feld	
Anlageelemente	13,25	Energiekosten	9,60
Summe	13,25	Reparaturen	0,59
		Arbeitskosten	1,42
		Wasserkosten	0,00
		Summe	11,61

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/mm.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	1,26	Energiekosten	0,91
Summe	1,26	Reparaturen	0,06
		Arbeitskosten	0,14
		Wasserkosten	0,00
		Summe	1,11

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
2,37	

Tabelle 18: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm.ha für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.

Die Fixkosten bzw. die Anlageelemente für das Umlegeverfahren sind im Durchschnitt die teuersten Kosten (siehe Tabelle 19, Abbildung 25).

Die Anlagenelemente sind neben den Leitungen auch das Dieselaggregat und ein gewisser Prozentsatz wird für die Benützung des Rohrwagens, den Traktor und dem Auto dazugerechnet. Trotz allem sind die Anlageelemente verglichen mit den anderen Verfahren mit nur 0,99 Euro pro Millimeter und Hektar wiederum am billigsten.

Die Energiekosten von 0,92 Euro pro Millimeter und Hektar sind am Zweitteuersten, jedoch wieder mit den anderen zwei Verfahren verglichen noch immer billiger. Der Grund, warum die Energiekosten so minimal sind, ist, dass das Dieselaggregat nur mit einer Leitung anstatt mit zwei Leitungen - wie bei der Netzberechnung - bewässert wird. Die Arbeitskosten sind mit 0,14 € hoch, da beim Umlegeverfahren mehr Arbeitsstunden investiert werden muss. Die Leitung muss nach der Beendigung der Bewässerung umgesetzt werden. Dadurch sind die Arbeitskosten beim Umlegeverfahren im Gegensatz zur Netzberechnung am höchsten.

Die Reparaturkosten sind mit 0,07 Euro pro Millimeter und Hektar beim Umlegeverfahren am Minimalsten, da die Menge der Anlageelemente nicht so groß ist. Es wird nur mit einer Leitung bewässert und daher ist die Stückanzahl der Investitionen auch geringer, was der Grund ist, warum der Anteil der Wartungen und der Reparaturen weniger beträgt.

Schlussendlich wurden die Gesamtkosten mit 2,10 Euro pro Millimeter und Hektar berechnet und diese sind von allen Bewässerungsverfahren am billigsten. Die Fixkosten sind gering, jedoch muss auf die Arbeitskosten geachtet werden. Die Arbeitskosten in Euro pro Stunde variieren und können einen großen Kostenfaktor ausmachen. Wenn ein Betrieb hauptsächlich nur die Flügelberechnung im Umlegeverfahren tätigt, dann würde es kostenwirtschaftlich von Vorteil sein, dass Familienmitglieder beschäftigt werden.

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 2	FELD 3	FELDER-Ø	FELDER-Ø in %
Fixkosten	Anlageelemente	0,85	0,85	1,26	0,99	47
Variable Kosten	Energiekosten	1,00	0,84	0,91	0,92	43
	Reparaturen	0,08	0,07	0,06	0,07	3
	Arbeitskosten	0,13	0,15	0,14	0,14	7
	Wasserkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Gesamtk.	Gesamtkosten	2,06	1,91	2,37	2,12	100

Tabelle 19: Gesamtkosten in €/mm.ha und Prozent für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren.

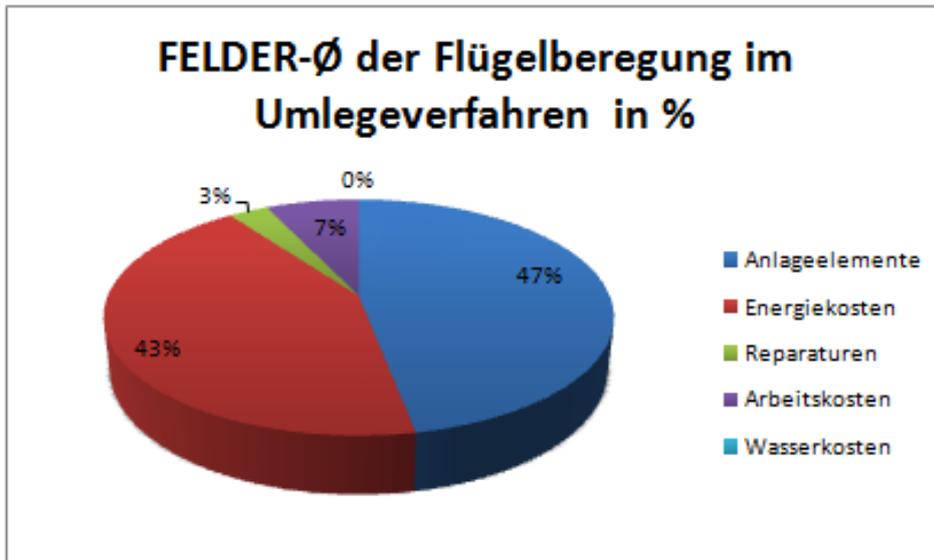


Abbildung 25: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Flügelberegung im Umlegeverfahren.

In der Abbildung 25 ist die prozentuale Verteilung der gemittelten Flächen dargestellt. Die Anlageelemente sind mit 47% an erster Stelle. Dicht gefolgt sind mit 43% die Energiekosten der Flügelberegung im Umlegeverfahren. Die Arbeitskosten haben 7% und am geringsten fallen die Reparaturkosten von 3% an. (Auf die Wasserkosten wird beim Musterbetrieb nicht mehr eingegangen, da diese immer 0% betragen.)

## 7.2 Netzberechnung

Die 29,5 Hektar werden nun mittels Netzberechnung bewässert. Der Regnerverband wird auf 18 Meter (Regnerabstand) mal 18 Meter (Länge einer Regnereinheit) aufgestellt.

### 7.2.1 Eingabe der Daten

Mittels Kalkulationsmodelles werden für die Felder wieder die Gesamtkosten pro Millimeter und Hektar berechnet. Eingabefelder (Tabelle 20) sind die Schlaggröße, die Arbeitsaufteilung, der Treibstoff des Aggregates, die Aufstellung der Sprinkler und deren Durchflussmenge.

Meist beträgt der Regnerabstand 18 Meter und der Abstand der Rohrleitungen 18 Meter (bis 24 Meter). Das Feld 1 wird wie bei der Flügelberechnung im Umlegeverfahren mit einem (halben) Dieselaggregat betrieben, jedoch werden mit der Pumpe immer zwei Stränge gleichzeitig eingeschalten. Die Pumpe ist für eine stärkere Leistung geeignet. Bei der Netzberechnung beträgt der Pumpendruck auch wieder 50 Meter.

FELD 1			
Felddaten		Einheit	
Feldfrucht		Zuckerrüben	
Feldlänge	m	500	
Feldbreite	m	200	
Regengabe	mm	45	
Regengaben/Kultur		5	
<u>Aufstellung der Sprinkler</u>			
<u>Länge</u>			
Regnerabstand	m	18	
<u>Breite</u>			
Abstand der Rohrleitungen	m	18	
Flügelleitung/Gabe	Anzahl	2	
<u>Durchflußmenge</u>			
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m <sup>2</sup> /h	1,5	
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m <sup>2</sup> /h	0,3	
Wasserpreis in €/h		0	
Arbeitskosten/h	€/h	15	
<u>Lohnansatz</u>		Einzelarbeitsaufwand	
1h= 60			
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten	
Pumpe aufst.	2	40	
Zuleitung	2	30	
Rohrtransport	2	40	
Rohre auflegen	2	90	
Einschalten	2	150	
Abbau	2	80	
<u>Aggregat</u>			
Diesel	X	0,20	l/kWh
Strom			

	Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
	Hauptleitung	Ø102,9m	11	120	20	3%	2%
80%	Einheiten	Ø102,9m	245	180	20	3%	2%
20%	Einheiten	Ø76,9m	61	120	20	3%	2%
80%	Reduzierstück	Ø102	9	7	20	3%	2%
20%		Ø76	2	6	20	3%	2%
80%	T-Stück	Ø102	9	40	20	3%	2%
20%		Ø76	2	40	20	3%	2%
80%	Leitungen	Ø102	9	44	20	3%	2%
20%		Ø76	2	40	20	3%	2%
	Hydrantbogen	Ø102	2	50	20	3%	2%
	Container	50m*	3,1	500	20	0%	1%
	Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungs- vorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk	Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
Dieselaggregat	100	10000	12000	0,5	3%	2%	1,5	0,80%
Elektropumpe	100	10000	5000	0,5	3%	2%	0	0,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich	Pumpleistung	0,1
Traktor	83kW	10	erforderl. Pumpendruck   m	50
Auto	120 kW	25	Dieselmzuschlag (20%)	1,2
Rohrwagen	1-Achsig	2	W. Dieselaggregat	0,7
			Elektromzuschlag (10%)	1,1
			W. Elektromotor	0,9
				5 bar

Tabelle 20: Eingabe der Daten für die Netzberechnung für das Feld 1.

## 7.2.2 Ergebnisse der Kostenberechnung für die Netzberechnung

Für die Kultur (Tabelle 21) wurde eine Regengabe von 225 Millimeter berechnet und die Bewässerungszeit von 245 Stunden im Jahr. Die Anzahl der Einheiten beträgt 306, daher werden 3,1 Container für die Lagerung benötigt (306 Einheiten dividiert durch 100).

Die Pumpenleistung in kW wird durch den Pumpendruck, dem Wasserdurchfluss, dem Faktor und den Pumpenwirkungsgrad ermittelt. In dieser Tabelle ist der Treibstoff für die Aggregate dargestellt. In unserem Musterbetrieb wird mit einem Dieselaggregat bewässert, der einen Treibstoffverbrauch von 6,8 Liter pro Stunde hat.

Felddaten	Einheit	
Gesamtfläche	ha	10
Beregnete Gesamtfläche	ha	9,9
Regengabe/Jahr	mm	225
Regneranzahl/Länge	Stk	306 (EH)
Flügelleitung (L)	Anzahl	11
Aufstellung/Feld	Anzahl	6
Regneranzahl/Leitung	Stk	28
Bewässerungszeit/Feld	h	49
Dauer/Aufstellung	h	8,1
Dauer/Aufstellung Jahr	h	245
Wasserdurchfluss/Regner	m <sup>3</sup> /h	1,8
Wasserdurchfluss/Leitung	m <sup>3</sup> /h	50,4
Wasserdurchfluss gesamt	m <sup>3</sup> /h	100,8
Intensität	mm/h	5,56

1 Leitung	28 EH
1 Feld	306 EH (Stück/Feld)
	11 Reduzierstück
	11 T-Stück
	11 Leitungen
	2 Hydrantbogen
1 Container	3,1 Umfasst 100 EH

Treibstoff		
Diesel		
24	kWh	Pumpe
34	kWh	Motor
6,80	l/h	
Strom		
22	kWh	Pumpe
24	kWh	Motor

Wasserdurchfluss	
101	m <sup>3</sup> /h

Regengaben
245 h

Wasserpreis in €/J	0
--------------------	---

Lohnansatz		
	1h= 60	min
Tätigkeit	Minuten	
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Einschalten	min	300
Abbau	min	160
Summe	min	860
Gesamtarbeit	h	14,3
AK/Feld.Jahr	€/J	214,5

Pumpleistung	kW	20
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67

Tabelle 21: Ergebnisse der Daten für die Netzberegnung für das Feld 1.

Die Abschreibung in Tabelle 22 ist zeitabhängig, daher wird der Gesamtpreis durch die Nutzungsdauer in Jahren dividiert wird. Zinsen und Unterbringung erfolgen wieder prozentual berechnet. Abschreibung, Zinsen und Unterbringung ergeben die Fixkosten von 5552 Euro pro Jahr. Wird diese Summe durch die Einsatzdauer für ein Jahr dividiert (z.B.: 245 Stunden), dann werden die Fixkosten von 130,8 Euro pro Stunde berechnet.

Die variablen Kosten für ein Jahr werden von den Reparaturkosten berechnet, die von Gesamtkosten mit dem Prozentsatz der Reparatur multipliziert werden. Wenn der Wert durch die Einsatzstunden dividiert wird, werden die variablen Kosten pro Stunde ermittelt. Die Gesamtkosten ergeben sich wieder aus den Fixkosten und den variablen Kosten (addiert).

**INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)**

**Zeitabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte**

**Fixe und Variable Kosten**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €	Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €
Hauptleitung	1320	66	40	26	132	0,5
Einheiten	44100	2.205	1323	882	4410	18,0
Einheiten	7320	366	220	146	732	3,0
Endkappe	63	3	2	1	6	0,0
	12	1	0	0	1	0,0
Reduzierstück	360	18	11	7	36	0,1
	80	4	2	2	8	0,0
Bogen, 90°	396	20	12	8	40	0,2
	80	4	2	2	8	0,0
Hydrantbogen	100	5	3	2	10	0,0
Container	1550	78	0	16	94	94,0
<b>Bauliche Anlagen</b>						
Brunnen	1500	75	0	0	75	15
<b>Summe</b>	<b>56.881</b>	<b>2.845</b>	<b>1615</b>	<b>1092</b>	<b>5552,0</b>	<b>130,8</b>

Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,08%	0,0	0,0	245	132,0	0,5
0,08%	0,1	24,5	245	4434,5	18,1
0,08%	0,0	0,0	245	732,0	3,0
0,08%	0,0	0,0	245	6,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	245	1,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	245	36,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	245	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	245	40,0	0,2
0,08%	0,0	0,0	245	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	245	10,0	0,0
0,08%	1,2	1,2	1	95,2	95,2
0,08%	0,24	1,2	5	76,2	15,24
	1,5	26,9		5578,9	132,3

Tabelle 22: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 1.

Die Abschreibung für das Dieselaggregat (Tabelle 23) ist leistungsabhängig und wird mit der Abschreibung pro Stunde berechnet. Die Berechnung erfolgt gleich wie beim Umlegeverfahren.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Dieselaggregat	1,2	245	6000	147	180	120,00
Elektropumpe	0,5	245	2500	61,25	75	50,00

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/Betriebsh	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
447	3,6	6,80	10,2	0,20	10,4	2548,0	2995,0	14,0
0	0,0	22,00	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
447	3,6		10,2	0,20	10,4	2548,0	2995,0	14,0

Tabelle 23: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 1.

Der Traktor, das Auto und der Rohrwagen wurden wie bei der Flügelberechnung im Umlegeverfahren berechnet, siehe Tabelle 24.

**Leistungsabhängige Abschreibung  
Maschinen, Geräte (ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J
Traktor	12	10000	64000	450
Auto	6	2400	26000	450
Rohrwagen	15	1500	2000	75
Summe				

Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)	Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich
5333	1920	1280	15,65	7043,0	156,5
4333	780	520	17,45	7853,0	436,3
133	2,3	1,5	2,71	203	5,42
9799	2702,3	1801,5	35,81	15099,0	598,22

Reparaturk. €/h	Reperaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,7	7	9,7	13,28	13,98	139,8	7182,8	29,6
0,08	2	13,4	11,48	11,56	289	8142,0	29,0
0,075	0,15		0,075	0,15	0,3	203,3	2,9
0,9	9,2		24,835	25,69	429,1	15528,1	61,5

Tabelle 24: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Netzberechnung für das Feld 1.

In Tabelle 25 wurden wieder die berechneten Werte von Feld 1 zusammengefasst. Die Fixkosten pro Jahr und Stunde ergeben sich aus den berechneten Anlageelementen (Hauptleitungen, Einheiten, Reduzierstücke, T-Stücke, Leitungen, Container, das Dieselaggregat, der Traktor, das Auto und der Rohrwagen).

Wenn die Fixkosten pro Jahr durch die Regengabe dividiert werden, werden die Anlageelemente pro Millimeter für das Gesamte Feld berechnet. Wird dieser Wert durch die Gesamtfläche von 10 Hektar dividiert, erhält der Landwirt das Ergebnis für die Anlageelemente der Bewässerung von 2,93 Euro pro Millimeter und Hektar.

Auffällig ist, dass die Anlageelemente im Gegensatz zum Umlegeverfahren weitaus höher sind, da bei der Netzberechnung mit höheren Investitionskosten gerechnet wird. Jedoch ist der Arbeitsaufwand bei der Netzberechnung viel geringer, da anstatt eines Umlegens der Leitungen nur ein Einschalten der Leitungen erfolgt.

Die variablen Kosten werden auch in Energiekosten, Reparaturen, Arbeits- und Wasserkosten eingeteilt. Die Energiekosten für ein Jahr werden wieder durch die Regengabe und der Gesamtfläche dividiert, so sind die Energiekosten für ein Millimeter pro Hektar 1,10 Euro.

Die Energiekosten sind höher, da 2 Leitungen gleichzeitig in Betrieb sind und daher der Treibstoffverbrauch höher ist (7 Liter pro Stunde). Die Reparaturen für ein Jahr werden mit der Einsatzdauer multipliziert und wie beim Umlegeverfahren mit den ÖKL-Richtwerten von Tabelle 23 dazu addiert.

Die Reparaturen, Arbeitskosten und die Wasserkosten für ein Jahr werden wiederum mit der Regengabe und der Gesamtfläche dividiert, damit das Ergebnis die Kosten pro Millimeter und Hektar hat. Werden die Fixkosten und die variablen Kosten pro Millimeter und Hektar addiert, dann werden die Gesamtkosten der Beregnungsmaschine von 4,32 Euro pro Millimeter und Hektar für das Feld 1 berechnet.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
6597,2	170,21	3218,5	87,6	9815,70	225

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten in €/mm.Feld	
Anlageelemente	29,32	Energiekosten	11,02
Summe	29,32	Reparaturen	1,89
		Arbeitskosten	0,95
		Wasserkosten	0,00
		Summe	13,86

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/mm.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	2,93	Energiekosten	1,10
Summe	2,93	Reparaturen	0,19
		Arbeitskosten	0,10
		Wasserkosten	0,00
		Summe	1,39

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
4,32	

Tabelle 25: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Netzberegnung für das Feld 1.

Das Beispiel für das Feld ist in nun durch berechnet worden. In Tabelle 26 sind für das Feld 2 und in Tabelle 27 sind für das Feld 3 die Gesamtkosten in Euro pro Millimeter und Hektar aufgelistet. Die Berechnungen der zwei Felder befinden sich im Anhang.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
5213,8	160,21	2851,9	89,5	8065,70	240

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten in €/mm.Feld	
Anlageelemente	21,72	Energiekosten	9,22
Summe	21,72	Reparaturen	1,34
		Arbeitskosten	0,92
		Wasserkosten	0,00
		Summe	11,48

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/mm.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	2,41	Energiekosten	1,02
Summe	2,41	Reparaturen	0,15
		Arbeitskosten	0,10
		Wasserkosten	0,00
		Summe	1,27

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
3,68	

Tabelle 26: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Netzberechnung für das Feld 2.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
6160,0	165,51	2891,1	92,0	9051,10	210

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten in €/mm.Feld	
Anlageelemente	29,33	Energiekosten	9,45
Summe	29,33	Reparaturen	1,89
		Arbeitskosten	1,00
		Wasserkosten	0,00
		Summe	12,34

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/m.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	2,79	Energiekosten	0,90
Summe	2,79	Reparaturen	0,18
		Arbeitskosten	0,10
		Wasserkosten	0,00
		Summe	1,18

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
3,97	

Tabelle 27: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Netzberechnung für das Feld 3.

In Tabelle 28 bzw. in Abbildung 26 sind die durchschnittlichen Kosten der Felder für die Flügelberechnung als Netzberechnung dargestellt.

Der größte Kostenfaktor sind wieder die Investitionen. Jedoch sind die Fixkosten von 2,71 Euro pro Millimeter und Hektar mehr als doppelt so hoch als wie beim Umlegeverfahren.

Der Grund liegt in der hohen Stückzahl der Einheiten und daher betragen die Reparaturkosten 0,17 Euro pro Millimeter und Hektar mehr. Bei der Netzberechnung werden die Leitungen am gesamten Feld aufgestellt und es werden zwei Leitungen für eine gewisse Bewässerungszeit eingeschaltet. Das erklärt auch, warum die Energiekosten mit 1,01 Euro pro Millimeter und Hektar um ein paar Cents mehr betragen.

Was von sehr großem Vorteil für die Netzberechnung ist, sind die geringen Arbeitskosten. Das Auf- bzw. Abbauen der Leitungen ist auch beim Umlegeverfahren zu tätigen, jedoch fehlt bei der Netzberechnung die Arbeitszeit für das Umlegen der Leitungen. Es müssen nur zwei Leitungen am Feld ein- bzw. ausgeschaltet werden, was die Arbeitskosten enorm verringert. Daher sind die Arbeitskosten bei der Netzberechnung, verglichen mit den anderen Bewässerungsverfahren, mit 0,10 Euro pro Millimeter und Hektar am billigsten. Werden die einzelnen Kosten summiert, dann ergeben sich Gesamtkosten von 3,99 Euro pro Millimeter und Hektar für die Flügelberechnung als Netzberechnung. Schließlich betragen die Gesamtkosten für die Netzberechnung mehr als wie beim Umlegeverfahren, jedoch ergeben sich diese erhöhten Kosten aufgrund der Anlageelemente. Nach einem längeren Zeitraum betrachtet werden die Kosten bei Netzberechnung, aufgrund der minimalen Arbeitskosten, immer geringer.

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 2	FELD 3	FELDER-Ø	FELDER-Ø in %
Fixkosten	Anlageelemente	2,93	2,41	2,79	2,71	68
Variable Kosten	Energiekosten	1,10	1,02	0,90	1,01	25
	Reparaturen	0,19	0,15	0,18	0,17	4
	Arbeitskosten	0,10	0,10	0,10	0,10	3
	Wasserkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Gesamtk.	Gesamtkosten	4,32	3,68	3,97	3,99	100

Tabelle 28: Gesamtkosten in €/mm.ha und in Prozent für die Netzberechnung.

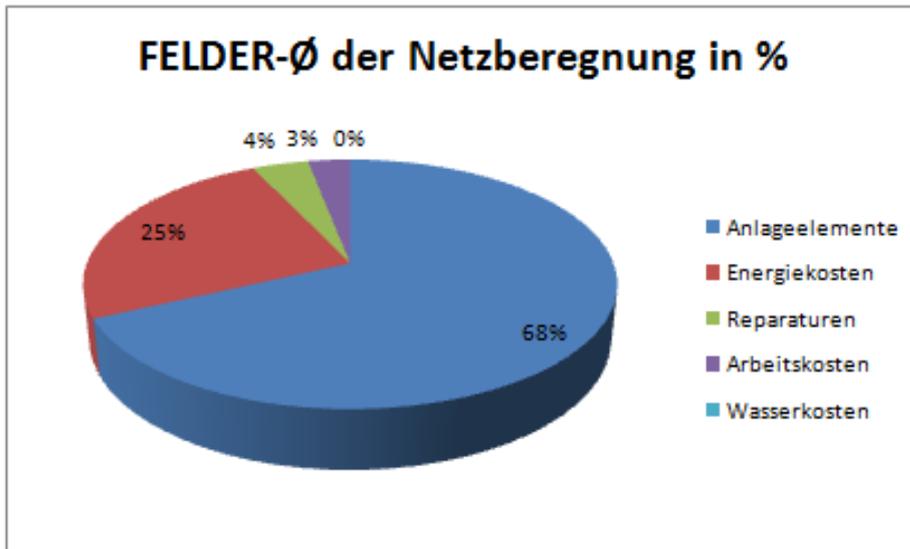


Abbildung 26: Grafische Darstellung der prozentuellen Verteilung der Gesamtkosten der Netzberegnung.

In der Abbildung 26 ist die prozentuale Verteilung der gemittelten Flächen der Netzberegnung dargestellt. Die Anlageelemente sind wieder mit 68% an erster Stelle und im Vergleich zur Flügelberegnung im Umlegeverfahren (47%) weitaus höher! Gefolgt mit 25% sind die Energiekosten an zweiter Stelle. Die Arbeitskosten betragen bei dem Bewässerungsverfahren nur mehr 3% und fallen am geringsten an. Die Reparaturkosten betragen 4% und sind um etwas höher als die Reparaturkosten von der Flügelberegnung im Umlegeverfahren, da die Anlageelemente höher sind.

## 7.3 Beregnungsmaschine

Für den Musterbetrieb wird nur eine Beregnungsmaschine verwendet, die die 30 ha bewässert.

### 7.3.1 Eingabe der Daten

Zuerst werden die Daten im Excel für die drei Felder eingegeben. In Tabelle 29 sind die Daten von Feld 1 erhoben worden.

Wichtige Kenndaten sind neben der Feldlänge und der Regengabe auch der Arbeitsaufwand, die entweder von einer oder zwei Personen durchgeführt werden.

Die Pumpleistung wird durch die Eingabe des Pumpendrucks berechnet, die bei der Beregnungsmaschine üblicherweise 130 Meter beträgt.

Die Parameter: Durchflussmenge, Wurfweite und die Beregnungsbreite sollen für die Beregnungsmaschine eingegeben werden. Bei den Anlagenelementen gibt der Benutzer die Preise, Dimension und die Anzahl der Hauptleitung, der Beregnungsmaschine und des Brunnen ein.

FELD 1		
Feldfrucht		Zuckerrüben
Feldlänge	m	500
Feldbreite	m	200
Regengabe	mm	45
Regengabe/Kultur	Anzahl	5
Wasserpreis	€/m <sup>3</sup>	0
Arbeitskosten/h	€/h	16
<u>Lohnansatz</u>		Einzelarbeitsaufwand
1h= 60		
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	30
Zuleitung	2	15
Versetzen	1	120
Abbau	2	30
<u>Aggregat</u>		
Diesel	x	
Strom		
l/kWh		0,2

Beregnungsmaschine		
Durchflußmenge	m <sup>3</sup> /h	85
Wurfweite	m	60
Beregnungsbreite	m	100

Pumpleistung			0,1
Erforderlicher Pumpendruck	m	130	13 bar
Dieselaufschlag (20%)		1,2	
W. Dieselaggregat		0,7	
Elektroaufschlag (10%)		1,1	
W. Elektromotor		0,9	

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102 ,9m	2,00	120,00	20	3%	2%
Berechnungsmaschine	500m Rohrlänge	0,33	50000,00	15	3%	2%
Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000,00	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Zinsen in %	Unterbringung in %	Leistungs- vorrat in h	T-Preis €/l; €/kW	Reparatur in %
Dieselaggregat	100kW	0,50	12000	3%	2%	10000	1,5	0,80%
Elektropumpe	100kW	0,50	5000	3%	2%	10000	0	0,20%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	8
Auto	120 kW	18
Rohrwagen	1-Achsig	2

Tabelle 29: Eingabe der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.

### 7.3.2 Ergebnisse der Kostenberechnung für die Berechnungsmaschine

Für das Feld 1 (Zuckerrüben) wurde wieder die Regengabe pro Jahr von 225 mm für die Kultur ausgerechnet. Die Berechnungsdauer (Regengaben) für das Feld der Kultur ist für die Einsatzstunden der Berechnungsmaschinen und des Dieselaggregates ausschlaggebend.

Mittels der eingegeben Daten von Tabelle 29, werden für die Berechnungsmaschine wichtige Daten ausgewertet (Tabelle30), welches der Einzug, die Flächenleistung und die Intensität ist.

Bei der Eingabe der Pumpenleistung wurde mit einem Pumpendruck von 130 m gerechnet. Die Pumpenleistung in kW wird durch den Pumpendruck, dem Wasserdurchfluss, dem Faktor und den Pumpenwirkungsgrad berechnet. In Tabelle 31 ist der Treibstoff für die Aggregate dargestellt. In unserem Musterbetrieb wird mit einem Dieselaggregat bewässert, der einen Treibstoffverbrauch von 14,8 Liter pro Stunde hat.

<b>Felddaten</b>	<b>Einheit</b>	
Regengabe/Jahr	mm	225
Gesamtfläche	ha	10
Berechnungsdauer/Streifen	h	26
Berechnungsdauer/Feld	h	52
Berechnungsdauer/Feld.Jahr	h	260
Wasserpreis/Feld,Kultur	€	0

<b>Felddaten</b>	<b>Einheit</b>	
<b>Berechnungsmaschine</b>		
Umstellen/Gabe	Anzahl	2
Einzug	m/h	18,9
Flächenleistung	ha/h	0,19
Intensität	mm/h	22,4
Pumpleistung	kW	43,0
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67

<b>Lohnansatz</b>		
	1h=	min
<b>Tätigkeit</b>	<b>Minuten</b>	
Pumpe aufst.	min	60
Zuleitung	min	30
Versetzen	min	1200
Abbau	min	60
Summe	min	1350
Gesamtarbeit	h	22,5
AK/Feld.Jahr	€/J	360

<b>Regengaben</b>	
<b>260,0 h</b>	

<b>Gesamtfläche ha</b>	
<b>10</b>	

Tabelle 30: Ergebnisse der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.

<b>Treibstoff</b>		
<b>Diesel</b>		
52	kWh	Pumpe
74	kWh	Motor
14,80	l/h	
<b>Strom</b>		
47	kWh	Pumpe
52	kWh	Motor

<b>Wasserdurchfluss</b>	
85	m <sup>3</sup> /h

Tabelle 31: Ergebnisse der Daten des Treibstoffes für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.

Die Anlageelemente werden in die zeitabhängige und in die leistungsabhängige Abschreibung unterteilt. Geräte, die mit der Zeit einen Wertverlust haben, sind die Hauptleitung, die Berechnungsmaschine mitsamt Zubehör und der Brunnen. Bei den Elementen wird der Neuwert durch die Jahre der Abschreibung errechnet.

Die Aggregate, die Abschreibung, Verzinsung und die Unterbringung werden wie bei der Netzberechnung bzw. wie bei der Flügelberechnung im Umlegeverfahren berechnet. Die Auch wieder werden ergeben die Abschreibung, die Zinsen und die Unterbringung die Fixkosten für ein Jahr. Wird dieser Wert durch die Einsatzstunden ermittelt, kommen die Fixkosten pro Stunde als Ergebnis heraus. Die variablen Kosten für ein Jahr werden von den Reparaturkosten berechnet, die von Gesamtkosten mit dem Prozentsatz der Reparatur multipliziert werden. Wenn der Wert durch die Einsatzstunden dividiert wird, werden die variablen Kosten pro Stunde erfasst (Tabelle 32, 33,34).

**INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)**

**Zeitabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Hauptleitung	240	12	7,2	4,8
Berechnungs- maschine	16500	1.100	495	330
<b>Bauliche Anlagen</b>				
Brunnen	1500	75	0	0
<b>Summe</b>	<b>18240</b>	<b>1.187</b>	<b>502,2</b>	<b>334,8</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €	Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
24,0	0,1	0,08%	0,0	0,0	260,0	24,0	0,1
1925,0	7,4	0,08%	0,1	26,0	260,0	1951,0	7,5
75	75	0,08%	1,2	1,2	1	76,2	76,2
<b>2024,0</b>	<b>82,5</b>		<b>1,3</b>	<b>27,2</b>		<b>2051,2</b>	<b>83,8</b>

Tabelle 32: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat	6000	1,2	260	156	180	120
Elektropumpe	2500	0,5	260	65	75	50
						<b>Summe</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
912	3,5	14,80	22,2	0,37	22,6	5876,0	6788,0	26,1
0	0,0	47,00	0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>912</b>	<b>3,5</b>		<b>22,2</b>	<b>0,39</b>	<b>22,6</b>	<b>5876,0</b>	<b>6788,0</b>	<b>26,1</b>

Tabelle 33: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.

Die Fixkosten und die variablen Kosten der ÖKL-Richtwerte (Tabelle 34) pro Stunden wurden mit der tatsächlichen Stundenanzahl, in dem die Geräte genutzt werden, multipliziert Diese ergeben wiederum die tatsächlichen Fixkosten und die variablen Kosten von einem Jahr.

**Leistungsabhängige Abschreibung  
Maschinen, Geräte (ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J	Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)
<b>Traktor</b>	12	10000	64000	450	5333	1920	1280
<b>Auto</b>	6	2400	26000	450	4333	780	520
<b>Rohrwagen</b>	15	1500	2000	75	133	2,3	1,5
				<b>Summe</b>	<b>9799</b>	<b>2702,3</b>	<b>1801,5</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich	Reparaturk. €/h	Reparaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h
15,65	7043,0	125,2	0,88	7	9,7	13,1
17,45	7853,0	314,1	0,11	2	13,4	11,45
2,71	203	5,42	0,08	0,15		0,07
<b>35,81</b>	<b>15099,0</b>	<b>444,72</b>	<b>1,1</b>	<b>9,2</b>		<b>24,62</b>

Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
13,98	111,84	7154,8	29,6
11,56	208,08	8061,1	29,0
0,15	0,3	203,3	2,9
<b>25,69</b>	<b>320,22</b>	<b>15419,2</b>	<b>61,5</b>

Tabelle 34: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Berechnungsmaschine für das Feld 1.

In Tabelle 35 wurden die berechneten Werte von Feld 1 zusammengefasst. Die Summe der Abschreibung für das Feld 1 ergeben sich wieder aus den Fixkosten pro Jahr und Stunde, den variablen Kosten pro Jahr und Stunde und weiter den Gesamtkosten pro Jahr.

Die Fixkosten pro Jahr und Stunde ergeben sich aus den berechneten Anlageelementen, die die Hauptleitung, die Berechnungsmaschine, der Brunnen, das Dieselaggregat, der Traktor, das Auto und der Rohrwagen ist.

Wenn die Fixkosten pro Jahr durch die Regengabe dividiert werden, erfolgt die Berechnung der Anlageelemente pro Millimeter für das gesamte Feld. Wird dieser Wert durch die Gesamtfläche von 10 Hektar dividiert, erhält der Landwirt das Ergebnis für die Anlageelemente der Bewässerung von 1,50 Euro pro Millimeter und Hektar.

Die variablen Kosten werden in Energiekosten, Reparaturen, Arbeits- und Wasserkosten unterteilt. Die Energiekosten pro Stunde werden mit der Einsatzdauer multipliziert. Damit werden die Energiekosten für ein Jahr ermittelt. Wird dieser Wert durch die Regengabe und der Gesamtfläche dividiert, so sind die Energiekosten für ein Millimeter pro Hektar 2,57 Euro.

Die Reparaturen für ein Jahr werden mit der Einsatzdauer multipliziert und wieder mit den ÖKL-Richtwerten von Tabelle 34 dazu addiert.

Die Reparaturen, Arbeitskosten und die Wasserkosten für ein Jahr werden wiederum mit der Regengabe und der Gesamtfläche dividiert, damit das Ergebnis die Kosten pro Millimeter und Hektar hat.

Werden die Fixkosten und die variablen Kosten pro Millimeter und Hektar addiert, dann werden die Gesamtkosten der Beregnungsmaschine von 4,43 Euro pro Millimeter und Hektar für das Feld 1 berechnet.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
3380,7	121,81	6288,9	64,5	9669,60	225

Kosten in €/mm.Feld			
Fixe Kosten je €/mm		Variable Kosten je €/mm	
Anlageelemente	15,03	Energiekosten	25,65
Summe	15,03	Reparaturen	1,99
		Arbeitskosten	1,60
		Wasserkosten	0,00
		Summe	29,24

Kosten in €/mm.ha			
Fixe Kosten je €/mm.ha		Variable Kosten je €/mm.ha	
Anlageelemente	1,50	Energiekosten	2,57
Summe	1,50	Reparaturen	0,20
		Arbeitskosten	0,16
		Wasserkosten	0,00
		Summe	2,93

GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha	
4,43	

Tabelle 35: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Beregnungsmaschine für das Feld 1.

Feld 1 ist nun durch berechnet worden. In Tabelle 36 sind für das Feld 2 und in Tabelle 37 sind für das Feld 3 die Gesamtkosten in Euro pro Millimeter und Hektar aufgelistet. Die Berechnungen der zwei Felder befinden sich wieder im Anhang.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
2931,9	46,71	6456,0	62,0	9387,90	240

Kosten in €/mm.Feld					
Fixe Kosten je €/mm			Variable Kosten je €/mm		
Anlageelemente	12,22		Energiekosten	25,65	
Summe	12,22		Reparaturen	0,27	
			Arbeitskosten	1,60	
			Wasserkosten	0,00	
			Summe	27,52	
Kosten in €/mm.ha					
Fixe Kosten je €/mm.ha			Variable Kosten je €/mm.ha		
Anlageelemente	1,36		Energiekosten	2,85	
Summe	1,36		Reparaturen	0,03	
			Arbeitskosten	0,18	
			Wasserkosten	0,00	
			Summe	3,06	
GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha					
4,42					

Tabelle 36: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Beregnungsmaschine für das Feld 2.

Summe der Kosten					
Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Variable Kosten/h in €	Gesamt- Kosten/J in €	mm
3327,0	53,71	4050,1	62,5	7377,10	210

Kosten in €/mm/.Feld					
Fixe Kosten je €/mm			Variable Kosten je €/mm		
Anlageelemente	15,84		Energiekosten	25,65	
Summe	15,84		Reparaturen	0,63	
			Arbeitskosten	1,60	
			Wasserkosten	0,00	
			Summe	27,88	
Kosten in €/mm.ha					
Fixe Kosten je €/mm.ha			Variable Kosten je €/mm.ha		
Anlageelemente	1,98		Energiekosten	3,21	
Summe	1,98		Reparaturen	0,08	
			Arbeitskosten	0,20	
			Wasserkosten	0,00	
			Summe	3,49	
GESAMTKOSTEN IN €/mm.ha					
5,47					

Tabelle 37: Ergebnisse der Gesamtkosten in €/mm/ha für die Beregnungsmaschine für das Feld 3.

Die Beregnungsmaschine ist für unseren Musterbetrieb am teuersten, da die Gesamtkosten im Durchschnitt aller drei Felder auf 4,77 Euro pro Millimeter und Hektar berechnet wurden.

Ausschlaggebend sind in erster Linie die Energiekosten. Das Dieselaggregat der Beregnungsmaschine verbraucht doppelt so viel an Treibstoff als beispielsweise zwei Regenleitungen bei der Netzberegnung. Spitzenreiter der durchschnittlichen Kosten der Felder sind daher die Energiekosten von 2,88 Euro pro Millimeter und Hektar.

Eine Beregnungsmaschine mit Zubehör macht eine große Investition aus (vergleiche Anhang: Preisliste für Beregnungsmaschine) und daraus ergeben sich die Kosten von 1,61 Euro pro Millimeter und Hektar. Reparatur und Wartung sind bei dem System gering, da nur wenige Anlageelemente benötigt werden. Die Reparaturkosten betragen bei der Netzberegnung 10 Cent pro Millimeter und Hektar mehr, da dieses System aus viel mehr Investitionen (Einheiten, Kleinteile...usw.) besteht. Die Arbeitskosten für die Beregnungsmaschine sind minimal, da sie nur 0,18 Euro pro Millimeter und Hektar betragen. Wird dieser Wert mit den Arbeitskosten der anderen zwei Verfahren verglichen, dann ergeben diese im Durchschnitt den höchsten Wert. Der Grund dafür ist aber, dass wir an dem Musterbetrieb alle Feldstücke mit den gleichen Kulturen mit verschiedenen Verfahren bewässert haben. Aufgrund der ungünstigen Schlagform und der häufigen Regengaben, die für die ausgewählten Kulturen getätigt werden müssen, ergeben sich die höheren Arbeitskosten. In der Praxis wird die Beregnungsmaschine nicht so oft versetzt und die Regengaben sind für gewisse Kulturen mit Beregnungsmaschine nicht so häufig zu tätigen. Werden diese Faktoren berücksichtigt, dann sind die Beregnungsmaschine und die Flügelberegnung als Netzberegnung die günstigsten Varianten für die Arbeitskosten.

Die Investitionskosten sind bei der Beregnungsmaschine enorm, doch wird auf lange Zeit damit bewässert, verringern sich die Gesamtkosten in Euro pro Millimeter und Hektar aufgrund der geringen Arbeitskosten.

In Tabelle 38/ Abbildung 27 ist ersichtlich, dass die Arbeitskosten einen geringen Kostenfaktor ausmachen. Reparatur und Wartungskosten sind aufgrund der geringen Investitionsstückzahl am geringsten.

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 2	FELD 3	FELDER-Ø	FELDER-Ø in %
Fixkosten	Anlageelemente	1,50	1,36	1,98	1,61	34
Variable Kosten	Energiekosten	2,57	2,85	3,21	2,88	60
	Reparaturen	0,20	0,03	0,08	0,10	2
	Arbeitskosten	0,16	0,18	0,20	0,18	4
	Wasserkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Gesamtk.	Gesamtkosten	4,43	4,42	5,47	4,77	100

Tabelle 38: Gesamtkosten in €/mm.ha und Prozent für die Beregnungsmaschine.

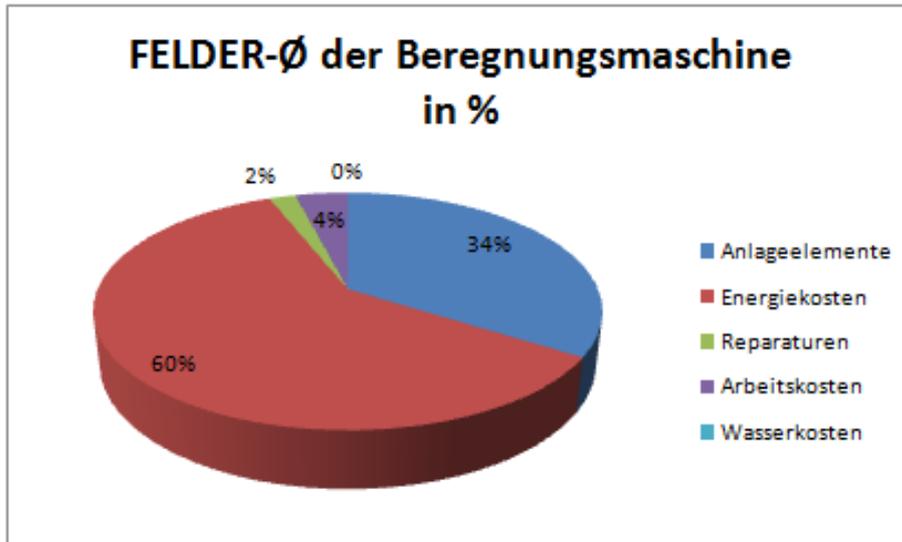


Abbildung 27: Grafische Darstellung der prozentualen Verteilung der Gesamtkosten Kostenelemente für die Berechnungsmaschine.

Die prozentuale Verteilung der gemittelten Flächen der Berechnungsmaschine befindet sich in der Abbildung 27. Die Anlageelemente sind wieder mit 60% an erster Stelle und im Vergleich zur Netzberechnung (68%) ein wenig geringer! Gefolgt mit 34% sind die Energiekosten an zweiter Stelle. Die Arbeitskosten betragen 4% und sind normalerweise geringer. Die Reparaturkosten betragen nur 2% da bei dem Bewässerungsverfahren die Anzahl der Anlageelemente geringer sind.

## 7.4 Kostenvergleich der drei Bewässerungsverfahren

Die Ergebnisse der drei Bewässerungsverfahren wurden nun gegenübergestellt. Interessant sind die Gesamtkosten pro Millimeter und Hektar für die jeweiligen Bewässerungsverfahren. An unserem Musterbetrieb ist die Flügelberegnung im Umlegeverfahren speziell auf die Gesamtkosten betrachtet am billigsten. Jedoch ändern sich bestimmte Parameter wie Arbeitskosten oder Fixkosten, wenn das Beregnungssystem anders gewählt wurde.

Nicht zu vergessen ist, dass für die Gesamtkosten neben dem Bewässerungsverfahren, auch die zu bewässernde Kultur, die Höhe und die Anzahl der Wassergaben ausschlaggebend ist!

In Tabelle 39 sind die unterschiedlichen Kostenfaktoren für die jeweils drei verschiedenen Bewässerungsverfahren aufgelistet. Die berechneten Werte sind Durchschnittswerte, die aus den drei Feldern pro Bewässerungsverfahren gemittelt wurden.

Die Flügelberegnung im Umlegeverfahren wird in blauen Balken, die Netzberegnung in roten Balken und die Beregnungsmaschine in grünen Balken (Abbildung 28) dargestellt. Die teuersten Kostenelemente sind in Tabelle 39 in Rot (Netzberegnung) und Grün (Beregnungsmaschine) schraffiert. Die Netzberegnung erweist sich aufgrund der Anlageelemente von 2,71 Euro pro Millimeter und Hektar und der Reparaturen von 0,17 Euro pro Millimeter und Hektar teurer als die anderen Beregnungsverfahren. Die Beregnungsmaschine hat die höchsten Energiekosten (2,88 Euro pro Millimeter und Hektar) und die höchsten Arbeitskosten von 0,18 Euro pro Millimeter und Hektar.

Spitzenreiter der Gesamtkosten ist die Beregnungsmaschine mit 4,77 Euro pro Millimeter und Hektar. Die Netzberegnung ist mit 3,99 Euro pro Millimeter und Hektar im Mittelfeld und am billigsten ist die Flügelberegnung im Umlegeverfahren mit nur 2,12 Euro pro Millimeter und Hektar.

<b>Kosten in €/mm.ha</b>	<b>Flügelberegnung im Umlegeverfahren</b>	<b>Netzberegnung</b>	<b>Beregnungsmaschine</b>
Anlageelemente	0,99	2,71	1,61
Energiekosten	0,92	1,01	2,88
Reparaturen	0,07	0,17	0,10
Arbeitskosten	0,14	0,10	0,18
<b>Gesamtkosten</b>	<b>2,12</b>	<b>3,99</b>	<b>4,77</b>

Tabelle 39: Kosten in €/mm.ha der einzelnen Bewässerungsverfahren.

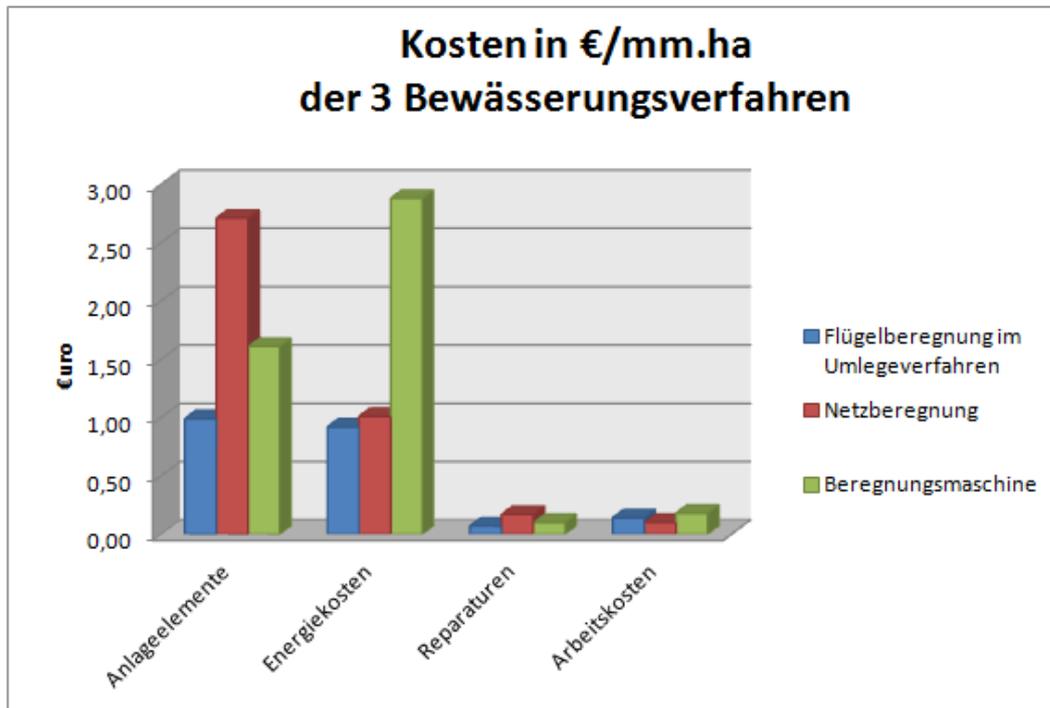


Abbildung 28: Darstellung der einzelnen Bewässerungsverfahren, die auf die einzelnen Kostenparameter aufgeteilt wurden.

Schließlich kann zusammengefasst werden, dass an unserem Musterbetrieb die Beregnungsmaschine die teuerste Variante ist. Jedoch übersteigen die Kosten der Netzberegnung bei den Anlageelemente und Reparaturen. Die Flügelberegnung ist an unserem Musterbetrieb die billigste Variante. Da nur mit einem Strang bewässert wird, sind die Investitionskosten und Reparaturen sehr gering. Jedoch werden die Arbeitskosten auf einen längeren Zeitraum betrachtet immer teurer, wenn keine Familienmitglieder helfen. Normalerweise wären die Arbeitskosten bei der Beregnungsmaschine viel geringer, jedoch wurde ein Musterbetrieb erstellt, der für die Beregnungsmaschine aufgrund der ungünstigen Schlagform und der Kulturen höhere Arbeitskosten ergibt. In der Praxis ist das jedoch nicht der Fall.

## **8. Praxisanwendung der Kalkulationsmodelle**

Die Kalkulationsmodelle wurden so konstruiert, damit diese auch für die Praxis anwendbar sind. Von großer Bedeutung sind die Unterschiede der Anwendungsgebiete unserer Bundesländer. Während das Marchfeld von Niederösterreich bei der Bewässerung weitaus fortgeschrittener ist, hat das Klagenfurter Becken von Kärnten in Summe noch nicht so viele Landwirte, die Bewässerung betreiben. Daher sind die Gesamtkosten für die jeweiligen Betriebe nicht als Vergleichswert wie bei den Musterbetrieben zu sehen.

### **8.1 Kosten der Bewässerung eines Betriebes in Niederösterreich**

Für das Bundesland in Niederösterreich wurden ein Teil der Daten vom Betrieb des Landwirts Herrn Dipl.-Ing. Unger für die jeweilige Bewässerung erhoben. Herr Dipl.-Ing. Unger stellte für die Veröffentlichung seines Betriebes einen gewissen Teil der Daten zur Verfügung, die in den Kalkulationsmodellen angewendet wurden.

#### **Betrieb Unger**

Der Betrieb Unger hat die Liegenschaft in Groß-Enzersdorf, in der Katastralgemeinde Franzensdorf. Das Unternehmen ist in Marchfeld für die Spargelproduktion im Marchfeld bekannt und vertreibt neben Spargel auch Kartoffeln, Zwiebel, Mais und Zuckerrüben.

Die Firma Unger bewässert mit der Flügelberegnung im Umlegeverfahren und der Netzberegnung, die jeweils mit Strom betrieben werden.

### **8.2 Daten vom Betrieb Unger**

Für den Betrieb wurden drei Felder für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren und zwei Felder für die Netzberegnung aufgenommen und ausgewertet.

#### **8.2.1 Flügelberegnung im Umlegeverfahren**

Die Daten der drei Felder sind in Tabelle 40 ersichtlich. Die Felder werden mittels Elektropumpe betrieben, wobei Feld 1 und Feld 2 nebeneinander liegen und sich jeweils eine Elektropumpe und einen Feldbrunnen teilen. Feld 3 wird mit einer anderen Elektropumpe und einem extra Feldbrunnen bewässert.

## Eingabe der Daten

In Tabelle 41 sind die Daten vom Feldstück 1 der Flügelberegnung im Umlegeverfahren ersichtlich, die kaum von den anderen zwei Feldstücken abweichen.

Natürlich haben die Anlageelemente der Felder eine unterschiedliche Stückzahl und die Arbeitszeit ist für jedes Feld unterschiedlich. Die Treibstoffkosten von 0,18 €/kW sind ein Mittelwert von Tag- und Nachtpreis.

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Zuckerrüben
Feldlänge	m	860
Feldbreite	m	116
Regengabe	mm	50
Regengaben/Kultur		4

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Spargel
Feldlänge	m	440
Feldbreite	m	179
Regengabe	mm	60
Regengaben/Kultur		1

FELD 3		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Mais
Feldlänge	m	500
Feldbreite	m	97
Regengabe	mm	50
Regengaben/Kultur		4

Tabelle 40: Eingabe der Feldstücke der Flügelberegnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.

Aufstellung der Sprinkler		
Länge		
Regnerabstand	m	18
Breite		
Abstand der Rohrleitungen	m	18
Flügelleitung (L)		
Durchflußmenge		
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3
Wasserpreis in €/h		0
Aggregat		
Diesel		
Strom	x	

Arbeitskosten/h	€/h	12
Lohnansatz 1h= min:	60	Einzelarbeitsaufwand
Tätigkeit	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	60
Zuleitung	2	10
Rohrtransport	2	60
Rohre auflegen	2	120
Umlegen	2	2400
Abbau	2	90

Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102, 9m	6	120	20	3%	2%
50% Einheiten	Ø102, 9m	24	180	20	3%	2%
50% Einheiten	Ø76, 9m	24	120	20	3%	2%
100% Endkappe	Ø102	1	7	20	3%	2%
0% Endkappe	Ø76	0	6	20	3%	2%
100% Reduzierstück	Ø102	1	40	20	3%	2%
0% Reduzierstück	Ø76	0	40	20	3%	2%
50% Bogen, 90°	Ø102	3	44	20	3%	2%
50% Bogen, 90°	Ø76	3	40	20	3%	2%
Hydrantbogen	Ø102	1	50	20	3%	2%
Container	50m²	0,0	500	20	0%	1%
Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungsvorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk	Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
Diesellaggregat	/	10000	12000	0,5	3%	2%		0,80%
Elektropumpe+Stromanschluss	22	10000	5000	0,5	3%	2%	0,18	2,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	5
Auto	55 kW	15
Rohrwagen	1-Achsig	5

Pumpleistung

Erforderlicher Pumpendruck	m	50
Dieselaufschlag (20%)		1
W. Diesellaggregat		1
Elektroaufschlag (10%)		1
W. Elektromotor		0,9

Tabelle 41: Eingabe eines Feldstückes der Flügelberegnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.

### Ergebnisse der Daten

Die Kosten der Felder sind in Tabelle 42 bzw. in Abbildung 29 dargestellt. Feld 2 hat mit 0,68 Euro pro Millimeter und Hektar die höchsten Arbeitskosten, was sich auch in den höheren Energiekosten von 1,09 Euro pro Millimeter und Hektar bemerkbar macht. Die Anlageelemente sind in Abbildung 29 der größte Kostenfaktor.

Im Großen und Ganzen beläuft sich der Durchschnitt der Gesamtkosten aller drei aufgenommenen Felder auf 3,39 Euro pro Millimeter und Hektar.

	Gesamtstunden h	Arbeitskosten €/Feld	Arbeitskosten €/mm.ha	Energiekosten/h	Energiekosten/Feld	Energiekosten/mm.ha
<b>FELD 1</b>	91,30	1095,6	0,55	3,06	661	0,33
<b>FELD 2</b>	26,80	402	0,68	1,44	518,4	1,09
<b>FELD 3</b>	50,10	601,2	0,62	2	324	0,33
<b>FELDER/Ø</b>	56,07	699,60	0,62	2	501	0,58

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 2	FELD 3	FELDER/Ø	FELDER-Ø in %
Fixkosten	Anlageelemente	0,72	3,22	1,99	1,98	59
Variable Kosten	Energiekosten	0,33	1,09	0,33	0,58	17
	Reparaturen	0,06	0,35	0,11	0,17	5
	Arbeitskosten	0,55	0,68	0,62	0,62	19
	Wasserkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0
<b>Gesamt.</b>	<b>Gesamtkosten</b>	<b>1,66</b>	<b>5,34</b>	<b>3,05</b>	<b>3,35</b>	<b>100</b>

Tabelle 42: Ergebnisse der Kosten der Flügelberegnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.

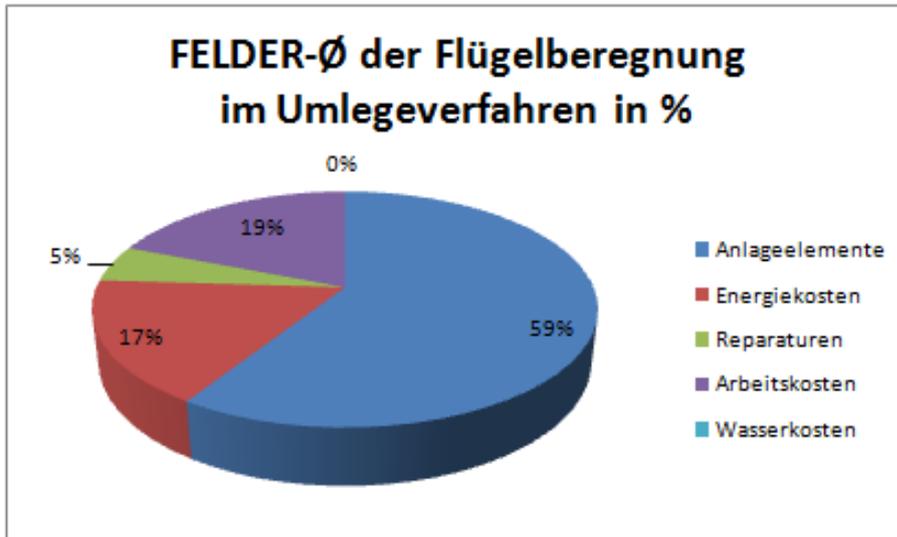


Abbildung 29: Grafische Darstellung der prozentualen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Flügelberechnung im Umlegeverfahren des Betriebes Unger.

## 8.2.2 Netzberechnung

Die Daten der zwei Felder sind in Tabelle 43 ersichtlich. Die Felder werden auch mittels Elektropumpe betrieben, wobei Feld 1 und Feld 2 nebeneinander liegen und sich jeweils eine Elektropumpe und einen Feldbrunnen teilen.

### Eingabe der Daten

In Tabelle 44 sind die Daten vom Feldstück 1 der Netzberechnung ersichtlich, die kaum vom Feld 2 abweichen. Die Treibstoffkosten von 0,18 €/kW sind wieder ein Mittelwert von Tag- und Nachtpreis.

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Zwiebel
Feldlänge	m	500
Feldbreite	m	120
Regengabe	mm	30
Regengaben/Kultur		10

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Kartoffel
Feldlänge	m	440
Feldbreite	m	31
Regengabe	mm	30
Regengaben/Kultur		10

Tabelle 43: Eingabe der Feldstücke der Netzberechnung des Betriebes Unger.

Aufstellung der Sprinkler

Länge

Regnerabstand	m	18
---------------	---	----

Breite

Abstand der Rohrleitungen	m	18
---------------------------	---	----

Flügelleitung/Gabe	Anzahl	2
--------------------	--------	---

Durchflußmenge

Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m <sup>2</sup> /h	1,5
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m <sup>2</sup> /h	0,3
Wasserpreis in €/h		0

Arbeitskosten/h	€/h	15
-----------------	-----	----

<u>Lohnansatz</u>	1h= 60	Einzelarbeitsaufwand
-------------------	--------	----------------------

Tätigkeit	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	40
Zuleitung	2	60
Rohrtransport	2	120
Rohre auflegen	2	360
Einschalten	2	400
Abbau	2	320

Aggregat

Diesel		
Strom	x	

	Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
	Hauptleitung	Ø102,9m	7	120	20	3%	2%
100%	Einheiten	Ø102,9m	134	180	20	3%	2%
0%	Einheiten	Ø76,9m	0	120	20	3%	2%
100%	Reduzierstück	Ø102	7	7	20	3%	2%
0%		Ø76	0	6	20	3%	2%
100%	T-Stück	Ø102	7	40	20	3%	2%
0%		Ø76	0	40	20	3%	2%
100%	Leitungen	Ø102	7	44	20	3%	2%
0%		Ø76	0	40	20	3%	2%
	Hydrantbogen	Ø102	6	50	20	3%	2%
	Container		0,0	500	20	0%	1%
	Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungsvorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk	Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
Dieselaggregat	/	10000	12000	0,5	3%	2%		0,80%
Elektropumpe+Stromanschluss	22	10000	5000	0,5	3%	2%	0,18	2,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	4
Auto	50kW	18
Rohrwagen	1-Achsig	4

Pumpleistung

erforderl. Pumpendruck	m	50
Dieselaufschlag (20%)		1
W. Dieselaggregat		1
Elektroaufschlag (10%)		1
W. Elektromotor		0,9

Tabelle 44: Eingabe eines Feldstückes als Netzberegnung des Betriebes Unger.

## Ergebnisse

Die Kosten der Felder sind in Tabelle 45 bzw. in Abbildung 30 dargestellt. Feld 2 hat mit 1,55 Euro pro Millimeter und Hektar die höchsten Arbeitskosten. Die Energiekosten betragen im Durchschnitt 0,41 Euro pro Millimeter und Hektar, die zwischen den Feldern kaum abweichen. Zusammengefasst beläuft sich der Durchschnitt der Gesamtkosten der zwei Felder auf 4,04 Euro pro Millimeter und Hektar. Die höheren Gesamtkosten ergeben sich aus den Anlageelementen, die bei der Netzberechnung natürlicherweise höher als beim Umlegeverfahren sind.

	Gesamtstunden h	Arbeitskosten €/Feld	Arbeitskosten €/mm.ha		Energiekosten/h	Energiekosten/Feld	Energiekosten/mm.ha
FELD 1	43,30	649,5	0,36	Feld 1	3,6	778	0,43
FELD 2	43,30	649,5	1,55	Feld 2	3	162	0,39
FELDER/Ø	43,30	649,5	0,96	Ø	3	470	0,41

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 2	FELDER/Ø	FELDER-Ø in %
Fixkosten	Anlageelemente	1,94	3,15	2,55	63
Variable	Energiekosten	0,43	0,39	0,41	10
Kosten	Reparaturen	0,07	0,18	0,13	3
	Arbeitskosten	0,36	1,55	0,96	24
	Wasserkosten	0,00	0,00	0,00	0
Gesamtk.	Gesamtkosten	2,80	5,27	4,04	100

Tabelle 45: Ergebnisse der Kosten der Netzberechnung des Betriebes Unger.

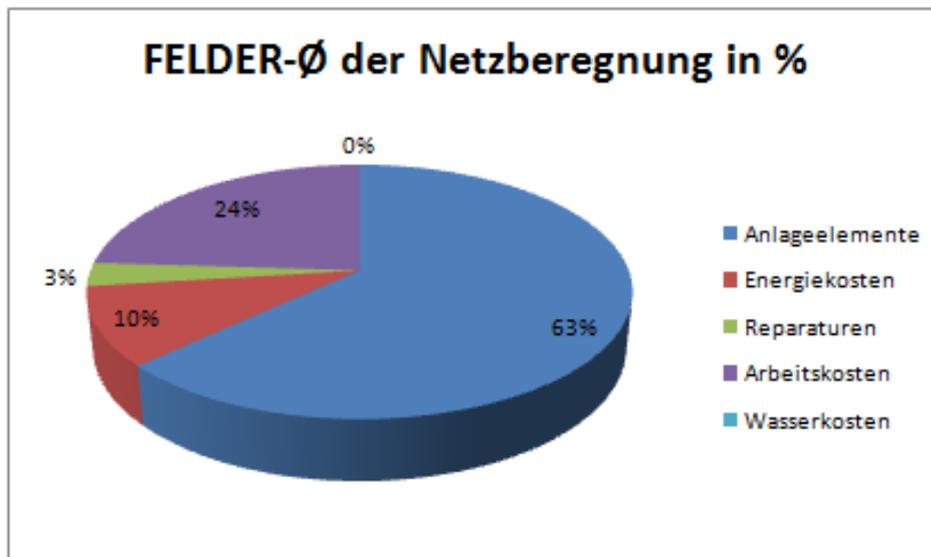


Abbildung 30: Grafische Darstellung der prozentualen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Netzberechnung des Betriebes Unger.

### **8.3 Kosten der Bewässerung eines Betriebes in Kärnten**

In Kärnten wird im Gegensatz zum Marchfeld sehr wenig bewässert, jedoch ist aufgrund der zukünftigen klimatischen Erwärmung die Bewässerung ein immer mehr bedeutsames Thema. Viele Betriebe im Raum Kärnten bewässern beispielsweise nur in Notzeiten. Der Gemüseproduzent Lerchster stellte für die Kostenkalkulation drei Felder die bewässert werden zur Verfügung.

#### **Betrieb Lerchster**

Die Betriebsstätte Lerchster befindet sich in Klagenfurt und produziert 20 verschiedene Gemüsesorten, vor allem Blattgemüse und Kohlgemüse. Die Niederschlagsmenge beträgt in der Region im Durchschnitt ungefähr 600mm pro Jahr, daher wird vor allem in den Trockenperioden bewässert. Die Abnehmer der Gemüseproduktion sind sehr große Konzerne.

### **8.4 Daten vom Betrieb Lerchster**

Für den Betrieb wurden drei Felder für die Berechnungsmaschine und ein Feld für die Netzberechnung aufgenommen und ausgewertet.

#### **8.4.1 Berechnungsmaschine**

Die Daten der drei Felder sind in Tabelle 46 ersichtlich. Die Felder werden mittels Dieselaggregat angetrieben. Alle drei Felder werden mit einer Berechnungsmaschine und einem Dieselaggregat bewässert. Feld 1 und Feld 2 teilen sich einen Brunnen und Feld 3 besitzt einen eigenen Brunnen.

#### **Eingabe der Daten**

In Tabelle 47 sind die Daten vom Feldstück 1, die wiederum kaum von den anderen zwei Feldstücken abweichen. Die Arbeitszeit und die Bewässerungsmenge sind für jede Kultur unterschiedlich.

Die 0,14 l/kWh für das Dieselaggregat sind sehr gering und ergeben günstigere Energiekosten, was von Vorteil ist.

FELD 1		
Feldfrucht		Kartoffel
Feldlänge	m	380
Feldbreite	m	70
Regengabe	mm	25
Regengabe/Kultur	Anzahl	4
Wasserpreis	€/m <sup>3</sup>	0
Arbeitskosten/h	€/h	16

FELD 2		
Feldfrucht		Blattsalat
Feldlänge	m	240
Feldbreite	m	180
Regengabe	mm	22
Regengabe/Kultur	Anzahl	5
Wasserpreis	€/m <sup>3</sup>	0
Arbeitskosten/h	€/h	16

FELD 3		
Feldfrucht		Kohlgemüse
Feldlänge	m	160
Feldbreite	m	130
Regengabe	mm	22
Regengabe/Kultur	Anzahl	5
Wasserpreis	€/m <sup>3</sup>	0
Arbeitskosten/h	€/h	16

Tabelle 46: Eingabe der Feldstücke der Beregnungsmaschine des Betriebes Lerchster.

Lohnansatz		Einzelarbeitsaufwand
1h= 60		
Tätigkeit	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	30
Zuleitung	2	30
Versetzen	1	45
Abbau	2	30

Aggregat	
Diesel	x
Strom	
l/kWh	0,14

Beregnungsmaschine		
Durchflußmenge	m <sup>3</sup> /h	26
Wurfweite	m	36
Beregnungsbreite	m	32

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø72,92mm	2	120	20	3%	2%
Beregnungsmaschine	400m Rohrlänge	0,33	20000	15	3%	2%
Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Zinsen in %	Unterbringung in %	Leistungs-vorrat in h	T-Preis €/l; €/kW	Reparatur in %
Diesellaggregat	100kW	0,33	12000	3%	2%	10000	1,5	0.80%
Elektropumpe	/	0,50	5000	3%	2%	10000	0	0.20%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	26
Auto	120 kW	6
Rohrwagen	1-Achsig	13

Pumpleistung		
Erforderlicher Pumpendruck	m	7,5
Dieselaufschlag (20%)		1,2
W. Dieselaggregat		0,7
Elektroaufschlag (10%)		1
W. Elektromotor		1

Tabelle 47: Darstellung der Feldstücke der Berechnungsmaschine des Betriebes Lerchster.

## Ergebnisse

Die Kosten der drei Felder sind in Tabelle 48 bzw. in Abbildung 31 dargestellt. Der Durchschnitt der Arbeitskosten beträgt für die Felder 0,52 Euro pro Millimeter und Hektar. Die Energiekosten betragen im Durchschnitt nur 0,07 Euro pro Millimeter und Hektar, was für die Berechnungsmaschine üblicherweise nicht so niedrig ist. Die Investitionskosten sind bei der Berechnungsmaschine immer am höchsten, daher sind die Anlageelemente mit einem Durchschnitt von 5,73 Euro pro Millimeter und Hektar enorm. Nach einiger Zeit rentiert sich eine Berechnungsmaschine für den Betrieb, da die Arbeitskosten für dieses Verfahren minimal sind.

	Gesamtstunden h	Arbeitskosten/ Feld.Jahr	Arbeitskosten /mm.ha		Energiekosten/h	Energiekosten/Feld	Energiekosten/mm.ha
FELD 1	9,00	144	0,48	Feld 1	0,2	19	0,06
FELD 2	9,00	1014,4	0,36	Feld 2	0,15	31,5	0,05
FELD 3	9,00	144	0,72	Feld 3	1	48	0,10
FELDER/Ø	9,00	434,13	0,52	Ø	0	33	0,07

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 2	FELD 3	FELDER/Ø	FELDER-Ø in %
Fixkosten	Anlageelemente	5,51	3,86	7,82	5,73	86
Variable	Energiekosten	0,06	0,05	0,10	0,07	1
Kosten	Reparaturen	0,57	0,10	0,27	0,31	5
	Arbeitskosten	0,48	0,36	0,72	0,52	8
	Wasserkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Gesamtk.	Gesamtkosten	6,62	4,37	8,91	6,63	100

Tabelle 48: Ergebnisse der Kosten der Berechnungsmaschine des Betriebes Lerchster.

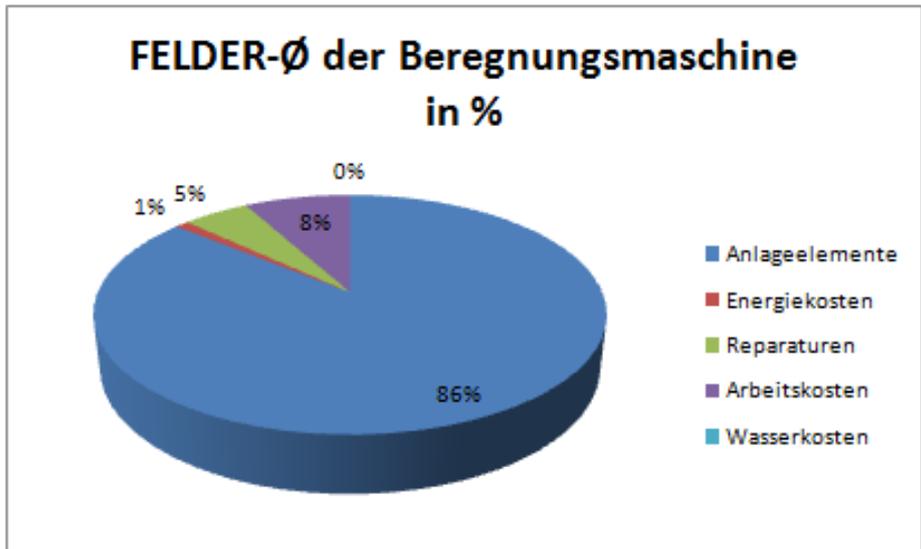


Abbildung 31: Grafische Darstellung der prozentualen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Beregnungsmaschine des Betriebes Lerchster.

### 8.4.2 Netzberechnung

Die Daten vom Feld sind in Tabelle 49 ersichtlich und dieses besitzt ein Dieselaggregat, das mit einem anderen geteilt wird. Herr Lerchster stellt für die Netzberechnung ein Feld zur Verfügung, in dem Kräuter bewässert werden.

#### Eingabe der Daten

FELD 1			
Felddaten	Einheit		
Feldfrucht		Kräuter	
Feldlänge	m	55	
Feldbreite	m	80	
Regengabe	mm	18	
Regengaben/Kultur		12	
<u>Aufstellung der Sprinkler</u>			
<u>Länge</u>			
Regnerabstand	m	18	
<u>Breite</u>			
Abstand der Rohrleitungen	m	18	
Flügelleitung/Gabe	Anzahl	2	
<u>Durchflußmenge</u>			
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5	
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3	
Wasserpreis in €/h		0	
Arbeitskosten/h	€/h	16	
<u>Lohnansatz</u>			Einzelarbeitsaufwand
	1h= 60		
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten	
Pumpe aufst.	2	30	
Zuleitung	2	15	
Rohrtransport	2	30	
Rohre auflegen	2	30	
Einschalten	2	10	
Abbau	2	50	
<u>Aggregat</u>			
Diesel	X	0,10	l/kWh

Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102,9m	4	120	20	3%	2%
80% Einheiten	Ø102,9m	10	180	20	3%	2%
20% Einheiten	Ø76,9m	2	120	20	3%	2%
80% Reduzierstück	Ø102	3	7	20	3%	2%
20% Reduzierstück	Ø76	1	6	20	3%	2%
80% T-Stück	Ø102	3	40	20	3%	2%
20% T-Stück	Ø76	1	40	20	3%	2%
80% Leitungen	Ø102	3	44	20	3%	2%
20% Leitungen	Ø76	1	40	20	3%	2%
Hydrantbogen	Ø102	2	50	20	3%	2%
Container	50m³	0,1	500	20	0%	1%
Brunnen	Feldbrunnen	1	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungsvorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk	Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
Diesellaggregat	100	10000	12000	0,5	3%	2%	1,5	0,80%
Elektropumpe	/	10000	5000	0,5	3%	2%	0	0,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/l tatsächlich
Traktor	83kW	3
Auto	120 kW	0
Rohrwagen	1-Achsig	1

Pumpleistung		
erforderl. Pumpendruck	m	50
Dieselmzuschlag (20%)		1,2
W. Diesellaggregat		0,7
Elektromzuschlag (10%)		1
W. Elektromotor		1

Tabelle 49: Eingabe des Feldstückes für die Netzberechnung des Betriebes Lerchster.

## Ergebnisse

In Abbildung 32 sind die Daten der Tabelle 50 in einer Grafik dargestellt. Die Gesamtkosten von 11,16 Euro pro Millimeter und Hektar sind sehr hoch. Der Grund für die hohen Kosten ergibt sich aus den Anlageelementen von 8,89 Euro pro Millimeter und Hektar. Das Feld hat eine Gesamtgröße von nur 0,44 Hektar und eine Bewässerung von dieser Größenordnung rentiert sich nicht. Aufgrund dieser ungünstigen Schlagform sind die Kosten so hoch. In der Praxis besitzt Herr Lerchster noch viel größere und zahlreichere Flächen, die mit der Netzberechnung bewässert werden.

	€/mm.ha	FELD 1	FELD 1 in %
Fixkosten	Anlageelemente	8,89	80
Variable Kosten	Energiekosten	0,36	3
	Reparaturen	0,98	9
	Arbeitskosten	0,93	8
	Wasserkosten	0,00	0
Gesamtk.	Gesamtkosten	11,16	100

Tabelle 50: Ergebnisse der Kosten der Netzberechnung des Betriebes Lerchster.

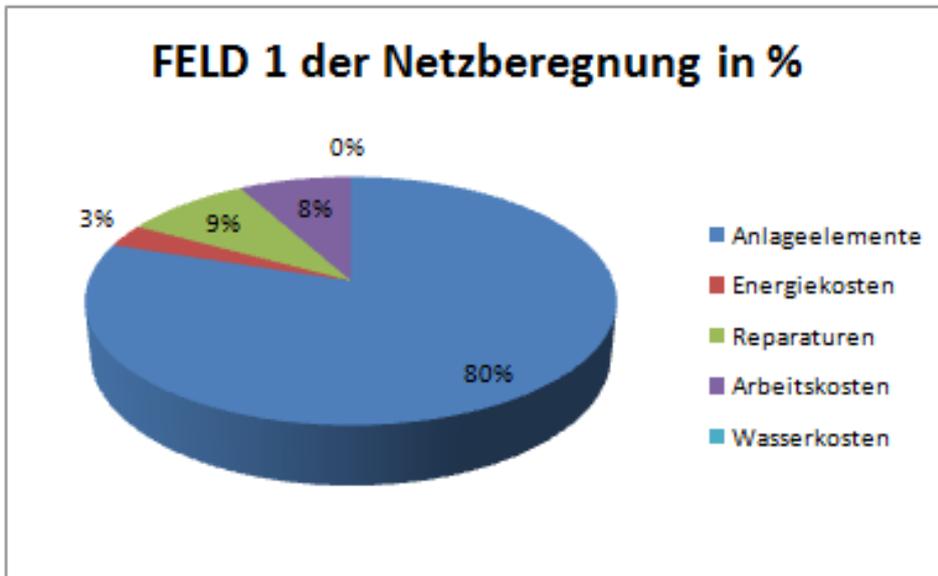


Abbildung 32: Grafische Darstellung der prozentualen Verteilung der Gesamtkosten der Kostenelemente der Netzberechnung des Betriebes Lerchster.

## 9. Interpretation und Zusammenfassung

Die Bewässerung wird in Zukunft verstärkt ein Thema aufgrund der zu erwartenden längeren Trockenperioden, bzw. der negativen Wasserbilanz, werden.

Doch warum ist die Bewässerung in unseren Gebieten (außer Marchfeld) noch sehr wenig vertreten? In vielen Regionen ist die Wirtschaftlichkeit noch nicht gegeben, da die durchschnittlichen Niederschlagsmengen ausreichen. Ertragseinbußen durch Trockenheit werden durch Entschädigungszahlungen von der Österreichischen Hagelversicherung ausgeglichen. Für den Landwirt ist die entscheidende Frage, ob eine Bewässerung eingesetzt werden kann, die dient der Rentabilität. Dazu ist es notwendig die Bewässerungskosten in Euro pro Millimeter und Hektar für das jeweilige Bewässerungsverfahren zu kennen. Der Aufwand kann den zu erwartenden Mehrertrag (Nutzen) gegenüber gestellt werden.

Die für die Aufwandsseite entwickelten Kalkulationsmodelle berechnen die einzelnen Kosten, die in die Bewässerung einfließen.

Neben den Fixkosten, die Anlageelemente, wurden die variablen Kosten im Modell berücksichtigt. Die variablen Kosten sind die Arbeitskosten, die Reparatur- und Energiekosten.

Beim Musterbetrieb wurden drei verschiedenen Bewässerungsverfahren angewendet und es wurden für jede Kenngröße die Kosten in Euro pro Millimeter und Hektar ausgerechnet. Die Beregnungsmaschine ist in den Anschaffungskosten hoch, jedoch wird dieses Verfahren aufgrund des geringeren Arbeitsaufwands von vielen Anwendern bevorzugt.

Die Netzberegnung hat im Gegensatz zur Flügelberegnung im Umlegeverfahren höhere Anschaffungskosten. Die Reparatur- und Wartungskosten sind auch höher, da die Netzberegnung aus vielen Bestandteilen zusammengesetzt ist.

Die Arbeitszeit ist bei der Netzberegnung geringer, da die Stränge nach dem Aufbau nur ein- bzw. ausgeschaltet werden müssen. Die Energiekosten sind bei der Beregnungsmaschine am teuersten, da ein höherer Druck und dadurch mehr Energie für das Gerät benötigt werden.

Am geringsten schneidet das Umlegeverfahren ab. Da nur mit einem Strang bewässert wird, ist die Auslastung hoch und die Energiekosten, wie auch die Anlageelemente, sind minimal.

Daher ist die Anschaffung einer Flügelberegnung im Umlegeverfahren bezogen auf die Gesamtkosten am günstigsten. Jedoch sollte auf die Arbeitskosten geachtet werden, da diese im Unterschied zu den anderen Bewässerungsverfahren beim Umlegeverfahren am höchsten sind. Andererseits ist der Arbeitsaufwand bei Familienbetrieben ein kalkulatorischer Wert, der auch der Einsparung der Anschaffungskosten gegen gerechnet werden kann.

Die Kalkulationsmodelle können noch in Zukunft weiter bearbeitet werden, dass sie noch weitere Ergebnisse berechnen können. Diese Modelle wurden so konstruiert, dass sie für den Praktiker leicht anwendbar sind und eine Übersicht über die Kostenelemente der jeweiligen

Verfahren liefern. Für den Musterbetrieb der verschiedenen Bewässerungssysteme wurden Kosten berechnet, die sich zwischen 2,10 und 4,80 €/mm.ha bewegen. Für die gewählten Betriebe belaufen die Kosten in Niederösterreich zwischen 3,40 und 4,00 €/mm.ha und in Kärnten zwischen 6,60 und 11,20 €/mm.ha.

Zusammenfassend kann erläutert werden, dass die Anschaffung eines Bewässerungssystems im Vorhinein immer genau durchdacht und kalkuliert werden sollte. Gerade im Hinblick auf die zukünftige Klimaentwicklung ist die Bewässerung zur Erhaltung der regionalen Produktion und der Förderung der Landwirtschaft von Österreich von steigender Bedeutung.

## 10. Anhang

Das eBOD stellt die Bodenformen von Kärnten und Niederösterreich dar. Online im Internet:  
URL: [http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&146=true&gui\\_id=eBOD](http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&146=true&gui_id=eBOD) (Abruf  
04.02.2013, 11:59)

### 10.1 Kärnten, eBOD, Maßstab 1:500.000

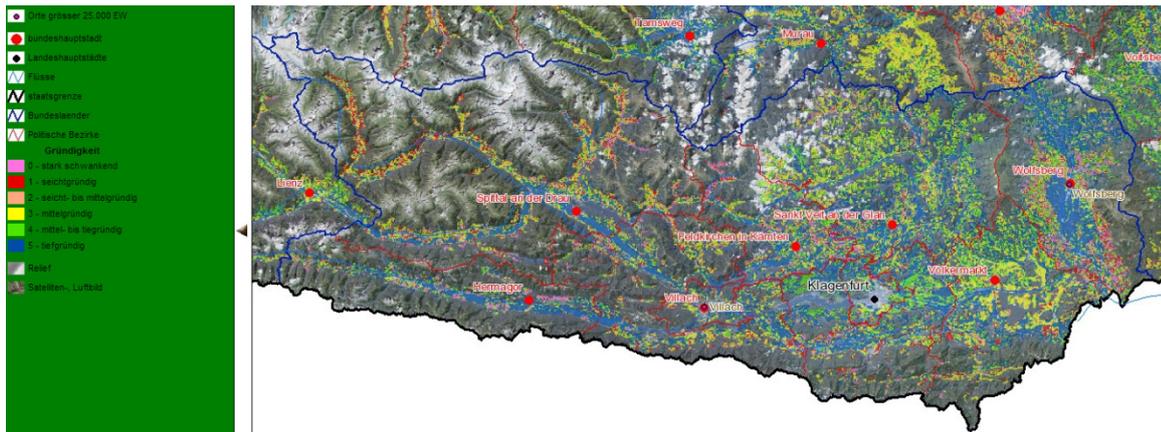


Abbildung 33: Darstellung der Gründigkeit des Bodens des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

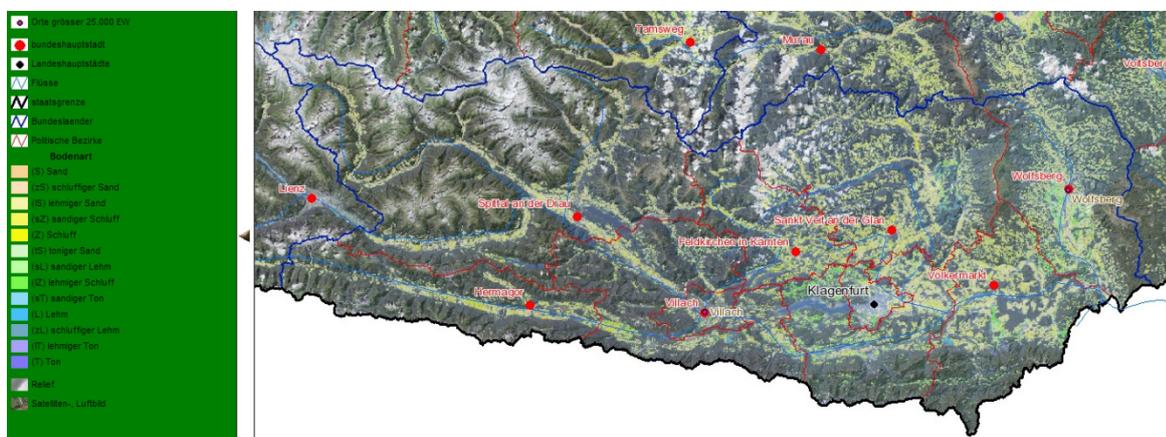


Abbildung 34: Darstellung der Bodenart des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

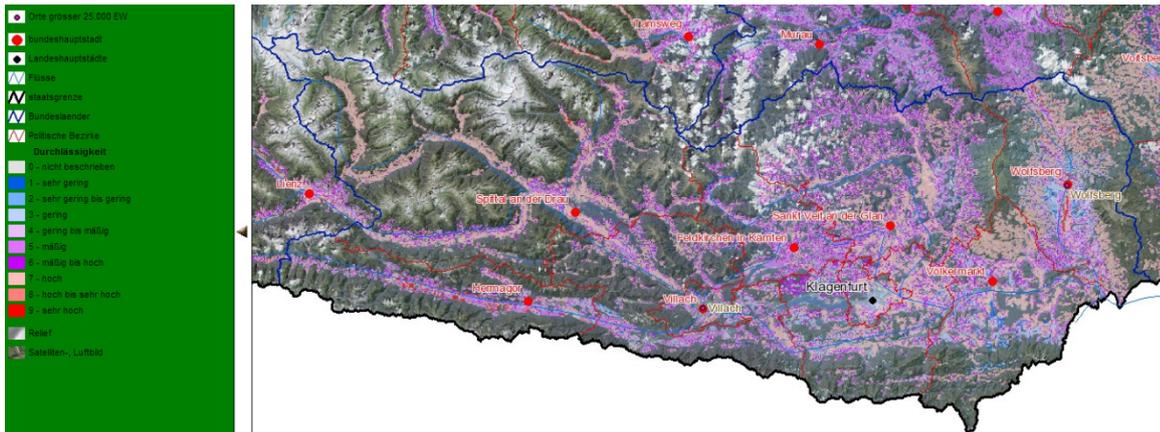


Abbildung 35: Darstellung der Durchlässigkeit des Bodens des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

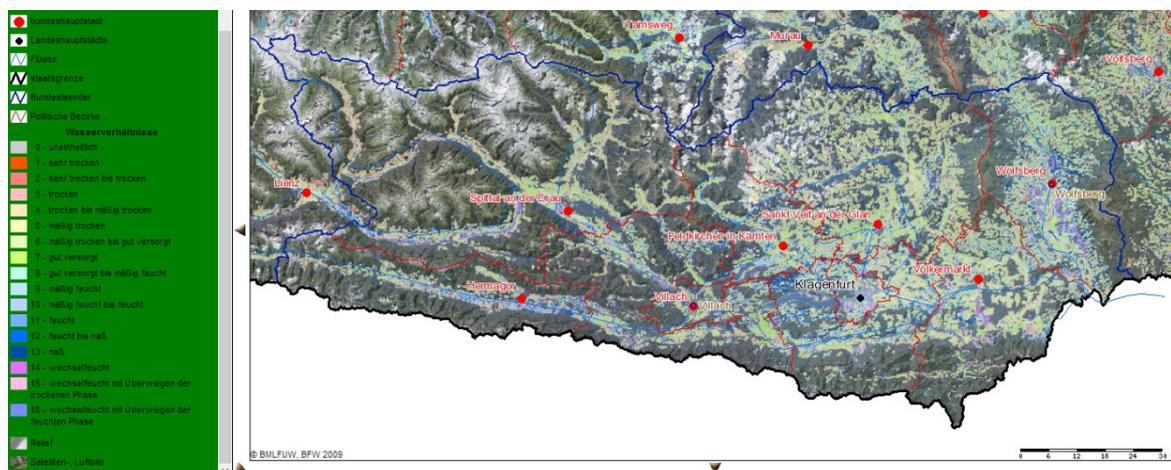


Abbildung 36: Darstellung der Wasserverhältnisse des Bodens des Landes Kärnten im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

## 10.2 Niederösterreich, eBOD, Maßstab 1:900.000

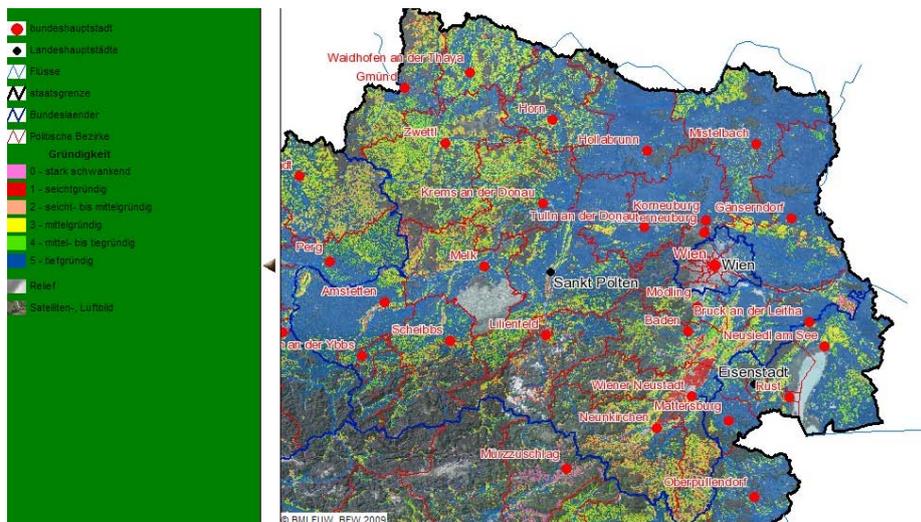


Abbildung 37: Darstellung der Gründigkeit des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

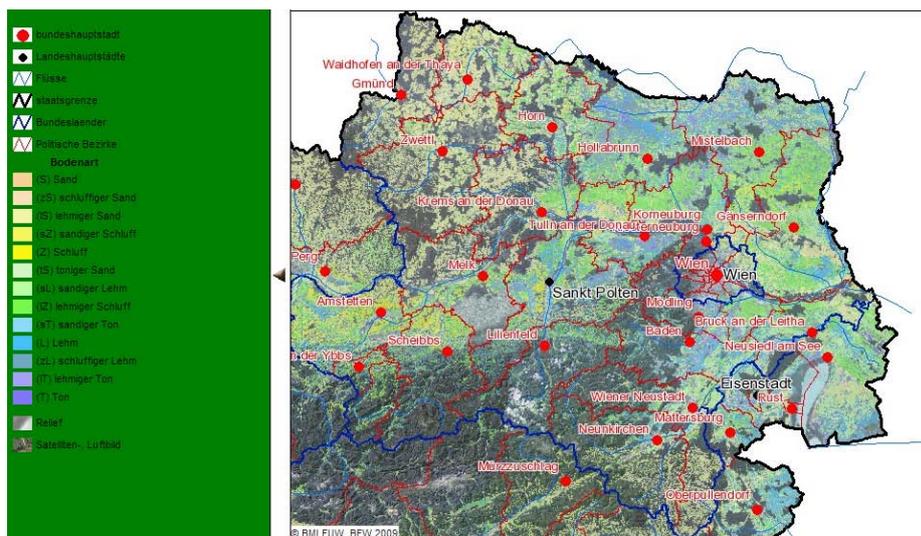


Abbildung 38: Darstellung der Bodenart des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

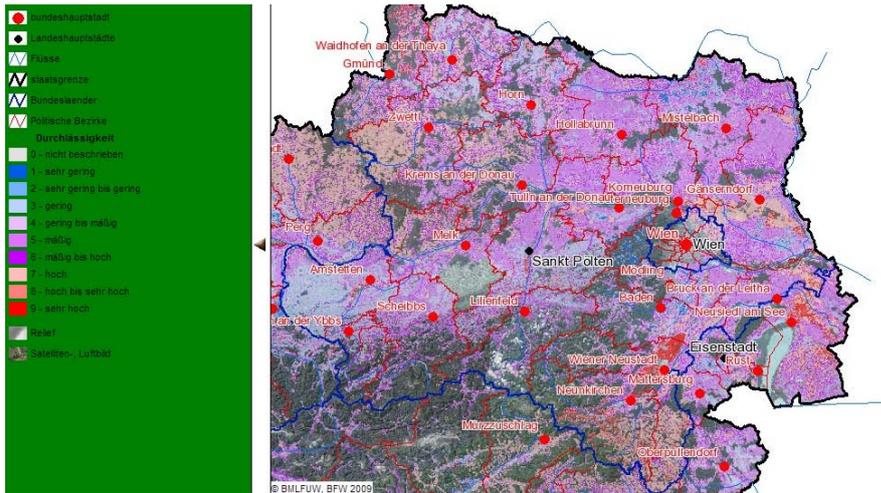


Abbildung 39: Darstellung der Durchlässigkeit des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

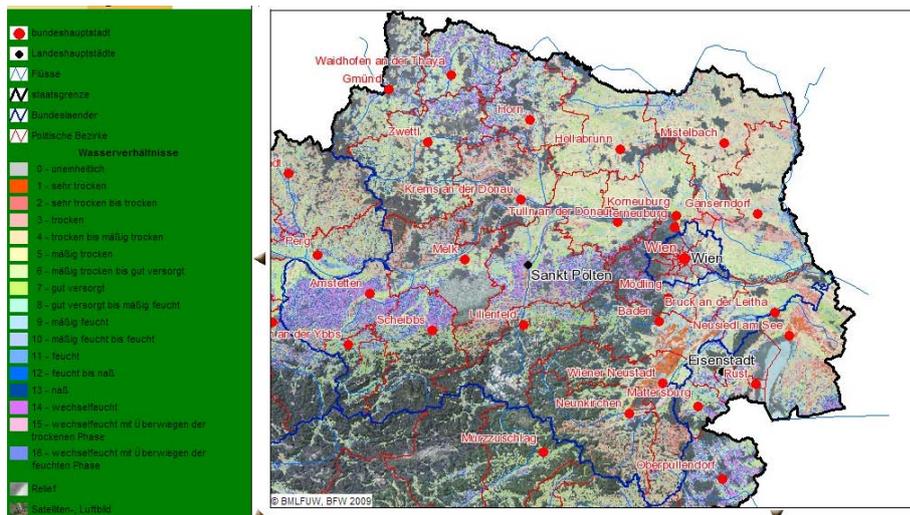


Abbildung 40: Darstellung der Wasserverhältnisse des Bodens des Landes Niederösterreich im Maßstab von 1:500000. (eBOD, 2013)

### 10.3 Regengabe für Kulturen

Böden mit guter Speicherfähigkeit, nK=15mm/dm)				Böden mit schlechter Speicherfähigkeit, nK=8mm/dm)			
BEWÄSSERUNGSWASSERMENGE IN MM				BEWÄSSERUNGSWASSERMENGE IN MM			
Kultur	Summe der Bewässerung in mm/Kultur	Regengabe in mm/ha	Regengaben - anzahl	Kultur	Summe der Bewässerung in mm/Kultur	Regengabe in mm/ha	Regengaben - anzahl
Winterweizen	30	30	1	Winterweizen	90	30	3
Sommerweizen	30	30	1	Sommerweizen	60	30	2
Winterroggen	30	30	1	Winterroggen	90	30	3
Wintergerste	30	30	1	Wintergerste	60	30	2
Sommergerste	30	30	1	Sommergerste	60	30	2
Hafer	30	30	1	Hafer	60	30	2
Körnermais	100	50	2	Körnermais	175	35	5
Silomais	150	50	3	Silomais	210	35	6
Körnererbsen	40	40	1	Körnererbsen	70	35	2
Sojabohnen	105	35	3	Sojabohnen	210	35	6
Hirse	100	50	2	Hirse	245	35	7
Frühkartoffeln	90	45	2	Frühkartoffeln	120	30	4
Kartoffel	180	45	4	Kartoffel	210	30	7
Spätkartoffeln	225	45	5	Spätkartoffeln	240	30	8
Zuckerrüben	225	45	5	Zuckerrüben	280	35	8
Sonnenblumen	100	50	2	Sonnenblumen	140	35	4
Luzerne	280	40	7	Luzerne	300	30	10
Frühjahrsspinat	90	30	3	Frühjahrsspinat	90	30	3
Sommerspinat	150	30	5	Sommerspinat	210	30	7
Winterspinat	150	30	5	Winterspinat	180	30	6
Karotten EF <sup>21</sup>	240	30	8	Karotten EF	300	30	10
Karotten ZF <sup>22</sup>	210	30	7	Karotten ZF	300	30	10
Gurken EF	90	30	3	Gurken EF	150	30	5
Gurken ZF	150	30	5	Gurken ZF	210	30	7
Sommerzwiebel	180	30	6	Sommerzwiebel	300	25	12
Winterzwiebeln	210	30	7	Winterzwiebeln	300	25	12
Grünerbsen	60	30	2	Grünerbsen	75	25	3
Pflückbohnen EF	90	30	3	Pflückbohnen EF	125	25	5
Pflückbohnen ZF	150	30	5	Pflückbohnen ZF	200	25	8

Tabelle 51: Empfehlungen für Bewässerungswasser bei guten und schlechten Boden. (ÖV-ARBEITSBEHELFE NR. 11, 2003).

<sup>21</sup> EF= Erstfrucht;

<sup>22</sup> ZF= Zweitfrucht;

## 10.4 Preisliste für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren und Netzberegnung

<b>PREISLISTE FÜR DIE ANLAGENELEMENTE (excl. MwSt.)</b>		
<i>Quelle: Preisliste Firma Bauer GmbH, Röhren- und Pumpwerk, A-8570 Voitsberg</i>		
<b>KLEINREGNER</b>		Preis in EUR
KREISREGNER B 62/B 62 Z	Einzelbezug / Stück	12,80
	Karton / 30 Stück	341,00
KREIS- UND SEKTORREGNER SV 60	Einzelbezug / Stück	34,10
	Karton / 25 Stück	771,00
KREIS- UND SEKTORREGNER SB 82	per Stück	71,20
<b>DÜSEN für Kleinregner</b>	<b>Düsen <math>\varnothing</math> [mm]</b>	<b>Preis in EUR</b>
DÜSEN SW 14 für Nebendüse zu B 62	2,8	0,85
	3,2	0,85
DÜSEN SW 17 für B 62/72 u. Nebendüse zu B 90	3,1 -	0,85
	7	0,85
MESSINGDÜSE für Sektorregner SV 60	3,96-	3,70
	5,55	3,70
<b>Anschlüsse für Regner zu verschiedenen Regnerstandrohren</b>		<b>Preis in EUR</b>
Reduktionsnippel 3/4" AG x 1" AG		3,90
Reduktionsmuffe 1" IG x 3/4" IG		1,85
<b>WEITSTRAHLREGNER</b>		<b>Preis in EUR</b>
BAUER R 163	BAUER R 163	141,00
	ANSCHLUSSSTÜCK 76/6/4"	29,30
BAUER SR 101 / SR 101-VA	BAUER SR 101	637,00
	BAUER SR 101-VA	808,00
BAUER SR 140 / SR 140-VA	BAUER SR 140	777,00
	BAUER SR 140-VA	909,00

BAUER SR 160 PRO / SR 160-VA	BAUER SR 160	909,00
	BAUER SR 160-VA	1205,00
BAUER SR 202 PRO / SR 202-VA	BAUER SR 202	998,00
	BAUER SR 202-VA	1265,00
Konusdüsen		Preis in EUR
für BAUER R 163	8-16mm	3,45
für BAUER SR 101 und SR 140	12-30mm	13,10
für BAUER SR 160 PRO und SR 202 PRO	17,5-40mm	13,10
ZUBEHÖR für WEITSTRAHLREGNER		Preis in EUR
Strahlstörer	für Regner R 163	7,70
	für Regner SR 101/140 + 160/202	58,90
	für Regner SR 160/202 PRO	72,00
Manometer		20,90
Übergangsflansch		33,40
FAMOS TRAKTORGETRIEBEPUMPEN	Traktorleistung kW	Preis in EUR
FAMOS III 60	15 - 30 kW	1330,00
FAMOS IV 80	22 - 45 kW	1715,00
FAMOS V 100	25 - 50 kW	1715,00
ZUBEHÖR - FAMOS TRAKTORGETRIEBEPUMPEN		Preis in EUR
Aufbaugestell		153,00
Pumpenwagen		317,00
Gelenkwelle		278,50
Durchflußwächter		512,00
Sicherheitsventil RP 1"		71,80
Glyzerinmanometer mit Hahn		54,70
Handmembranpumpe		164,50
Druckanschluß	mit Rückschlagklappe	Preis in EUR

Druckanschluß	mit Rückschlagklappe	Preis in EUR
F III 60	HK 76	180,00
	HK 89	190,00
F IV 80	HK 89	204,50
	HK 108	220,00
F V 100	HK 89	293,00
	HK 108	286,00
	HK 133	325,50
	HK 133	543,00
	HK 159	613,00
Sauganschluß	mit Gewindenippel 1" für Sicherheitsventil	Preis in EUR
F III 60	HK 76	40,00
	HK 89	47,40
F IV 80	HK 89	64,90
	HK 108	82,90
F V 100	HK 89	64,30
	HK 108	80,30
	HK 133	90,50
	HK 133	132,00
	HK 159	156,50
Spiralsaugschlauch	mit HK Kupplung	Preis in EUR
	HK 76-	99,10
	HK 194	421,5
Saugkorb	mit Fußventil und Entleerungsklappe	
	HK 76-	133,5
	HK 194	432,5
<b>BAUER DIESELPUMPAGGREGATE</b>		

BAUER DIESELPUMPAGGREGATE		
Motortype IVECO mit Pumpentype ROVATTI		
Motortype	Motorleistung	Preis in EUR
N45MSA	82 PS	19.040,00
N45MSSD	100 PS	20.460,00
N67MSA	120 PS	22.990,00
N67MSTD23	163 PS	28.590,00
Motortype JOHN DEERE mit Pumpentype ROVATTI		
Motortype	Motorleistung	Preis in EUR
4045 DF 150	81 PS	17.830,00
6068 DF 150	127 PS	21.640,00
6068 DF 150	127 PS	23.040,00
6068 TF 150	173 PS	25.480,00
Dieselpumpaggregate mit Schallschutzverhaubung für Motor		
Motortype IVECO mit Pumpentype ROVATTI		
Motortype	Motorleistung	Preis in EUR
N45MSA	82 PS	23.390,00
NEF N45MSSD	110 PS	23.770,00
NEF N67 MSA	120 PS	26.330,00
Motortype JOHN DEERE mit Pumpentype ROVATTI		
Motortype	Motorleistung	Preis in EUR
4045 DF 150	80 PS	20.850,00
6068 DF 150	130 PS	24.910,00
6068 DF 150	130 PS	26.150,00
6068 TF 150	170 PS	28.820,00

STANDROHRKUPPLUNGEN UND STANDROHRE verzinkt		
STANDROHRKUPPLUNG S91		Preis in EUR
HK 50	50 Stück	18,80
HK 76	50 Stück	19,70
HK 89	50 Stück	21,20
STÜTZBOCK für STANDROHRKUPPLUNG S91		Preis in EUR
HK 50	50 Stück	4,70
HK 76	50 Stück	5,00
HK 89	50 Stück	5,40
STANDROHR 30 R		Preis in EUR
30 R 03	50 Stück	9,00
30 R 08	50 Stück	11,80
30 R 14	25 Stück	16,20
STANDROHRKUPPLUNG S92	50 Stück	23,20
Anschlüsse für Regner zu verschiedenen Regnerstandrohren		Preis in EUR
Reduktionsnippel 3/4" AG x 1" AG		3,90
Reduktionsmuffe 1" IG x 3/4" IG		1,85
STATIVE VERZINKT		
STATIV 76 B 05		65,70
ANSCHLUSSSTÜCK		31,70
SCHLAUCHBEREGNUNG		Preis in EUR
SCHLEPPSTATIV RE 210		47,40
SCHLAUCHANSCHLUSSBOGEN RE 214		24,40
Flanschwasserzähler		Preis in EUR
Flanschwasserzähler DN 80		389,00
Flanschwasserzähler DN 100		398,50
Flanschwasserzähler DN 125		458,00
Flanschwasserzähler DN 150		506,00

HYDRANTEN VERZINKT			Preis in EUR
HYDRANTEN T-STÜCK S 35 / 3"	HK 76- 194		105,00-304,50
HYDRANTEN T-STÜCK S 37 / 4"	HK 108- 194		164,00-324,5
HYDRANT S 222 / 5"			145,50
ANSCHLUSSBOGEN S 36 / 3"	HK 76		121,50
	HK 89		127,50
ANSCHLUSSBOGEN S 38 / 4"	HK 89		152,50
	HK 108		174,00
ANSCHLUSSBOGEN S 39 / 5"	HK 133		249,00
DRUCKMESSER			32,00
STANDROHR HYDRANT S 220 / 9			128,50
STANDROHR HYDRANT S 221 / 9			162,00
HYDRANT S 220 / 3"			66,90
HYDRANT S 221 / 4"			99,40
HK SCHNELLKUPPLUNGSRÖHRE VERZINKT			
Rohrtyp HK	Preis in EUR je Stück	Anzahl	Preis in EUR
50	45,70	150	6.470,00
76	64,50	74	4.535,00
89	86,40	45	3.675,00
108	115,00	38	4.145,00
133	149,00	26	3.665,00
159	183,00	17	2.940,00
194	260,50	12	2.960,00
HK PASSRÖHRE VERZINKT			Preis in EUR
50/1m -			21,50
89/3m			52,00
108/1m-			53,40
194/3m			176,50
S8 ENDKAPPE			Preis in EUR
HK 50-			2,50
HK194			28,80
S11 BOGEN 90°			Preis in EUR
HK 50-			19,80
HK194			172,00
S21 T-STÜCK			Preis in EUR
HK 50-			35,40
HK194			231,50

Tabelle 52: Preisliste der Flügelberechnung im Umlegeverfahren und der Netzberechnung, mit passenden Zubehör und Kleinteile, exklusive Mehrwertsteuer. (Quelle: BAUER,2013).

## 10.5 Preisliste für die Beregnungsmaschine

Preisliste für die Anlagenelemente der Bewässerung (exclusive MwSt.)					
Quelle: Preisliste Firma Bauer GmbH, Röhren- und Pumpwerk, A-8570 Voitsberg					
RAINSTAR T					
Modell	Type	PE-Rohr $\varnothing$ [mm]x Länge [m]	Düsen-bereich [mm]		Preis in EUR
T 51	T 75-400-	75 x 400-	14 - 20 -		15.330,00
T 51	T 90-350	90 x 350	16 - 28		17.080,00
T 61	T 85-400-	85 x 400-	14 - 26 -		18.550,00
T 61	T 100-350	100 x 350	16 - 30		19.150,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR T					Preis in EUR
Geräteanschluß beidseitig					243,00
Anschlußschlauch inkl. 2 x Gummidichtungsring					306,50
Stativergänzungsteile					415,00
Regnererhöhung 0,5 m					272,00
Verlängerungsrohr für Stativlift					38,40
Ackerschienenverlängerung					196,50
Beschwerungsgewicht					45,00
Mehrpreis für größere Stativbereifung					74,70
Auslegerrohr für Doppelregnermontage					247,80
Elektrisches Absperrventil					609,00
Mechanische Schwenkhilfe					488,50
Hydraulische Gerätestützen					1.110,00
Hydraulischer Steuerventilblock					293,50
Hydraulische Schwenkhilfe					1.090,00
Hydraulischer Deichselstützfuß					1.080,00
Hydraulische Schwenkhilfe					1.840,00

RAINSTAR T32 / T42					
Modell	Type	PE-Rohr $\varnothing$ [mm]x Länge [m]	Düsen-bereich [mm]		Preis in EUR
T 32	T 65-270 -	65 x 270-	14 - 22 -		11.470,00
T 32	T 85-220	85 x 220	16 - 28		12.170,00
T 42	T 75-350 -	75 x 350-	14 - 26 -		13.420,00
T 42	T 90-300	90 x 300	16 - 30		13.870,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR T32 / T42					Preis in EUR
Filter für Anschlußschlauch HK 76					101,50
Geräteanschluß beidseitig					241,00
Hydraulisches Absperrventil für Überdruck					723,00
Anschlußschlauch inkl. 2 x Gummidichtungsring					192,00
Stativergänzungsteile					415,00
Regnererhöhung 0,5 m					272,00
Verlängerungsrohr für Stativlift					38,40
Ackerschienenverlängerung					196,50
Beschwerungsgewicht					45,00
Mehrpreis für größere Stativbereifung					74,70
Elektrisches Absperrventil					609,00
Mechanische Schwenkhilfe					488,50
Hydraulische Gerätestützen					1.090,00
Hydraulischer Steuerventilblock					293,50
Hydraulische Schwenkhilfe					1.030,00
Hydraulischer Deichselstützfuß					1.080,00

<b>RAINSTAR 65 TX Plus</b>					
Modell	Type	PE-Rohr $\varnothing$ [mm]x Länge [m]	Düsen-bereich [mm]		Preis in EUR
65 TX	65 - 220 -	65 x 220-	14 - 22 -		10.360,00
65 TX	75 - 20	75 x 200	14 - 26		10.540,00
mit mechanischer Regelung					
65 TX	65 - 220 -	65 x 220-	14 - 22 -		9.610,00
65 TX	75 - 20	75 x 200	14 - 26		9.790,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR T32 / T42					Preis in EUR
Anschlußschlauch inkl. 2 x Gummidichtungsring					192,00
KOMBI Radstativ					895,00
Umrüstsatz					191,00
Beschwerungsgewicht					30,60
Ackerschienenverlängerung					196,50
Auslegerrohr für Doppelregneranbringung					288,50
mech. Winde für Geräteabstützung					228,50
Elektrische Absperrklappe für Überdruck					613,00
Elektrische Absperrklappe für Minderdruck					613,00
ECOSTAR 4200					291,5
Druckschalter					185,50
Zwischenstück für Zugösenenerhöhung					91,10
Beleuchtung mit Halterung					154,00
Unterlegkeil / Stück					55,5
Gelenkwelle					245,50
Gleitschuh für PE-Rohre					57,3

<b>RAINSTAR E 11 - E 51</b>					
Modell	Type	PE-Rohr $\varnothing$ [mm]x Länge [m]	Düsen-bereich [mm]		Preis in EUR
E 11	E 90-480	90 x 480-	16 - 24		22.260,00
E 11	E 110-350	110 x 350	18 - 30		21.480,00
E 21	E 100-430	100 x 430-	18 - 28		24.580,00
E 21	E 120-300	120 x 300	25 - 37,5		23.940,00
E 31	E 100-480	100 x 480-	16 - 26		26.380,00
E 31	E 125-350	125 x 350	25 - 37,5		25.130,00
E 41	E 100-550	100 x 550-	16 - 26		28.040,00
E 41	E 140-340	140 x 340	25 - 37,5		27.500,00
E 51	E 110-590	110 x 590-	18 - 28		31.380,00
E 51	E 140-400	140 x 400	25 - 37,5		34.860,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR E 11 - E 51					Preis in EUR
Filter für Anschlußschlauch HK 108					113,00
Geräteanschluß beidseitig					267,50
KOMBI Radstativ					1.790,00
Umrüstsatz					655,00
Beschwerungsgewicht					45,00
Auslegerrohr für Doppelregneranbringung					247,50
Elektrische Absperrklappe für Überdruckabschaltung					638,00
Elektrische Absperrklappe f. Minderdruckabschaltung					638,00
Elektrisches Kombiventil					813
Hydraulische Steuerung					293,50
Mechanische Schwenkhilfe					712,00
Hydraulische Schwenkhilfe					1.365,00
Hydraulischer Stützfuß					1.080,00
Mehrpreis ECOSTAR 4200					291,50
Druckschalter					185,5

Druckschalter		185,5
Ausblaseeinrichtung		2.440,00
Rohrablegeeinrichtung mech.		960,00
Hydraulischer Erdanker		913
Rohrablegeeinrichtung hydr		2.240,00
Tandem-Schwingachse 4W		2.140,00

#### RAINSTAR E 55

Modell	Type	PE-Rohr $\varnothing$ [mm]x Länge [m]	Düsen-bereich [mm]	Preis in EUR
T 32	E 120-650	120 x 650-	22,0 - 32,5 -	41.650,00
T 32	E 110-700	110 x 700	18,0 - 26,0	41.080,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR E55				Preis in EUR
Anschlußschlauch HK 108				306,50
Filter für Anschlußschlauch HK 108				113,00
KOMBI Radstativ				1.600,00
Umrüstsatz				497,50
Elektrische Absperrklappe				610,00
Elektrische Kombiventil				670,00
Mehrpreis ECOSTAR 4200				291,50
mit Transmitterbox SMS 4210				1.765,00
Beschwerungsgewicht				45,00
Mehrpreis für größere Stativbereifung				74,70
Druckschalter				185,50
Ausblaseeinrichtung				2.440,00

#### RAINSTAR E 61 H

Modell	Type	PE-Rohr $\varnothing$ [mm]x Länge [m]	Düsen-bereich [mm]	Preis in EUR
E61 H	E 110-700	110 x 700-	18 – 26 -	56.960,00
E61 H	E 140-480	140 x 480	25 – 37,5	56.750,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR E 61 H				Preis in EUR
Anschlußschlauch HK 108				306,50
Filter für Anschlußschlauch HK 108				113,00
KOMBI Radstativ				1.645,00
Umrüstsatz				514,00
Elektrische Absperrklappe				610,00
Elektrische Kombiventil				670,00
Mehrpreis ECOSTAR 4200				291,50
mit Transmitterbox SMS 4210				1.765,00
Beschwerungsgewicht				45,00
Druckschalter				185,50
Ausblaseeinrichtung				2.210,00
Auslegerrohr für Doppelregneranbringung				247,50

RAINSTAR E 61 S						
Modell	Type	PE-Rohr Ø [mm]x Länge [m]		Düsen-bereich [mm]		Preis in EUR
E61 S	E 110-700	110 x 700-		18 – 26 -		52.540,00
E61 S	E 140-480	140 x 480		25 – 37,5		52.360,00
ZUBEHÖR - RAINSTAR E 61 S						Preis in EUR
Anschlußschlauch HK 108						306,50
Filter für Anschlußschlauch HK 108						113,00
KOMBI Radstativ						1.790,00
Umrüstsatz						655,00
Elektrische Absperrklappe						610,00
Elektrische Kombiventil						670,00
Mehrpreis ECOSTAR 4200						291,50
mit Transmitterbox SMS 4210						1.765,00
Beschwerungsgewicht						45,00
Druckschalter						185,50
Ausblaseeinrichtung						2.210,00
Auslegerrohr für Doppelregneranbringung						247,50
Hydraulische Rohrablegevorrichtung						2.240,00
Hydraulischer Stativanker						913

Tabelle 53: Preisliste der Beregnungsmaschine, mit passenden Zubehör und Kleinteile, exklusive Mehrwertsteuer. (Quelle: BAUER,2013).

## 10.6 Kalkulationsmodell Flügelberegnung im Umlegeverfahren

### 10.6.1 Eingabe der Daten von Feld 2

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Karotten
Feldlänge	m	600
Feldbreite	m	150
Regengabe	mm	30
Regengaben/Kultur		8
<b>Aufstellung der Sprinkler</b>		
Länge		
Regnerabstand	m	18
Breite		
Abstand der Rohrleitungen	m	18
<b>Flügelleitung (L)</b>		
Durchflußmenge		
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3
Wasserpreis in €/h		0

#### Aggregat

Diesel	x	0,20	l/kWh
Strom			

Arbeitskosten/h	€/h	16
Lohnansatz 1h= min:	60	Einzelarbeitsaufwand
<b>Tätigkeit</b>	<b>Personen</b>	<b>Minuten</b>
Pumpe aufst.	2	40
Zuleitung	2	30
Rohrtransport	2	40
Rohre auflegen	2	90
Umlegen	2	320
Abbau	2	80

Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102,9m	8	120	20	3%	2%
80% Einheiten	Ø102,9m	26	180	20	3%	2%
20% Einheiten	Ø76,9m	7	120	20	3%	2%
80% Endkappe	Ø102	1	7	20	3%	2%
20%	Ø76	0	6	20	3%	2%
80% Reduzierstück	Ø102	1	40	20	3%	2%
20%	Ø76	0	40	20	3%	2%
80% Bogen, 90°	Ø102	6	44	20	3%	2%
20%	Ø76	2	40	20	3%	2%
Hydrantbogen	Ø102	2	50	20	3%	2%
Container	50m²	0	500	20	0%	1%
Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungs-vorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk
Dieselaggregat	100	10000	12000	0,5
Elektropumpe	100	10000	5000	0,5

Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekost €/l; €/kW	Reperatur in %
3%	2%	1,5	0,80%
3%	2%	0	0,20%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	10
Auto	120 kW	25
Rohrwagen	1-Achsig	2

Pumpleistung			0,1
Erforderlicher Pumpendruck	m	50	5 bar
Dieselszuschlag (20%)		1,2	
W. Dieselaggregat		0,7	
Elektrozuschlag (10%)		1,1	
W. Elektromotor		0,9	

Tabelle 54: Eingabe der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.

### 10.6.2 Ergebnisse der Daten von Feld 2

Felddaten	Einheit	
Gesamtfläche	ha	9
Beregnete Fläche	ha/L	1,1
Beregnete Gesamtfläche	ha	8,80
Regengabe/Jahr	mm	240
Regneranzahl/Länge	Stk	33 (EH)
Aufstellung/Feld	Anzahl	8
Bewässerungszeit/Feld	h	320
Dauer/Aufstellung	h	8
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	40
Rohre/Feld		8
<u>Flügelleitung (L)</u>	Anzahl	1
Wasserdurchfluss/Regne	m <sup>3</sup> /h	1,8
Wasserdurchfluss gesam	m <sup>3</sup> /h	59,4
Intensität	mm/h	5,6
<u>Pumpleistung</u>	kW	11
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67
<u>Wasserpreis in €/J</u>		0

Treibstoff		
Diesel		
13	kWh	Pumpe
19	kWh	Motor
3,80	l/h	
Strom		
12	kWh	Pumpe
13	kWh	Motor

Wasserdurchfluss	
59	m <sup>3</sup> /h

<u>Leitungen</u>	33 EH (Regneranzahl/Länge)
	1 Endkappe
	1 Reduzierstück
<u>Felder</u>	8 Bogen (Aufstellungsanzahl)
	2 Hydrantbogen
	1 Leitungen
<u>1 Container</u>	0,33 Umfasst 100 EH

Lohnansatz		
	1h= 60	min
Tätigkeit	Minuten	
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Umlegen	min	640
Abbau	min	160
Summe	min	1200
Gesamtarbeit	h	20,0
AK/Feld.Jahr	€/J	320

Tabelle 55: Ergebnisse der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.

INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)						
Zeitabhängige Abschreibung						
Maschinen, Geräte				Fixe und Variable Kosten		
Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €	Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €
Hauptleitung	1320	66,0	40	26	132	0,4
80% Einheiten	3960	198,0	119	79	396	1,2
20% Einheiten	720	36,0	22	14	72	0,2
80% Endkappe	7	0,4	0	0	0	0,0
20%	0	0,0	0	0	0	0,0
80% Reduzierstück	40	2,0	1	1	4	0,0
20%	0	0,0	0	0	0	0,0
80% Bogen, 90°	396	19,8	12	8	40	0,1
20%	80	4,0	2	2	8	0,0
Hydrantbogen	100	5,0	3	2	10	0,0
Container	150	7,5	0	2	10	10,0
<b>Bauliche Anlagen</b>						
Brunnen	1500	75	0	0	75	15
<b>Summe</b>		<b>414</b>	<b>199</b>	<b>134</b>	<b>747,0</b>	<b>26,9</b>

Reperatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,08%	0,0	0,0	320	132,0	0,4
0,08%	0,0	0,0	320	396,0	1,2
0,08%	0,0	0,0	320	72,0	0,2
0,08%	0,0	0,0	320	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	320	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	320	4,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	320	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	320	40,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	320	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	320	10,0	0,0
0,08%	0,1	0,1	1	10,1	10,1
<hr/>					
0,08%	0,24	1,2	5	76,2	15,24
<hr/>					
	0,3	1,3		748,3	27,2

Tabelle 56: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat	1,2	320	6000	192	180	120
Elektropumpe	0,5	320	2500	80	75	50

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reperaturk. €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
492	3,1	3,80	5,7	0,15	5,9	1888,0	2380,0	9,0
0	0,0	12,00	0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
492	3,1		5,7	0,17	5,9	1888,0	2380,0	9,0

Tabelle 57: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	Dimension in kW	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J
Traktor	83kW	12	10000	64000	450
Auto	120 kW	6	2400	26000	450
Rohrwagen	1-Achsig	15	1500	2000	75
<b>Summe</b>					

**Fixe und Variable Kosten**

Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)	Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich
5333	1920	1280	15,65	7043,0	156,5
4333	780	520	17,45	7853,0	436,3
133	2,3	1,5	2,71	203	5,42
<b>9799</b>	<b>2702,3</b>	<b>1801,5</b>	<b>35,81</b>	<b>15099,0</b>	<b>598,22</b>

Reperaturk. €/h	Reperaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekost. €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,7	7	9,7	13,28	13,98	139,8	7182,8	29,6
0,08	2	13,4	11,48	11,56	289	8142,0	29,0
0,075	0,15		0,075	0,15	0,3	203,3	2,9
0,9	9,2		24,835	25,69	429,1	15528,1	61,5

Tabelle 58: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 2.

### 10.6.3 Eingabe der Daten von Feld 3

FELD 3		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		W-Zwiebeln
Feldlänge	m	700
Feldbreite	m	150
Regengabe	mm	30
Regengaben/Kultur		7

#### Aufstellung der Sprinkler

Länge		
Regnerabstand	m	18
Breite		
Abstand der Rohrleitungen	m	18

#### Flügelleitung (L)

Durchflußmenge		
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3
Wasserpreis in €/h		0

#### Aggregat

Diesel	x	0,20	l/kWh
Strom			

Arbeitskosten/h	€/h	15
Lohnansatz 1h= min:	60	Einzelarbeitsaufwand
<b>Tätigkeit</b>	<b>Personen</b>	<b>Minuten</b>
Pumpe aufst.	2	40
Zuleitung	2	30
Rohrtransport	2	40
Rohre auflegen	2	90
Umlegen	2	280
Abbau	2	80

Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102,9m	8	120	20	3%	2%
80% Einheiten	Ø102,9m	31	180	20	3%	2%
20% Einheiten	Ø76,9m	7,8	120	20	3%	2%
80% Endkappe	Ø102	0,8	7	20	3%	2%
20%	Ø76	0,2	6	20	3%	2%
80% Reduzierstück	Ø102	0,8	40	20	3%	2%
20%	Ø76	0,2	40	20	3%	2%
80% Bogen, 90°	Ø102	6	44	20	3%	2%
20%	Ø76	2	40	20	3%	2%
Hydrantbogen	Ø102	1	50	20	3%	2%
Container	50m³	0,2	500	20	0%	1%
Brunnen	Feldbrunnen	1	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungs- vorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk
Diesellaggregat	100	10000	12000	1
Elektropumpe	100	10000	5000	1

Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekost €/l; €/kW	Reperatur in %
3%	2%	1,5	0,80%
3%	2%	0	0,20%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	10
Auto	120 kW	25
Rohrwagen	1-Achsig	2

Pumpleistung			0,1
Erforderlicher Pumpendruck	m	50	5 bar
Dieselmzuschlag (20%)		1,2	
W. Diesellaggregat		0,7	
Elektromzuschlag (10%)		1,1	
W. Elektromotor		0,9	

Tabelle 59: Eingabe der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.

### 10.6.4 Ergebnisse der Daten von Feld 3

<b>Felddaten</b>	<b>Einheit</b>	
Gesamtfläche	ha	10,5
Berechnete Fläche	ha/L	1,3
Berechnete Gesamtfläche	ha	10,40
Regengabe/Jahr	mm	210
Regneranzahl/Länge	Stk	39 (EH)
Aufstellung/Feld	Anzahl	8
Bewässerungszeit/Feld	h	280
Dauer/Aufstellung	h	5
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	35
Rohre/Feld		8
<u>Flügelweite (L)</u>	Anzahl	1
Wasserdurchfluss/Regner	m <sup>3</sup> /h	1,8
Wasserdurchfluss gesamt	m <sup>3</sup> /h	70,2
Intensität	mm/h	5,6
<u>Pumpleistung</u>	kW	14
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67
Wasserpreis in €/J		0

Treibstoff		
Diesel		
17	kWh	Pumpe
24	kWh	Motor
4,80	l/h	
Strom		
15	kWh	Pumpe
17	kWh	Motor

Wasserdurchfluss	
70	m <sup>3</sup> /h

<u>Leitungen</u>	39 EH (Regneranzahl/Länge)
	1 Endkappe
	1 Reduzierstück
<u>Felder</u>	8 Bogen (Aufstellungsanzahl)
	2 Hydrantbogen
	1 Leitungen
<u>1 Container</u>	0,2 Umfasst 100 EH

Lohnansatz		
	1h=	min
Tätigkeit	Minuten	
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Umlegen	min	560
Abbau	min	160
Summe	min	1120
Gesamtarbeit	h	18,7
AK/Feld.Jahr	€/J	299,2

Tabelle 60: Ergebnisse der Daten für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.

**INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)**

**Zeitabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €	Fixe und Variable Kosten	
					Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €
Hauptleitung	3960	198,0	119	79	396	1,4
Einheiten	5580	279,0	167	112	558	2,0
Einheiten	936	46,8	28	19	94	0,3
Endkappe	5,6	0,3	0	0	0	0,0
	1,2	0,1	0	0	0	0,0
Reduzierstück	32	1,6	1	1	4	0,0
	8	0,4	0	0	0	0,0
Bogen, 90°	264	13,2	8	5	26	0,1
	80	4,0	2	2	8	0,0
Hydrantbogen	50	2,5	2	1	6	0,0
Container	100	5,0	0	1	6	6,0

**Bauliche Anlagen**

Brunnen	3000	150	0	0	150	0,5
<b>Summe</b>	<b>14.017</b>	<b>701 327</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>1248,0</b>	<b>10,3</b>

Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,08%	0,0	0,0	280	396,0	1,4
0,08%	0,0	0,0	280	558,0	2,0
0,08%	0,0	0,0	280	94,0	0,3
0,08%	0,0	0,0	280	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	280	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	280	4,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	280	0,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	280	26,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	280	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	280	6,0	0,0
0,08%	0,1	0,1	1	6,1	6,1
0,0	0,0	0,0	280,0	150,0	0,5
0,1	0,1	0,1	1248,1	10,4	

Tabelle 61: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat	1,2	280	12000	336	360	240
Elektropumpe	0,5	280	5000	140	150	100

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/Betriebsh	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
936	3,3	4,80	7,2	0,34	7,5	2100,0	3036,0	10,8
0	0,0	15,00	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
936	3,3		7,2	0,34	7,5	2100,0	3036,0	10,8

Tabelle 62: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	Dimension in kW	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J
Traktor	83kW	12	10000	64000	450
Auto	120 kW	6	2400	26000	450
Rohrwagen	1-Achsig	15	1500	2000	75
Summe					

Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)	Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich
5333	1920	1280	15,65	7043,0	156,5
4333	780	520	17,45	7853,0	436,3
133	2,3	1,5	2,71	203	5,42
9799	2702,3	1801,5	35,81	15099,0	598,22

Reperaturk. €/h	Reperaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,7	7	9,7	13,28	13,98	139,8	7182,8	29,6
0,08	2	13,4	11,48	11,56	289	8142,0	29,0
0,075	0,15		0,075	0,15	0,3	203,3	2,9
0,9	9,2		24,835	25,69	429,1	15528,1	61,5

Tabelle 63: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Flügelberegnung im Umlegeverfahren für das Feld 3.

## 10.6.5 Energie- und Arbeitskosten der Flügelberegnung im Umlegeverfahren

### Energiekosten

Die Energiekosten der drei Felder wurden in der Tabelle 64 zusammengefasst. Die Energiekosten für ein Feld pro Jahr ergeben sich aus der Beregnungsdauer pro Feld und Jahr, die mit den Energiekosten pro Stunde addiert werden. Die Energiekosten von einem Jahr und Feld werden durch die Regengabe in Millimeter und durch die Gesamtfläche dividiert und somit

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Dauer/Aufstellung	h	8
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	40
Gaben/Jahr	Anzahl	5
Aufstellungen/Feld	Anzahl	11
Bewässerungszeit/Gabe.Feld	h	88
Bewässerungszeit/Feld.Jahr	h	440
Energiekosten/h	€	5,1
Energiekosten/Feld	€	2244
Energiekosten/mm.ha	€	1,00

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Dauer/Aufstellung	h	8
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	40
Gaben/Jahr	Anzahl	5
Aufstellungen/Feld	Anzahl	8
Bewässerungszeit/Gabe.Feld	h	64
Bewässerungszeit/Feld.Jahr	h	320
Energiekosten/h	€	5,7
Energiekosten/Feld	€	1824
Energiekosten/mm.ha	€	0,84

FELD 3		
Felddaten	Einheit	
Dauer/Aufstellung	h	5
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	35
Gaben/Jahr	Anzahl	7
Aufstellungen/Feld	Anzahl	8
Bewässerungszeit/Gabe.Feld	h	40
Bewässerungszeit/Feld.Jahr	h	280
Energiekosten/h	€	7,2
Energiekosten/Feld	€	2016
Energiekosten/mm.ha	€	0,91

werden die Energiekosten pro Millimeter und Hektar berechnet.

Die Energiekosten der Felder pro Stunde, pro Feld und pro Millimeter und Hektar werden gemittelt, damit ein Richtwert für die Beregnungsmaschine kalkuliert werden kann.

Feld 2 hat die geringsten Energiekosten von 0,84 Euro pro Millimeter und Hektar. Ein Grund für die geringen Energiekosten ist das Aggregat, das nur 3,80 Liter Diesel in der Stunde braucht. Deshalb hängen die Energielos von Aggregat ab, egal wie hoch die Einsatzstunden für eine Kultur im Jahr sind.

	Energiekosten/h	Energiekosten/Feld	Energiekosten/mm.ha
Feld 1	5,1	2244	1,00
Feld 2	5,7	1824	0,84
Feld 3	7	2016	0,91
Ø	6	2028	0,92

Tabelle 64: Übersicht der Energiekosten der Felder von der Flügelberegnung im Umlegeverfahren.

## Arbeitskosten

Die Arbeitskosten der drei Felder wurden in der Tabelle 65 zusammengefasst. Die Arbeitskosten für ein Feld pro Jahr ergeben sich aus den Arbeitskosten pro Stunde, die mit der Gesamtarbeit in Stunden für ein Feld multipliziert werden.

Die Arbeitskosten von einem Jahr und Feld werden durch die Regengabe in Millimeter und durch die Gesamtfläche dividiert und somit werden die Arbeitskosten pro Millimeter und Hektar berechnet.

Die Arbeitskosten der Gesamtstunden, pro Feld und Jahr und pro Millimeter und Hektar werden gemittelt, damit ein Richtwert für die Flügelberechnung im Umlegeverfahren berechnet wird.

Die Arbeitskosten variieren, da der Landwirt die Arbeitskosten pro Stunde und die

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Zuckerrüben
Berechnete Gesamtfläche	ha	10
Bewässerungszeit/Feld	h	440
Gesamtarbeit	h	18,50
Arbeitskosten/h	€	16
Arbeitskosten/Feld.Jahr	€	320
Arbeitskosten/mm.ha	€	0,13

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Karotten
Berechnete Gesamtfläche	ha	9
Bewässerungszeit/Feld	h	320
Gesamtarbeit	h	20,00
Arbeitskosten/h	€	15
Arbeitskosten/Feld.Jahr	€	300
Arbeitskosten/mm.ha	€	0,15

FELD 3		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		W-Zwiebeln
Berechnete Gesamtfläche	ha	11
Bewässerungszeit/Feld	h	280,00
Gesamtarbeit	h	18,70
Arbeitskosten/h	€	15
Arbeitskosten/Feld.Jahr	€	280,5
Arbeitskosten/mm.ha	€	0,14

Personenanzahl selbst bestimmen kann. Arbeitstätigkeiten wie Pumpe aufstellen, Zuleitungen anschließen, Rohtransport vom Container/Hof zum Feld, Umlegen am Feld für die Kultur und der Abbau sind bei der Flügelberechnung im Umlegeverfahren immer durchzuführen. Die Arbeitskosten pro Millimeter und Hektar belaufen sich auf 0,13 Euro und sind höher als bei der Netzberechnung, da die Leitungen im Feld immer versetzt werden müssen.

	Gesamtstunden h	Arbeitskosten €/Feld	Arbeitskosten €/mm.ha
FELD 1	18,50	320	0,13
FELD 2	20,00	300	0,15
FELD 3	18,70	280,5	0,14
FELDER/Ø	19,07	300,17	0,14

Tabelle 65: Übersicht der Arbeitskosten der Felder von der Flügelberechnung im Umlegeverfahren.

## 10.7 Kalkulationsmodell Netzberegnung

### 10.7.1 Eingabe der Daten von Feld 2

FELD 2			
Felddaten	Einheit		
Feldfrucht		Karotten	
Feldlänge	m	600	
Feldbreite	m	150	
Regengabe	mm	30	
Regengaben/Kultur		8	
<u>Aufstellung der Sprinkler</u>			
<u>Länge</u>			
Regnerabstand	m	18	
<u>Breite</u>			
Abstand der Rohrleitungen	m	18	
<u>Flügelleitung/Gabe</u>			
	Anzahl	2	
<u>Durchflußmenge</u>			
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5	
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3	
Wasserpreis in €/h		0	
<u>Arbeitskosten/h</u>			
	€/h	15	
<u>Lohnansatz</u>			
	1h= 60	Einzelarbeitsaufwand	
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten	
Pumpe aufst.	2	40	
Zuleitung	2	30	
Rohrtransport	2	40	
Rohre auflegen	2	90	
Einschalten	2	160	
Abbau	2	80	
<u>Aggregat</u>			
Diesel	x	0,20	l/kWh
Strom			

	Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
	Hauptleitung	Ø102,9m	8	120	20	3%	2%
80%	Einheiten	Ø102,9m	214	180	20	3%	2%
20%	Einheiten	Ø76,9m	2	120	20	3%	2%
80%	Reduzierstück	Ø102	6	7	20	3%	2%
20%		Ø76	2	6	20	3%	2%
80%	T-Stück	Ø102	6	40	20	3%	2%
20%		Ø76	2	40	20	3%	2%
80%	Leitungen	Ø102	6	44	20	3%	2%
20%		Ø76	2	40	20	3%	2%
	Hydrantbogen	Ø102	2	50	20	3%	2%
	Container	50m³	2,7	500	20	0%	1%
	Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungsvorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk
Dieselaggregat	100	10000	12000	0,5
Elektropumpe	100	10000	5000	0,5

Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
3%	2%	1,5	0,80%
3%	2%	0	0,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	10
Auto	120 kW	25
Rohrwagen	1-Achsig	2

Pumpleistung			0,1
erforderl. Pumpendruck	m	50	5 bar
Dieselszuschlag (20%)		1,2	
W. Dieselaggregat		0,7	
Elektrozuschlag (10%)		1,1	
W. Elektromotor		0,9	

Tabelle 66: Eingabe der Daten für die Netzberechnung für das Feld 2.

## 10.7.2 Ergebnisse der Daten von Feld 2

Felddaten	Einheit	
Gesamtfläche	ha	9
Berechnete Gesamtfläche	ha	8,6
Regengabe/Jahr	mm	240
Regneranzahl/Länge	Stk	267 (EH)
Flügelleitung (L)	Anzahl	8
Aufstellung/Feld	Anzahl	4
Regneranzahl/Leitung	Stk	33
Bewässerungszeit/Feld	h	22
Dauer/Aufstellung	h	5,4
Dauer/Aufstellung.Jahr	h	176
Wasserdurchfluss/Regner	m <sup>3</sup> /h	1,8
Wasserdurchfluss/Leitung	m <sup>3</sup> /h	59,4
Wasserdurchfluss gesamt	m <sup>3</sup> /h	118,8
Intensität	mm/h	5,56

1 Leitung	33 EH
1 Feld	267 EH (Stück/Feld)
	8 Reduzierstück
	8 T-Stück
	8 Leitungen
	2 Hydrantbogen
1 Container	2,7 Umfasst 100 EH

Treibstoff		
Diesel		
28	kWh	Pumpe
40	kWh	Motor
8,00	l/h	
Strom		
25	kWh	Pumpe
28	kWh	Motor

Wasserdurchfluss	
119	m <sup>3</sup> /h

Regengaben	
176	h

Wasserpreis in €/J	0
--------------------	---

Lohnansatz		
		1h= 60 min
Tätigkeit	min	Minuten
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Einschalten	min	320
Abbau	min	160
Summe	min	880
Gesamtarbeit	h	14,7
AK/Feld.Jahr	€/J	220,5

Pumpleistung	kW	23
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67

Tabelle 67: Ergebnisse der Daten für die Netzberechnung für das Feld 2.

**INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)**

**Zeitabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €	Fixe und Variable Kosten	
					Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €
Hauptleitung	960	48	29	19	96	0,5
Einheiten	38520	1.926	1156	770	3852	21,9
Einheiten	240	12	7	5	24	0,1
Endkappe	42	2	1	1	4	0,0
	12	1	0	0	1	0,0
Reduzierstück	240	12	7	5	24	0,1
	80	4	2	2	8	0,0
Bogen, 90°	264	13	8	5	26	0,1
	80	4	2	2	8	0,0
Hydrantbogen	100	5	3	2	10	0,1
Container	1350	68	0	14	82	82,0

**Bauliche Anlagen**

Brunnen	1500	75	0	0	75	15
---------	------	----	---	---	----	----

<b>Summe</b>	<b>43.388</b>	<b>2.170</b>	<b>1215</b>	<b>825</b>	<b>4210,0</b>	<b>119,8</b>
--------------	---------------	--------------	-------------	------------	---------------	--------------

Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,08%	0,0	0,0	176	96,0	0,5
0,08%	0,2	35,2	176	3887,2	22,1
0,08%	0,0	0,0	176	24,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	176	4,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	176	1,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	176	24,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	176	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	176	26,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	176	8,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	176	10,0	0,1
0,08%	1,1	1,1	1	83,1	83,1

0,08%	0,24	1,2	5	76,2	15,24
-------	------	-----	---	------	-------

	1,5	37,5		4247,5	121,3
--	-----	------	--	--------	-------

Tabelle 68: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 2.

Leistungsabhängige Abschreibung

Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat	1,2	176	6000	105,6	180	120,00
Elektropumpe	0,5	176	2500	44	75	50,00

Fixe und Variable Kosten

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/Betriebsh	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
405,6	4,6	8,00	12	0,27	12,3	2164,8	2570,4	16,9
0	0,0	25,00	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
405,6	4,6		12	0,27	12,3	2164,8	2570,4	16,9

Tabelle 69: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 2.

Leistungsabhängige Abschreibung

Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J	Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)
Traktor	12	10000	64000	450	5333	1920	1280
Auto	6	2400	26000	450	4333	780	520
Rohrwagen	15	1500	2000	75	133	2,3	1,5
Summe					9799	2702,3	1801,5

Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich	Reparaturk. €/h	Reparaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h
15,65	7043,0	156,5	0,7	7	9,7	13,28
17,45	7853,0	436,25	0,08	2	13,4	11,48
2,71	203	5,42	0,075	0,15		0,075
35,81	15099,0	598,17	0,9	9,2		24,835

Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
13,98	139,8	7182,8	29,6
11,56	289	8142,0	29,0
0,15	0,3	203,3	2,9
25,69	429,1	15528,1	61,5

Tabelle 70: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Netzberechnung für das Feld 2.

### 10.7.3 Eingabe der Daten von Feld 3

FELD 3			
Felddaten	Einheit		
Feldfrucht		W-Zwiebeln	
Feldlänge	m	700	
Feldbreite	m	150	
Regengabe	mm	30	
Regengaben/Kultur		7	
<u>Aufstellung der Sprinkler</u>			
<u>Länge</u>			
Regnerabstand	m	18	
<u>Breite</u>			
Abstand der Rohrleitungen	m	18	
Flügelleitung/Gabe	Anzahl	2	
<u>Durchflußmenge</u>			
Hauptdüse, 3bar, 4,5mm	m³/h	1,5	
Nebendüse, 3bar, 2,8mm	m³/h	0,3	
Wasserpreis in €/h		0	
Arbeitskosten/h	€/h	15	
<u>Lohnansatz</u>		Einzelarbeitsaufwand	
1h= 60			
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten	
Pumpe aufst.	2	40	
Zuleitung	2	30	
Rohrtransport	2	40	
Rohre auflegen	2	90	
Einschalten	2	140	
Abbau	2	80	
<u>Aggregat</u>			
Diesel	X	0,20	l/kWh
Strom			

	Anlageelemente	Dimension in m, Ø	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
	Hauptleitung	Ø102,9m	8	120	20	3%	2%
80%	Einheiten	Ø102,9m	249	180	20	3%	2%
20%	Einheiten	Ø76,9m	2	120	20	3%	2%
80%	Reduzierstück	Ø102	6	7	20	3%	2%
20%		Ø76	2	6	20	3%	2%
80%	T-Stück	Ø102	6	40	20	3%	2%
20%		Ø76	2	40	20	3%	2%
80%	Leitungen	Ø102	6	44	20	3%	2%
20%		Ø76	2	40	20	3%	2%
	Hydrantbogen	Ø102	2	50	20	3%	2%
	Container	50m³	3,1	500	20	0%	1%
	Brunnen	Feldbrunnen	1	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in kW	Leistungsvorrat in h	Preis/Stk in €	Anzahl in Stk
Diesellaggregat	100	10000	12000	1
Elektropumpe	100	10000	5000	1

Zinsen in %	Unterbringung in %	Energiekosten €/l; €/kW	Reperatur in %
3%	2%	0	0,80%
3%	2%	0	0,00%

Anlageelemente	Dimension in kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	10
Auto	120 kW	25
Rohrwagen	1-Achsig	2

Pumpleistung			0,1
erforderl. Pumpendruck	m	50	5 bar
Dieselaufschlag (20%)		1,2	
W. Dieselaggregat		0,7	
Elektroaufschlag (10%)		1,1	
W. Elektromotor		0,9	

Tabelle 71: Eingabe der Daten für die Netzberechnung für das Feld 3.

### 10.7.4 Ergebnisse der Daten von Feld 3

Felddaten	Einheit	
Gesamtfläche	ha	10,5
Berechnete Gesamtfläche	ha	10,1
Regengabe/Jahr	mm	210
Regneranzahl/Länge	Stk	311 (EH)
Flügelweite (L)	Anzahl	8
Aufstellung/Feld	Anzahl	4
Regneranzahl/Leitung	Stk	39
Bewässerungszeit/Feld	h	22
Dauer/Aufstellung	h	5,4
Dauer/Aufstellung/Jahr	h	154
Wasserdurchfluss/Regner	m <sup>3</sup> /h	1,8
Wasserdurchfluss/Leitung	m <sup>3</sup> /h	70,2
Wasserdurchfluss gesamt	m <sup>3</sup> /h	140,4
Intensität	mm/h	5,56

1 Leitung	39 EH
1 Feld	311 EH (Stück/Feld)
	8 Reduzierstück
	8 T-Stück
	8 Leitungen
	2 Hydrantbogen
1 Container	3,1 Umfasst 100 EH

Treibstoff		
Diesel		
32	kWh	Pumpe
46	kWh	Motor
9,20	l/h	
Strom		
30	kWh	Pumpe
33	kWh	Motor

Lohnansatz		
	1h= 60	min
Tätigkeit	Minuten	
Pumpe aufst.	min	80
Zuleitung	min	60
Rohrtransport	min	80
Rohre auflegen	min	180
Einschalten	min	280
Abbau	min	160
Summe	min	840
Gesamtarbeit	h	14,0
AK/Feld.Jahr	€/J	210

Wasserdurchfluss	
140	m <sup>3</sup> /h

Pumpleistung	kW	27
Wirkungsgrad 65-75%	%	70
Faktor		3,67

Regengaben
154 h

Wasserpreis in €/J	0
--------------------	---

Tabelle 72: Ergebnisse der Daten für die Netzberechnung für das Feld 3.

**INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)**

**Zeitabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte**

**Fixe und Variable Kosten**

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €	Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €
Hauptleitung	960	48	29	19	96	0,6
Einheiten	44820	2.241	1345	896	4482	29,1
Einheiten	240	12	7	5	24	0,2
Endkappe	42	2	1	1	4	0,0
	12	1	0	0	1	0,0
Reduzierstück	240	12	7	5	24	0,2
	80	4	2	2	8	0,1
Bogen, 90°	264	13	8	5	26	0,2
	80	4	2	2	8	0,1
Hydrantbogen	100	5	3	2	10	0,1
Container	1550	78	0	16	94	94,0
<b>Bauliche Anlagen</b>						
Brunnen	3000	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>51.388</b>	<b>2.420</b>	<b>1404</b>	<b>953</b>	<b>4777,0</b>	<b>124,6</b>

Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,08%	0,0	0,0	154	96,0	0,6
0,08%	0,2	30,8	154	4512,8	29,3
0,08%	0,0	0,0	154	24,0	0,2
0,08%	0,0	0,0	154	4,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	154	1,0	0,0
0,08%	0,0	0,0	154	24,0	0,2
0,08%	0,0	0,0	154	8,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	154	26,0	0,2
0,08%	0,0	0,0	154	8,0	0,1
0,08%	0,0	0,0	154	10,0	0,1
0,08%	1,2	1,2	1	95,2	95,2
0,08%	0,48	2,4	5	2,4	0,48
	<b>1,9</b>	<b>34,4</b>		<b>4811,4</b>	<b>126,5</b>

Tabelle 73: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 3.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat	1,2	154	12000	184,8	360	240,00
Elektropumpe	0,5	154	5000	77	150	100,00

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/Betriebsh	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
784,8	5,1	9,20	13,8	0,62	14,4	2217,6	3002,4	19,5
0	0,0	30,00	0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>784,8</b>	<b>5,1</b>		<b>13,8</b>	<b>0,62</b>	<b>14,4</b>	<b>2217,6</b>	<b>3002,4</b>	<b>19,5</b>

Tabelle 74: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Netzberechnung für das Feld 2.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J
Traktor	12	10000	64000	450
Auto	6	2400	26000	450
Rohrwagen	15	1500	2000	75
<b>Summe</b>				

Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)	Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich
5333	1920	1280	15,65	7043,0	156,5
4333	780	520	17,45	7853,0	436,25
133	2,3	1,5	2,71	203	5,42
<b>9799</b>	<b>2702,3</b>	<b>1801,5</b>	<b>35,81</b>	<b>15099,0</b>	<b>598,17</b>

Reparaturk. €/h	Reparaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
0,7	7	9,7	13,28	13,98	139,8	7182,8	29,6
0,08	2	13,4	11,48	11,56	289	8142,0	29,0
0,075	0,15		0,075	0,15	0,3	203,3	2,9
<b>0,9</b>	<b>9,2</b>		<b>24,835</b>	<b>25,69</b>	<b>429,1</b>	<b>15528,1</b>	<b>61,5</b>

Tabelle 75: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Netzberechnung für das Feld 3.

## 10.7.5 Energie- und Arbeitskosten der Netzberegnung

### Energiekosten

In Tabelle 76 sind die Energiekosten der drei Felder zusammengefasst. Die Berechnung der Energiekosten erfolgt gleich wie beim Umlegeverfahren.

Feld 3 hat die niedrigsten Energiekosten pro Millimeter und Hektar, jedoch sind die Energiekosten pro Stunde in dem Feld am höchsten. Ein Grund dafür sind die geringen Stunden an Bewässerungszeit für die Kultur und daher sind die Energiekosten auf Dauer günstiger als bei Feld 1, wo 245 Stunden an Bewässerungszeit für die Kultur aufgebraucht werden.

FELD 1			
Felddaten		Einheit	
Dauer/Aufstellung	h		8,1
Dauer/Aufstellung.Jahr	h		245
Gaben/Jahr	Anzahl		5
Aufstellungen/Feld	Anzahl		6
Bewässerungszeit/Gabe.Feld	h		48,6
Bewässerungszeit/Feld.Jahr	h		243
Energiekosten/h	l		10,2
Energiekosten/Feld	l		2478,6
Energiekosten/mm.ha	l		1,10

FELD 2			
Felddaten		Einheit	
Dauer/Aufstellung	h		5,4
Dauer/Aufstellung.Jahr	h		176
Gaben/Jahr	Anzahl		8
Aufstellungen/Feld	Anzahl		4
Bewässerungszeit/Gabe.Feld	h		21,6
Bewässerungszeit/Feld.Jahr	h		172,8
Energiekosten/h	l		12
Energiekosten/Feld	l		2073,6
Energiekosten/mm.ha	l		1,02

FELD 3			
Felddaten		Einheit	
Dauer/Aufstellung	h		5,4
Dauer/Aufstellung.Jahr	h		154
Gaben/Jahr	Anzahl		7
Aufstellungen/Feld	Anzahl		4
Bewässerungszeit/Gabe.Feld	h		22
Bewässerungszeit/Feld.Jahr	h		154
Energiekosten/h	l		13,8
Energiekosten/Feld	l		2125,2
Energiekosten/mm.ha	l		0,90

Die Energiekosten sind im Gegensatz zum Umlegeverfahren durchaus höher, da der Treibstoffverbrauch beim Dieselaggregat größer ist, weil mit zwei Leitungen bewässert wird.

	Energiekosten/h	Energiekosten/Feld	Energiekosten/mm.ha
Feld 1	10,2	2479	1,10
Feld 2	12	2073,6	1,02
Feld 3	14	2125,2	0,90
Ø	12	2226	1,01

Tabelle 76: Übersicht der Energiekosten der Felder von der Flügelberegnung als Netzberegnung.

## Arbeitskosten

In der Tabelle 77 wurden die Arbeitskosten der drei Felder zusammengefasst. Die Berechnung der Arbeitskosten erfolgt gleich wie beim Umlegeverfahren.

Der Anwender bestimmt beim Kalkulationsmodell die Arbeitskosten pro Stunde und die Personenanzahl. Arbeitstätigkeiten wie Pumpe aufstellen, Zuleitungen anschließen,

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Zuckerrüben
Berechnete Gesamtfläche	ha	10
Bewässerungszeit/Feld	h	49
Gesamtstunden	h	14,30
Arbeitskosten	€/h	15
Arbeitskosten/J	€/J	214,5
Arbeitskosten	€/mm/ha	0,10

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Karotten
Berechnete Gesamtfläche	ha	8,6
Bewässerungszeit/Feld	h	22
Gesamtstunden	h	14,70
Arbeitskosten	€/h	15
Arbeitskosten/J	€/J	220,5
Arbeitskosten	€/mm/ha	0,10

FELD 3		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		W-Zwiebeln
Berechnete Gesamtfläche	ha	10
Bewässerungszeit/Feld	h	22,00
Gesamtstunden	h	14,00
Arbeitskosten	€/h	15
Arbeitskosten/J	€/J	210
Arbeitskosten	€/mm/ha	0,10

Rohtransport vom Container/Hof zum Feld, Rohre am Feld auflegen, Einschalten am Feld für die Regengaben und der Abbau sind bei der Flügelberechnung im Umlegeverfahren immer durchzuführen. Die Arbeitskosten pro Millimeter und Hektar belaufen sich auf 0,10 Euro und sind niedriger als bei der Flügelberechnung im Umlegeverfahren, da anstatt eines Umlegens nur ein Einschalten der Leitungen erfolgt.

	Gesamtstunden h	Arbeitskosten €/Feld	Arbeitskosten €/mm.ha
FELD 1	14,30	214,5	0,10
FELD 2	14,70	220,5	0,10
FELD 3	14,00	210,0	0,10
FELDER/Ø	14,33	215,0	0,10

Tabelle 77: Übersicht der Arbeitskosten der Felder von der Flügelberechnung als Netzberechnung.

## 10.8 Kalkulationsmodell Berechnungsmaschine

### 10.8.1 Eingabe der Daten von Feld 2

FELD 2		
Feldfrucht		Karotten
Feldlänge	m	600
Feldbreite	m	150
Regengabe	mm	30
Regengabe/Kultur	Anzahl	8
Wasserpreis	€/m <sup>3</sup>	0
Arbeitskosten/h	€/h	15
<u>Lohnansatz</u>		Einzelarbeitsaufwand
1h= 60		
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	30
Zuleitung	2	15
Versetzen	1	120
Abbau	2	30
<u>Aggregat</u>		
Diesel	x	
Strom		
l/kWh	0,20	

Berechnungsmaschine		
Durchflußmenge	m <sup>3</sup> /h	85
Wurfweite	m	60
Berechnungsbreite	m	80

Pumpleistung		
Erforderlicher Pumpendruck	m	130
		13 bar
Dieselaufschlag (20%)		1,2
W. Dieselaggregat		0,7
Elektroaufschlag (10%)		1,1
W. Elektromotor		0,9

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102 ,9m	2	120,00	20	3%	2%
Berechnungsmaschine	500m Rohrlänge	0,33	50000,00	15	3%	2%
Brunnen	Feldbrunnen	0,5	3000	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Zinsen in %	Unterbringung in %	Leistungsvorrat in h	T-Preis €/l; €/kW	Reparatur in %
Dieselaggregat	100kW	0,50	12000	3%	2%	10000	1,5	0,80%
Elektropumpe	100kW	0,50	5000	3%	2%	10000	0	0,20%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	8
Auto	120 kW	18
Rohrwagen	1-Achsig	2

Tabelle 78: Eingabe der Daten für die Berechnungsmaschine das Feld 2.

### 10.8.2 Eingabe der Daten von Feld 3

FELD 3		
Feldfrucht		W-Zwiebeln
Feldlänge	m	750
Feldbreite	m	100
Regengabe	mm	30
Regengabe/Kultur	Anzahl	7
Wasserpreis	€/m <sup>3</sup>	0
Arbeitskosten/h	€/h	15
<u>Lohnansatz</u>		Einzelarbeitsaufwand
1h= 60		
<u>Tätigkeit</u>	Personen	Minuten
Pumpe aufst.	2	30
Zuleitung	2	15
Versetzen	1	120
Abbau	2	30
Aggregat		
Diesel	x	
Strom		
l/kWh	0,20	

Beregnungsmaschine		
Durchflußmenge	m <sup>3</sup> /h	85
Wurfweite	m	60
Beregnungsbreite	m	85

<u>Pumpleistung</u>		0,1
Erforderlicher Pumpendruck	m	130
		13 bar
Dieselszuschlag (20%)		1,2
W. Dieselaggregat		0,7
Elektrozuschlag (10%)		1,1
W. Elektromotor		0,9

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Abschreibung ND in Jahren	Zinsen in %	Unterbringung in %
Hauptleitung	Ø102 ,9m	1,18	120,00	20	3%	2%
Beregnungsmaschine	500m Rohrlänge	0,33	50000,00	15	3%	2%
Brunnen	Feldbrunnen	1	3000,00	20	0%	0%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	Anzahl in Stk o. EH	Preis/Stk in €	Zinsen in %	Unterbringung in %	Leistungs-vorrat in h	T-Preis €/l; €/kW	Reparatur in %
Dieselaggregat	100kW	1,00	12000	3%	2%	10000	1,5	0,80%
Elektropumpe	100kW	1,00	5000	3%	2%	10000	0	0,20%

Anlageelemente	Dimension in m, Ø,kW	h/J tatsächlich
Traktor	83kW	8
Auto	120 kW	18
Rohrwagen	1-Achsig	2

Tabelle 79: Eingabe der Daten für die Beregnungsmaschine das Feld 3.

### 10.8.3 Ergebnisse der Daten Feld 2

<b>Felddaten</b>		<b>Einheit</b>	
Regengabe/Jahr	mm		240
Gesamtfläche	ha		9
Berechnungsdauer/Streifen	h		17
Berechnungsdauer/Feld	h		34
Berechnungsdauer/Feld.Jahr	h		272
Wasserpreis/Feld,Kultur	€		0
<b>Berechnungsmaschine</b>			
Umstellen/Gabe	Anzahl		2
Einzug	m/h		35,4
Flächenleistung	ha/h		0,28
Intensität	mm/h		32,9
Pumpleistung	kW		43,0
Wirkungsgrad 65 bis 75%	%		70
Faktor			3,67

<b>Lohnansatz</b>		
	1h= 60	min
<b>Tätigkeit</b>	<b>Minuten</b>	
Pumpe aufst.	min	60
Zuleitung	min	30
Versetzen	min	1200
Abbau	min	60
Summe	min	1350
Gesamtarbeit	h	22,5
AK/Feld.Jahr	€/J	337,5

<b>Regengaben</b>	
	<b>272,0 h</b>

<b>Gesamtfläche ha</b>	
	<b>9</b>

Tabelle 80: Ergebnisse der Daten für die Berechnungsmaschine für das Feld 2.

<b>Treibstoff</b>		
<b>Diesel</b>		
52	kWh	Pumpe
74	kWh	Motor
14,80	l/h	
<b>Strom</b>		
47	kWh	Pumpe
52	kWh	Motor

<b>Wasserdurchfluss</b>	
85	m <sup>3</sup> /h

Tabelle 81: Ergebnisse der Daten des Treibstoffes für die Berechnungsmaschine für das Feld 2.

#### INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)

##### Zeitabhängige Abschreibung

##### Maschinen, Geräte

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Hauptleitung	240	12	7,2	4,8
Berechnungs- maschine	16500	1.100	495	330
<b>Bauliche Anlagen</b>				
Brunnen	1500	75	0	0
<b>Summe</b>	<b>18240</b>	<b>1.187</b>	<b>502,2</b>	<b>334,8</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €	Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
24,0	0,1	0,08%	0,0	0,0	272,0	24,0	0,1
1925,0	7,1	0,08%	0,0	0,0	272,0	1925,0	7,1
75	0,28	0,00	0,00	0,00	272,00	75,00	0,28
<b>2024,0</b>	<b>7,5</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>2024,0</b>	<b>7,5</b>

Tabelle 82: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Beregnungsmaschine für das Feld 2.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Diesellaggregat		1,2	272	6000	163,2	180
Elektropumpe		0,5	272	2500	68	75
						<b>Summe</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
463,2	3,4	14,80	22,2	0,18	22,4	6092,8	6556,0	25,8
0	0,0	47,00	0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>463,2</b>	<b>3,4</b>		<b>22,2</b>	<b>0,20</b>	<b>22,4</b>	<b>6092,8</b>	<b>6556,0</b>	<b>25,8</b>

Tabelle 83: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Beregnungsmaschine für das Feld 2.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J	Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)
Traktor		12	10000	64000	450	5333	1920
Auto		6	2400	26000	450	4333	780
Rohrwagen		15	1500	2000	75	133	2,3
					<b>Summe</b>	<b>9799</b>	<b>2702,3</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J in € tatsächlich	Reparaturk. €/h	Reparaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h
15,65	7043,0	125,2	0,88	7	9,7	13,1
17,45	7853,0	314,1	0,11	2	13,4	11,45
2,71	203	5,42	0,08	0,15		0,07
<b>35,81</b>	<b>15099,0</b>	<b>444,72</b>	<b>1,1</b>	<b>9,2</b>		<b>24,62</b>

Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
13,98	111,84	7154,8	29,6
11,56	208,08	8061,1	29,0
0,15	0,3	203,3	2,9
<b>25,69</b>	<b>320,22</b>	<b>15419,2</b>	<b>61,5</b>

Tabelle 84: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Beregnungsmaschine für das Feld 2.

### 10.8.4 Ergebnisse der Daten Feld 3

<u>Felddaten</u>		Einheit		<u>Lohnansatz</u>	
Regengabe/Jahr	mm		210	1h= 60	min
Gesamtfläche	ha		8	<b>Tätigkeit</b>	<b>Minuten</b>
Beregnungsdauer/Streifen	h		23	Pumpe aufst.	min 60
Beregnungsdauer/Feld	h		23	Zuleitung	min 30
Beregnungsdauer/Feld.Jahr	h		161	Versetzen	min 1200
Wasserpreis/Feld,Kultur	€		0	Abbau	min 60
<u>Beregnungsmaschine</u>				Summe	min 1350
Umstellen/Gabe	Anzahl		1	Gesamtarbeit	h 22,5
Einzug	m/h		33,3	AK/Feld.Jahr	€/J 337,5
Flächenleistung	ha/h		0,28	<u>Regengaben</u>	
Intensität	mm/h		32,9	<b>161,0 h</b>	
Pumpleistung	kW		43,0	<u>Gesamtfläche ha</u> <b>8</b>	
Wirkungsgrad 65 bis 75%	%		70		
Faktor			3,67		

Tabelle 85: Ergebnisse der Daten für die Beregnungsmaschine für das Feld 3.

<u>Treibstoff</u>		
<u>Diesel</u>		
52	kWh	Pumpe
74	kWh	Motor
14,80	l/h	
<u>Strom</u>		
47	kWh	Pumpe
52	kWh	Motor
<u>Wasserdurchfluss</u>		
85	m <sup>3</sup> /h	

Tabelle 86: Ergebnisse der Daten des Treibstoffes für die Beregnungsmaschine für das Feld 3.

#### INVESTITIONSSUMME(Anschaffungswert)

##### Zeitabhängige Abschreibung

##### Maschinen, Geräte

Anlageelemente	Gesamtpreis in €	Abschreibung in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Hauptleitung	141,6	7	4,248	2,832
Beregnungs- maschine	16500	1.100	495	330
<b>Bauliche Anlagen</b>				
Brunnen	3000	150	0	0
<b>Summe</b>	<b>19641,6</b>	<b>1.257</b>	<b>499,248</b>	<b>332,832</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten /J in €	Fixkosten /h in €	Reparatur in %	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Einsatzdauer /J in h	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
14,1	0,1	0,08%	0,0	0,0	161,0	14,1	0,1
1925,0	12,0	0,08%	0,1	16,1	161,0	1941,1	12,1
150	0,93	0,08%	0,0	0	161	150	0,93
<b>2089,1</b>	<b>13,0</b>		<b>0,1</b>	<b>16,1</b>		<b>2105,2</b>	<b>13,1</b>

Tabelle 87: Ergebnisse der zeitabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 3.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte (Traktor und Auto gilt für alle Felder)**

Anlageelemente	Afa/h	Sunden/Jahr in h	Gesamtpreis in €	Abschreib. in €	Zinsen in €	Unterbringung in €
Dieselaggregat	1,2	161	12000	193,2	360	240
Elektropumpe	0,5	161	5000	80,5	150	100
						<b>Summe</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/J in €	Fixkosten/h in €	Treibstoff l/h; kWh	Energiek. €/h	Reparaturk. €/h	Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
793,2	4,9	14,80	22,2	0,60	22,8	3670,8	4464,0	27,7
0	0,0	47,00	0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>793,2</b>	<b>4,9</b>		<b>22,2</b>	<b>0,66</b>	<b>22,8</b>	<b>3670,8</b>	<b>4464,0</b>	<b>27,7</b>

Tabelle 88: Ergebnisse der leistungsabhängigen Abschreibung für die Berechnungsmaschine für das Feld 3.

**Leistungsabhängige Abschreibung**

**Maschinen, Geräte( ÖKL-Richtwerte)**

Anlageelemente	ND in Jahren	Leistung in h	Preis/Stk in €	h/J	Abschreib. /J in €	Zinsen/J in € (3%)	Unterbring./J in € (2%)
Traktor	12	10000	64000	450	5333	1920	1280
Auto	6	2400	26000	450	4333	780	520
Rohrwagen	15	1500	2000	75	133	2,3	1,5
				<b>Summe</b>	<b>9799</b>	<b>2702,3</b>	<b>1801,5</b>

**Fixe und Variable Kosten**

Fixkosten/h in €	Fixkosten/J in €	Fixkosten/J n € tatsächlich	Reparaturk. €/h	Reparaturk. €/Jahr	Treibstoff l/h	Energiekosten €/h
15,65	7043,0	125,2	0,88	7	9,7	13,1
17,45	7853,0	314,1	0,11	2	13,4	11,45
2,71	203	5,42	0,08	0,15		0,07
<b>35,81</b>	<b>15099,0</b>	<b>444,72</b>	<b>1,1</b>	<b>9,2</b>		<b>24,62</b>

Variable Kosten/h in €	Variable Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/J in €	Gesamt- Kosten/h in €
13,98	111,84	7154,8	29,6
11,56	208,08	8061,1	29,0
0,15	0,3	203,3	2,9
<b>25,69</b>	<b>320,22</b>	<b>15419,2</b>	<b>61,5</b>

Tabelle 89: Ergebnisse der ÖKL-Richtwerte für die Berechnungsmaschine für das Feld 3.

## 10.8.5 Energie- und Arbeitskosten der Beregnungsmaschine

### Energiekosten

Die Energiekosten der drei Felder wurden in der Tabelle 90 zusammengefasst und diese werden wieder gleich wie beim Umlegeverfahren berechnet.

Bei der Beregnungsmaschine sind die Energiekosten in Euro pro Millimeter und Hektar sehr hoch, da die Beregnungsmaschine eine stärkere Pumpenleistung hat und somit mehr Treibstoff benötigt wird. Mit einem Durchschnitt von 2,91 Euro pro Millimeter und Hektar ist der Energieverbrauch im Vergleich zu den anderen zwei Bewässerungsverfahren hoch.

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Regengabe/Kultur	Anzahl	5
Umstellen/Gabe	Anzahl	2
Beregnungsdauer/Streifen	h	26
Beregnungsdauer/Feld.Jahr	h	260
Energiekosten/h	€	22,5
Energiekosten/Feld.Jahr	€	5850
Energiekosten/mm.ha	€	2,60

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Regengabe/Kultur	Anzahl	8
Umstellen/Gabe	Anzahl	2
Beregnungsdauer/Streifen	h	26
Beregnungsdauer/Feld.Jahr	h	272
Energiekosten/h	€	22,5
Energiekosten/Feld.Jahr	€	6120
Energiekosten/mm.ha	€	2,89

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Regengabe/Kultur	Anzahl	7
Umstellen/Gabe	Anzahl	1
Beregnungsdauer/Streifen	h	23
Beregnungsdauer/Feld.Jahr	h	161
Energiekosten/h	€	23,1
Energiekosten/Feld.Jahr	€	3719,1
Energiekosten/mm.ha	€	3,25

	Energiekosten/h	Energiekosten/Feld	Energiekosten/mm.ha
Feld 1	22,5	5850	2,60
Feld 2	22,5	6120	2,89
Feld 3	23	3719,1	3,25
Ø	23	5230	2,91

Tabelle 90: Übersicht der Energiekosten der Felder von der Beregnungsmaschine.

## Arbeitskosten

Die Arbeitskosten der drei Felder wurden in der Tabelle 91 zusammengefasst und die Berechnung erfolgt wie bei den anderen zwei Verfahren. Die Arbeitskosten betragen im Durchschnitt 0,18 Euro pro Millimeter und Hektar. Das liegt im Durchschnitt, jedoch ist dieser Wert in der Praxis viel geringer. Aufgrund der ungünstigen Feldform und der Kultur sind die Arbeitskosten etwas höher.

FELD 1		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Zuckerrüben
Berechnungsdauer/Feld.Jahr	h	272
Gesamtarbeit	h	22,50
Arbeitskosten/h	€	16
Arbeitskosten/Feld.Jahr	€	360
Arbeitskosten/mm.ha	€	0,16

FELD 2		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		Karotten
Berechnungsdauer/Feld.Jahr	h	272
Gesamtarbeit	h	22,50
Arbeitskosten/h	€	15
Arbeitskosten/Feld.Jahr	€	337,5
Arbeitskosten/mm.ha	€	0,18

FELD 3		
Felddaten	Einheit	
Feldfrucht		W-Zwiebeln
Berechnungsdauer/Feld.Jahr	h	161
Gesamtarbeit	h	22,50
Arbeitskosten/h	€	15
Arbeitskosten/Feld.Jahr	€	337,5
Arbeitskosten/mm.ha	€	0,20

	Gesamtarbeit	Arbeitskosten/ Feld.Jahr	Arbeitskosten /mm.ha
<b>FELD 1</b>	22,50	360	0,16
<b>FELD 2</b>	22,50	337,5	0,18
<b>FELD 3</b>	22,50	337,5	0,20
<b>FELDER/Ø</b>	22,50	345,00	0,18

Tabelle 91: Übersicht der Arbeitskosten der Felder von der Berechnungsmaschine.

## 11. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die Masterarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Weiters versichere ich, dass ich diese Masterarbeit weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, am 10.11.2013

(Ort, Datum)

.....

(Unterschrift: Glinik Andrea)

## 12. Literaturverzeichnis

- AMON E., SCHMID K., SIX L., VOGLER R., WIESINGER F., (2006): Betriebswirtschaft und Buchführung, Ausgabe A/2, Produktionsplanung und Unternehmensführung, 2. Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, 17-23.
- BAUER, (2001): Produktinformation Beregnung, Röhren- und Pumpwerk Bauer GesmbH, 8570 Voitsberg/ Austria.
- BOGENBERGER S., MESSNER S., ZIHR G., ZIHR M.; (2008): Kostenrechnung, Eine praxis- und beispielsorientierte Einführung, 5. Auflage, grellDenk Verlag, Sollenau.
- BREUER, G., (1996): top agrar Österreich Journal, Landwirtschaft aktuell für alle top agrar-Leser in Österreich, 7/96, 28-30.
- CEPUDER, P., (2012): Beregnungstechnik, LVA 815.319, Universität für Bodenkultur Wien, 1-77.
- CEPUDER, P., (2012): Bewässerungswirtschaft, LVA 815.304; Universität für Bodenkultur Wien, 1-103.
- CEPUDER, P., (2011): Bewässerungswirtschaft, LVA 815.304; Universität für Bodenkultur Wien, 1-77.
- CEPUDER, P., (2012/13): Irrigation Design, Dimensioning, LVA 815.319; Universität für Bodenkultur Wien, 1-24.
- CEPUDER P., NOLZ R.; (2012): Bewässerungssteuerung, Lagerhaus Marchfeld, Beregnungstag, 7. Dezember 2012, Obersiebenbrunn.
- CONRAD, V., (1913): Kartographie von Österreich, Klimatographie von Kärnten. Herausgegeben von der Direktion der K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik; Wien, 104-107.
- DABBERT H., BRAUN J., (2006): Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre, Grundwissen Bachelor, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- GEHRING F., (2008): Landtechnik für Schule und Praxis, Österreichischer Agrarverlag Druck und Verlagsgesellschaft m.b.H., 137-163.
- HANN, J., (1904): Kartographie von Österreich, Klimatographie von Niederösterreich. Herausgegeben von der Direktion der K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik; Wien, 4-7.
- KOGLER F., (2003): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten, Berechnungsgrundlage in der Nachbarschaftshilfe für den land-und forstwirtschaftlichen Einsatz, Preisbasis 3. Und 4. Quartal 2002, Werte ohne Mehrwertsteuer, Wien.

KTBL-Datensammlung, (2009): Feldbewässerung, Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kalkulationen, 1. Auflage, Herausgeber: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

MACHALEK, A., (1986): Klima und Bioklima von Niederösterreich, Dokumentation des Arbeitskreises 1 der Akademie für Umwelt und Energie Bioklimaforschung und Umweltmeteorologie; Laxenburg, 5-13.

ÖAV-ARBEITSBEHELF NR. 11, (2003): Empfehlungen für Bewässerungswasser, 2., überarbeitete Auflage, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband a-1010 Wien, Marc-Aurel-Straße 5, 1-52.

TROSCHL, H., (1980): Klimatographischer Abriss von Kärnten, Klimadaten Gemeindeweise, Beiträge zum Kärntner Landschaftsinventar, Klagenfurt. Herausgegeben von Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung Landesplanung; Schriftenreihe für Raumforschung und Raumplanung, geleitet von GLANZER O., 1-27.

WITHERS B., VIPOND S., LECHER K., (1978): Bewässerung, aus dem Englischen übertragen und bearbeitet von o.Professor Dr.sc.techn. Kurt Lecher, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Technischen Universität Hannover, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1-241.

## **12.1 Internetverzeichnis**

[http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&146=true&gui\\_id=eBOD](http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&146=true&gui_id=eBOD), (Abruf: 04.02.2013, 11:59)

<http://www.bauervo.com/bauer/showProducts.do?categoryCode=beregnung&groupCode=rainstar>, (Abruf: 5.5.2013, 15:08)

<http://www.bauervo.com/bauer/showProducts.do?categoryCode=beregnung&groupCode=Pivot>, (Abruf: 5.5.2013, 15:08)