

# Anwendungsorientierte Approximation von Funktionen und Daten

–

## Regression und Interpolation

–

### Inhaltsverzeichnisse

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 07. Oktober 2016 – Letzte Revision: 12. Juli 2017

# (Polynom)Interpolation nach Lagrange

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 10. Juli 2014 - Letzte Revision: 5. August 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeindarstellung</b>	<b>2</b>
1.1	Polynominterpolation n- ten Grades . . . . .	2
1.2	Septische Interpolation . . . . .	3
1.3	Triquadratische Interpolation (Sextische Interpolation) . . . . .	4
1.4	Quintische Interpolation . . . . .	5
1.5	Biquadratische Interpolation . . . . .	6
1.6	Kubische Interpolation . . . . .	7
1.7	Quadratische Interpolation . . . . .	8
1.8	Lineare Interpolation . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Koeffizientendarstellung</b>	<b>10</b>
2.1	Septische Interpolation . . . . .	10
2.2	Triquadratische Interpolation (Sextische Interpolation) . . . . .	24
2.3	Quintische Interpolation . . . . .	31
2.4	Biquadratische Interpolation . . . . .	35
2.5	Kubische Interpolation . . . . .	37
2.6	Quadratische Interpolation . . . . .	38
2.7	Lineare Interpolation . . . . .	39

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# (Polynom)Interpolation nach Newton

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 27. September 2013 – Letzte Revision: 5. August 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeindarstellungen</b>	<b>2</b>
1.1	Polynominterpolation n- ten Grades . . . . .	2
1.2	Septische Interpolation . . . . .	3
1.3	Sextische (Triquadratische) Interpolation . . . . .	5
1.4	Quintische Interpolation . . . . .	7
1.5	Biquadratische Interpolation . . . . .	9
1.6	Kubikinterpolation . . . . .	10
1.7	Quadratinterpolation . . . . .	11
1.8	Linearinterpolation . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Koeffizientendarstellungen</b>	<b>13</b>
2.1	Septische Interpolation . . . . .	13
2.2	Sextische Interpolation . . . . .	17
2.3	Quintische Interpolation . . . . .	19
2.4	Biquadratische Interpolation . . . . .	20
2.5	Kubikinterpolation . . . . .	21
2.6	Quadratinterpolation . . . . .	22
2.7	Linearinterpolation . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Programmquelltextbeispiel</b>	<b>24</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# (Polynom)Regression von Datenpunkten

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Letzte Revision: 18. September 2013

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Methode der kleinsten Quadrate anhand eines Beispiels</b>	<b>3</b>
1.1	Modell zur Berechnung einer Lösung für den linearen Fall . . . . .	3
1.2	Suche nach einem Extrema . . . . .	5
1.3	Nachweis des Extrema als Minimum . . . . .	6
1.4	Beschreibung des Problems in Matrizenform . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Regression n- ter Ordnung</b>	<b>8</b>
2.1	Regression n- ter Ordnung über die Determinanten . . . . .	8
2.2	Regression n- ter Ordnung über den Gaußalgorithmus . . . . .	10
2.3	Probleme mit dem Ausdruck $\{x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots\}$ . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Sextische (Triquadratische) Regression</b>	<b>12</b>
3.1	Sextische Regression über den Gaußalgorithmus . . . . .	12
3.2	Probleme mit dem Ausdruck $\{x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots\}$ . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Quintische Regression</b>	<b>14</b>
4.1	Quintische Regression über den Gaußalgorithmus . . . . .	14
4.2	Probleme mit dem Ausdruck $\{x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots\}$ . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Biquadratische Regression</b>	<b>16</b>
5.1	Biquadratische Regression über den Gaußalgorithmus . . . . .	16
5.2	Probleme mit dem Ausdruck $\{x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots\}$ . . . . .	18
<b>6</b>	<b>Kubikregression</b>	<b>19</b>
6.1	Kubikregression über den Gaußalgorithmus . . . . .	19
6.2	Probleme mit dem Ausdruck $\{x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots\}$ . . . . .	21
<b>7</b>	<b>Quadratregression</b>	<b>22</b>
7.1	Quadratregression über die Determinanten . . . . .	22
7.2	Quadratregression über den Gaußalgorithmus . . . . .	23
7.3	Probleme mit dem Ausdruck $\{x \cdot x \cdot x \cdot x\}$ . . . . .	25
<b>8</b>	<b>Linearregression</b>	<b>26</b>
8.1	Linearregression über die Determinanten . . . . .	26
8.2	Linearregression über den Gaußalgorithmus . . . . .	27
8.3	Nichtlineare Regressionen als Ableitungen der Linearregression . . . . .	28
8.3.1	Potenzfunktionelle Regression . . . . .	28
8.3.2	Exponentielle Regression . . . . .	29
8.3.3	Rationalfunktionelle Regression . . . . .	30
8.3.4	Sigmoide Regression nach Mitscherlich . . . . .	31
<b>9</b>	<b>Programm(quelltext)beispiele für Regressionen</b>	<b>32</b>
9.1	Für die Biquadratische Regression . . . . .	32
9.2	Für die Sigmoide Regression nach Mitscherlich . . . . .	35
9.3	Postprozessor- Ausdruck eines Regressionsprogramms . . . . .	36

# Elliptische Regression von Datenpunkten

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 17. Oktober 2013 – Letzte Revision: 30. April 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Die Elliptische Regression im Allgemeinen</b>	<b>3</b>
1.1 Die Lineare Regression der Hauptachse $y$	4
1.2 Die Lineare Regression der Nebenachse $y^\perp$	5
1.3 Der Schnittpunkt zwischen Haupt- und Nebenachse $P_M$	7
1.4 Die Ermittlung der elliptischen Regressionsfunktion $y^E$	8
1.5 Die Ermittlung der Regressionsparameter $f$ und $e$	10
1.5.1 Hauptachsenparameter $f$	10
1.5.2 Nebenachsenparameter $e$	10
1.6 Die Nachweise der erfolgreichen Minimierung von $F$	12
1.6.1 Nachweis, dass die Nebenachse die Fehlerfunktion $F$ minimiert	12
1.6.2 Nachweis, dass die Ellipse die Fehlerfunktion $F$ minimiert	12
<b>2 Die Elliptische Regression im Besonderen</b>	<b>14</b>
2.1 Die Erweiterung auf eine gekippte Ellipse $y^\varphi$	14
2.2 Der Korrelationskoeffizient $\rho_{XY}$	15
2.3 Die Exzentrizitäten $\epsilon$	16
2.3.1 Lineare Exzentrizität $\epsilon_L$	16
2.3.2 Numerische Exzentrizität $\epsilon_N$	16
<b>3 Ein Beispiel</b>	<b>17</b>
3.1 Die Datenurliste	17
3.2 Die numerischen Ergebnisse	17
3.3 Die grafischen Ergebnisse	19

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# Elliptische Regression von Datenpunkten über die Hauptkomponentenanalyse

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 03. September 2016 – Letzte Revision: 11. Juni 2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Durchführung der Elliptischen Regression über die Hauptkomponentenanalyse</b>	<b>2</b>
1.1	Ermittlung der Haupt- und Nebenachse der zu regressierenden Ellipse . . . . .	2
1.2	Herleitung einer allgemeinen Berechnungsmöglichkeit der Ellipsenfunktion $Y_{1;2}^{(\varphi)}$ . . .	5
1.3	Vereinfachung der Ellipsenfunktion $Y_{1;2}^{(\varphi)}$ - I . . . . .	7
1.4	Vereinfachung der Ellipsenfunktion $Y_{1;2}^{(\varphi)}$ - II . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung der Durchführung einer Elliptischen Regression</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Erweiterungen vorhandener Berechnungsgrundlagen</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung des genutzten Beispiels</b>	<b>11</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

[Dip] Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc. Reduzierte Lineare Regression - Fehlen von Anstieg oder Inhomogenität, Hinzufügen eines definierten Punktes. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).

---

# Ermittlung der abszissen- und ordinatenparallelen Ellipse über die Singularwertzerlegung

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.  
[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 07. Oktober 2016 – Letzte Revision: 23. Oktober 2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ermittlung der abszissen- und der ordinatenparallelen Ellipse</b>	<b>2</b>
1.1	Einleitung zum Thema der Singularwertzerlegung . . . . .	2
1.2	Herleitung der Singularwertzerlegung . . . . .	4
1.3	Durchführung der Singularwertzerlegung . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung der Singularwertzerlegung I</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Erweiterungen vorhandener Berechnungsgrundlagen</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung der Singularwertzerlegung II</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung des genutzten Beispiels</b>	<b>14</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# Zentrieren und Rückkippen einer Ellipse, gewonnen aus der Regression nach der Hauptkomponentenanalyse

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 6. Juli 2017 – Letzte Revision: 12. Juli 2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung zum Thema</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung der Drehung und Zentrierung</b>	<b>3</b>
2.1	Verschiebung des Systems in den Ellipsenmittelpunkt $P_M(x_M, y_M)$ . . . . .	3
2.2	Drehung des Systems auf die Abszisse $Y^{(b=0)}$ . . . . .	4
2.3	Zusammenfassen von Verschiebung und Drehung . . . . .	5
2.4	Neuermittlung von Haupt- und Nebenachse $Y^{(\varphi=0^\circ)}, Y^{(\varphi=90^\circ)}$ . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Eigenschaft und Rolle von <math>\tan \varphi</math></b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Ermitteln der neuen Ellipsenfunktion <math>Y_{1;2}^{(\varphi=x_M=y_M=0)}</math></b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Beispiele</b>	<b>11</b>
6.1	Beispiel I – vollständige Auflösung . . . . .	11
6.2	Beispiel II – unvollständige Auflösung . . . . .	13

---

## Literatur

- [Dipa] Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc. Elliptische Regression von Datenpunkten. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
- [Dipb] Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc. Elliptische Regression von Datenpunkten über die Hauptkomponentenanalyse. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
- [Dipc] Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc. Ermittlung der abszissen und ordinatenparallelen Ellipse über die Singularwertzerlegung. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
-



# Zentrieren und Rückkippen einer Ellipse, gewonnen aus der Regression nach der Methode der kleinsten Quadrate

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 8. Juli 2017 – Letzte Revision: 12. Juli 2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung zum Thema</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung der Drehung und Zentrierung</b>	<b>3</b>
2.1	Verschiebung des Systems in den Ellipsenmittelpunkt $P_M(x_M, y_M)$ . . . . .	3
2.2	Drehung des Systems auf die Abszisse $Y^{(b=0)}$ . . . . .	4
2.3	Zusammenfassen von Verschiebung und Drehung . . . . .	5
2.4	Neuermittlung von Haupt- und Nebenachse $Y^{(\varphi=0^\circ)}, Y^{(\varphi=90^\circ)}$ . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Eigenschaft und Rolle von <math>\tan \varphi</math></b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Ermitteln der neuen Ellipsenfunktion <math>Y_{1;2}^{(\varphi=x_M=y_M=0)}</math></b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Beispiele</b>	<b>11</b>
6.1	Beispiel I – vollständige Auflösung . . . . .	11
6.2	Beispiel II – unvollständige Auflösung . . . . .	13

---

## Literatur

- [Dipa] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. Elliptische Regression von Datenpunkten. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
- [Dipb] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. Elliptische Regression von Datenpunkten über die Hauptkomponentenanalyse. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
- [Dipc] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. Ermittlung der abszissen und ordinatenparallelen Ellipse über die Singularwertzerlegung. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
-

# Die Kreisregression als ein Sonderfall der Elliptischen Regression - die Reduktionsmethode

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 16. Februar 2015 – Letzte Revision: 2. März 2015

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Der Übergang der Elliptischen Regression zur Kreisregression.</b>	<b>3</b>
1.1	Die Kreisregression für die ungekippte Ellipse $\varphi = 0$	3
1.2	Die Kreisregression für die gekippte Ellipse $\varphi \neq 0$	3
1.3	Der Kreismittelpunkt $P_{MP}(x_{MP}; y_{MP})$	4
<b>2</b>	<b>Die Reduzierung der Elliptischen Relationen durch den Übergang <math>e^2 = f^2 \rightarrow r^2</math></b>	<b>5</b>
2.1	Die Anstiege $a$ und $c$	5
2.2	Der Winkel $\varphi$	5
2.3	Die A- und B- Koeffizienten	6
2.4	Sonstige Relationen	8
<b>3</b>	<b>Die Ermittlung des Radiuses <math>r</math></b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Die Reduzierung der Elliptischen Punktdefinitionen durch den Übergang <math>e^2 = f^2 \rightarrow r^2</math></b>	<b>11</b>
4.1	MP = Mittelpunkt	11
4.2	WB = Westlicher Brennpunkt	11
4.3	OB = Östlicher Brennpunkt	11
4.4	SZ = Scheinbarer Zenit	11
4.5	SN = Scheinbarer Nadir	12
4.6	WZ = Wahrer Zenit	12
4.7	WN = Wahrer Nadir	12
4.8	OS = Östlicher scheinbarer Scheitelpunkt	12
4.9	WS = Westlicher scheinbarer Scheitelpunkt	13
4.10	OW = Östlicher wahrer Scheitelpunkt	13
4.11	WW = Westlicher wahrer Scheitelpunkt	13
<b>5</b>	<b>Die Reduzierung der Elliptischen Achsdefinitionen durch den Übergang <math>e^2 = f^2 \rightarrow r^2</math></b>	<b>14</b>
5.1	Die Hauptachse $y_H$	14
5.2	Die Nebenachse $y_N$	14
5.3	Die Scheitelachse $y_S$	14
5.4	Die Extremaachse $y_E$	15
<b>6</b>	<b>Die Reduzierung der Elliptischen Winkelrelationen durch den Übergang <math>e^2 = f^2 \rightarrow r^2</math></b>	<b>16</b>
6.1	Der Winkel $\alpha$ zwischen Abszisse und den Achsen $y_H; y_N; y_S$ und $y_E$	16
6.2	Der Winkel $\beta$ zwischen den Achsen $y_H; y_N; y_S$ und $y_E$	16
6.3	Der Zusammenhang zwischen Korrelationskoeffizient $\rho_{XY}$ und Winkel $\beta$	17
<b>7</b>	<b>Vergleich zur Kreisregression nach der „Methode der kleinsten Quadrate“</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>22</b>

Herleitung und Durchführung der  
—  
diskreten, stückweisen, linearen Regression  
kontinuierlichen, stückweisen, linearen Regression  
Ermittlung der Wichtungsfunktion

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.  
[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 01. März 2016 – Letzte Revision: 18. April 2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Symbole und Formelzeichen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Herleitung der stückweisen, linearen Regression</b>	<b>5</b>
3.1	Fall 1 . . . . .	5
3.2	Fall 2 . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Herleitung der diskreten, stückweisen, linearen Regression</b>	<b>6</b>
4.1	Fall 1 . . . . .	6
4.2	Fall 2 . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Herleitung der kontinuierlichen, stückweisen, linearen Regression</b>	<b>7</b>
5.1	Fall 1 . . . . .	7
5.2	Fall 2 . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Herleitung der Erweiterungen</b>	<b>8</b>
6.1	Fall 1 – Mittelwertbildung . . . . .	8
6.2	Fall 2 – Mittelwertbildung . . . . .	8
6.3	Fall 1 – Zweipunktform . . . . .	9
6.4	Fall 2 – Zweipunktform . . . . .	10
<b>7</b>	<b>Beispiel I</b>	<b>11</b>
7.1	Jahr – gesamt . . . . .	11
7.2	März . . . . .	19
7.3	April . . . . .	21
7.4	Mai . . . . .	23
7.5	Juni . . . . .	25
7.6	Juli . . . . .	27
7.7	August . . . . .	29
7.8	September . . . . .	31
7.9	Oktober . . . . .	33
7.10	November . . . . .	35
7.11	Dezember . . . . .	37
7.12	Januar . . . . .	39
7.13	Februar . . . . .	41
7.14	Ermittlung der linearen Wichtungsfunktion . . . . .	43

7.15 Grafische Darstellungen . . . . .	44
<b>8 Beispiel II</b>	<b>46</b>
8.1 November 2013 . . . . .	49
8.2 November 2014 . . . . .	51
8.3 November 2015 . . . . .	53
8.4 Ermittlung der linearen Wichtungsfunktion . . . . .	55
8.5 Grafische Darstellungen . . . . .	56
<b>9 Zusammenfassung</b>	<b>58</b>
9.1 Durchführung der diskreten, stückweisen, linearen Regression . . . . .	58
9.2 Durchführung der kontinuierlichen, stückweisen, linearen Regression . . . . .	58
9.3 Erweiterungen . . . . .	59

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# (Lineare) Regression einer modifizierten Mitscherlich- Funktion

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 9. Juli – Letzte Revision: 27. Juni 2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Modifikation der Mitscherlich- Funktion</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Kleine Grenzwertbetrachtung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Gesamtanzahl an Individuen</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Berechnungen am Intervall des Abstiegs</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Ermittlung der Formfaktoren</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>Beispiele</b>	<b>9</b>
8.1	Beispiel I – Idealfall . . . . .	9
8.2	Beispiel IIa – Altersstruktur USA – Frauen . . . . .	13
8.3	Beispiel IIb – Altersstruktur USA – Männer . . . . .	16
8.4	Beispiel IIIa – Altersstruktur Ungarn – Frauen . . . . .	19
8.5	Beispiel IIIb – Altersstruktur Ungarn – Männer . . . . .	22
8.6	Beispiel IVa – Altersstruktur Deutschland – Frauen . . . . .	25
8.7	Beispiel IVb – Altersstruktur Deutschland – Männer . . . . .	28
<b>9</b>	<b>Die Bedeutung der Werte <math>\Delta_{MKQ}</math> und <math>\Delta_{HKA}</math></b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>Vergleich der ermittelten mit gegebenen, offiziellen Werten</b>	<b>32</b>

---

## Literatur

- [Dipa] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. Elliptische Regression von Datenpunkten über die Hauptkomponentenanalyse. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
- [Dipb] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. (Polynom)Regression von Datenpunkten. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
- [Dipc] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. Reduzierte Lineare Regression - Fehlen von Anstieg oder Inhomogenität, Hinzufügen eines definierten Punktes. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).
-

# Reduzierte Lineare Regression

-

## Fehlen von Anstieg oder Inhomogenität Hinzufügen eines definierten Punktes

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

[www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de)

Erstellt: 10. Juni 2017 – Letzte Revision: 11. Juni 2017

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Lineare Regression ohne Anstieg</b>	<b>2</b>
1.1	Nach der Methode der kleinsten Quadrate - MKQ . . . . .	2
1.2	Nach der Methode der Hauptkomponentenanalyse - HKA . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Lineare Regression ohne Inhomogenität</b>	<b>3</b>
2.1	Nach der Methode der kleinsten Quadrate - MKQ . . . . .	3
2.2	Nach der Methode der Hauptkomponentenanalyse - HKA . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Lineare Regression mit definierten Punkt</b>	<b>4</b>
3.1	Ermittlung der Inhomogenität aus Anstieg . . . . .	4
3.2	Ermittlung des Anstiegs aus Inhomogenität . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Beispiel einer reduzierten Linearen Regression</b>	<b>5</b>

---

### Literatur

[Dipa] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. Elliptische Regression von Datenpunkten über die Hauptkomponentenanalyse. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).

[Dipb] Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc. (Polynom)Regression von Datenpunkten. [www.Zenithpoint.de](http://www.Zenithpoint.de).

---

# Durchführung einer Regression über das Resttermverfahren am Beispiel einer bilogarithmischen Funktion

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 21. November 2014 – Letzte Revision: 6. Dezember 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Herleitungen</b>	<b>2</b>
1.1 Einleitung zum Thema . . . . .	2
1.2 Darstellung der Regressionsfunktion . . . . .	3
1.2.1 Der Sonderfall $p = q = 1$ . . . . .	3
1.2.2 Der allgemeine Fall $p \neq 1$ oder $q \neq 1$ . . . . .	3
1.3 Durchführung der Regression über das Resttermverfahren . . . . .	4
1.4 Der Restterm als Fehlerwertkontrolle . . . . .	5
1.5 Der Pearson- Korrelationskoeffizient ersten Grades - $\rho^{(1)}$ . . . . .	6
1.6 Definition der Koeffizienten . . . . .	7
1.6.1 Definition von $q$ . . . . .	7
1.6.2 Definition von $p$ . . . . .	7
1.6.3 Der Definitionsbereich der Arbeitsgleichung . . . . .	7
1.6.4 Der Wertebereich der Arbeitsgleichung . . . . .	7
<b>2 Beispiele für eine Regression</b>	<b>8</b>
2.1 Beispiel 1 – Große $x_i$ - und $y_i$ - Werte . . . . .	8
2.2 Beispiel 2 – Kleine $x_i$ - und $y_i$ - Werte . . . . .	11
2.3 Beispiel 3 – Falsche Voraussetzungen für $x_i$ - und $y_i$ - Werte . . . . .	14
2.4 Beispiel 4 – Durch Modifikation der Arbeitsgleichung das Beispiel 3 korrigiert . . . . .	17
2.5 Beispiel – Zusammenfassung der statistischen Werte der Beispiele 1 - 4 . . . . .	21
<b>3 Zusammenfassung der Berechnungsgrundlagen</b>	<b>22</b>
3.1 Bilogarithmisch monoton steigend . . . . .	22
3.2 Bilogarithmisch monoton fallend . . . . .	23

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# Elliptische Regression – Punkte

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 22. Juni 2014 - Letzte Revision: 22. Juni 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Elliptische Regression - Punkte einer gekippten Ellipse</b>	<b>2</b>
1.1	Begriffsbestimmungen . . . . .	2
1.2	MP = Mittelpunkt . . . . .	3
1.3	WB = Westlicher Brennpunkt . . . . .	4
1.4	OB = Östlicher Brennpunkt . . . . .	5
1.5	SZ = Scheinbarer Zenit . . . . .	6
1.6	SN = Scheinbarer Nadir . . . . .	7
1.7	WZ = Wahrer Zenit . . . . .	8
1.8	WN = Wahrer Nadir . . . . .	9
1.9	OS = Östlicher scheinbarer Scheitelpunkt . . . . .	10
1.10	WS = Westlicher scheinbarer Scheitelpunkt . . . . .	11
1.11	OW = Östlicher wahrer Scheitelpunkt . . . . .	12
1.12	WW = Westlicher wahrer Scheitelpunkt . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Grafische Darstellungen mit <math>e = 1</math> und <math>f = 2</math></b>	<b>14</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---



# Elliptische Regression – Achsen und Winkel

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 21. Juni 2014 - Letzte Revision: 23. Juni 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Die Elliptische Regression – Achsen und Winkel</b>	<b>2</b>
1.1 Einleitung . . . . .	2
1.2 Herleitung der Achsen . . . . .	3
1.2.1 Die Hauptachse $y_H$ – Punkte WS und OS . . . . .	3
1.2.2 Die Hauptachse $y_H$ – Punkte WB und OB . . . . .	4
1.2.3 Die Hauptachse $y_H$ – Punkt MP und Anstieg $a$ . . . . .	5
1.2.4 Die Nebenachse $y_N$ – Punkte SZ und SN . . . . .	6
1.2.5 Die Scheitelachse $y_S$ – Punkte OW und WW . . . . .	7
1.2.6 Die Extremaachse $y_E$ – Punkte WZ und WN . . . . .	9
1.3 Herleitung der Schnittwinkel . . . . .	11
1.3.1 Der Winkel $\alpha$ zwischen der Abszisse und den Achsen $y_H; y_N; y_S$ und $y_E$ . . . . .	11
1.3.2 Der Winkel $\beta$ zwischen den Achsen $y_H; y_N; y_S$ und $y_E$ . . . . .	12
1.3.3 Der Zusammenhang zwischen Korrelationskoeffizient $\rho_{XY}$ und Winkel $\beta$ . . . . .	13
<b>2 Ein Beispiel – Achsen und Winkel</b>	<b>15</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# Elliptische Regression – Relationen und Vereinfachungen

Dipl.- Ing. Björnsterne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 22. Juni 2014 - Letzte Revision: 4. November 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Relationen und Vereinfachungen</b>	<b>2</b>
1.1	Anstiege . . . . .	2
1.1.1	Zusammenhang zwischen den Anstiegen $a$ und $c$ . . . . .	2
1.1.2	Verschiedene Darstellungsformen des Anstiegs $a$ . . . . .	2
1.1.3	Verschiedene Darstellungsformen des Anstiegs $c$ . . . . .	2
1.1.4	Vereinfachung von $a$ . . . . .	2
1.1.5	Vereinfachung von $c$ . . . . .	2
1.2	Winkel . . . . .	3
1.2.1	Der sin des Winkels $\varphi$ . . . . .	3
1.2.2	Der cos des Winkels $\varphi$ . . . . .	3
1.2.3	Der tan des Winkels $\varphi$ . . . . .	3
1.2.4	Das Produkt von sin und cos . . . . .	3
1.2.5	Sonstige Zusammenhänge und Vereinfachungen . . . . .	3
1.3	A- B- Koeffizienten . . . . .	4
1.3.1	Verschiedene Darstellungsformen des Koeffizienten $A$ . . . . .	4
1.3.2	Verschiedene Darstellungsformen des Koeffizienten $B$ . . . . .	4
1.3.3	Summe von $A$ und $B$ . . . . .	4
1.3.4	Produkt von $A$ und $B$ . . . . .	4
1.3.5	Produkt von $A$ und $B$ mit dem Anstieg $a$ . . . . .	4
1.3.6	Quotient von $A$ und $B$ . . . . .	4
1.3.7	Sonstige Zusammenhänge und Vereinfachungen . . . . .	4
1.4	Sonstige . . . . .	5
1.4.1	Vereinfachung von $e$ . . . . .	5
1.4.2	Vereinfachung von $f$ . . . . .	5
1.4.3	Zusammenhang zwischen $e$ und $f$ . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Grafische Darstellungen mit <math>e = 1</math> und <math>f = 2</math></b>	<b>6</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# Pearson- Korrelationskoeffizienten höherer Grade

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 13. März 2014 – Letzte Revision: 16. März 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Der Lineare Korrelationskoeffizient <math>\rho^{(1)}</math></b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Der Quadratische Korrelationskoeffizient <math>\rho^{(2)}</math></b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Der Kubische Korrelationskoeffizient <math>\rho^{(3)}</math></b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Der Biquadratische Korrelationskoeffizient <math>\rho^{(4)}</math></b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Erwartungen</b>	<b>7</b>

---

## Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

# Kleine Theorie über Interpolationsfehlerpolynome

## Allgemeines und Beispiele

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

Erstellt: 20. August 2014 – Letzte Revision: 29. August 2014

### Inhaltsverzeichnis

<b>1 Allgemeines Lösungsverfahren</b>	<b>2</b>
1.1 Vorbereitende Betrachtungen . . . . .	2
1.2 Verkürztes Verfahren - Über $m$ ein Minimum ermitteln . . . . .	3
1.3 Ausführliches Verfahren - Über $x_m$ ein Minimum ermitteln . . . . .	5
1.4 Vereinfachungen . . . . .	6
<b>2 Spezielle Lösungsverfahren</b>	<b>8</b>
2.1 Septisches Fehlerpolynom . . . . .	8
2.2 Sextisches Fehlerpolynom (Triquadratisches Fehlerpolynom) . . . . .	9
2.3 Quintisches Fehlerpolynom . . . . .	10
2.4 Biquadratisches Fehlerpolynom . . . . .	11
2.5 Kubisches Fehlerpolynom . . . . .	12
2.6 Quadratisches Fehlerpolynom . . . . .	13
2.7 Lineares Fehlerpolynom . . . . .	14
2.8 Sonderfälle $n = 1$ und $n = 2$ . . . . .	15
<b>3 Beispiel numerisch – quadratisches Fehlerpolynom</b>	<b>16</b>
3.1 Vollständige Berechnung . . . . .	16
3.2 Verkürztes Verfahren . . . . .	17
3.3 Ausführliches Verfahren . . . . .	18
3.4 Vereinfachungen . . . . .	19
3.5 Sonderfall $n = 2$ . . . . .	20
<b>4 Beispiel grafisch</b>	<b>21</b>
4.1 Septisches Fehlerpolynom . . . . .	21
4.2 Sextisches Fehlerpolynom (Triquadratisches Fehlerpolynom) . . . . .	22
4.3 Quintisches Fehlerpolynom . . . . .	23
4.4 Biquadratisches Fehlerpolynom . . . . .	24
4.5 Kubisches Fehlerpolynom . . . . .	25
4.6 Quadratisches Fehlerpolynom . . . . .	26

---

### Literatur

[001] Keine für vorliegenden Text.

---

---

•

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>

---