



LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

INSTITUT FÜR STATISTIK  
SONDERFORSCHUNGSBEREICH 386



Ulm, Dannegger, Spanier:

## Bericht über die Auswertung der Daten der Studie "Chronische Bronchitis"

Sonderforschungsbereich 386, Paper 39 (1996)

Online unter: <http://epub.ub.uni-muenchen.de/>

Projektpartner



# Bericht über die Auswertung der Daten der Studie “Chronische Bronchitis”

KURT ULM<sup>1</sup>  
FELIX DANNEGGER<sup>2</sup>  
MARTIN SPANIER

*Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie  
Technische Universität München*

*Ismaninger Straße 22, 81675 München*

## ZUSAMMENFASSUNG

Anhand logistischer und additiver Modelle, sowie mittels der isotonen Regression werden Grenzwertvorschläge für die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) von Fein- und Gesamtstaubkonzentration diskutiert. Die statistischen Verfahren sind in Ulm, Küchenhoff und Grund (1996) ausführlich beschrieben. Ausgangspunkt der Schwellenwertvorschläge sind Kollektive der Eisenhüttenindustrie (Moers und Saarbrücken) sowie des Maschinenbaus (München) der DFG-Studie “Chronische Bronchitis”.

Unterstützt durch eine Beihilfe der DFG: UL 94/8-1

---

<sup>1</sup>email: [kurt.ulm@imse.med.tu-muenchen.de](mailto:kurt.ulm@imse.med.tu-muenchen.de)

<sup>2</sup>email: [felix@quetzal.imse.med.tu-muenchen.de](mailto:felix@quetzal.imse.med.tu-muenchen.de)

# 1. Überblick

Die Ergebnisse der Analysen für Gesamt- bzw. Feinstaub werden für die drei Kollektive “Moers”, “München” und “Saarbrücken” einzeln aufgeführt und zwar getrennt für die Nicht- bzw. Exraucher und für die Raucher.

Die verschiedenen Methoden sind in Verbindung mit der Auswertung des Münchener Raucherkollektivs in Ulm et al. (1996) ausführlich beschrieben.

Bei der logistischen Regression wird der im Modell geschätzte Schwellenwert angegeben.

Bei Anwendung der isotonen Regression werden die Daten in Klassen à  $0,5 \text{ mg/m}^3$  (Staubexposition) und à 5 Jahren (Dauer seit Beginn der Exposition) unterteilt. Die Bestimmung des Schwellenwertes ist hier schwieriger. Als Grenzwert wird die Konzentration angegeben, bei der in wenigstens zwei Altersklassen das Grundrisiko (in der Klasse kleiner  $0,5 \text{ mg/m}^3$ ) um mindestens 5% überschritten wird.

## 2. Gesamtstaub

### 2.1. MOERS – Nicht- bzw. Exraucher

In Tabelle 1 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Gesamtstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 20,6$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 2,53$  ( $p > 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 1 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 2 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 3 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  Gesamtstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $2,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen nur ein geringer Einfluß der Gesamtstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko erkennbar.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	197 (31,3%)	432 (68,7%)	629
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	29 (5–58)	28 (3–62)	28 (3–62)
Gesamtstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,8 (0,0–21,8)	0,81 (0,0–20,7)	0,8 (0,0–21,8)

Tabelle 1: Moers – Kollektiv der Nicht bzw. Exraucher.

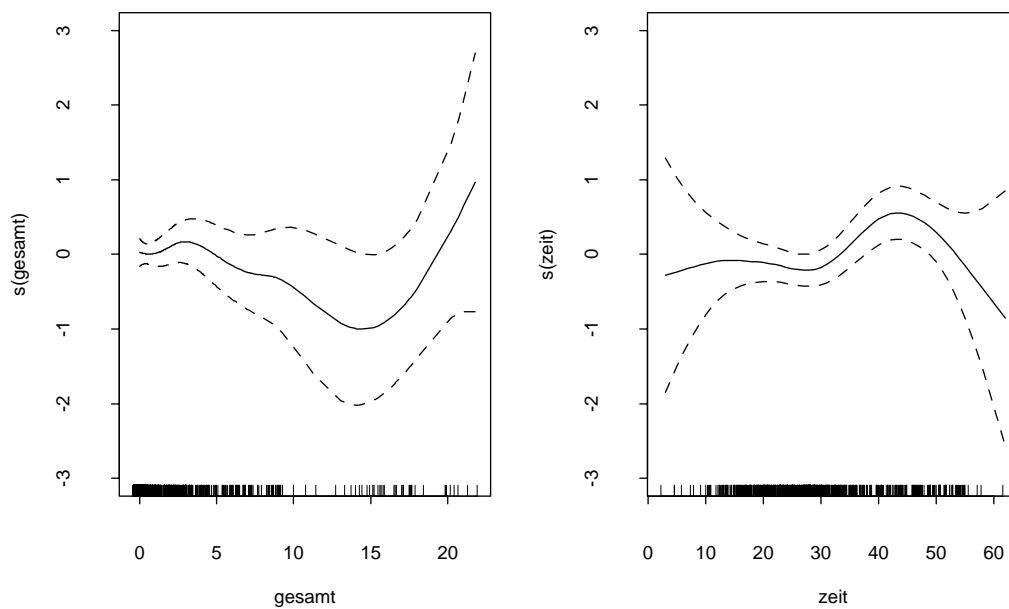


Abbildung 1: Moers – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

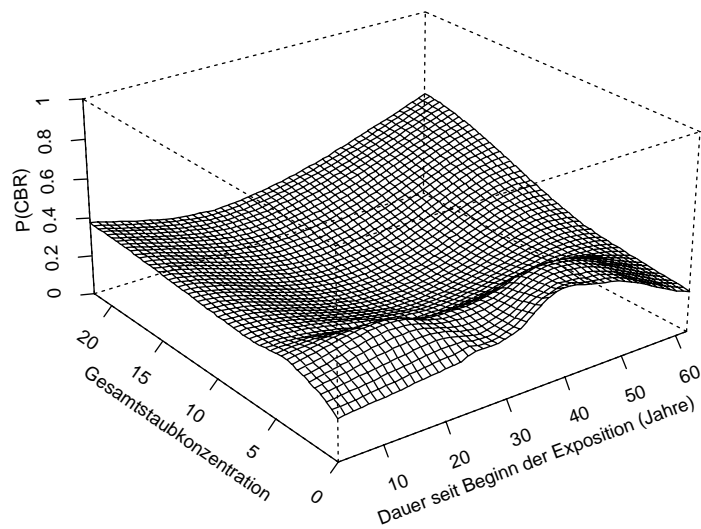


Abbildung 2: Moers – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

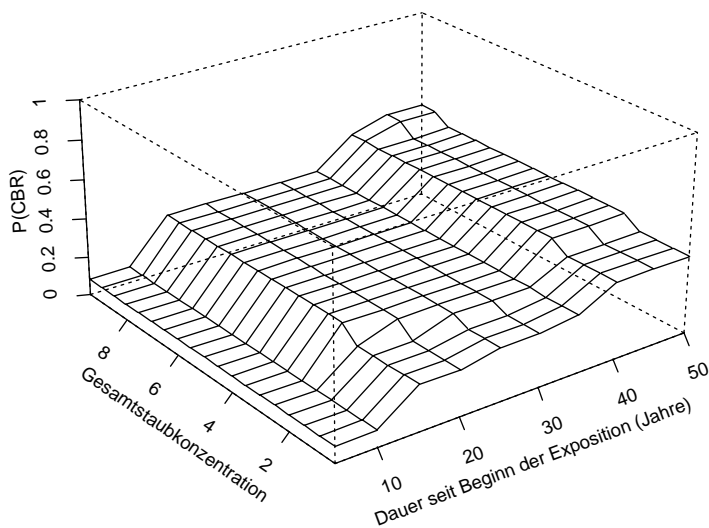


Abbildung 3: Moers – Nicht- bzw. Exraucher: Isotone Regression.

## 2.2. MOERS – Raucher

In Tabelle 2 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Gesamtstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 18,1$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 9,07$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 4 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 5 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 6 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  Gesamtstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $4,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Gesamtstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	971 (50,2%)	962 (49,8%)	1933
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	27 (5–60)	28 (3–61)	28 (3–61)
Gesamtstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,8 (0,0–21,0)	0,8 (0,0–20,7)	0,8 (0,0–21,0)

Tabelle 2: Moers – Kollektiv der Raucher.

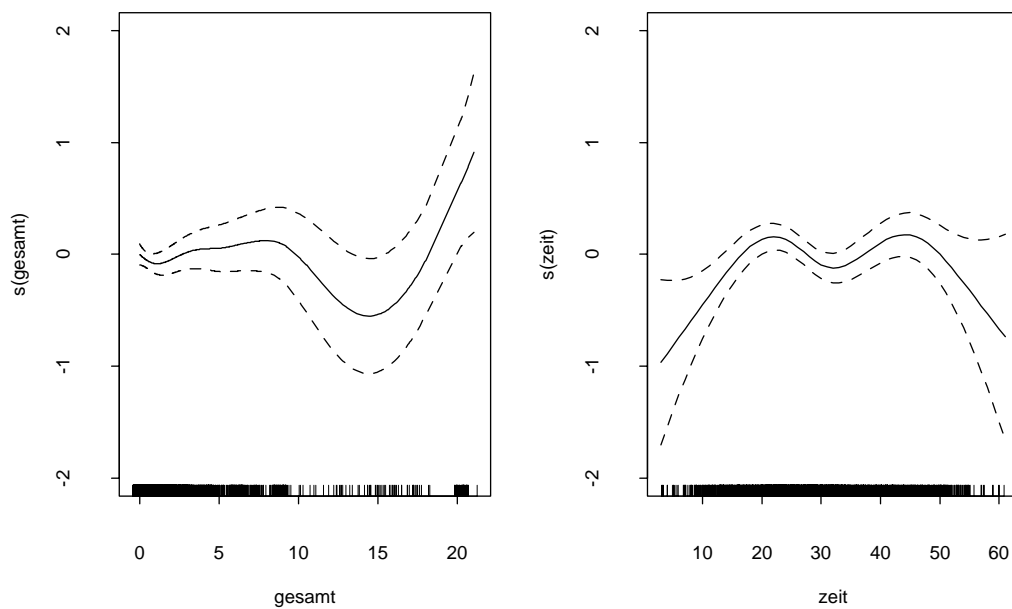


Abbildung 4: Moers – Raucher: Additives Modell mit univariaten Glättungs-splines.



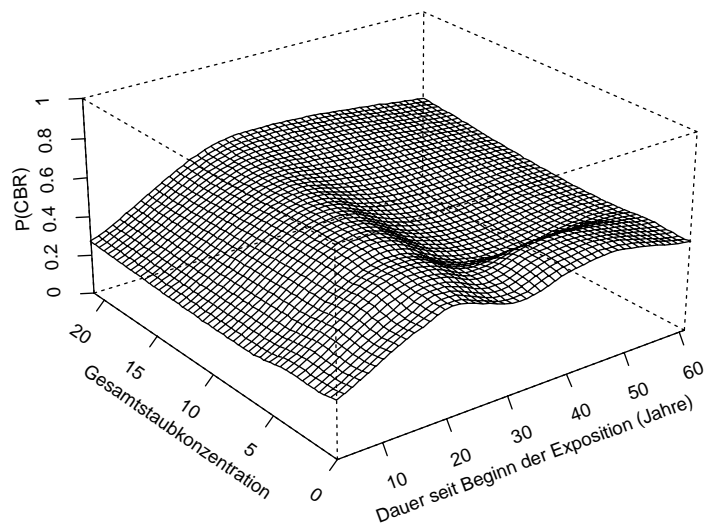


Abbildung 5: Moers – Raucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

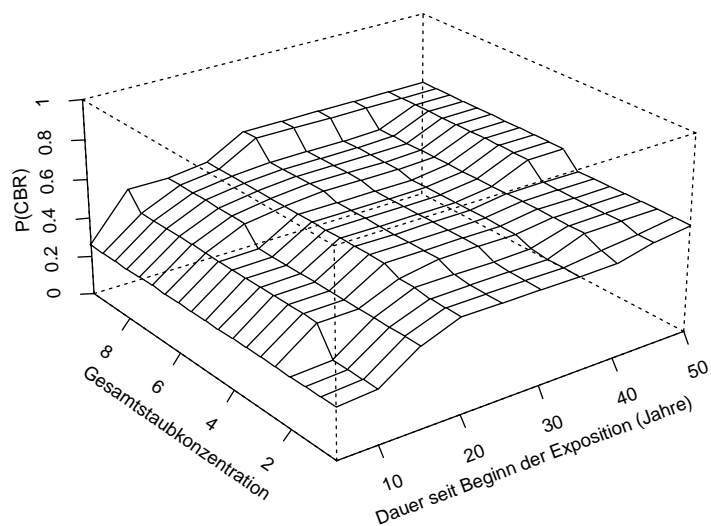


Abbildung 6: Moers – Raucher: Isotone Regression.

### 2.3. MÜNCHEN – Nicht- bzw. Exraucher

In Tabelle 3 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Gesamtstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 8,0$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 1,92$  ( $p > 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 7 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 8 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 9 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  Gesamtstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen nur ein geringer Einfluß der Gesamtstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko erkennbar.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	51 (15,6%)	275 (84,4%)	326
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	33 (8–66)	23 (1–55)	24 (1–66)
Gesamtstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	1,5 (0,4–8,0)	1,4 (0,0–15,0)	1,4 (0,0–15,0)

Tabelle 3: München – Kollektiv der Nicht bzw. Exraucher.

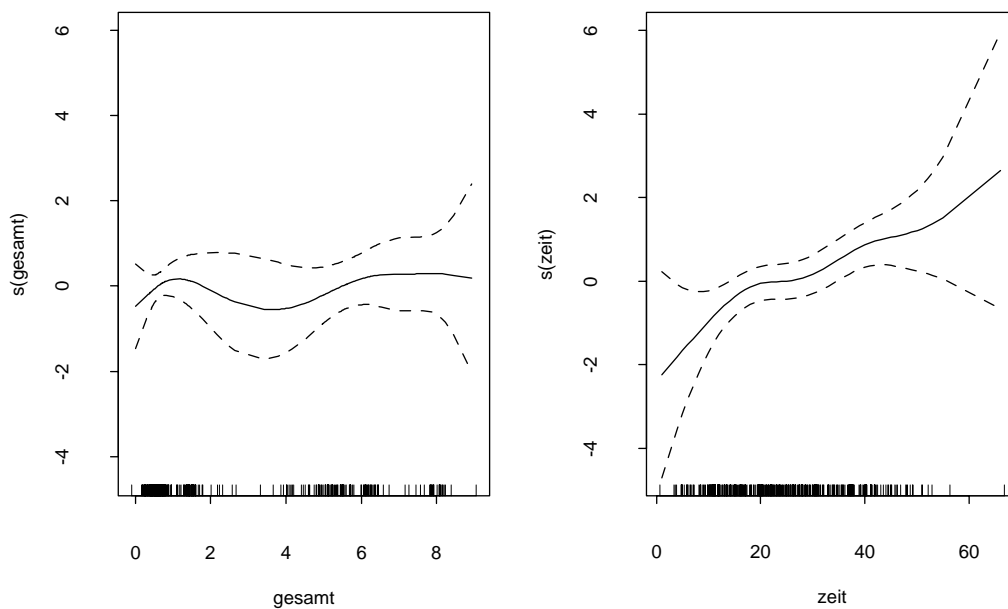


Abbildung 7: München – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

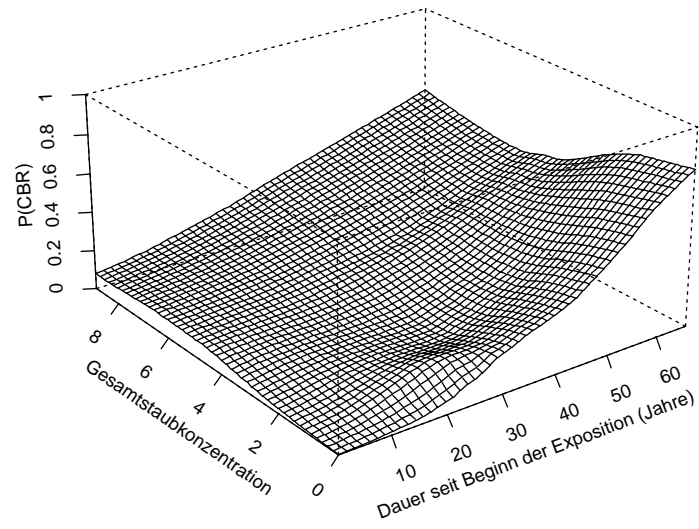


Abbildung 8: München – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit biva-riater lokaler Regression.

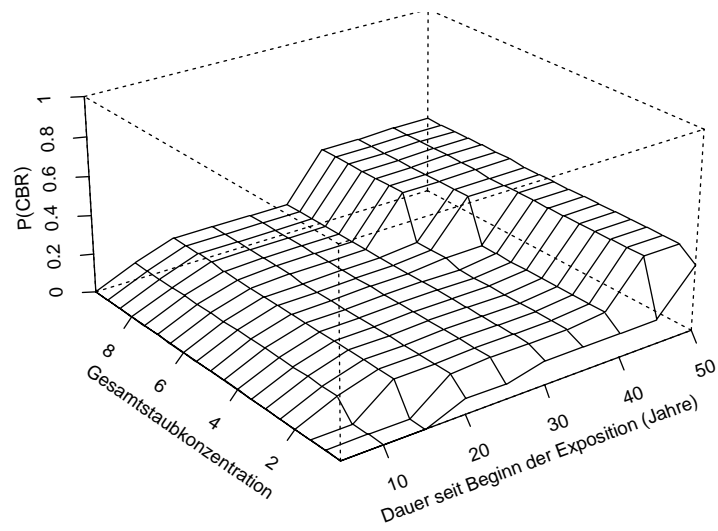


Abbildung 9: München – Nicht- bzw. Exraucher: Isotone Regression.

## 2.4. MÜNCHEN – Raucher

In Tabelle 4 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Gesamtstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 3,8$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 5,11$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 10 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 11 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 12 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  Gesamtstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Gesamtstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	241 (26,2%)	679 (73,8%)	920
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	28 (6–49)	24 (3–51)	25 (3–51)
Gesamtstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	4,6 (0,3–12,1)	1,07 (0,2–15,0)	1,4 (0,2–15,0)

Tabelle 4: München – Kollektiv der Raucher.

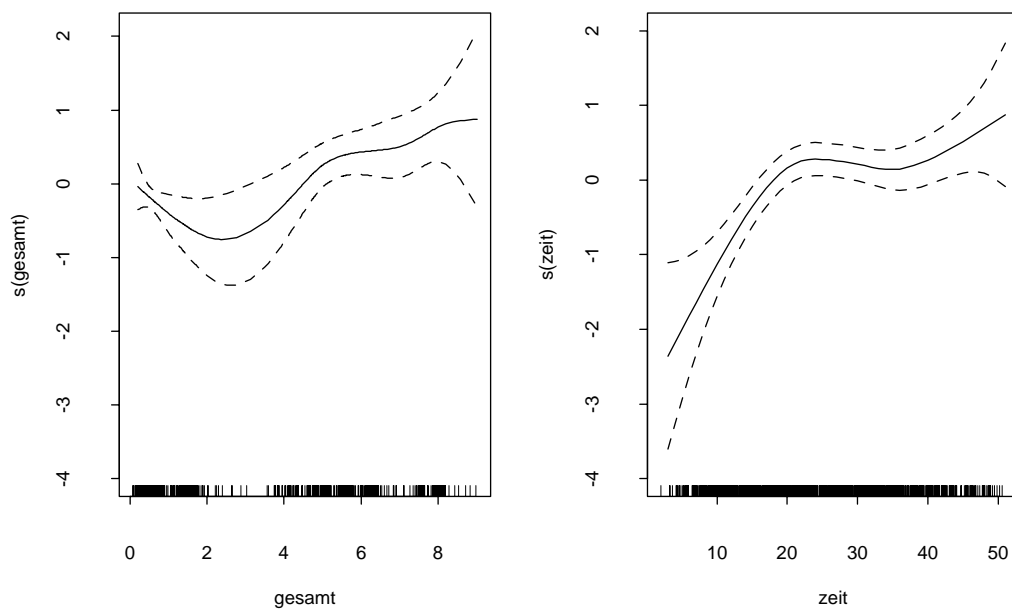


Abbildung 10: München – Raucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

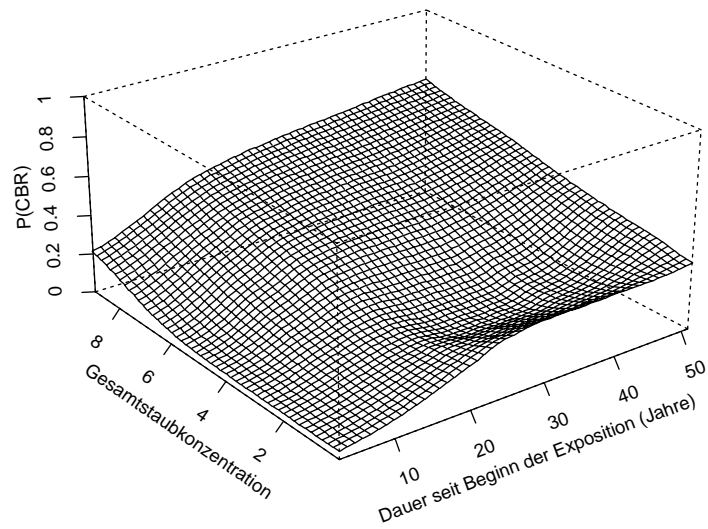


Abbildung 11: München – Raucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

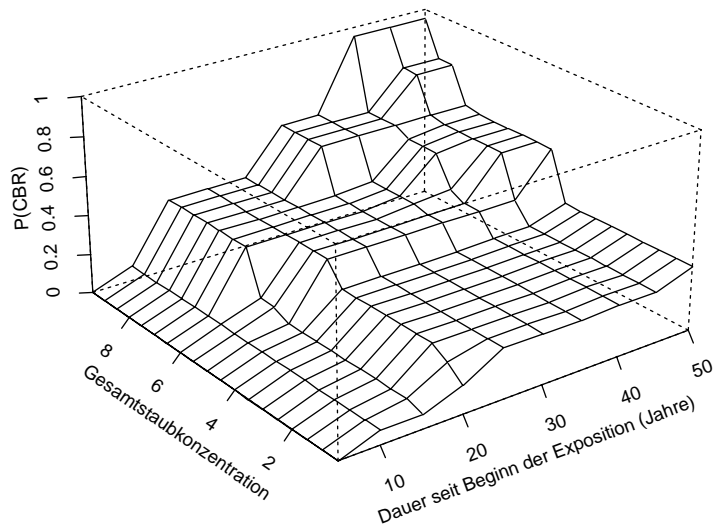


Abbildung 12: München – Raucher: Isotone Regression.

## 2.5. SAARBRÜCKEN – Nicht- bzw. Exraucher

In Tabelle 5 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Gesamtstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 7,5$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 2,33$  ( $p > 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 13 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 14 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 15 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  Gesamtstaubkonzentration begrenzt ist. Die isotone Regression liefert keinen Schwellenwert. Die Forderung nach dem entsprechenden Risikoanstieg in wenigstens zwei Altersgruppen wird erst in der höchsten Konzentrationsklasse ( $\geq 9,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) erfüllt. In dieser Klasse befinden sich jedoch nur wenige Probanden. Daher wird für dieses Kollektiv kein Schwellenwert angegeben.

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen nur ein geringer Einfluß der Gesamtstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko erkennbar.



	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	48 (9,6%)	453 (90,4%)	501
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	32 (11–62)	26 (1–56)	26 (1–62)
Gesamtstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,5 (0,0–12,5)	0,3 (0,0–14,3)	0,3 (0,0–14,3)

Tabelle 5: Saarbrücken – Kollektiv der Nicht bzw. Exraucher.

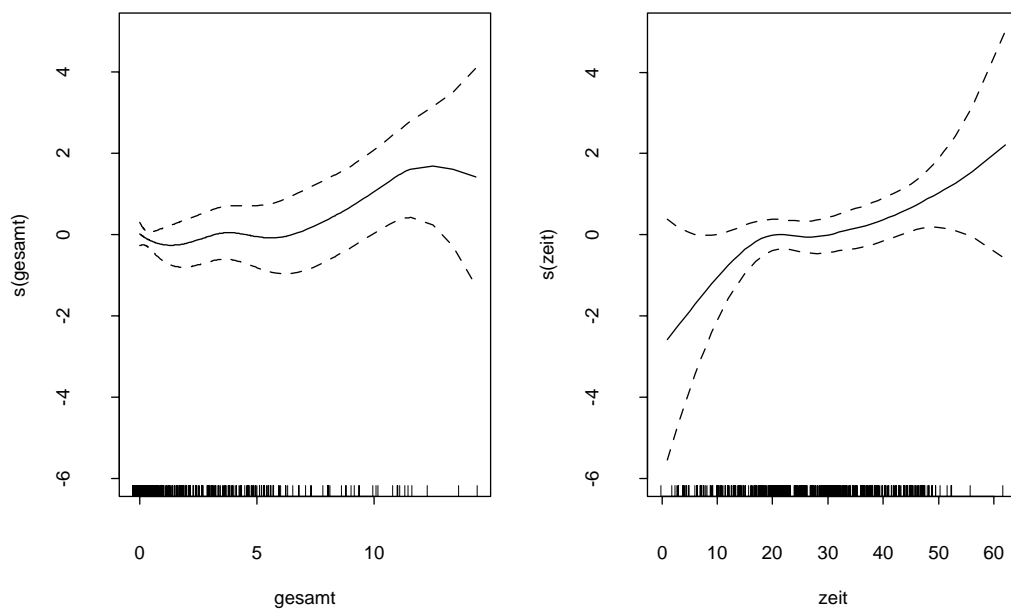


Abbildung 13: Saarbrücken – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

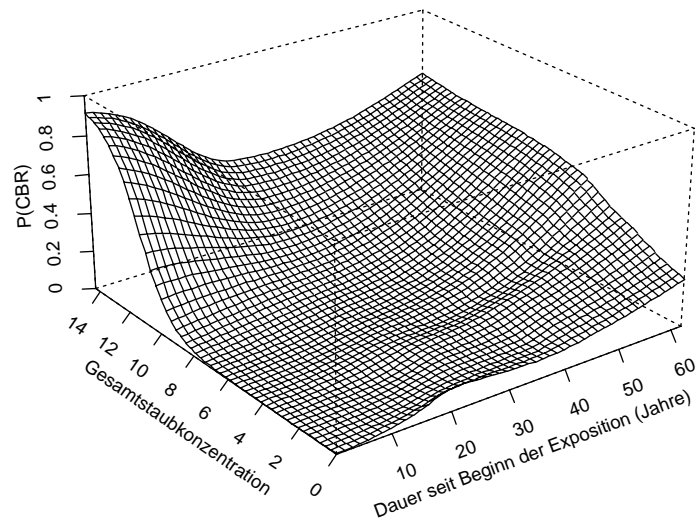


Abbildung 14: Saarbrücken – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

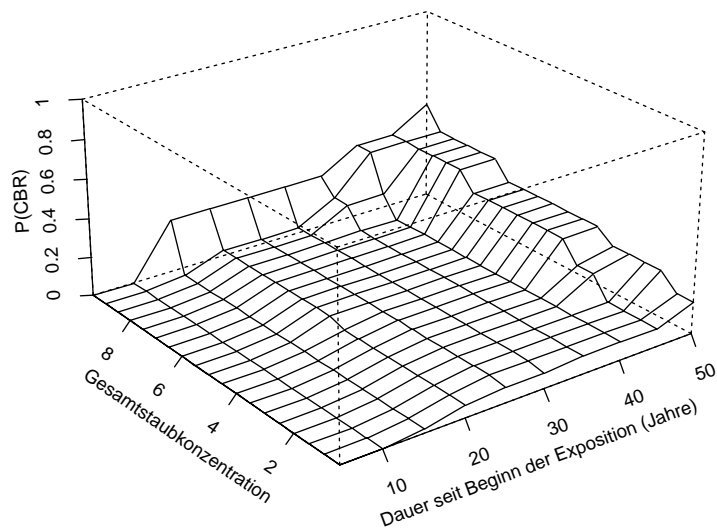


Abbildung 15: Saarbrücken – Nicht- bzw. Exraucher: Isotone Regression.

## 2.6. SAARBRÜCKEN – Raucher

In Tabelle 6 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Gesamtstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 13,8$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 1,63$  ( $p > 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 16 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 17 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 18 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  Gesamtstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $3,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein nur geringer Einfluß der Gesamtstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko erkennbar.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	247 (20,5%)	957 (79,5%)	1204
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	31 (3–52)	26 (2–56)	27 (2–56)
Gesamtstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	1,0 (0,0–15,8)	0,8 (0,0–16,0)	0,8 (0,0–16,0)

Tabelle 6: Saarbrücken – Kollektiv der Raucher.

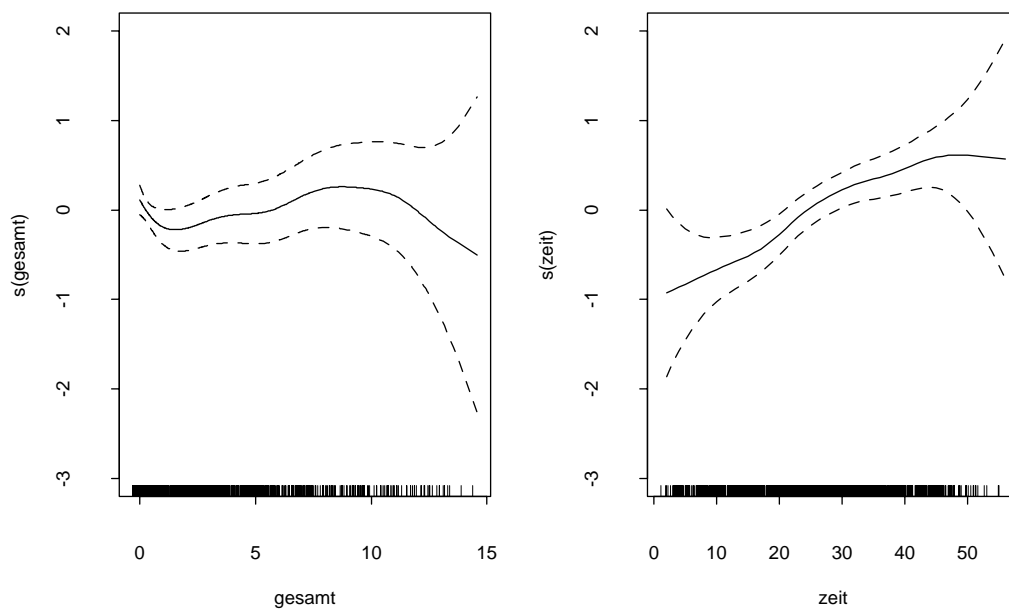


Abbildung 16: Saarbrücken – Raucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

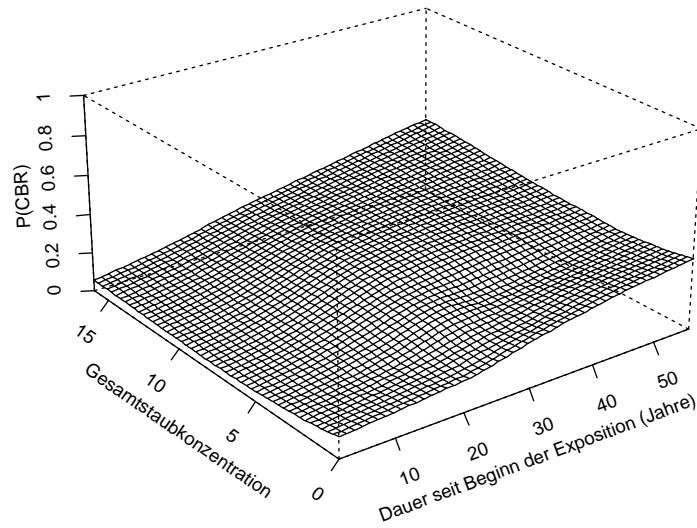


Abbildung 17: Saarbrücken – Raucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

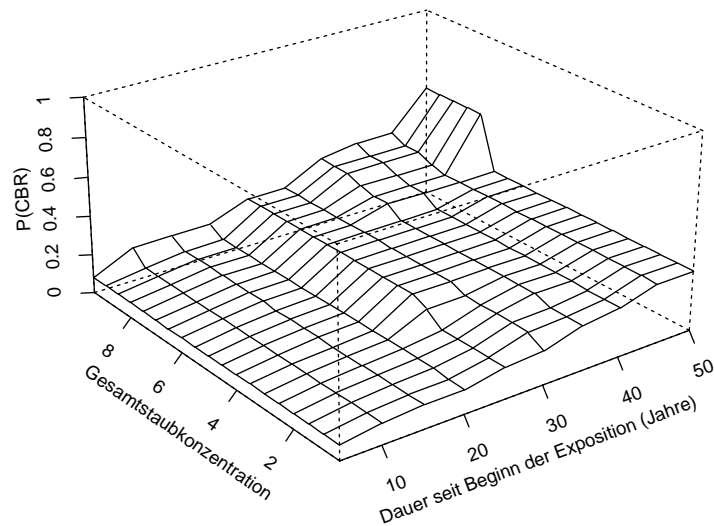


Abbildung 18: Saarbrücken – Raucher: Isotone Regression.

## 2.7. Zusammenfassung

In Tabelle 7 sind die vorgeschlagenen Schwellenwerte für die Gesamtstaubkonzentration für sämtliche Kollektive aufgeführt. Für die logistischen Modelle ist zusätzlich angegeben, ob das Schwellenwertmodell gegenüber dem einfachen Modell zu einer signifikanten Verbesserung der Anpassung führt.

	Nicht- bzw. Exraucher		Raucher	
	logistisches Modell	Isotone Regression	logistisches Modell	Isotone Regression
Moers	20,6	2,5	18 *	4,5
München	8,0	6	3,8 *	5
Saarbrücken	7,5	–	13,8	3,5

Tabelle 7: Gesamtstaubschwellenwerte in  $\text{mg}/\text{m}^3$  für sämtliche Kollektive (\* :  $p < 0.05$ ).

## 3. Feinstaub

### 3.1. MOERS – Nicht- bzw. Exraucher

In Tabelle 8 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Feinstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 4,3$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 3,20$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 19 für univariate Glättungssplines und in Abbildung 20 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 21 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  Feinstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $4,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Feinstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	197 (31,3%)	432 (68,7%)	629
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	29 (5–58)	28 (3–62)	28 (3–62)
Feinstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,2 (0,0–4,7)	0,3 (0,0–4,4)	0,2 (0,0–4,7)

Tabelle 8: Moers – Kollektiv der Nicht bzw. Exraucher.

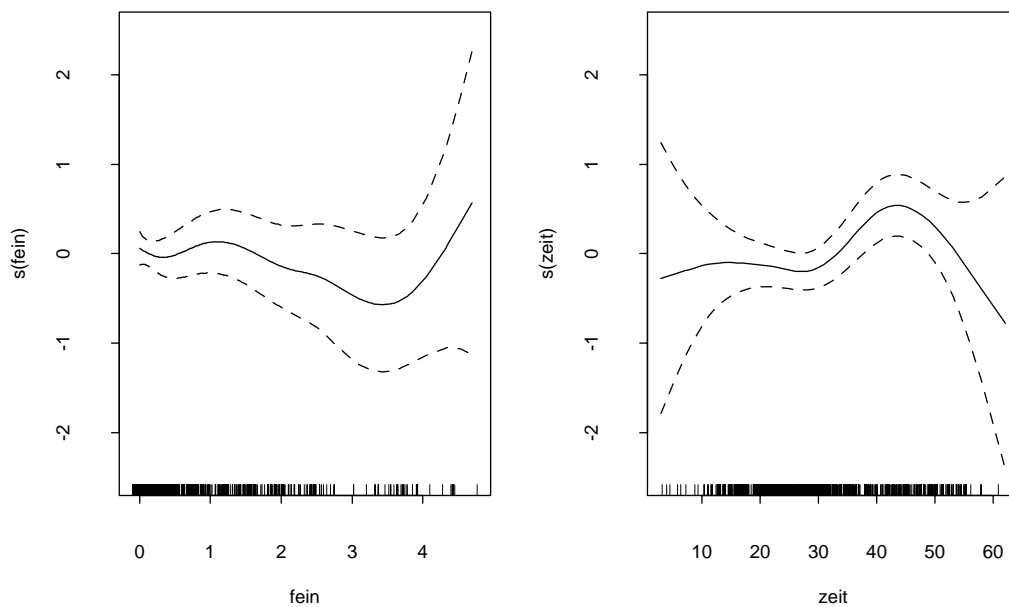


Abbildung 19: Moers – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.



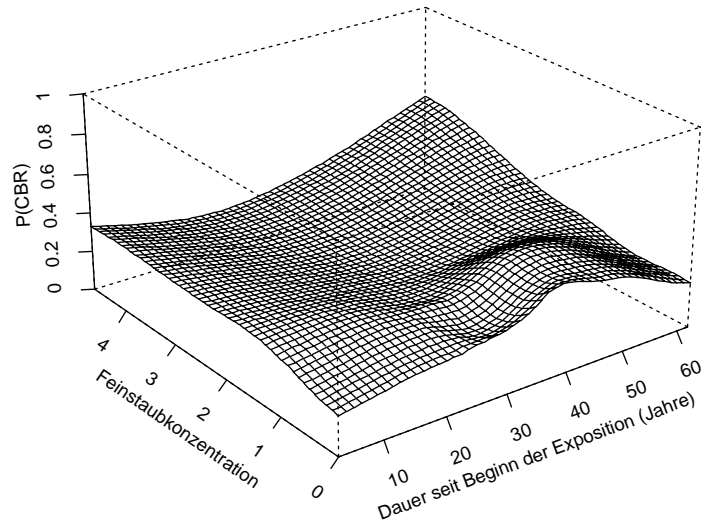


Abbildung 20: Moers – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

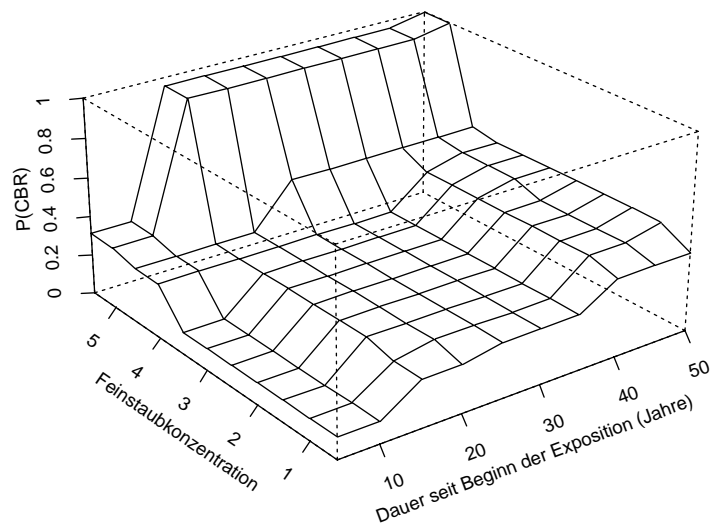


Abbildung 21: Moers – Nicht- bzw. Exraucher: Isotone Regression.

### 3.2. MOERS – Raucher

In Tabelle 9 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Feinstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 4,1$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 8,61$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 22 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 23 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 24 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  Feinstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Feinstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	971 (50,2%)	962 (49,8%)	1933
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	27 (5–60)	28 (3–61)	28 (3–61)
Feinstaubkonzentration ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0,2 (0,0–4,5)	0,2 (0,0–4,4)	0,24 (0,0–4,5)

Tabelle 9: Moers – Kollektiv der Raucher.

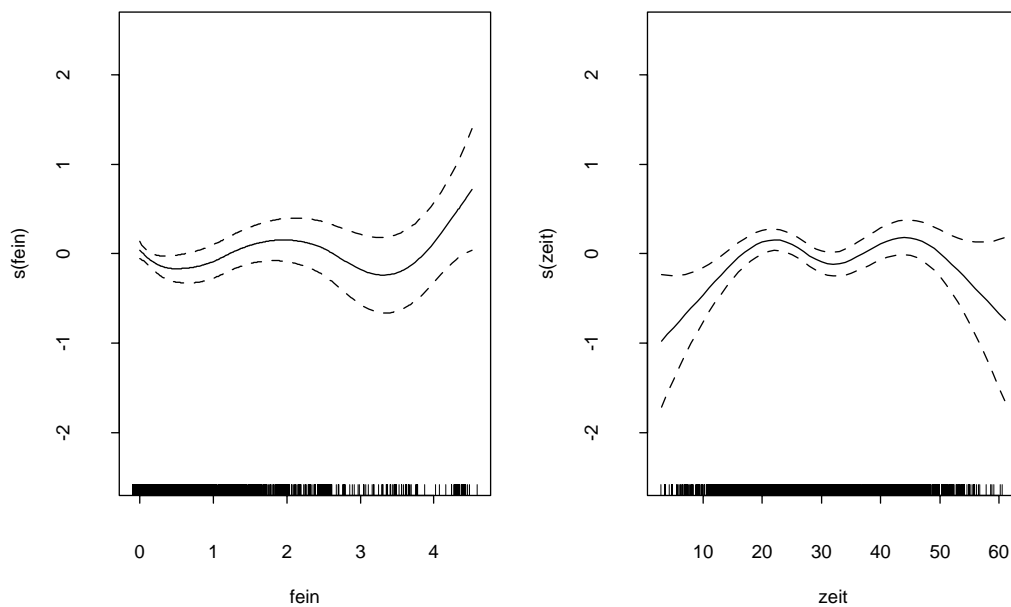


Abbildung 22: Moers – Raucher: Additives Modell mit univariaten Glättungs-splines.

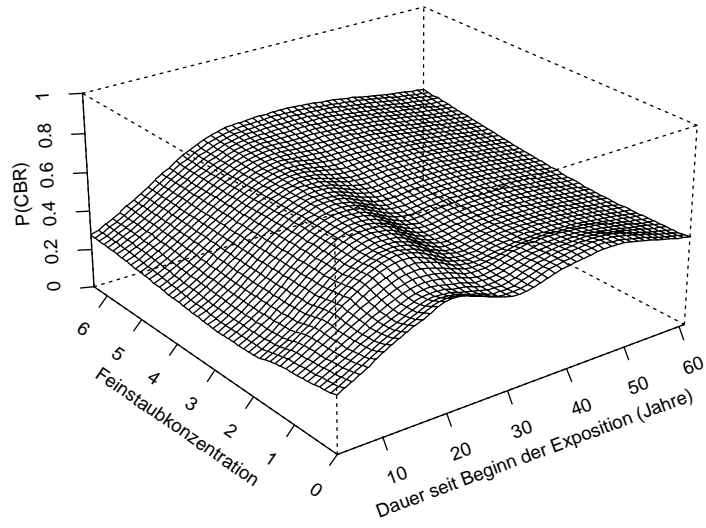


Abbildung 23: Moers – Raucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

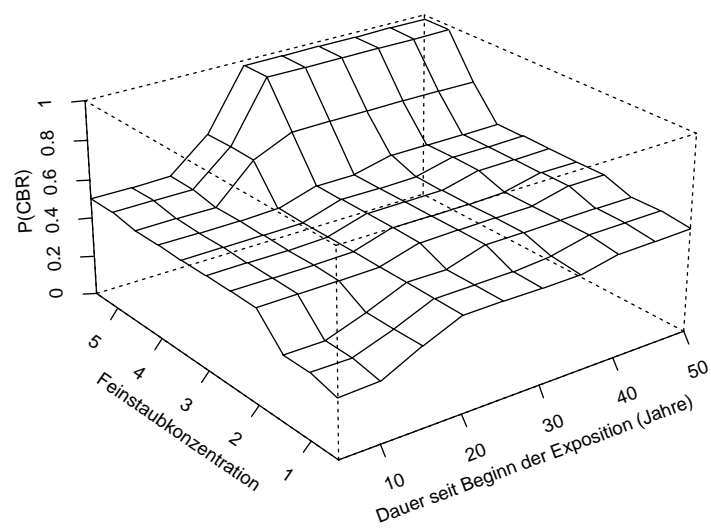


Abbildung 24: Moers – Raucher: Isotone Regression.

### 3.3. MÜNCHEN – Nicht- bzw. Exraucher

In Tabelle 10 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Feinstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 5,4$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 0,77$  ( $p > 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 25 für univariate Glättungsplines und in Abbildung 26 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 27 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  Feinstaubkonzentration begrenzt ist. Für dieses Kollektiv liefert die isotone Regression keinen sinnvollen Feinstaubschwellenwert.

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen nur ein geringer Einfluß der Feinstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko erkennbar.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	51 (15,6%)	275 (84,4%)	326
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	33 (8–66)	23 (1–55)	24 (1–66)
Feinstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,4 (0,2–5,4)	0,3 (0,0–5,9)	0,3 (0,0–5,9)

Tabelle 10: München – Kollektiv der Nicht bzw. Exraucher.

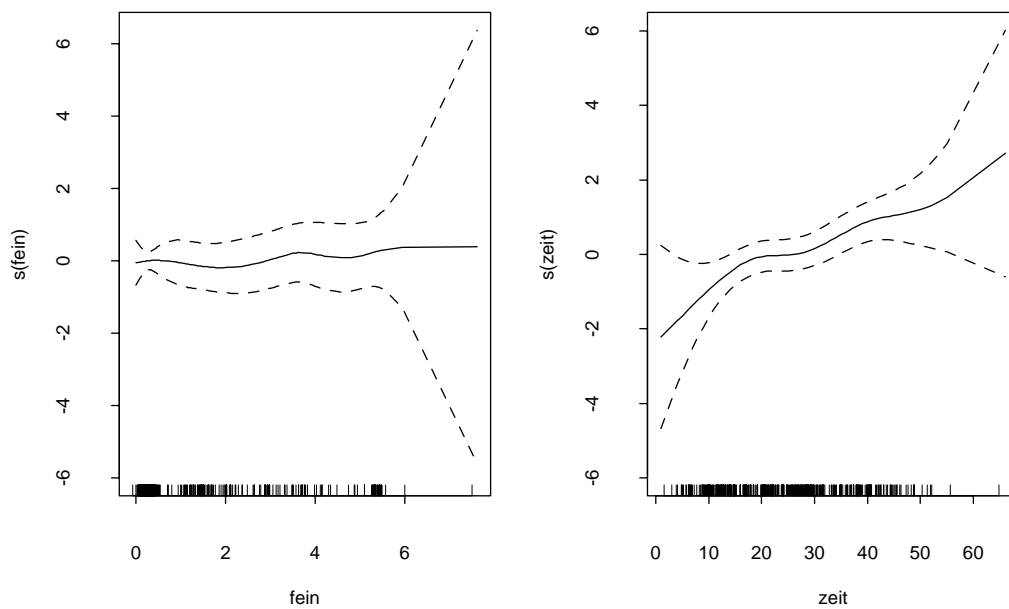


Abbildung 25: München – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

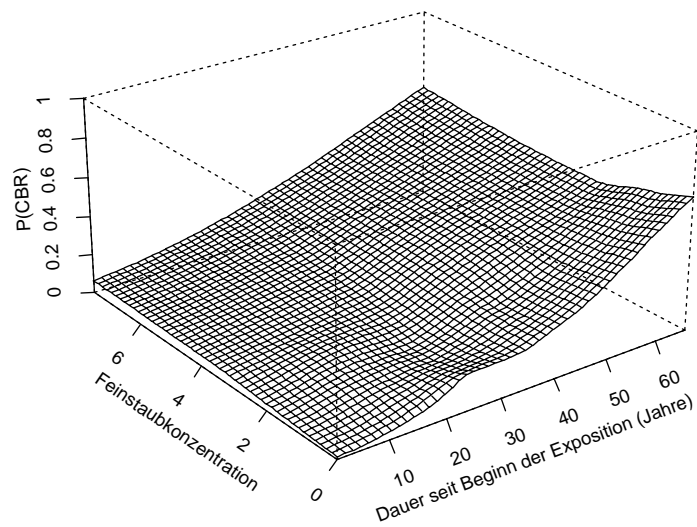


Abbildung 26: München – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit bi-variater lokaler Regression.

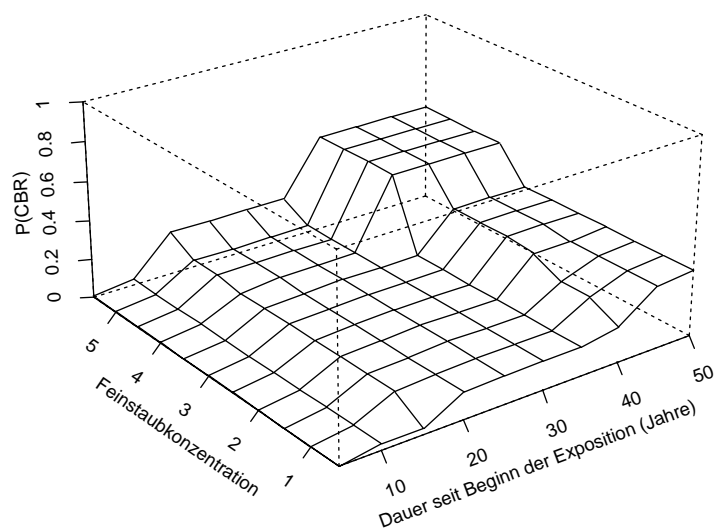


Abbildung 27: München – Nicht- bzw. Exraucher: Isotone Regression.

### 3.4. MÜNCHEN – Raucher

In Tabelle 11 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Feinstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 5,0$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 2,83$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 28 für univariate Glättungssplines und in Abbildung 29 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 30 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  Feinstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $3,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Feinstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.



	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	241 (26,2%)	679 (73,8%)	920
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	28 (6–49)	24 (3–51)	25 (3–51)
Feinstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	1,5 (0,1–5,6)	0,27 (0,0–6,0)	0,3 (0,0–6,0)

Tabelle 11: München – Kollektiv der Raucher.

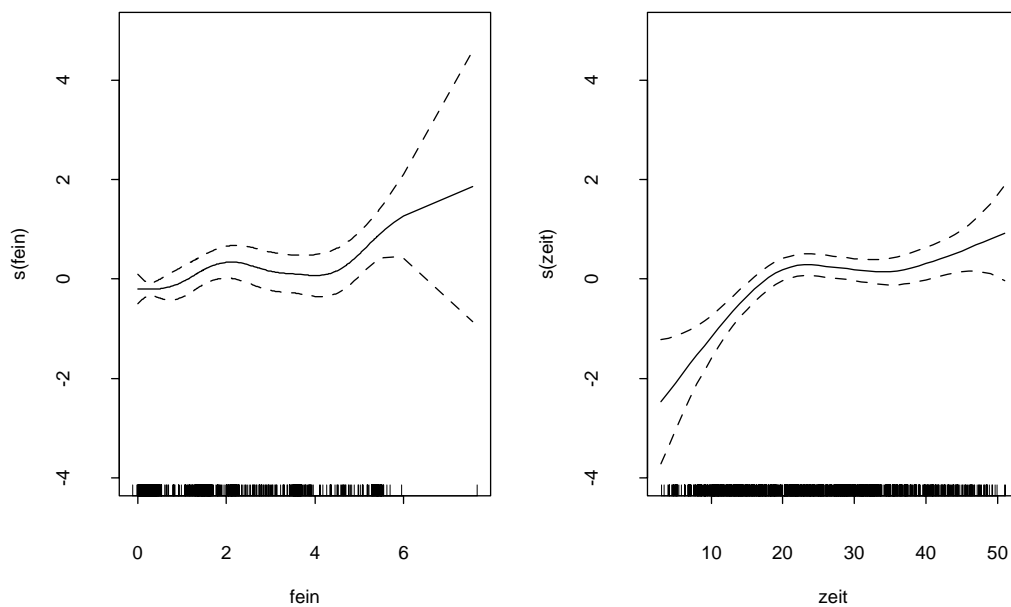


Abbildung 28: München – Raucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

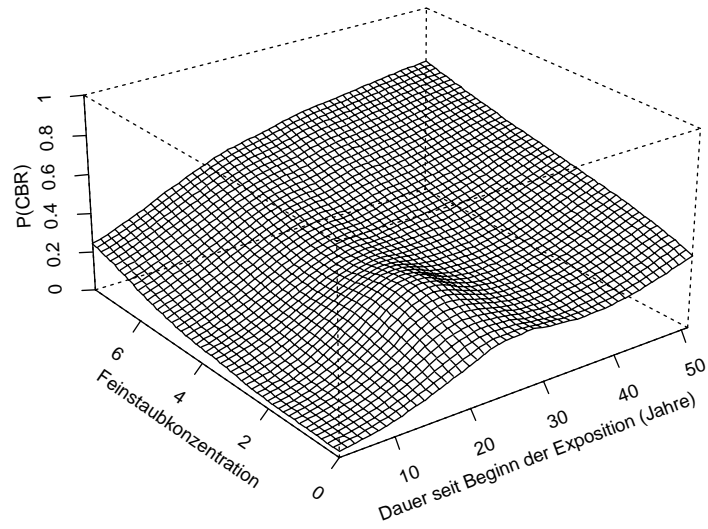


Abbildung 29: München – Raucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

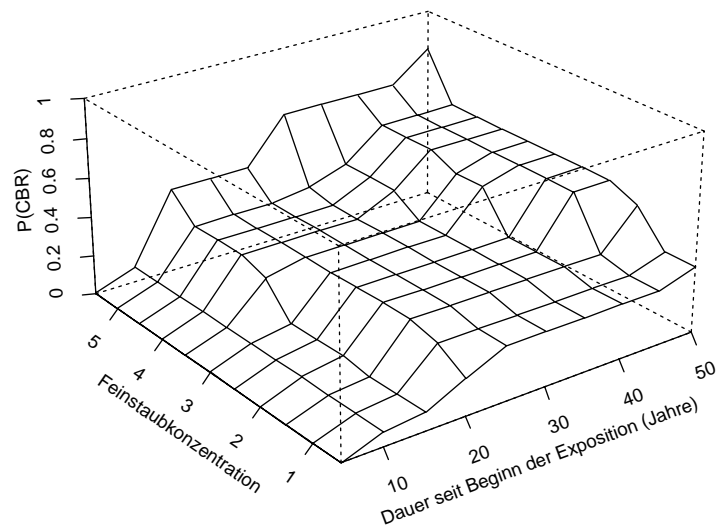


Abbildung 30: München – Raucher: Isotone Regression.

### 3.5. SAARBRÜCKEN – Nicht- bzw. Exraucher

In Tabelle 12 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Feinstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 1,7$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 3,19$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 31 für univariate Glättungssplines und in Abbildung 32 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 33 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  Feinstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Feinstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	48 (9,6%)	453 (90,4%)	501
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	32 (11–62)	26 (1–56)	26 (1–62)
Feinstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,16 (0,0–3,3)	0,14 (0,0–3,8)	0,14 (0,0–3,8)

Tabelle 12: Saarbrücken – Kollektiv der Nicht bzw. Exraucher.

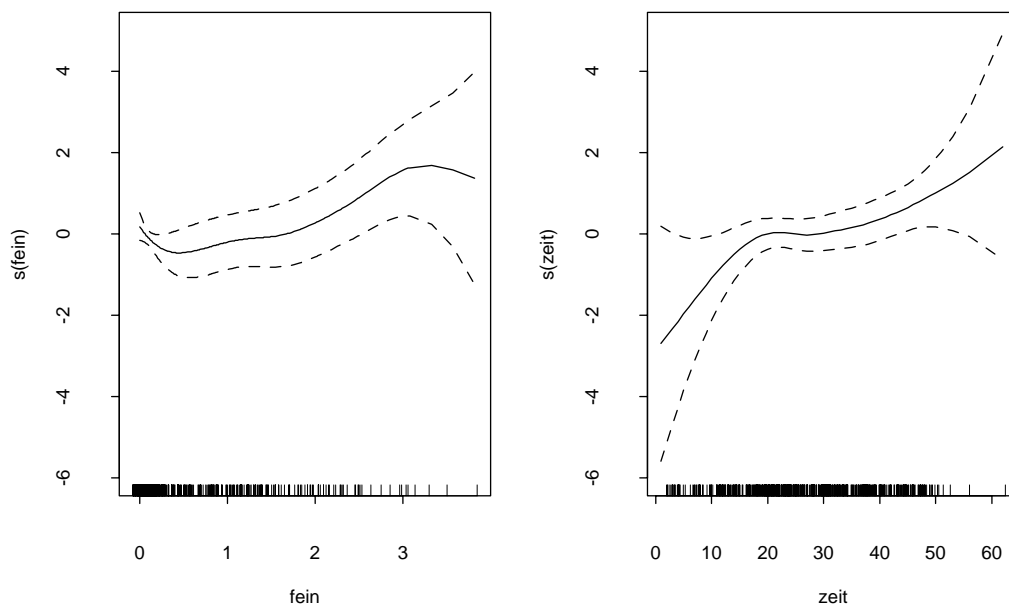


Abbildung 31: Saarbrücken – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

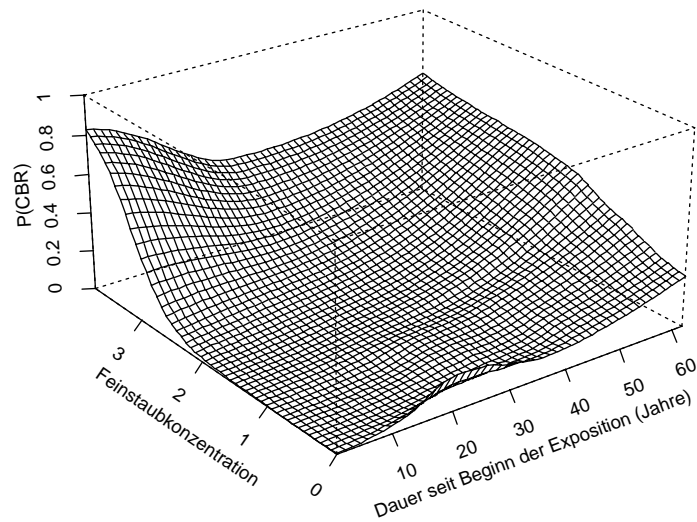


Abbildung 32: Saarbrücken – Nicht- bzw. Exraucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

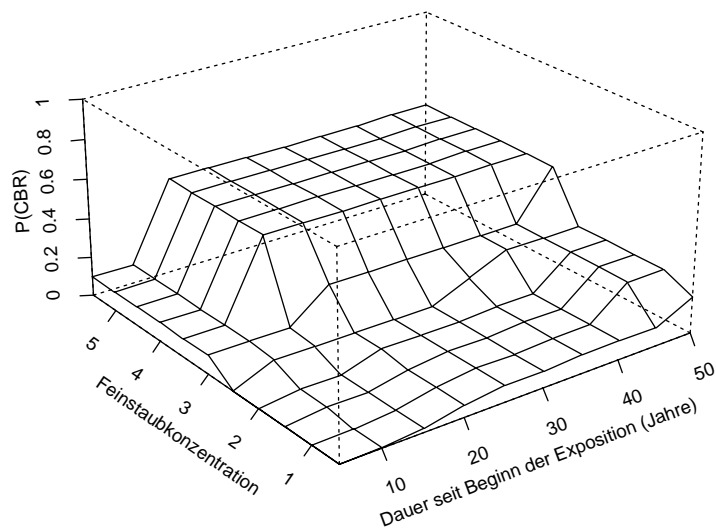


Abbildung 33: Saarbrücken – Nicht- bzw. Exraucher: Isotone Regression.

### 3.6. SAARBRÜCKEN – Raucher

In Tabelle 13 ist das Kollektiv kurz beschrieben.

Die Auswertung mit logistischem Modell nach logarithmischer Transformation der Feinstaubkonzentration erbrachte einen geschätzten Schwellenwert  $\hat{\tau} = 4,0$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) bei einer um  $R = 3,12$  ( $p < 0.05$ ) geringeren Devianz gegenüber dem logistischen Modell ohne Schwellenwert.

Die Ergebnisse der Auswertungen mit additiven Modellen sind in Abbildung 34 für univariate Glättungssplines und in Abbildung 35 für die bivariate lokale Glättung (loess) dargestellt.

Abbildung 36 beinhaltet das Ergebnis der isotonen Regression, wobei hier die Darstellung auf den Bereich unter  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  Feinstaubkonzentration begrenzt ist. Als möglichen Schwellenwert liefert die isotone Regression eine Konzentration von  $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Insgesamt ist mit diesen Ansätzen ein deutlicher, im Falle der logistischen Modellierung statistisch signifikanter Einfluß der Feinstaubkonzentration auf das Erkrankungsrisiko zu erkennen.

	mit CBR	ohne CBR	Insgesamt
Umfang	247 (20,5%)	957 (79,5%)	1204
	Median (Min.–Max.)		
Dauer seit Beginn der Exposition	31 (3–52)	26 (2–56)	27 (2–56)
Feinstaubkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	0,16 (0,0–3,3)	0,14 (0,0–3,8)	0,14 (0,0–3,8)

Tabelle 13: Saarbrücken – Kollektiv der Raucher.

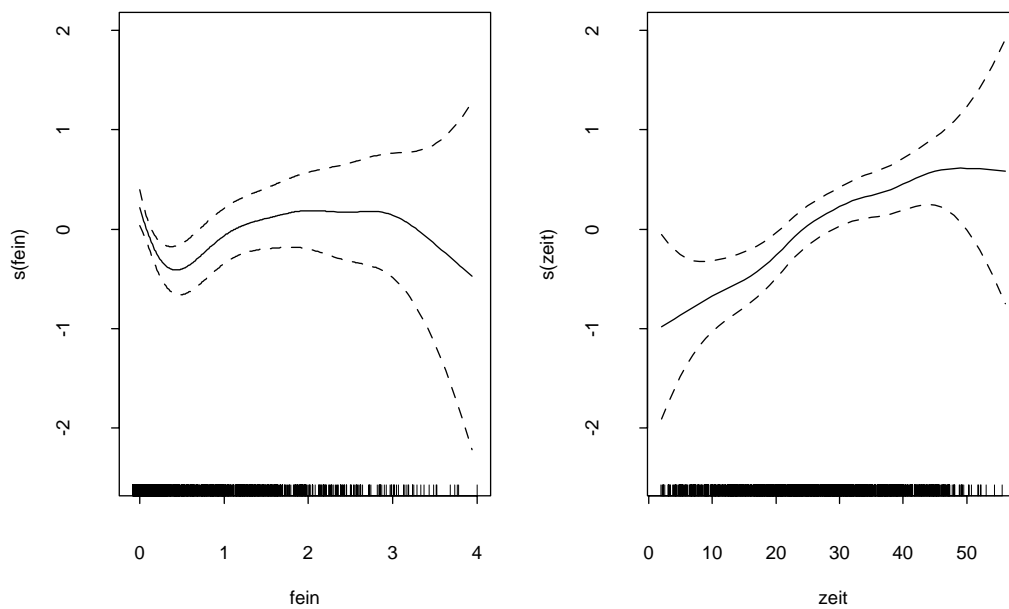


Abbildung 34: Saarbrücken – Raucher: Additives Modell mit univariaten Glättungssplines.

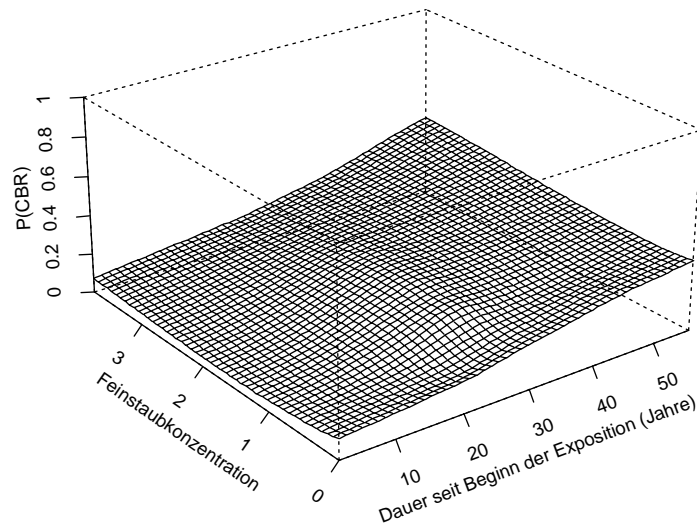


Abbildung 35: Saarbrücken – Raucher: Additives Modell mit bivariater lokaler Regression.

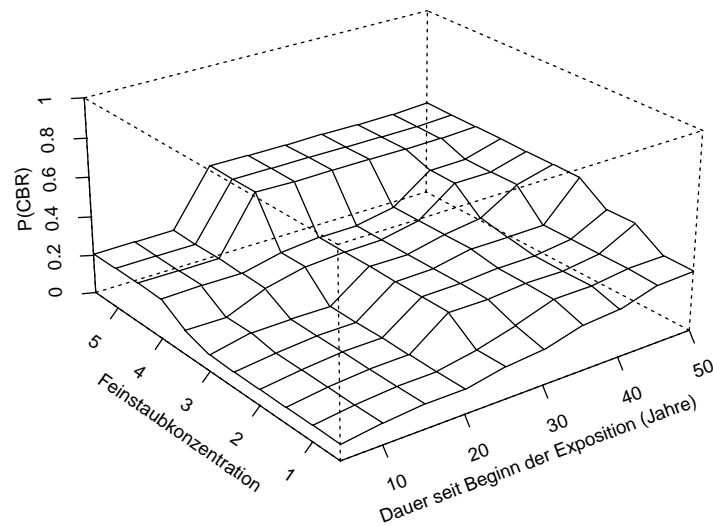


Abbildung 36: Saarbrücken – Raucher: Isotone Regression.



### 3.7. Zusammenfassung

In Tabelle 14 sind die vorgeschlagenen Schwellenwerte für die Feinstaubkonzentration für sämtliche Kollektive aufgeführt. Für die logistischen Modelle ist zusätzlich angegeben, ob das Schwellenwertmodell gegenüber dem einfachen Modell zu einer signifikanten Verbesserung der Anpassung führt.

	Nicht- bzw. Exraucher		Raucher	
	logistisches Modell	Isotone Regression	logistisches Modell	Isotone Regression
Moers	4,3 *	4,5	4,1 *	2
München	5,4	–	5,0 *	3,5
Saarbrücken	1,7 *	2	4,0 *	2

Tabelle 14: Feinstaubschwellenwerte in  $\text{mg}/\text{m}^3$  für sämtliche Kollektive (\* :  $p < 0.05$ ).

## Literatur

ULM, K., KÜCHENHOFF, H. UND GRUND, M. (1996). Vergleich von statistischen Methoden zur Festlegung von Schwellenwerten, *Discussion paper 26*, SFB 386, München.