



# **Karlsruher Erfahrungsaustausch Straßenbetrieb**

**01. Februar 2012**

## **Ein neues Modell für einen Winter-Index zur Abschätzung und Bewertung des Salzverbrauches**

Horst Badelt

## Motivation zur Modellentwicklung

Im Winter 2009/10 gab es erstmals größere Engpässe bei den Tausalzlieferungen für die Glättebekämpfung

→ Frage: Wie viel Tausalz fehlte für den bedarfsgerechten Winterdienst?

Bisher gab es nur Modelle für Winterindexe, die eine Winterlichkeit ermittelten.

→ Nur für relativen Vergleich der Verbräuche geeignet.

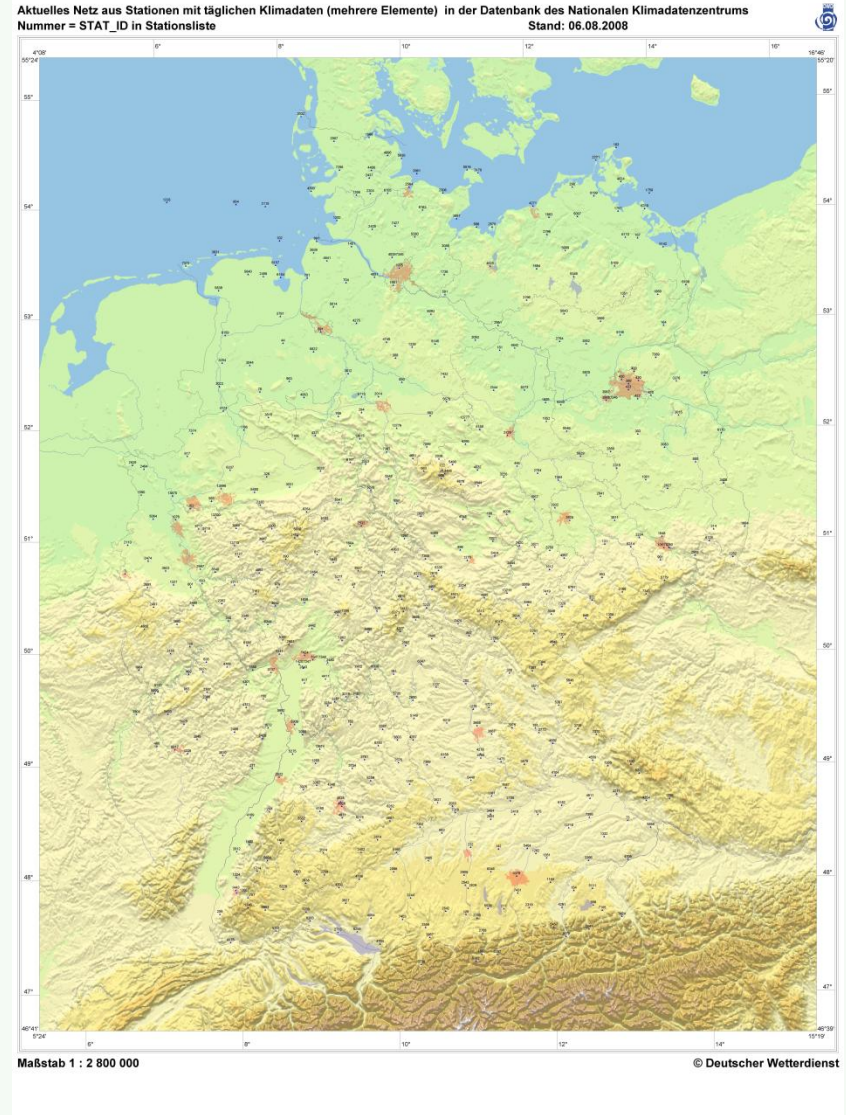
Neu: Modell für die Berechnung von Verbräuchen in Massenangaben

**Ziel: Bessere Planung von Salzlagerkapazitäten und der Nachliefermengen zur Vermeidung von Engpässen**

# 1. Grundlage

Meteorologische Daten  
von über 500 Messstationen  
des Klimamessnetzes des  
DWD

- Tägliches Maximum der Lufttemperatur
- Tägliches Minimum der Lufttemperatur
- Relative Luftfeuchte um 6:00 Uhr
- Relative Luftfeuchte um 12:00 Uhr
- Relative Luftfeuchte um 18:00 Uhr
- Niederschlagshöhe je Tag
- Vorhandene Schneehöhe am Tag
- Neuschneehöhe je Tag





## 2. Grundlage: Streuszenarien

- **Glätteis oder Eisglätte:**

Bedingung: Minimale Lufttemperatur  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , Niederschlagshöhe  $> 0$  mm  
Streuszenarium:  $2 \times 20$  g/m<sup>2</sup> (einmal vorbeugend, einmal nach dem Niederschlag)

**40 g/m<sup>2</sup> je Tag**

- **Schneeglätte:**

Bedingung: Schneefall

Streuszenarium:

einmal vorbeugend 20 g/m<sup>2</sup>, alle 2 cm Schneefall 20g/m<sup>2</sup>, maximal 7x

**20 g/m<sup>2</sup> + 10 g/m<sup>2</sup> je cm Schneefall, maximal 160 g/m<sup>2</sup> je Tag**

- **Reifglätte:**

Bedingung: Minimale Lufttemperatur  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , kein Niederschlag, relative Luftfeuchte  $> 90\%$

**10 g/m<sup>2</sup> je Tag**

Alle Angaben beziehen sich auf Trockensalz.



### 3. Grundlage

Fläche der zu betreuenden Straßen:

Erster Ansatz nutzte Längenangaben aus dem Handbuch „Der Elsner“

Bundesautobahnen: Länge x 20 m Breite

Bundesstraßen: Länge x 8 m Breite

Landstraßen: Länge x 6 m Breite

Kreisstraßen: Länge x 5 m Breite

Gemeindestraßen: Länge x 7 m Breite (einschließlich Gehwege)

Die Flächen werden gleichmäßig um die einbezogenen Messstationen gelegt.



## 4. Grundlage

### Bearbeitungszeiten - Bearbeitungsumfang

Bundesautobahnen:	0 – 24 Uhr (alle Flächen)	= 100 %
Bundesstraßen:	6 – 22 Uhr (alle Flächen)	= 67 %
Landstraßen:	6 – 22 Uhr (alle Flächen)	= 67 %
Kreisstraßen:	6 – 22 Uhr (alle Flächen)	= 67 %
Gemeindestraßen:	differenziert, nicht alle Flächen	= 10 %

# Salzbedarf für alle Straßen im Winter 2009/10



		BAB	Bundesstraßen	Landesstraßen	Kreisstraßen	Gemeindestraßen
	km (aus „Der Elsner 2010“)	12.594	40.413	86.607	91.565	457.171
	Breite [m]	20	8	6	5	7
	Fläche [m <sup>2</sup> ]	251.880.000	323.304.000	519.642.000	457.825.000	3.200.197.000
	Anteil je Station (geteilt durch 525)	479.771	615.817	989.794	872.048	6.095.613
Streudichte je Tag	Häufigkeit der Streudichten in Bezug auf alle Stationen	Streumenge [t]	Streumenge [t]	Streumenge [t]	Streumenge [t]	Streumenge [t]
10	9990	47.929	61.520	98.880	87.118	608.952
30	3438	49.484	63.515	102.087	89.943	628.702
40	20716	397.558	510.291	820.183	722.614	5.051.069
50	1542	36.990	47.480	76.313	67.235	469.972
60	1031	29.679	38.094	61.229	53.945	377.075
70	818	27.472	35.262	56.676	49.933	349.035
80	560	21.494	27.589	44.343	39.068	273.083
90	355	15.329	19.675	31.624	27.862	194.755
100	301	14.441	18.536	29.793	26.249	183.478
110	162	8.550	10.974	17.638	15.540	108.624
120	218	12.551	16.110	25.893	22.813	159.461
130	97	6.050	7.765	12.481	10.997	76.866
140	95	6.381	8.190	13.164	11.598	81.072
150	42	3.023	3.880	6.236	5.494	38.402
160	286	21.954	28.180	45.293	39.905	278.935
	Summen je Straßentyp [t]	698.883	897.061	1.441.833	1.270.312	8.879.480
	Behandlungsanteil [%]	100	67	67	67	10
	Summe nach Abschlag	698.883	601.031	966.028	851.109	887.948
	Summe alle [t]					4.004.999
	tatächlicher Verbrauch	693.900	606.000	Mit 5% Zuschlag aufgrund fehlender Daten		<b>4.205.249</b>

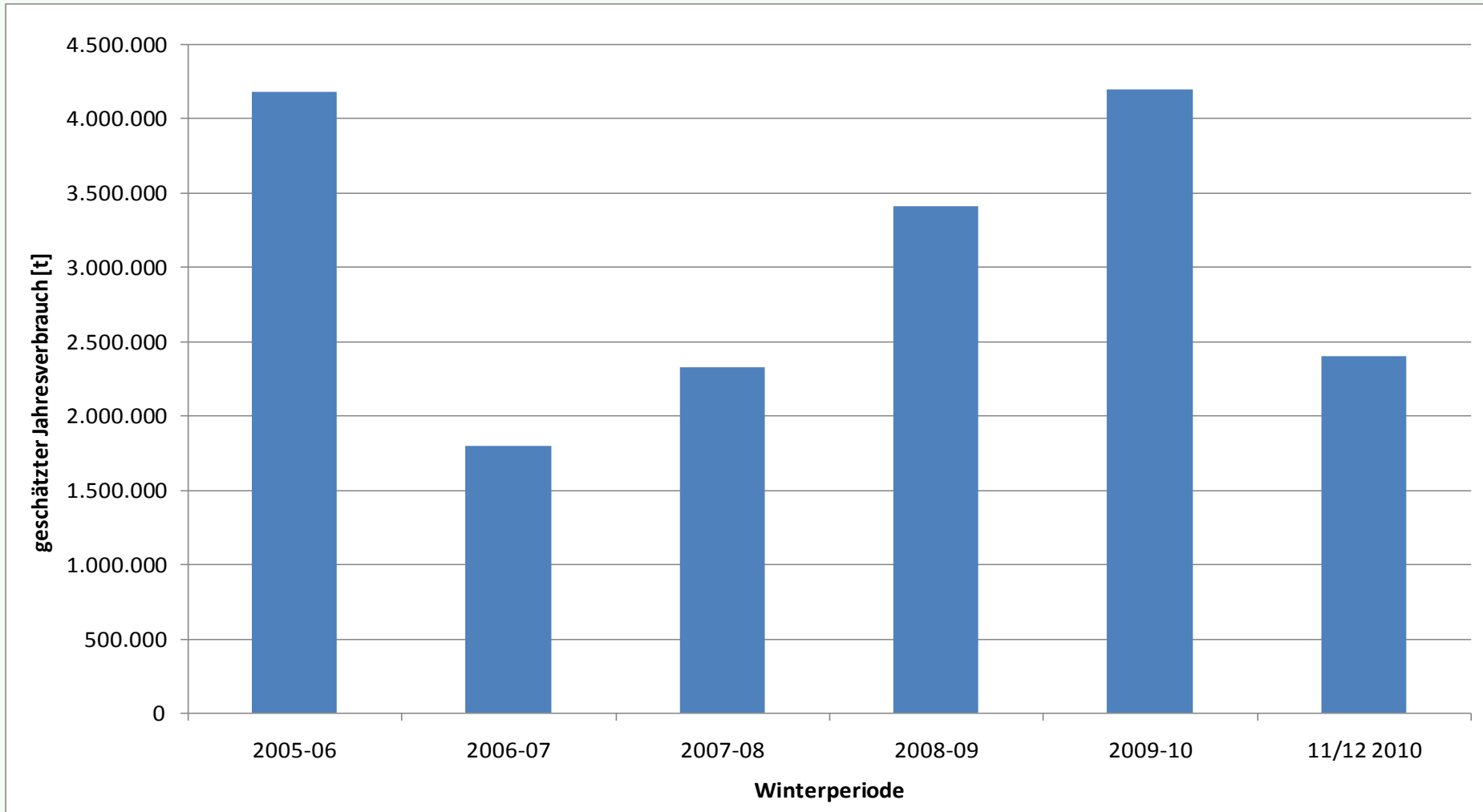


	Straßenklasse	BAB	B-Straßen	L-Straßen	K-Straßen
	Fläche [m <sup>2</sup> ]	51.420.460	37.526.155	80.308.732	5.749.303
	Anteil je Station (geteilt durch 45)	1.142.677	833.915	1.784.638	127.762
Streudichte [g/m <sup>2</sup> ]	Häufigkeit der Streudichten in Bezug auf alle Stationen	Streumenge [t]	Streumenge [t]	Streumenge [t]	Streumenge [t]
10	542	6.193	4.520	9.673	692
30	282	9.667	7.055	15.098	1.081
40	1.305	59.648	43.530	93.158	6.669
50	126	7.199	5.254	11.243	805
60	68	4.662	3.402	7.281	521
70	71	5.679	4.145	8.870	635
80	42	3.839	2.802	5.996	429
90	28	2.880	2.101	4.497	322
100	25	2.857	2.085	4.462	319
110	10	1.257	917	1.963	141
120	22	3.017	2.202	4.711	337
130	6	891	650	1.392	100
140	13	2.080	1.518	3.248	233
150	2	343	250	535	38
160	31	5.668	4.136	8.852	634
	Summen je Straßenklasse [t]	115.879	84.567	180.980	12.956
	prozentuale Bedienungsqualität im Vergleich zur BAB	100	67	67	67
	Summe alle [t]	115.879	56.660	121.257	8.681
	tatsächlicher Verbrauch	111.170	59.800	102.400	8.600
	Differenz zwischen Bedarf und Verbrauch [%]	4,1	-5,5	15,6	0,9



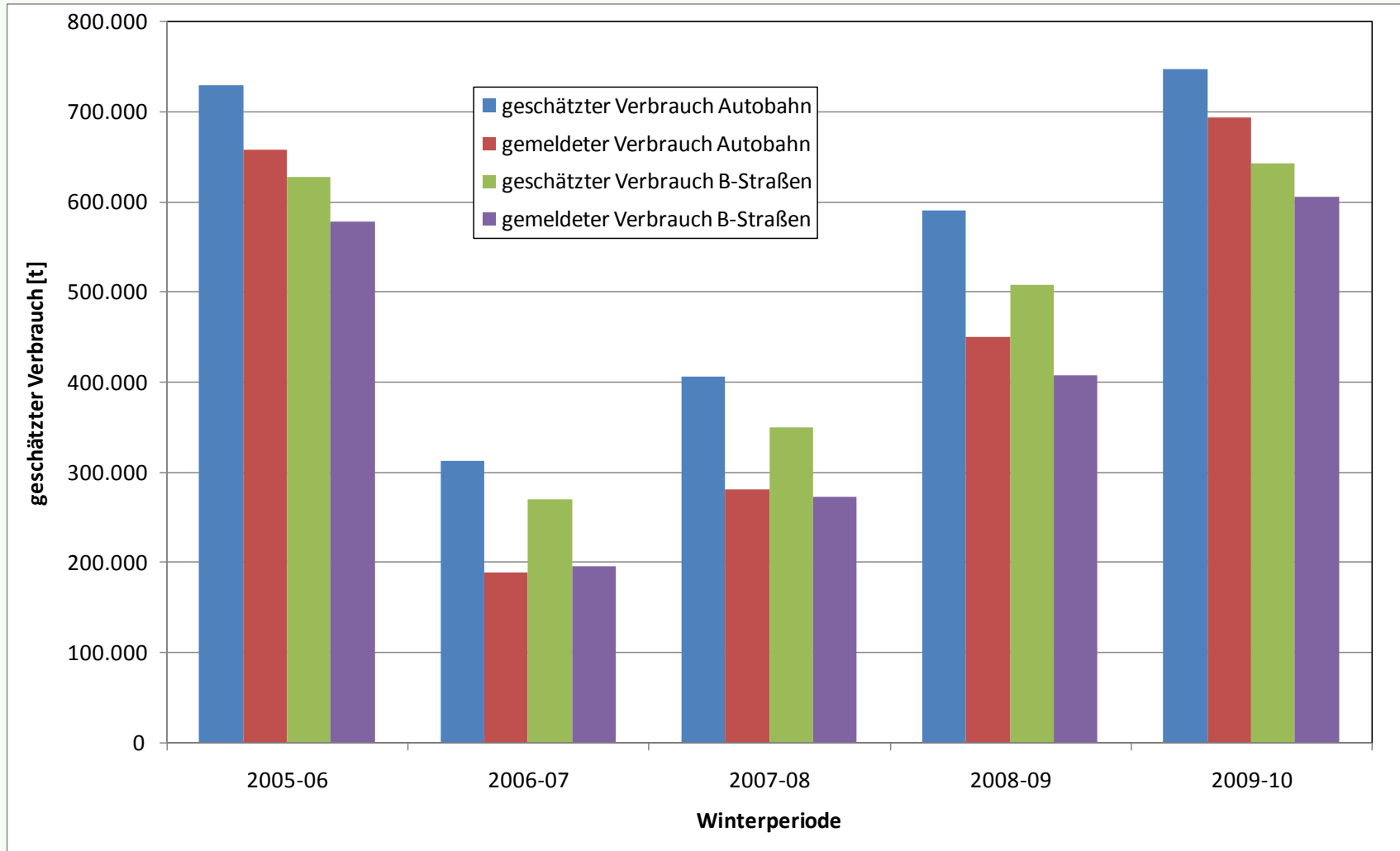


# Schätzung der bundesweiten Tausalzverbräuche für verschiedene Winterperioden



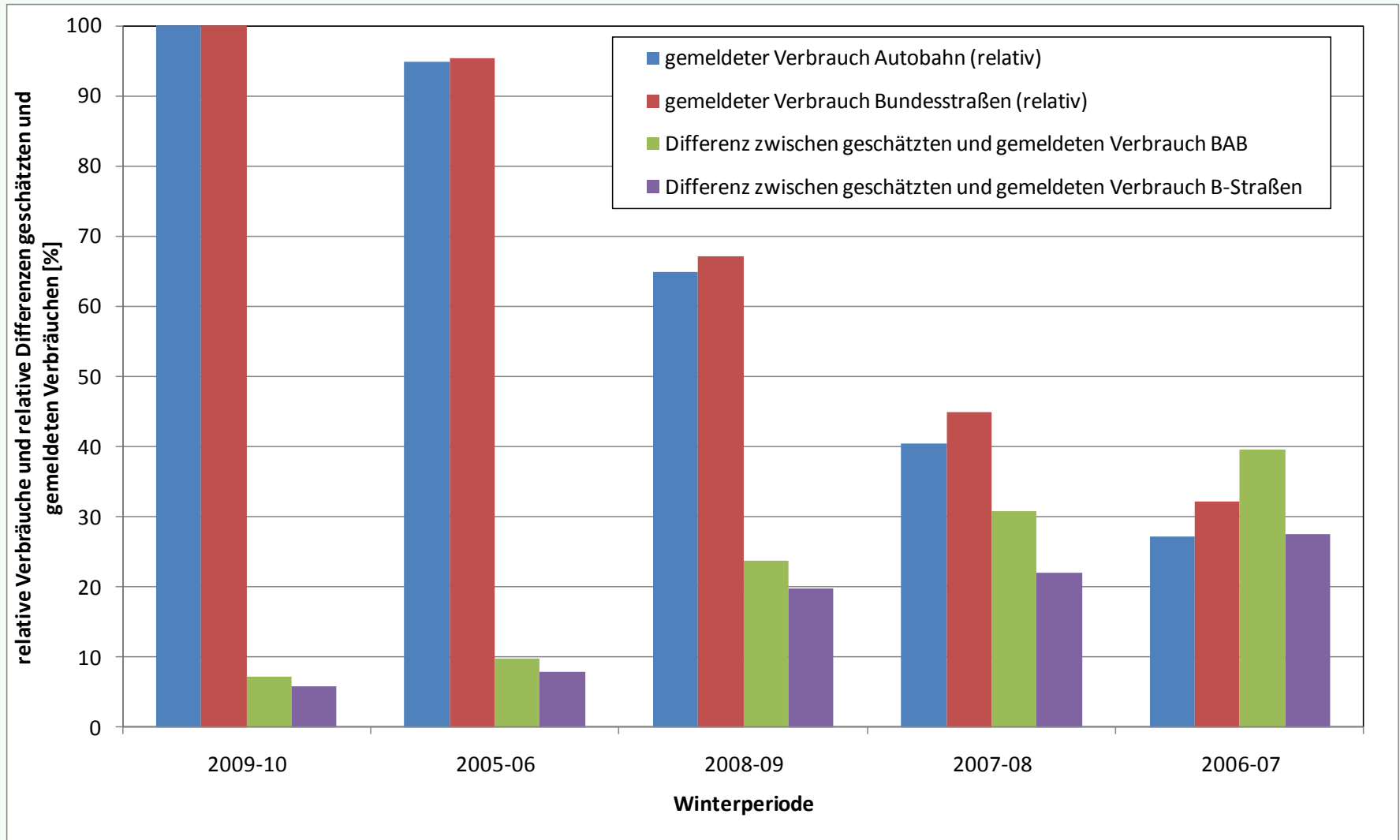


# Geschätzte und gemeldete Verbräuche im Vergleich (nur Autobahnen und Bundesstraßen)





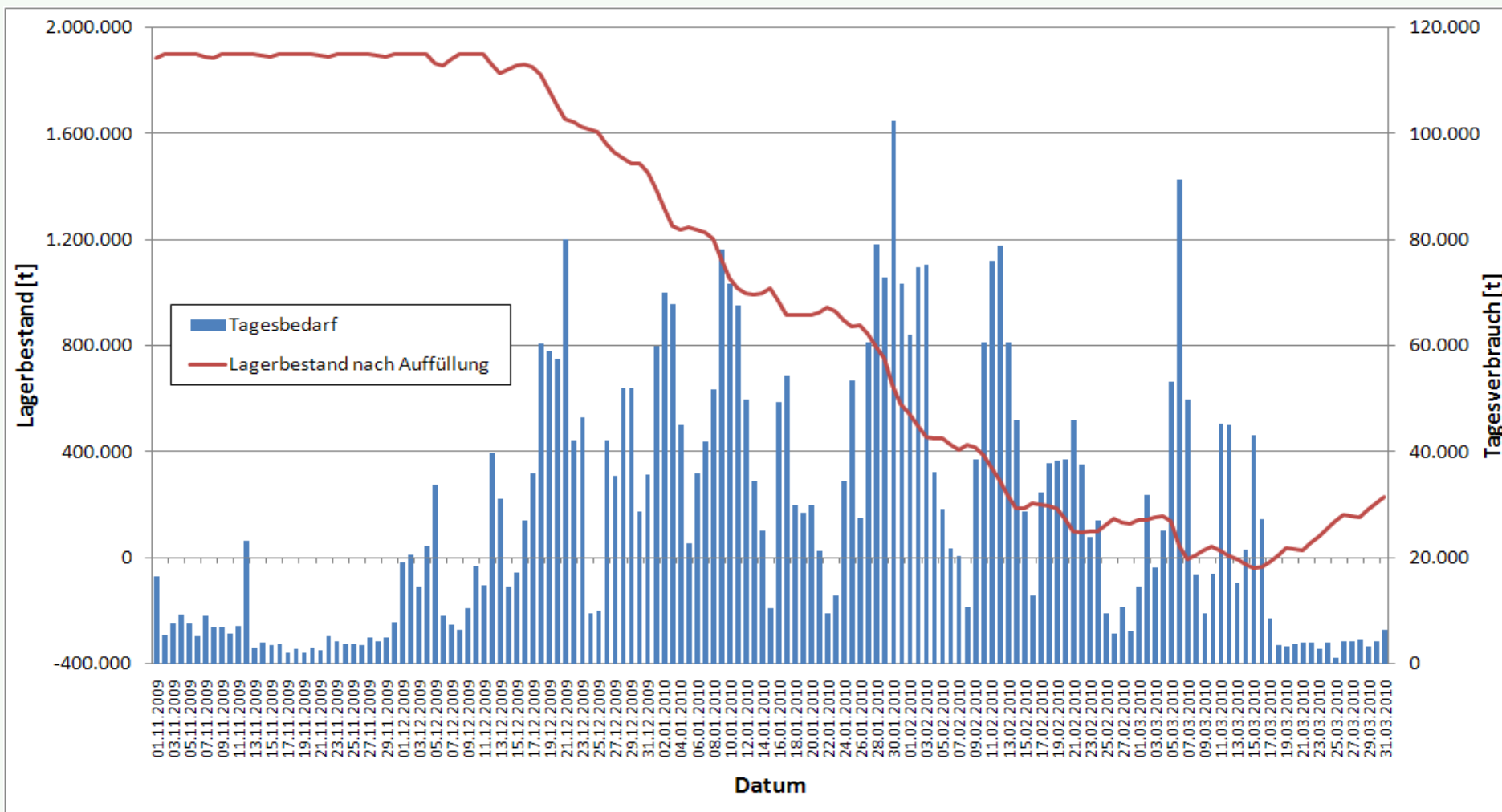
# Differenzen zwischen geschätzten und gemeldeten Verbräuchen in Abhängigkeit von Verbrauch (alle Werte relativ, nur für Autobahnen und Bundesstraßen)





# Geschätzter täglicher Tausalzverbrauch + Lagerbestand im Winter 2009/10

Annahmen: 1.900.000 t Lagerkapazität + 30.000 t tägliche Produktion



# Szenarium für alle Straßen im Winter 2009/10



## Berechnung

4.205.249 Gesamtbedarf

Lieferung (Mo-Fr, nicht Feiertage=74 Tage)

2.220.000 Gesamtmenge Produktion

tägliche Liefermenge 50.000

1923 benötigte Transporte a 26t

tägliche Produktion 30.000

3.818.341 t geschätzter Bedarf innerhalb des Diagrammzeitraumes

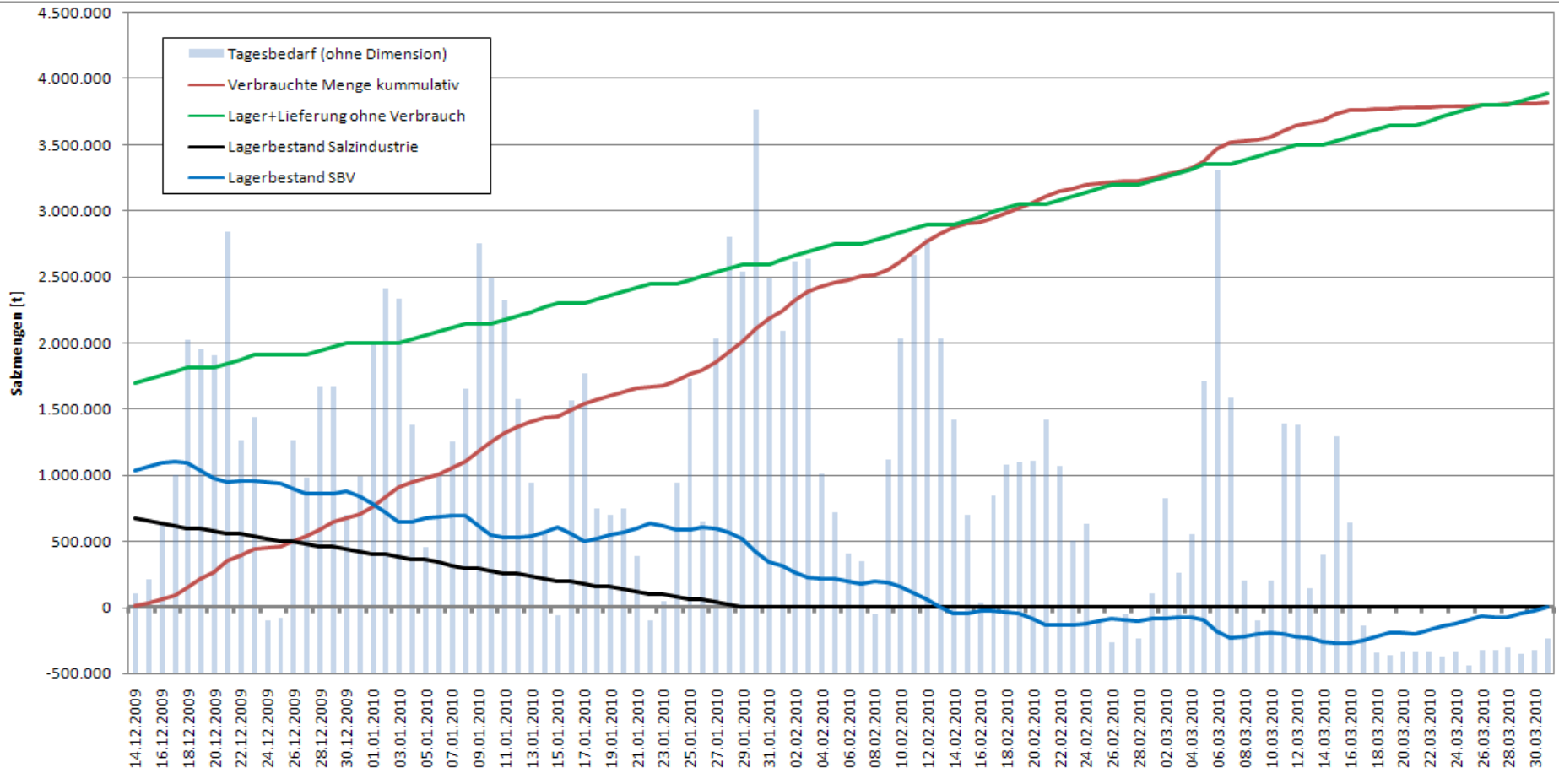
1.000.000 t gelagerte Menge der Straßenbauverwaltungen am Beginn

700.000 t Lagerkapazität der Salzlieferanten am Beginn

1.700.000 t Summe in beiden Lagern

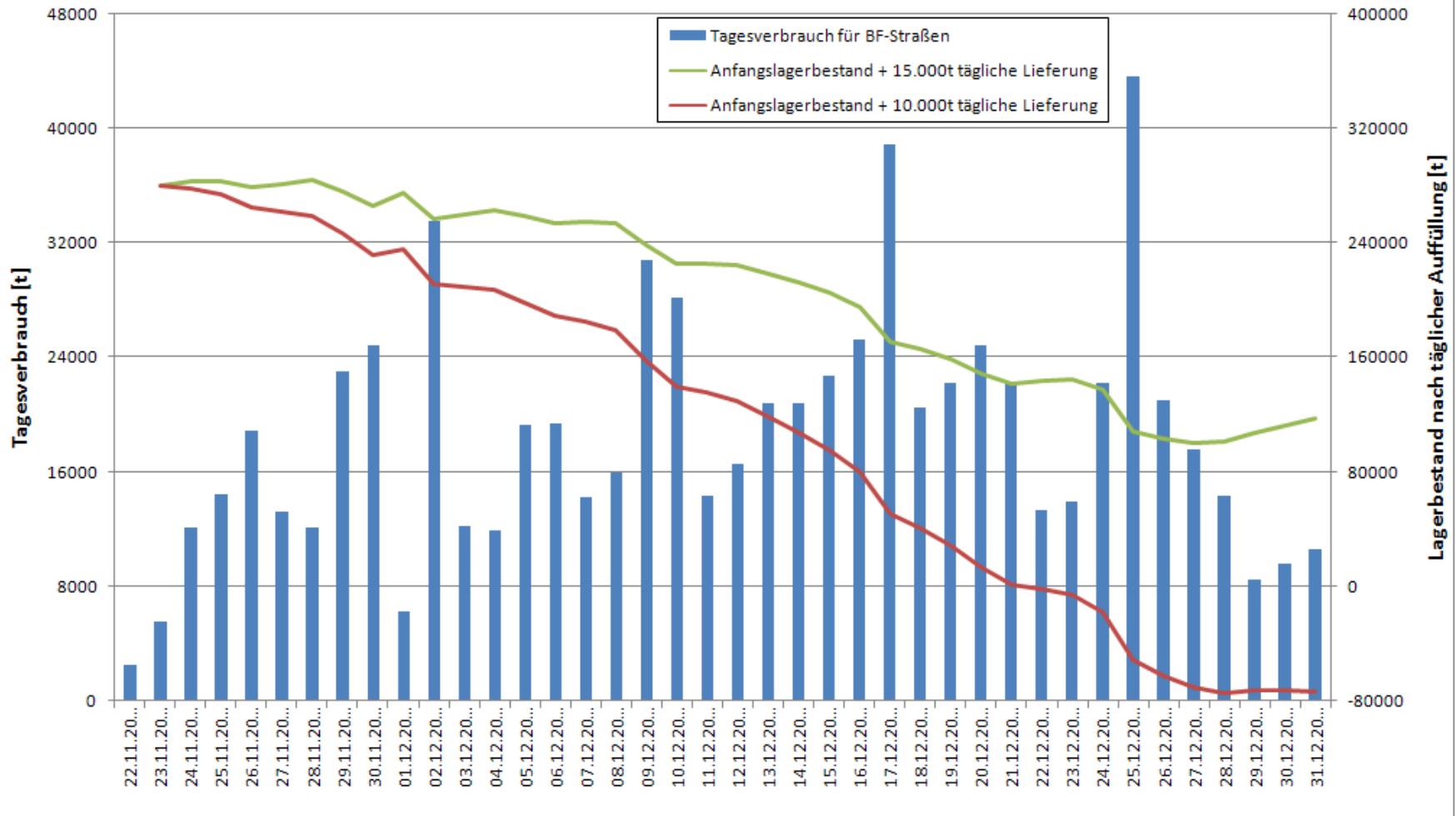
71.659 t Differenz zwischen Lager+Produktion und Verbrauch

-267.796 t größter Fehlbestand bei der Straßenbauverwaltung





### täglicher Tausalzverbrauch + Verlauf des Lagerbestandes 22.11.-31.12.2010 (nur Bundesfernstraßen)





Streudichten pro Tag [g/m <sup>2</sup> ]	Anzahl der Einsatztage	Anzahl der Einsätze gesamt	Salzmengen BAB [t]	Salzmengen B-Straßen (67% Bearbeitungsumfang) [t]	Summe Bundesfern- straßen [t]
6	9.990	9.990	28.757	24.731	53.489
22	3.438	6.876	36.288	31.207	67.495
32	20.716	41.432	318.046	273.516	591.562
42	1.542	4.626	31.072	26.721	57.793
52	1.031	4.124	25.721	22.120	47.842
62	818	4.090	24.332	20.925	45.257
72	560	3.360	19.344	16.636	35.980
82	355	2.485	13.966	12.011	25.977
92	301	2.408	13.286	11.426	24.711
102	162	1.458	7.928	6.818	14.745
112	218	2.180	11.714	10.074	21.788
122	97	1.067	5.678	4.883	10.560
132	95	1.140	6.016	5.174	11.190
142	42	546	2.861	2.461	5.322
152	286	4.004	20.857	17.936	38.793
<b>Gesamt</b>	<b>39.651</b>	<b>89.786</b>	<b>565.867</b>	<b>486.639</b>	<b>1.052.506</b>
prozentualer Anteil der Einsätze mit Lösungen:	44%	Verbräuche ohne Einsatz von Lösungen (Angaben aus Tabelle 1)	698.883	601.031	1.299.914
				Einsparung Tausalz:	247.408
			<b>Kostenersparnis an reinem Salz (80 €/t)</b>		<b>19.792.665 €</b>

Berechnung für die Bundesfernstraßen im Winter 2009/10

## **Fazit zu den bisherigen Berechnungen:**

Das Modell lässt grobe Schätzungen eines Salzbedarfs für große Netze zu. Eine Weiterentwicklung muss erfolgen.

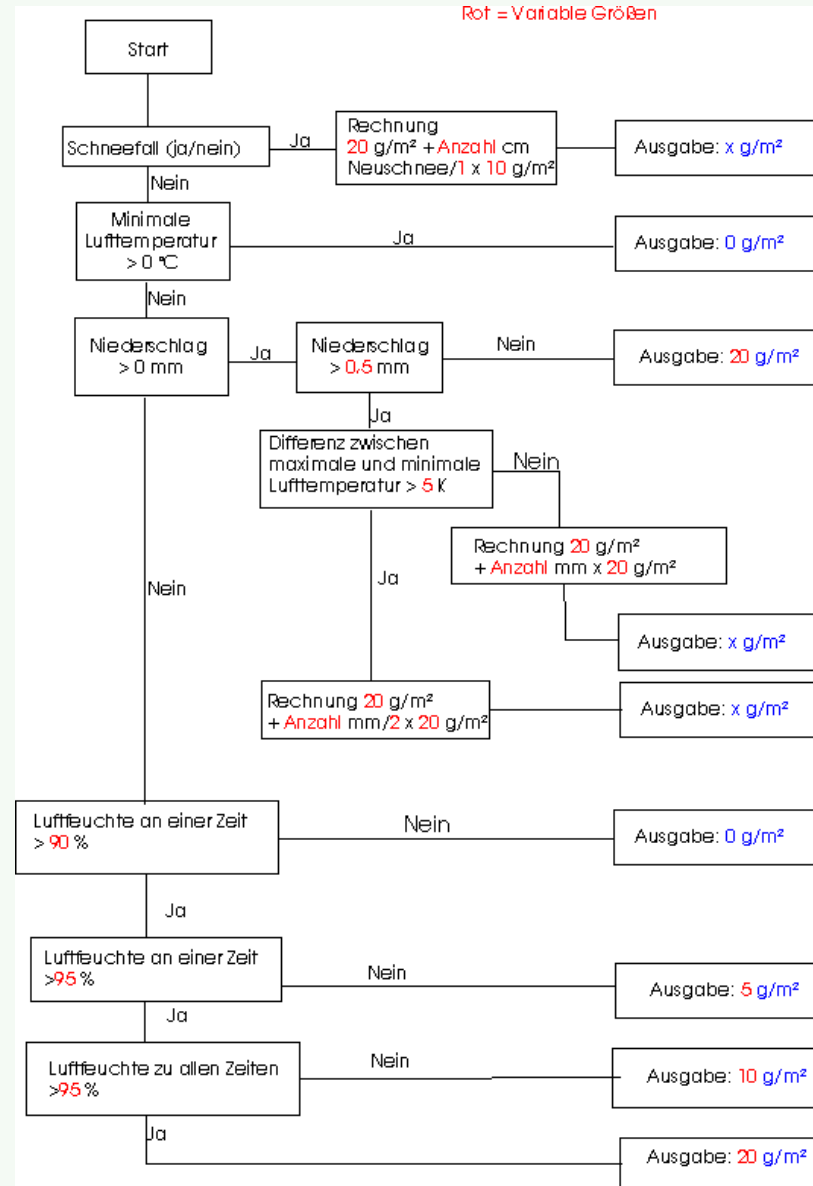
## **Weiterentwicklungspläne:**

- Entwicklung eines Softwaretools zur schnellen Berechnung des Salzverbrauchs mit anderen Modellansätzen und für kleinere zeitliche und räumliche Einheiten
- Einbeziehung von Flächendaten für die Bundesfernstraßen aus der Datenbank „bisstra“
- Nutzung des Modellansatzes für eine grobe Vorhersage des Salzverbrauchs (für 10-14 Tage)





# Modellablaufplan für eine differenziertere Streudichteberechnung





Bundesland

Wintersaison  Oder  Bundesautobahn  %

von   Bundesstrasse  %  Kreisstrasse  %

bis   Landstrasse  %  Gemeindestrasse  %

## ▼ Konfiguration Verbrauch

Streudichte für vorbeugende Streuung bei Schneefall	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Quotient für Häufigkeit der Streufahrten in Abhängigkeit von der Schneehöhe	<input type="text" value="1"/>
Streudichte bei Schneefall	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Wert zur Unterscheidung schwacher oder intensiver Niederschlag	<input type="text" value="0.5"/> mm
Streudichte bei schwachen Niederschlag	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Differenz Max-Min Lufttemperatur zur Bewertung der Bewölkung	<input type="text" value="5"/> K
Streudichte für vorbeugende Streuung bei längerandauernden Regen	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Streudichte bei längerandauernden Regen	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Streudichte für vorbeugende Streuung bei kurzen intensiven Regen	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Quotient für Häufigkeit der Streufahrten in Abhängigkeit von der Niederschlagshöhe	<input type="text" value="2"/>
Streudichte bei kurzen intensiven Regen	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>
Grenzwert für höchsten Wert von allen Luftfeuchtwerten für leichte Reifbildung	<input type="text" value="90"/> %
Grenzwert für höchsten Wert von allen Luftfeuchtwerten für starke Reifbildung	<input type="text" value="95"/> %
Grenzwert für alle Luftfeuchtwerte für extreme Reifbildung	<input type="text" value="95"/> %
Streudichte bei leichter Reifbildung	<input type="text" value="5"/> g/m <sup>2</sup>
Streudichte bei starker Reifbildung	<input type="text" value="10"/> g/m <sup>2</sup>
Streudichte bei extremer Reifbildung	<input type="text" value="20"/> g/m <sup>2</sup>



Bundesland    
 Wintersaison  Oder   
 von    
 bis

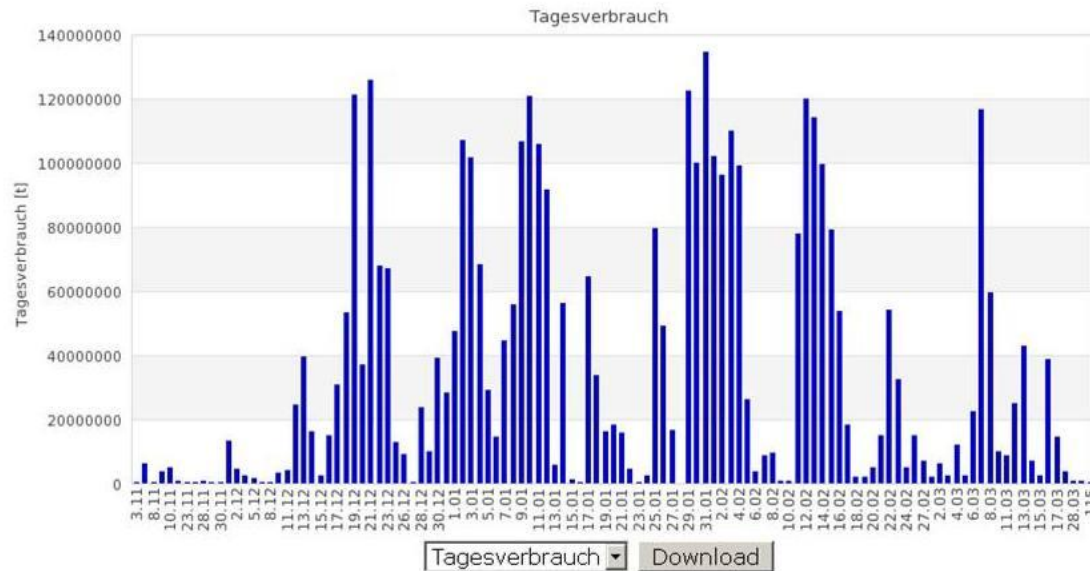
<input checked="" type="checkbox"/> Bundesautobahn	<input type="text" value="100"/> %	<input type="checkbox"/> Kreisstrasse	<input type="text" value="67"/> %
<input type="checkbox"/> Bundesstrasse	<input type="text" value="67"/> %	<input type="checkbox"/> Gemeindestrasse	<input type="text" value="10"/> %
<input type="checkbox"/> Landstrasse	<input type="text" value="67"/> %		

Verbrauch berechnen

Konfiguration Verbrauch

Tagesverbrauch

Gesamtverbrauch





Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Foto: Sandra Eimermacher