

**Fachveröffentlichung der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**bast**

---

Schlussbericht zum FE 89.0310/2015

**Ermittlung der Sicherheitsbeiwerte für die  
Verfahrensweise zur Bewertung der  
strukturellen Substanz von  
Asphaltbefestigungen**

Steinbeis GmbH & Co. KG für Technologietransfer  
Breitscheidstraße 51  
39114 Magdeburg

Prof. Dr.-Ing. Sascha Kayser

01.02.2017



---

## Kurzfassung · Abstract

In Anlehnung an die in den Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaues von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht (RDO Asphalt 09) [FGSV09-1] enthaltene Verfahrensweise, zur Berechnung der Nutzungsdauer einer Asphaltstraßenbefestigung, wurden Verfahrensweisen entwickelt, mit denen die Restnutzungsdauer einer bestehenden Asphaltstraßenbefestigung ermittelt werden kann. Diese Verfahrensweisen sind in den Richtlinien zur Bewertung der strukturellen Substanz des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise (RSO Asphalt) [FGSV16-1] dargelegt.

In den RSO Asphalt 09 [FGSV09-1] sind mit einem deterministischen und einem probabilistischen Berechnungskonzept, zwei Verfahrensweisen zur Ermittlung der Restnutzungsdauer enthalten.

Für beide Verfahrensweisen werden als Eingangsgrößen Informationen zur erwarteten Verkehrsbelastung sowie zu den erwarteten Temperaturbedingungen erforderlich. Für die vorhandenen Asphalt-schichten müssen unterschiedliche Materialeigenschaften durch Laborversuche ermittelt werden. Außerdem wird die Dicke der Asphalt-schichten in Form einer Dickenverteilung – ermittelt aus Dickenmesswerten – als Eingangsgröße benötigt.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem deterministischen sowie dem probabilistischen Verfahren besteht im Informationsgehalt der material- und konstruktionsseitigen Eingangsgrößen und letztlich im Informationsgehalt des Berechnungsergebnisses. Während mit dem deterministischen Berechnungsverfahren lediglich eine Restnutzungsdauer ermittelt wird, kann mit dem probabilistischen Verfahren zusätzlich eine Aussage zur Ausfallwahrscheinlichkeit der Befestigung getroffen werden.

Beiden Verfahren ist jedoch gleich, dass diese an den langjährigen Erfahrungen, die mit der Anwendung der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) [FGSV12-1] in Verbindung mit den ZTV Asphalt-StB 07 [FGSV07] gemacht wurden, angepasst werden. Im Zuge dieser Anpassung / Harmonisierung werden für eindeutig definierte Kalibrierbedingungen entsprechende Sicherheitsbeiwerte (besser Anpassungsbeiwerte) ermittelt.

### **Determination of safety factors for the evaluation of the structural substance of asphalt pavements**

In accordance with the guidelines for the analytical pavement design process of asphalt pavements (RDO Asphalt 09) [FGSV09-1], various procedures have been developed to determine the remaining life of an existing asphalt pavement. These new procedures are described in the guidelines for the assessment of the structural substance of asphalt pavements (RSO Asphalt) [FGSV16-1].

In the RSO Asphalt 09 [FGSV09-1], two methods for determining the remaining life of an asphalt pavement are included with a deterministic and a probabilistic procedure.

Information on the expected traffic load as well as the expected temperature conditions are required as input variables for both procedures. For the existing asphalt layers different material properties must be determined by laboratory tests. An additional input variable is the thickness of the asphalt layers, which must be presented in the form of a thickness distribution. This distribution must be determined from thickness measurements.

The information content of the input parameters (material properties and the thickness of the asphalt layers) and the calculation result are the essential differences between the deterministic and the probabilistic procedure. The deterministic design process determines only the remaining life of an asphalt pavement. Furthermore, the probability of default of the asphalt pavement can be calculated by the probabilistic procedure.

The experience gained in the application of guidelines for the standardized design process (RStO) [FGSV12-1] combined with the ZTV Asphalt-StB 07 [FGSV07] are currently the basics for the deterministic and the probabilistic design process and both procedure will be adjusted to these experience. In the course of this adjustment / harmonization, appropriate safety coefficients (better adjustment coefficients) will be determined for clearly defined calibration conditions.

---

## Inhalt

1	Einleitung.....	5
1.1	Verfahrensweise zur Berechnung der Restnutzungsdauer gemäß RSO Asphalt .....	6
1.2	Zielstellung .....	7
2	Randbedingungen der Harmonisierung .....	7
2.1	Untersuchte Befestigungsvarianten .....	7
2.2	Temperaturbedingungen .....	8
2.2.1	Temperaturprofile .....	8
2.2.2	Temperaturhäufigkeiten .....	9
2.2.3	Frostsicherer Oberbau .....	9
2.3	Verkehrsbelastungen .....	10
2.3.1	Achslastverteilung .....	10
2.3.2	Achsübergänge .....	10
2.4	Befestigungsschichtdicken .....	11
2.5	Materialeigenschaften .....	15
2.5.1	Schichten ohne Bindemittel und Boden .....	15
2.5.2	Schichten mit hydraulischen Bindemitteln.....	15
2.5.3	Asphaltschichten .....	16
2.6	Variabilitäten der Materialeigenschaften und Schichtdicken.....	20
2.6.1	Messwertanalyse.....	22
2.6.2	Statistische Kenngrößen zur Beschreibung der Variabilitäten der Kalibrierasphalte.....	31
2.6.3	Festlegung der Stichproben der Kalibrierasphalte.....	37
3	Anpassungsfaktoren.....	39
3.1	Deterministische Verfahrensweise .....	39
3.1.1	Schadenssummen und Anpassungsfaktoren.....	39
3.1.2	Gruppenbildung .....	41
3.2	Probabilistische Verfahrensweise .....	51
3.2.1	Ausfallwahrscheinlichkeiten und Anpassungsfaktoren .....	51
3.2.2	Gruppenbildung .....	53
3.3	Bewertung der Gruppierungsvarianten und Auswahl der Vorzugsvariante .....	60
4	Zusammenfassung.....	63

# 1 Einleitung

Seit dem Jahr 2009 ist mit den RDO Asphalt 09 (Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaues von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht) [FGSV09-1] eine Verfahrensweise, im technischen Regelwerk verankert, mit der Asphaltstraßenbefestigungen rechnerisch dimensioniert und somit einzelfallbezogen konstruktiv ausgebildet werden können. Bei diesem deterministischen Verfahren wird mittels rechnerischer Nachweise geprüft, ob für eine geplante Asphaltstraßenbefestigung eine adäquate konstruktive Ausbildung (Schichtdicken und Materialeigenschaften) vorliegt, die den prognostizierten Belastungen aus Temperatur und Verkehr innerhalb der angestrebten Nutzungsdauer hinreichend widersteht. Analog zur gängigen Praxis im konstruktiven Ingenieurbau wird das Bauwerk Straße demnach einzelfallbezogen, entsprechend der tatsächlich auftretenden Belastungen sowie unter Einbeziehung erforderlicher Sicherheiten dimensioniert. Die im System enthaltenen Sicherheiten werden dabei durch Sicherheitsbeiwerte abgebildet, welche anhand umfangreicher Kalibrierrechnungen ermittelt wurden. Die Kalibrierbedingungen umfassen dabei u.a. folgende Informationen:

- Asphalte für die Deck-, Binder- und Tragschicht sowie die zugehörigen und für das Verfahren notwendigen Materialeigenschaften (Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion, Ermüdungsfunktion)
- Achslastkollektiv bestehend aus definierten Achslastklassen und zugeordneten Häufigkeiten
- Temperaturbedingungen bestehend aus definierten Temperaturprofilen sowie den zugeordneten Häufigkeiten
- Ev2-Werte der ungebundenen Schichten gemäß den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO)
- Einhaltung der Dicke des frostsicheren Oberbaus

Darüber hinaus gehören auch die den Kalibrierrechnungen zugrunde gelegten Stoffmodelle (linear-elastisches Materialverhalten), die für die Beanspruchungsberechnungen genutzten Rechenmodelle (Mehrschichtentheorie) sowie das Verfahrenskonzept (deterministisch) zu den Kalibrierbedingungen.

Die Sicherheitsbeiwerte wurden dabei so festgelegt, dass für eine Asphaltstraßenbefestigung unter Verwendung der zuvor beschriebenen Kalibrierbedingungen, die Schichtdicken der RStO01 [FGSV01] ermittelt werden. Bei Veränderungen der Materialeigenschaften der Asphalte und ungebundenen Schichten, der Häufigkeitsverteilung der Achslastklassen und der Temperaturprofile sowie der Dicke des frostsicheren Oberbaus können somit andere, von den RStO01 [FGSV01] abweichende, Schichtdicken berechnet werden. Bei signifikanten Änderungen in der Verfahrensweise zur rechnerischen Dimensionierung von Asphaltstraßenbefestigungen bzw. der Kalibrierbedingungen müssen diese Sicherheitsbeiwerte jedoch durch erneute Kalibrierrechnungen angepasst werden.

Zu diesen signifikanten Änderungen zählt die Verwendung:

- eines probabilistischen Verfahrenskonzeptes,
- anderer/geänderter Kalibrierasphalte,
- anderer Temperaturprofile,
- anderer Stoffmodelle (z.B.: nicht-linear-elastisches Materialverhalten),
- anderer Rechenmodelle (z.B.: Finite-Elemente-Methode)

Die in den RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] beschriebene Verfahrensweise bezieht sich auf den Anwendungsfall der Dimensionierung neuer, sich noch im Planungsstadium befindender Asphaltstraßenbefestigungen. Für die Ermittlung der strukturellen Substanz (Ermittlung der verbleibenden Restnutzungsdauer) bestehender Asphaltstraßenbefestigungen kommen ähnliche Verfahrensweisen zum Einsatz, die in den Richtlinien zur Bewertung der strukturellen Substanz des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise (RSO Asphalt) [FGSV16-1] beschrieben werden. Zwei wesentliche Unterschiede zwischen beiden Verfahren bestehen darin, dass für die Substanzbewertung zum einen die Asphalteigenschaften an den vor Ort vorliegenden, eingebauten Asphalten ermittelt werden. Zum anderen werden im Gegensatz zur Dimensionierung die Befestigungsschichtdicken nicht als Zielgröße ermittelt, sondern in Abhängigkeit des vor Ort vorliegenden Befestigungsaufbaus konkret als Eingangswerte vorgegeben.

Unter der Voraussetzung, dass die o.g. Kalibrierbedingungen unverändert bleiben, ist für die Verfahrensweise der RSO Asphalt somit eine erneute Kalibrierung notwendig. Diese Notwendigkeit liegt in dem veränderten Sicherheitsniveau begründet. Während das Verfahren der Dimensionierung die Unsicherheiten, die bis hin zur Fertigstellung des Bauwerks eintreten können, möglichst adäquat abdecken soll, liegt bei

der Substanzbewertung ein reales Bauwerk mit weitaus geringen Unsicherheitsfaktoren vor. Darüber hinaus gelten die o.g. Bedingungen, unter denen eine erneute Kalibrierung durchzuführen ist, auch für die Verfahrensweise der RSO Asphalt 09 [FGSV09-1].

In den RSO Asphalt [FGSV16-1] sind vielfältige Forschungsergebnisse der letzten Jahre eingeflossen. Dies betrifft neben verbesserten Achslastkollektiven [UHL16], welche 20 statt 11 Achslastklassen berücksichtigen, auch die Verwendung detaillierterer Temperaturbedingungen [KAY07 und WELL08]. Darüber hinaus enthält die RSO Asphalt neben dem deterministischen sowie ein probabilistisches Berechnungskonzept [WELL13].

Beim probabilistischen Berechnungsverfahren werden die Variabilitäten (Schwankungen) der Material- und Konstruktionseigenschaften berücksichtigt und die strukturelle Substanz zusätzlich durch eine, am zu untersuchenden Befestigungsabschnitt, zu berechnende Ausfallwahrscheinlichkeit, gekennzeichnet.

## **1.1 Verfahrensweise zur Berechnung der Restnutzungsdauer gemäß RSO Asphalt**

Die Berechnung der Restnutzungsdauer einer vorhandenen Asphaltstraßenbefestigung kann gemäß den Richtlinien zur Bewertung der strukturellen Substanz des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise - RSO Asphalt [FGSV16-1] durch ein deterministisches sowie ein probabilistisches Berechnungsverfahren erfolgen. Während sich das deterministische Berechnungsverfahren an der deterministischen Verfahrensweise der Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht - RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] orientiert, bezieht sich das in den RSO Asphalt enthaltene probabilistische Konzept auf die im FE 04.0215/2008/AGB [WELL13] entwickelte Verfahrensweise.

Für beide Verfahrensweisen werden als Eingangsgrößen Informationen zur erwarteten Verkehrsbelastung (in Form von Achslastkollektiven = Achslasten und ihre Auftretenshäufigkeit) sowie zu den erwarteten Temperaturbedingungen (in Form von Temperaturprofilen und deren Auftretenshäufigkeit) benötigt. Für die vorhandenen Asphaltdecken müssen folgende Materialeigenschaften durch Laborversuche ermittelt werden.

- Ermüdungsfunktion nach TP Asphalt-StB, Teil 24 [FGSV16-4] an der untersten Asphaltlage jeder Schicht ohne Verbund zur darunter liegenden Schicht,
- Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion der Asphaltdeck- und Asphaltbinderschichten sowie für alle Lagen der Asphalttragschicht nach TP Asphalt-StB, Teil 26 [FGSV16-6],
- Schichtenverbund (TP Asphalt-StB, Teil 80) [FGSV12-2] zwischen den Schichten des zu bewertenden Asphaltüberbaus nach ZTV Asphalt-StB 07 [FGSV07]

Darüber hinaus wird die Dicke der Asphaltdecken in Form einer Dickenverteilung – ermittelt aus Dickenmesswerten – als Eingangsgröße benötigt.

Der wesentliche Unterschied zwischen dem deterministischen sowie dem probabilistischen Verfahren besteht im Informationsgehalt der material- und konstruktionsseitigen Eingangsgrößen (Ermüdungsfunktionen, Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen, Asphaltpaketdicken).

Beim deterministischen Verfahren werden der 10%-Mindestquantilwert aus der Dickenverteilung als maßgebende Gesamtdicke, sowie die Mittelwertfunktionen (Regressionsfunktionen) für die Zusammenhänge zwischen Ermüdungslastwechselzahlen und elastischen Anfangsdehnungen sowie zwischen Steifigkeitsmodulen und der Asphalttemperatur als maßgebende Kennwerte für die Prognose der Restnutzungsdauer herangezogen.

Beim probabilistischen Verfahren werden darüber hinaus auch die Dickenschwankungen, wie auch die Variabilität der Ermüdungslastwechselzahlen (Schwankungen bezogen auf die Ermüdungsfunktion) sowie die Variabilität der Steifigkeitsmoduln (Schwankungen bezogen auf die Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion) berücksichtigt.

Damit ist es möglich die Restnutzungsdauer anhand einer Ausfallwahrscheinlichkeit zu bestimmen. Die Ausfallwahrscheinlichkeit beschreibt dabei jenen Anteil der Straßenfläche, der gemäß der Schadenshypothese nach MINER als ausgefallen / strukturell geschädigt gilt. Dies ist der Fall, wenn die MINER-Summe den Wert Eins erreicht bzw. überschreitet.

Bei Anwendung des deterministischen Verfahrens können keine Aussagen zur Ausfallwahrscheinlichkeit getroffen werden.

Die Berücksichtigung von Dicken- und Materialeigenschaftsschwankungen erfordert sowohl spezielle, sich von der deterministischen Verfahrensweise unterscheidende, mathematische Modelle (siehe Kapitel 2.6.), wie auch unterschiedliche Sicherheitsfaktoren.

Letztere dienen dazu, die Ergebnisse der rechnerischen Verfahrensweisen für speziell definierte Randbedingungen an den Erfahrungen der RStO12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) [FGSV12-1] zu kalibrieren. Im Zuge dieser Kalibrierung werden die Ergebnisse unterschiedlicher Verfahrensweisen angepasst / harmonisiert.

Aufgrund dieser Anpassung der Berechnungsergebnisse wird der Sicherheitsbeiwert nachfolgend nur noch als Anpassungsbeiwert betrachtet und bezeichnet.

## 1.2 Zielstellung

Das Ziel dieses FuE-Projektes ist es, für die in den Richtlinien zur Bewertung der strukturellen Substanz des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise (RSO Asphalt) [FGSV16-1] beschriebenen Verfahren (deterministisches und probabilistisches Verfahren) zur Prognose der Restnutzungsdauer die notwendigen Anpassungsbeiwerte durch Harmonisierung mit / Anpassung an den Erfahrungen der RStO12 [FGSV12-1] in Verbindung mit den ZTV Asphalt-StB [FGSV07] zu ermitteln.

Dafür müssen

- die Randbedingungen für die Harmonisierung festgelegt,
- die Anpassungsbeiwerte für alle Bauweisen und Bauklassen der RStO12 [FGSV12-1] einschließlich des vollgebundenen Oberbaus ermittelt sowie
- diese Ergebnisse durch geeignete Darstellung / Klassifikation richtliniengerecht aufbereitet werden.

Dies gilt gleichermaßen für das deterministische, wie auch für das probabilistische Verfahrenskonzept.

Ein wesentlicher Bestandteil für das Festlegen der Harmonisierungsbedingungen ist die funktionale Beschreibung der in den RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] definierten Steifigkeitsmoduln für die maßgebenden Asphalte (Kalibrierasphalte der RDO Asphalt 09). Diese Steifigkeitsmoduln sollen dabei in Anlehnung an die TP Asphalt-StB Teile 24 und 26 [FGSV16-4, FGSV16-5] durch eine Sigmoidfunktion angenähert werden. Für das probabilistische Verfahrenskonzept ist es darüber hinaus notwendig, diesen Kalibrier-Sigmoidfunktionen entsprechende Stichproben (Quasi-Messwerte), aus denen die Variabilitäten abgeleitet werden können, zu hinterlegen. Dafür sind verschiedene Arbeitsschritte mit folgenden Zielstellungen notwendig:

- Definition der quantitativen Ausprägung der für die stochastische Modellierung der Variabilität erforderlichen statistischen Kenngrößen für die Kalibrierasphalte
- Festlegung der Kalibrierstichprobe jeweils für den Kalibrierasphalt der Asphaltdeck-, Asphaltbinde- und Asphalttragschicht, welche die zuvor ermittelten statistischen Kenngrößen aufweisen sowie den Kalibrier-Sigmoidfunktionen genügen.

## 2 Randbedingungen der Harmonisierung

Die Harmonisierung der Ergebnisse aus den rechnerischen Verfahrensweisen der RSO Asphalt mit den Erfahrungen der standardisierten Bauweisen (RStO) basiert auf fest definierten und nachfolgend erläuterten Harmonisierungsbedingungen.

### 2.1 Untersuchte Befestigungsvarianten

Im Rahmen dieses FuE-Projektes werden alle Bauweisen der Tafel 1 sowie die vollgebundenen Bauweisen mit Asphaltdecke der Tafel 4 (Zeile 1) der RStO analysiert. Zusätzlich dazu wird die Bauweise Zeile 5 der Tafel 1 der RStO (Asphalttragschicht auf Schotter- oder Kiestragschicht auf einer Schicht aus frostunempfindlichen Material) nochmals in Abhängigkeit der verwendeten ungebundenen Tragschichtart un-



terteilt. Die beiden Varianten werden nachfolgend als Zeile 5.1 (Bauweise mit Schottertragschicht) bzw. als Zeile 5.2 (Bauweise mit Kiestragschicht) bezeichnet.

## 2.2 Temperaturbedingungen

Die für die rechnerische Substanzprognose notwendigen Informationen zu thermischen Bedingungen umfassen

- die Temperaturzustände in den Asphaltsschichten der Befestigung (charakteristischen Temperaturprofile),
- eine Häufigkeitsverteilung dieser charakteristischen Temperaturprofile sowie
- die maßgebende Frosteindringung - charakterisiert durch die notwendige Dicke des frostsicheren Oberbaus.

### 2.2.1 Temperaturprofile

Die im Zuge der Berechnung der Restnutzungsdauer relevanten Temperaturbedingungen in den Asphaltsschichten können gemäß [KAY07, WELL08] durch 12 normierte charakteristische Temperaturprofile (Abbildung 1) abgebildet werden.

Diese normierten charakteristischen Temperaturprofile werden durch ein Polynom funktional beschrieben - Gleichung (1). Die Koeffizienten dieser Funktion sind in Tabelle 1 hinterlegt. Die Überführung der normierten charakteristischen Temperaturprofile in absolute Temperaturprofile erfolgt dabei nach dem Superpositionsprinzip - Gleichung (2).

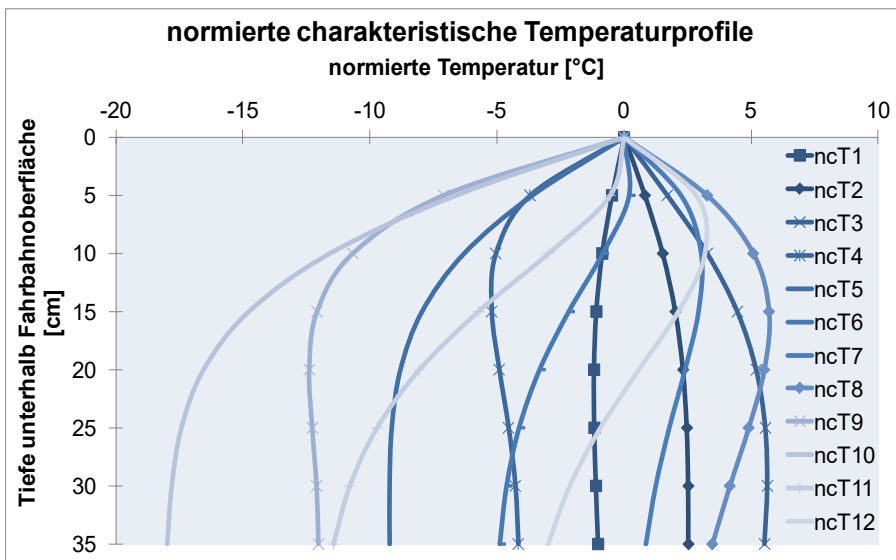


Abbildung 1 Normierte charakteristische Temperaturprofile [KAY07, WELL08]

$$\vartheta_N(z) = \begin{cases} k_5 \cdot |z|^5 + k_4 \cdot |z|^4 + \dots + k_1 \cdot |z| & \text{für } (z \leq 35\text{cm}) \\ \vartheta_N(35) & \text{für } (z > 35\text{cm}) \end{cases} \quad (1)$$

$$\vartheta(z) = \begin{cases} \vartheta_N(z) + \vartheta_{FO} & \text{für } (z \leq 35\text{cm}) \\ \vartheta_N(35) + \vartheta_{FO} & \text{für } (z > 35\text{cm}) \end{cases} \quad (2)$$

Mit:

- |                  |      |   |
|------------------|------|---|
| $\vartheta_N(z)$ | [°C] | normierte Asphalttemperatur in der Tiefe z unterhalb der Fahrbahnoberfläche       |
| $\vartheta(z)$   | [°C] | absolute Asphalttemperatur in der Tiefe z unterhalb der Fahrbahnoberfläche        |
| $\vartheta(35)$  | [°C] | absolute Asphalttemperatur in der Tiefe z = 35cm unterhalb der Fahrbahnoberfläche |
| $\vartheta_{FO}$ | [°C] | Temperatur der Fahrbahnoberfläche   |

z [cm] Tiefenposition innerhalb des Asphaltpaketes (Tiefe unterhalb der Fahrbahnoberfläche)  
 $k_i$  [-] Koeffizienten der Temperaturfunktion (Tabelle 1)

Temperaturprofil-ID	Koeffizienten $k_i$				
	$k_5 \cdot 10^{-8}$	$k_4 \cdot 10^{-5}$	$k_3 \cdot 10^{-4}$	$k_2 \cdot 10^{-4}$	$k_1 \cdot 10^{-4}$
ncT1	0	-0,15	0,75	13,80	-1.046,64
ncT2	0	0,20	-1,08	-16,73	1.772,06
ncT3	0	0,58	-3,88	10,90	3.484,09
ncT4	0	1,87	-19,32	711,20	-10.444,00
ncT5	0	0	-2,78	270,69	-8.695,53
ncT6	37	-4,99	25,42	-552,20	2.614,52
ncT7	0	-0,88	10,47	-435,71	6.431,31
ncT8	0	-0,18	5,65	-386,43	8.379,71
ncT9	0	2,14	-24,49	1.033,69	-18.776,82
ncT10	0	0	-4,72	468,62	-15.753,33
ncT11	63	-8,31	41,56	-864,89	2.282,53
ncT12	0	-1,88	20,71	-778,89	9.081,79

Tabelle 1 Koeffizienten der normierten charakteristischen Temperaturprofile

## 2.2.2 Temperaturhäufigkeiten

Die Fahrbahnoberflächentemperaturen werden in 13 Oberflächentemperaturklassen eingeteilt. Die Auftretenshäufigkeit der charakteristischen Temperaturprofile entspricht gemäß Gleichung (2) der Auftretenshäufigkeit der jeweiligen Oberflächentemperaturklasse. Diese Häufigkeiten sind regional unterschiedlich ausgeprägt und wurden in [WELL08] durch 5 klimainduzierten Straßentemperaturen-Zonen (KIST-Zonen) abgebildet. Eine weitergehende Detaillierung dieser in [WELL08] veröffentlichten KIST-Zonen wird aktuell im FE 89.0305/2015 "Erweiterte graphische Darstellung der KIST-Zonen für die RSO" ermittelt. Die Ergebnisse werden später im Arbeitspapier „Eingangsgrößen für die rechnerische Dimensionierung und Bewertung der strukturellen Substanz – Teil 2: Klima“ [FGSV16-2] eingebunden. Für die Harmonisierungsrechnungen dieses FuE-Projektes wurde eine Häufigkeitsverteilung verwendet (Tabelle 2), die den mittleren Häufigkeiten der in [WELL08] ausgearbeiteten 5 Temperaturzonen entspricht.

$\vartheta_{FO}$ [°C]	Häufigkeiten [%] - gemittelt über 5 Zonen											
	ncT1	ncT2	ncT3	ncT4	ncT5	ncT6	ncT7	ncT8	ncT9	ncT10	ncT11	ncT12
-12,5	0,04	0,40	0,02									
-7,5	0,44	1,78	0,08									
-2,5	2,20	5,80	0,36	0,02			0,04					
2,5	5,46	9,90	0,86	0,08	0,02	0,08	0,18	0,04				
7,5	5,48	7,86	1,30	0,24	0,10	0,20	0,40	0,14				
12,5	3,56	5,50	2,16	0,44	0,26	0,32	0,54	0,34				0,04
17,5	2,42	4,40	2,80	0,62	0,50	0,52	0,84	0,66	0,02		0,04	0,10
22,5	1,68	2,48	2,04	0,96	0,74	0,74	0,96	0,98	0,08	0,04	0,12	0,20
27,5	0,82	0,82	0,68	1,22	1,08	0,86	0,60	0,86	0,12	0,14	0,24	0,34
32,5	0,18	0,12	0,08	0,96	1,16	0,62	0,18	0,34	0,26	0,30	0,40	0,38
37,5				0,42	0,76	0,26		0,04	0,36	0,50	0,52	0,20
42,5				0,10	0,28	0,06			0,32	0,74	0,46	0,04
47,5					0,06				0,16	1,06	0,28	

Tabelle 2 Auftretenshäufigkeiten der Oberflächentemperaturklassen in Abhängigkeit der normierten charakteristischen Temperaturprofilen – gemittelt über alle Temperaturzonen

## 2.2.3 Frostsicherer Oberbau

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus wurde in Anlehnung an die Vorgaben der RStO12 in Abhängigkeit der jeweiligen Belastungsklassen festgelegt. Die Dicken gemäß Tabelle 3 wurden so gewählt, dass für alle untersuchten Bauweisen die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Mindestdicken der ungebundenen Befestigungsschichten (Tabelle 8 der RStO12) eingehalten werden.

Belastungsklasse	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
Dicke des frostsicheren Oberbaus	85 cm	75 cm	65 cm

Tabelle 3 Dicke des frostsicheren Oberbaus

## 2.3 Verkehrsbelastungen

Die relevanten Verkehrsbelastungen werden durch eine Achslastverteilung sowie durch Vorgabe Belastungsklassenspezifischer Achsübergänge in die Berechnungen eingebunden.

### 2.3.1 Achslastverteilung

Die für die Harmonisierungsrechnungen relevante Achslastverteilung entspricht der Achslastverteilung „Fernverkehr“ auf Bundesautobahnen [FGSV16-3] und besteht aus 20 Achslastklassen mit einer Klassenbreite von einer Tonne sowie entsprechend zugeordneten Häufigkeiten (Tabelle 4).

Achslastklasse [t]	Häufigkeit [%]
0 – 1	0,2975
1 – 2	2,7356
2 – 3	9,5799
3 – 4	11,9218
4 – 5	11,9964
5 – 6	14,4415
6 – 7	17,1911
7 – 8	13,5602
8 – 9	7,5427
9 – 10	4,0332
10 – 11	2,8313
11 – 12	2,0384
12 – 13	1,1347
13 – 14	0,4792
14 – 15	0,1581
15 – 16	0,0452
16 – 17	0,0100
17 – 18	0,0023
18 – 19	0,0006
19 – 20	0,0003

Tabelle 4 Achslastklassen und zugeordnete Häufigkeiten

Der aus dieser Achslastverteilung resultierende Lastkollektivquotient beträgt  $q_{Bm} = 0,3634$ .

### 2.3.2 Achsübergänge

Die Achsübergänge, die den Harmonisierungsrechnungen zur Ermittlung der Anpassungsfaktoren zugrunde gelegt werden, orientieren sich jeweils an der oberen Belastungsgrenze jeder Belastungsklasse (gemäß RStO 12). Die Umrechnung der maximal zulässigen B-Zahlen (äquivalenten 10-t Achsübergänge) in allgemeine Achsübergänge erfolgt gemäß Gleichung (3).

$$DTA^{(SV)} = \frac{B}{365 \cdot f_z \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot q_{Bm} \cdot 30} \quad (3)$$

Mit:

$DTA^{(SV)}$  [-] durchschnittlich tägliche Achsübergänge des Schwerverkehrs

B [-] B-Zahl gemäß RStO12

$q_{Bm}$  [-] Lastkollektivquotient

$f_i$  [-] Faktoren ( $f_z$  = Zuwachsfaktor,  $f_1$  = Fahrstreifenfaktor,  $f_2$  = Fahrstreifenbreitenfaktor,  $f_3$  = Höchstlängsneigungsfaktor)

Die Faktoren  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  wurden mit dem Wert 1,0 angenommen. Der Lastkollektivquotient entspricht dem Wert der zugrunde liegenden Achslastverteilung ( $q_{Bm} = 0,3634$ ).

Der jährlich Zuwachs des Verkehrsaufkommens wurde mit 0% angesetzt ( $f_z = 1,0$ ).

Unter diesen Annahmen ergeben sich die in Tabelle 5 dargestellten Achsübergänge (AÜ) für einen Nutzungszeitraum von  $N=30$  Jahre ( $AÜ = B/q_{Bm}$ ) je Belastungsklasse.

Belastungs- klasse	B-Zahl obere Grenze der Belastungsklasse	Achsübergänge (AÜ) obere Grenze
Bk100	100.000.000	275.155.132
Bk32	32.000.000	88.049.642
Bk10	10.000.000	27.515.513
Bk3,2	3.200.000	8.804.964
Bk1,8	1.800.000	4.952.792
Bk1,0	1.000.000	2.751.551
Bk0,3	300.000	825.465

Tabelle 5 Obere Grenzen der B-Zahl (äquivalente 10-t Achsübergänge) je Belastungsklasse sowie daraus resultierende gesamten Achsübergänge (AÜ) bei einem Lastkollektivquotient von  $q_{Bm}=0,3634$

## 2.4 Befestigungsschichtdicken

Die Dicken der einzelnen Befestigungsschichten, für die in die Untersuchungen einzubeziehenden Bauweisen (Kapitel 2.1), entsprechen für alle ungebundenen und hydraulisch gebundenen Schichten den Dicken der RStO12 [FGSV12-1]. Für die Schichtdicken der Asphalttschichten wird im Zuge der Ermittlung der Anpassungsfaktoren für die RSO Asphalt [FGSV16-1] eine Reduzierung um die gemäß ZTV Asphalt-StB [FGSV07] zulässigen Toleranzen von 10% bezogen auf das gesamte Asphaltpaket vorgenommen. Für die Harmonisierungsrechnungen werden die zulässigen Minderdicken nur auf die Asphalttragschicht umgelegt und durch Erhöhung der Dicke der Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichen Material, zum Erreichen der vorgegebenen frostsicheren Dicke des Oberbaus (gemäß Tabelle 3), ausgeglichen. Diese Vorgehensweise ist beispielhaft in Abbildung 2 dargestellt.

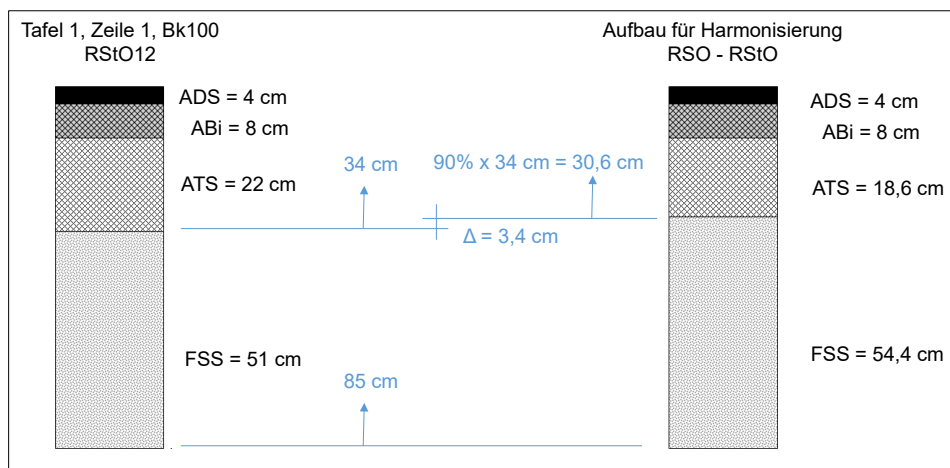


Abbildung 2 Schichtdickenreduzierung des Asphaltoberbaus um 10% in der Asphalttragschicht und Ausgleich der Minderdicke in der Frostschuttschicht

Die sich so ergebenden Schichtdicken (in mm) für die betrachteten Bauweisen sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tafel 1, Zeile 1 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	220	180	140	120	160	140	100
Dicke Asphalt	<u>340</u>	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>180</u>	<u>140</u>
FSS	510	550	590	530	550	570	510
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	306	270	234	198	180	162	126
Dickendifferenz	-34	-30	-26	-22	-20	-18	-14
ATS_neu	<u>186</u>	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>98</u>	<u>140</u>	<u>122</u>	<u>86</u>
FSS	544	580	616	552	570	588	524
Tafel 1, Zeile 2.1 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40				
ABS	80	80	80				
ATS-RStO	140	100	80				
Dicke Asphalt	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>				
HGT	150	150	150				
FSS	440	480	500				
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850				
90% von Dicke Asphalt	234	198	180				
Dickendifferenz	-26	-22	-20				
ATS_neu	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>60</u>				
FSS	466	502	520				
Tafel 1, Zeile 2.2 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	180	140	100	100	120	100	100
Dicke Asphalt	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>160</u>	<u>140</u>	<u>140</u>
HGT	150	150	150	150	150	150	150
SfM	400	440	480	400	440	460	360
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	270	234	198	180	144	126	126
Dickendifferenz	-30	-26	-22	-20	-16	-14	-14
ATS_neu	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>104</u>	<u>86</u>	<u>86</u>
FSS	430	466	502	420	456	474	374
Summe_fsOB	850	850	850	750	750	750	650
Tafel 1, Zeile 2.3 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	180	140	100	100	120	100	100
Dicke Asphalt	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>160</u>	<u>140</u>	<u>140</u>
HGT	200	200	200	200	150	150	150
SfM	350	390	430	350	440	460	360
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	270	234	198	180	144	126	126
Dickendifferenz	-30	-26	-22	-20	-16	-14	-14
ATS_neu	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>104</u>	<u>86</u>	<u>86</u>
FSS	380	416	452	370	456	474	374
Tafel 1, Zeile 3 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	180	140	100	100	120	100	80
Dicke Asphalt	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>160</u>	<u>140</u>	<u>120</u>

Tabelle 6 Schichtdicken der für die Bestimmung der Anpassungsfaktoren zur Harmonisierung der RSO und RStO 12 gewählten Befestigungsvarianten

STS	150	150	150	150	150	150	150
FSS	400	440	480	400	440	460	380
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	270	234	198	180	144	126	108
Dickendifferenz	-30	-26	-22	-20	-16	-14	-12
ATS_neu	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>104</u>	<u>86</u>	<u>68</u>
FSS	430	466	502	420	456	474	392
Tafel 1, Zeile 4 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	180	140	100	100	120	100	80
Dicke Asphalt	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>160</u>	<u>140</u>	<u>120</u>
KTS	200	200	200	200	200	200	200
FSS	350	390	430	350	390	410	330
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	270	234	198	180	144	126	108
Dickendifferenz	-30	-26	-22	-20	-16	-14	-12
ATS_neu	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>104</u>	<u>86</u>	<u>68</u>
FSS	380	416	452	370	406	424	342
Tafel 1, Zeile 5.1 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	180	140	100	100	120	100	80
Dicke Asphalt	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>160</u>	<u>140</u>	<u>120</u>
STS	300	300	300	300	300	300	250
SfM	250	290	330	250	290	310	280
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	270	234	198	180	144	126	108
Dickendifferenz	-30	-26	-22	-20	-16	-14	-12
ATS_neu	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>104</u>	<u>86</u>	<u>68</u>
SfM	280	316	352	270	306	324	292
Tafel 1, Zeile 5.2 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60			
ATS-RStO	180	140	100	100	120	100	80
Dicke Asphalt	<u>300</u>	<u>260</u>	<u>220</u>	<u>200</u>	<u>160</u>	<u>140</u>	<u>120</u>
KTS	400	400	400	400	300	300	300
SfM	150	190	230	150	290	310	230
Dicke frostsicherer Oberbau	850	850	850	750	750	750	650
90% von Dicke Asphalt	270	234	198	180	144	126	108
Dickendifferenz	-30	-26	-22	-20	-16	-14	-12
ATS_neu	<u>150</u>	<u>114</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>104</u>	<u>86</u>	<u>68</u>
FSS	180	216	252	170	306	324	242
Tafel 4, Zeile 1 RStO12	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
ADS	40	40	40	40	40	40	40
ABS	80	80	80	60	60		
ATS-RStO	340	300	260	260	240	260	220
Dicke Asphalt	<u>460</u>	<u>420</u>	<u>380</u>	<u>360</u>	<u>340</u>	<u>300</u>	<u>260</u>
90% von Dicke Asphalt	414	378	342	324	306	270	234
Dickendifferenz	-46	-42	-38	-36	-34	-30	-26
ATS_neu	150	114	78	80	104	86	68
FSS	180	216	252	170	306	324	242

Tabelle 6 Schichtdicken der für die Bestimmung der Anpassungsfaktoren zur Harmonisierung der RSO und RStO 12 gewählten Befestigungsvarianten (Fortsetzung)

## 2.5 Materialeigenschaften

Für die Ermittlung der Anpassungsfaktoren zur Harmonisierung der Berechnungsergebnisse zwischen denen der Verfahrensweisen gemäß den RSO Asphalt [FGSV16-1] sowie den Befestigungsschichtdicken der RStO [FGSV12-1] (abzüglich der zulässigen Toleranzen gemäß den ZTV Asphalt-StB [FGSV07]) müssen die den Berechnungen zugrunde liegenden Materialeigenschaften definiert werden.

### 2.5.1 Schichten ohne Bindemittel und Boden

Für die Schichten ohne Bindemittel sowie den Boden wurden abhängig von den unterschiedlichen untersuchten Bauweisen der RStO [FGSV12-1] die in Tabelle 7 dargelegten Materialeigenschaften festgelegt:

### 2.5.2 Schichten mit hydraulischen Bindemitteln

Zu den Schichten mit hydraulischen Bindemitteln gehören Verfestigungen sowie hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT). Beiden Schichten werden, aufgrund fehlender detaillierter Informationen, gleiche Eigenschaften zugeordnet. Diese orientieren sich an den Werten der RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] und sind der Tabelle 7, Zeile 8 zu entnehmen.

	Schichtart	Zeile lt. RStO 12	Schichtmodul Grenzen gemäß RSO [N/mm <sup>2</sup> ]	Schichtmodul gewählt für Harmonisierung [N/mm <sup>2</sup> ]	Hinweise zum gewählten Schichtenmodul	Querdehnzahl [-]
1	Schicht aus frostunempfindlichen Material (weit- oder intermittierend gestuft)	2.2	100 bis 150	100	keine Anforderungen an Tragfähigkeit	0,5
2	Schicht aus frostunempfindlichen Material (enggestuft)	2.3	50 bis 100	50	keine Anforderungen an Tragfähigkeit	0,5
3	Schicht aus frostunempfindlichen Material	5		75	Mittelwert aus 1 und 2, da Zusammensetzung nicht definiert	0,5
4	FSS nach den ZTV SoB-StB	1, 2.1, 3, 4	150 bis 200	150	auch für ungebrochenen Baustoffgemisch gültig	0,5
5	Kiestragschichten nach den ZTV SoB-StB	3, 5	150 bis 250	200		0,5
6	Schottertragschichten nach den ZTV SoB-StB	4, 5	250 bis 400	325		0,5
7	Boden	1 bis 5	> 45	45		0,5
8	HGT / Verfestigung	2.1 bis 2.3	2.000	2.000		0,25

Tabelle 7 Materialeigenschaften für ungebundene Schichten (SoB), Böden und Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln



### 2.5.3 Asphalt-schichten

Die Asphalte der unterschiedlichen Asphalt-schichten werden durch folgende Materialeigenschaften charakterisiert:

- Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion der Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht
- Ermüdungsfunktion der Asphalttragschicht
- Querdehnzahl der Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht

Die Querdehnzahl wird in Anlehnung an die RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] unabhängig von der Asphalt-schicht konstant mit 0,35 bei den Berechnungen in Ansatz gebracht.

#### 2.5.3.1 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen

Die für die Harmonisierungsberechnungen erforderlichen Asphalte der Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht entsprechen den Kalibrierasphalten der RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] (siehe Tabelle 8).

Temperatur	Frequenz	Steifigkeitsmodul		
		Asphalttragschicht [N/mm <sup>2</sup> ]	Asphaltbinderschicht [N/mm <sup>2</sup> ]	Asphaltdeckschicht [N/mm <sup>2</sup> ]
-20	10	26.720	30.473	26.319
-15	10	24.464	29.449	24.664
-10	10	21.103	27.876	22.196
-5	10	17.853	25.502	19.172
0	10	15.109	22.214	16.255
5	10	12.811	18.913	13.443
10	10	10.725	15.729	10.729
15	10	8.637	12.655	8.111
20	10	6.481	9.686	5.581
25	10	4.377	6.817	3.425
30	10	2.592	4.124	2.119
35	10	1.425	2.402	1.332
40	10	1.011	1.424	850
45	10	1.003	858	550
50	10	327	525	360

Tabelle 8 Temperaturabhängige Steifigkeitsmoduln der Kalibrierasphalte der Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht gemäß den RDO Asphalt 09 [FGSV09-1]

Für die Berechnungen mit den Verfahrensweisen der RSO Asphalt [FGSV16-1] müssen diese temperaturabhängigen Steifigkeitsmoduln funktional beschrieben werden. Die Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion wird im Rahmen dieses FuE-Projektes in Anlehnung an die in der TP Asphalt-StB Teile 24 und 26 [FGSV16-4, FGSV16-5] beschriebene Verfahrensweise ermittelt.

$$|\hat{E}| = |E|_{\min} + \frac{|E|_{\max} - |E|_{\min}}{1 + e^{(b_1 \cdot x^* + b_0)}} \quad (4)$$

$$x^* = \log_{10} \left( e^{m \cdot \left( \frac{1}{\vartheta + 273,15} - \frac{1}{\vartheta_R + 273,15} \right)} \cdot f \right) \quad (5)$$

Mit:

$|\hat{E}|$  [N/mm<sup>2</sup>] Steifigkeitsmodul (Betrag des komplexen E-Moduls)

$|E|_{\min}$  [N/mm<sup>2</sup>] Grenzwert des Steifigkeitsmoduls bei sehr hohen Temperaturen und/oder niedrigen Frequenzen

---

$ E _{\max}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	Grenzwert des Steifigkeitsmoduls bei sehr niedrigen Temperaturen und/oder hohen Frequenzen
$m, b_0, b_1$	[-]	Materialparameter
$\vartheta$	[°C]	Temperatur für den gesuchten, zu berechnenden Steifigkeitsmodul
$\vartheta_R$	[°C]	Referenztemperatur (Temperatur, für welche die Masterfunktion zu bestimmen ist) $\vartheta_R = 20^\circ\text{C}$
$f$	[Hz]	Belastungsfrequenz

Für die Beschreibung der Variabilität der Steifigkeitsmoduln (Schwankungen der Steifigkeiten um die Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion) und somit für die Anwendung der probabilistische Verfahrensweisen zur Bestimmung der Restnutzungsdauer sind linearisierte funktionale Zusammenhänge notwendig [WELL13].

Die linearisierte Form der Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion ergibt sich durch Umstellen der Gleichungen (4) und (5).

$$b_1 \cdot x^* + b_0 = \ln \left( \frac{|E|_{\max} - |E|_{\min}}{|\hat{E}| - |E|_{\min}} - 1 \right) \quad (6)$$

$$x^* = \frac{m \cdot \left( \frac{1}{\vartheta + 273,15} - \frac{1}{\vartheta_R + 273,15} \right) + \ln(f)}{\ln 10} \quad (7)$$

$$\ln \left( \frac{|E|_{\max} - |E|_{\min}}{|\hat{E}| - E_{\min}} - 1 \right) = b_1 \cdot \frac{m \cdot \left( \frac{1}{\vartheta + 273,15} - \frac{1}{\vartheta_R + 273,15} \right)}{\ln(10)} + b_1 \cdot \frac{\ln(f)}{\ln(10)} + b_0 \quad (8)$$

Durch Substitution einzelner Terme der Gleichung (8) durch die Gleichungen (9) bis (11) ergibt sich die linearisierte Form der Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion - Geradengleichung (12).

$$Y_E = \ln \left( \frac{|E|_{\max} - |E|_{\min}}{|\hat{E}| - |E|_{\min}} - 1 \right) \quad (9)$$

$$b_2 = b_1 \cdot m \quad (10)$$

$$x_2^* = \frac{\left( \frac{1}{T + 273,15} - \frac{1}{T_R + 273,15} \right)}{\ln(10)} \quad (11)$$

$$x_1^* = \frac{\ln(f)}{\ln(10)}$$

$$Y_E = b_2 \cdot x_2^* + b_1 \cdot x_1^* + b_0 \quad (12)$$

Die Modellparameter  $m$ ,  $b_0$  und  $b_1$  müssen aus Stichproben (Laboruntersuchungen) mit temperatur- und frequenzabhängigen Steifigkeitsmoduln durch Regressionsrechnung ermittelt werden. Dies setzt voraus, dass die Grenzmoduln bekannt sind bzw. ebenfalls aus den Laboruntersuchungen (unter Nutzung des temperaturabhängigen Phasenwinkels) abgeleitet werden können.

Da für die Kalibrierasphalte keine Stichprobe mit frequenzabhängigen Steifigkeitsmoduln sowie temperaturabhängigen Phasenwinkel vorliegt, ist die Bestimmung der Grenzmodule und somit letztlich auch die Bestimmung der Modellparameter mittels Regressionsrechnung nicht möglich.

Um dennoch die in den RDO Asphalt 09 aufgeführten temperaturabhängigen Steifigkeitsmoduln für die Kalibrierasphalte (Tabelle 8) durch eine Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion gemäß Gleichung (4) bzw. (8) zu approximieren, wurde der für die Temperatur-Frequenz-Äquivalenz maßgebende Parameter  $m$  mit  $m = 25.000$  festgelegt.

Der Grenzmodul  $|E|_{\min}$ , der die Steifigkeit des Asphalts bei sehr hohen Temperaturen und/oder sehr niedrigen Frequenzen beschreibt, kann im Zugbereich den Wert Null erhalten [WELL13]. Die übrigen Parameter  $b_0$ ,  $b_1$  und  $|E|_{\max}$  wurden durch Anpassung der Funktion (4) an die Stichproben aus Tabelle 8 mittels Ausgleichsrechnungen bestimmt.

Die angepassten Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen für die Kalibrierasphalte sowie zugehörigen Materialparameter sind in Tabelle 9 und in Abbildung 3 bis Abbildung 5 dargestellt.

Kalibrierasphalt der ...	$ E _{\max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$ E _{\min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$b_0$ [-]	$b_1$ [-]	$m$ [-]
... Deckschicht	27.830	0	2,3571	-0,7476	25.000
... Bindschicht	31.308	0	1,8773	-0,7860	25.000
... Tragschicht	29.053	0	2,2713	-0,6706	25.000

Tabelle 9 Parameter der Regressionsfunktionen der Kalibrierasphalte

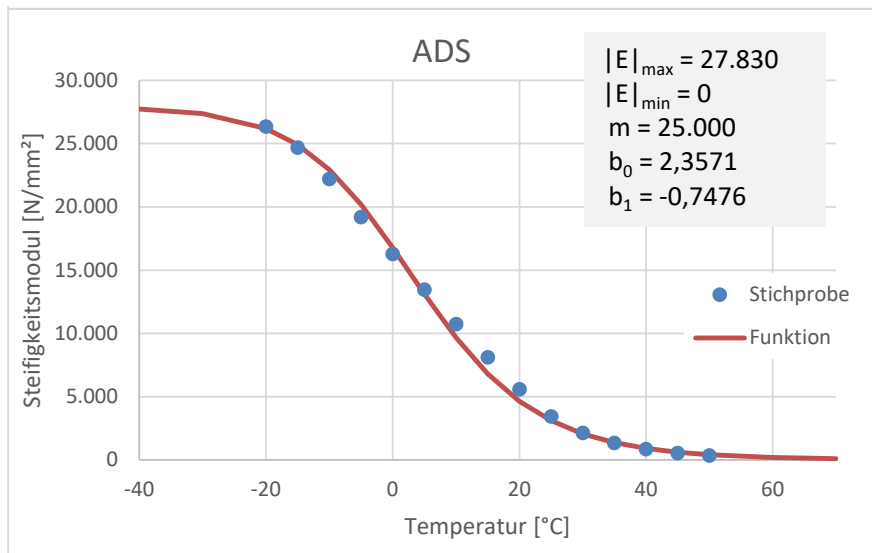


Abbildung 3 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen sowie zugehörige Stichproben gemäß Tabelle 8 für den Kalibrierasphalt der Asphalttragschicht

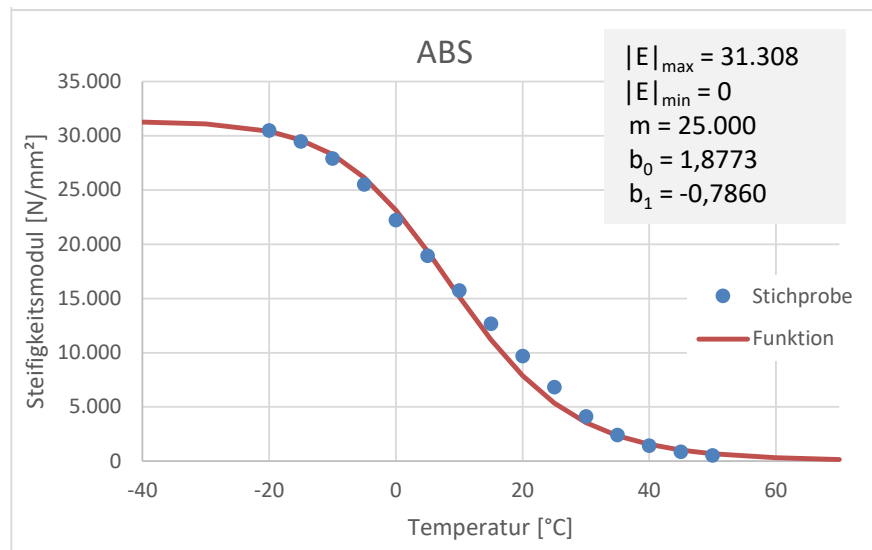


Abbildung 4 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen sowie zugehörige Stichproben gemäß Tabelle 8 für den Kalibrierasphalt der Asphaltbinderschicht

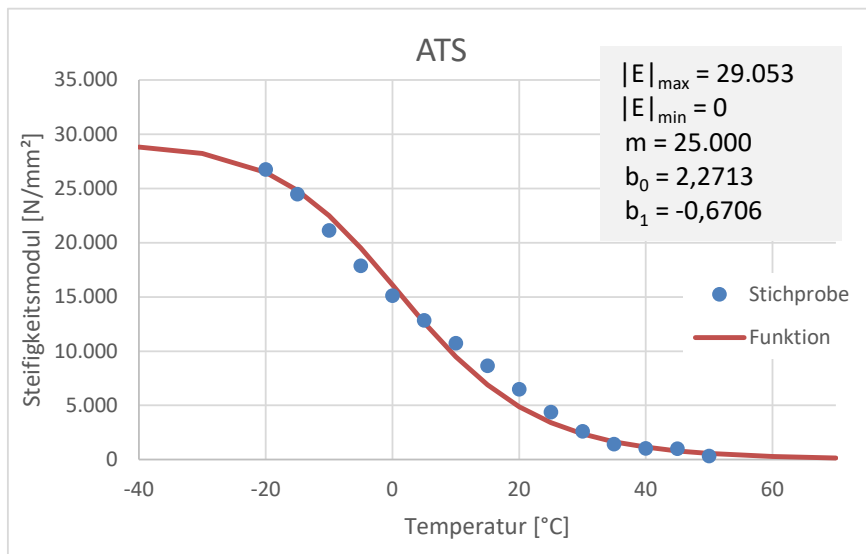


Abbildung 5 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen sowie zugehörige Stichproben gemäß Tabelle 8 für den Kalibrierasphalt der Asphaltdeckschicht

### 2.5.3.2 Ermüdungsfunktion

Die Ermüdungsfunktion des Kalibrierasphaltes der Asphalttragschicht aus den RDO Asphalt 09 [FGSV09-1] lautet:

$$\hat{N} = c_1 \cdot \varepsilon^{c_2} \quad (13)$$

Mit:

$\hat{N}$	[-]	Anzahl der Lastwechsel bis zum Makroriss bezogen auf einen definierten Beanspruchungszustand (Ermüdungslastwechselzahl)
$\varepsilon$	[‰]	Horizontaldehnung
$c_1, c_2$	[-]	Materialparameter

Mit den zugehörigen Materialparametern:

$$c_1 = 2,8283$$

$$c_2 = -4,194$$

Die linearisierte Form der Ermüdungsfunktion lautet:

$$\ln(\hat{N}) = \ln(c_1) + c_2 \cdot \ln(\varepsilon) \quad (14)$$

Durch Substitution von  $\ln(\hat{N}) = Y_N$ ,  $\ln(c_1) = c$  und  $\ln(\varepsilon) = \varepsilon^*$  ergibt sich folgende allgemeine Schreibweise der linearisierten Ermüdungsfunktion:

$$Y_N = c + c_2 \cdot \varepsilon^* \quad (15)$$

Mit den zugehörigen Modellparametern:

$$c = 1,03968$$

$$c_2 = -4,194$$

## 2.6 Variabilitäten der Materialeigenschaften und Schichtdicken

Durch die probabilistische Verfahrensweise der RSO Asphalt [FGSV16-1] können Variabilitäten der Materialeigenschaften sowie der Schichtdicken bei der Berechnung der Restnutzungsdauer berücksichtigt werden. Bei den Materialeigenschaften werden gemäß den RSO Asphalt derzeit lediglich die Variabilitäten der Steifigkeitsmoduln der verwendeten Asphalte sowie die Variabilität der Ermüdungslastwechselzahlen der Asphalttragschicht berücksichtigt. Gemäß [WELL13] kann die Variabilität von unabhängigen Einzelwerten (z.B. Schwankungen der Schichtdicke) durch Toleranzintervalle bzw. die Variabilität von abhängigen Einzelwerten (z.B. Schwankungen der temperaturabhängigen Steifigkeitsmoduln) durch simultane Toleranzintervalle berücksichtigt werden. Beide stochastischen Modelle sind in den nachfolgenden Gleichungen (16) bis (18) in linearisierter Form dargestellt.

Toleranzintervalle zur Beschreibung der Schichtdickenschwankung:

$$TI = \bar{d} \pm s \cdot \frac{2(n_D - 1)}{2(n_D - 1) - (q_{sNV,\alpha})^2} \cdot \left( q_{sNV, \frac{1-p}{2}} + \frac{q_{sNV,\alpha}}{\sqrt{2(n_D - 1)}} \cdot \sqrt{\frac{2(n_D - 1)}{n_D} + \left( q_{sNV, \frac{1-p}{2}} \right)^2 - \frac{(q_{sNV,\alpha})^2}{n_D}} \right) \quad (16)$$

Mit:

TI	[cm]	Toleranzintervall
s	[cm]	Standardabweichung der Dickenmesswerte
$\bar{d}$	[cm]	Mittelwert der Dickenmesswerte
$n_D$	[-]	Anzahl der Dickenmesswerte (Stichprobenumfang)
$q_{sNV}$	[-]	Quantile der Standardnormalverteilung für unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten
$\alpha$	[-]	Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha=10\%$
p	[-]	Wahrscheinlichkeit, für die das Toleranzintervall bestimmt werden soll

Simultanes Toleranzintervall zur Beschreibung der Schwankung der temperaturabhängigen Steifigkeitsmoduln:

$$sTI_E = Y_E \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_E} (y_{E,i} - Y_E)^2}{n_E - 2}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n_E} + \frac{(x^* - \bar{x}^*)^2}{\sum_{i=1}^{n_E} (x_i^* - \bar{x}^*)^2}} \cdot \begin{cases} \sqrt{2F_{2,n_E-2,2 \cdot (1-p)}} & \text{für } p \geq 0,5 \\ -\sqrt{2F_{2,n_E-2,p}} & \text{für } p < 0,5 \end{cases} \quad (17)$$

Mit:

$sTI_E$	[-]	simultanes Toleranzintervall für die Steifigkeit
$Y_E$	[-]	Regresswert der linearisierten Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion – siehe Gleichungen (9) und (12)
$y_{E,i}$	[-]	linearisierte Messwerte der Steifigkeitsmodule - Linearisierung gemäß Gleichung (9)
$n_E$	[-]	Anzahl der Messwerte der Steifigkeitsmodule (Stichprobenumfang)
$F_{2,n_E-2,p}$	[-]	Quantile der Fisherverteilung mit den Freiheitsgraden 2 und $n_E-2$ für eine Wahrscheinlichkeit p
$F_{2,n_E-2,2 \cdot (1-p)}$	[-]	Quantile der Fisherverteilung mit den Freiheitsgraden 2 und $n_E-2$ für eine Wahrscheinlichkeit $2 \cdot (1-p)$
$x^*$	[-]	Stelle (linearisierte Temperatur-Frequenz-Kombination), an der das simultane Toleranzintervall bestimmt wird – Berechnung gemäß Gleichung (7)
$x_i^*$	[-]	linearisierte Temperatur-Frequenz-Kombination der Stichprobenelemente i – Berechnung gemäß Gleichung (7)
$\bar{x}^*$	[-]	Mittelwert der $x_i^*$ - Werte aller Stichprobenelemente i – siehe Gleichung (21)
p	[-]	Wahrscheinlichkeit, für die das simultane Toleranzintervall bestimmt werden soll

Simultanes Toleranzintervall zur Beschreibung der Schwankung der dehnungsabhängigen Ermüdungslastwechselzahlen:

$$sTI_N = Y_N \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_N} (y_{N,i} - Y_N)^2}{n_N - 2}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n_N} + \frac{(\varepsilon^* - \bar{\varepsilon}^*)^2}{\sum_{i=1}^{n_N} (\varepsilon^*_i - \bar{\varepsilon}^*)^2}} \cdot \begin{cases} \sqrt{2F_{2, n_N - 2, 2 \cdot (1-p)}} & \text{für } p \geq 0,5 \\ -\sqrt{2F_{2, n_N - 2, p}} & \text{für } p < 0,5 \end{cases} \quad (18)$$

Mit:

$sTI_N$	[-]	simultanes Toleranzintervall für die Ermüdungslastwechsel
$Y_N$	[-]	Regresswert der linearisierten Ermüdungsfunktion - siehe Gleichung (15)
$y_{N,i}$	[-]	linearisierte Messwerte der Ermüdungslastwechselzahlen – Linearisierung durch Logarithmieren der Laswechselzahlen
$n_N$	[-]	Anzahl der Messwerte der Ermüdungslastwechselzahlen (Stichprobenumfang)
$F_{2, n_N - 2, p}$	[-]	Quantile der Fisherverteilung mit den Freiheitsgraden 2 und $n_N - 2$ für eine Wahrscheinlichkeit $p$
$F_{2, n_N - 2, 2 \cdot (1-p)}$	[-]	Quantile der Fisherverteilung mit den Freiheitsgraden 2 und $n_N - 2$ für eine Wahrscheinlichkeit $2 \cdot (1-p)$
$\varepsilon^*$	[-]	Stelle (linearisierte Dehnung) an der das simultane Toleranzintervall bestimmt wird – Berechnung durch Logarithmieren des betrachteten Dehnungswertes
$\varepsilon^*_i$	[-]	linearisierte Dehnung der Stichprobenelemente $i$ – Berechnung durch Logarithmieren der Dehnungswerte der Stichprobe
$\bar{\varepsilon}^*$	[-]	Mittelwert der $\varepsilon^*_i$ - Werte aller Stichprobenelemente $i$ – Gleichung (21)
$p$	[-]	Wahrscheinlichkeit, für die das simultane Toleranzintervall bestimmt werden soll

Aus den Gleichungen (16) bis (18) ist erkennbar, dass die Toleranzintervalle bzw. die simultanen Toleranzintervalle von folgenden, aus Messwerten abzuleitenden statistischen Kenngrößen, abhängig sind.

- Standardabweichung der Asphaltmengen – Berechnung gemäß Gleichung (19)
- Standardabweichung der Residuen (Differenzen zwischen den linearisierten gemessenen Ermüdungslastwechselzahlen und den berechneten Ermüdungslastwechselzahlen der linearisierten Ermüdungsfunktion; Differenzen zwischen den linearisierten gemessenen Steifigkeitsmoduln und den berechneten Steifigkeitsmoduln der linearisierten Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion) – Berechnung gemäß Gleichung (20)
- Mittelwert der unabhängigen Variable (linearisierte elastische Anfangsdehnungen aus den Ermüdungsversuchen; linearisierte Temperatur-Frequenz-Kombination aus den Versuchen zur Bestimmung der Asphaltsteifigkeitsmoduln) – Berechnung gemäß Gleichung (21)
- Summe der quadrierten Abweichungen der unabhängigen Variable von ihrem Mittelwert (z.B. logarithmierte elastische Anfangsdehnungen aus den Ermüdungsversuchen) – Berechnung gemäß Gleichung (22)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_D} (d_i - \bar{d})^2}{n_D - 2}} \quad (19)$$

$$\hat{\sigma}_{R,E} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_E} (y_{E,i} - Y_E)^2}{n_E - 2}} \quad \text{bzw.} \quad \hat{\sigma}_{R,N} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_N} (y_{N,i} - Y_N)^2}{n_N - 2}} \quad (20)$$

$$\bar{x}^* = \frac{\sum_{i=1}^{n_E} (x^*_i - \bar{x}^*)}{n_E} \quad \text{bzw.} \quad \bar{\varepsilon}^* = \frac{\sum_{i=1}^{n_N} (\varepsilon^*_i - \bar{\varepsilon}^*)}{n_N} \quad (21)$$

$$\Delta_{sq,E} = \sum_{i=1}^{n_E} (x^*_i - \bar{x}^*)^2 \quad \text{bzw.} \quad \Delta_{sq,N} = \sum_{i=1}^{n_N} (\varepsilon^*_i - \bar{\varepsilon}^*)^2 \quad (22)$$

Für die im Zuge der Harmonisierungsberechnungen verwendeten Asphalte (=Kalibrierasphalte der RDO Asphalt 09) liegen keine Messwerte der Steifigkeitsmoduln sowie der Ermüdungslastwechselzahlen vor, aus denen die notwendigen statistischen Kenngrößen abgeleitet werden können. Deshalb müssen den Asphalten entsprechende Werte dieser statistischen Kenngrößen zugewiesen werden.

Darüber hinaus müssen für die Harmonisierungsberechnungen Schichtdickenschwankungen (= Variabilitäten der Schichtdicken) in Form einer Standardabweichung definiert werden.

Die Festlegung dieser statistischen Kenngrößen basiert auf der Auswertung von Messwerten laborseitig getesteter Asphalte sowie untersuchter Streckenabschnitte und wird im nachfolgenden Kapitel 2.6.1 näher erläutert.

## 2.6.1 Messwertanalyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Messwertanalyse dargelegt, aus denen die, für die Harmonisierungsberechnungen notwendigen, statistischen Kenngrößen abgeleitet wurden.

### 2.6.1.1 Dicken des Asphaltpakets

Gemäß den RSO Asphalt „werden derzeit nur die Schwankungen der gesamten Dicke aller Asphalt-schichten berücksichtigt. Auf eine Unterteilung in Deck-, Binder- und Tragschicht wird verzichtet. Ebenso bleiben die Schwankungen der Dicken der Schichten ohne Bindemittel sowie Dicken der Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln derzeit unberücksichtigt. Die Schwankungen der Dicke des gesamten Asphaltpakets werden im Rahmen des probabilistischen Prognoseverfahrens ausschließlich auf die Asphalt-tragschicht übertragen, selbst wenn die Ursache der Schwankungen nicht in dieser Schicht begründet liegt.“ [FGSV16-1].

Zur Festlegung der Dickenschwankungen für die Harmonisierungsberechnungen wurden die Dickenmesswerte von 26 Untersuchungsstrecken herangezogen. Die Messwerte wurden von verschiedenen Prüflaboratorien im Zuge von Kontrollprüfungen an Asphaltstraßenbefestigungen erhoben und wurden zuvor schon bei der Erarbeitung der Arbeitsanleitung zur statistischen Dickenauswertungen von Asphalt- und Betonschichten für rechnerisch dimensionierte Verkehrsflächen (AL DA) [FGSV11] herangezogen. Die Dickenmesswerte diese Untersuchungsstrecken sind der Anlage 1 zu entnehmen. Die aus den 26 Stichproben (SP) ermittelten Stichproben-Standardabweichungen sind in der Tabelle 10 aufgeführt.

Datensatz-Nr. (siehe Anlage 1)	SP- Standardabwei- chung nach Glei- chung (19)	Datensatz-Nr. (siehe Anlage 1)	SP- Standardabwei- chung nach Glei- chung (19)	Datensatz-Nr. (siehe Anlage 1)	SP- Standardabwei- chung nach Glei- chung (19)
D1	1,40	D10	1,84	D19	1,38
D2	1,13	D11	1,19	D20	1,18
D3	0,93	D12	2,46	D21	1,30
D4	1,82	D13	1,61	D22	1,20
D5	1,22	D14	1,25	D23	0,83
D6	1,28	D15	0,89	D24	0,71
D7	1,46	D16	0,97	D25	0,87
D8	1,36	D17	0,94	D26	1,52
D9	1,71	D18	1,89		

Tabelle 10 Standardabweichungen der Stichproben zu den Dickenmesswerten

In Abbildung 6 sind die SP-Standardabweichungen der 26 Untersuchungsstrecken in Form einer Stichproben-Verteilung und einer daran angepassten Normalverteilung dargestellt. Für die 26 Messreihen konnten Standardabweichungen von 0,71 cm bis 2,46 cm festgestellt werden. Mit einem Korrelationskoeffizienten von  $R = 0,285$  kann kein Zusammenhang zwischen Standardabweichung der Dickenschwankungen und der mittleren Schichtdicke festgestellt werden (Abbildung 7). Die Standardabweichung der Dickenschwankungen ist somit als unabhängig von der mittleren Schichtdicke des Asphaltpaketes anzusehen. Die für die Harmonisierungsberechnungen festzulegende Standardabweichung kann somit für alle Bauweisen und Belastungsklassen in gleicher Größenordnung in Ansatz gebracht werden.

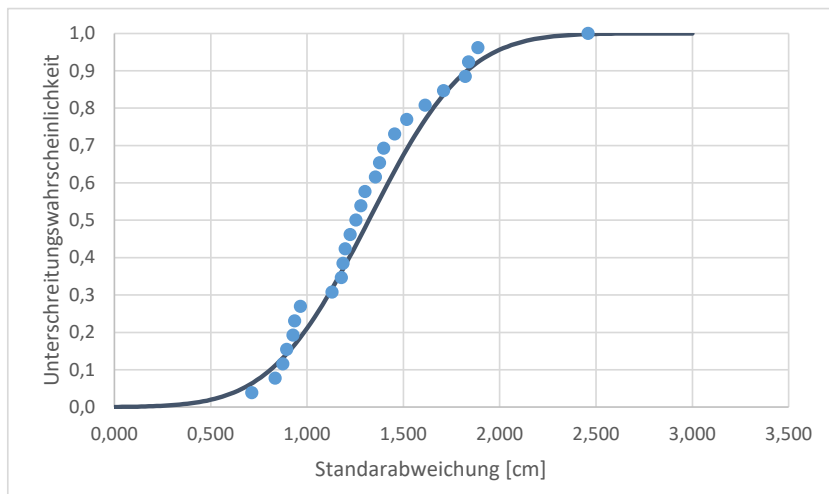


Abbildung 6 Stichprobenverteilung der Standardabweichung der gemessenen Dickenschwankungen sowie daraus abgeleitete Normalverteilung

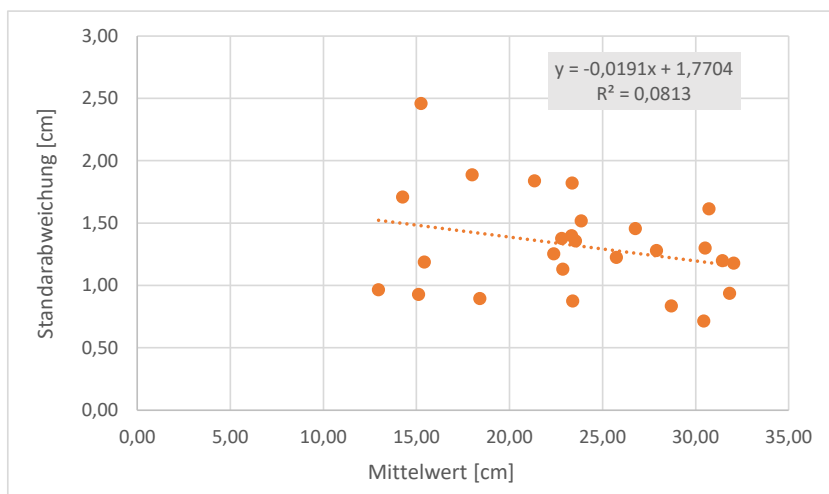


Abbildung 7 Gegenüberstellung von mittlerer gemessener Schichtdicke und Standardabweichung der gemessenen Dickenschwankungen

Aus den Verteilungen (Stichprobenverteilung; Normalverteilung) gemäß Abbildung 6 lassen sich die in Tabelle 11 dargestellten Quantilwerte ableiten.

Quantil	Standardabweichung	
	Stichprobe	Angepasste Normalverteilung
1%	-	0,394
5%	0,713	0,665
10%	0,834	0,810
25%	0,936	1,052
33%	1,130	1,145
50%	1,253	1,320
66%	1,376	1,484
75%	1,455	1,588
90%	1,820	1,830
95%	1,838	1,974
99%	1,887	2,245

Tabelle 11 Ausgewählte Quantile und zugehörige Quantilwerte der Stichproben- sowie der Normalverteilung

### 2.6.1.2 Ermüdungslastwechselzahlen der Asphalttragschicht

Die Analyse der Variabilitäten der Ermüdungslastwechselzahlen basiert auf der Auswertung von Ermüdungsversuchen von insgesamt 42 unterschiedlichen Asphalttragschichtgemischen (siehe Anlage 2) die von verschiedenen Prüflaboratorien im Zuge der Dimensionierung neuer Asphaltbefestigungen aber auch



der Bestimmung der Restnutzungsdauer bestehender Asphaltbefestigungen wie auch während der Bearbeitung von FuE-Projekten, durchgeführt wurden. Insbesondere bei den aus FuE-Projekten stammenden Ermüdungsversuchen, wurden lediglich die Versuche der jeweiligen „konventionellen“ Vergleichsasphalte und nicht die der in den Projekten entwickelten innovativen Asphaltgemische für die Auswertung innerhalb dieses Projektes herangezogen. Aus den Versuchsergebnissen wurden die in Tabelle 12 aufgeführten statistischen Kenngrößen, als Eingangswerte für das stochastische Modell (siehe Kapitel 2.6) ermittelt.

Datensatz-Nr. siehe Anlage 2	Standardabweichung der Residuen nach Gleichung (20)	Mittelwert der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen aus den Ermüdungsversuchen nach Gleichung (21)	Summe quadrierte Abweichungen der unabhängigen Variable von ihrem Mittelwert nach Gleichung (22)
N1	0,263	-2,470	3,000
N2	0,489	-2,562	2,770
N3	0,192	-2,392	1,906
N4	0,338	-2,423	1,056
N5	0,235	-2,278	1,550
N6	0,142	-2,416	2,153
N7	0,226	-2,416	0,701
N8	0,152	-2,439	1,041
N9	0,153	-2,301	2,090
N10	0,255	-2,264	2,711
N11	0,255	-2,207	2,346
N12	0,238	-2,467	2,041
N13	0,25	-2,443	1,506
N14	0,103	-2,335	1,064
N15	0,235	-2,347	1,603
N16	0,283	-2,180	1,840
N17	0,236	-2,387	1,397
N18	0,564	-2,606	1,601
N19	0,207	-2,282	1,588
N20	0,309	-2,369	1,878
N21	0,222	-2,509	1,207
N22	0,322	-2,376	2,073
N23	0,381	-2,287	1,811
N24	0,398	-2,244	2,228
N25	0,292	-2,066	1,871
N26	0,443	-1,965	2,228
N27	0,184	-2,033	5,831
N28	0,509	-2,126	4,176
N29	0,328	-2,118	5,914
N30	0,315	-2,179	4,486
N31	0,182	-2,130	4,432
N32	0,769	-2,017	8,012
N33	0,271	-2,036	2,838
N34	0,860	-2,119	2,041
N35	0,887	-2,013	6,240
N36	0,608	-2,239	2,965
N37	0,177	-2,346	1,027
N38	0,464	-2,404	1,209
N39	0,233	-2,423	1,067
N40	0,367	-2,437	0,972
N41	0,392	-2,564	0,504
N42	0,259	-2,571	1,183

Tabelle 12 Statistische Kenngrößen der linearisierten Ergebnisse der Ermüdungsversuche für die 42 Asphalttragschichtgemische

Bei der Festlegung von maßgebenden Werten dieser drei Kenngrößen für die bei den Harmonisierungsberechnungen verwendeten Asphalte müssen mögliche Zusammenhänge zwischen den drei Kenngrößen beachtet werden. Die Auswertungen haben gezeigt, dass zwischen den drei statistischen Kenngrößen zwar Tendenzen erkennbar sind aber von keinen signifikanten Zusammenhängen ausgegangen werden kann (Abbildung 8 bis Abbildung 10).

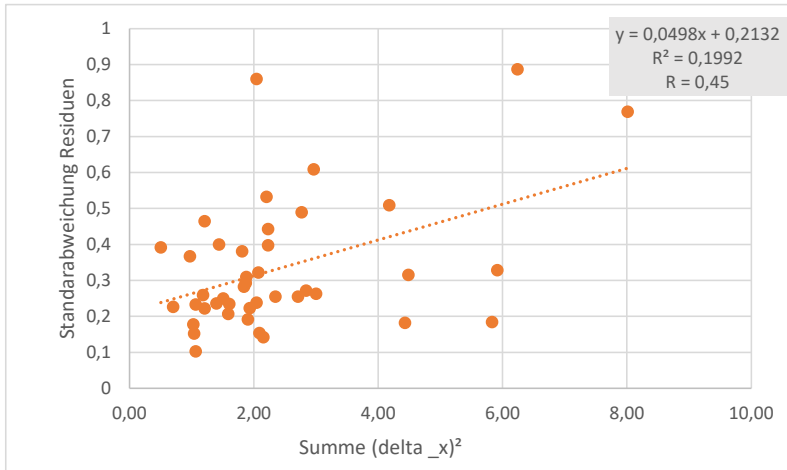


Abbildung 8 Gegenüberstellung der Standardabweichungen der Residuen und der Summen der quadrierten Abweichungen der logarithmierten elastischen Anfangsdehnungen von ihrem Mittelwert

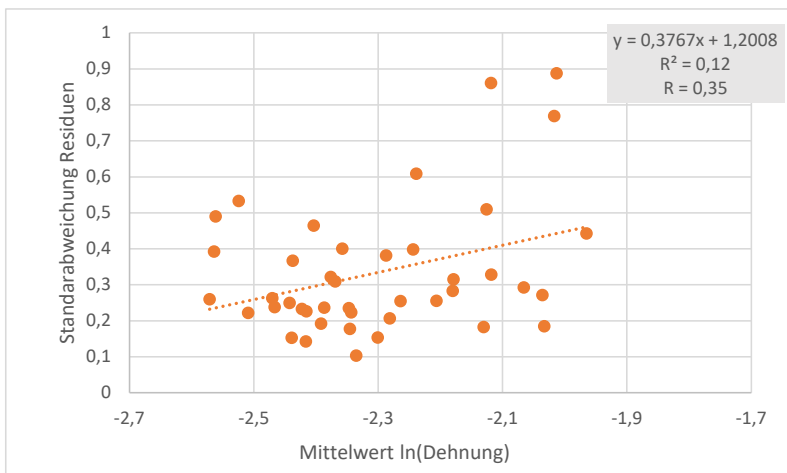


Abbildung 9 Gegenüberstellung der Standardabweichungen der Residuen und der Mittelwerte der logarithmierten elastischen Anfangsdehnungen

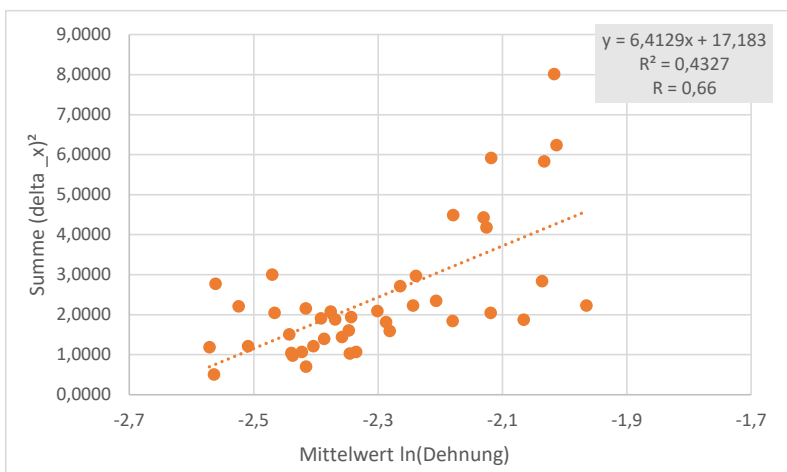


Abbildung 10 Gegenüberstellung der Mittelwerte logarithmierten elastischen Anfangsdehnungen und der Summen der quadrierten Abweichungen der logarithmierten elastischen Anfangsdehnungen von ihrem Mittelwert

Die Stichprobenverteilung des Mittelwerts der logarithmierten elastischen Anfangsdehnungen  $\bar{\varepsilon}^*$  können gut durch eine Normalverteilung beschrieben werden (Abbildung 11). Die Kenngrößen „Standardabweichung der Residuen“ ( $\hat{\sigma}_{R,N}$ ) und „Summe der quadrierten Abweichungen der unabhängigen Variable von ihrem Mittelwert“ ( $\Delta_{sq,N}$ ) lassen sich durch eine logarithmische Normalverteilung darstellen (Abbildung 12 und Abbildung 13).

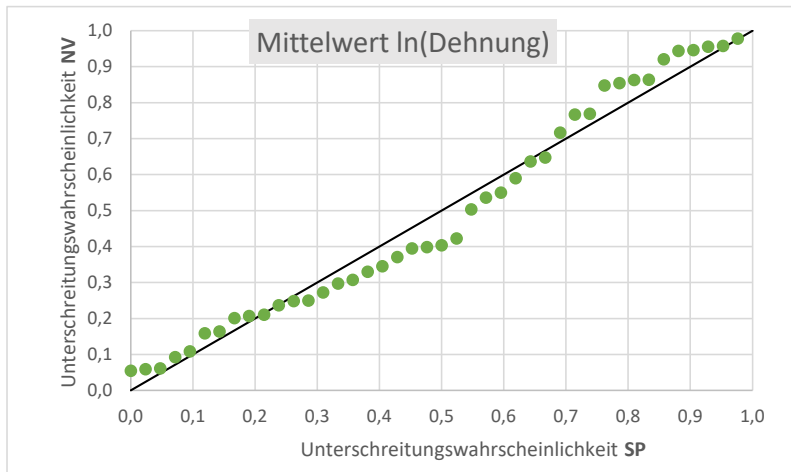


Abbildung 11 Gegenüberstellung (P-P-Plot) der Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der Stichprobenwerte sowie der aus der Stichprobe abgeleiteten Normalverteilung für den Mittelwert der logarithmierten elastischen Anfangsdehnungen

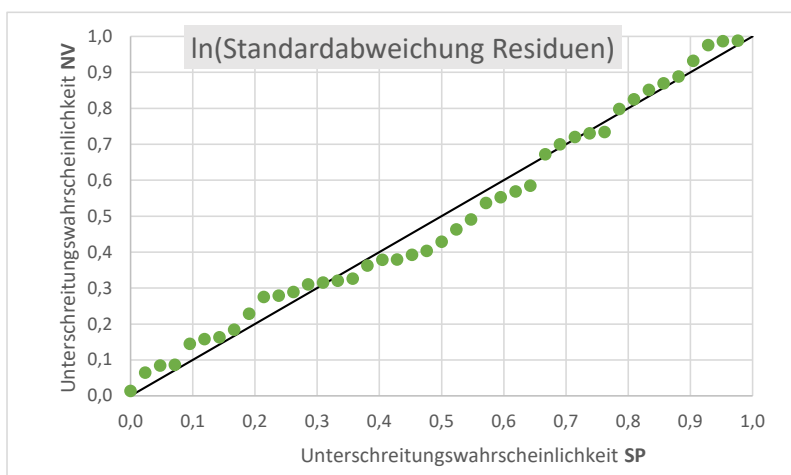


Abbildung 12 Gegenüberstellung (P-P-Plot) der Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der logarithmierten Stichprobenwerte sowie der aus der logarithmierten Stichprobe abgeleiteten Normalverteilung für die Standardabweichung der Residuen

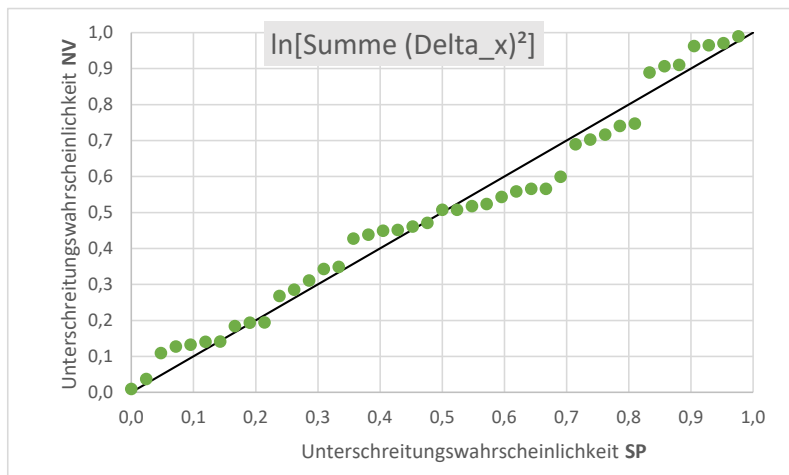


Abbildung 13 Gegenüberstellung (P-P-Plot) der Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der logarithmierten Stichprobenwerte sowie der aus der logarithmierten Stichprobe abgeleiteten Normalverteilung für die quadrierten Abweichungen der unabhängigen Variable von ihrem Mittelwert

Aus den Stichprobenverteilungen (SPV) und den angepasste Normal- bzw. log-Normalverteilungen (NV) lassen sich die in Tabelle 13 dargestellten Quantilwerte ableiten.

Quantil	$\hat{\sigma}_{R,N}$		$\bar{\varepsilon}^*$		$\sum_{i=1}^{n_N} (\varepsilon_i^* - \bar{\varepsilon}^*)$	
	SPV	NV	SPV	NV	SPV	NV
1%	0,103	0,096	-2,571	-2,693	0,504	0,506
5%	0,152	0,134	-2,562	-2,578	0,972	0,759
10%	0,177	0,159	-2,509	-2,517	1,041	0,942
25%	0,223	0,214	-2,423	-2,416	1,397	1,352
33%	0,235	0,239	-2,404	-2,376	1,588	1,554
50%	0,271	0,296	-2,344	-2,303	2,041	2,019
66%	0,328	0,361	-2,244	-2,233	2,228	2,580
75%	0,398	0,409	-2,179	-2,189	2,770	3,014
90%	0,532	0,549	-2,036	-2,088	4,486	4,324
95%	0,769	0,654	-2,017	-2,027	5,914	5,367
99%	0,887	0,909	-1,965	-1,912	8,012	8,047

Tabelle 13 Ausgewählte Quantile und zugehörige Quantilwerte der Stichproben- sowie der Normalverteilung

### 2.6.1.3 Steifigkeitsmoduln der Asphaltte

Die Analyse der Variabilitäten der Steifigkeitsmoduln basiert auf der Auswertung von Versuchen an 7 Asphaltdeckschichtgemischen, 6 Asphaltbinderschichtgemischen und 9 Asphalttragschichtgemischen (Anlage 3). Die Stichprobenanzahl ist im Vergleich zur Anzahl der Dickenmessreihen wie auch der Anzahl der Ermüdungsuntersuchungen geringer. Die Ursache liegt darin begründet, dass bisher bei der Bestimmung der Asphaltsteifigkeiten gemäß AL SP-Asphalt 09 [FGSV09-2] kein Phasenwinkel ermittelt wurde. Diese sind jedoch für eine eindeutige Bestimmung der Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion erforderlich und werden, gemäß der TP Asphalt Teil 26 [FGSV16-5] künftig gefordert. Aufgrund der geringen Stichprobenanzahl je Asphaltenschicht, werden die 22 Asphaltgemische gemeinsam betrachtet.

Der Stichprobenumfang der 22 Asphaltgemische ist zudem unterschiedlich groß und liegt zwischen 12 bis 20 Stichprobenelementen. Dies hat damit Auswirkungen auf die Summe der quadrierten Abweichungen der unabhängigen Variablen von ihrem Mittelwert  $\Delta_{sq,E}$ . Für eine objektive Beurteilung dieser statistischen Kenngrößen wird diese deshalb durch die Anzahl der jeweiligen Stichprobenelemente dividiert. Aus den Versuchsergebnissen wurden die in Tabelle 14 aufgeführten statistischen Kenngrößen, als Eingangswerte für das stochastische Modell (siehe Kapitel 2.6) ermittelt.

Daten-satz-Nr. siehe Anlage 3	Anzahl Werte je Datensatz (Stichprobenumfang)	Standardabweichung der Residuen nach Gleichung (20)	linearisierte Temperatur-Frequenz-Kombination aus den Versuchen zur Bestimmung der Asphaltsteifigkeiten nach Gleichung (21)	Summe quadrierte Abweichungen der unabhängigen Variable von ihrem Mittelwert nach Gleichung (22)	Spalte 5 dividiert durch Spalte 2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
E1	16	0,088	1,944	38,676	2,417
E2	16	0,135	2,290	51,241	3,203
E3	15	0,155	2,020	29,660	1,977
E4	12	0,057	2,014	36,415	3,035
E5	12	0,066	2,020	36,563	3,047
E6	12	0,053	2,148	39,215	3,268
E7	12	0,075	2,162	39,287	3,274
E8	16	0,077	1,966	39,409	2,463
E9	16	0,109	2,059	42,624	2,664
E10	12	0,114	2,032	36,909	3,076
E11	12	0,075	1,946	34,522	2,877
E12	12	0,102	2,164	39,691	3,308
E13	12	0,078	2,228	41,576	3,465
E14	12	0,165	1,980	33,499	2,792
E15	12	0,099	2,156	39,519	3,293
E16	16	0,080	2,013	41,006	2,563
E17	16	0,158	1,854	35,803	2,238
E18	15	0,160	1,771	40,403	2,694
E19	12	0,075	1,965	35,044	2,920
E20	12	0,121	1,798	30,626	2,552
E21	20	0,066	2,004	37,043	1,852
E22	20	0,214	1,826	28,447	1,422

Tabelle 14 Statistische Kenngrößen der linearisierten Steifigkeitsmoduln für die 22 Asphaltgemische

Wie bei den Ermüdungslastwechselzahlen gibt es auch bei den Steifigkeitsmoduln keine signifikanten Zusammenhänge der drei statistischen Kenngrößen (Abbildung 14 bis Abbildung 16), die sich gut an Normalverteilungen anpassen lassen (Abbildung 17 bis Abbildung 19).

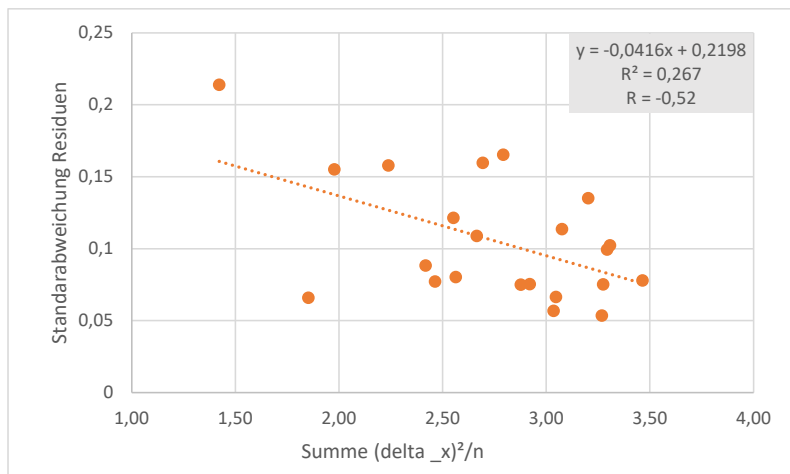


Abbildung 14 Gegenüberstellung der Standardabweichungen der Residuen und der Summen der quadrierten Abweichungen der x\*-Werte (Gleichung (5)) von ihrem Mittelwert

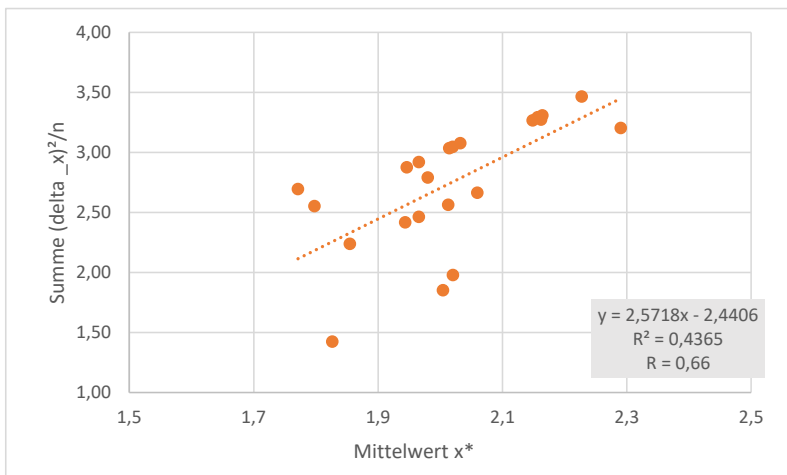


Abbildung 15 Gegenüberstellung der Standardabweichungen der Residuen und der Mittelwerte der  $x^*$ -Werte (Gleichung (5))

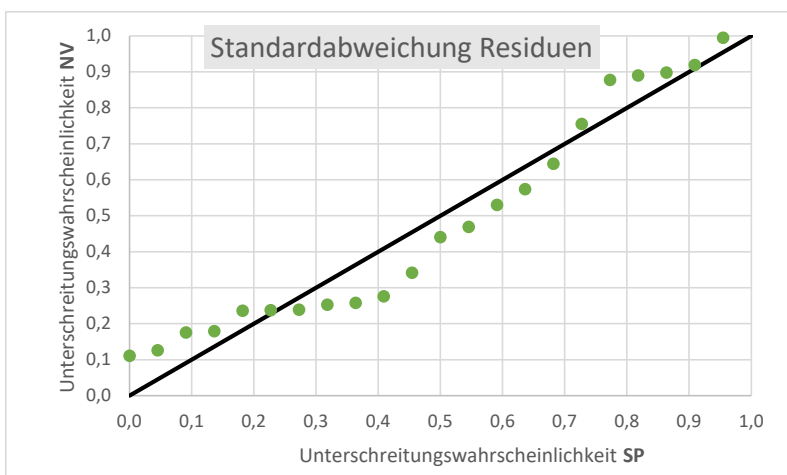
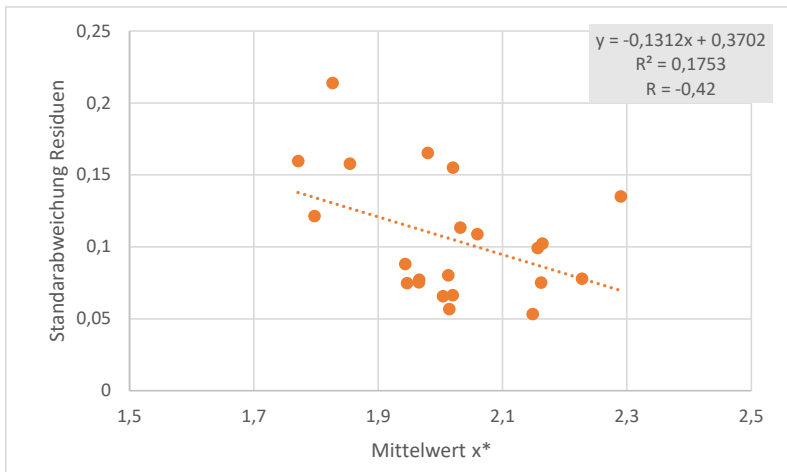


Abbildung 16 Gegenüberstellung (P-P-Plot) der Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der Stichprobenwerte sowie der aus der Stichprobe abgeleiteten Normalverteilung für die Standardabweichung der Residuen

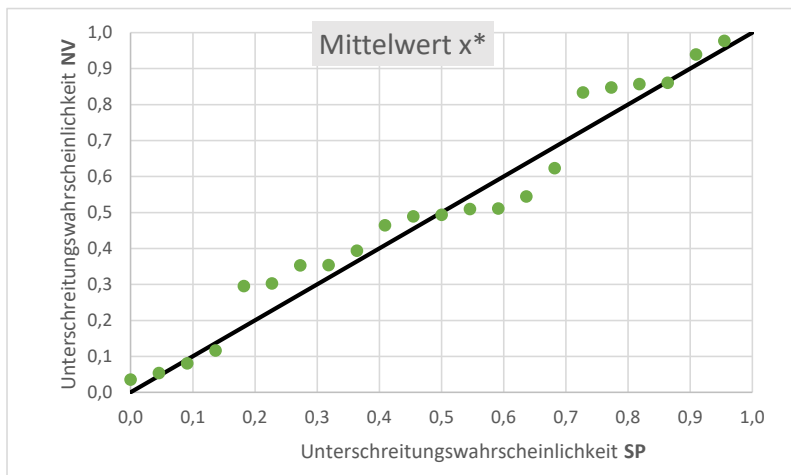


Abbildung 17 Gegenüberstellung (P-P-Plot) der Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der Stichprobenwerte sowie der aus der Stichprobe abgeleiteten Normalverteilung für den Mittelwerte der  $x^*$ -Werte

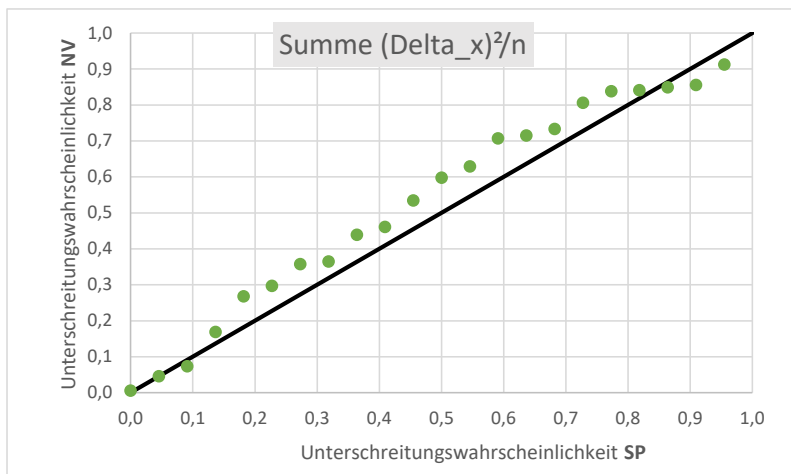


Abbildung 18 Gegenüberstellung (P-P-Plot) der Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der Stichprobenwerte sowie der aus der Stichprobe abgeleiteten Normalverteilung für Summen der quadrierten Abweichungen der  $x^*$ -Werte (Gleichung (5)) von ihrem Mittelwert

Gemäß aktueller Entwurfssfassung der TP Asphalt Teil 26: Spaltzug-Schwellversuch – Bestimmung der Steifigkeiten [FGSV16-5] sollen die Steifigkeiten von Asphalten bei Prüftemperaturen von  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$  und  $20^{\circ}\text{C}$  sowie für Belastungsfrequenzen von 10 Hz, 3,0 Hz, 1 Hz, 0,3 Hz und 0,1 Hz und somit für 15 Temperatur-Frequenz-Kombinationen versuchstechnisch bestimmt werden.

Aus den Wertepaaren für Temperatur und Frequenz werden gemäß Gleichung (7) die Werte der unabhängigen Variable  $x^*_i$  des Regressionsmodells berechnet. Durch die Vorgabe der Temperatur-Frequenz-Kombinationen und die Festlegung des Materialparameters  $m = 25.000$  für die Kalibrierasphalte (siehe Kapitel 2.5.3.1) ergeben sich die folgenden Werte für die statistischen Kenngrößen  $\bar{x}^*$  und  $\Delta_{\text{sq},E}$ .

$$\bar{x}^* = \frac{\sum_{i=1}^{n_E} (x^*_i - \bar{x}^*)}{n_E} = 2,064$$

$$\Delta_{\text{sq},E} = \sum_{i=1}^{n_E} (x^*_i - \bar{x}^*)^2 = 52,12$$

Die Kenngröße  $\hat{\sigma}_{R,E}$  (Standardabweichung der Residuen) lässt sich nicht pauschal festlegen. Sie ist vom Material (Asphaltgemisch) abhängig und muss für die Kalibrierasphalte aus den Ergebnissen der Messwertanalyse heraus abgeleitet werden.

Aus der Stichprobenverteilung (SPV) und der angepassten Normalverteilung (NV) für die Werte  $\hat{\sigma}_{R,E}$  der analysierten Asphalte lassen sich zunächst die in Tabelle 15 dargestellten Quantilwerte ableiten.

Quantil	$\hat{\sigma}_{R,E}$	
	SP	NV
1%	0,053	0,006
5%	0,057	0,036
10%	0,066	0,051
25%	0,075	0,077
33%	0,077	0,087
50%	0,099	0,106
66%	0,114	0,123
75%	0,135	0,134
90%	0,160	0,160
95%	0,165	0,176
99%	0,214	0,205

Tabelle 15 Ausgewählte Quantile und zugehörige Quantilwerte der Stichproben- sowie der Normalverteilung

## 2.6.2 Statistische Kenngrößen zur Beschreibung der Variabilitäten der Kalibrierasphalte

Wie schon beschrieben, liegen für die Kalibrierasphalte keine Messwerte vor, aus denen die, für das stochastische Modell zur Beschreibung der Variabilitäten der Materialeigenschaften (siehe Kapitel 2.6) notwendigen statistischen Kenngrößen abgeleitet werden können. Somit müssen diesen statistischen Kenngrößen konkrete Werte vorgegeben werden. Die Festlegung dieser Werte hat Auswirkungen auf die Höhe der zu ermittelnden Anpassungsfaktoren im Zuge der Harmonisierungsberechnungen.

### 2.6.2.1 Sensitivitätsrechnungen

Um den Zusammenhang zwischen den einzelnen statistischen Kenngrößen, die wie zuvor beschrieben für die Kalibrierasphalte festgelegt werden müssen, und den daraus resultierenden Anpassungsfaktoren zu erfassen, wurden entsprechende Sensitivitätsrechnungen durchgeführt. Dazu wurden den Kalibrierasphalten unterschiedliche Werte für die folgenden statistischen Kenngrößen zugeordnet, wobei die Kenngrößen systematisch variiert wurden (siehe Tabelle 16).

- Standardabweichung der Schichtdickenschwankungen ( $s$ )
- Standardabweichung der Residuen der linearisierten Steifigkeitsmoduln ( $\hat{\sigma}_{R,E}$ )
- Standardabweichung der Residuen der linearisierten Ermüdungslastwechselzahlen ( $\hat{\sigma}_{R,N}$ )
- Mittelwert der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen ( $\bar{\epsilon}^*$ )
- Summe der quadrierten Abweichungen der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen von ihrem Mittelwert ( $\Delta_{sq,N}$ )



Folgende Kenngrößenvarianten wurden untersucht:

Statistische Kenngröße	Quantil der Normalverteilung (die zugehörigen Quantilwerte sind der Tabelle 11, Tabelle 13 und Tabelle 15 zu entnehmen)										
	1%	5%	10%	25%	33%	50%	66%	75%	90%	95%	99%
s	50%										
$\hat{\sigma}_{R,E}$	50%										
$\hat{\sigma}_{R,N}$	50%										
$\bar{\varepsilon}^*$	50%										
$\Delta_{sq,N}$	50%										
s	50%										
$\hat{\sigma}_{R,E}$	1%	5%	10%	25%	33%	50%	66%	75%	90%	95%	99%
$\hat{\sigma}_{R,N}$	50%										
$\bar{\varepsilon}^*$	50%										
$\Delta_{sq,N}$	50%										
s	50%										
$\hat{\sigma}_{R,E}$	50%										
$\hat{\sigma}_{R,N}$	1%	5%	10%	25%	33%	50%	66%	75%	90%	95%	99%
$\bar{\varepsilon}^*$	50%										
$\Delta_{sq,N}$	50%										
s	50%										
$\hat{\sigma}_{R,E}$	50%										
$\hat{\sigma}_{R,N}$	50%										
$\bar{\varepsilon}^*$	1%	5%	10%	25%	33%	50%	66%	75%	90%	95%	99%
$\Delta_{sq,N}$	50%										
s	50%										
$\hat{\sigma}_{R,E}$	50%										
$\hat{\sigma}_{R,N}$	50%										
$\bar{\varepsilon}^*$	50%										
$\Delta_{sq,N}$	1%	5%	10%	25%	33%	50%	66%	75%	90%	95%	99%

Tabelle 16 Untersuchte Kenngrößenvarianten

Die Untersuchungen beschränken sich auf die Belastungsklasse 100 der Bauweise Tafel 1, Zeile 1 der RStO [FGSV12-1]. Die den Berechnungen zugrunde gelegten Schichtdicken sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

In der Abbildung 20 ist der Zusammenhang zwischen den Anpassungsfaktoren und der sich daraus ergebenden Ausfallwahrscheinlichkeit beispielhaft für eine Kenngrößenvariante dargestellt. Deutlich ist zu erkennen, dass eine Erhöhung des Anpassungsfaktors zu einer Verringerung der rechnerischen Ausfallwahrscheinlichkeit führt.

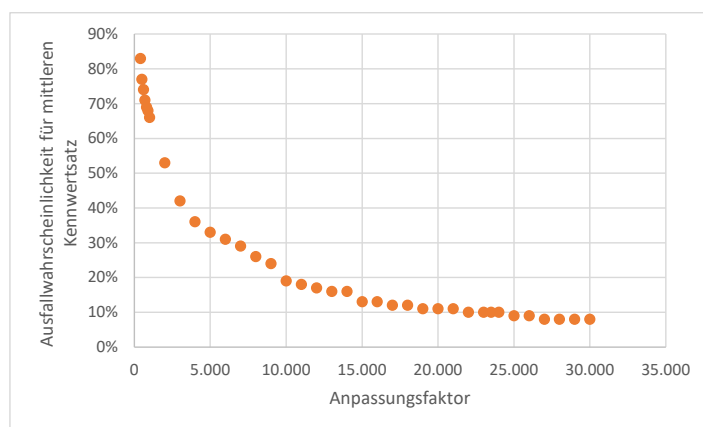


Abbildung 19 Zusammenhang zwischen Anpassungsfaktor und Ausfallwahrscheinlichkeit; Kennwertvariante: Mittelwerte der jeweiligen Kennwertverteilungen ( $s = 1,32$ ;  $\hat{\sigma}_{R,E} = 0,106$ ;  $\hat{\sigma}_{R,N} = 0,296$ ;  $\bar{\varepsilon}^* = -2,303$ ;  $\Delta_{sq,N} = 2,019$ )

Trägt man für die untersuchten Varianten (Tabelle 16) die Anpassungsfaktoren, die notwendig sind um eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 % zu erreichen (jene Ausfallwahrscheinlichkeit, die von den RSO Asphalt zur Bestimmung der Restnutzungsdauer vorgegeben wird) über die Kenngrößenvarianten auf, ergeben sich die in Abbildung 21 dargestellten Zusammenhänge. Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn man die rechnerischen Ausfallwahrscheinlichkeiten bei unveränderlichem Anpassungsfaktor über die Kenngrößenvarianten abträgt (Abbildung 22).

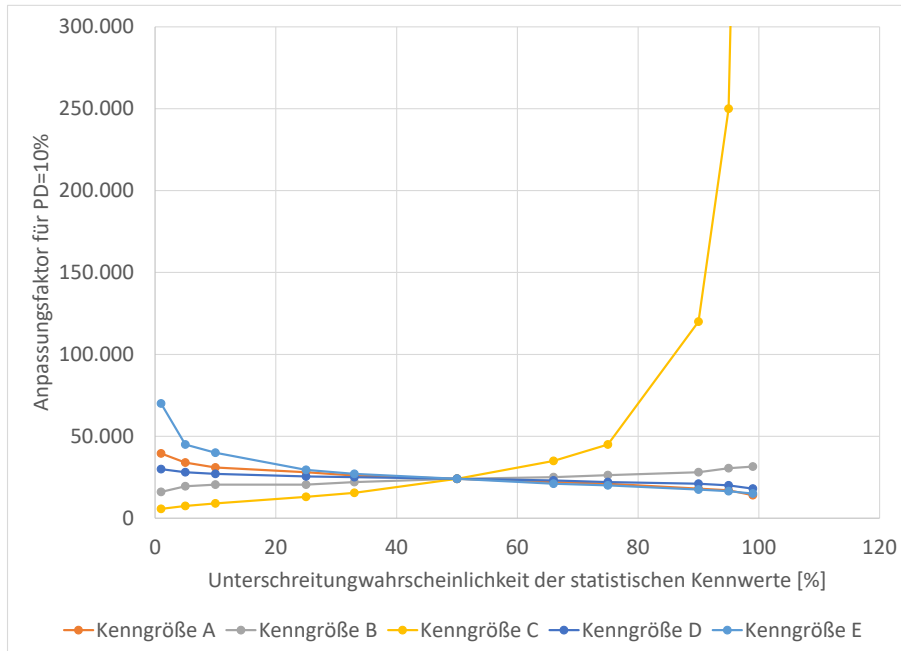


Abbildung 20 Zusammenhang zwischen Kenngrößenausprägung und Anpassungsfaktor (Kenngröße A = Standardabweichung der Schichtdickenschwankungen; Kenngröße B = Standardabweichung der Residuen der linearisierten Steifigkeitsmoduln; Kenngröße C = Standardabweichung der Residuen der linearisierten Ermüdungslastwechselzahlen; Kenngröße D = Mittelwert der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen; Kenngröße E = Summe der quadrierten Abweichungen der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen von ihrem Mittelwert)

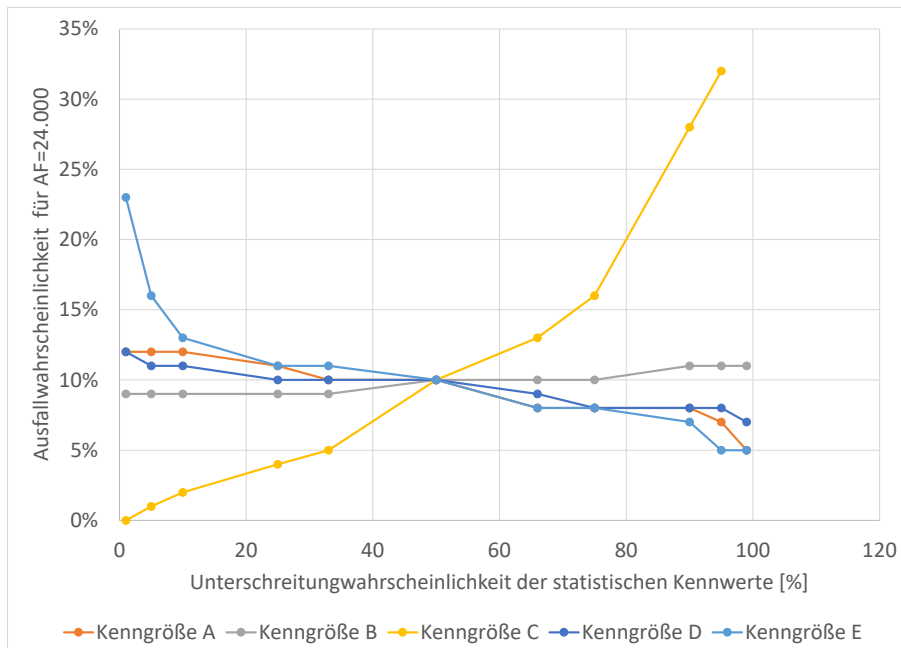


Abbildung 21 Zusammenhang zwischen Kenngrößenausprägung und Ausfallwahrscheinlichkeit (Kenngröße A = Standardabweichung der Schichtdickenschwankungen; Kenngröße B = Standardabweichung der Residuen der linearisierten Steifigkeitsmoduln; Kenngröße C = Standardabweichung der Residuen der linearisierten Ermüdungslastwechselzahlen; Kenngröße D = Mittelwert der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen; Kenngröße E = Summe der quadrierten Abweichungen der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen von ihrem Mittelwert)

Aus den Abbildungen (Abbildung 21 und Abbildung 22) ist zu entnehmen, dass Veränderungen bei der Standardabweichung der Residuen der linearisierten Ermüdungslastwechselzahlen (Kenngröße C) die größten Auswirkungen bezogen auf den resultierenden Anpassungsfaktor für eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10% (Abbildung 21) bzw. auf die rechnerische Ausfallwahrscheinlichkeit bei definiertem Anpassungsfaktor (Abbildung 22) haben. Je größer die Schwankungen der Ermüdungslastwechselzahlen um die Ermüdungsfunktion, desto größer wird der Anpassungsfaktor, der notwendig wird um eine definierte Ausfallwahrscheinlichkeit zu erreichen bzw. umso größer wird die Ausfallwahrscheinlichkeit bei festgelegtem Anpassungsfaktor. Kaum oder nur von untergeordneter Bedeutung sind dagegen die Auswirkungen der übrigen Kenngrößen.

Je kleiner die Kenngrößenausprägungen für die Harmonisierungsberechnungen gewählt werden, umso wahrscheinlicher wird es, dass bei der Auswertung von Materialeigenschaften und/oder Schichtdicken im Zuge der Anwendung der RSO Asphalt diese Kenngrößenausprägungen überschritten werden – und umgekehrt. Solche Über-/ bzw. Unterschreitung dieser Kenngrößenausprägungen haben Auswirkungen auf die rechnerische Restnutzungsdauer (bei vorgegebene zulässiger Ausfallwahrscheinlichkeit) bzw. auf die Ausfallwahrscheinlichkeit (bei vorgegebener Restnutzungsdauer) – siehe Tabelle 17.

Kenngröße	Auswirkung durch Überschreitung der für die Harmonisierungsberechnungen gewählten Kenngrößenausprägungen auf ...			Siehe ...
	... die Restnutzungsdauer	... die Ausfallwahrscheinlichkeit	... das Implizierte Sicherheitsniveau	
A	Erhöhung	Verringerung	geringer	Abbildung 23
B	Verringerung	Erhöhung	höher	Abbildung 24
C	Verringerung	Erhöhung	höher	Abbildung 25
D	Erhöhung	Verringerung	geringer	Abbildung 26
E	Erhöhung	Verringerung	geringer	Abbildung 27

Tabelle 17 Untersuchte Kenngrößenvarianten

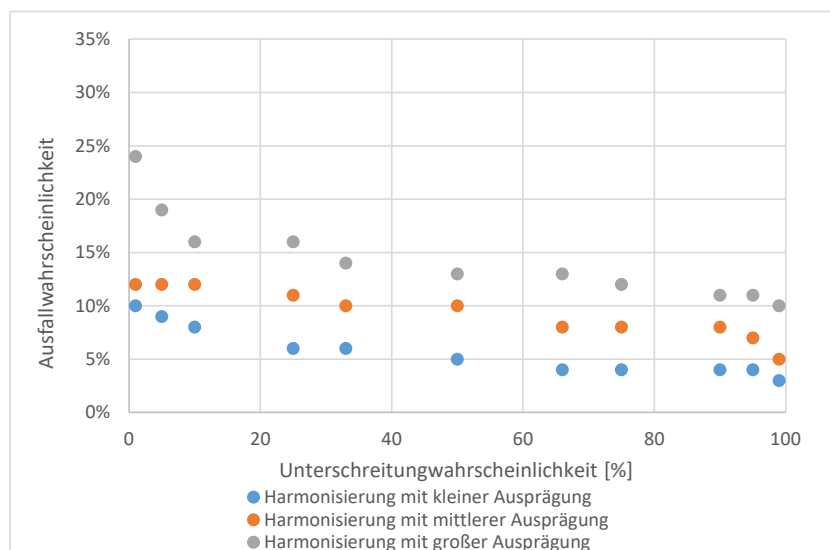


Abbildung 22 Zusammenhang zwischen der Größe der Standardabweichung der Schichtdickenschwankungen und der Ausfallwahrscheinlichkeit für unterschiedliche Harmonisierungsniveaus; Harmonisierung mit kleiner Ausprägung:  $s = 0,394$  (1%-Quantil); Harmonisierung mit mittlerer Ausprägung:  $s = 1,32$  (50%-Quantil); Harmonisierung mit großer Ausprägung:  $s = 2,245$  (99%-Quantil), übrige Kenngrößen entsprechen dem jeweiligen 50%-Quantil

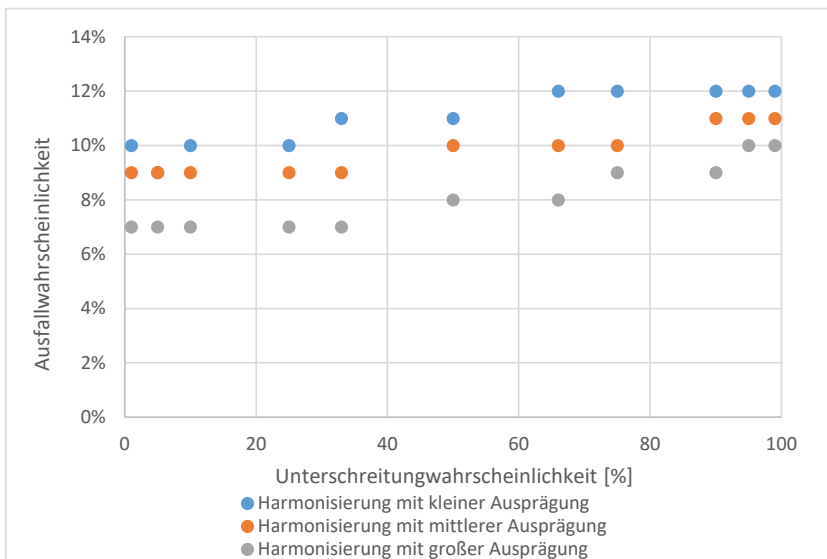


Abbildung 23 Zusammenhang zwischen der Größe der Standardabweichung der Residuen der linearisierten Steifigkeitsmoduln und der Ausfallwahrscheinlichkeit für unterschiedliche Harmonisierungsniveaus; Harmonisierung mit kleiner Ausprägung:  $\hat{\sigma}_{R,E} = 0,006$  (1%-Quantil); Harmonisierung mit mittlerer Ausprägung:  $\hat{\sigma}_{R,E} = 0,106$  (50%-Quantil); Harmonisierung mit großer Ausprägung:  $\hat{\sigma}_{R,E} = 0,205$  (99%-Quantil), übrige Kenngrößen entsprechen dem jeweiligen 50%-Quantil

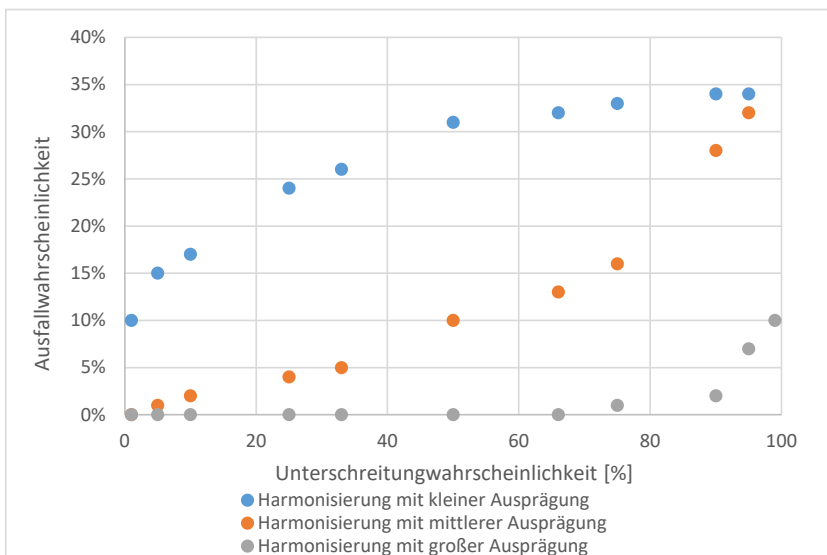


Abbildung 24 Zusammenhang zwischen der Größe der Standardabweichung der Residuen der linearisierten Ermüdungslastwechselzahlen und der Ausfallwahrscheinlichkeit für unterschiedliche Harmonisierungsniveaus; Harmonisierung mit kleiner Ausprägung:  $\hat{\sigma}_{R,N} = 0,096$  (1%-Quantil); Harmonisierung mit mittlerer Ausprägung:  $\hat{\sigma}_{R,N} = 0,296$  (50%-Quantil); Harmonisierung mit großer Ausprägung:  $\hat{\sigma}_{R,N} = 0,909$  (99%-Quantil), übrige Kenngrößen entsprechen dem jeweiligen 50%-Quantil

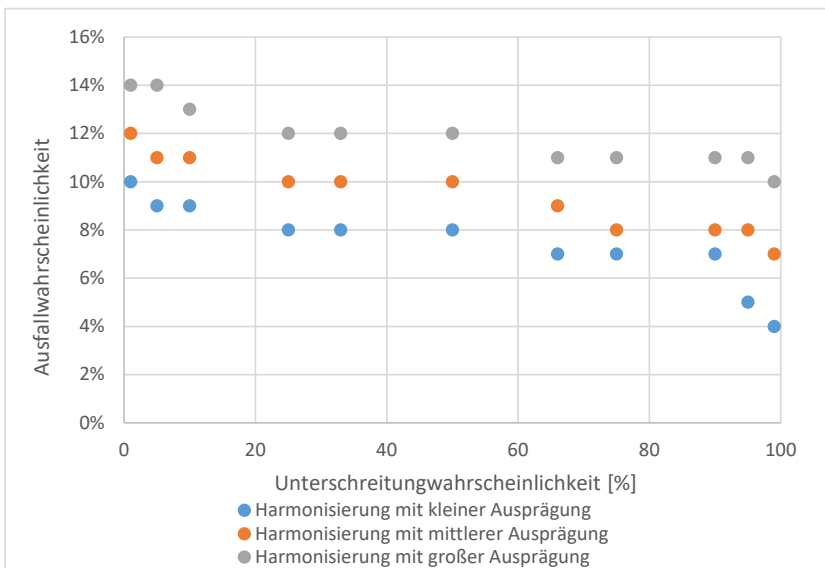


Abbildung 25 Zusammenhang zwischen der Größe des Mittelwertes der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen und der Ausfallwahrscheinlichkeit für unterschiedliche Harmonisierungsbedingungen; Harmonisierung mit kleiner Ausprägung:  $\bar{\varepsilon}^* = -2,693$  (1%-Quantil); Harmonisierung mit mittlerer Ausprägung:  $\bar{\varepsilon}^* = -2,303$  (50%-Quantil); Harmonisierung mit großer Ausprägung:  $\bar{\varepsilon}^* = -1,918$  (99%-Quantil), übrige Kenngrößen entsprechen dem jeweiligen 50%-Quantil

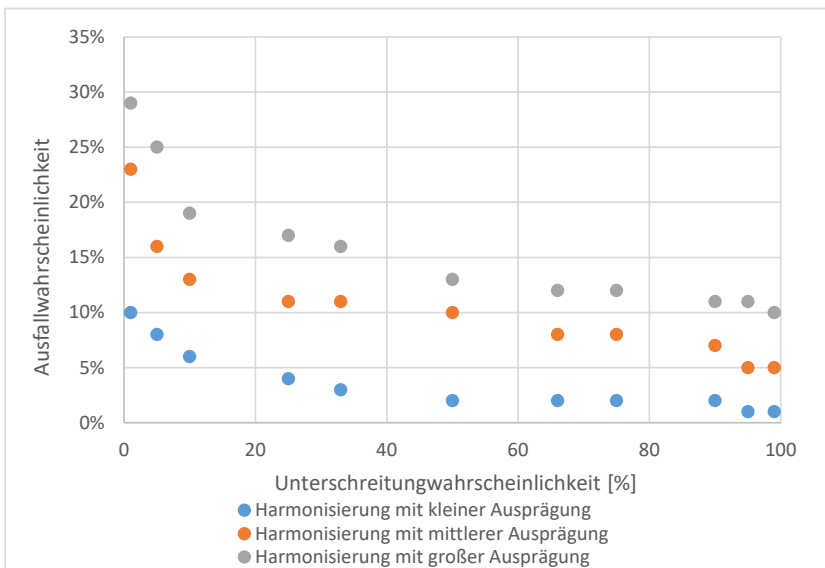


Abbildung 26 Zusammenhang zwischen der Größe der Summen der quadrierten Abweichungen der linearisierten elastischen Anfangsdehnungen von ihrem Mittelwert und der Ausfallwahrscheinlichkeit für unterschiedliche Harmonisierungsbedingungen; Harmonisierung mit kleiner Ausprägung:  $\Delta_{sq,N} = 0,506$  (1%-Quantil); Harmonisierung mit mittlerer Ausprägung:  $\Delta_{sq,N} = 2,019$  (50%-Quantil); Harmonisierung mit großer Ausprägung:  $\Delta_{sq,N} = 8,047$  (99%-Quantil), übrige Kenngrößen entsprechen dem jeweiligen 50%-Quantil

Ausgehend von den Ergebnissen der Sensitivitätsrechnungen wurden für die Harmonisierungsberechnungen die mittleren Ausprägungen der statistischen Kenngrößen gewählt (Tabelle 18).

Kennwerte für die ...	Kennwerte			
	$\hat{\sigma}_{RE}, \hat{\sigma}_{RN}$	$\bar{x}^*, \bar{\varepsilon}^*$	$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i^* - \bar{x}^*)^2}{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i^* - \bar{\varepsilon}^*)^2}$	s
... temperaturabhängigen Steifigkeitsmoduln	0,106	2,064	52,12	
... dehnungsabhängigen Ermüdungslastwechselzahlen	0,296	-2,303	2,019	
... Dicke der Asphaltsschichten				1,32

Tabelle 18 Statistische Kenngrößen für die Stichproben der Kalibrierasphalte

### 2.6.3 Festlegung der Stichproben der Kalibrierasphalte

Basierend auf den, im vorangegangenen Kapitel definierten, statistischen Kenngrößen (Tabelle 18) wurden Stichproben für die Steifigkeiten der Kalibrierasphalte der Deckschicht, Binderschicht und Tragschicht und der Ermüdungslastwechselzahlen des Kalibrierasphaltes der Tragschicht erzeugt, die diese Spezifikationen aufweisen. Darüber hinaus müssen die Regressionsfunktionen, die sich aus den Stichproben ableiten lassen, denen in Kapitel 2.5.3.1 (Tabelle 9) und Kapitel 2.5.3.2 festgelegten Eigenschaften entsprechen.

Die unter diesen Bedingungen generierten temperatur- und frequenzabhängigen Steifigkeitsmoduln für den Kalibrierasphalt der Deckschicht, Binderschicht und Tragschicht sowie die dehnungsabhängigen Ermüdungslastwechselzahlen sind der Tabelle 19 und Tabelle 20 sowie der Abbildung 28 bis Abbildung 31 zu entnehmen.

Temperatur [°C]	Frequenz [Hz]	Steifigkeitsmoduln des Kalibrierasphaltes der ...		
		... Deckschicht [N/mm <sup>2</sup> ]	... Binderschicht [N/mm <sup>2</sup> ]	... Tragschicht [N/mm <sup>2</sup> ]
-10	10	22.940	28.203	23.396
-10	3	20.518	26.623	19.872
-10	1	19.296	24.910	17.789
-10	0,3	17.828	22.681	15.368
-10	0,1	13.586	22.252	13.250
5	10	14.194	19.043	14.096
5	3	10.389	17.969	9.639
5	1	7.864	13.074	8.114
5	0,3	6.084	9.855	6.265
5	0,1	4.489	7.683	5.250
20	10	4.385	7.528	4.704
20	3	3.139	5.647	3.950
20	1	2.932	4.356	2.796
20	0,3	1.674	2.870	1.919
20	0,1	1.116	1.940	1.373

Tabelle 19 Steifigkeitsmoduln für die Kalibrierasphalte (generierte Stichprobe)

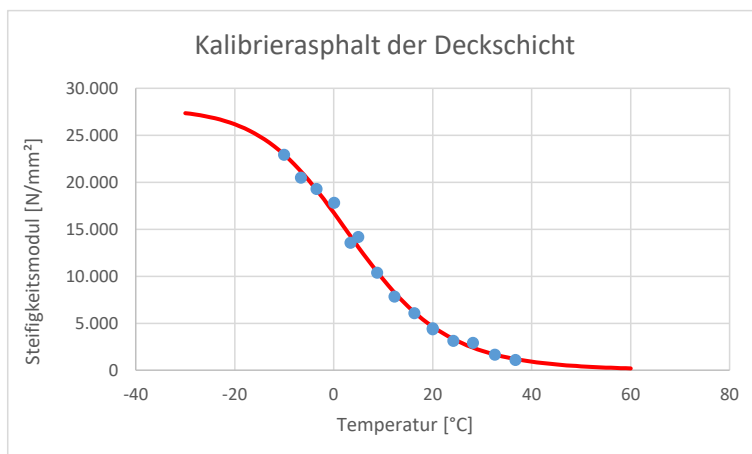


Abbildung 27 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion und zugehörige Stichprobe der Steifigkeitsmoduln (generierte Stichprobe) für den Kalibrierasphalt der Deckschicht

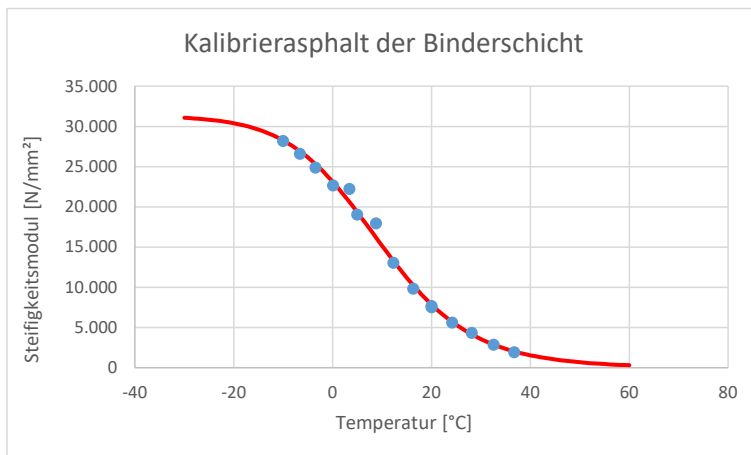


Abbildung 28 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion und zugehörige Stichprobe der Steifigkeitsmoduln (generierte Stichprobe) für den Kalbrierasphalt der Binderschicht

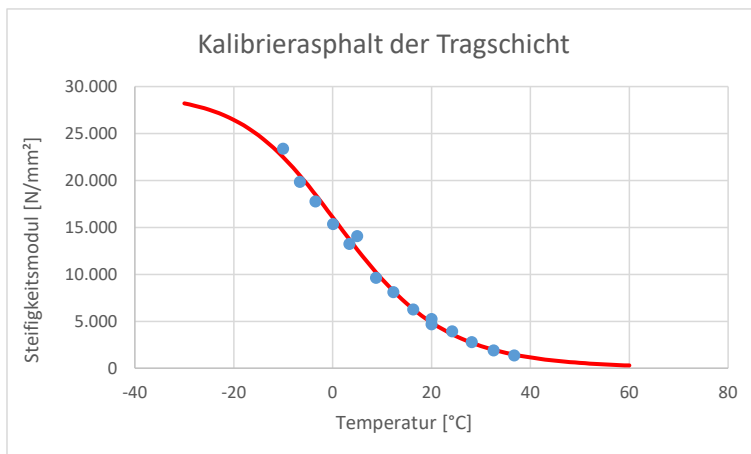


Abbildung 29 Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion und zugehörige Stichprobe der Steifigkeitsmoduln (generierte Stichprobe) für den Kalbrierasphalt der Tragschicht

Elastische Anfangsdehnung [%]	Ermüdungslastwechselzahl [-]
0,04953	1.026.314,5
0,05503	607.589,2
0,06274	305.070,7
0,09314	59.711,0
0,10349	18.864,6
0,11798	22.232,5
0,15382	8.190,1
0,17092	5.605,4
0,19484	2.998,0

Tabelle 20 elastische Anfangsdehnungen und zugehörige Ermüdungslastwechselzahl für den Kalbrierasphalt der Tragschicht (generierte Stichprobe)

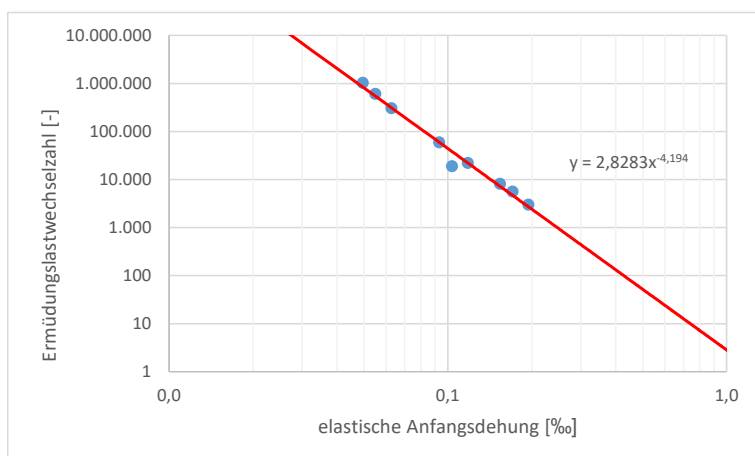


Abbildung 30 Ermüdungsfunktion und zugehörige Stichprobe der dehnungsabhängigen Ermüdungslastwechselzahlen (generierte Stichprobe) für den Kalibrierasphalt der Tragschicht

### 3 Anpassungsfaktoren

#### 3.1 Deterministische Verfahrensweise

##### 3.1.1 Schadenssummen und Anpassungsfaktoren

In der Tabelle 21 und Abbildung 32 sind die Anpassungsfaktoren enthalten, die notwendig sind, um für alle untersuchten Befestigungsvarianten, unter Zugrundelegung der in Kapitel 2 beschriebenen Randbedingungen sowie Nutzung des deterministischen Prognoseverfahrens, jeweils eine Schadenssumme von 100% zu erreichen.

RStO12 Tafel 1 Zeile	Belastungsklasse	Achsübergänge	AF(S=1)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	100	275.155.132	4.297
1	32	88.049.642	3.080
1	10	27.515.513	2.301
1	3,2	8.804.964	2.168
1	1,8	4.952.792	2.235
1	1,0	2.751.551	2.077
1	0,3	825.465	1.941
2.1	100	275.155.132	13.695
2.1	32	88.049.642	9.160
2.1	10	27.515.513	4.025
2.2	100	275.155.132	7.406
2.2	32	88.049.642	5.170
2.2	10	27.515.513	3.493
2.2	3,2	8.804.964	1.809
2.2	1,8	4.952.792	2.079
2.2	1,0	2.751.551	1.474
2.2	0,3	825.465	473
2.3	100	275.155.132	5.940
2.3	32	88.049.642	3.987
2.3	10	27.515.513	2.535
2.3	3,2	8.804.964	1.194
2.3	1,8	4.952.792	2.773
2.3	1,0	2.751.551	2.005
2.3	0,3	825.465	610

Tabelle 21 Anpassungsfaktoren für die deterministische Verfahrensweise



RStO12 Tafel 1 Zeile	Belastungsklasse	Achsübergänge	AF(S=1)
(1)	(2)	(3)	(4)
3	100	275.155.132	10.112
3	32	88.049.642	7.622
3	10	27.515.513	5.887
3	3,2	8.804.964	3.532
3	1,8	4.952.792	5.667
3	1,0	2.751.551	4.983
3	0,3	825.465	2.524
4	100	275.155.132	10.911
4	32	88.049.642	8.388
4	10	27.515.513	6.660
4	3,2	8.804.964	4.054
4	1,8	4.952.792	6.924
4	1,0	2.751.551	6.349
4	0,3	825.465	3.383
5.1	100	275.155.132	9.031
5.1	32	88.049.642	6.750
5.1	10	27.515.513	5.072
5.1	3,2	8.804.964	2.765
5.1	1,8	4.952.792	4.108
5.1	1,0	2.751.551	3.433
5.1	0,3	825.465	1.957
5.2	100	275.155.132	9.802
5.2	32	88.049.642	7.552
5.2	10	27.515.513	5.961
5.2	3,2	8.804.964	3.347
5.2	1,8	4.952.792	6.990
5.2	1,0	2.751.551	6.347
5.2	0,3	825.465	3.133
Tafel 4 RStO12	Belastungsklasse	Achsübergänge	AF(S=1)
vgOB	100	275.155.132	763
vgOB	32	88.049.642	490
vgOB	10	27.515.513	329
vgOB	3,2	8.804.964	165
vgOB	1,8	4.952.792	142
vgOB	1,0	2.751.551	223
vgOB	0,3	825.465	186

Tabelle 21 Anpassungsfaktoren für die deterministische Verfahrensweise (Fortsetzung)



Abbildung 31 Grafische Darstellung der Anpassungsfaktoren aus Tabelle 21

### 3.1.2 Gruppenbildung

#### 3.1.2.1 Abhängigkeiten und Sensitivitäten

Für die Einbindung der Anpassungsfaktoren in das technische Regelwerk, ist es aus Gründen der Übersichtlichkeit und Anwendbarkeit notwendig, die in Tabelle 21 aufgeführten Anpassungsfaktoren zu gruppieren. Innerhalb einer Gruppe können dabei mehr oder weniger große Differenzen zwischen den Anpassungsfaktoren der einzelnen Gruppenelemente (Einzelwerte aus Tabelle 21) und dem repräsentativen Gruppenwert auftreten. Diese Abweichungen sind hierbei auf ein akzeptables Maß zu begrenzen.

Die Veränderung des Anpassungsfaktors führt, bezogen auf eine konkrete Bauweise und unter Zugrundelegung definierte Randbedingungen, zu einer Änderung der Schadenssumme und somit einer Änderung rechnerischen Nutzungsdauer. Es gelten dabei die folgende Zusammenhänge:

$$(\Delta S + S)/S = AF/(AF + \Delta AF) \quad (23)$$

$$(\Delta N + N)/N = S/(\Delta S + S) \quad (24)$$

$\Delta S$  [%] absolute Veränderung der Schadenssumme

$S$  [%] Schadenssumme

$\Delta AF$  [-] absolute Veränderung des Anpassungsfaktors

$AF$  [-] Ausgangswert der des Anpassungsfaktors

$\Delta N$  [a] absolute Veränderung der rechnerischen Nutzungsdauer

$N$  [a] Ausgangswert der rechnerischen Nutzungsdauer

So ergibt sich beispielsweise aus einer Reduzierung des Anpassungsfaktors um 20 % eine Erhöhung der Schadenssumme um 25 % sowie einer Reduzierung der rechnerischen Nutzungsdauer um 20 %.

Zum Ausgleich von Nutzungsdauerdifferenzen können, zumindest im Zuge eines Dimensionierungsprozesses, u.a. die Befestigungsschichtdicken angepasst werden. Liegt beispielsweise die rechnerische Nutzungsdauer unter der angestrebten Nutzungsdauer, wird die Dicke der Asphaltsschichten erhöht.

Überträgt man diese Überlegung auf die Gruppierung der Anpassungsfaktoren für die RSO Asphalt [FGSV16-1] bedeutet dies, dass eine Veränderung des Anpassungsfaktors infolge der Gruppenbildung auch durch eine Schichtdickenänderung abgebildet werden kann. Liegt beispielsweise der Gruppenfaktor (jener Faktor, der im Zuge der Gruppierung allen Elementen einer Gruppe zugeordnet wird = Anpassungsfaktor eine Gruppe; Prinzipdarstellung zur Bildung von Gruppenfaktoren – siehe Abbildung 35) über dem Anpassungsfaktor eines Einzelements, ergibt sich daraus für das Einzelement eine geringere Schadenssumme und damit eine Nutzungszeiterhöhung. Die Veränderung der Schadenssumme bzw. der Nutzungsdauer kann beispielhaft auch durch eine Schichtdickenänderung abgebildet werden kann.

In Tabelle 22 sind die Anpassungsfaktoren dargestellt, aus denen sich eine Dickenänderung von -1cm (Spalte 4) sowie von +1cm (Spalte 5) ergeben würde. Darüber hinaus sind die Anpassungsfaktoren für die Schichtdicken gemäß den RStO12 [FGSV12-1] (Spalte 6) ohne Abzug die Schichtdickentoleranzen gemäß ZTV Asphalt-StB [FGSV07] dargestellt. Die zugehörigen Schichtdickendifferenzen (= Dicken gemäß RStO 12 minus Dicken gemäß Kapitel 2.4, Tabelle 6) sind hierbei der Spalte 7 zu entnehmen.

Zeile	BK	AÜ	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 -1cm	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 +1cm	AF für Dicken gemäß RStO12	Schichtdickenunter- schied (= Dicke RStO 12 mi- nus Dicken gemäß Tabelle 6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	100	275.155.132	5.227	3.400	2.120	+3,4 cm
1	32	88.049.642	3.898	2.447	1.566	+3,0 cm
1	10	27.515.513	2.967	1.794	1.218	+2,6 cm
1	3,2	8.804.964	2.847	1.658	1.211	+2,2 cm
1	1,8	4.952.792	2.964	1.688	1.285	+2,0 cm
1	1,0	2.751.551	2.786	1.561	1.245	+1,8 cm
1	0,3	825.465	2.610	1.465	1.306	+1,4 cm
2.1	100	275.155.132	16.863	11.119	7.975	+2,6 cm
2.1	32	88.049.642	11.109	7.494	5.863	+2,2 cm
2.1	10	27.515.513	4.765	3.341	2.751	+2,0 cm
2.2	100	275.155.132	9.187	5.985	3.934	+3,0 cm
2.2	32	88.049.642	6.426	4.158	2.939	+2,6 cm
2.2	10	27.515.513	4.274	2.831	2.190	+2,2 cm
2.2	3,2	8.804.964	2.194	1.474	1.195	+2,0 cm
2.2	1,8	4.952.792	2.401	1.763	1.587	+1,6 cm
2.2	1,0	2.751.551	1.629	1.303	1.231	+1,4 cm
2.2	0,3	825.465	525	421	399	+1,4 cm
2.3	100	275.155.132	7.300	4.840	3.226	+3,0 cm
2.3	32	88.049.642	4.884	3.248	2.336	+2,6 cm
2.3	10	27.515.513	3.034	2.095	1.654	+2,2 cm
2.3	3,2	8.804.964	1.412	995	823	+2,0 cm
2.3	1,8	4.952.792	3.238	2.323	2.076	+1,6 cm
2.3	1,0	2.751.551	2.239	1.753	1.650	+1,4 cm
2.3	0,3	825.465	685	536	504	+1,4 cm
3	100	275.155.132	12.765	8.049	5.162	+3,0 cm
3	32	88.049.642	9.759	5.976	4.085	+2,6 cm
3	10	27.515.513	7.598	4.559	3.371	+2,2 cm
3	3,2	8.804.964	4.582	2.717	2.097	+2,0 cm
3	1,8	4.952.792	7.327	4.354	3.721	+1,6 cm
3	1,0	2.751.551	6.369	3.882	3.506	+1,4 cm
3	0,3	825.465	3.115	2.039	1.947	+1,2 cm

Tabelle 22 Anpassungsfaktoren der deterministischen Verfahrensweise für ausgewählte Schichtdicken bzw. Schichtdickenunterschiede unter der Bedingung  $\Sigma$ Miner = 100%

Zeile	BK	AÜ	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 -1cm	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 +1cm	AF für Dicken gemäß RStO12	Schichtdickenunter- schied (= Dicke RStO 12 minus Dicken gemäß Tabelle 6)
4	100	275.155.132	13.842	8.647	5.500	+3,0 cm
4	32	88.049.642	10.812	6.537	4.429	+2,6 cm
4	10	27.515.513	8.681	5.113	3.745	+2,2 cm
4	3,2	8.804.964	5.328	3.083	2.355	+2,0 cm
4	1,8	4.952.792	9.149	5.221	4.417	+1,6 cm
4	1,0	2.751.551	8.355	4.825	4.320	+1,4 cm
4	0,3	825.465	4.345	2.642	2.508	+1,2 cm
5.1	100	275.155.132	11.388	7.192	4.608	+3,0 cm
5.1	32	88.049.642	8.599	5.312	3.644	+2,6 cm
5.1	10	27.515.513	6.462	3.969	2.963	+2,2 cm
5.1	3,2	8.804.964	3.532	2.153	1.679	+2,0 cm
5.1	1,8	4.952.792	5.171	3.230	2.794	+1,6 cm
5.1	1,0	2.751.551	4.241	2.755	2.515	+1,4 cm
5.1	0,3	825.465	2.346	1.619	1.553	+1,2 cm
5.2	100	275.155.132	12.447	7.757	4.919	+3,0 cm
5.2	32	88.049.642	9.729	5.885	3.983	+2,6 cm
5.2	10	27.515.513	7.739	4.590	3.369	+2,2 cm
5.2	3,2	8.804.964	4.381	2.552	1.955	+2,0 cm
5.2	1,8	4.952.792	9.194	5.285	4.474	+1,6 cm
5.2	1,0	2.751.551	8.280	4.855	4.355	+1,4 cm
5.2	0,3	825.465	3.995	2.459	2.337	+1,2 cm
vgOB	100	275.155.132	920	634	337	+4,4 cm
vgOB	32	88.049.642	601	401	218	+4,2 cm
vgOB	10	27.515.513	412	264	147	+3,8 cm
vgOB	3,2	8.804.964	208	131	74	+3,6 cm
vgOB	1,8	4.952.792	182	112	64	+3,4 cm
vgOB	1,0	2.751.551	294	171	103	+3,0 cm
vgOB	0,3	825.465	253	139	89	+2,6 cm

Tabelle 22 Anpassungsfaktoren der deterministischen Verfahrensweise für ausgewählte Schichtdicken bzw. Schichtdickenunterschiede unter der Bedingung  $\Sigma_{\text{Miner}} = 100\%$  (Fortsetzung)

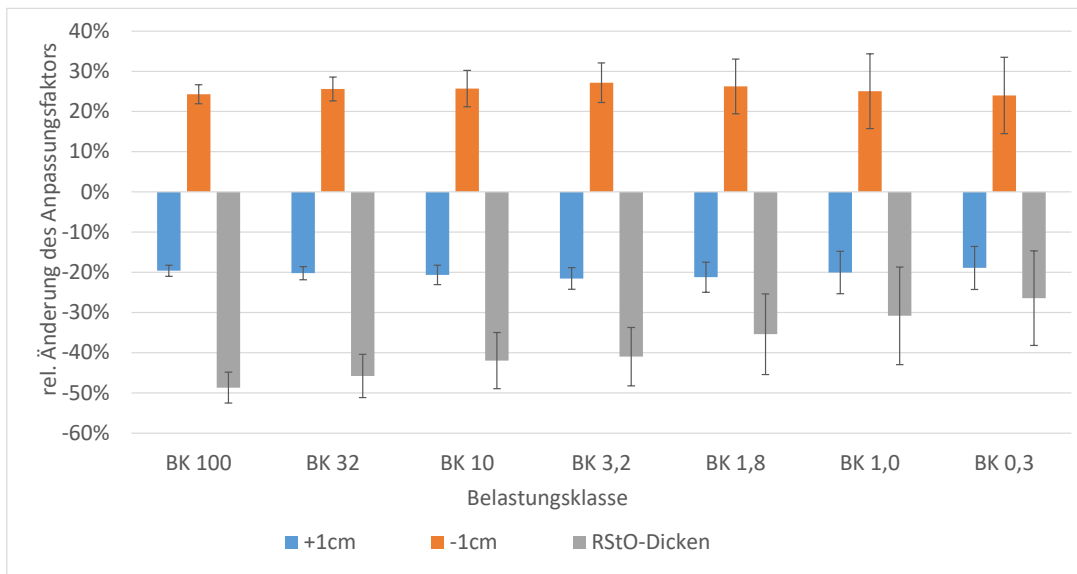


Abbildung 32 Relative Änderungen der Anpassungsfaktoren zum Erreichen einer Schadenssumme von 100% infolge Veränderung der Schichtdicken; Balken = Mittelwerte der relativen Änderungen der Anpassungsfaktoren über alle Bauweisen (Zeilen der RStO12); Fehlerindikator = zugehörige Standardabweichungen der relativen Änderungen der Anpassungsfaktoren

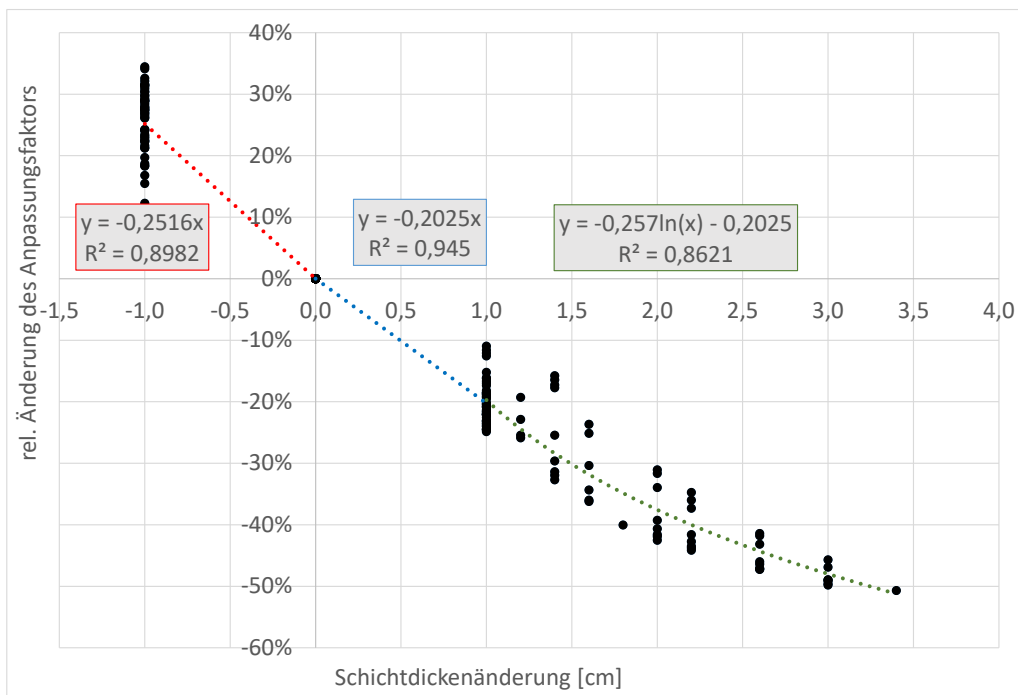


Abbildung 33 Zusammenhänge zwischen der Schichtdickenänderung und den daraus resultierenden Änderungen der Anpassungsfaktoren zum Erreichen einer Schadenssumme von 100%

Aus den Sensitivitätsrechnungen (Tabelle 21, Tabelle 22, Abbildung 33 und Abbildung 34) lässt sich Folgendes ableiten:

- Die Anpassungsfaktoren aus Spalte 4 der Tabelle 22 entsprechen im Durchschnitt 125% (bei einer Standardabweichung von 6%) von den Werten aus Tabelle 21 Spalte 4.
  - ➔ Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 25% über dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenreduktion von -1 cm.
- Die Anpassungsfaktoren aus Spalte 5 der Tabelle 22 entsprechen im Durchschnitt 80% (bei einer Standardabweichung von 3%) von den Werten aus Tabelle 21 Spalte 4.
  - ➔ Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 20% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung von +1 cm.
- Die Anpassungsfaktoren aus Spalte 6 der Tabelle 22 entsprechen im Durchschnitt 60% (bei einer Standardabweichung von 11%) von den Werten aus Tabelle 21 Spalte 4. Aufgrund der unterschiedlichen zugrundeliegenden Schichtdicken (Spalte 7 der Tabelle 22) ist jedoch eine nach Belastungsklassen getrennte Bewertung sinnvoll.
  - ➔ BK100: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 50% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur entsprechenden Dicke der RStO
  - ➔ BK32: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 45% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur entsprechenden Dicke der RStO
  - ➔ BK10 und BK3,2: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 40% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur Dicke der RStO
  - ➔ BK1,8 bis BK0,3: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 30% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur Dicke der RStO

Diese Zusammenhänge dienen im Folgenden der Definition von Grenzwerten im Zuge der Gruppierung der Anpassungsfaktoren (siehe Kapitel 3.1.2.2 und 3.1.2.3).

### 3.1.2.2 Gruppierung der Anpassungsfaktoren

Die Anpassungsfaktoren aus Tabelle 21 werden in Gruppen ähnlicher Faktoren zusammengefasst. Die Gruppenanzahl sollte hierbei so gering wie möglich sein. Jede Gruppe wird durch einen Gruppenfaktor repräsentiert. Die Gruppenfaktoren sollten heterogen sein. Die Unterschiede, die zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelelemente einer Gruppe und dem Gruppenfaktor auftreten, sollten möglichst gering sein. Folgende Gruppierungsvarianten wurden untersucht.

ID	Anzahl Gruppen	Gruppen
BK_1	4	BK100 BK32 BK10 – BK3,2 BK1,8 – BK0,3
BK_2	3	BK100 BK32 BK10 – BK0,3
BK_3	3	BK100 BK32 - BK10 BK3,2 – BK0,3
BK_4	3	BK100 – BK32 BK10 – BK3,2 BK1,8 – BK0,3
BK_5	2	BK100 – BK32 BK10 – BK0,3
BK_6	2	BK100 – BK10 BK3,2 – BK0,3

Tabelle 23 Gruppierungsvarianten Belastungsklassen

ID	Anzahl Gruppen	Gruppen (Zeilen der RStO12)
BW_1	5	Zeile 1 Zeile 2.1 Zeile 2.2 – 2.3 Zeile 3 – 5 Vollgebundener OB
BW_2	4	Zeile 1 Zeile 2.1 – 2.3 Zeile 3 – 5 Vollgebundener OB
BW_3	4	Zeile 1, 3 – 5 Zeile 2.1 Zeile 2.2 – 2.3 Vollgebundener OB
BW_4	3	Zeile 1, 3 – 5 Zeile 2.1 – 2.3 Vollgebundener OB

Tabelle 24 Gruppierungsvarianten Bauweisen

Aus den Gruppenvarianten für die Belastungsklassen (6 Varianten) sowie für die Bauweisen (4 Varianten) ergeben sich insgesamt 24 kombinierte Gruppierungsvarianten.

Der Gruppenfaktor jeder Gruppe der 24 Gruppierungsvarianten entspricht dem Mittelwert zwischen dem Minimum und dem Maximum der Anpassungsfaktoren der Einzelelemente einer Gruppe. Eine schematische Darstellung der Bildung der Gruppenfaktoren ist der Abbildung 35 zu entnehmen.

Anschließend werden die Bauweisen in Abhängigkeit der jeweiligen Gruppenfaktoren, jeder Gruppierungsvariante und Gruppenfaktorvariante klassifiziert.

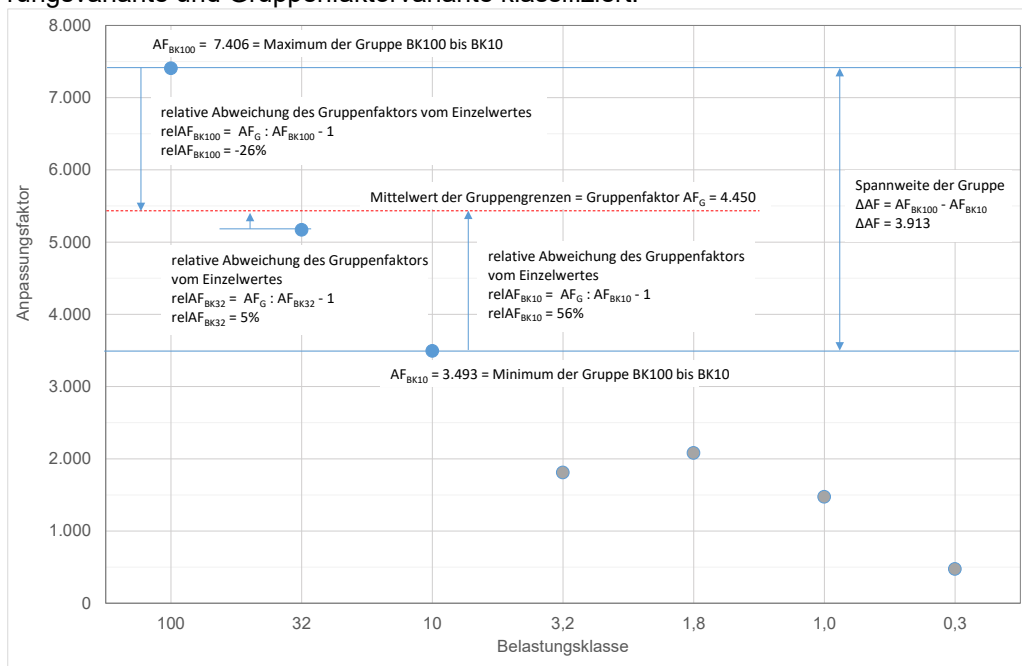


Abbildung 34 Prinzipdarstellung zur Bildung der Gruppenfaktoren und Elementabweichungen; beispielhaft abgebildet für eine Gruppe aus BK100 bis BK10 der Bauweise der Zeile 2.2 der RStO12

Die Ergebnisse dieser Gruppierungen sind in Tabelle 25 beispielhaft für die kombinierte Gruppierungsvariante BK\_1 + BW\_1 dargestellt. Die Ergebnisse aller Gruppierungsvarianten sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF (gemäß Tabelle 21 – Spalte 4)	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	1	32	1	3.080	3.080	0%
3	2	10	1	2.301	2.235	-3%
		3,2	1	2.168		3%
4	3	1,8	1	2.235	2.088	-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
5	1	100	2,1	13.695	13.695	0%
6	1	32	2,1	9.160	9.160	0%
7	1	10	2,1	4.025	4.025	0%
8	2	100	2,2	7.406	6.673	-10%
		100	2,3	5.940		12%
9	2	32	2,2	5.170	4.578	-11%
		32	2,3	3.987		15%
10	4	10	2,2	3.493	2.344	-33%
		3,2	2,2	1.809		30%
		10	2,3	2.535		-8%
		3,2	2,3	1.194		96%
11	6	1,8	2,2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2,2	1.474		10%
		0,3	2,2	473		243%
		1,8	2,3	2.773		-41%
		1,0	2,3	2.005		-19%
		0,3	2,3	610		166%
12	4	100	3	10.112	9.971	-1%
		100	4	10.911		-9%
		100	5,1	9.031		10%
		100	5,2	9.802		2%
13	4	32	3	7.622	7.569	-1%
		32	4	8.388		-10%
		32	5,1	6.750		12%
		32	5,2	7.552		0%
14	8	10	3	5.887	4.712	-20%
		3,2	3	3.532		33%
		10	4	6.660		-29%
		3,2	4	4.054		16%
		10	5,1	5.072		-7%
		3,2	5,1	2.765		70%
		10	5,2	5.961		-21%
		3,2	5,2	3.347		41%
15	12	1,8	3	5.667	4.474	-21%
		1,0	3	4.983		-10%
		0,3	3	2.524		77%
		1,8	4	6.924		-35%
		1,0	4	6.349		-30%
		0,3	4	3.383		32%
		1,8	5,1	4.108		9%
		1,0	5,1	3.433		30%
		0,3	5,1	1.957		129%
		1,8	5,2	6.990		-36%
		1,0	5,2	6.347		-30%
		0,3	5,2	3.133		43%

Tabelle 25 Gruppenfaktoren sowie relative Abweichungen der gruppenzugehörigen Elemente für die Gruppierungsvariante BK\_1 + BW\_1



Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF (gemäß Tabelle 21 – Spalte 4)	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
16	1	100	vgOB	763	763	0%
17	1	32	vgOB	490	490	0%
18	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
19	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

Tabelle 25 Gruppenfaktoren sowie relative Abweichungen der gruppenzugehörigen Elemente für die Gruppierungsvariante BK\_1 + BW\_1 (Fortsetzung)

### 3.1.2.3 Grenzwerte und Toleranzniveaus

Für die Auswahl der für die RSO Asphalt [FGSV16-1] maßgebenden Gruppierungsvariante wurden, für die Abweichungen zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelelemente einer Gruppe und dem Gruppenfaktor, Toleranzniveaus mit entsprechenden Grenzwerten festgelegt. Diese wurden in Anlehnung an die Ergebnisse der Sensitivitätsrechnungen definiert. Bei der Festlegung der Toleranzniveaus und Grenzwerte wurde davon ausgegangen, dass

- die Bauweisen als gleichwertig zu betrachten sind und deshalb mit identischen Grenzwerten je Toleranzniveau belegt sind.
- die Bauklassen mit steigender B-Zahl höherwertiger sind und deshalb mit unterschiedlichen Grenzwerten je Toleranzniveau belegt sind.

BK	Toleranzniveau und Grenzwerte für den Mittelwert der Abweichungen		
	Gering	Mittel	Hoch
100	-10% bis +10%	-15% bis +15%	< -15% und > +15%
32	-15% bis +15%	-20% bis +25%	< -20% und > +25%
10	-20% bis +25%	-40% bis +25%	< -40% und > +25%
3,2	-35% bis +30%	-50% bis +40%	< -50% und > +40%
1,8	-35% bis +35%	-60% bis +45%	< -60% und > +45%
1,0	Keine Anforderungen		
0,3			

Tabelle 26 Toleranzniveaus und Grenzwerte\*) für die zulässigen Mittelwerte der Abweichungen zwischen den Anpassungsfaktoren der Gruppenelemente und dem Gruppenfaktor

BK	Toleranzniveau und Grenzwerte*) für die Spannweite der Abweichungen		
	Gering	Mittel	Hoch
100	-20% bis +25%	-40% bis +25%	< -40% und > +25%
32	-40% bis +25%	-55% bis +55%	< -55% und > +55%
10	-40% bis +35%	-70% bis +65%	< -70% und > +65%
3,2	-50% bis +50%	-85% bis +85%	< -85% und > +85%
1,8	-60% bis +60%	-100% bis +100%	< -100% und > +100%
1,0	Keine Anforderungen		
0,3			

Tabelle 27 Toleranzniveaus und Grenzwerte für die zulässigen Spannweiten der Abweichungen zwischen den Anpassungsfaktoren der Gruppenelemente und dem Gruppenfaktor

\*) grün: innerhalb der Grenzen von -1cm bis +1cm

blau: innerhalb der Grenzen von -1cm bis +RStO

rot: außerhalb der Grenzen von -1cm bis +RStO

Als Kennwerte zur Beurteilung des Toleranzniveaus wurden der Mittelwert sowie die Spannweite, charakterisiert durch ein Maximum (größte positive Abweichung) und ein Minimum (kleinste negative Abweichung) der Abweichungen aller Elemente einer Gruppe (separiert für die einzelnen Belastungsklassen) herangezogen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 28 bis Tabelle 30 dargestellt.

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW1	12%	15%	0%	96%	28%	30%	243%
BK2-BW1	12%	15%	0%	66%	66%	35%	319%
BK3-BW1	12%	0%	64%	62%	28%	30%	243%
BK3-BW1	12%	0%	64%	62%	28%	30%	243%
BK4-BW1	-2%	43%	0%	96%	28%	30%	243%
BK5-BW1	-2%	43%	0%	66%	66%	35%	319%
BK6-BW1	-12%	25%	120%	62%	28%	30%	243%
BK1-BW2	65%	65%	3%	119%	28%	30%	243%
BK2-BW2	65%	65%	-8%	88%	66%	53%	375%
BK3-BW2	65%	47%	131%	62%	28%	30%	243%
BK3-BW2	65%	47%	131%	62%	28%	30%	243%
BK4-BW2	49%	122%	3%	119%	28%	30%	243%
BK5-BW2	49%	122%	-8%	88%	66%	53%	375%
BK6-BW2	37%	104%	220%	62%	28%	30%	243%
BK1-BW3	77%	86%	92%	104%	28%	10%	243%
BK2-BW3	77%	86%	94%	106%	100%	115%	319%
BK3-BW3	77%	74%	132%	106%	100%	115%	243%
BK3-BW3	77%	74%	132%	106%	100%	115%	243%
BK4-BW3	63%	127%	92%	104%	100%	115%	243%
BK5-BW3	63%	127%	94%	106%	100%	115%	319%
BK6-BW3	54%	114%	187%	106%	100%	115%	243%
BK1-BW4	77%	86%	92%	119%	100%	115%	243%
BK2-BW4	77%	86%	94%	106%	100%	115%	375%
BK3-BW4	77%	74%	132%	106%	100%	115%	243%
BK3-BW4	77%	74%	132%	106%	100%	115%	243%
BK4-BW4	63%	127%	92%	119%	100%	115%	243%
BK5-BW4	63%	127%	94%	106%	100%	115%	375%
BK6-BW4	54%	114%	220%	106%	100%	115%	243%

Tabelle 28 Größte positive Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 27

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW1	-10%	-11%	-33%	3%	-41%	-30%	-2%
BK2-BW1	-10%	-11%	-43%	-2%	-36%	-30%	9%
BK3-BW1	-10%	-28%	1%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK3-BW1	-10%	-28%	1%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK4-BW1	-23%	5%	-33%	3%	-41%	-30%	-2%
BK5-BW1	-23%	5%	-43%	-2%	-36%	-30%	9%
BK6-BW1	-35%	-5%	20%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK1-BW2	-28%	-28%	-35%	3%	-41%	-30%	-2%
BK2-BW2	-28%	-28%	-44%	-2%	-36%	-30%	9%
BK3-BW2	-28%	-36%	1%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK3-BW2	-28%	-36%	1%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK4-BW2	-35%	-3%	-35%	3%	-41%	-30%	-2%
BK5-BW2	-35%	-3%	-44%	-2%	-36%	-30%	9%
BK6-BW2	-41%	-11%	20%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK1-BW3	-30%	-32%	-34%	9%	-70%	-67%	-38%
BK2-BW3	-30%	-11%	-43%	10%	-36%	-30%	27%
BK3-BW3	-30%	-36%	-20%	-10%	-41%	-30%	-2%

Tabelle 29 Kleinste negative Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 27

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK3-BW3	-30%	-36%	-20%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK4-BW3	-36%	-17%	-34%	9%	-41%	-30%	-2%
BK5-BW3	-36%	-17%	-43%	10%	-36%	-30%	27%
BK6-BW3	-39%	-21%	-1%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK1-BW4	-30%	-32%	-35%	9%	-41%	-30%	-2%
BK2-BW4	-30%	-32%	-44%	10%	-36%	-30%	27%
BK3-BW4	-30%	-36%	-20%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK3-BW4	-30%	-36%	-20%	-10%	-41%	-30%	-2%
BK4-BW4	-36%	-17%	-35%	9%	-41%	-30%	-2%
BK5-BW4	-36%	-17%	-44%	10%	-36%	-30%	27%
BK6-BW4	-41%	-21%	-1%	-10%	-41%	-30%	-2%

Tabelle 29 Kleinste negative Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 27 (Fortsetzung)

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW1	0%	1%	-16%	42%	-16%	-8%	87%
BK2-BW1	0%	1%	-22%	31%	-7%	0%	108%
BK3-BW1	0%	-14%	25%	21%	-16%	-8%	87%
BK3-BW1	0%	-14%	25%	21%	-16%	-8%	87%
BK4-BW1	-13%	22%	-16%	42%	-16%	-8%	87%
BK5-BW1	-13%	22%	-22%	31%	-7%	0%	108%
BK6-BW1	-24%	7%	57%	21%	-16%	-8%	87%
BK1-BW2	8%	7%	-18%	47%	-16%	-8%	87%
BK2-BW2	8%	7%	-25%	36%	-4%	4%	120%
BK3-BW2	8%	-5%	38%	21%	-16%	-8%	87%
BK3-BW2	8%	-5%	38%	21%	-16%	-8%	87%
BK4-BW2	-5%	34%	-18%	47%	-16%	-8%	87%
BK5-BW2	-5%	34%	-25%	36%	-4%	4%	120%
BK6-BW2	-14%	21%	79%	21%	-16%	-8%	87%
BK1-BW3	-2%	-1%	-8%	51%	-37%	-32%	42%
BK2-BW3	-2%	48%	-10%	45%	6%	14%	123%
BK3-BW3	-2%	-13%	28%	34%	-2%	6%	102%
BK3-BW3	-2%	-13%	28%	34%	-2%	6%	102%
BK4-BW3	-13%	23%	-8%	51%	-2%	6%	102%
BK5-BW3	-13%	23%	-10%	45%	6%	14%	123%
BK6-BW3	-21%	10%	63%	34%	-2%	6%	102%
BK1-BW4	6%	6%	-10%	55%	-2%	6%	102%
BK2-BW4	6%	6%	-13%	49%	9%	18%	135%
BK3-BW4	6%	-4%	41%	34%	-2%	6%	102%
BK3-BW4	6%	-4%	41%	34%	-2%	6%	102%
BK4-BW4	-5%	35%	-10%	55%	-2%	6%	102%
BK5-BW4	-5%	35%	-13%	49%	9%	18%	135%
BK6-BW4	-11%	25%	84%	34%	-2%	6%	102%

Tabelle 30 Mittlere Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 26

## 3.2 Probabilistische Verfahrensweise

### 3.2.1 Ausfallwahrscheinlichkeiten und Anpassungsfaktoren

In der Tabelle 31 und Abbildung 36 sind die Anpassungsfaktoren enthalten, die notwendig sind, um für alle untersuchten Befestigungsvarianten, unter Zugrundelegung der in Kapitel 2 beschriebenen Randbedingungen sowie Nutzung des deterministischen Prognoseverfahrens, jeweils eine Schadenssumme von 100% zu erreichen.

RStO12, Tafel 1, Zeile ...	Belastungsklasse	Achsübergänge	AF(PD=0,1)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	100	275.155.132	23.800
1	32	88.049.642	16.550
1	10	27.515.513	12.000
1	3,2	8.804.964	11.450
1	1,8	4.952.792	12.830
1	1,0	2.751.551	11.600
1	0,3	825.465	11.100
2.1	100	275.155.132	72.600
2.1	32	88.049.642	48.900
2.1	10	27.515.513	22.000
2.2	100	275.155.132	39.220
2.2	32	88.049.642	26.950
2.2	10	27.515.513	18.350
2.2	3,2	8.804.964	10.100
2.2	1,8	4.952.792	13.750
2.2	1,0	2.751.551	10.750
2.2	0,3	825.465	3.480
2.3	100	275.155.132	31.150
2.3	32	88.049.642	20.860
2.3	10	27.515.513	13.600
2.3	3,2	8.804.964	6.820
2.3	1,8	4.952.792	17.800
2.3	1,0	2.751.551	14.150
2.3	0,3	825.465	4.330
3	100	275.155.132	54.500
3	32	88.049.642	39.500
3	10	27.515.513	30.000
3	3,2	8.804.964	18.700
3	1,8	4.952.792	32.500
3	1,0	2.751.551	29.100
3	0,3	825.465	16.000
4	100	275.155.132	58.800
4	32	88.049.642	43.500
4	10	27.515.513	34.200
4	3,2	8.804.964	21.100
4	1,8	4.952.792	38.700
4	1,0	2.751.551	36.500
4	0,3	825.465	20.100

Tabelle 31 Anpassungsfaktoren für die probabilistische Verfahrensweise

RStO12, Tafel 1, Zeile ...	Belastungsklasse	Achsübergänge	AF(PD=0,1)
(1)	(2)	(3)	(4)
5.1	100	275.155.132	47.300
5.1	32	88.049.642	34.500
5.1	10	27.515.513	26.100
5.1	3,2	8.804.964	14.500
5.1	1,8	4.952.792	23.900
5.1	1,0	2.751.551	20.750
5.1	0,3	825.465	12.600
5.2	100	275.155.132	51.370
5.2	32	88.049.642	38.500
5.2	10	27.515.513	30.200
5.2	3,2	8.804.964	17.200
5.2	1,8	4.952.792	38.700
5.2	1,0	2.751.551	36.500
5.2	0,3	825.465	19.100
Tafel 4 RStO12	Belastungsklasse	Achsübergänge	AF(PD=0,1)
vgOB	100	275.155.132	4.430
vgOB	32	88.049.642	2.750
vgOB	10	27.515.513	1.760
vgOB	3,2	8.804.964	910
vgOB	1,8	4.952.792	780
vgOB	1,0	2.751.551	1.250
vgOB	0,3	825.465	1.040

Tabelle 31 Anpassungsfaktoren für die probabilistische Verfahrensweise (Fortsetzung)

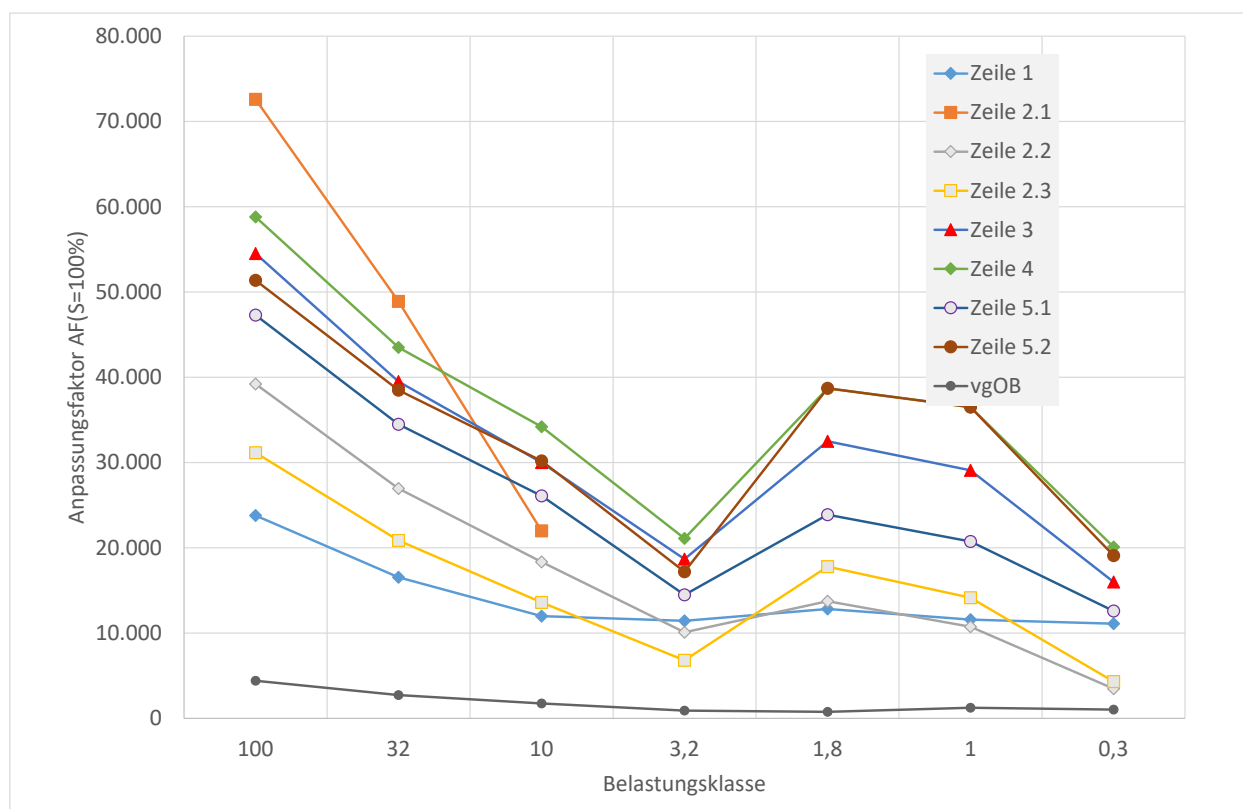


Abbildung 35 Grafische Darstellung der Anpassungsfaktoren aus Tabelle 31

Die Anpassungsfaktoren der probabilistischen Verfahrensweise korrelieren sehr gut ( $R=99,67\%$ ) mit denen der deterministischen Verfahrensweise (Abbildung 37) und sind im Mittel um den Faktor 5,6 (bei einem Variationskoeffizient von 10%) größer.

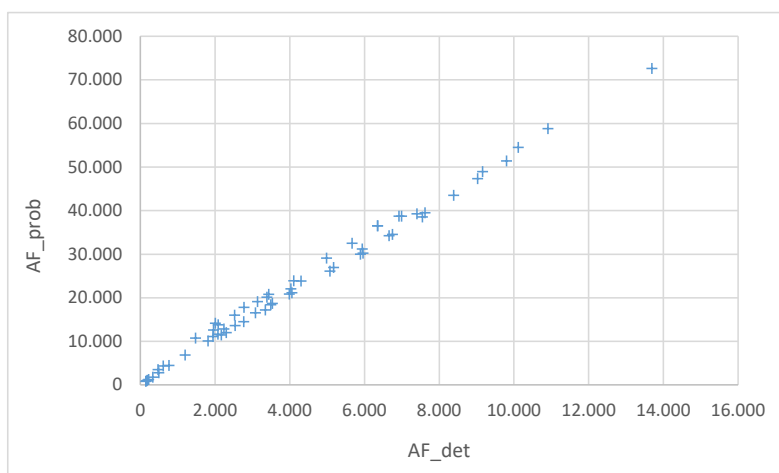


Abbildung 36 Zusammenhang zwischen den Anpassungsfaktoren des deterministischen und probabilistischen Verfahrens

### 3.2.2 Gruppenbildung

#### 3.2.2.1 Abhängigkeiten und Sensitivitäten

Wie auch für die Anpassungsfaktoren des deterministischen Verfahrens wurden auch für die Anpassungsfaktoren des probabilistischen Verfahrens entsprechende Sensitivitätsuntersuchungen durchgeführt. Hierbei wurden in gleicher Weise die Schichtdicken des Asphaltpaketes im Bereich von -1cm bis +1cm bezogen auf die Asphaltpaketdicken gemäß Tabelle 6 verändert. Darüber hinaus wurden auch die Schichtdicken der RStO12 eingebunden.

In Tabelle 32 sind die Anpassungsfaktoren dargestellt, aus denen sich eine Dickenänderung von -1cm (Spalte 4) sowie von +1cm (Spalte 5) ergeben würde. In Spalte 6 sind die Anpassungsfaktoren für die Schichtdicken gemäß den RStO12 [FGSV12-1] (Spalte 6) ohne Abzug der Schichtdickentoleranzen gemäß ZTV Asphalt-StB [FGSV07] dargestellt. Die zugehörigen Schichtdickendifferenzen (= Dicken gemäß RStO 12 minus Dicken gemäß Kapitel 2.4, Tabelle 6) sind hierbei der Spalte 7 zu entnehmen.

Zeile	BK	AÜ	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 -1cm	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 +1cm	AF für Dicken gemäß RStO12	Schichtdickenunterschied (= Dicke RStO 12 minus Dicken gemäß Tabelle 6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	100	275.155.132	29.400	19.100	11.900	+3,4 cm
1	32	88.049.642	20.600	13.300	8.600	+3,0 cm
1	10	27.515.513	15.000	9.450	6.450	+2,6 cm
1	3,2	8.804.964	14.500	8.900	6.500	+2,2 cm
1	1,8	4.952.792	16.570	9.620	7.350	+2,0 cm
1	1,0	2.751.551	15.300	8.800	7.100	+1,8 cm
1	0,3	825.465	15.000	8.100	7.300	+1,4 cm
2.1	100	275.155.132	89.500	59.500	42.500	+2,6 cm
2.1	32	88.049.642	60.000	39.800	31.000	+2,2 cm
2.1	10	27.515.513	27.000	18.000	14.700	+2,0 cm
2.2	100	275.155.132	48.400	31.800	21.200	+3,0 cm
2.2	32	88.049.642	33.500	21.800	15.500	+2,6 cm
2.2	10	27.515.513	22.800	14.900	11.400	+2,2 cm
2.2	3,2	8.804.964	12.500	8.200	6.600	+2,0 cm

Tabelle 32 Anpassungsfaktoren der probabilistischen Verfahrensweise für ausgewählte Schichtdicken bzw. Schichtdickenunterschiede unter der Bedingung PD = 10%

Zeile	BK	AÜ	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 -1cm	AF für Dicken gemäß Tabelle 6 +1cm	AF für Dicken gemäß RStO12	Schichtdickenunter- schied (= Dicke RStO 12 minus Dicken gemäß Tabelle 6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2.2	1,8	4.952.792	16.600	11.300	9.900	+1,6 cm
2.2	1,0	2.751.551	12.700	9.000	8.300	+1,4 cm
2.2	0,3	825.465	4.100	2.920	2.700	+1,4 cm
2.3	100	275.155.132	38.250	25.400	17.100	+3,0 cm
2.3	32	88.049.642	25.700	17.000	12.250	+2,6 cm
2.3	10	27.515.513	16.600	11.200	8.700	+2,2 cm
2.3	3,2	8.804.964	8.300	5.600	4.500	+2,0 cm
2.3	1,8	4.952.792	21.800	14.500	12.600	+1,6 cm
2.3	1,0	2.751.551	16.950	11.600	10.800	+1,4 cm
2.3	0,3	825.465	5.190	3.600	3.300	+1,4 cm
3	100	275.155.132	67.000	43.800	28.400	+3,0 cm
3	32	88.049.642	50.000	31.500	21.700	+2,6 cm
3	10	27.515.513	38.500	23.700	17.500	+2,2 cm
3	3,2	8.804.964	24.000	14.500	11.300	+2,0 cm
3	1,8	4.952.792	42.300	24.900	21.300	+1,6 cm
3	1,0	2.751.551	37.800	22.400	20.100	+1,4 cm
3	0,3	825.465	20.200	12.300	11.700	+1,2 cm
4	100	275.155.132	73.700	47.100	30.200	+3,0 cm
4	32	88.049.642	55.500	34.200	23.500	+2,6 cm
4	10	27.515.513	43.300	26.200	19.200	+2,2 cm
4	3,2	8.804.964	27.500	16.300	12.500	+2,0 cm
4	1,8	4.952.792	51.200	29.700	24.800	+1,6 cm
4	1,0	2.751.551	47.500	27.100	24.100	+1,4 cm
4	0,3	825.465	26.100	15.500	14.500	+1,2 cm
5.1	100	275.155.132	59.100	38.000	24.700	+3,0 cm
5.1	32	88.049.642	44.000	27.200	18.900	+2,6 cm
5.1	10	27.515.513	33.500	19.900	15.000	+2,2 cm
5.1	3,2	8.804.964	18.500	11.300	8.900	+2,0 cm
5.1	1,8	4.952.792	30.600	18.600	16.000	+1,6 cm
5.1	1,0	2.751.551	26.400	16.250	14.700	+1,4 cm
5.1	0,3	825.465	15.800	9.900	9.450	+1,2 cm
5.2	100	275.155.132	64.500	41.000	26.400	+3,0 cm
5.2	32	88.049.642	48.500	30.000	20.700	+2,6 cm
5.2	10	27.515.513	38.500	23.500	17.100	+2,2 cm
5.2	3,2	8.804.964	22.500	13.000	10.000	+2,0 cm
5.2	1,8	4.952.792	51.500	29.200	24.700	+1,6 cm
5.2	1,0	2.751.551	47.000	27.000	24.300	+1,4 cm
5.2	0,3	825.465	24.000	14.500	13.500	+1,2 cm
vgOB	100	275.155.132	5.300	3.700	2.000	+4,4 cm
vgOB	32	88.049.642	3.400	2.300	1.300	+4,2 cm
vgOB	10	27.515.513	2.200	1.500	840	+3,8 cm
vgOB	3,2	8.804.964	1.150	750	420	+3,6 cm
vgOB	1,8	4.952.792	1.000	630	320	+3,4 cm
vgOB	1,0	2.751.551	1.600	960	580	+3,0 cm
vgOB	0,3	825.465	1.370	760	490	+2,6 cm

Tabelle 32 Anpassungsfaktoren der probabilistischen Verfahrensweise für ausgewählte Schichtdicken bzw. Schichtdickenunterschiede unter der Bedingung PD = 10% (Fortsetzung)

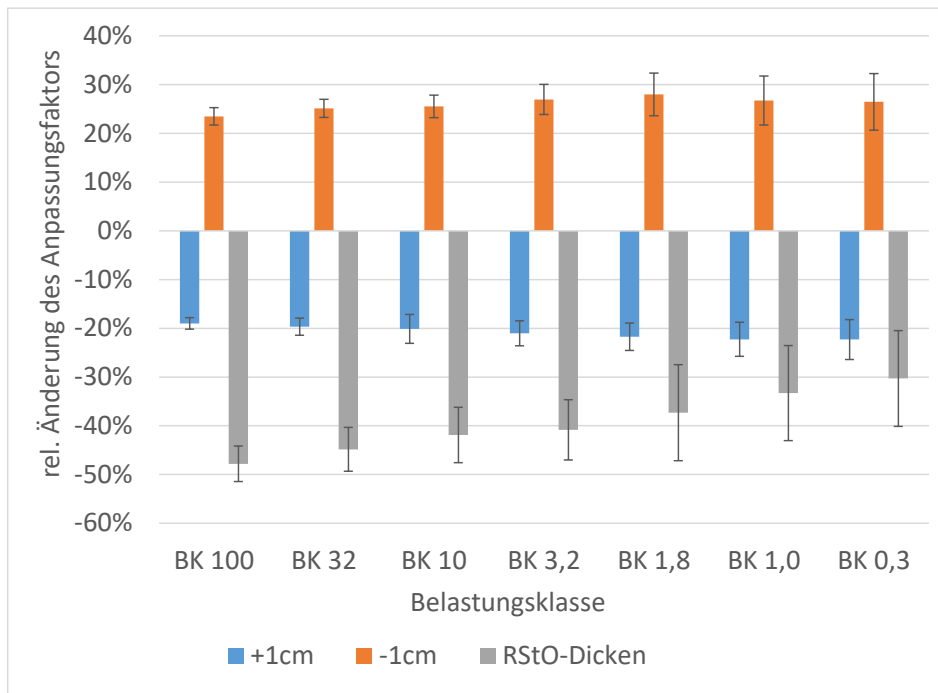


Abbildung 37 relative Änderungen der Anpassungsfaktoren zum Erreichen einer Ausfallwahrscheinlichkeit von PD=10% infolge Veränderung der Schichtdicken; Balken = Mittelwerte der relativen Änderungen der Anpassungsfaktoren über alle Bauweisen (Zeilen der RStO12); Fehlerindikator = zugehörige Standardabweichungen der relativen Änderungen der Anpassungsfaktoren

Aus den Sensitivitätsrechnungen (Tabelle 32, Abbildung 38 und Abbildung 39) lässt sich Folgendes ableiten:

- Die Anpassungsfaktoren aus Spalte 4 der Tabelle 32 entsprechen im Durchschnitt 126% (bei einer Standardabweichung von 4%) von den Werten aus Tabelle 31 Spalte 4.
  - ➔ Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 25% über dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenreduktion von -1 cm.
- Die Anpassungsfaktoren aus Spalte 5 der Tabelle 32 entsprechen im Durchschnitt 79% (bei einer Standardabweichung von 3%) von den Werten aus Tabelle 31 Spalte 4.
  - ➔ Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 20% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung von +1 cm.
- Die Anpassungsfaktoren aus Spalte 6 der Tabelle 32 entsprechen im Durchschnitt 60% (bei einer Standardabweichung von 9%) von den Werten aus Tabelle 31 Spalte 4. Aufgrund der unterschiedlichen zugrundeliegenden Schichtdicken (Spalte 7 der Tabelle 32) ist jedoch eine nach Belastungsklassen getrennte Bewertung sinnvoll.
  - ➔ BK100: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 50% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur entsprechenden Dicke der RStO
  - ➔ BK32: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 45% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur entsprechenden Dicke der RStO
  - ➔ BK10 und BK3,2: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 40% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur Dicke der RStO
  - ➔ BK1,8 bis BK0,3: Liegt der Gruppenfaktor um nicht mehr als 30% unter dem Einzelwert, entspricht dies einer durchschnittlichen Schichtdickenerhöhung bis zur Dicke der RStO

Diese Zusammenhänge dienen im Folgenden der Definition von Grenzwerten im Zuge der Gruppierung der Anpassungsfaktoren (siehe Kapitel 3.1.2.2 und 3.1.2.3).



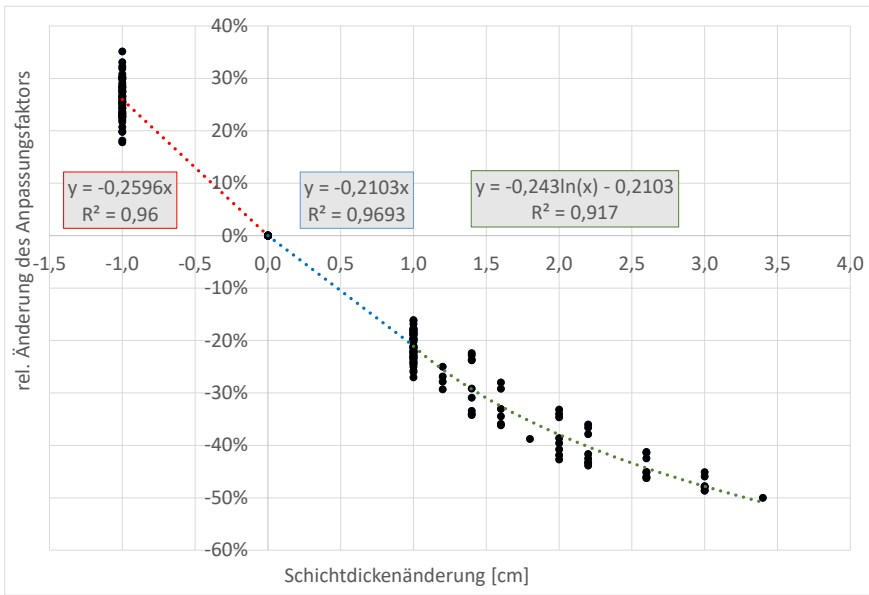


Abbildung 38 Zusammenhänge zwischen der Schichtdickenänderung und den daraus resultierenden Änderungen der Anpassungsfaktoren zum Erreichen einer Ausfallwahrscheinlichkeit von PD = 10%

**3.2.2.2 Gruppierung der Anpassungsfaktoren**

Die Gruppierung der Anpassungsfaktoren des probabilistischen Verfahrens (Tabelle 31) erfolgt äquivalent zur Gruppierung der Anpassungsfaktoren des deterministischen Verfahrens (siehe dazu Kapitel 3.1.2.2).

In Tabelle 33 sind beispielhaft für die kombinierte Gruppierungsvariante BK\_1 + BW\_1 das Ergebnis dieser Gruppierung dargestellt. Die Ergebnisse aller Gruppierungsvarianten sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren <b>AF</b> (gemäß Tabelle 21 – Spalte 5)	Gruppenfaktor <b>GF</b>	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	1	32	1	16.550	16.550	0%
3	2	10	1	12.000	11.725	-2%
		3,2	1	11.450		2%
4	3	1,8	1	12.830	11.965	-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
5	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
6	1	32	2.1	48.900	48.900	0%
7	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
8	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
9	2	32	2.2	26.950	23.905	-11%
		32	2.3	20.860		15%
10	4	10	2.2	18.350	12.585	-31%
		3,2	2.2	10.100		25%
		10	2.3	13.600		-7%
		3,2	2.3	6.820		85%
11	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%

Tabelle 33 Gruppenfaktoren sowie relative Abweichungen der gruppenzugehörigen Elemente für die Gruppierungsvariante BK\_1 + BW\_1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren <b>AF</b> (gemäß Tabelle 21 – Spalte 5)	Gruppenfaktor <b>GF</b>	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
12	4	100	3	54.500	53.050	-3%
		100	4	58.800		-10%
		100	5.1	47.300		12%
		100	5.2	51.370		3%
13	4	32	3	39.500	39.000	-1%
		32	4	43.500		-10%
		32	5.1	34.500		13%
		32	5.2	38.500		1%
14	8	10	3	30.000	24.350	-19%
		3,2	3	18.700		30%
		10	4	34.200		-29%
		3,2	4	21.100		15%
		10	5.1	26.100		-7%
		3,2	5.1	14.500		68%
		10	5.2	30.200		-19%
		3,2	5.2	17.200		42%
15	12	1,8	3	32.500	25.650	-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
		0,3	5.2	19.100		34%
16	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
17	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
18	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
19	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

Tabelle 33 Gruppenfaktoren sowie relative Abweichungen der gruppenzugehörigen Elemente für die Gruppierungsvariante BK\_1 + BW\_1 (Fortsetzung)

### 3.2.2.3 Grenzwerte und Toleranzniveaus

Die Toleranzniveaus und Grenzwerte bezüglich der Abweichungen zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente des probabilistischen Verfahrens und dem jeweils zugehörigen Gruppenfaktor entsprechen den Toleranzniveaus und Grenzwerten der deterministischen Verfahrensweise (siehe Kapitel 3.1.2.3, Tabelle 26 und Tabelle 27).

Die mittleren sowie die Extremwerte der Abweichungen jeder Gruppierungsvariante sind abhängig von den Belastungsklassen in der Tabelle 34 bis Tabelle 36 dargestellt.

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW1	13%	15%	0%	85%	30%	24%	206%
BK2-BW1	13%	15%	0%	77%	63%	24%	214%
BK3-BW1	13%	1%	61%	77%	30%	24%	206%
BK3-BW1	13%	1%	61%	77%	30%	24%	206%
BK4-BW1	-1%	44%	0%	85%	30%	24%	206%
BK5-BW1	-1%	44%	0%	77%	63%	24%	214%
BK6-BW1	-10%	27%	115%	77%	30%	24%	206%
BK1-BW2	67%	67%	6%	111%	30%	24%	206%
BK2-BW2	67%	67%	0%	87%	63%	24%	266%
BK3-BW2	67%	50%	130%	77%	30%	24%	206%
BK3-BW2	67%	50%	130%	77%	30%	24%	206%
BK4-BW2	50%	124%	6%	111%	30%	24%	206%
BK5-BW2	50%	124%	0%	87%	63%	24%	266%
BK6-BW2	38%	107%	217%	77%	30%	24%	206%
BK1-BW3	74%	81%	90%	99%	30%	3%	206%
BK2-BW3	74%	81%	108%	117%	94%	115%	214%
BK3-BW3	74%	68%	131%	117%	94%	115%	206%
BK3-BW3	74%	68%	131%	117%	94%	115%	206%
BK4-BW3	58%	128%	90%	99%	94%	115%	206%
BK5-BW3	58%	128%	108%	117%	94%	115%	214%
BK6-BW3	49%	114%	195%	117%	94%	115%	206%
BK1-BW4	74%	81%	90%	111%	94%	115%	206%
BK2-BW4	74%	81%	108%	117%	94%	115%	266%
BK3-BW4	74%	68%	131%	117%	94%	115%	206%
BK3-BW4	74%	68%	131%	117%	94%	115%	206%
BK4-BW4	58%	128%	90%	111%	94%	115%	206%
BK5-BW4	58%	128%	108%	117%	94%	115%	266%
BK6-BW4	49%	114%	217%	117%	94%	115%	206%

Tabelle 34 Größe positive Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 27

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW1	-10%	-11%	-31%	2%	-40%	-30%	-2%
BK2-BW1	-10%	-11%	-41%	4%	-39%	-30%	8%
BK3-BW1	-10%	-28%	2%	4%	-40%	-30%	-2%
BK3-BW1	-10%	-28%	2%	4%	-40%	-30%	-2%
BK4-BW1	-23%	7%	-31%	2%	-40%	-30%	-2%
BK5-BW1	-23%	7%	-41%	4%	-39%	-30%	8%
BK6-BW1	-35%	-3%	24%	4%	-40%	-30%	-2%
BK1-BW2	-29%	-29%	-35%	2%	-40%	-30%	-2%
BK2-BW2	-29%	-29%	-42%	4%	-34%	-30%	8%
BK3-BW2	-29%	-36%	2%	4%	-40%	-30%	-2%
BK3-BW2	-29%	-36%	2%	4%	-40%	-30%	-2%
BK4-BW2	-36%	-4%	-35%	2%	-40%	-30%	-2%
BK5-BW2	-36%	-4%	-42%	4%	-34%	-30%	8%
BK6-BW2	-41%	-12%	24%	4%	-40%	-30%	-2%

Tabelle 35 Kleinste negative Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 27

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW3	-30%	-31%	-33%	8%	-69%	-67%	-40%
BK2-BW3	-30%	-11%	-41%	8%	-39%	-32%	22%
BK3-BW3	-30%	-36%	-19%	5%	-40%	-32%	-2%
BK3-BW3	-30%	-36%	-19%	5%	-40%	-32%	-2%
BK4-BW3	-36%	-13%	-33%	8%	-40%	-32%	-2%
BK5-BW3	-36%	-13%	-41%	8%	-39%	-32%	22%
BK6-BW3	-40%	-19%	4%	5%	-40%	-32%	-2%
BK1-BW4	-30%	-31%	-35%	8%	-40%	-32%	-2%
BK2-BW4	-30%	-31%	-42%	18%	-36%	-32%	22%
BK3-BW4	-30%	-36%	-19%	5%	-40%	-32%	-2%
BK3-BW4	-30%	-36%	-19%	5%	-40%	-32%	-2%
BK4-BW4	-36%	-13%	-35%	8%	-40%	-32%	-2%
BK5-BW4	-36%	-13%	-42%	18%	-36%	-32%	22%
BK6-BW4	-41%	-19%	4%	5%	-40%	-32%	-2%

Tabelle 35 Kleinste negative Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 27 (Fortsetzung)

Belastungsklasse	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK1-BW1	1%	1%	-15%	39%	-15%	-11%	73%
BK2-BW1	1%	1%	-16%	37%	-11%	-8%	78%
BK3-BW1	1%	-14%	26%	33%	-15%	-11%	73%
BK3-BW1	1%	-14%	26%	33%	-15%	-11%	73%
BK4-BW1	-14%	24%	-15%	39%	-15%	-11%	73%
BK5-BW1	-14%	24%	-16%	37%	-11%	-8%	78%
BK6-BW1	-24%	9%	61%	33%	-15%	-11%	73%
BK1-BW2	8%	8%	-17%	45%	-15%	-11%	73%
BK2-BW2	8%	8%	-18%	43%	-8%	-4%	90%
BK3-BW2	8%	-5%	39%	33%	-15%	-11%	73%
BK3-BW2	8%	-5%	39%	33%	-15%	-11%	73%
BK4-BW2	-5%	36%	-17%	45%	-15%	-11%	73%
BK5-BW2	-5%	36%	-18%	43%	-8%	-4%	90%
BK6-BW2	-14%	24%	83%	33%	-15%	-11%	73%
BK1-BW3	-1%	-1%	-7%	47%	-36%	-35%	31%
BK2-BW3	-1%	45%	-5%	49%	1%	5%	90%
BK3-BW3	-1%	-13%	28%	45%	-4%	2%	85%
BK3-BW3	-1%	-13%	28%	45%	-4%	2%	85%
BK4-BW3	-13%	25%	-7%	47%	-4%	2%	85%
BK5-BW3	-13%	25%	-5%	49%	1%	5%	90%
BK6-BW3	-22%	13%	67%	45%	-4%	2%	85%
BK1-BW4	6%	6%	-9%	53%	-4%	2%	85%
BK2-BW4	6%	6%	-7%	55%	4%	9%	102%
BK3-BW4	6%	-4%	41%	45%	-4%	2%	85%
BK3-BW4	6%	-4%	41%	45%	-4%	2%	85%
BK4-BW4	-5%	38%	-9%	53%	-4%	2%	85%
BK5-BW4	-5%	38%	-7%	55%	4%	9%	102%
BK6-BW4	-12%	28%	88%	45%	-4%	2%	85%

Tabelle 36 Mittlere Abweichung zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor separiert für die unterschiedlichen Belastungsklassen; Farbgebung entspricht den Toleranzniveaus gemäß Tabelle 26

### 3.3 Bewertung der Gruppierungsvarianten und Auswahl der Vorzugsvariante

Für die Auswahl der Gruppierungsvariante, welche in den RSO verankert wird, müssen Anforderungen bezüglich der zulässigen bzw. akzeptablen Toleranzniveaus definiert werden. Um den unterschiedlichen Bedeutungen der verschiedenen Belastungsklassen Rechnung zu tragen, sollten aus Sicht des Autors folgende, in Tabelle 37 aufgeführten, Anforderungen bezüglich der Toleranzniveaus gelten.

Belastungsklasse	Kennwert	
	Mittelwert der Abweichungen	Spannweite der Abweichungen
BK100	gering	gering
BK32	gering	mittel
BK10	mittel	mittel
BK3,2	mittel	hoch
BK1,8	hoch	hoch

Tabelle 37 Anforderungsniveaus (=Anforderungen bezüglich des zulässigen Toleranzniveaus)

Gemäß den Ergebnissen der unterschiedlichen Gruppierungsvarianten für die Anpassungsfaktoren der deterministischen und probabilistischen Verfahrensweisen (vergl. Kapitel 3.1.2.2, Tabelle 28 bis Tabelle 30 und Kapitel 3.2.2.2, Tabelle 34 bis Tabelle 36) erfüllt lediglich die Gruppierungsvariante BK2-BW1 die Anforderungsniveaus der Tabelle 37. Die Gruppenfaktoren sowie die Abweichungen der Einzelemente zu den zugehörigen Gruppenfaktoren diese Variante sind der Tabelle 38 und Tabelle 39 zu entnehmen.

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		deterministisches Verfahren			probabilistisches Verfahren		
		Belastungsklasse	Bauweise	Anpassungsfaktor <b>AF</b>	Gruppenfaktor <b>GF</b>	Abweichung	Anpassungsfaktor <b>AF</b>	Gruppenfaktor <b>GF</b>	Abweichung
1	1	100	1	4.297	4.297	0%	23.800	23.800	0%
2	1	32	1	3.080	3.080	0%	16.550	16.550	0%
3	5	10	1	2.301	2.121	-8%	12.000	11.965	0%
		3,2	1	2.168		-2%	11.450		4%
		1,8	1	2.235		-5%	12.830		-7%
		1,0	1	2.077		2%	11.600		3%
		0,3	1	1.941		9%	11.100		8%
4	1	100	2.1	13.695	13.695	0%	72.600	72.600	0%
5	1	32	2.1	9.160	9.160	0%	48.900	48.900	0%
6	1	10	2.1	4.025	4.025	0%	22.000	22.000	0%
7	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	5.940		12%	31.150		13%
8	2	32	2.2	5.170	4.578	-11%	26.950	23.905	-11%
		32	2.3	3.987		15%	20.860		15%
9	10	10	2.2	3.493	1.983	-43%	18.350	10.915	-41%
		3,2	2.2	1.809		10%	10.100		8%
		1,8	2.2	2.079		-5%	13.750		-21%
		1,0	2.2	1.474		35%	10.750		2%
		0,3	2.2	473		319%	3.480		214%
		10	2.3	2.535		-22%	13.600		-20%
		3,2	2.3	1.194		66%	6.820		60%
		1,8	2.3	2.773		-28%	17.800		-39%
		1,0	2.3	2.005		-1%	14.150		-23%
		0,3	2.3	610		225%	4.330		152%
10	4	100	3	10.112	9.971	-1%	54.500	53.050	-3%
		100	4	10.911		-9%	58.800		-10%
		100	5.1	9.031		10%	47.300		12%
		100	5.2	9.802		2%	51.370		3%

Tabelle 38 Abweichungen zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente und dem Anpassungsfaktor der jeweiligen Gruppe (=Gruppenfaktor) für die Vorzugs-Gruppierungsvariante (BK2-BW1)

Grup- pen- Nr.	Anzahl Grup- pen- ele- mente	Gruppenelemente		deterministisches Verfahren			probabilistisches Verfahren		
		Belas- tungs- klasse	Bau- weise	Anpassungs- faktor <b>AF</b>	Gruppen- faktor <b>GF</b>	Abwei- chung	Anpassungs- faktor <b>AF</b>	Gruppen- faktor <b>GF</b>	Abwei- chung
11	4	32	3	7.622	7.569	-1%	39.500	39.000	-1%
		32	4	8.388		-10%	43.500		-10%
		32	5.1	6.750		12%	34.500		13%
		32	5.2	7.552		0%	38.500		1%
12	20	10	3	5.887	4.474	-24%	30.000	25.650	-15%
		3,2	3	3.532		27%	18.700		37%
		1,8	3	5.667		-21%	32.500		-21%
		1,0	3	4.983		-10%	29.100		-12%
		0,3	3	2.524		77%	16.000		60%
		10	4	6.660		-33%	34.200		-25%
		3,2	4	4.054		10%	21.100		22%
		1,8	4	6.924		-35%	38.700		-34%
		1,0	4	6.349		-30%	36.500		-30%
		0,3	4	3.383		32%	20.100		28%
		10	5.1	5.072		-12%	26.100		-2%
		3,2	5.1	2.765		62%	14.500		77%
		1,8	5.1	4.108		9%	23.900		7%
		1,0	5.1	3.433		30%	20.750		24%
		0,3	5.1	1.957		129%	12.600		104%
		10	5.2	5.961		-25%	30.200		-15%
		3,2	5.2	3.347		34%	17.200		49%
		1,8	5.2	6.990		-36%	38.700		-34%
1,0	5.2	6.347	-30%	36.500	-30%				
0,3	5.2	3.133	43%	19.100	34%				
13	1	100	vgOB	763	763	0%	4.430	4.430	0%
14	1	32	vgOB	490	490	0%	2.750	2.750	0%
15	5	10	vgOB	329	236	-28%	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	165		43%	910		40%
		1,8	vgOB	142		66%	780		63%
		1,0	vgOB	223		6%	1.250		2%
		0,3	vgOB	186		27%	1.040		22%

Tabelle 38 Abweichungen zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelemente und dem Anpassungsfaktor der jeweiligen Gruppe (=Gruppenfaktor) für die Vorzugs-Gruppierungsvariante (BK2-BW1) (Fortsetzung)

Bauweise (Zeile der RStO 12) ATS auf ...	Verfahrensweise	Belastungsklassen		
		BK100	BK32	BK10 - BK0,3
FSS	deterministisch	4.297	3.080	2.121
	probabilistisch	23.800	16.550	11.965
HGT	deterministisch	13.695	9.160	4.025
	probabilistisch	72.600	48.900	22.000
Verfestigung	deterministisch	6.673	4.578	1.983
	probabilistisch	35.185	23.905	10.915
STS, KTS	deterministisch	9.971	7.569	4.474
	probabilistisch	53.050	39.000	25.650
Untergrund/Unterbau (vollgebundener Oberbau)	deterministisch	763	490	236
	probabilistisch	4.430	2.750	1.270

Tabelle 39 Anpassungsfaktoren der Vorzugs-Gruppierungsvariante (BK2-BW1)

Die Anpassungsfaktoren der Tabelle 39 können ohne wesentliche Veränderungen der Abweichungen zwischen Einzelementen und den jeweiligen Gruppenfaktoren (Tabelle 40, Tabelle 41) und somit unter Einhaltung der geforderten bauklassenspezifischen Toleranzniveaus (Tabelle 37), zusätzlich auf volle Hundert mathematisch gerundet werden.

Die auf diese Weise erarbeiteten richtlinien-orientierten Anpassungsfaktoren für die deterministische und probabilistische Verfahrensweise der RSO Asphalt [FGSV16-1] sind in Tabelle 42 dargestellt.

größte positive Einzelabweichung							
	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK2-BW1	12%	15%	0%	66%	66%	35%	319%
BK2-BW1 (gerundet)	13%	15%	-1%	68%	10%	36%	323%
kleinste negative Einzelabweichung							
BK2-BW1	-10%	-11%	-43%	-2%	-36%	-30%	9%
BK2-BW1 (gerundet)	-10%	-11%	-43%	-3%	-36%	-29%	8%
mittlere Abweichung							
BK2-BW1	0%	1%	-22%	31%	-7%	0%	108%
BK2-BW1 (gerundet)	1%	1%	-21%	30%	-17%	0%	121%

Tabelle 40 Gegenüberstellung der Abweichungen (Mittelwert und Spannweite) zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor (gerundet und nicht gerundet) für die Gruppierungsvariante BK2-BW1, deterministische Verfahrensweise

größte positive Einzelabweichung							
	BK100	BK32	BK10	BK3,2	BK1,8	BK1,0	BK0,3
BK2-BW1	13%	15%	0%	77%	63%	24%	214%
BK2-BW1 (gerundet)	13%	15%	0%	77%	67%	24%	213%
kleinste negative Einzelabweichung							
BK2-BW1	-10%	-11%	-41%	4%	-39%	-30%	8%
BK2-BW1 (gerundet)	-10%	-11%	-41%	5%	-39%	-30%	8%
mittlere Abweichung							
BK2-BW1	1%	1%	-16%	37%	-11%	-8%	78%
BK2-BW1 (gerundet)	0%	1%	-16%	38%	-10%	-8%	78%

Tabelle 41 Gegenüberstellung der Abweichungen (Mittelwert und Spannweite) zwischen den Anpassungsfaktoren der Einzelelemente einer Gruppe und dem zugehörigen Gruppenfaktor (gerundet und nicht gerundet) für die Gruppierungsvariante BK2-BW1, deterministische Verfahrensweise

Bauweise (Zeile der RStO 12) ATS auf ...	Verfahrensweise	Belastungsklassen		
		BK100	BK32	BK10 - BK0,3
FSS	deterministisch	4.300	3.100	2.100
	probabilistisch	23.800	16.600	12.000
HGT	deterministisch	13.700	9.200	4.000
	probabilistisch	72.600	48.900	22.000
Verfestigung	deterministisch	6.700	4.600	2.000
	probabilistisch	35.200	23.900	10.900
STS, KTS	deterministisch	10.000	7.600	4.500
	probabilistisch	53.100	39.000	25.700
Untergrund/Unterbau (vollgebundener Oberbau)	deterministisch	800	500	200
	probabilistisch	4.400	2.800	1.300

Tabelle 42 gerundete Anpassungsfaktoren der Vorzugs-Gruppierungsvariante (BK2-BW1)

## 4 Zusammenfassung

Die im Rahmen dieses Projektes ausgearbeiteten Anpassungsfaktoren gelten für die Anwendung der in den RSO Asphalt enthaltenen rechnerischen Verfahrensweisen. Die Faktoren gelten darüber hinaus nur für die im Kapitel 2 erläuterten Randbedingungen dieser Verfahrensweisen. Für Straßenbefestigungen deren Asphalt-schichten aus den Kalibrierasphalten gemäß den Kapiteln 2.5.3 und 2.6 bestehen, ergeben sich für die standardisierten Bauweisen der RStO10 unter Berücksichtigung der laut ZTV Asphalt-StB 07 zulässigen Toleranzen der Dicken der Asphalt-schichten bei Verwendung der Anpassungsfaktoren Nutzungsdauern von ca. 30 Jahren. Bei Veränderungen der Materialeigenschaften der Asphalte sowie der ungebundenen Schichten und der Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, der Häufigkeitsverteilung der Achslastklassen und der Temperaturprofile sowie der Dicke des frostsicheren Oberbaus können sich für standardisierte Bauweisen der RStO12 andere Nutzungsdauern/Restnutzungsdauern ergeben. Gleiches gilt auch für Straßenbefestigungen deren Aufbau von denen der RStO12 abweicht.

Bei signifikanten Änderungen in den Verfahrensweisen der RSO Asphalt (z.B. anderer Temperaturprofile; anderer Temperatur- bzw. Achslastklassen, anderer Stoff- und Rechenmodelle) müssen diese Anpassungsfaktoren durch erneute Harmonisierungsberechnungen ermittelt werden. Dies gilt auch für Veränderungen der Harmonisierungsrandbedingungen durch z.B. neue Kalibrierasphalte oder durch eine neue Temperaturzonenkarte.

## Literatur

- [FGSV01] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO). FGSV-Nr. 499, FGSV Verlag, Köln, 2001
- [FGSV07] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Zusätzlich technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB). FGSV-Nr. 799, FGSV Verlag, Köln, 2007
- [FGSV09-1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeck-schicht (RDO Asphalt 09). FGSV-Nr. 498, FGSV Verlag, Köln, 2009
- [FGSV09-2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Steifigkeits- und Ermüdungsverhaltens von Asphalten mit dem Spaltzug-Schwellversuch als Eingangsgröße in die Dimensionierung (AL Sp-Asphalt 09). FGSV-Nr. 430, FGSV Verlag, Köln, 2009
- [FGSV11] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Arbeitsanleitung zur statistischen Dickenauswertung von Asphalt- und Betonschichten für rechnerisch dimen-sionierte Verkehrsflächen (AL DA). FGSV-Nr. 429, FGSV Verlag, Köln, 2011
- [FGSV12-1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO). FGSV-Nr. 499, FGSV Ver-lag, Köln, 2012
- [FGSV12-2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Technische Prüfvor-schriften für Asphalt – Teil 80: Abscherversuch (TP Asphalt-StB, Teil 80). FGSV-Nr. 756/80, FGSV Verlag, Köln, 2012
- [FGSV16-1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien zur Bewer-tung der strukturellen Substanz des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise (RSO Asphalt). Köln, 2016 (Entwurf)
- [FGSV16-2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Arbeitspapier Ein-gangsgrößen für die rechnerische Dimensionierung und Bewertung der strukturellen Substanz – Teil 2: Klima. Köln, 2016 (Entwurf)



- 
- [FGSV16-3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Arbeitspapier Eingangsgrößen für die rechnerische Dimensionierung und Bewertung der strukturellen Substanz – Teil 1: Verkehr. Köln, 2016 (Entwurf)
- [FGSV16-4] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 24: Spaltzug-Schwellversuch – Beständigkeit gegen Ermüdung. Köln, 2016 (Entwurf)
- [FGSV16-5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 26: Spaltzug-Schwellversuch – Bestimmung der Steifigkeit. Köln, 2016 (Entwurf)
- [KAY07] Kayser, S.: Grundlagen zur Erfassung der klimatischer Einflüsse bei Dimensionierungsrechnungen von Asphaltbefestigungen. Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Professur für Straßenbau, 2007
- [UHL16] Uhlig, W.: Erarbeitung von Grundlagen für Lastannahmen für die Bemessung von Straßenbefestigungen. Dissertation, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Professur für Straßenbau, Stand 2016 (in Bearbeitung)
- [WELL08] Wellner, F.; Kayser, S.: Grundlagen zur Erfassung der Temperaturbedingungen für eine analytische Bemessung von Asphaltbefestigungen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 996, Fachverlag NW 2008
- [WELL13] Wellner, F.; Kayser, S.; Kuhlisch, W.; Kiehne, A.: Erarbeitung probabilistischer Verfahrensweisen für die rechnerische Dimensionierung von Fahrbahnbefestigungen mit Asphaltdecken. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1089, Fachverlag NW 2013

---

**Anlage 1: Stichproben von Dickenmesswerten an Asphaltsschichten und abgeleitete Kenngrößen**

Datensatz-Nr.: D1  
 Stichprobenumfang: 37  
 SP-Mittelwert: 23,34  
 SP-Standardabweichung: 1,40

Messwerte der Schichtdicke							
21,30	21,90	22,50	22,80	23,40	23,90	24,30	26,80
21,30	21,90	22,60	22,90	23,40	23,90	24,40	27,10
21,50	22,30	22,70	22,90	23,60	24,10	24,80	
21,90	22,40	22,70	23,00	23,60	24,10	25,70	
21,90	22,40	22,80	23,20	23,60	24,30	25,70	

Datensatz-Nr.: D2  
 Stichprobenumfang: 27  
 SP-Mittelwert: 22,86  
 SP-Standardabweichung: 1,13

Messwerte der Schichtdicke							
20,40	21,60	22,50	22,70	23,40	23,80	24,30	
21,00	21,60	22,50	22,70	23,40	23,80	24,50	
21,50	22,20	22,70	22,90	23,40	23,90	25,10	
21,50	22,50	22,70	22,90	23,40	24,30		

Datensatz-Nr.: D3  
 Stichprobenumfang: 49  
 SP-Mittelwert: 15,11  
 SP-Standardabweichung: 0,93

Messwerte der Schichtdicke							
13,60	14,30	14,60	14,80	15,10	15,60	16,10	
13,80	14,30	14,70	14,80	15,10	15,70	16,30	
13,80	14,40	14,70	14,90	15,10	15,70	16,40	
13,90	14,50	14,70	15,00	15,20	15,80	16,80	
13,90	14,50	14,70	15,00	15,20	15,90	16,90	
14,10	14,50	14,80	15,00	15,30	15,90	17,40	
14,10	14,50	14,80	15,10	15,60	16,00	17,70	

Datensatz-Nr.: D4  
 Stichprobenumfang: 29  
 SP-Mittelwert: 23,37  
 SP-Standardabweichung: 1,82

Messwerte der Schichtdicke							
20,90	21,50	22,30	22,60	23,20	24,10	25,40	27,50
21,40	21,70	22,30	22,80	23,50	24,30	26,60	
21,40	21,70	22,30	22,90	23,80	24,30	26,60	
21,50	22,20	22,30	22,90	24,10	24,60	26,90	

Datensatz-Nr.: D5  
 Stichprobenumfang: 21  
 SP-Mittelwert: 25,74  
 SP-Standardabweichung: 1,22

Messwerte der Schichtdicke							
23,60	24,50	25,10	25,40	26,40	26,80	27,20	
23,80	24,80	25,10	25,50	26,40	26,80	27,50	
24,30	25,10	25,10	25,70	26,40	27,10	27,90	

Datensatz-Nr.: D6  
 Stichprobenumfang: 20  
 SP-Mittelwert: 27,90  
 SP-Standardabweichung: 1,28

Messwerte der Schichtdicke							
24,60	27,10	27,50	27,90	28,40	28,90	28,90	
25,50	27,20	27,80	28,40	28,90	28,90	29,90	
26,40	27,50	27,90	28,40	28,90	28,90		

Datensatz-Nr.: D7  
 Stichprobenumfang: 22  
 SP-Mittelwert: 26,76  
 SP-Standardabweichung: 1,46

Messwerte der Schichtdicke							
25,00	25,60	26,00	26,20	26,50	27,00	28,20	30,80
25,00	25,80	26,00	26,50	26,70	27,20	28,50	
25,00	26,00	26,20	26,50	27,00	27,50	29,60	

Datensatz-Nr.: D8  
 Stichprobenumfang: 20  
 SP-Mittelwert: 23,54  
 SP-Standardabweichung: 1,36

Messwerte der Schichtdicke							
20,80	22,30	22,90	23,40	23,70	24,10	25,80	
21,60	22,70	23,40	23,60	23,90	24,90	26,10	
22,00	22,90	23,40	23,60	24,10	25,50		

Datensatz-Nr.: D9  
 Stichprobenumfang: 52  
 SP-Mittelwert: 14,26  
 SP-Standardabweichung: 1,71

Messwerte der Schichtdicke							
9,70	12,50	13,30	13,80	14,30	14,80	16,20	17,60
11,90	12,70	13,30	13,80	14,40	14,80	16,30	17,60
12,10	12,90	13,40	13,90	14,40	14,90	16,30	17,90
12,10	12,90	13,50	14,10	14,50	15,20	16,40	
12,20	12,90	13,50	14,10	14,50	15,20	16,70	
12,20	13,00	13,50	14,30	14,50	15,50	17,00	
12,30	13,20	13,70	14,30	14,60	15,50	17,40	

Datensatz-Nr.: D10  
 Stichprobenumfang: 36  
 SP-Mittelwert: 21,34  
 SP-Standardabweichung: 1,84

Messwerte der Schichtdicke							
17,70	19,60	20,20	20,90	21,50	22,00	23,30	26,80
18,50	19,80	20,50	21,10	21,80	22,00	23,40	
18,80	19,80	20,70	21,30	21,80	22,30	23,60	
19,00	20,20	20,80	21,30	21,80	22,80	23,80	
19,10	20,20	20,80	21,50	22,00	23,20	24,30	

Datensatz-Nr.: D11  
 Stichprobenumfang: 20  
 SP-Mittelwert: 15,43  
 SP-Standardabweichung: 1,19

Messwerte der Schichtdicke							
13,70	14,20	14,80	15,30	15,60	16,40	17,20	
13,80	14,40	15,00	15,30	15,80	16,50	18,20	
14,00	14,80	15,20	15,40	16,10	16,80		

Datensatz-Nr.: D12  
 Stichprobenumfang: 20  
 SP-Mittelwert: 15,25  
 SP-Standardabweichung: 2,46

Messwerte der Schichtdicke							
9,70	12,70	14,70	15,70	16,20	16,70	19,00	
12,30	13,00	15,20	15,70	16,40	17,10	20,00	
12,30	13,20	15,30	16,00	16,60	17,10		

Datensatz-Nr.: D13  
 Stichprobenumfang: 65  
 SP-Mittelwert: 30,72  
 SP-Standardabweichung: 1,61

Messwerte der Schichtdicke							
27,10	29,30	30,00	30,40	30,70	31,40	32,20	34,60
27,60	29,30	30,00	30,40	30,80	31,60	32,20	34,80
28,10	29,30	30,00	30,40	30,80	31,60	32,30	
28,30	29,30	30,10	30,40	31,00	31,70	32,80	
28,60	29,40	30,10	30,60	31,00	31,70	32,90	
28,60	29,40	30,10	30,60	31,10	31,90	33,20	
28,60	29,40	30,10	30,60	31,10	32,00	33,40	
28,70	29,70	30,20	30,70	31,10	32,10	33,50	
29,20	29,90	30,30	30,70	31,30	32,20	34,10	

Datensatz-Nr.: D14  
 Stichprobenumfang: 21  
 SP-Mittelwert: 22,38  
 SP-Standardabweichung: 1,25

Messwerte der Schichtdicke							
19,90	21,30	22,00	22,40	22,60	23,20	23,90	
19,90	21,50	22,00	22,60	22,80	23,20	24,40	
20,80	21,90	22,00	22,60	23,00	23,60	24,40	

Datensatz-Nr.: D15  
 Stichprobenumfang: 20  
 SP-Mittelwert: 18,40  
 SP-Standardabweichung: 0,89

Messwerte der Schichtdicke							
17,40	17,60	17,90	18,00	18,70	18,80	20,10	
17,50	17,60	17,90	18,10	18,70	19,40	20,30	
17,50	17,60	17,90	18,60	18,70	19,70		

Datensatz-Nr.: D16  
 Stichprobenumfang: 141                      17,625  
 SP-Mittelwert: 12,96  
 SP-Standardabweichung: 0,97

Messwerte der Schichtdicke							
11,00	11,90	12,30	12,60	12,80	13,20	13,60	14,30
11,10	11,90	12,30	12,60	12,90	13,20	13,60	14,40
11,30	12,00	12,30	12,60	12,90	13,20	13,70	14,40
11,40	12,00	12,30	12,60	12,90	13,30	13,70	14,40
11,40	12,00	12,40	12,70	12,90	13,30	13,80	14,40
11,50	12,00	12,40	12,70	12,90	13,30	13,80	14,40
11,50	12,00	12,50	12,70	12,90	13,30	13,80	14,60
11,60	12,10	12,50	12,70	12,90	13,40	13,90	14,70
11,70	12,10	12,50	12,70	13,00	13,50	13,90	14,70
11,70	12,10	12,50	12,70	13,00	13,50	13,90	14,70
11,70	12,10	12,50	12,80	13,10	13,50	14,00	15,00
11,80	12,10	12,50	12,80	13,10	13,50	14,00	15,00
11,80	12,20	12,50	12,80	13,10	13,50	14,00	15,10
11,80	12,20	12,50	12,80	13,10	13,50	14,00	15,30
11,80	12,20	12,60	12,80	13,10	13,50	14,20	16,40
11,80	12,20	12,60	12,80	13,20	13,50	14,20	
11,90	12,20	12,60	12,80	13,20	13,60	14,30	
11,90	12,30	12,60	12,80	13,20	13,60	14,30	

Datensatz-Nr.: D17  
 Stichprobenumfang: 83      10,375  
 SP-Mittelwert: 31,83  
 SP-Standardabweichung: 0,94

Messwerte der Schichtdicke							
29,80	30,70	31,30	31,60	31,80	32,10	32,50	33,30
30,10	30,90	31,40	31,70	31,90	32,10	32,50	33,40
30,20	31,00	31,40	31,70	31,90	32,10	32,70	33,50
30,30	31,00	31,40	31,70	31,90	32,10	32,80	33,70
30,40	31,00	31,50	31,70	31,90	32,20	32,80	34,10
30,40	31,10	31,50	31,70	31,90	32,20	32,80	35,00
30,50	31,10	31,50	31,70	32,00	32,20	32,90	
30,60	31,20	31,60	31,80	32,00	32,30	32,90	
30,60	31,20	31,60	31,80	32,00	32,30	33,10	
30,70	31,20	31,60	31,80	32,10	32,40	33,10	
30,70	31,30	31,60	31,80	32,10	32,40	33,20	

Datensatz-Nr.: D18  
 Stichprobenumfang: 24  
 SP-Mittelwert: 17,99  
 SP-Standardabweichung: 1,89

Messwerte der Schichtdicke							
14,90	15,70	16,80	17,60	17,90	18,80	19,20	20,40
15,10	16,10	17,00	17,70	18,30	18,90	19,30	21,00
15,30	16,60	17,30	17,70	18,70	19,10	20,30	22,00

Datensatz-Nr.: D19  
 Stichprobenumfang: 33  
 SP-Mittelwert: 22,80  
 SP-Standardabweichung: 1,38

Messwerte der Schichtdicke							
20,80	21,30	22,20	22,70	22,90	23,40	24,50	
21,10	21,50	22,30	22,70	23,20	23,80	25,10	
21,10	21,80	22,30	22,70	23,20	23,80	27,50	
21,10	22,00	22,50	22,70	23,20	24,10		
21,10	22,20	22,70	22,90	23,40	24,50		

Datensatz-Nr.: D20  
 Stichprobenumfang: 140  
 SP-Mittelwert: 32,04  
 SP-Standardabweichung: 1,18

Messwerte der Schichtdicke							
28,0	31,0	31,0	32,0	32,0	32,5	33,0	33,5
29,5	31,0	31,0	32,0	32,0	32,5	33,0	33,5
30,0	31,0	31,0	32,0	32,0	32,5	33,0	33,5
30,0	31,0	31,5	32,0	32,0	32,5	33,0	33,5
30,0	31,0	31,5	32,0	32,1	32,5	33,0	33,5
30,0	31,0	31,5	32,0	32,4	32,5	33,0	34,0
30,0	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	34,0
30,0	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	34,0
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	34,5
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	34,5
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	34,5
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	34,5
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	35,0
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	32,5	33,0	35,0
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0	33,5	
30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0	33,5	
30,5	31,0	32,0	32,0	32,5	33,0	33,5	
30,5	31,0	32,0	32,0	32,5	33,0	33,5	

Datensatz-Nr.: D21  
 Stichprobenumfang: 101  
 SP-Mittelwert: 30,51  
 SP-Standardabweichung: 1,30

Messwerte der Schichtdicke							
26,80	29,30	29,90	30,10	30,40	30,80	31,40	32,00
26,80	29,50	29,90	30,10	30,40	30,80	31,60	32,20
28,00	29,50	29,90	30,10	30,50	30,80	31,60	32,30
28,00	29,60	30,00	30,10	30,50	30,80	31,70	32,30
28,30	29,60	30,00	30,20	30,50	30,80	31,70	32,60
28,80	29,80	30,00	30,20	30,50	31,00	31,80	32,70
28,80	29,80	30,00	30,30	30,50	31,00	31,90	32,70
28,90	29,80	30,00	30,30	30,60	31,00	31,90	33,30
28,90	29,80	30,00	30,30	30,60	31,10	31,90	33,60
28,90	29,80	30,00	30,40	30,60	31,20	31,90	35,20
28,90	29,80	30,10	30,40	30,70	31,20	32,00	
29,10	29,80	30,10	30,40	30,70	31,20	32,00	
29,20	29,90	30,10	30,40	30,70	31,30	32,00	



Datensatz-Nr.: D22  
 Stichprobenumfang: 119  
 SP-Mittelwert: 31,44  
 SP-Standardabweichung: 1,20

Messwerte der Schichtdicke							
28,30	30,30	30,60	31,10	31,50	31,60	32,00	32,80
28,30	30,30	30,70	31,20	31,50	31,60	32,00	32,90
29,10	30,30	30,70	31,20	31,50	31,60	32,30	32,90
29,60	30,30	30,80	31,20	31,50	31,65	32,30	33,00
29,60	30,50	30,80	31,20	31,50	31,70	32,30	33,00
29,70	30,50	30,90	31,30	31,50	31,70	32,30	33,00
29,70	30,50	30,90	31,30	31,50	31,70	32,30	33,30
29,80	30,50	30,90	31,30	31,50	31,70	32,30	33,30
29,80	30,50	30,90	31,33	31,50	31,70	32,30	33,60
30,00	30,50	31,00	31,40	31,50	31,90	32,40	33,60
30,20	30,50	31,00	31,40	31,50	31,90	32,40	34,50
30,20	30,50	31,00	31,40	31,50	31,90	32,40	34,60
30,20	30,60	31,00	31,40	31,60	31,90	32,50	34,60
30,20	30,60	31,00	31,40	31,60	32,00	32,60	36,20
30,30	30,60	31,10	31,50	31,60	32,00	32,80	

Datensatz-Nr.: D23  
 Stichprobenumfang: 92  
 SP-Mittelwert: 28,69  
 SP-Standardabweichung: 0,83

Messwerte der Schichtdicke							
27,20	27,90	28,10	28,30	28,60	29,00	29,40	29,80
27,30	28,00	28,10	28,30	28,60	29,10	29,40	30,00
27,50	28,00	28,10	28,40	28,70	29,20	29,40	30,20
27,50	28,00	28,10	28,40	28,70	29,20	29,40	30,20
27,50	28,00	28,10	28,40	28,70	29,20	29,40	30,20
27,50	28,00	28,20	28,50	28,80	29,20	29,40	30,80
27,60	28,00	28,20	28,50	28,90	29,20	29,40	31,00
27,60	28,00	28,20	28,50	28,90	29,20	29,50	31,20
27,60	28,00	28,20	28,50	29,00	29,20	29,50	
27,70	28,00	28,20	28,50	29,00	29,30	29,50	
27,80	28,00	28,20	28,50	29,00	29,30	29,70	
27,80	28,00	28,30	28,50	29,00	29,30	29,80	

Datensatz-Nr.: D24  
 Stichprobenumfang: 30  
 SP-Mittelwert: 30,43  
 SP-Standardabweichung: 0,71

Messwerte der Schichtdicke							
29,90	31,60	30,50	29,80	30,10	29,70	29,90	31,60
31,70	31,00	30,10	30,00	30,30	30,20	30,00	30,60
31,20	30,80	29,80	30,60	29,90	31,40	29,40	
31,80	31,00	29,60	30,00	29,40	30,90	30,10	

Datensatz-Nr.: D25  
 Stichprobenumfang: 34  
 SP-Mittelwert: 23,39  
 SP-Standardabweichung: 0,87

Messwerte der Schichtdicke							
21,60	22,50	22,80	23,20	23,60	24,00	24,50	
22,20	22,60	23,00	23,20	23,70	24,20	24,70	
22,30	22,60	23,00	23,30	23,70	24,20	24,80	
22,30	22,70	23,10	23,60	23,90	24,40	25,40	
22,50	22,70	23,10	23,60	23,90	24,40		

Datensatz-Nr.: D26  
 Stichprobenumfang: 32  
 SP-Mittelwert: 23,85  
 SP-Standardabweichung: 1,52

Messwerte der Schichtdicke							
21,50	22,70	23,20	23,30	23,50	23,70	24,20	25,60
22,30	22,90	23,20	23,40	23,60	23,70	24,30	26,80
22,50	22,90	23,30	23,50	23,60	23,80	24,70	27,00
22,50	22,90	23,30	23,50	23,60	23,90	25,20	29,20

## Anlage 2: Stichproben - Messwerte und abgeleitete Größen aus Ermüdungsversuchen an Asphalttragschichtgemischen

Datensatz-Nr: N1

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$	
0,174	1.049	-1,7	7	6,6	0,1393	0,5232	a= 3,614617
0,172	778	-2	7	6,6	0,0008	0,5047	b= 0,268233
0,153	1.000	-2	7	7,1	0,0215	0,3514	
0,094	4.356	-2	8	8,8	0,2039	0,0103	
0,082	8.991	-2	9	9,3	0,0356	0,0007	$\sigma_{\hat{R}} = 0,262841$
0,088	9.657	-2	9	9,0	0,0192	0,0020	
0,045	93.007	-3	11	11,5	0,0042	0,4078	$x_{quer} = -2,4702$
0,033	311.985	-3	13	12,6	0,0071	0,8690	
0,048	99.007	-3	12	11,3	0,0520	0,3305	$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,9995$
Summe =					0,4836	2,9995	

Datensatz-Nr: N2

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$	
0,154	663	-2	6	6	0,0000	0,4815	a= 3,598698
0,145	854	-2	7	7	0,0006	0,3954	b= 0,230105
0,141	651	-2	6	7	0,1253	0,3588	
0,072	10.698	-3	9	9	0,0004	0,0056	
0,094	3.154	-2	8	8	0,0512	0,0384	$\sigma_{\hat{R}} = 0,489388$
0,078	11.284	-3	9	9	0,1543	0,0002	
0,040	92.312	-3	11	11	0,0067	0,4312	$x_{quer} = -2,562$
0,031	92.320	-3	11	12	0,6240	0,8080	
0,047	113.196	-3	12	11	0,7140	0,2512	$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,7704$
Summe =					1,6765	2,7704	

Datensatz-Nr: N3

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$	
0,166	1.909	-2	8	7	0,0156	0,3566	a= 3,620303
0,155	2.124	-2	8	8	0,0008	0,2761	b= 0,93254
0,134	3.096	-2	8	8	0,0293	0,1458	
0,110	7.759	-2	9	9	0,0021	0,0354	
0,059	65.122	-3	11	11	0,0090	0,1923	$\sigma_{\hat{R}} = 0,19175$
0,046	142.172	-3	12	12	0,0397	0,4665	
0,048	207.072	-3	12	12	0,0768	0,4294	$x_{quer} = -2,392$
0,095	15.942	-2	10	9	0,0512	0,0015	
0,096	10.368	-2	9	9	0,0328	0,0020	$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,9057$
Summe =					0,2574	1,9057	

Datensatz-Nr: N4

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,057	47.952	-3	11	10	0,1513	0,1917
0,057	34.334	-3	10	10	0,0042	0,1887
0,058	18.648	-3	10	10	0,2755	0,1827
0,091	5.617	-2	9	9	0,1559	0,0006
0,094	11.304	-2	9	9	0,1726	0,0040
0,095	7.819	-2	9	9	0,0043	0,0048
0,108	5.740	-2	9	9	0,0192	0,0398
0,140	2.308	-2	8	8	0,0003	0,2084
0,144	1.884	-2	8	8	0,0185	0,2356
Summe =					0,8018	1,0564

$$a = 2,937285$$

$$b = 1,984836$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,338445$$

$$x_{quer} = -2,423$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,0564$$

Datensatz-Nr: N5

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,170	1.004	-2	7	7	0,0987	0,2550
0,149	971	-2	7	7	0,0154	0,1421
0,138	1.214	-2	7	7	0,0216	0,0895
0,126	1.637	-2	7	8	0,0226	0,0414
0,117	3.189	-2	8	8	0,0824	0,0171
0,100	2.946	-2	8	8	0,0838	0,0007
0,095	4.549	-2	8	8	0,0001	0,0057
0,051	41.783	-3	11	10	0,0519	0,4924
0,050	30.832	-3	10	10	0,0115	0,5064
Summe =					0,3879	1,5504

$$a = 3,161287$$

$$b = 0,992258$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,235406$$

$$x_{quer} = -2,278$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,5504$$

Datensatz-Nr: N6

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,155	998	-2	7	7	0,0299	0,3032
0,164	1.061	-2	7	7	0,0001	0,3664
0,157	1.098	-2	7	7	0,0016	0,3218
0,097	3.815	-2	8	8	0,0135	0,0069
0,083	4.885	-2	8	8	0,0006	0,0046
0,096	3.915	-2	8	8	0,0164	0,0059
0,058	13.007	-3	9	9	0,0330	0,1873
0,045	15.771	-3	10	10	0,0453	0,4813
0,045	18.649	-3	10	10	0,0012	0,4751
Summe =					0,1417	2,1526

$$a = 2,250079$$

$$b = 2,880939$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,142268$$

$$x_{quer} = -2,416$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,1526$$

Datensatz-Nr: N7

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,063	46.576	-3	11	11	0,0046	0,1206
0,061	40.190	-3	11	11	0,0746	0,1478
0,068	37.648	-3	11	10	0,0430	0,0784
0,081	14.607	-3	10	9	0,0479	0,0093
0,092	6.541	-2	9	9	0,0063	0,0010
0,097	3.501	-2	8	8	0,0643	0,0075
0,134	1.079	-2	7	7	0,0534	0,1641
0,122	1.333	-2	7	7	0,0007	0,0994
0,117	1.347	-2	7	7	0,0633	0,0730
Summe =					0,3580	0,7010

$$a = 5,220696$$

$$b = 3,744282$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,226145$$

$$x_{quer} = -2,416$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 0,7010$$

Datensatz-Nr: N8

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,056	23.353	-3	10	10	0,0074	0,2011
0,060	21.748	-3	10	10	0,0048	0,1424
0,062	20.488	-3	10	10	0,0132	0,1187
0,080	7.463	-3	9	9	0,0069	0,0081
0,093	3.689	-2	8	9	0,0932	0,0037
0,080	9.472	-3	9	9	0,0280	0,0075
0,137	1.582	-2	7	7	0,0082	0,2026
0,141	1.328	-2	7	7	0,0000	0,2280
0,125	1.996	-2	8	8	0,0009	0,1284
Summe =					0,1626	1,0405

$$a = 3,192442$$

$$b = 0,925543$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,152394$$

$$x_{quer} = -2,439$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,0405$$

Datensatz-Nr: N9

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,058	13.104	-3	9	9	0,0000	0,2985
0,062	9.209	-3	9	9	0,0335	0,2300
0,042	31.009	-3	10	10	0,0050	0,7553
0,133	1.388	-2	7	7	0,0375	0,0804
0,115	2.355	-2	8	8	0,0005	0,0191
0,111	3.030	-2	8	8	0,0200	0,0106
0,130	2.231	-2	8	7	0,0505	0,0680
0,161	1.128	-2	7	7	0,0049	0,2253
0,189	633	-2	6	7	0,0126	0,4032
Summe =					0,1646	2,0904

$$a = 2,465442$$

$$b = 2,455419$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,15333$$

$$x_{quer} = -2,301$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,0904$$

Datensatz-Nr: N10

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,051	23.279	-3	10	10	0,0015	0,5064
0,047	20.301	-3	10	10	0,0935	0,6293
0,057	22.773	-3	10	10	0,0894	0,3605
0,112	2.152	-2	8	8	0,1189	0,0056
0,110	3.479	-2	8	8	0,0081	0,0033
0,113	4.084	-2	8	8	0,1014	0,0070
0,210	685	-2	7	6	0,0114	0,4952
0,184	726	-2	7	7	0,0291	0,3266
0,192	749	-2	7	7	0,0010	0,3771
Summe =					0,4543	2,7109

a= 2,539586

b= 2,459152

$\hat{\sigma}_R = 0,254753$

x<sub>quer</sub>= -2,264

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,7109$

Datensatz-Nr: N11

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,048	19.729	-3	10	10	0,0153	0,6889
0,073	11.734	-3	9	9	0,1422	0,1687
0,066	12.585	-3	9	9	0,0407	0,2617
0,094	3.020	-2	8	8	0,1330	0,0249
0,109	2.811	-2	8	8	0,0058	0,0001
0,115	2.210	-2	8	8	0,0347	0,0019
0,234	471	-1	6	6	0,0000	0,5687
0,188	730	-2	7	7	0,0096	0,2865
0,198	932	-2	7	7	0,0744	0,3446
Summe =					0,4557	2,3461

a= -2,43378

b= 2,623166

$\hat{\sigma}_R = 0,255148$

x<sub>quer</sub>= -2,207

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,3461$

Datensatz-Nr: N12

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,044	30.423	-3	10	10	0,0012	0,4323
0,048	21.231	-3	10	10	0,0277	0,3221
0,045	32.251	-3	10	10	0,0056	0,4063
0,083	6.136	-2	9	9	0,0014	0,0007
0,093	7.247	-2	9	8	0,1791	0,0081
0,114	3.082	-2	8	8	0,0082	0,0878
0,152	1.107	-2	7	7	0,0415	0,3416
0,121	1.756	-2	7	8	0,1018	0,1272
0,149	1.710	-2	7	7	0,0300	0,3153
Summe =					0,3965	2,0414

a= 2,531839

b= 2,447888

$\hat{\sigma}_R = 0,23799$

x<sub>quer</sub>= -2,467

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,0414$

Datensatz-Nr: N13

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,045	31.188	-3	10	10	0,0512	0,4236
0,051	15.203	-3	10	10	0,0541	0,2893
0,063	13.604	-3	10	9	0,0239	0,1031
0,077	5.769	-3	9	9	0,0668	0,0163
0,109	4.583	-2	8	8	0,1032	0,0505
0,091	4.252	-2	8	9	0,0255	0,0023
0,137	2.197	-2	8	8	0,0137	0,2077
0,136	2.241	-2	8	8	0,0144	0,2010
0,138	1.448	-2	7	8	0,0833	0,2121
Summe =					0,4361	1,5059

a= -2,29891

b= 3,009768

$\sigma_{\hat{R}} = 0,249601$

x<sub>quer</sub>= -2,443

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,5059$

Datensatz-Nr: N14

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,065	11.357	-3	9	9	0,0000	0,1621
0,068	9.098	-3	9	9	0,0089	0,1265
0,058	15.236	-3	10	10	0,0001	0,2654
0,094	4.001	-2	8	8	0,0013	0,0010
0,104	3.829	-2	8	8	0,0459	0,0058
0,102	3.548	-2	8	8	0,0059	0,0029
0,128	1.762	-2	7	7	0,0000	0,0795
0,136	1.357	-2	7	7	0,0094	0,1179
0,168	810	-2	7	7	0,0024	0,3031
Summe =					0,0740	1,0642

a= -2,71825

b= 1,895237

$\sigma_{\hat{R}} = 0,102786$

x<sub>quer</sub>= -2,335

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,0642$

Datensatz-Nr: N15

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,051	39.894	-3	11	10	0,0214	0,3894
0,065	12.631	-3	9	10	0,1019	0,1544
0,064	24.931	-3	10	10	0,1063	0,1638
0,099	5.235	-2	9	9	0,0032	0,0010
0,088	6.654	-2	9	9	0,0026	0,0074
0,085	5.755	-2	9	9	0,0934	0,0151
0,177	890	-2	7	7	0,0004	0,3812
0,167	949	-2	7	7	0,0084	0,3110
0,146	1.921	-2	8	7	0,0475	0,1800
Summe =					0,3851	1,6032

a= 2,962091

b= 1,646583

$\sigma_{\hat{R}} = 0,23455$

x<sub>quer</sub>= -2,347

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,6032$

Datensatz-Nr: N16

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,066	30.018	-3	10	10	0,0559	0,2974
0,059	33.637	-3	10	10	0,0005	0,4292
0,062	22.497	-3	10	10	0,0514	0,3646
0,124	2.952	-2	8	8	0,0301	0,0086
0,128	3.323	-2	8	8	0,0011	0,0149
0,131	3.717	-2	8	8	0,0532	0,0227
0,188	1.549	-2	7	7	0,1757	0,2564
0,167	949	-2	7	7	0,1775	0,1515
0,195	810	-2	7	7	0,0141	0,2951
Summe =					0,5596	1,8404

a= -2,99212

b= 1,917613

$\sigma_{\hat{R}} = 0,282742$

$x_{quer} = -2,180$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,8404$

Datensatz-Nr: N17

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,052	20.039	-3	10	10	0,0421	0,3303
0,067	12.537	-3	9	9	0,0025	0,1043
0,055	19.908	-3	10	10	0,0017	0,2558
0,098	7.509	-2	9	9	0,1532	0,0039
0,082	7.595	-2	9	9	0,0006	0,0121
0,093	7.967	-2	9	9	0,1129	0,0003
0,141	1.630	-2	7	8	0,0565	0,1808
0,152	1.671	-2	7	7	0,0007	0,2501
0,153	1.455	-2	7	7	0,0203	0,2595
Summe =					0,3904	1,3969

a= 2,476932

b= 2,775379

$\sigma_{\hat{R}} = 0,236165$

$x_{quer} = -2,387$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,3969$

Datensatz-Nr: N18

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,036	108.503	-3	12	11	0,8059	0,5063
0,040	13.968	-3	10	10	0,8706	0,3893
0,059	9.112	-3	9	9	0,1227	0,0486
0,071	12.546	-3	9	9	0,1927	0,0011
0,081	7.211	-3	9	9	0,0421	0,0090
0,091	3.655	-2	8	8	0,0398	0,0419
0,097	3.738	-2	8	8	0,0002	0,0724
0,114	1.871	-2	8	8	0,0867	0,1885
0,133	2.207	-2	8	7	0,0631	0,3435
Summe =					2,2238	1,6007

a= 2,503338

b= 2,391531

$\sigma_{\hat{R}} = 0,56363$

$x_{quer} = -2,606$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,6007$



Datensatz-Nr: N19

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,049	38.451	-3	11	11	0,0929	0,5393
0,061	32.168	-3	10	10	0,0110	0,2740
0,073	23.211	-3	10	10	0,0799	0,1173
0,108	5.587	-2	9	9	0,0008	0,0032
0,106	6.001	-2	9	9	0,0000	0,0016
0,118	4.600	-2	8	8	0,0005	0,0210
0,149	2.932	-2	8	8	0,0474	0,1417
0,157	1.953	-2	8	8	0,0013	0,1861
0,177	1.123	-2	7	7	0,0649	0,3038
Summe =					0,2986	1,5879

$a = 2,787607$

$b = 2,454888$

$\sigma_{\hat{R}} = 0,206548$

$x_{quer} = -2,282$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,5879$

Datensatz-Nr: N20

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,056	66.168	-3	11	11	0,0056	0,2586
0,053	71.338	-3	11	11	0,0348	0,3274
0,054	110.080	-3	12	11	0,0937	0,3048
0,092	21.836	-2	10	10	0,0680	0,0003
0,089	14.100	-2	10	10	0,0695	0,0022
0,092	14.623	-2	10	10	0,0191	0,0003
0,157	5.865	-2	9	8	0,2633	0,2654
0,170	2.512	-2	8	8	0,0081	0,3579
0,171	1.967	-2	8	8	0,1067	0,3612
Summe =					0,6688	1,8781

$a = 2,941433$

$b = 2,710388$

$\sigma_{\hat{R}} = 0,309103$

$x_{quer} = -2,369$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,8781$

Datensatz-Nr: N21

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,058	7.600	-3	9	9	0,0752	0,1155
0,045	16.402	-3	10	10	0,0123	0,3477
0,055	12.766	-3	9	9	0,0147	0,1526
0,079	6.128	-3	9	8	0,0673	0,0010
0,089	4.087	-2	8	8	0,0212	0,0079
0,082	4.889	-3	8	8	0,0143	0,0000
0,110	2.433	-2	8	8	0,0223	0,0925
0,150	925	-2	7	7	0,0060	0,3710
0,115	1.360	-2	7	8	0,1107	0,1191
Summe =					0,3441	1,2073

$a = -2,42659$

$b = 2,296382$

$\sigma_{\hat{R}} = 0,221706$

$x_{quer} = -2,509$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,2073$

Datensatz-Nr: N22

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,048	59.919	-3	11	11	0,1023	0,4455
0,050	98.384	-3	11	11	0,1158	0,3852
0,051	69.031	-3	11	11	0,0013	0,3677
0,128	3.490	-2	8	8	0,0986	0,1047
0,106	3.489	-2	8	9	0,1397	0,0163
0,088	10.722	-2	9	9	0,0116	0,0030
0,151	1.321	-2	7	7	0,0087	0,2346
0,149	1.048	-2	7	7	0,1271	0,2260
0,159	1.692	-2	7	7	0,1193	0,2903
Summe =					0,7244	2,0733

a= 3,508722

b= 0,641171

$\sigma_{\hat{R}} = 0,321682$

$x_{quer} = -2,376$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,0733$

Datensatz-Nr: N23

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,066	10.672	-3	9	10	0,1965	0,1818
0,055	21.537	-3	10	10	0,0312	0,3675
0,053	28.974	-3	10	10	0,0002	0,4225
0,097	11.519	-2	9	9	0,3017	0,0023
0,108	5.704	-2	9	9	0,0106	0,0034
0,112	8.262	-2	9	8	0,3323	0,0101
0,172	1.243	-2	7	7	0,0816	0,2779
0,175	1.422	-2	7	7	0,0137	0,2931
0,168	1.407	-2	7	7	0,0485	0,2529
Summe =					1,0163	1,8115

a= 2,420345

b= 3,15104

$\sigma_{\hat{R}} = 0,381041$

$x_{quer} = -2,287$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,8115$

Datensatz-Nr: N24

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,056	119.480	-3	12	12	0,2640	0,4168
0,058	212.505	-3	12	12	0,0405	0,3713
0,059	307.699	-3	13	12	0,4523	0,3398
0,115	13.800	-2	10	9	0,0111	0,0062
0,110	11.622	-2	9	10	0,0502	0,0014
0,099	13.916	-2	10	10	0,2017	0,0046
0,177	2.467	-2	8	8	0,0028	0,2640
0,215	1.457	-2	7	7	0,0716	0,5001
0,187	1.693	-2	7	8	0,0126	0,3238
Summe =					1,1067	2,2280

a= 3,835289

b= 1,122869

$\sigma_{\hat{R}} = 0,397626$

$x_{quer} = -2,244$

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,2280$

Datensatz-Nr: N25

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,070	27.500	-3	10	10	0,0313	0,3455
0,076	16.500	-3	10	10	0,0008	0,2556
0,072	28.352	-3	10	10	0,0820	0,3210
0,251	282	-1	6	5	0,1003	0,4692
0,218	425	-2	6	6	0,0375	0,2929
0,194	454	-2	6	6	0,0265	0,1825
0,128	2.575	-2	8	8	0,0003	0,0001
0,121	2.100	-2	8	8	0,1497	0,0021
0,133	1.460	-2	7	8	0,1700	0,0020
Summe =					0,5985	1,8708

a= 3,708308

b= 0,204225

$\sigma_{\hat{R}} = 0,292404$

x<sub>quer</sub>= -2,066

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,8708$

Datensatz-Nr: N26

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,097	17.760	-2	10	9	1,0330	0,1378
0,068	14.221	-3	10	10	0,0745	0,5171
0,067	14.461	-3	10	10	0,1092	0,5524
0,144	1.652	-2	7	8	0,0184	0,0007
0,148	1.945	-2	8	7	0,0125	0,0030
0,142	1.557	-2	7	8	0,0564	0,0002
0,270	316	-1	6	6	0,0204	0,4320
0,245	335	-1	6	6	0,0109	0,3109
0,236	342	-1	6	6	0,0361	0,2736
Summe =					1,3715	2,2277

a= -3,06797

b= 1,6006

$\sigma_{\hat{R}} = 0,442633$

x<sub>quer</sub>= -1,965

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 2,2277$

Datensatz-Nr: N27

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,045	26.800	-3	10	10	0,0009	1,1566
0,045	29.000	-3	10	10	0,0037	1,1476
0,044	27.000	-3	10	10	0,0018	1,1728
0,288	138	-1	5	5	0,0135	0,6188
0,278	148	-1	5	5	0,0193	0,5675
0,354	95	-1	5	4	0,0083	0,9905
0,161	842	-2	7	7	0,0073	0,0438
0,153	700	-2	7	7	0,0647	0,0235
0,182	775	-2	7	6	0,1182	0,1101
Summe =					0,2378	5,8312

a= 2,782989

b= 1,574619

$\sigma_{\hat{R}} = 0,184306$

x<sub>quer</sub>= -2,033

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 5,8312$

Datensatz-Nr: N28

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,045	77.833	-3	11	12	0,1338	0,9719
0,045	134.374	-3	12	12	0,0397	0,9602
0,059	61.330	-3	11	11	0,0785	0,5006
0,247	211	-1	5	6	0,7016	0,5269
0,255	541	-1	6	6	0,0464	0,5790
0,240	770	-1	7	6	0,1414	0,4905
0,114	3.519	-2	8	9	0,2291	0,0022
0,150	2.257	-2	8	8	0,0029	0,0514
0,162	3.596	-2	8	8	0,4416	0,0937
Summe =					1,8148	4,1764

a= 3,177321

b= 1,741391

$\sigma_{\hat{R}} = 0,509178$

x<sub>quer</sub>= -2,126

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 4,1764$

Datensatz-Nr: N29

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,033	400.000	-3	13	13	0,0376	1,6679
0,041	188.549	-3	12	12	0,0195	1,1533
0,053	70.768	-3	11	11	0,0000	0,6599
0,292	352	-1	6	6	0,0211	0,7866
0,251	459	-1	6	6	0,0049	0,5433
0,324	333	-1	6	5	0,1789	0,9817
0,159	2.476	-2	8	8	0,0191	0,0764
0,133	2.248	-2	8	8	0,2741	0,0101
0,145	1.846	-2	8	8	0,1983	0,0346
Summe =					0,7536	5,9138

a= 3,207389

b= 1,769148

$\sigma_{\hat{R}} = 0,328102$

x<sub>quer</sub>= -2,118

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 5,9138$

Datensatz-Nr: N30

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,045	56.631	-3	11	11	0,1275	0,8396
0,041	37.776	-3	11	11	0,0812	1,0108
0,043	36.600	-3	11	11	0,0424	0,9289
0,231	479	-1	6	6	0,0060	0,5094
0,212	508	-2	6	6	0,0581	0,3972
0,239	378	-1	6	6	0,0521	0,5567
0,131	3.027	-2	8	8	0,0707	0,0225
0,144	1.659	-2	7	7	0,0073	0,0595
0,169	1.960	-2	8	7	0,2503	0,1611
Summe =					0,6956	4,4858

a= -2,66128

b= 2,349457

$\sigma_{\hat{R}} = 0,315225$

x<sub>quer</sub>= -2,179

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 4,4858$

Datensatz-Nr: N31

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,053	26.005	-3	10	10	0,0144	0,6405
0,041	37.788	-3	11	11	0,0196	1,1074
0,045	33.077	-3	10	10	0,0061	0,9504
0,235	488	-1	6	6	0,0159	0,4662
0,265	343	-1	6	6	0,0299	0,6469
0,234	535	-1	6	6	0,0019	0,4612
0,145	2.254	-2	8	8	0,0327	0,0385
0,162	1.955	-2	8	7	0,1073	0,0969
0,139	1.955	-2	8	8	0,0047	0,0236
Summe =					0,2324	4,4316

$$a = 2,514796$$

$$b = 2,675563$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,182219$$

$$x_{quer} = -2,130$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 4,4316$$

Datensatz-Nr: N32

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,034	153.348	-3	12	13	1,5087	1,8285
0,048	685.221	-3	13	12	2,3028	1,0197
0,031	724.580	-3	13	14	0,0001	2,0848
0,162	1.520	-2	7	8	0,0351	0,0394
0,215	980	-2	7	6	0,1633	0,2314
0,180	979	-2	7	7	0,0591	0,0923
0,355	115	-1	5	5	0,0079	0,9647
0,282	206	-1	5	6	0,0309	0,5621
0,396	60	-1	4	4	0,0277	1,1893
Summe =					4,1357	8,0122

$$a = 3,646651$$

$$b = 0,883121$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,768641$$

$$x_{quer} = -2,017$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 8,0122$$

Datensatz-Nr: N33

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,064	141.440	-3	12	12	0,0077	0,4992
0,059	132.023	-3	12	12	0,1381	0,6248
0,071	117.891	-3	12	11	0,1209	0,3739
0,133	4.488	-2	8	8	0,0005	0,0004
0,126	4.050	-2	8	9	0,1076	0,0010
0,149	3.800	-2	8	8	0,1326	0,0170
0,265	180	-1	5	5	0,0000	0,5012
0,249	231	-1	5	5	0,0021	0,4152
0,247	232	-1	5	6	0,0059	0,4055
Summe =					0,5153	2,8382

$$a = 4,651711$$

$$b = 0,985997$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,271317$$

$$x_{quer} = -2,036$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,8382$$

Datensatz-Nr: N34

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,071	139.674	-3	12	11	1,1008	0,2843
0,069	70.733	-3	11	11	0,0583	0,3140
0,093	14.218	-2	10	10	0,0031	0,0661
0,102	5.489	-2	9	9	0,1966	0,0257
0,102	6.175	-2	9	9	0,1134	0,0264
0,106	6.700	-2	9	9	0,0044	0,0150
0,289	227	-1	5	4	1,4877	0,7684
0,149	340	-2	6	7	2,1508	0,0466
0,243	117	-1	5	5	0,0638	0,4949
Summe =				5,1790	2,0413	

$$a = 4,676509$$

$$b = 1,603932$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,860147$$

$$x_{quer} = -2,119$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,0413$$

Datensatz-Nr: N35

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,039	165.015	-3	12	12	0,0425	1,5274
0,038	195.643	-3	12	12	0,0096	1,5732
0,062	165.018	-3	12	11	1,8612	0,5966
0,255	187	-1	5	6	0,3685	0,4194
0,280	154	-1	5	6	0,2385	0,5476
0,433	228	-1	5	4	1,9048	1,3821
0,171	840	-2	7	7	0,2064	0,0622
0,189	989	-2	7	7	0,0021	0,1216
0,148	857	-2	7	8	0,8759	0,0103
Summe =				5,5095	6,2403	

$$a = 3,388209$$

$$b = 1,211832$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,88717$$

$$x_{quer} = -2,013$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 6,2403$$

Datensatz-Nr: N36

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,059	315.963	-3	13	12	1,3197	0,3518
0,048	87.268	-3	11	12	1,0535	0,6357
0,045	360.957	-3	13	13	0,0212	0,7296
0,141	1.570	-2	7	8	0,1264	0,0785
0,105	7.740	-2	9	9	0,0009	0,0001
0,120	4.214	-2	8	8	0,0039	0,0146
0,207	372	-2	6	6	0,0156	0,4408
0,185	836	-2	7	7	0,0383	0,3043
0,202	522	-2	6	6	0,0117	0,4093
Summe =				2,5912	2,9646	

$$a = 4,351909$$

$$b = 0,810396$$

$$\sigma_{\hat{R}} = 0,60842$$

$$x_{quer} = -2,239$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 2,9646$$

Datensatz-Nr: N37

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,155	1.261	-2	7	7	0,0410	0,2316
0,137	1.376	-2	7	7	0,0032	0,1281
0,131	1.431	-2	7	7	0,0205	0,0980
0,102	3.873	-2	8	8	0,0227	0,0039
0,098	3.651	-2	8	8	0,0004	0,0005
0,100	3.085	-2	8	8	0,0175	0,0019
0,069	8.341	-3	9	9	0,0319	0,1076
0,061	12.827	-3	9	10	0,0088	0,2036
0,058	21.318	-3	10	10	0,0742	0,2517
Summe =					0,2203	1,0270

a= 2,805287

b= 1,707296

$\sigma_{\hat{R}} = 0,177406$

x<sub>quer</sub>= -2,346

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,0270$

Datensatz-Nr: N38

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,126	1.681	-2	7	8	0,1306	0,1105
0,128	2.970	-2	8	8	0,0608	0,1212
0,124	1.591	-2	7	8	0,2078	0,1001
0,106	3.925	-2	8	8	0,0037	0,0255
0,091	3.727	-2	8	9	0,1341	0,0000
0,118	4.396	-2	8	8	0,1922	0,0712
0,059	22.797	-3	10	10	0,1430	0,1818
0,044	18.854	-3	10	10	0,2850	0,5179
0,068	19.930	-3	10	9	0,3519	0,0809
Summe =					1,5091	1,2091

a= 2,461601

b= 2,689406

$\sigma_{\hat{R}} = 0,464317$

x<sub>quer</sub>= -2,404

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,2091$

Datensatz-Nr: N39

$\varepsilon_i$ [%o]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [%o]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,133	2.363	-2	8	8	0,0252	0,1642
0,124	3.200	-2	8	8	0,0675	0,1124
0,137	1.486	-2	7	8	0,0481	0,1891
0,093	5.189	-2	9	9	0,0077	0,0023
0,095	5.393	-2	9	9	0,0002	0,0047
0,092	4.491	-2	8	9	0,0693	0,0013
0,058	31.000	-3	10	10	0,1132	0,1803
0,054	21.859	-3	10	10	0,0481	0,2461
0,059	21.543	-3	10	10	0,0005	0,1661
Summe =					0,3797	1,0666

a= 2,887589

b= 1,783386

$\sigma_{\hat{R}} = 0,232913$

x<sub>quer</sub>= -2,423

$\Sigma(x_i-x_{quer})^2= 1,0666$

Datensatz-Nr: N40

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,133	1.172	-2	7	7	0,0491	0,1765
0,140	1.359	-2	7	7	0,0128	0,2222
0,122	2.019	-2	8	8	0,0001	0,1114
0,088	6.144	-2	9	9	0,0045	0,0000
0,086	8.429	-2	9	9	0,0273	0,0003
0,083	7.364	-2	9	9	0,0098	0,0026
0,059	32.603	-3	10	10	0,0217	0,1543
0,063	41.019	-3	11	10	0,3789	0,1070
0,056	17.555	-3	10	10	0,4377	0,1980
Summe =					0,9419	0,9722

$$a = 3,637669$$

$$b = 0,050556$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,366823$$

$$x_{quer} = -2,437$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 0,9722$$

Datensatz-Nr: N41

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,111	1.193	-2	7	7	0,0826	0,1338
0,096	3.125	-2	8	8	0,0003	0,0487
0,107	2.571	-2	8	8	0,0931	0,1083
0,073	9.723	-3	9	9	0,0368	0,0028
0,074	11.668	-3	9	9	0,0031	0,0016
0,072	10.365	-3	9	9	0,0376	0,0045
0,057	53.650	-3	11	11	0,1114	0,0904
0,066	34.560	-3	10	10	0,3535	0,0237
0,057	21.141	-3	10	11	0,3570	0,0904
Summe =					1,0754	0,5043

$$a = 4,778672$$

$$b = 3,133017$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,391954$$

$$x_{quer} = -2,564$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 0,5043$$

Datensatz-Nr: N42

$\varepsilon_i$ [‰]	$N_{zul,i}$ [-]	$\ln(\varepsilon_i)=x_i$ [‰]	$\ln(N_{zul,i})=y_i$ [-]	$\hat{y}(x_i)$ [-]	$(y_i-\hat{y})^2$	$(x_i-x_{quer})^2$
0,148	906	-2	7	7	0,0053	0,4364
0,098	2.687	-2	8	8	0,0022	0,0617
0,113	2.378	-2	8	8	0,0614	0,1527
0,075	4.032	-3	8	9	0,1803	0,0004
0,074	5.885	-3	9	9	0,0074	0,0011
0,076	4.794	-3	8	9	0,0452	0,0000
0,051	22.820	-3	10	10	0,0322	0,1639
0,046	23.603	-3	10	10	0,0079	0,2581
0,055	21.897	-3	10	10	0,1290	0,1084
Summe =					0,4710	1,1825

$$a = 2,928605$$

$$b = 1,140759$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,259385$$

$$x_{quer} = -2,571$$

$$\Sigma(x_i-x_{quer})^2 = 1,1825$$



### Anlage 3: Stichproben - Messwerte und abgeleitete Größen aus Versuchen zur Bestimmung der Steifigkeiten von Asphalt

Datensatz-Nr.: E1

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,310	13363	-0,240	-0,16	2,62	0,006	6,89
-10,0	1,0	0,227	17421	-0,993	-0,99	3,62	0,000	13,14
-10,0	5,0	0,219	20159	-1,691	-1,56	4,32	0,017	18,69
-10,0	10,0	0,198	20684	-1,869	-1,81	4,62	0,004	21,39
0,0	0,1	0,488	7012	0,877	0,90	1,33	0,001	1,76
0,0	1,0	0,332	11029	0,152	0,08	2,33	0,005	5,42
0,0	5,0	0,258	14027	-0,354	-0,49	3,03	0,020	9,16
0,0	10,0	0,236	15297	-0,578	-0,74	3,33	0,027	11,08
10,0	0,1	0,837	2843	2,001	1,89	0,12	0,012	0,02
10,0	1,0	0,588	5914	1,111	1,07	1,12	0,002	1,26
10,0	5,0	0,449	8933	0,514	0,50	1,82	0,000	3,32
10,0	10,0	0,417	10526	0,238	0,25	2,12	0,000	4,51
20,0	0,1	0,825	1380	2,791	2,81	-1,00	0,001	1,00
20,0	1,0	0,701	3029	1,929	1,99	0,00	0,004	0,00
20,0	5,0	0,615	4941	1,343	1,42	0,70	0,006	0,49
20,0	10,0	0,550	5973	1,098	1,17	1,00	0,005	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 23.874 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 21.461$$

$$b_0 = 1,9928$$

$$b_1 = -0,8218$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,088$$

$$\Delta_{sq,E} = 38,676$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,944$$

$$n_E = 16$$

Datensatz-Nr.: E2

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,214	13604	-0,559	-0,51	3,33	0,003	11,12
-10,0	1,0	0,175	16693	-1,269	-1,21	4,33	0,003	18,79
-10,0	5,0	0,159	18588	-1,895	-1,71	5,03	0,035	25,34
-10,0	10,0	0,147	19076	-2,112	-1,92	5,33	0,037	28,46
0,0	0,1	0,386	7297	0,658	0,59	1,78	0,005	3,18
0,0	1,0	0,298	10439	0,047	-0,12	2,78	0,028	7,75
0,0	5,0	0,256	12733	-0,387	-0,61	3,48	0,051	12,13
0,0	10,0	0,241	13665	-0,571	-0,83	3,78	0,065	14,32
10,0	0,1	0,619	3642	1,583	1,60	0,34	0,000	0,12
10,0	1,0	0,482	6047	0,931	0,90	1,34	0,001	1,80
10,0	5,0	0,406	8387	0,438	0,40	2,04	0,001	4,17
10,0	10,0	0,380	9566	0,211	0,19	2,34	0,000	5,49
20,0	0,1	0,786	1614	2,505	2,55	-1,00	0,002	1,00
20,0	1,0	0,644	3030	1,801	1,85	0,00	0,002	0,00
20,0	5,0	0,549	4743	1,255	1,35	0,70	0,009	0,49
20,0	10,0	0,520	5639	1,027	1,14	1,00	0,013	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 21.383 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 25.665$$

$$b_0 = 1,8462$$

$$b_1 = -0,7062$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,135$$

$$\Delta_{sq,E} = 51,241$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,290$$

$$n_E = 16$$

Datensatz-Nr.: E3

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_{,i}$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_{,i} - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	10,0	0,071	22175	-2,486	-2,54	5,13	0,003	26,35
-10,0	3,0	0,092	20863	-1,888	-2,07	4,61	0,033	21,26
-10,0	1,0	0,109	19668	-1,508	-1,64	4,13	0,018	17,08
-10,0	0,3	0,137	18123	-1,123	-1,17	3,61	0,002	13,04
-10,0	0,1	0,166	16560	-0,797	-0,74	3,13	0,003	9,82
5,0	10,0	0,205	15674	-0,630	-0,58	2,96	0,002	8,73
5,0	3,0	0,251	13254	-0,208	-0,11	2,43	0,009	5,92
5,0	1,0	0,307	11149	0,144	0,32	1,96	0,029	3,82
5,0	0,3	0,384	8615	0,581	0,78	1,43	0,042	2,05
5,0	0,1	0,471	6628	0,965	1,21	0,96	0,062	0,91
20,0	10,0	0,539	5930	1,115	1,17	1,00	0,003	1,00
20,0	3,0	0,644	3977	1,617	1,64	0,48	0,001	0,23
20,0	1,0	0,745	2560	2,126	2,07	0,00	0,003	0,00
20,0	0,3	0,843	1525	2,691	2,54	-0,52	0,022	0,27
20,0	0,1	0,908	894	3,253	2,97	-1,00	0,080	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 24.020 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 24.473$$

$$b_0 = 2,0717$$

$$b_1 = -0,8983$$

$$\sigma_R = 0,155$$

$$\Delta_{\text{sq},E} = 29,660$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,020$$

$$n_E = 15$$

Datensatz-Nr.: E4

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,225	16550	-0,332	-0,29	3,13	0,002	9,78
-10,0	1,0	0,194	19797	-0,830	-0,87	4,13	0,001	17,04
-10,0	10,0	0,133	22682	-1,373	-1,45	5,13	0,005	26,30
0,0	0,1	0,287	10468	0,540	0,57	1,65	0,001	2,73
0,0	1,0	0,235	14147	0,009	-0,01	2,65	0,000	7,03
0,0	10,0	0,197	18383	-0,604	-0,59	3,65	0,000	13,33
10,0	0,1	0,369	6031	1,312	1,37	0,28	0,003	0,08
10,0	1,0	0,306	9212	0,735	0,79	1,28	0,003	1,64
10,0	10,0	0,251	13092	0,158	0,21	2,28	0,002	5,19
20,0	0,1	0,550	2803	2,213	2,11	-1,00	0,011	1,00
20,0	1,0	0,471	4886	1,572	1,53	0,00	0,002	0,00
20,0	10,0	0,399	8143	0,913	0,95	1,00	0,001	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 28.428 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 24.441$$

$$b_0 = 1,5277$$

$$b_1 = -0,5799$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,057$$

$$\Delta_{sq,E} = 36,415$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,014$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E5

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_{i}$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_{i} - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,199	13919	-0,464	-0,52	3,14	0,004	9,85
-10,0	1,0	0,164	17193	-1,144	-1,24	4,14	0,008	17,13
-10,0	10,0	0,126	20058	-2,039	-1,95	5,14	0,008	26,41
0,0	0,1	0,291	8801	0,455	0,53	1,66	0,006	2,75
0,0	1,0	0,237	12297	-0,170	-0,18	2,66	0,000	7,07
0,0	10,0	0,182	15885	-0,851	-0,89	3,66	0,002	13,38
10,0	0,1	0,425	4400	1,424	1,51	0,28	0,008	0,08
10,0	1,0	0,343	7273	0,750	0,80	1,28	0,002	1,64
10,0	10,0	0,261	10932	0,071	0,09	2,28	0,000	5,21
20,0	0,1	0,618	1763	2,473	2,42	-1,00	0,002	1,00
20,0	1,0	0,539	3294	1,772	1,71	0,00	0,004	0,00
20,0	10,0	0,437	6071	1,006	1,00	1,00	0,000	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 22.668 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 24.505$$

$$b_0 = 1,7125$$

$$b_1 = -0,7125$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,066$$

$$\Delta_{sq,E} = 36,563$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,020$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E6

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,9	0,1	0,335	11361	0,058	0,04	3,06	0,000	9,34
-10,8	1,0	0,230	15554	-0,684	-0,72	4,04	0,001	16,30
-10,4	5,0	0,189	18483	-1,323	-1,23	4,69	0,009	21,98
-10,6	10,0	0,190	19172	-1,511	-1,48	5,01	0,001	25,11
4,5	0,1	0,574	3631	1,695	1,70	0,92	0,000	0,84
4,9	1,0	0,434	6544	0,946	0,96	1,87	0,000	3,49
4,8	5,0	0,356	8896	0,489	0,40	2,59	0,007	6,70
4,8	10,0	0,333	10216	0,255	0,17	2,89	0,007	8,34
19,9	0,1	0,882	933	3,181	3,19	-0,99	0,000	0,99
19,9	1,0	0,626	1980	2,381	2,41	0,01	0,001	0,00
20,0	5,0	0,541	3206	1,840	1,87	0,70	0,001	0,50
20,0	10,0	0,525	3879	1,616	1,64	1,00	0,000	1,01

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 23.403 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 23.253$$

$$b_0 = 2,4146$$

$$b_1 = -0,7770$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,053$$

$$\Delta_{sq,E} = 39,215$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,148$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E7

Typ: Deckschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_{,i}$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_{,i} - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
19,9	0,1	1,063	1154	2,980	2,89	-0,99	0,008	0,98
20,0	1,0	0,683	2881	1,986	2,04	0,01	0,003	0,00
19,9	5,0	0,559	4771	1,387	1,43	0,71	0,002	0,51
19,9	10,0	0,540	5799	1,136	1,17	1,01	0,001	1,02
4,7	0,1	0,524	5755	1,146	1,24	0,93	0,008	0,87
4,7	1,0	0,397	9579	0,400	0,38	1,93	0,000	3,73
4,8	5,0	0,333	12876	-0,158	-0,21	2,62	0,003	6,85
4,8	10,0	0,340	14174	-0,380	-0,47	2,92	0,008	8,52
-10,1	0,1	0,221	15297	-0,579	-0,57	3,03	0,000	9,17
-10,2	1,0	0,189	18897	-1,336	-1,43	4,03	0,009	16,27
-10,1	5,0	0,144	21363	-2,144	-2,03	4,73	0,014	22,33
-10,0	10,0	0,147	21642	-2,275	-2,27	5,01	0,000	25,12

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 23.866 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 23.730$$

$$b_0 = 2,0417$$

$$b_1 = -0,8610$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,075$$

$$\Delta_{sq,E} = 39,287$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,162$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E8

Typ: Binderschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,211	19536	-0,576	-0,56	2,67	0,000	7,13
-10,0	1,0	0,143	23611	-1,230	-1,32	3,67	0,008	13,47
-10,0	5,0	0,118	26062	-1,768	-1,85	4,37	0,007	19,09
-10,0	10,0	0,104	26950	-2,023	-2,08	4,67	0,003	21,81
0,0	0,1	0,382	13191	0,272	0,44	1,36	0,027	1,84
0,0	1,0	0,285	18488	-0,430	-0,32	2,36	0,012	5,56
0,0	5,0	0,241	21921	-0,937	-0,85	3,06	0,007	9,34
0,0	10,0	0,218	23013	-1,121	-1,08	3,36	0,002	11,27
10,0	0,1	0,644	5870	1,435	1,36	0,14	0,005	0,02
10,0	1,0	0,462	10558	0,637	0,60	1,14	0,001	1,29
10,0	5,0	0,370	14526	0,096	0,07	1,84	0,001	3,37
10,0	10,0	0,339	16326	-0,140	-0,16	2,14	0,000	4,57
20,0	0,1	0,706	2764	2,306	2,22	-1,00	0,007	1,00
20,0	1,0	0,577	5565	1,500	1,47	0,00	0,001	0,00
20,0	5,0	0,501	8695	0,920	0,94	0,70	0,000	0,49
20,0	10,0	0,461	10482	0,648	0,71	1,00	0,004	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 30.512 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 21.728$$

$$b_0 = 1,4658$$

$$b_1 = -0,7588$$

$$\sigma_R = 0,077$$

$$\Delta_{sq,E} = 39,409$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,966$$

$$n_E = 16$$



Datensatz-Nr.: E9

Typ: Binderschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	10,0	0,124	24529	-1,722	-1,93	4,86	0,044	23,64
-10,0	5,0	0,148	24477	-1,708	-1,73	4,56	0,000	20,80
-10,0	1,0	0,170	22102	-1,177	-1,25	3,86	0,006	14,91
-10,0	0,1	0,208	18459	-0,568	-0,58	2,86	0,000	8,19
0,0	10,0	0,182	22045	-1,166	-1,00	3,48	0,029	12,11
0,0	5,0	0,206	20430	-0,879	-0,79	3,18	0,008	10,11
0,0	1,0	0,245	17478	-0,424	-0,32	2,48	0,011	6,15
0,0	0,1	0,318	13262	0,166	0,36	1,48	0,037	2,19
10,0	10,0	0,304	15022	-0,078	-0,13	2,20	0,002	4,82
10,0	5,0	0,328	13689	0,106	0,08	1,90	0,001	3,59
10,0	1,0	0,387	10403	0,576	0,55	1,20	0,001	1,43
10,0	0,1	0,502	6380	1,262	1,23	0,20	0,001	0,04
20,0	10,0	0,454	10021	0,634	0,68	1,00	0,002	1,00
20,0	5,0	0,509	8498	0,876	0,89	0,70	0,000	0,49
20,0	1,0	0,570	5855	1,371	1,36	0,00	0,000	0,00
20,0	0,1	0,669	2910	2,190	2,04	-1,00	0,023	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 28.914 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 22.865$$

$$b_0 = 1,3603$$

$$b_1 = -0,6769$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,109$$

$$\Delta_{\text{sq},E} = 42,624$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,059$$

$$n_E = 16$$

Datensatz-Nr.: E10

Typ: Binderschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,288	20140	0,049	0,10	3,16	0,003	10,01
-10,0	1,0	0,270	25110	-0,439	-0,47	4,16	0,001	17,34
-10,0	10,0	0,223	29043	-0,863	-1,04	5,16	0,030	26,66
0,0	0,1	0,314	12740	0,807	0,95	1,67	0,019	2,80
0,0	1,0	0,244	17730	0,285	0,38	2,67	0,009	7,15
0,0	10,0	0,201	22383	-0,168	-0,19	3,67	0,000	13,50
10,0	0,1	0,440	6148	1,743	1,73	0,29	0,000	0,08
10,0	1,0	0,369	10126	1,124	1,16	1,29	0,002	1,66
10,0	10,0	0,306	14948	0,567	0,60	2,29	0,001	5,24
20,0	0,1	0,589	2636	2,686	2,47	-1,00	0,048	1,00
20,0	1,0	0,513	5296	1,917	1,90	0,00	0,000	0,00
20,0	10,0	0,430	9526	1,205	1,33	1,00	0,015	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 41.300 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 24.653$$

$$b_0 = 1,8972$$

$$b_1 = -0,5681$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,114$$

$$\Delta_{sq,E} = 36,909$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,032$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E11

Typ: Binderschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_{,i}$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_{,i} - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,206	16989	-0,549	-0,56	2,99	0,000	8,93
-10,0	1,0	0,163	20878	-1,259	-1,37	3,99	0,012	15,90
-10,0	10,0	0,126	24312	-2,278	-2,17	4,99	0,011	24,88
0,0	0,1	0,330	10356	0,463	0,58	1,56	0,014	2,44
0,0	1,0	0,246	14736	-0,200	-0,22	2,56	0,000	6,56
0,0	10,0	0,193	19299	-0,945	-1,02	3,56	0,006	12,68
10,0	0,1	0,530	4405	1,626	1,65	0,24	0,000	0,06
10,0	1,0	0,419	8239	0,812	0,84	1,24	0,001	1,53
10,0	10,0	0,329	12909	0,074	0,04	2,24	0,001	5,00
20,0	0,1	0,685	1663	2,716	2,64	-1,00	0,006	1,00
20,0	1,0	0,600	3671	1,841	1,84	0,00	0,000	0,00
20,0	10,0	0,488	7338	0,976	1,03	1,00	0,003	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 26.804 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 23.613$$

$$b_0 = 1,8371$$

$$b_1 = -0,8036$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,075$$

$$\Delta_{sq,E} = 34,522$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,946$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E12

Typ: Binderschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,9	0,1	0,257	14944	-0,827	-0,85	3,09	0,000	9,54
-10,6	1,0	0,185	17707	-1,546	-1,51	4,06	0,001	16,44
-10,5	5,0	0,115	18915	-1,998	-1,98	4,74	0,000	22,44
-10,5	10,0	0,106	19629	-2,362	-2,19	5,03	0,030	25,34
4,5	0,1	0,398	7311	0,662	0,64	0,93	0,000	0,87
4,8	1,0	0,281	10368	0,069	-0,03	1,91	0,010	3,63
4,8	5,0	0,232	12618	-0,353	-0,50	2,60	0,023	6,74
4,8	10,0	0,216	13614	-0,549	-0,71	2,90	0,027	8,39
19,9	0,1	0,806	2734	1,925	1,97	-0,99	0,002	0,98
20,0	1,0	0,567	4895	1,220	1,28	0,01	0,004	0,00
20,0	5,0	0,448	6963	0,735	0,80	0,70	0,005	0,49
20,0	10,0	0,423	7888	0,544	0,59	1,01	0,002	1,01

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 21.479 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 23.449$$

$$b_0 = 1,2877$$

$$b_1 = -0,6906$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,102$$

$$\Delta_{sq,E} = 39,691$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,164$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E13

Typ: Binderschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_{,i}$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_{,i} - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,8	0,1	0,235	20572	-1,140	-1,12	3,21	0,001	10,29
-10,5	1,0	0,181	23569	-1,883	-1,76	4,17	0,015	17,36
-10,5	5,0	0,101	24464	-2,208	-2,23	4,86	0,000	23,61
-10,4	10,0	0,096	24690	-2,305	-2,43	5,15	0,014	26,51
4,4	0,1	0,350	11383	0,326	0,37	1,01	0,002	1,02
4,6	1,0	0,233	15600	-0,300	-0,29	1,98	0,000	3,93
4,7	5,0	0,182	18311	-0,728	-0,75	2,67	0,001	7,12
4,8	10,0	0,160	19425	-0,922	-0,95	2,97	0,001	8,80
19,9	0,1	0,790	3692	1,849	1,71	-0,99	0,019	0,98
20,0	1,0	0,543	7108	1,037	1,05	0,00	0,000	0,00
20,0	5,0	0,429	10197	0,509	0,57	0,71	0,004	0,50
20,0	10,0	0,410	11557	0,300	0,37	1,01	0,005	1,01

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 27.154 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 24.183$$

$$b_0 = 1,0465$$

$$b_1 = -0,6743$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,078$$

$$\Delta_{sq,E} = 41,576$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,228$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E14

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasenwinkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,8	0,1	0,163	23694	-1,202	-1,31	2,71	0,012	7,36
-10,5	1,0	0,119	27081	-1,982	-2,17	3,67	0,036	13,50
-10,5	5,0	0,116	28833	-2,678	-2,80	4,37	0,015	19,13
-9,8	10,0	0,088	29782	-3,362	-2,98	4,58	0,144	20,95
4,7	0,1	0,360	13602	0,235	0,45	0,75	0,047	0,56
4,7	1,0	0,230	19126	-0,493	-0,45	1,75	0,002	3,06
4,7	5,0	0,183	22520	-0,999	-1,07	2,44	0,005	5,97
4,7	10,0	0,170	23957	-1,251	-1,34	2,74	0,007	7,51
19,9	0,1	0,863	3588	2,026	2,01	-0,99	0,000	0,97
19,9	1,0	0,567	7745	1,091	1,12	0,01	0,001	0,00
19,9	5,0	0,446	11659	0,497	0,49	0,71	0,000	0,50
19,9	10,0	0,404	13221	0,286	0,22	1,01	0,004	1,02

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 30.814 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 21.381$$

$$b_0 = 1,1232$$

$$b_1 = -0,8970$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,165$$

$$\Delta_{sq,E} = 33,499$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,980$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E15

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,5	0,1	0,195	21996	-1,054	-1,15	3,04	0,009	9,23
-10,6	1,0	0,135	25400	-1,786	-1,85	4,04	0,004	16,34
-10,7	5,0	0,128	27052	-2,340	-2,35	4,76	0,000	22,65
-10,2	10,0	0,106	27416	-2,504	-2,51	4,99	0,000	24,94
4,9	0,1	0,291	13961	0,117	0,35	0,89	0,054	0,80
4,7	1,0	0,195	18157	-0,457	-0,36	1,91	0,009	3,66
4,8	5,0	0,161	21000	-0,886	-0,85	2,61	0,002	6,79
4,8	10,0	0,145	22109	-1,075	-1,05	2,90	0,000	8,43
19,9	0,1	0,758	4211	1,799	1,66	-0,99	0,019	0,97
20,0	1,0	0,492	7905	1,012	0,97	0,00	0,002	0,00
19,9	5,0	0,375	11286	0,487	0,48	0,71	0,000	0,50
19,9	10,0	0,349	12707	0,288	0,27	1,01	0,000	1,02

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 29.659 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 23.451$$

$$b_0 = 0,9730$$

$$b_1 = -0,6985$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,099$$

$$\Delta_{sq,E} = 39,519$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,156$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E16

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	10,0	0,101	24309	-2,067	-2,19	4,77	0,015	22,72
-10,0	5,0	0,121	24046	-1,974	-1,99	4,47	0,000	19,94
-10,0	1,0	0,158	22532	-1,536	-1,52	3,77	0,000	14,19
-10,0	0,1	0,192	19409	-0,889	-0,84	2,77	0,002	7,65
0,0	10,0	0,136	21356	-1,265	-1,28	3,42	0,000	11,69
0,0	5,0	0,158	20061	-1,008	-1,08	3,12	0,005	9,72
0,0	1,0	0,186	17777	-0,615	-0,61	2,42	0,000	5,85
0,0	0,1	0,248	13705	-0,002	0,06	1,42	0,004	2,01
10,0	10,0	0,230	17271	-0,535	-0,44	2,17	0,009	4,69
10,0	5,0	0,266	15782	-0,308	-0,24	1,87	0,005	3,48
10,0	1,0	0,318	12514	0,173	0,23	1,17	0,004	1,36
10,0	0,1	0,423	8258	0,840	0,91	0,17	0,004	0,03
20,0	10,0	0,400	11658	0,299	0,35	1,00	0,002	1,00
20,0	5,0	0,432	10116	0,535	0,55	0,70	0,000	0,49
20,0	1,0	0,504	6897	1,089	1,02	0,00	0,005	0,00
20,0	0,1	0,637	3642	1,875	1,69	-1,00	0,033	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 27.384 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 22.300$$

$$b_0 = 1,0188$$

$$b_1 = -0,6735$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,080$$

$$\Delta_{sq,E} = 41,006$$

$$x^*_{\text{quer}} = 2,013$$

$$n_E = 16$$



Datensatz-Nr.: E17

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	10,0	0,086	24896	-2,519	-2,50	4,44	0,000	19,73
-10,0	5,0	0,111	24001	-2,114	-2,26	4,14	0,022	17,15
-10,0	1,0	0,128	21812	-1,455	-1,71	3,44	0,063	11,85
-10,0	0,1	0,159	18909	-0,861	-0,91	2,44	0,002	5,96
0,0	10,0	0,144	22554	-1,647	-1,52	3,21	0,016	10,31
0,0	5,0	0,164	20977	-1,264	-1,28	2,91	0,000	8,47
0,0	1,0	0,195	18442	-0,780	-0,72	2,21	0,003	4,89
0,0	0,1	0,259	14253	-0,119	0,07	1,21	0,037	1,47
10,0	10,0	0,245	18315	-0,758	-0,61	2,07	0,022	4,27
10,0	5,0	0,289	16870	-0,520	-0,37	1,77	0,023	3,12
10,0	1,0	0,342	13231	0,033	0,19	1,07	0,024	1,14
10,0	0,1	0,460	8438	0,783	0,98	0,07	0,041	0,00
20,0	10,0	0,427	11221	0,335	0,24	1,00	0,009	1,00
20,0	5,0	0,470	9634	0,583	0,48	0,70	0,011	0,49
20,0	1,0	0,565	6296	1,186	1,04	0,00	0,022	0,00
20,0	0,1	0,697	3017	2,069	1,83	-1,00	0,055	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 26.900 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 20.378$$

$$b_0 = 1,0376$$

$$b_1 = -0,7971$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,158$$

$$\Delta_{\text{sq},E} = 35,803$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,854$$

$$n_E = 16$$

Datensatz-Nr.: E18

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	10,0	0,072	23062	-3,494	-3,03	4,63	0,213	21,40
-10,0	3,0	0,091	21871	-2,448	-2,53	4,10	0,007	16,84
-10,0	1,0	0,107	20703	-1,912	-2,07	3,63	0,025	13,15
-10,0	0,3	0,130	19264	-1,454	-1,57	3,10	0,013	9,63
-10,0	0,1	0,153	17730	-1,078	-1,11	2,63	0,001	6,90
5,0	10,0	0,237	17669	-1,064	-1,20	2,72	0,017	7,37
5,0	3,0	0,282	15215	-0,577	-0,69	2,19	0,014	4,81
5,0	1,0	0,295	12764	-0,149	-0,23	1,72	0,007	2,94
5,0	0,3	0,350	10590	0,218	0,27	1,19	0,003	1,42
5,0	0,1	0,418	8429	0,598	0,73	0,72	0,017	0,51
20,0	10,0	0,487	9026	0,490	0,45	1,00	0,001	1,00
20,0	3,0	0,544	6464	0,984	0,96	0,48	0,001	0,23
20,0	1,0	0,628	4589	1,430	1,41	0,00	0,000	0,00
20,0	0,3	0,702	3272	1,835	1,92	-0,52	0,007	0,27
20,0	0,1	0,767	2168	2,299	2,38	-1,00	0,006	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 23.763 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 21.469$$

$$b_0 = 1,4150$$

$$b_1 = -0,9615$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,160$$

$$\Delta_{sq,E} = 40,403$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,771$$

$$n_E = 15$$

Datensatz-Nr.: E19

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,162	25770	-0,855	-0,85	3,03	0,000	9,16
-10,0	1,0	0,131	29553	-1,416	-1,43	4,03	0,000	16,22
-10,0	10,0	0,096	32788	-2,119	-2,02	5,03	0,010	25,27
0,0	0,1	0,189	18838	-0,052	-0,01	1,59	0,002	2,52
0,0	1,0	0,147	23129	-0,531	-0,59	2,59	0,004	6,69
0,0	10,0	0,112	26970	-1,017	-1,18	3,59	0,025	12,86
10,0	0,1	0,316	11934	0,731	0,78	0,25	0,002	0,06
10,0	1,0	0,244	16779	0,173	0,19	1,25	0,000	1,56
10,0	10,0	0,186	21883	-0,388	-0,39	2,25	0,000	5,05
20,0	0,1	0,467	6306	1,574	1,51	-1,00	0,005	1,00
20,0	1,0	0,374	10434	0,924	0,92	0,00	0,000	0,00
20,0	10,0	0,286	16119	0,246	0,34	1,00	0,008	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 36.728 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 23.845$$

$$b_0 = 0,9213$$

$$b_1 = -0,5845$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,075$$

$$\Delta_{sq,E} = 35,044$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,965$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E20

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,136	23153	-1,044	-1,04	2,68	0,000	7,20
-10,0	1,0	0,105	26406	-1,685	-1,83	3,68	0,021	13,57
-10,0	10,0	0,077	29682	-2,908	-2,62	4,68	0,081	21,94
0,0	0,1	0,244	16068	-0,053	0,00	1,37	0,003	1,87
0,0	1,0	0,185	20773	-0,680	-0,79	2,37	0,012	5,60
0,0	10,0	0,138	25325	-1,444	-1,58	3,37	0,018	11,33
10,0	0,1	0,415	8727	0,950	0,97	0,14	0,001	0,02
10,0	1,0	0,306	13866	0,229	0,18	1,14	0,002	1,30
10,0	10,0	0,213	19841	-0,549	-0,61	2,14	0,004	4,58
20,0	0,1	0,585	4323	1,831	1,88	-1,00	0,002	1,00
20,0	1,0	0,473	8065	1,058	1,09	0,00	0,001	0,00
20,0	10,0	0,362	13720	0,248	0,29	1,00	0,002	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 31.302 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 21.810$$

$$b_0 = 1,0868$$

$$b_1 = -0,7921$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,121$$

$$\Delta_{sq,E} = 30,626$$

$$x^*_{\text{quer}} = 1,798$$

$$n_E = 12$$

Datensatz-Nr.: E21

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasenwinkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,000	21065	-1,075	-1,03	3,13	0,002	13,31
-10,0	0,3	0,000	22334	-1,328	-1,31	3,60	0,000	17,02
-10,0	1,0	0,000	23376	-1,567	-1,61	4,13	0,002	21,61
-10,0	3,0	0,000	24590	-1,904	-1,89	4,60	0,000	26,28
-10,0	10,0	0,000	25615	-2,274	-2,20	5,13	0,005	31,91
0,0	0,1	0,000	15547	-0,202	-0,16	1,65	0,002	4,72
0,0	0,3	0,000	17675	-0,513	-0,44	2,13	0,005	7,02
0,0	1,0	0,000	19099	-0,735	-0,75	2,65	0,000	10,07
0,0	3,0	0,000	20624	-0,995	-1,03	3,13	0,001	13,32
0,0	10,0	0,000	21884	-1,234	-1,33	3,65	0,010	17,41
10,0	0,1	0,000	9484	0,682	0,64	0,28	0,002	0,64
10,0	0,3	0,000	11384	0,393	0,36	0,76	0,001	1,63
10,0	1,0	0,000	13342	0,111	0,06	1,28	0,003	3,24
10,0	3,0	0,000	15215	-0,154	-0,22	1,76	0,005	5,19
10,0	10,0	0,000	17212	-0,444	-0,53	2,28	0,007	7,85
20,0	0,1	0,000	5363	1,451	1,39	-1,00	0,003	0,23
20,0	0,3	0,000	6965	1,117	1,11	-0,52	0,000	0,27
20,0	1,0	0,000	8923	0,773	0,81	0,00	0,001	0,23
20,0	3,0	0,000	11203	0,420	0,53	0,48	0,011	0,27
20,0	10,0	0,000	13470	0,093	0,22	1,00	0,016	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 28252 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 24.429$$

$$b_0 = 0,8063$$

$$b_1 = -0,5865$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,066$$

$$\Delta_{sq,E} = 2,004$$

$$x^*_{\text{quer}} = 37,043$$

$$n_E = 20$$

Datensatz-Nr.: E22

Typ: Tragschichtgemisch

T	Frequenz	Phasen- winkel	$ E _i$	$y_{E,i}$	$Y_E$	$x^*_i$	$(y_{E,i} - Y_E)^2$	$(x^*_i - \bar{x}^*)^2$
[°C]	[Hz]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-10,0	0,1	0,000	22255	-1,172	-1,05	2,62	0,015	8,23
-10,0	0,3	0,000	23805	-1,494	-1,44	3,10	0,003	11,19
-10,0	1,0	0,000	25239	-1,866	-1,88	3,62	0,000	14,96
-10,0	3,0	0,000	26239	-2,200	-2,27	4,10	0,005	18,88
-10,0	10,0	0,000	27318	-2,704	-2,71	4,62	0,000	23,70
0,0	0,1	0,000	15930	-0,187	0,02	1,32	0,045	2,48
0,0	0,3	0,000	18002	-0,480	-0,37	1,80	0,012	4,21
0,0	1,0	0,000	20116	-0,801	-0,80	2,32	0,000	6,62
0,0	3,0	0,000	22010	-1,126	-1,20	2,80	0,005	9,31
0,0	10,0	0,000	23710	-1,473	-1,63	3,32	0,025	12,77
10,0	0,1	0,000	8839	0,832	1,02	0,12	0,036	0,14
10,0	0,3	0,000	11048	0,493	0,63	0,60	0,018	0,72
10,0	1,0	0,000	13557	0,140	0,19	1,12	0,003	1,88
10,0	3,0	0,000	15985	-0,194	-0,20	1,60	0,000	3,41
10,0	10,0	0,000	18759	-0,591	-0,64	2,12	0,002	5,62
10,0	0,1	0,000	4140	1,798	1,02	0,12	0,604	0,14
17,5	0,3	0,000	5736	1,406	1,33	-0,25	0,006	0,06
20,0	1,0	0,000	7980	0,975	1,12	0,00	0,021	0,23
20,0	3,0	0,000	10387	0,591	0,73	0,48	0,018	0,27
20,0	10,0	0,000	12983	0,219	0,29	1,00	0,005	1,00

$$|E|_{\min} = 0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$|E|_{\max} = 29146 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$m = 21.425$$

$$b_0 = 1,1216$$

$$b_1 = -0,8285$$

$$\hat{\sigma}_R = 0,214$$

$$\Delta_{sq,E} = 1,826$$

$$x^*_{\text{quer}} = 28,447$$

$$n_E = 20$$

**Anlage 4: Ergebnisse der Gruppierungsvarianten für die Anpassungsfaktoren der deterministischen Verfahrensweise**

Gruppierungsvariante BK1\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	1	32	1	3.080	3.080	0%
3	2	10	1	2.301	2.235	-3%
		3,2	1	2.168		3%
4	3	1,8	1	2.235	2.088	-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
5	1	100	2.1	13.695	13.695	0%
6	1	32	2.1	9.160	9.160	0%
7	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
8	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%
		100	2.3	5.940		12%
9	2	32	2.2	5.170	4.578	-11%
		32	2.3	3.987		15%
10	4	10	2.2	3.493	2.344	-33%
		3,2	2.2	1.809		30%
		10	2.3	2.535		-8%
		3,2	2.3	1.194		96%
11	6	1,8	2.2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
12	4	100	3	10.112	9.971	-1%
		100	4	10.911		-9%
		100	5.1	9.031		10%
		100	5.2	9.802		2%
13	4	32	3	7.622	7.569	-1%
		32	4	8.388		-10%
		32	5.1	6.750		12%
14	8	32	5.2	7.552	4.712	0%
		10	3	5.887		-20%
		3,2	3	3.532		33%
		10	4	6.660		-29%
		3,2	4	4.054		16%
		10	5.1	5.072		-7%
		3,2	5.1	2.765		70%
10	5.2	5.961	-21%			
15	12	3,2	5.2	3.347	3.676	41%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
16	1	100	vgOB	763	763	0%
17	1	32	vgOB	490	490	0%
18	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
19	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	1	32	1	3.080	3.080	0%
3	5	10	1	2.301	2.121	-8%
		3,2	1	2.168		-2%
		1,8	1	2.235		-5%
		1,0	1	2.077		2%
		0,3	1	1.941		9%
4	1	100	2.1	13.695	13.695	0%
5	1	32	2.1	9.160	9.160	0%
6	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
7	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%
		100	2.3	5.940		12%
8	2	32	2.2	5.170	4.578	-11%
		32	2.3	3.987		15%
9	10	10	2.2	3.493	1.983	-43%
		3,2	2.2	1.809		10%
		1,8	2.2	2.079		-5%
		1,0	2.2	1.474		35%
		0,3	2.2	473		319%
		10	2.3	2.535		-22%
		3,2	2.3	1.194		66%
		1,8	2.3	2.773		-28%
		1,0	2.3	2.005		-1%
0,3	2.3	610	225%			
10	4	100	3	10.112	9.971	-1%
		100	4	10.911		-9%
		100	5.1	9.031		10%
		100	5.2	9.802		2%
11	4	32	3	7.622	7.569	-1%
		32	4	8.388		-10%
		32	5.1	6.750		12%
		32	5.2	7.552		0%
12	20	10	3	5.887	3.676	-38%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		10	5.2	5.961		-38%
3,2	5.2	3.347	10%			
1,8	5.2	6.990	-47%			
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
13	1	100	vgOB	763	763	0%
14	1	32	vgOB	490	490	0%
15	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%



## Gruppierungsvariante BK3\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	2	32	1	3.080	2.691	-13%
		10	1	2.301		17%
3	4	3,2	1	2.168	2.088	-4%
		1,8	1	2.235		-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
		100	2.1	13.695		13.695
5	2	32	2.1	9.160	6.593	-28%
		10	2.1	4.025		64%
6	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%
		100	2.3	5.940		12%
7	4	32	2.2	5.170	3.852	-25%
		10	2.2	3.493		10%
		32	2.3	3.987		-3%
		10	2.3	2.535		52%
8	8	3,2	2.2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
9	4	100	3	10.112	9.971	-1%
		100	4	10.911		-9%
		100	5.1	9.031		10%
		100	5.2	9.802		2%
10	8	32	3	7.622	6.730	-12%
		10	3	5.887		14%
		32	4	8.388		-20%
		10	4	6.660		1%
		32	5.1	6.750		0%
		10	5.1	5.072		33%
		32	5.2	7.552		-11%
		10	5.2	5.961		13%
11	16	3,2	3	3.532	3.676	4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
0,3	5.2	3.133	17%			
12	1	100	vgOB	763	763	0%
13	2	32	vgOB	490	410	-16%
		10	vgOB	329		24%
14	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	2	100	1	4.297	3.689	-14%
		32	1	3.080		20%
2	2	10	1	2.301	2.235	-3%
		3,2	1	2.168		3%
3	3	1,8	1	2.235	2.088	-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
4	2	100	2.1	13.695	11.428	-17%
		32	2.1	9.160		25%
5	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
6	4	100	2.2	7.406	5.697	-23%
		32	2.2	5.170		10%
		100	2.3	5.940		-4%
		32	2.3	3.987		43%
7	4	10	2.2	3.493	2.344	-33%
		3,2	2.2	1.809		30%
		10	2.3	2.535		-8%
		3,2	2.3	1.194		96%
8	6	1,8	2.2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
9	8	100	3	10.112	8.831	-13%
		32	3	7.622		16%
		100	4	10.911		-19%
		32	4	8.388		5%
		100	5.1	9.031		-2%
		32	5.1	6.750		31%
		100	5.2	9.802		-10%
		32	5.2	7.552		17%
10	8	10	3	5.887	4.712	-20%
		3,2	3	3.532		33%
		10	4	6.660		-29%
		3,2	4	4.054		16%
		10	5.1	5.072		-7%
		3,2	5.1	2.765		70%
		10	5.2	5.961		-21%
11	12	3,2	5.2	3.347	3.676	41%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
10	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
11	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
12	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK5\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	2	100	1	4.297	3.689	-14%
		32	1	3.080		20%
2	5	10	1	2.301	2.121	-8%
		3,2	1	2.168		-2%
		1,8	1	2.235		-5%
		1,0	1	2.077		2%
		0,3	1	1.941		9%
3	2	100	2.1	13.695	11.428	-17%
		32	2.1	9.160		25%
4	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
5	4	100	2.2	7.406	5.697	-23%
		32	2.2	5.170		10%
		100	2.3	5.940		-4%
		32	2.3	3.987		43%
6	10	10	2.2	3.493	1.983	-43%
		3,2	2.2	1.809		10%
		10	2.3	2.535		-22%
		3,2	2.3	1.194		66%
		1,8	2.2	2.079		-5%
		1,0	2.2	1.474		35%
		0,3	2.2	473		319%
		1,8	2.3	2.773		-28%
		1,0	2.3	2.005		-1%
		0,3	2.3	610		225%
7	8	100	3	10.112	8.831	-13%
		32	3	7.622		16%
		100	4	10.911		-19%
		32	4	8.388		5%
		100	5.1	9.031		-2%
		32	5.1	6.750		31%
		100	5.2	9.802		-10%
		32	5.2	7.552		17%
8	20	10	3	5.887	3.676	-38%
		3,2	3	3.532		4%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		10	5.2	5.961		-38%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
9	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
10	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	3	100	1	4.297	3.299	-23%
		32	1	3.080		7%
		10	1	2.301		43%
2	4	3,2	1	2.168	2.088	-4%
		1,8	1	2.235		-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
3	2	100	2.1	13.695	8.860	-35%
		32	2.1	9.160		-3%
		10	2.1	4.025		120%
4	6	100	2.2	7.406	4.970	-33%
		32	2.2	5.170		-4%
		10	2.2	3.493		42%
		100	2.3	5.940		-16%
		32	2.3	3.987		25%
		10	2.3	2.535		96%
5	8	3,2	2.2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
6	12	100	3	10.112	7.992	-21%
		32	3	7.622		5%
		10	3	5.887		36%
		100	4	10.911		-27%
		32	4	8.388		-5%
		10	4	6.660		20%
		100	5.1	9.031		-12%
		32	5.1	6.750		18%
		10	5.1	5.072		58%
		100	5.2	9.802		-18%
		32	5.2	7.552		6%
		10	5.2	5.961		34%
		7	2	3,2		3
1,8	3			5.667	-35%	
1,0	3			4.983	-26%	
0,3	3			2.524	46%	
3,2	4			4.054	-9%	
1,8	4			6.924	-47%	
1,0	4			6.349	-42%	
0,3	4			3.383	9%	
3,2	5.1			2.765	33%	
1,8	5.1			898	309%	
1,0	5.1			734	401%	
0,3	5.1			362	916%	
3,2	5.2			3.347	10%	
1,8	5.2			6.990	-47%	
1,0	5.2			6.347	-42%	
0,3	5.2			3.133	17%	
8	3	100	vgOB	763	546	-28%
		32	vgOB	490		11%
		10	vgOB	329		66%
9	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK1\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	1	32	1	3.080	3.080	0%
3	2	10	1	2.301	2.235	-3%
		3,2	1	2.168		3%
4	3	1,8	1	2.235	2.088	-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
5	3	100	2.1	13.695	9.818	-28%
		100	2.2	7.406		33%
		100	2.3	5.940		65%
6	3	32	2.1	9.160	6.573	-28%
		32	2.2	5.170		27%
		32	2.3	3.987		65%
7	5	10	2.1	4.025	2.609	-35%
		10	2.2	3.493		-25%
		3,2	2.2	1.809		44%
		10	2.3	2.535		3%
8	6	3,2	2.3	1.194	1.623	119%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
9	4	1,0	2.3	2.005	9.971	-19%
		0,3	2.3	610		166%
		100	3	10.112		-1%
		100	4	10.911		-9%
10	4	100	5.1	9.031	7.569	10%
		100	5.2	9.802		2%
		32	3	7.622		-1%
		32	4	8.388		-10%
11	8	32	5.1	6.750	4.712	12%
		32	5.2	7.552		0%
		10	3	5.887		-20%
		3,2	3	3.532		33%
		10	4	6.660		-29%
		3,2	4	4.054		16%
		10	5.1	5.072		-7%
12	12	3,2	5.1	2.765	3.676	70%
		10	5.2	5.961		-21%
		3,2	5.2	3.347		41%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
13	1	0,3	5.1	362	247	916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
14	1	1,0	5.2	6.347	183	-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
15	2	100	vgOB	763	763	0%
16	3	32	vgOB	490	247	0%
		10	vgOB	329		-25%
16	3	3,2	vgOB	165	183	50%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	1	32	1	3.080	3.080	0%
3	5	10	1	2.301	2.121	-8%
		3,2	1	2.168		-2%
		1,8	1	2.235		-5%
		1,0	1	2.077		2%
		0,3	1	1.941		9%
4	3	100	2.1	13.695	9.818	-28%
		100	2.2	7.406		33%
		100	2.3	5.940		65%
5	3	32	2.1	9.160	6.573	-28%
		32	2.2	5.170		27%
		32	2.3	3.987		65%
6	11	10	2.1	4.025	2.249	-44%
		10	2.2	3.493		-36%
		3,2	2.2	1.809		24%
		10	2.3	2.535		-11%
		3,2	2.3	1.194		88%
		1,8	2.2	2.079		8%
		1,0	2.2	1.474		53%
		0,3	2.2	473		375%
		1,8	2.3	2.773		-19%
		1,0	2.3	2.005		12%
7	4	100	3	10.112	9.971	-1%
		100	4	10.911		-9%
		100	5.1	9.031		10%
		100	5.2	9.802		2%
8	4	32	3	7.622	7.569	-1%
		32	4	8.388		-10%
		32	5.1	6.750		12%
		32	5.2	7.552		0%
9	20	10	3	5.887	3.676	-38%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		10	5.2	5.961		-38%
3,2	5.2	3.347	10%			
1,8	5.2	6.990	-47%			
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
10	1	100	vgOB	763	763	0%
11	1	32	vgOB	490	490	0%
12	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK3\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	4.297	4.297	0%
2	2	32	1	3.080	2.691	-13%
		10	1	2.301		17%
3	4	3,2	1	2.168	2.088	-4%
		1,8	1	2.235		-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
		100	2.1	13.695		-28%
4	3	100	2.2	7.406	9.818	33%
		100	2.3	5.940		65%
		32	2.1	9.160		-36%
5	6	32	2.2	5.170	5.847	13%
		32	2.3	3.987		47%
		10	2.1	4.025		45%
		10	2.2	3.493		67%
		10	2.3	2.535		131%
6	8	3,2	2.2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
7	4	100	3	10.112	9.971	-1%
		100	4	10.911		-9%
		100	5.1	9.031		10%
		100	5.2	9.802		2%
		32	3	7.622		-12%
8	8	10	3	5.887	6.730	14%
		32	4	8.388		-20%
		10	4	6.660		1%
		32	5.1	6.750		0%
		10	5.1	5.072		33%
		32	5.2	7.552		-11%
		10	5.2	5.961		13%
		3,2	3	3.532		4%
9	16	1,8	3	5.667	3.676	-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
10	1	100	vgOB	763	763	0%
11	2	32	vgOB	490	410	-16%
		10	vgOB	329		24%
12	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	2	100	1	4.297	3.689	-14%
		32	1	3.080		20%
2	2	10	1	2.301	2.235	-3%
		3,2	1	2.168		3%
3	3	1,8	1	2.235	2.088	-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
4	6	100	2.1	13.695	8.841	-35%
		32	2.1	9.160		-3%
		100	2.2	7.406		19%
		32	2.2	5.170		71%
		100	2.3	5.940		49%
		32	2.3	3.987		122%
5	5	10	2.1	4.025	2.609	-35%
		10	2.2	3.493		-25%
		3,2	2.2	1.809		44%
		10	2.3	2.535		3%
6	6	3,2	2.3	1.194	1.623	119%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
7	8	0,3	2.3	610	8.831	166%
		100	3	10.112		-13%
		32	3	7.622		16%
		100	4	10.911		-19%
		32	4	8.388		5%
		100	5.1	9.031		-2%
		32	5.1	6.750		31%
		100	5.2	9.802		-10%
8	8	32	5.2	7.552	4.712	17%
		10	3	5.887		-20%
		3,2	3	3.532		33%
		10	4	6.660		-29%
		3,2	4	4.054		16%
		10	5.1	5.072		-7%
		3,2	5.1	2.765		70%
9	12	10	5.2	5.961	3.676	-21%
		3,2	5.2	3.347		41%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
10	2	1,8	5.2	6.990	626	-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
11	2	0,3	5.2	3.133	247	17%
		100	vgOB	763		-18%
12	3	32	vgOB	490	183	28%
		10	vgOB	329		-25%
12	3	3,2	vgOB	165	183	50%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%



## Gruppierungsvariante BK5\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	2	100	1	4.297	3.689	-14%
		32	1	3.080		20%
2	5	10	1	2.301	2.121	-8%
		3,2	1	2.168		-2%
		1,8	1	2.235		-5%
		1,0	1	2.077		2%
		0,3	1	1.941		9%
3	6	100	2.1	13.695	8.841	-35%
		32	2.1	9.160		-3%
		100	2.2	7.406		19%
		32	2.2	5.170		71%
		100	2.3	5.940		49%
4	11	32	2.3	3.987	2.249	122%
		10	2.1	4.025		-44%
		10	2.2	3.493		-36%
		3,2	2.2	1.809		24%
		10	2.3	2.535		-11%
		3,2	2.3	1.194		88%
		1,8	2.2	2.079		8%
		1,0	2.2	1.474		53%
		0,3	2.2	473		375%
		1,8	2.3	2.773		-19%
5	8	1,0	2.3	2.005	8.831	12%
		0,3	2.3	610		269%
		100	3	10.112		-13%
		32	3	7.622		16%
		100	4	10.911		-19%
		32	4	8.388		5%
		100	5.1	9.031		-2%
		32	5.1	6.750		31%
6	20	100	5.2	9.802	3.676	-10%
		32	5.2	7.552		17%
		10	3	5.887		-38%
		3,2	3	3.532		4%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		10	5.2	5.961		-38%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
1,0	5.1	734	401%			
0,3	5.1	362	916%			
1,8	5.2	6.990	-47%			
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
7	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
8	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	3	100	1	4.297	3.299	-23%
		32	1	3.080		7%
		10	1	2.301		43%
2	4	3,2	1	2.168	2.088	-4%
		1,8	1	2.235		-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
3	9	100	2.1	13.695	8.115	-41%
		32	2.1	9.160		-11%
		10	2.1	4.025		102%
		100	2.2	7.406		10%
		32	2.2	5.170		57%
		10	2.2	3.493		132%
		100	2.3	5.940		37%
		32	2.3	3.987		104%
		10	2.3	2.535		220%
4	8	3,2	2.2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
5	12	100	3	10.112	7.992	-21%
		32	3	7.622		5%
		10	3	5.887		36%
		100	4	10.911		-27%
		32	4	8.388		-5%
		10	4	6.660		20%
		100	5.1	9.031		-12%
		32	5.1	6.750		18%
		10	5.1	5.072		58%
		100	5.2	9.802		-18%
		32	5.2	7.552		6%
		10	5.2	5.961		34%
6	16	3,2	3	3.532	3.676	4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
0,3	5.2	3.133	17%			
7	3	100	vgOB	763	546	-28%
		32	vgOB	490		11%
		10	vgOB	329		66%
8	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK1\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	5	100	1	4.297	7.604	77%
		100	3	10.112		-25%
		100	4	10.911		-30%
		100	5.1	9.031		-16%
		100	5.2	9.802		-22%
2	5	32	1	3.080	5.734	86%
		32	3	7.622		-25%
		32	4	8.388		-32%
		32	5.1	6.750		-15%
		32	5.2	7.552		-24%
3	10	10	1	2.301	4.414	92%
		3,2	1	2.168		104%
		10	3	5.887		-25%
		3,2	3	3.532		25%
		10	4	6.660		-34%
		3,2	4	4.054		9%
		10	5.1	5.072		-13%
		3,2	5.1	2.765		60%
		10	5.2	5.961		-26%
4	15	3,2	5.2	3.347	2.088	32%
		1,8	1	2.235		-7%
		1,0	1	2.077		1%
		0,3	1	1.941		8%
		1,8	3	5.667		-63%
		1,0	3	4.983		-58%
		0,3	3	2.524		-17%
		1,8	4	6.924		-70%
		1,0	4	6.349		-67%
		0,3	4	3.383		-38%
		1,8	5.1	898		132%
		1,0	5.1	734		185%
		0,3	5.1	362		477%
		1,8	5.2	6.990		-70%
		1,0	5.2	6.347		-67%
0,3	5.2	3.133	-33%			
5	1	100	2.1	13.695	13.695	0%
6	1	32	2.1	9.160	9.160	0%
7	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
8	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%
		100	2.3	5.940		12%
9	2	32	2.2	5.170	4.578	-11%
		32	2.3	3.987		15%
10	4	10	2.2	3.493	2.344	-33%
		3,2	2.2	1.809		30%
		10	2.3	2.535		-8%
		3,2	2.3	1.194		96%
11	6	1,8	2.2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
12	1	100	vgOB	763	763	0%
13	1	32	vgOB	490	490	0%
14	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
15	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	5	100	1	4.297	7.604	77%
		100	3	10.112		-25%
		100	4	10.911		-30%
		100	5.1	9.031		-16%
		100	5.2	9.802		-22%
2	5	32	1	3.080	5.734	86%
		32	3	7.622		86%
		32	4	8.388		86%
		32	5.1	6.750		86%
		32	5.2	7.552		86%
3	25	10	1	2.301	3.676	60%
		3,2	1	2.168		70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		10	3	5.887		-38%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		10	5.2	5.961		-38%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
4	1	100	2.1	13.695	13.695	0%
5	1	32	2.1	9.160	9.160	0%
6	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
7	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%
		100	2.3	5.940		12%
8	2	32	2.2	5.170	4.578	-11%
		32	2.3	3.987		15%
9	10	10	2.2	3.493	1.983	-43%
		3,2	2.2	1.809		10%
		1,8	2.2	2.079		-5%
		1,0	2.2	1.474		35%
		0,3	2.2	473		319%
		10	2.3	2.535		-22%
		3,2	2.3	1.194		66%
		1,8	2.3	2.773		-28%
		1,0	2.3	2.005		-1%
0,3	2.3	610	225%			
10	1	100	vgOB	763	763	0%
11	1	32	vgOB	490	490	0%
12	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK3\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	5	100	1	4.297	7.604	77%
		100	3	10.112		-25%
		100	4	10.911		-30%
		100	5.1	9.031		-16%
		100	5.2	9.802		-22%
2	10	32	1	3.080	5.345	74%
		10	1	2.301		132%
		32	3	7.622		-30%
		10	3	5.887		-9%
		32	4	8.388		-36%
		10	4	6.660		-20%
		32	5.1	6.750		-21%
		10	5.1	5.072		5%
		32	5.2	7.552		-29%
		10	5.2	5.961		-10%
3	20	3,2	1	2.168	3.676	70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
4	1	100	2.1	13.695	13.695	0%
5	2	32	2.1	9.160	6.593	-28%
		10	2.1	4.025		64%
6	2	100	2.2	7.406	6.673	-10%
		100	2.3	5.940		12%
7	4	32	2.2	5.170	3.852	-25%
		10	2.2	3.493		10%
		32	2.3	3.987		-3%
		10	2.3	2.535		52%
8	8	3,2	2,2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2,2	2.079		-22%
		1,0	2,2	1.474		10%
		0,3	2,2	473		243%
		3,2	2,3	1.194		36%
		1,8	2,3	2.773		-41%
		1,0	2,3	2.005		-19%
0,3	2,3	610	166%			
9	1	100	vgOB	763	763	0%
10	2	32	vgOB	490	410	-16%
		10	vgOB	329		24%
11	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	10	100	1	4.297	6.996	63%
		32	1	3.080		127%
		100	3	10.112		-31%
		32	3	7.622		-8%
		100	4	10.911		-36%
		32	4	8.388		-17%
		100	5.1	9.031		-23%
		32	5.1	6.750		4%
		100	5.2	9.802		-29%
		32	5.2	7.552		-7%
2	10	10	1	2.301	4.414	92%
		3,2	1	2.168		104%
		10	3	5.887		-25%
		3,2	3	3.532		25%
		10	4	6.660		-34%
		3,2	4	4.054		9%
		10	5.1	5.072		-13%
		3,2	5.1	2.765		60%
		10	5.2	5.961		-26%
		3,2	5.2	3.347		32%
3	15	1,8	1	2.235	3.676	64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
4	2	100	2.1	13.695	11.428	-17%
		32	2.1	9.160		25%
5	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
6	4	100	2.2	7.406	5.697	-23%
		32	2.2	5.170		10%
		100	2.3	5.940		-4%
		32	2.3	3.987		43%
7	4	10	2.2	3.493	2.344	-33%
		3,2	2.2	1.809		30%
		10	2.3	2.535		-8%
		3,2	2.3	1.194		96%
8	6	1,8	2.2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
9	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
10	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
11	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK5\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	10	100	1	4.297	6.996	63%
		32	1	3.080		127%
		100	3	10.112		-31%
		32	3	7.622		-8%
		100	4	10.911		-36%
		32	4	8.388		-17%
		100	5.1	9.031		-23%
		32	5.1	6.750		4%
		100	5.2	9.802		-29%
		32	5.2	7.552		-7%
2	25	10	1	2.301	3.676	60%
		3,2	1	2.168		70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		10	3	5.887		-38%
		3,2	3	3.532		4%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		10	5.2	5.961		-38%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
3	2	100	2.1	13.695	11.428	-17%
		32	2.1	9.160		25%
4	1	10	2.1	4.025	4.025	0%
5	4	100	2.2	7.406	5.697	-23%
		32	2.2	5.170		10%
		100	2.3	5.940		-4%
		32	2.3	3.987		43%
6	10	10	2.2	3.493	1.983	-43%
		3,2	2.2	1.809		10%
		10	2.3	2.535		-22%
		3,2	2.3	1.194		66%
		1,8	2.2	2.079		-5%
		1,0	2.2	1.474		35%
		0,3	2.2	473		319%
		1,8	2.3	2.773		-28%
		1,0	2.3	2.005		-1%
		0,3	2.3	610		225%
7	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
8	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	15	100	1	4.297	6.606	54%
		32	1	3.080		114%
		10	1	2.301		187%
		100	3	10.112		-35%
		32	3	7.622		-13%
		10	3	5.887		12%
		100	4	10.911		-39%
		32	4	8.388		-21%
		10	4	6.660		-1%
		100	5.1	9.031		-27%
		32	5.1	6.750		-2%
		10	5.1	5.072		30%
		100	5.2	9.802		-33%
		32	5.2	7.552		-13%
		10	5.2	5.961		11%
2	20	3,2	1	2.168	3.676	70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
3	3	100	2.1	13.695	8.860	-35%
		32	2.1	9.160		-3%
		10	2.1	4.025		120%
4	6	100	2.2	7.406	4.970	-33%
		32	2.2	5.170		-4%
		10	2.2	3.493		42%
		100	2.3	5.940		-16%
		32	2.3	3.987		25%
		10	2.3	2.535		96%
5	8	3,2	2.2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
6	3	100	vgOB	763	546	-28%
		32	vgOB	490		11%
		10	vgOB	329		66%
7	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%



## Gruppierungsvariante BK1\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	4	100	1	4.297	7.604	77%
		100	3	10.112		-25%
		100	4	10.911		-30%
		100	5.1	9.031		-16%
		100	5.2	9.802		-22%
2	4	32	1	3.080	5.734	86%
		32	3	7.622		-25%
		32	4	8.388		-32%
		32	5.1	6.750		-15%
		32	5.2	7.552		-24%
3	10	10	1	2.301	4.414	92%
		3,2	1	2.168		104%
		10	3	5.887		-25%
		3,2	3	3.532		25%
		10	4	6.660		-34%
		3,2	4	4.054		9%
		10	5.1	5.072		-13%
		3,2	5.1	2.765		60%
		10	5.2	5.961		-26%
4	15	3,2	5.2	3.347	3.676	32%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
0,3	5.2	3.133	17%			
5	3	100	2.1	13.695	9.818	-28%
		100	2.2	7.406		33%
		100	2.3	5.940		65%
6	3	32	2.1	9.160	6.573	-28%
		32	2.2	5.170		27%
		32	2.3	3.987		65%
7	5	10	2.1	4.025	2.609	-35%
		10	2.2	3.493		-25%
		3,2	2.2	1.809		44%
		10	2.3	2.535		3%
		3,2	2.3	1.194		119%
8	6	1,8	2.2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
9	1	100	vgOB	763	763	0%
10	1	32	vgOB	490	490	0%
11	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
12	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	5	100	1	4.297	7.604	77%
		100	3	10.112		-25%
		100	4	10.911		-30%
		100	5.1	9.031		-16%
		100	5.2	9.802		-22%
2	5	32	1	3.080	5.734	86%
		32	3	7.622		-25%
		32	4	8.388		-32%
		32	5.1	6.750		-15%
		32	5.2	7.552		-24%
3	25	10	1	2.301	3.676	60%
		3,2	1	2.168		70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		10	3	5.887		-38%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		10	5.2	5.961		-38%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
4	3	100	2.1	13.695	9.818	-28%
		100	2.2	7.406		33%
		100	2.3	5.940		65%
5	3	32	2.1	9.160	6.573	-28%
		32	2.2	5.170		27%
		32	2.3	3.987		65%
6	11	10	2.1	4.025	2.249	-44%
		10	2.2	3.493		-36%
		3,2	2.2	1.809		24%
		10	2.3	2.535		-11%
		3,2	2.3	1.194		88%
		1,8	2.2	2.079		8%
		1,0	2.2	1.474		53%
		0,3	2.2	473		375%
		1,8	2.3	2.773		-19%
		1,0	2.3	2.005		12%
		0,3	2.3	610		269%
7	1	100	vgOB	763	763	0%
8	1	32	vgOB	490	490	0%
9	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK3\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	5	100	1	4.297	7.604	77%
		100	3	10.112		-25%
		100	4	10.911		-30%
		100	5.1	9.031		-16%
		100	5.2	9.802		-22%
2	10	32	1	3.080	5.345	74%
		10	1	2.301		132%
		32	3	7.622		-30%
		10	3	5.887		-9%
		32	4	8.388		-36%
		10	4	6.660		-20%
		32	5.1	6.750		-21%
		10	5.1	5.072		5%
		32	5.2	7.552		-29%
		10	5.2	5.961		-10%
3	20	3,2	1	2.168	3.676	70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
4	3	100	2.1	13.695	9.818	-28%
		100	2.2	7.406		33%
		100	2.3	5.940		65%
5	6	32	2.1	9.160	5.847	-36%
		32	2.2	5.170		13%
		32	2.3	3.987		47%
		10	2.1	4.025		45%
		10	2.2	3.493		67%
6	8	10	2.3	2.535	1.623	131%
		3,2	2.2	1.809		-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
0,3	2.3	610	166%			
7	1	100	vgOB	763	763	0%
8	2	32	vgOB	490	410	-16%
		10	vgOB	329		24%
9	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	10	100	1	4.297	6.996	63%
		32	1	3.080		127%
		100	3	10.112		-31%
		32	3	7.622		-8%
		100	4	10.911		-36%
		32	4	8.388		-17%
		100	5.1	9.031		-23%
		32	5.1	6.750		4%
		100	5.2	9.802		-29%
		32	5.2	7.552		-7%
2	10	10	1	2.301	4.414	92%
		3,2	1	2.168		104%
		10	3	5.887		-25%
		3,2	3	3.532		25%
		10	4	6.660		-34%
		3,2	4	4.054		9%
		10	5.1	5.072		-13%
		3,2	5.1	2.765		60%
		10	5.2	5.961		-26%
		3,2	5.2	3.347		32%
3	15	1,8	1	2.235	3.676	64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
4	6	100	2.1	13.695	8.841	-35%
		32	2.1	9.160		-3%
		100	2.2	7.406		19%
		32	2.2	5.170		71%
		100	2.3	5.940		49%
		32	2.3	3.987		122%
5	5	10	2.1	4.025	2.609	-35%
		10	2.2	3.493		-25%
		3,2	2.2	1.809		44%
		10	2.3	2.535		3%
		3,2	2.3	1.194		119%
6	6	1,8	2.2	2.079	1.623	-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
7	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
8	2	10	vgOB	329	247	-25%
		3,2	vgOB	165		50%
9	3	1,8	vgOB	142	183	28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

## Gruppierungsvariante BK5\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	10	100	1	4.297	6.996	63%
		32	1	3.080		127%
		100	3	10.112		-31%
		32	3	7.622		-8%
		100	4	10.911		-36%
		32	4	8.388		-17%
		100	5.1	9.031		-23%
		32	5.1	6.750		4%
		100	5.2	9.802		-29%
		32	5.2	7.552		-7%
2	25	10	1	2.301	3.676	60%
		3,2	1	2.168		70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		10	3	5.887		-38%
		3,2	3	3.532		4%
		10	4	6.660		-45%
		3,2	4	4.054		-9%
		10	5.1	5.072		-28%
		3,2	5.1	2.765		33%
		10	5.2	5.961		-38%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		1,8	5.2	6.990		-47%
		1,0	5.2	6.347		-42%
		0,3	5.2	3.133		17%
3	6	100	2.1	13.695	8.841	-35%
		32	2.1	9.160		-3%
		100	2.2	7.406		19%
		32	2.2	5.170		71%
		100	2.3	5.940		49%
		32	2.3	3.987		122%
4	11	10	2.1	4.025	2.249	-44%
		10	2.2	3.493		-36%
		3,2	2.2	1.809		24%
		10	2.3	2.535		-11%
		3,2	2.3	1.194		88%
		1,8	2.2	2.079		8%
		1,0	2.2	1.474		53%
		0,3	2.2	473		375%
		1,8	2.3	2.773		-19%
		1,0	2.3	2.005		12%
5	2	100	vgOB	763	626	-18%
		32	vgOB	490		28%
6	5	10	vgOB	329	236	-28%
		3,2	vgOB	165		43%
		1,8	vgOB	142		66%
		1,0	vgOB	223		6%
		0,3	vgOB	186		27%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	15	100	1	4.297	6.606	54%
		32	1	3.080		114%
		10	1	2.301		187%
		100	3	10.112		-35%
		32	3	7.622		-13%
		10	3	5.887		12%
		100	4	10.911		-39%
		32	4	8.388		-21%
		10	4	6.660		-1%
		100	5.1	9.031		-27%
		32	5.1	6.750		-2%
		10	5.1	5.072		30%
		100	5.2	9.802		-33%
		32	5.2	7.552		-13%
		10	5.2	5.961		11%
2	20	3,2	1	2.168	3.676	70%
		1,8	1	2.235		64%
		1,0	1	2.077		77%
		0,3	1	1.941		89%
		3,2	3	3.532		4%
		1,8	3	5.667		-35%
		1,0	3	4.983		-26%
		0,3	3	2.524		46%
		3,2	4	4.054		-9%
		1,8	4	6.924		-47%
		1,0	4	6.349		-42%
		0,3	4	3.383		9%
		3,2	5.1	2.765		33%
		1,8	5.1	898		309%
		1,0	5.1	734		401%
		0,3	5.1	362		916%
		3,2	5.2	3.347		10%
		1,8	5.2	6.990		-47%
1,0	5.2	6.347	-42%			
0,3	5.2	3.133	17%			
3	9	100	2.1	13.695	8.115	-41%
		32	2.1	9.160		-11%
		10	2.1	4.025		102%
		100	2.2	7.406		10%
		32	2.2	5.170		57%
		10	2.2	3.493		132%
		100	2.3	5.940		37%
		32	2.3	3.987		104%
		10	2.3	2.535		220%
4	8	3,2	2.2	1.809	1.623	-10%
		1,8	2.2	2.079		-22%
		1,0	2.2	1.474		10%
		0,3	2.2	473		243%
		3,2	2.3	1.194		36%
		1,8	2.3	2.773		-41%
		1,0	2.3	2.005		-19%
		0,3	2.3	610		166%
5	3	100	vgOB	763	546	-28%
		32	vgOB	490		11%
		10	vgOB	329		66%
6	4	3,2	vgOB	165	183	11%
		1,8	vgOB	142		28%
		1,0	vgOB	223		-18%
		0,3	vgOB	186		-2%

### Anlage 5: Ergebnisse der Gruppierungsvarianten für die Anpassungsfaktoren der probabilistischen Verfahrensweise

Gruppierungsvariante BK1\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	1	32	1	16.550	16.550	0%
3	2	10	1	12.000	11.725	-2%
		3,2	1	11.450		2%
4	3	1,8	1	12.830	11.965	-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
5	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
6	1	32	2.1	48.900	48.900	0%
7	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
8	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
9	2	32	2.2	26.950	23.905	-11%
		32	2.3	20.860		15%
10	4	10	2.2	18.350	12.585	-31%
		3,2	2.2	10.100		25%
		10	2.3	13.600		-7%
		3,2	2.3	6.820		85%
11	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
12	4	100	3	54.500	53.050	-3%
		100	4	58.800		-10%
		100	5.1	47.300		12%
		100	5.2	51.370		3%
13	4	32	3	39.500	39.000	-1%
		32	4	43.500		-10%
		32	5.1	34.500		13%
		32	5.2	38.500		1%
14	8	10	3	30.000	24.350	-19%
		3,2	3	18.700		30%
		10	4	34.200		-29%
		3,2	4	21.100		15%
		10	5.1	26.100		-7%
		3,2	5.1	14.500		68%
		10	5.2	30.200		-19%
		3,2	5.2	17.200		42%
15	12	1,8	3	32.500	25.650	-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
0,3	5.2	19.100	34%			
16	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
17	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
18	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
19	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	1	32	1	16.550	16.550	0%
3	5	10	1	12.000	11.965	0%
		3,2	1	11.450		4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
4	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
5	1	32	2.1	48.900	48.900	0%
6	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
7	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
8	2	32	2.2	26.950	23.905	-11%
		32	2.3	20.860		15%
9	10	10	2.2	18.350	10.915	-41%
		3,2	2.2	10.100		8%
		1,8	2.2	13.750		-21%
		1,0	2.2	10.750		2%
		0,3	2.2	3.480		214%
		10	2.3	13.600		-20%
		3,2	2.3	6.820		60%
		1,8	2.3	17.800		-39%
		1,0	2.3	14.150		-23%
0,3	2.3	4.330	152%			
10	4	100	3	54.500	53.050	-3%
		100	4	58.800		-10%
		100	5.1	47.300		12%
		100	5.2	51.370		3%
11	4	32	3	39.500	39.000	-1%
		32	4	43.500		-10%
		32	5.1	34.500		13%
		32	5.2	38.500		1%
12	20	10	3	30.000	25.650	-15%
		3,2	3	18.700		37%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		10	4	34.200		-25%
		3,2	4	21.100		22%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		10	5.1	26.100		-2%
		3,2	5.1	14.500		77%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		10	5.2	30.200		-15%
3,2	5.2	17.200	49%			
1,8	5.2	38.700	-34%			
1,0	5.2	36.500	-30%			
0,3	5.2	19.100	34%			
13	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
14	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
15	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%



## Gruppierungsvariante BK3\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	2	32	1	16.550	14.275	-14%
		10	1	12.000		19%
3	4	3,2	1	11.450	11.965	4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
4	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
5	2	32	2.1	48.900	35.450	-28%
		10	2.1	22.000		61%
6	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
7	4	32	2.2	26.950	20.275	-25%
		10	2.2	18.350		10%
		32	2.3	20.860		-3%
		10	2.3	13.600		49%
8	8	3,2	2.2	10.100	10.640	5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		3,2	2.3	6.820		56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
9	4	100	3	54.500	53.050	-3%
		100	4	58.800		-10%
		100	5.1	47.300		12%
		100	5.2	51.370		3%
10	8	32	3	39.500	34.800	-12%
		10	3	30.000		16%
		32	4	43.500		-20%
		10	4	34.200		2%
		32	5.1	34.500		1%
		10	5.1	26.100		33%
		32	5.2	38.500		-10%
		10	5.2	30.200		15%
11	16	3,2	3	18.700	25.650	37%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		3,2	4	21.100		22%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		3,2	5.1	14.500		77%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		3,2	5.2	17.200		49%
		1,8	5.2	38.700		-34%
1,0	5.2	36.500	-30%			
0,3	5.2	19.100	34%			
12	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
13	2	32	vgOB	2.750	2.255	-18%
		10	vgOB	1.760		28%
14	4	3,2	vgOB	910	1.015	12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	2	100	1	23.800	20.175	-15%
		32	1	16.550		22%
2	2	10	1	12.000	11.725	-2%
		3,2	1	11.450		2%
3	3	1,8	1	12.830	11.965	-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
4	2	100	2.1	72.600	60.750	-16%
		32	2.1	48.900		24%
5	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
6	4	100	2.2	39.220	30.040	-23%
		32	2.2	26.950		11%
		100	2.3	31.150		-4%
		32	2.3	20.860		44%
7	4	10	2.2	18.350	12.585	-31%
		3,2	2.2	10.100		25%
		10	2.3	13.600		-7%
		3,2	2.3	6.820		85%
8	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
9	8	100	3	54.500	46.650	-14%
		32	3	39.500		18%
		100	4	58.800		-21%
		32	4	43.500		7%
		100	5.1	47.300		-1%
		32	5.1	34.500		35%
		100	5.2	51.370		-9%
		32	5.2	38.500		21%
10	8	10	3	30.000	24.350	-19%
		3,2	3	18.700		30%
		10	4	34.200		-29%
		3,2	4	21.100		15%
		10	5.1	26.100		-7%
		3,2	5.1	14.500		68%
		10	5.2	30.200		-19%
		3,2	5.2	17.200		42%
11	12	1,8	3	32.500	25.650	-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
		0,3	5.2	19.100		34%
12	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
13	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
14	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK5\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	2	100	1	23.800	20.175	-15%
		32	1	16.550		22%
2	5	10	1	12.000	11.965	0%
		3,2	1	11.450		4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
3	2	100	2.1	72.600	60.750	-16%
		32	2.1	48.900		24%
4	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
5	4	100	2.2	39.220	30.040	-23%
		32	2.2	26.950		11%
		100	2.3	31.150		-4%
		32	2.3	20.860		44%
6	10	10	2.2	18.350	10.915	-41%
		3,2	2.2	10.100		8%
		10	2.3	13.600		-20%
		3,2	2.3	6.820		60%
		1,8	2.2	13.750		-21%
		1,0	2.2	10.750		2%
		0,3	2.2	3.480		214%
		1,8	2.3	17.800		-39%
		1,0	2.3	14.150		-23%
		0,3	2.3	4.330		152%
7	8	100	3	54.500	46.650	-14%
		32	3	39.500		18%
		100	4	58.800		-21%
		32	4	43.500		7%
		100	5.1	47.300		-1%
		32	5.1	34.500		35%
		100	5.2	51.370		-9%
		32	5.2	38.500		21%
8	20	10	3	30.000	25.650	-15%
		3,2	3	18.700		37%
		10	4	34.200		-25%
		3,2	4	21.100		22%
		10	5.1	26.100		-2%
		3,2	5.1	14.500		77%
		10	5.2	30.200		-15%
		3,2	5.2	17.200		49%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
		0,3	5.2	19.100		34%
9	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
10	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW1

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	3	100	1	23.800	17.900	-25%
		32	1	16.550		8%
		10	1	12.000		49%
2	4	3,2	1	11.450	11.965	4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
3	2	100	2.1	72.600	47.300	-35%
		32	2.1	48.900		-3%
		10	2.1	22.000		115%
4	6	100	2.2	39.220	26.410	-33%
		32	2.2	26.950		-2%
		10	2.2	18.350		44%
		100	2.3	31.150		-15%
		32	2.3	20.860		27%
		10	2.3	13.600		94%
5	8	3,2	2.2	10.100	10.640	5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		3,2	2.3	6.820		56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
6	12	100	3	54.500	42.450	-22%
		32	3	39.500		7%
		10	3	30.000		42%
		100	4	58.800		-28%
		32	4	43.500		-2%
		10	4	34.200		24%
		100	5.1	47.300		-10%
		32	5.1	34.500		23%
		10	5.1	26.100		63%
		100	5.2	51.370		-17%
		32	5.2	38.500		10%
		10	5.2	30.200		41%
7	2	3,2	3	18.700	25.650	37%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		3,2	4	21.100		22%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		3,2	5.1	14.500		77%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		3,2	5.2	17.200		49%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
0,3	5.2	19.100	34%			
8	3	100	vgOB	4.430	3.095	-30%
		32	vgOB	2.750		13%
		10	vgOB	1.760		76%
9	4	3,2	vgOB	910	1.015	12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK1\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	1	32	1	16.550	16.550	0%
3	2	10	1	12.000	11.725	-2%
		3,2	1	11.450		2%
4	3	1,8	1	12.830	11.965	-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
5	3	100	2.1	72.600	51.875	-29%
		100	2.2	39.220		32%
		100	2.3	31.150		67%
6	3	32	2.1	48.900	34.880	-29%
		32	2.2	26.950		29%
		32	2.3	20.860		67%
7	5	10	2.1	22.000	14.410	-35%
		10	2.2	18.350		-21%
		3,2	2.2	10.100		43%
		10	2.3	13.600		6%
		3,2	2.3	6.820		111%
8	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
9	4	100	3	54.500	53.050	-3%
		100	4	58.800		-10%
		100	5.1	47.300		12%
		100	5.2	51.370		3%
10	4	32	3	39.500	39.000	-1%
		32	4	43.500		-10%
		32	5.1	34.500		13%
		32	5.2	38.500		1%
11	8	10	3	30.000	24.350	-19%
		3,2	3	18.700		30%
		10	4	34.200		-29%
		3,2	4	21.100		15%
		10	5.1	26.100		-7%
		3,2	5.1	14.500		68%
		10	5.2	30.200		-19%
		3,2	5.2	17.200		42%
12	12	1,8	3	32.500	25.650	-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
		0,3	5.2	19.100		34%
13	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
14	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
15	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
16	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	1	32	1	16.550	16.550	0%
3	5	10	1	12.000	11.965	0%
		3,2	1	11.450		4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
4	3	100	2.1	72.600	51.875	-29%
		100	2.2	39.220		32%
		100	2.3	31.150		67%
5	3	32	2.1	48.900	34.880	-29%
		32	2.2	26.950		29%
		32	2.3	20.860		67%
6	11	10	2.1	22.000	12.740	-42%
		10	2.2	18.350		-31%
		3,2	2.2	10.100		26%
		10	2.3	13.600		-6%
		3,2	2.3	6.820		87%
		1,8	2.2	13.750		-7%
		1,0	2.2	10.750		19%
		0,3	2.2	3.480		266%
		1,8	2.3	17.800		-28%
		1,0	2.3	14.150		-10%
7	4	100	3	54.500	53.050	-3%
		100	4	58.800		-10%
		100	5.1	47.300		12%
		100	5.2	51.370		3%
8	4	32	3	39.500	39.000	-1%
		32	4	43.500		-10%
		32	5.1	34.500		13%
		32	5.2	38.500		1%
9	20	10	3	30.000	25.650	-15%
		3,2	3	18.700		37%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		10	4	34.200		-25%
		3,2	4	21.100		22%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		10	5.1	26.100		-2%
		3,2	5.1	14.500		77%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		10	5.2	30.200		-15%
		3,2	5.2	17.200		49%
1,8	5.2	38.700	-34%			
1,0	5.2	36.500	-30%			
0,3	5.2	19.100	34%			
10	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
11	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
12	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK3\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	1	100	1	23.800	23.800	0%
2	2	32	1	16.550	14.275	-14%
		10	1	12.000		19%
3	4	3,2	1	11.450	11.965	4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
4	3	100	2.1	72.600	51.875	-29%
		100	2.2	39.220		32%
		100	2.3	31.150		67%
5	6	32	2.1	48.900	31.250	-36%
		32	2.2	26.950		16%
		32	2.3	20.860		50%
		10	2.1	22.000		42%
		10	2.2	18.350		70%
6	8	10	2.3	13.600	10.640	130%
		3,2	2.2	10.100		5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		3,2	2.3	6.820		56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
7	4	1,0	2.3	14.150	53.050	-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
		100	3	54.500		-3%
		100	4	58.800		-10%
8	8	100	5.1	47.300	34.800	12%
		100	5.2	51.370		3%
		32	3	39.500		-12%
		10	3	30.000		16%
		32	4	43.500		-20%
		10	4	34.200		2%
		32	5.1	34.500		1%
		10	5.1	26.100		33%
9	16	32	5.2	38.500	25.650	-10%
		10	5.2	30.200		15%
		3,2	3	18.700		37%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		3,2	4	21.100		22%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		3,2	5.1	14.500		77%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		3,2	5.2	17.200		49%
10	1	1,8	5.2	38.700	4.430	-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
		0,3	5.2	19.100		34%
11	2	100	vgOB	4.430	2.255	0%
		32	vgOB	2.750		-18%
12	4	10	vgOB	1.760	1.015	28%
		3,2	vgOB	910		12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	2	100	1	23.800	20.175	-15%
		32	1	16.550		22%
2	2	10	1	12.000	11.725	-2%
		3,2	1	11.450		2%
3	3	1,8	1	12.830	11.965	-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
4	6	100	2.1	72.600	46.730	-36%
		32	2.1	48.900		-4%
		100	2.2	39.220		19%
		32	2.2	26.950		73%
		100	2.3	31.150		50%
5	5	32	2.3	20.860	14.410	124%
		10	2.1	22.000		-35%
		10	2.2	18.350		-21%
		3,2	2.2	10.100		43%
		10	2.3	13.600		6%
6	6	3,2	2.3	6.820	10.640	111%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
7	8	1,0	2.3	14.150	46.650	-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
		100	3	54.500		-14%
		32	3	39.500		18%
		100	4	58.800		-21%
8	8	32	4	43.500	24.350	7%
		100	5.1	47.300		-1%
		32	5.1	34.500		35%
		100	5.2	51.370		-9%
		32	5.2	38.500		21%
		10	3	30.000		-19%
		3,2	3	18.700		30%
		10	4	34.200		-29%
9	12	3,2	4	21.100	25.650	15%
		10	5.1	26.100		-7%
		3,2	5.1	14.500		68%
		10	5.2	30.200		-19%
		3,2	5.2	17.200		42%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
10	2	1,0	5.1	20.750	3.590	24%
		0,3	5.1	12.600		104%
11	2	1,8	5.2	38.700	1.335	-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
12	3	0,3	5.2	19.100	1.015	34%
		100	vgOB	4.430		-19%
		32	vgOB	2.750		31%
11	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
12	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%



## Gruppierungsvariante BK5\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	2	100	1	23.800	20.175	-15%
		32	1	16.550		22%
2	5	10	1	12.000	11.965	0%
		3,2	1	11.450		4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
3	6	100	2.1	72.600	46.730	-36%
		32	2.1	48.900		-4%
		100	2.2	39.220		19%
		32	2.2	26.950		73%
		100	2.3	31.150		50%
4	11	32	2.3	20.860	12.740	124%
		10	2.1	22.000		-42%
		10	2.2	18.350		-31%
		3,2	2.2	10.100		26%
		10	2.3	13.600		-6%
		3,2	2.3	6.820		87%
		1,8	2.2	13.750		-7%
		1,0	2.2	10.750		19%
		0,3	2.2	3.480		266%
		1,8	2.3	17.800		-28%
		1,0	2.3	14.150		-10%
5	8	0,3	2.3	4.330	46.650	194%
		100	3	54.500		-14%
		32	3	39.500		18%
		100	4	58.800		-21%
		32	4	43.500		7%
		100	5.1	47.300		-1%
		32	5.1	34.500		35%
		100	5.2	51.370		-9%
6	20	32	5.2	38.500	25.650	21%
		10	3	30.000		-15%
		3,2	3	18.700		37%
		10	4	34.200		-25%
		3,2	4	21.100		22%
		10	5.1	26.100		-2%
		3,2	5.1	14.500		77%
		10	5.2	30.200		-15%
		3,2	5.2	17.200		49%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		0,3	5.1	12.600		104%
		1,8	5.2	38.700		-34%
		1,0	5.2	36.500		-30%
0,3	5.2	19.100	34%			
7	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
8	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW2

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	3	100	1	23.800	17.900	-25%
		32	1	16.550		8%
		10	1	12.000		49%
2	4	3,2	1	11.450	11.965	4%
		1,8	1	12.830		-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
3	9	100	2.1	72.600	43.100	-41%
		32	2.1	48.900		-12%
		10	2.1	22.000		96%
		100	2.2	39.220		10%
		32	2.2	26.950		60%
		10	2.2	18.350		135%
		100	2.3	31.150		38%
		32	2.3	20.860		107%
4	8	10	2.3	13.600	10.640	217%
		3,2	2.2	10.100		5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		3,2	2.3	6.820		56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
5	12	1,0	2.3	14.150	42.450	-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
		100	3	54.500		-22%
		32	3	39.500		7%
		10	3	30.000		42%
		100	4	58.800		-28%
		32	4	43.500		-2%
		10	4	34.200		24%
		100	5.1	47.300		-10%
		32	5.1	34.500		23%
		10	5.1	26.100		63%
6	16	100	5.2	51.370	25.650	-17%
		32	5.2	38.500		10%
		10	5.2	30.200		41%
		3,2	3	18.700		37%
		1,8	3	32.500		-21%
		1,0	3	29.100		-12%
		0,3	3	16.000		60%
		3,2	4	21.100		22%
		1,8	4	38.700		-34%
		1,0	4	36.500		-30%
		0,3	4	20.100		28%
		3,2	5.1	14.500		77%
		1,8	5.1	23.900		7%
		1,0	5.1	20.750		24%
		7	3	0,3		5.1
3,2	5.2			17.200	49%	
1,8	5.2			38.700	-34%	
8	4	1,0	5.2	36.500	1.015	-30%
		0,3	5.2	19.100		34%
		100	vgOB	4.430		-30%
		32	vgOB	2.750		13%
8	4	10	vgOB	1.760	1.015	76%
		3,2	vgOB	910		12%
		1,8	vgOB	780		30%
8	4	1,0	vgOB	1.250	1.015	-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK1\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	5	100	1	23.800	41.300	74%
		100	3	54.500		-24%
		100	4	58.800		-30%
		100	5.1	47.300		-13%
		100	5.2	51.370		-20%
2	5	32	1	16.550	30.025	81%
		32	3	39.500		-24%
		32	4	43.500		-31%
		32	5.1	34.500		-13%
		32	5.2	38.500		-22%
3	10	10	1	12.000	22.825	90%
		3,2	1	11.450		99%
		10	3	30.000		-24%
		3,2	3	18.700		22%
		10	4	34.200		-33%
		3,2	4	21.100		8%
		10	5.1	26.100		-13%
		3,2	5.1	14.500		57%
		10	5.2	30.200		-24%
		3,2	5.2	17.200		33%
4	15	1,8	1	12.830	11.965	-7%
		1,0	1	11.600		3%
		0,3	1	11.100		8%
		1,8	3	32.500		-63%
		1,0	3	29.100		-59%
		0,3	3	16.000		-25%
		1,8	4	38.700		-69%
		1,0	4	36.500		-67%
		0,3	4	20.100		-40%
		1,8	5.1	23.900		-50%
		1,0	5.1	20.750		-42%
		0,3	5.1	12.600		-5%
		1,8	5.2	38.700		-69%
		1,0	5.2	36.500		-67%
		0,3	5.2	19.100		-37%
5	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
6	1	32	2.1	48.900	48.900	0%
7	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
8	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
9	2	32	2.2	26.950	23.905	-11%
		32	2.3	20.860		15%
10	4	10	2.2	18.350	12.585	-31%
		3,2	2.2	10.100		25%
		10	2.3	13.600		-7%
		3,2	2.3	6.820		85%
11	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
12	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
13	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
14	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
15	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	5	100	1	23.800	41.300	74%
		100	3	54.500		-24%
		100	4	58.800		-30%
		100	5.1	47.300		-13%
		100	5.2	51.370		-20%
2	5	32	1	16.550	30.025	81%
		32	3	39.500		81%
		32	4	43.500		81%
		32	5.1	34.500		81%
		32	5.2	38.500		81%
3	25	10	1	12.000	24.900	108%
		3,2	1	11.450		117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		10	3	30.000		-17%
		3,2	3	18.700		33%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		10	4	34.200		-27%
		3,2	4	21.100		18%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		10	5.1	26.100		-5%
		3,2	5.1	14.500		72%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		10	5.2	30.200		-18%
		3,2	5.2	17.200		45%
		1,8	5.2	38.700		-36%
		1,0	5.2	36.500		-32%
		0,3	5.2	19.100		30%
4	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
5	1	32	2.1	48.900	48.900	0%
6	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
7	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
8	2	32	2.2	26.950	23.905	-11%
		32	2.3	20.860		15%
9	10	10	2.2	18.350	10.915	-41%
		3,2	2.2	10.100		8%
		1,8	2.2	13.750		-21%
		1,0	2.2	10.750		2%
		0,3	2.2	3.480		214%
		10	2.3	13.600		-20%
		3,2	2.3	6.820		60%
		1,8	2.3	17.800		-39%
		1,0	2.3	14.150		-23%
0,3	2.3	4.330	152%			
10	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
11	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
12	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK3\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	5	100	1	23.800	41.300	74%
		100	3	54.500		-24%
		100	4	58.800		-30%
		100	5.1	47.300		-13%
		100	5.2	51.370		-20%
2	10	32	1	16.550	27.750	68%
		10	1	12.000		131%
		32	3	39.500		-30%
		10	3	30.000		-8%
		32	4	43.500		-36%
		10	4	34.200		-19%
		32	5.1	34.500		-20%
		10	5.1	26.100		6%
		32	5.2	38.500		-28%
		10	5.2	30.200		-8%
3	20	3,2	1	11.450	24.900	117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		3,2	3	18.700		33%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		3,2	4	21.100		18%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		3,2	5.1	14.500		72%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		3,2	5.2	17.200		45%
		1,8	5.2	38.700		-36%
1,0	5.2	36.500	-32%			
0,3	5.2	19.100	30%			
4	1	100	2.1	72.600	72.600	0%
5	2	32	2.1	48.900	35.450	-28%
		10	2.1	22.000		61%
6	2	100	2.2	39.220	35.185	-10%
		100	2.3	31.150		13%
7	4	32	2.2	26.950	20.275	-25%
		10	2.2	18.350		10%
		32	2.3	20.860		-3%
		10	2.3	13.600		49%
8	8	3,2	2,2	10.100	10.640	5%
		1,8	2,2	13.750		-23%
		1,0	2,2	10.750		-1%
		0,3	2,2	3.480		206%
		3,2	2,3	6.820		56%
		1,8	2,3	17.800		-40%
		1,0	2,3	14.150		-25%
		0,3	2,3	4.330		146%
9	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
10	2	32	vgOB	2.750	2.255	-18%
		10	vgOB	1.760		28%
11	4	3,2	vgOB	910	1.015	12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	10	100	1	23.800	37.675	58%
		32	1	16.550		128%
		100	3	54.500		-31%
		32	3	39.500		-5%
		100	4	58.800		-36%
		32	4	43.500		-13%
		100	5.1	47.300		-20%
		32	5.1	34.500		9%
		100	5.2	51.370		-27%
		32	5.2	38.500	-2%	
2	10	10	1	12.000	22.825	90%
		3,2	1	11.450		99%
		10	3	30.000		-24%
		3,2	3	18.700		22%
		10	4	34.200		-33%
		3,2	4	21.100		8%
		10	5.1	26.100		-13%
		3,2	5.1	14.500		57%
		10	5.2	30.200		-24%
		3,2	5.2	17.200	33%	
3	15	1,8	1	12.830	24.900	94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		1,8	5.2	38.700		-36%
1,0	5.2	36.500	-32%			
0,3	5.2	19.100	30%			
4	2	100	2.1	72.600	60.750	-16%
		32	2.1	48.900		24%
5	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
6	4	100	2.2	39.220	30.040	-23%
		32	2.2	26.950		11%
		100	2.3	31.150		-4%
		32	2.3	20.860		44%
7	4	10	2.2	18.350	12.585	-31%
		3,2	2.2	10.100		25%
		10	2.3	13.600		-7%
		3,2	2.3	6.820		85%
8	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
9	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
10	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
11	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK5\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	10	100	1	23.800	37.675	58%
		32	1	16.550		128%
		100	3	54.500		-31%
		32	3	39.500		-5%
		100	4	58.800		-36%
		32	4	43.500		-13%
		100	5.1	47.300		-20%
		32	5.1	34.500		9%
		100	5.2	51.370		-27%
		32	5.2	38.500		-2%
2	25	10	1	12.000	24.900	108%
		3,2	1	11.450		117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		10	3	30.000		-17%
		3,2	3	18.700		33%
		10	4	34.200		-27%
		3,2	4	21.100		18%
		10	5.1	26.100		-5%
		3,2	5.1	14.500		72%
		10	5.2	30.200		-18%
		3,2	5.2	17.200		45%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		1,8	5.2	38.700		-36%
		1,0	5.2	36.500		-32%
		0,3	5.2	19.100		30%
3	2	100	2.1	72.600	60.750	-16%
		32	2.1	48.900		24%
4	1	10	2.1	22.000	22.000	0%
5	4	100	2.2	39.220	30.040	-23%
		32	2.2	26.950		11%
		100	2.3	31.150		-4%
		32	2.3	20.860		44%
6	10	10	2.2	18.350	10.915	-41%
		3,2	2.2	10.100		8%
		10	2.3	13.600		-20%
		3,2	2.3	6.820		60%
		1,8	2.2	13.750		-21%
		1,0	2.2	10.750		2%
		0,3	2.2	3.480		214%
		1,8	2.3	17.800		-39%
		1,0	2.3	14.150		-23%
		0,3	2.3	4.330		152%
7	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
8	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW3

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	15	100	1	23.800	35.400	49%
		32	1	16.550		114%
		10	1	12.000		195%
		100	3	54.500		-35%
		32	3	39.500		-10%
		10	3	30.000		18%
		100	4	58.800		-40%
		32	4	43.500		-19%
		10	4	34.200		4%
		100	5.1	47.300		-25%
		32	5.1	34.500		3%
		10	5.1	26.100		36%
		100	5.2	51.370		-31%
		32	5.2	38.500		-8%
10	5.2	30.200	17%			
2	20	3,2	1	11.450	24.900	117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		3,2	3	18.700		33%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		3,2	4	21.100		18%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		3,2	5.1	14.500		72%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		3,2	5.2	17.200		45%
		1,8	5.2	38.700		-36%
1,0	5.2	36.500	-32%			
0,3	5.2	19.100	30%			
3	3	100	2.1	72.600	47.300	-35%
		32	2.1	48.900		-3%
		10	2.1	22.000		115%
4	6	100	2.2	39.220	26.410	-33%
		32	2.2	26.950		-2%
		10	2.2	18.350		44%
		100	2.3	31.150		-15%
		32	2.3	20.860		27%
10	2.3	13.600	94%			
5	8	3,2	2.2	10.100	10.640	5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		3,2	2.3	6.820		56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
0,3	2.3	4.330	146%			
6	3	100	vgOB	4.430	3.095	-30%
		32	vgOB	2.750		13%
		10	vgOB	1.760		76%
7	4	3,2	vgOB	910	1.015	12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%



## Gruppierungsvariante BK1\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	4	100	1	23.800	41.300	74%
		100	3	54.500		-24%
		100	4	58.800		-30%
		100	5.1	47.300		-13%
		100	5.2	51.370		-20%
2	4	32	1	16.550	30.025	81%
		32	3	39.500		-24%
		32	4	43.500		-31%
		32	5.1	34.500		-13%
		32	5.2	38.500		-22%
3	10	10	1	12.000	22.825	90%
		3,2	1	11.450		99%
		10	3	30.000		-24%
		3,2	3	18.700		22%
		10	4	34.200		-33%
		3,2	4	21.100		8%
		10	5.1	26.100		-13%
		3,2	5.1	14.500		57%
		10	5.2	30.200		-24%
		3,2	5.2	17.200		33%
4	15	1,8	1	12.830	24.900	94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		1,8	5.2	38.700		-36%
		1,0	5.2	36.500		-32%
		0,3	5.2	19.100		30%
5	3	100	2.1	72.600	51.875	-29%
		100	2.2	39.220		32%
		100	2.3	31.150		67%
6	3	32	2.1	48.900	34.880	-29%
		32	2.2	26.950		29%
		32	2.3	20.860		67%
7	5	10	2.1	22.000	14.410	-35%
		10	2.2	18.350		-21%
		3,2	2.2	10.100		43%
		10	2.3	13.600		6%
		3,2	2.3	6.820		111%
8	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
9	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
10	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
11	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
12	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK2\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	5	100	1	23.800	41.300	74%
		100	3	54.500		-24%
		100	4	58.800		-30%
		100	5.1	47.300		-13%
		100	5.2	51.370		-20%
2	5	32	1	16.550	30.025	81%
		32	3	39.500		-24%
		32	4	43.500		-31%
		32	5.1	34.500		-13%
		32	5.2	38.500		-22%
3	25	10	1	12.000	24.900	108%
		3,2	1	11.450		117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		10	3	30.000		-17%
		3,2	3	18.700		33%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		10	4	34.200		-27%
		3,2	4	21.100		18%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		10	5.1	26.100		-5%
		3,2	5.1	14.500		72%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		10	5.2	30.200		-18%
		3,2	5.2	17.200		45%
		1,8	5.2	38.700		-36%
		1,0	5.2	36.500		-32%
		0,3	5.2	19.100		30%
4	3	100	2.1	72.600	51.875	-29%
		100	2.2	39.220		32%
		100	2.3	31.150		67%
5	3	32	2.1	48.900	34.880	-29%
		32	2.2	26.950		29%
		32	2.3	20.860		67%
6	11	10	2.1	22.000	12.740	-42%
		10	2.2	18.350		-31%
		3,2	2.2	10.100		26%
		10	2.3	13.600		-6%
		3,2	2.3	6.820		87%
		1,8	2.2	13.750		-7%
		1,0	2.2	10.750		19%
		0,3	2.2	3.480		266%
		1,8	2.3	17.800		-28%
		1,0	2.3	14.150		-10%
		0,3	2.3	4.330		194%
7	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
8	1	32	vgOB	2.750	2.750	0%
9	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK3\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	5	100	1	23.800	41.300	74%
		100	3	54.500		-24%
		100	4	58.800		-30%
		100	5.1	47.300		-13%
		100	5.2	51.370		-20%
2	10	32	1	16.550	27.750	68%
		10	1	12.000		131%
		32	3	39.500		-30%
		10	3	30.000		-8%
		32	4	43.500		-36%
		10	4	34.200		-19%
		32	5.1	34.500		-20%
		10	5.1	26.100		6%
		32	5.2	38.500		-28%
		10	5.2	30.200		-8%
3	20	3,2	1	11.450	24.900	117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		3,2	3	18.700		33%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		3,2	4	21.100		18%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		3,2	5.1	14.500		72%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		3,2	5.2	17.200		45%
1,8	5.2	38.700	-36%			
1,0	5.2	36.500	-32%			
0,3	5.2	19.100	30%			
4	3	100	2.1	72.600	51.875	-29%
		100	2.2	39.220		32%
		100	2.3	31.150		67%
5	6	32	2.1	48.900	31.250	-36%
		32	2.2	26.950		16%
		32	2.3	20.860		50%
		10	2.1	22.000		42%
		10	2.2	18.350		70%
6	8	10	2.3	13.600	10.640	130%
		3,2	2.2	10.100		5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		3,2	2.3	6.820		56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
0,3	2.3	4.330	146%			
7	1	100	vgOB	4.430	4.430	0%
8	2	32	vgOB	2.750	2.255	-18%
		10	vgOB	1.760		28%
9	4	3,2	vgOB	910	1.015	12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK4\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungs- klasse	Bauweise			
1	10	100	1	23.800	37.675	58%
		32	1	16.550		128%
		100	3	54.500		-31%
		32	3	39.500		-5%
		100	4	58.800		-36%
		32	4	43.500		-13%
		100	5.1	47.300		-20%
		32	5.1	34.500		9%
		100	5.2	51.370		-27%
		32	5.2	38.500	-2%	
2	10	10	1	12.000	22.825	90%
		3,2	1	11.450		99%
		10	3	30.000		-24%
		3,2	3	18.700		22%
		10	4	34.200		-33%
		3,2	4	21.100		8%
		10	5.1	26.100		-13%
		3,2	5.1	14.500		57%
				10		5.2
		3,2	5.2	17.200	33%	
3	15	1,8	1	12.830	24.900	94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		1,8	5.2	38.700		-36%
1,0	5.2	36.500	-32%			
0,3	5.2	19.100	30%			
4	6	100	2.1	72.600	46.730	-36%
		32	2.1	48.900		-4%
		100	2.2	39.220		19%
		32	2.2	26.950		73%
		100	2.3	31.150		50%
		32	2.3	20.860		124%
5	5	10	2.1	22.000	14.410	-35%
		10	2.2	18.350		-21%
		3,2	2.2	10.100		43%
		10	2.3	13.600		6%
		3,2	2.3	6.820		111%
6	6	1,8	2.2	13.750	10.640	-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
		0,3	2.3	4.330		146%
7	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
8	2	10	vgOB	1.760	1.335	-24%
		3,2	vgOB	910		47%
9	3	1,8	vgOB	780	1.015	30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%

## Gruppierungsvariante BK5\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	10	100	1	23.800	37.675	58%
		32	1	16.550		128%
		100	3	54.500		-31%
		32	3	39.500		-5%
		100	4	58.800		-36%
		32	4	43.500		-13%
		100	5.1	47.300		-20%
		32	5.1	34.500		9%
		100	5.2	51.370		-27%
		32	5.2	38.500		-2%
2	25	10	1	12.000	24.900	108%
		3,2	1	11.450		117%
		1,8	1	12.830		94%
		1,0	1	11.600		115%
		0,3	1	11.100		124%
		10	3	30.000		-17%
		3,2	3	18.700		33%
		10	4	34.200		-27%
		3,2	4	21.100		18%
		10	5.1	26.100		-5%
		3,2	5.1	14.500		72%
		10	5.2	30.200		-18%
		3,2	5.2	17.200		45%
		1,8	3	32.500		-23%
		1,0	3	29.100		-14%
		0,3	3	16.000		56%
		1,8	4	38.700		-36%
		1,0	4	36.500		-32%
		0,3	4	20.100		24%
		1,8	5.1	23.900		4%
		1,0	5.1	20.750		20%
		0,3	5.1	12.600		98%
		1,8	5.2	38.700		-36%
		1,0	5.2	36.500		-32%
		0,3	5.2	19.100		30%
3	6	100	2.1	72.600	46.730	-36%
		32	2.1	48.900		-4%
		100	2.2	39.220		19%
		32	2.2	26.950		73%
		100	2.3	31.150		50%
		32	2.3	20.860		124%
4	11	10	2.1	22.000	12.740	-42%
		10	2.2	18.350		-31%
		3,2	2.2	10.100		26%
		10	2.3	13.600		-6%
		3,2	2.3	6.820		87%
		1,8	2.2	13.750		-7%
		1,0	2.2	10.750		19%
		0,3	2.2	3.480		266%
		1,8	2.3	17.800		-28%
		1,0	2.3	14.150		-10%
		0,3	2.3	4.330		194%
5	2	100	vgOB	4.430	3.590	-19%
		32	vgOB	2.750		31%
6	5	10	vgOB	1.760	1.270	-28%
		3,2	vgOB	910		40%
		1,8	vgOB	780		63%
		1,0	vgOB	1.250		2%
		0,3	vgOB	1.040		22%

## Gruppierungsvariante BK6\_BW4

Gruppen-Nr.	Anzahl Gruppenelemente	Gruppenelemente		Anpassungsfaktoren AF	Gruppenfaktor GF	Abweichung (=GF/AF-1)
		Belastungsklasse	Bauweise			
1	15	100	1	23.800	35.400	49%
		32	1	16.550		114%
		10	1	12.000		195%
		100	3	54.500		-35%
		32	3	39.500		-10%
		10	3	30.000		18%
		100	4	58.800		-40%
		32	4	43.500		-19%
		10	4	34.200		4%
		100	5.1	47.300		-25%
		32	5.1	34.500		3%
		10	5.1	26.100		36%
		100	5.2	51.370		-31%
		32	5.2	38.500		-8%
		2	20	10		5.2
3,2	1			11.450	117%	
1,8	1			12.830	94%	
1,0	1			11.600	115%	
0,3	1			11.100	124%	
3,2	3			18.700	33%	
1,8	3			32.500	-23%	
1,0	3			29.100	-14%	
0,3	3			16.000	56%	
3,2	4			21.100	18%	
1,8	4			38.700	-36%	
1,0	4			36.500	-32%	
0,3	4			20.100	24%	
3,2	5.1			14.500	72%	
1,8	5.1			23.900	4%	
1,0	5.1			20.750	20%	
0,3	5.1			12.600	98%	
3	9			3,2	5.2	17.200
		1,8	5.2	38.700	-36%	
		1,0	5.2	36.500	-32%	
		0,3	5.2	19.100	30%	
		100	2.1	72.600	-41%	
		32	2.1	48.900	-12%	
		10	2.1	22.000	96%	
		100	2.2	39.220	10%	
		32	2.2	26.950	60%	
4	8	10	2.2	18.350	10.640	135%
		100	2.3	31.150		38%
		32	2.3	20.860		107%
		10	2.3	13.600		217%
		3,2	2.2	10.100		5%
		1,8	2.2	13.750		-23%
		1,0	2.2	10.750		-1%
		0,3	2.2	3.480		206%
5	3	3,2	2.3	6.820	3.095	56%
		1,8	2.3	17.800		-40%
		1,0	2.3	14.150		-25%
6	4	0,3	2.3	4.330	1.015	146%
		100	vgOB	4.430		-30%
		32	vgOB	2.750		13%
		10	vgOB	1.760		76%
		3,2	vgOB	910		12%
		1,8	vgOB	780		30%
		1,0	vgOB	1.250		-19%
		0,3	vgOB	1.040		-2%