Einleitung

Produkte der Vossloh Schienenfahrzeugtechnik GmbH (VSFT)

Gesetzliche und vertragliche Randbedingungen

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung

Darstellung der Ergebnisse
- G800 (ÖBB-Lok Rh2070)
- G2000

VSFT – Schallmanagement

Zusammenfassung

Einleitung

- zur Person
- zu Vossloh Schienenfahrzeugtechnik GmbH (VSFT)
- zum Vortrag „Lärmminderung bei Diesellokomotiven“

Zusammenfassung des Vortrages (Tischvorlage für Teilnehmer)

Nach einem kurzen Überblick über die Vossloh Schienenfahrzeugtechnik GmbH (VSFT) und das Produktspektrum über Diesellokomotiven und deren Haupteinsatzgebiete wird über Erfahrungen im Bereich Lärmminderung bei Diesellokomotiven berichtet. Anhand von 2 exemplarisch ausgewählten Lokomotiven, der G800 (Rh2070-ÖBB) und der G2000, wird der Konstruktionsprozess unter besonderer Berücksichtigung der schalltechnischen Anforderungen beleuchtet.

Dabei wird zunächst auf gesetzliche bzw. vertragliche Randbedingungen eingegangen, um die Anforderungen zu präzisieren. Auch auf das Spannungsfeld unterschiedlicher Anforderungen in verschiedenen Ländern und/oder bei den Betreibern wird eingegangen. Zur Erfüllung der Maßnahmen wird die Vorgehensweise in ihren relevanten Schritten für die Lok G800 (Rh2070 – ÖBB) ausführlich dargestellt. Dies beginnt mit der Definition von Anforderungen entsprechend der SchLV, einem Vergleich zu bereits gebauten Lokomotiven der VSFT und den erforderlichen Maßnahmen, um die Zielwerte zu erreichen. Die dazu konstruktiv notwendigen Lösungen werden dargestellt. Als Abschluß wird ein Vergleich zwischen Prognosewerten und Meßwerten gezeigt. In einem weiteren Beispiel wird die Lok G2000 vorgestellt.

Resultierend aus diesem Prozess wird ein für die VSFT allgemeingültiges VSFT-Schallmanagement erläutert.

Autor

Wolfram Schwab, Dipl.-Ing. SFI (43),
seit Dezember 2000 Leiter Konstruktion / Technik bei Vossloh Schienenfahrzeugtechnik GmbH

1978 – 1984 Studium des Maschinenbau an der Universität Hannover
1984 – 1985 Trainée-Programm bei Thyssen Industrie AG im Bereich Verkehrstechnik (Waggon Union Berlin und Siegen sowie Thyssen Henschel Kassel)
1985 – 2000 tätig bei Waggon Union GmbH und deren Nachfolgergesellschaften ABB Henschel AG und Adtranz DaimlerChrysler Rail Systems, dort zuletzt Engineeringleiter Product Group Incentro (Straßenbahnen). Verantwortlich u.a. für folgende Produktentwicklungen: Stadtbahn Köln B80D, S-Bahn Berlin BR480, Metro Shanghai (Wagenkastenrohbau), Variobahnen, Incentro

Produkte der Vossloh Schienenfahrzeugtechnik GmbH (VSFT)

- Diesellokomotiven in der Leistungsklasse von 400 kW – 3000 kW

- Einsatzgebiete

	Geschwindigkeitsbereiche
Rangierbetrieb	0 – 60 km/h
leichter Streckenverkehr	80 – 100 km/h
schwerer Streckenverkehr	100 – 120 / 140 km/h

- VSFT - Lokomotivfamilie

Gesetzliche und vertragliche Randbedingungen

- Schalldruck Grenzwerte entsprechend SchLV[1]

	Grenzwert lt. SchLV L_{pA} in dB(A)
Innenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	**66**
Innenschallpegel Führerhaus Fahrversuch 100 km/h Betriebszustände nach „SchLV“	**76**
Außenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	**80**
Außenschallpegel Fahrversuch 100 km/h Beharrung Betriebszustände nach „SchLV“	**89**

[1] 414. Verordnung: Schienenfahrzeug - Lärmzulässigkeitsverordnung – SchLV, Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 25.6.1993

Gesetzliche und vertragliche Randbedingungen

- Europäische Norm für
  Geräuschmessungen in spurgebundenen Fahrzeugen

  - prEN ISO 3381 (Apr. 2001)

- Europäische Norm für
  Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen

  - prEN ISO 3095 (Jan. 2001)

► Es werden Betriebszustände definiert, jedoch keine Grenzwerte

Gesetzliche und vertragliche Randbedingungen

- Vergleich von SchLV und prEN ISO 3381 / prEN ISO 3095

		SchLV	UBA
1	Gesetzliche Grundlage	Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich 414. Verordnung Schienenfahrzeug-Lärmzulässigkeitsverordnung-SchLV 415.Verordnung Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung SchIV	prEN ISO 3095 Measurement of noise emitted by railbound vehicles pr EN ISO 3381 Measurement of noise inside railbound vehicles DIN 45637 Außengeräuschmessungen an Schienenfahrzeugen DIN45638 Innengeräuschmessungen in Schienenfahrzeugen Das Messgleis muss sich in einem optimalen akustischen Zustand befinden (Grundwert nach Schall 03 48 dB(A))
2	Außenschall-druckpegel / Standversuch	L_p = 80dB(A) Neubaulok)[3] Betriebszustand: Bei ÖBB gilt die Dieselmotordrehzahl, die erforderlich ist, um die Hilfsbertiebe auf 100% Nennleistung betreiben zu können. Die **Kühlerlüfterdrehzahl** beträgt **80% der Nenndrehzahl.**	$L_{W,A}$ = 90 dB (Hüllfläche) → L_p = 78 dB(A) Betriebszustand: Nach pr EN ISO3095 werden **alle Hilfsbetriebe auf 100% Nennleistung** betrieben, die Dieselmotordrehzahl wird dabei auf Nenndrehzahl gebracht.

Gesetzliche und vertragliche Randbedingungen

- Vergleich von SchLV und prEN ISO 3381 / prEN ISO 3095

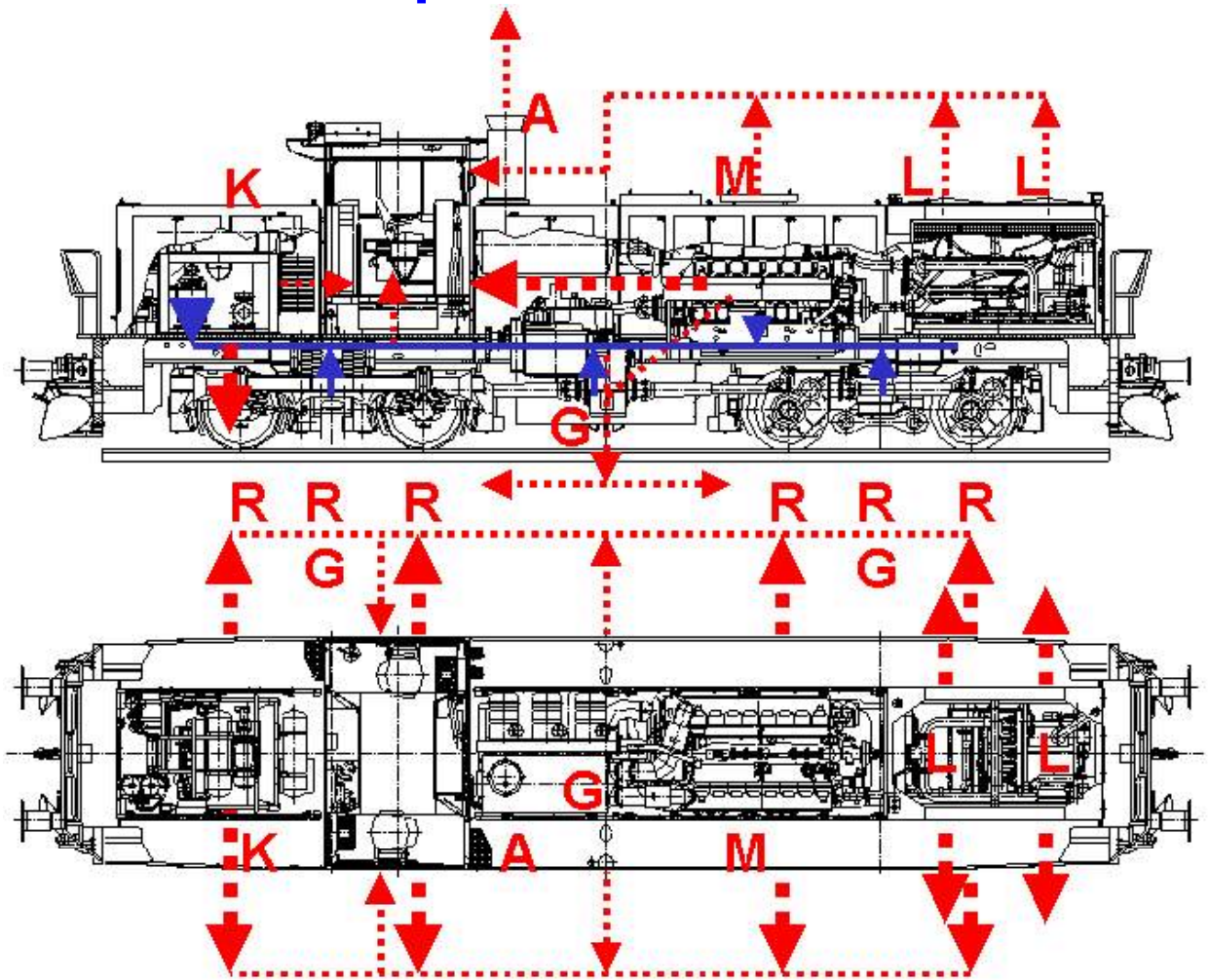
		SchLV	UBA
3	Außenschall-druckpegel / Fahrversuch	$L_{pA\ max}$ = 86dB(A) Neubaulok)[3] bis 80km/h = 89 dB(A) bei 100 km/h = 91 dB(A) bei 120 km/h Betriebszustand: **Vorbeifahrt mit Höchstgeschwindigkeit und mit der zur Aufrechterhaltung erforderlichen Dieselmotordrehzahl (Beharrungszustand).**	$L_{W,A,\ 100km/h}$ = 95 dB → $L_{p,80\ km/h}$ = 80 dB(A) $TEL_{80km/h\ /\ 7,5m}$ = 80 dB (der TEL stellt eine dem längenbezogenen Schalleistungspegel gleichgewichtige Information dar) $L_{A,Fmax./\ 80km/h\ /\ 7,5m}$ = 81 dB Betriebszustand: **Geschwindigkeitsspektrum (Höchstgeschwindigkeit, beschleunigte Vorbeifahrt, verzögerte Vorbeifahrt etc.) bei maximaler Leistung** **(Bremslok am Ende eines Zuges erforderlich)**
4	Außenschall-druckpegel/ Anfahrversuch	-	$L_{A,Fmax./\ Beschleunigte\ Vorbeifahrt\ /\ 7,5m}$ = 75 dB (Anfahrgeräusch nach pr EN ISO 3095) Je Fahrzeugseite zwei Mikrofone im Abstand von 7,5m zur Gleismitte, in 1,2m ± 0,2 m und 3,5m ± 0,2 m (empfohlen) Höhe über Schienenoberkante und 20m vor der Fahrzeugvorderseite.

Gesetzliche und vertragliche Randbedingungen

- Vergleich von SchLV und prEN ISO 3381 / prEN ISO 3095

		SchLV	UBA
5	Innenschall-druckpegel / Standversuch	L_p = 66dB(A) Neubaulok bei 0 km/h Im Führerstand, im Zentrum des Raumes ein senkrecht nach oben gerichtetes Mikrofon und ein weiteres in Kopfnähe des Lokführers nach vorne 45° aufwärts gerichtet. Betriebszustand: Bei ÖBB gilt die Dieselmotordrehzahl, die erforderlich ist, um die Hilfsbertiebe auf 100% Nennleistung betreiben zu können. Die **Kühlerlüfterdrehzahl** beträgt **80% der Nenndrehzahl**.	Keine Schallpegelangaben Betriebszustand: Nach pr EN ISO3095 werden **alle Hilfsbetriebe auf 100% Nennleistung** betrieben, die Dieselmotordrehzahl wird dabei auf Nenndrehzahl gebracht.
6	Innenschall-druckpegel / Fahrversuch	L_p = 76dB(A) Neubaulok bis 80km/h Mikrofonpositionen siehe 5	Keine Schallpegelangaben Betriebszustand: **Geschwindigkeitsspektrum (Höchstgeschwindigkeit, beschleunigte Vorbeifahrt, Verzögerte Vorbeifahrt etc.) bei maximaler Leistung** **(Bremslok am Ende eines Zuges erforderlich)**

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung



Schallquellen

A Abgasschalldämpfer

G Getriebe

K Kompressor

L Kühlerlüfter

M Motor

R Rollgeräusch

RG Rollgeräusch

Körperschall

Luftschall

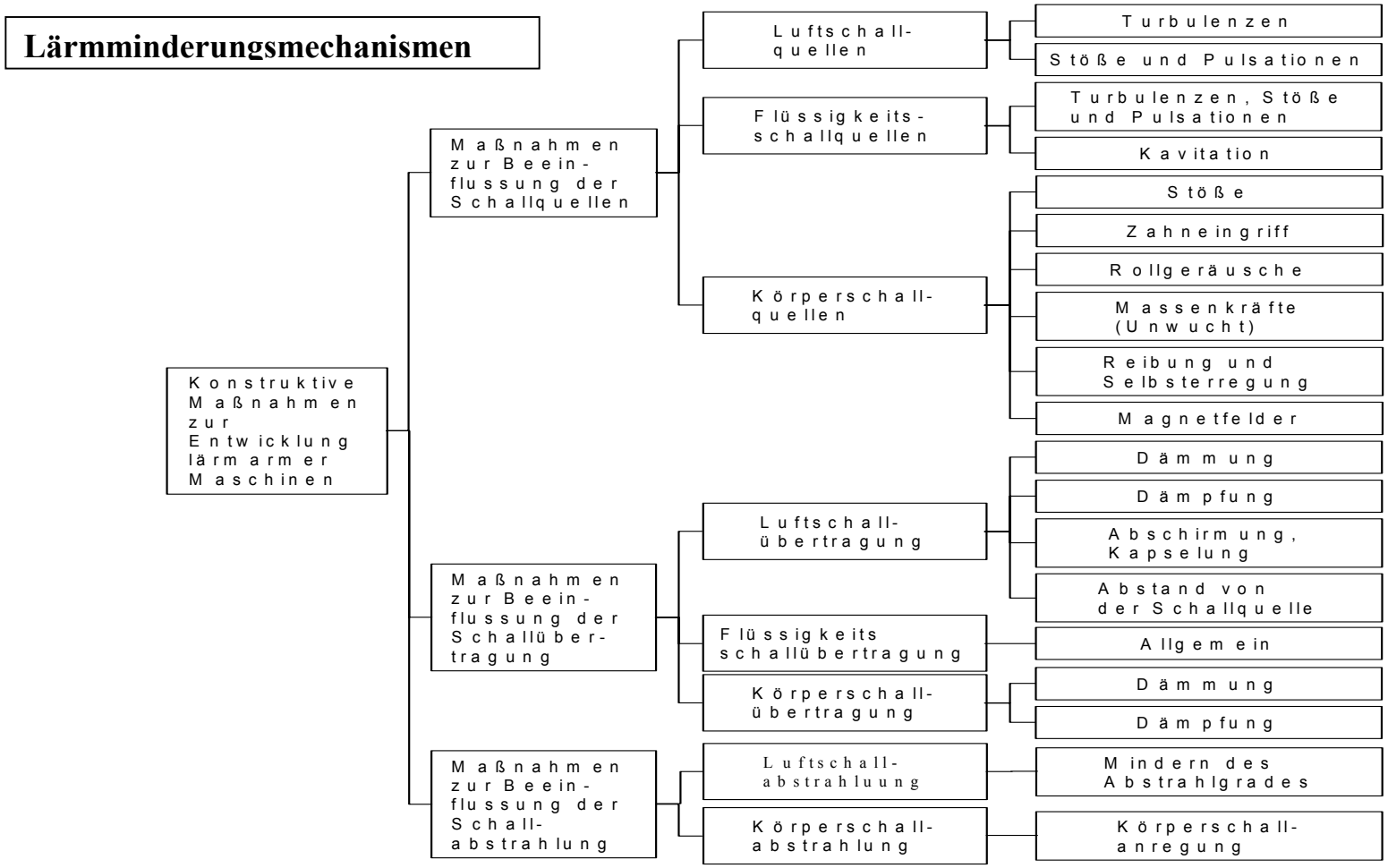
- Schallflussplan am Beispiel der Lok G800 (Rh2070 – ÖBB)

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung

- Ergebnis der 1. Prognose G800 (Rh2070 – ÖBB)

	Schallprognose Konstruktionsbeginn L_{pA} in dB(A)	*Grenzwert lt. SchLV L_{pA} in dB(A)*
Innenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	**75**	**66**
Innenschallpegel Führerhaus Fahrversuch 100 km/h Betriebszustände nach „SchLV“	**83**	**76**
Außenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	**h = 1,2 79** **h = 3,5 80**	**80**
Außenschallpegel Fahrversuch 100 km/h Beharrung Betriebszustände nach „SchLV“	**h = 1,2 90** **h = 3,5 89**	**89**

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung



Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung

- Lärmminderungsmaßnahmen an der Lok G800 (Rh2070 – ÖBB)

  ► Bereich Führerhaus
  - Erhöhung der Schallabsorption durch Lochplatten
  → Pegelreduzierung ΔL = 2,5 dB(A)

  ► Bereich Motorraum- und Fußbodenabschottung
  - zweischalige Motorraumwand-Konstruktion
  → Pegelreduzierung ΔL = 8 dB(A)

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung

► Bereich Luftversorgungsraum (Kompressor)
- Entdröhnung der Wand
  → Pegelreduzierung ΔL = 1 dB(A)

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung

- Ergebnis der 2. Prognose G800 (Rh2070 – ÖBB) (Zusammenwirken der genannten Maßnahmen)

	Schallprognose Prototyp LpA in dB(A)	*Grenzwert lt. SchLV LpA in dB(A)*
Innenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	**67**	**66**
Innenschallpegel Führerhaus Fahrversuch 100 km/h Betriebszustände nach „SchLV“	**75**	**76**

Darstellung der Ergebnisse – G800 (Rh2070 – ÖBB)

	Schallprognose Konstruktions-beginn L_{pA} in dB(A)	*Schallprognose Prototyp L_{pA} in dB(A)*	*Grenzwert lt. SchLV L_{pA} in dB(A)*	*Messung Lok Ser.-Nr. 03 L_{pA} in dB(A)*
Innenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	75	67	66	66 (gemittelt)
Innenschallpegel Führerhaus Fahrversuch 100 km/h Betriebszustände nach „SchLV“	83	75	76	69 (gemittelt)
Außenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	h = 1,2 79 h = 3,5 80	h = 1,2 79 h = 3,5 80	80	Rechts h = 1,2 80 Links h = 1,2 80 Rechts h = 3,5 80 Links h = 3,5 80
Außenschallpegel Fahrversuch 100 km/h Beharrung Betriebszustände nach „SchLV“	h = 1,2 90 h = 3,5 89	h = 1,2 90 h = 3,5 89	89	Rechts h = 1,2 88 Links h = 1,2 87 Rechts h = 3,5 87 Links h = 3,5 87

G2000

- **Kennwerte der Lokomotive**

4-achsige Dieselhydraulische Lokomotive

v_{max} = 120 km/h (optional: 140 km/h)

P = 2240 kW

2 Endführerhäuser

ausgestattet mit Funkfernsteuerung für Rangierbetrieb

(→ Folie)

Konstruktionsprozess im Hinblick auf Lärmminderung – G2000

Lärmminderungsmaßnahmen an der Lok G2000

► Bereich Führerhaus

- zweischalige Trennwand Führerhaus - Kompressorraum
  Rw um 18 dB erhöht

- Schalldämmung Führerhausboden erhöht
  Rw um 13 dB erhöht

Darstellung der Ergebnisse – G2000 (Auszug)

	Lok G2000 Ser.-Nr. 01	*Lok G2000 Ser.-Nr. ab 02*	*Grenzwert lt. SchLV*
	L_{pA} in dB(A)	*L_{pA} in dB(A)*	*LpA in dB(A)*
Innenschallpegel Standversuch Betriebszustände nach „SchLV“	**76**	**71**	**66**
Innenschallpegel Fahrversuch 100 km/h, FH1, Betriebszustände nach „SchLV“	**71**	**68**	**76**
Innenschallpegel Fahrversuch 120 km/h, FH1, Betriebszustände nach „SchLV“	**80**	**68**	**81**

► Die Analyse der Schalleistungspegelspektren im Führerhaus fordert eine Optimierung des Klimasystems, vor allem in Bezug auf Luftschallübertragung

► Sekundärmaßnahme: Dämmung der Luftschallübertragung Getriebezahneingriffsfrequenz

VSFT – Schallmanagement

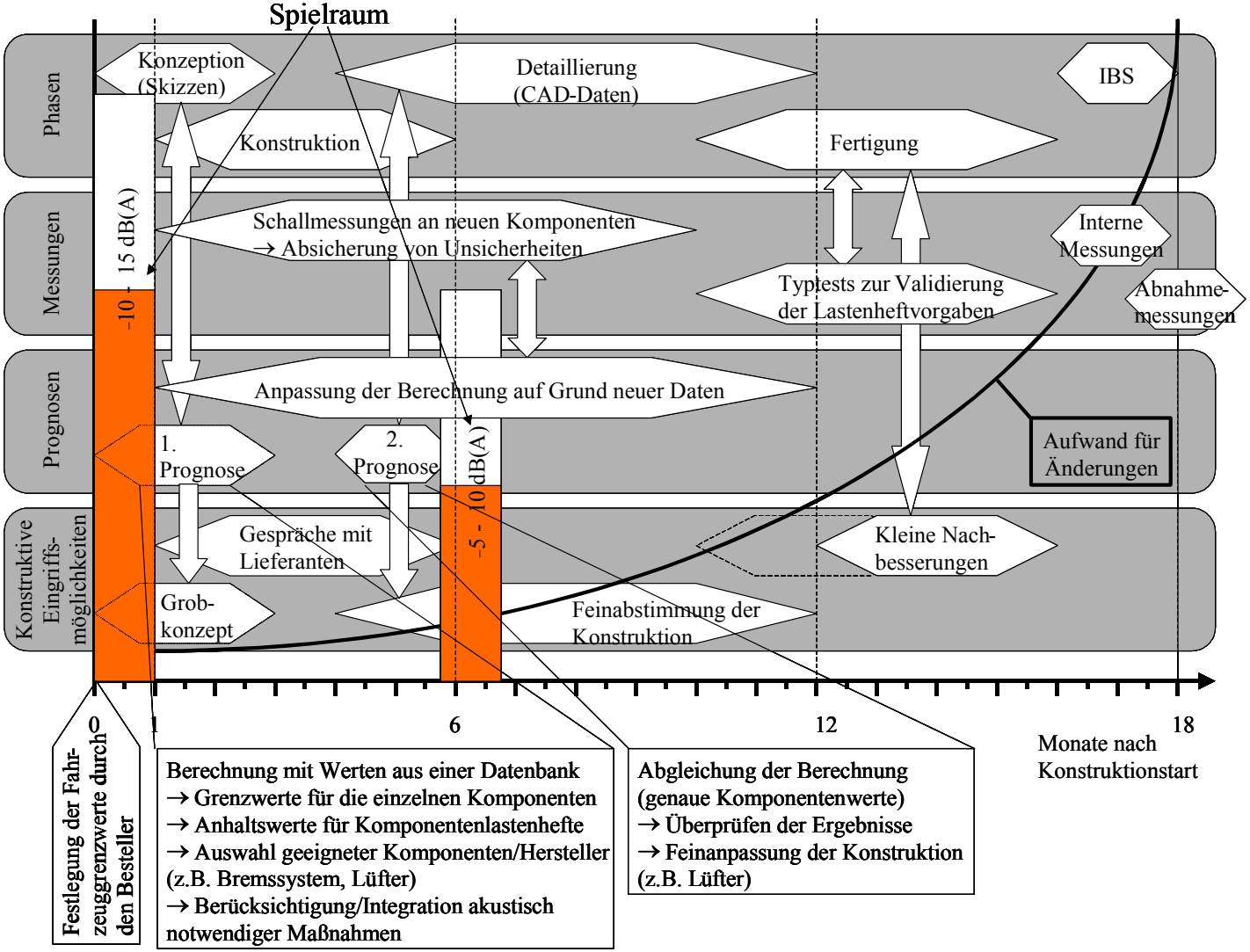
- 3 Elemente

  ► Festlegung von Systemdaten der Lok und Komponenten
  Festlegung von „Akzeptanzkriterien“
  >> führt zur 1. Prognose

  ► Konstruktion mit Überprüfung der „Akzeptanzkriterien“
  >> führt zur 2. Prognose

  ► Messungen

VSFT – Schallmanagement



Zusammenfassung

- Mindmap „Lärmminderung bei Diesellokomotiven