

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Kasper
Telefon +49(89)85602 165
Karl-Heinz.Kasper@mbbm.com

07. Oktober 2016
M104573/13 KA/DNK

HKW Freimann

Aufstellung von zwei neuen Gasturbinen

**Ermittlung der während der Bauphase
zu erwartenden Geräuschemissionen
in der Nachbarschaft**

Bericht Nr. M104573/13

Auftraggeber:	SWM Services GmbH 80287 München
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Kasper Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hinkelmann
Berichtsumfang:	Insgesamt 15 Seiten.

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Unterlagen	4
3	Immissionsorte, Immissionsrichtwerte, zulässige Beurteilungspegel	5
4	Schallemissionen und -immissionen bei der Errichtung (Baulärm)	6
4.1	Grundlagen zur Ermittlung der Schallemissionen und der Schallimmissionen nach AVV Baulärm	7
4.2	Schalleistungspegel der Baumaschinen / Bautätigkeiten und Einsatzzeiten	11
4.3	Berechnung der zu erwartenden Beurteilungspegel	12
5	Erschütterungsemissionen und -immissionen bei der Errichtung	14
5.1	Beurteilungsgrundlagen	14
5.2	Abschätzung der Erschütterungsimmissionen aus dem Baubetrieb	14

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadtwerke München betreiben am Standort Freimann ein Heizkraftwerk. Das Heizkraftwerk besteht im Wesentlichen aus zwei Gasturbinen, zwei Heißwasserkesseln, einem Pumpenhaus für die Fernwärmeverteilung sowie Neben- und Hilfsanlagen.

Die beiden bestehenden Gasturbinen können die für Altanlagen ab dem 01. Januar 2016 geltenden Emissionsgrenzwerte der Verordnung für Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoren nicht mehr einhalten und müssen daher stillgelegt werden.

Die vorhandenen Gasturbinen sollen demontiert und durch zwei neue Gasturbinen ersetzt werden.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist ein schalltechnisches Gutachten über die während der Bauphase in der Umgebung des HKW zu erwartenden Geräuschimmissionen zu erstellen.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- E-Mails der Stadtwerke München vom 17.05.2016 mit Angaben der zu erwartenden Bautätigkeiten und Lage der Baustellen.
- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503.
- [2] DIN ISO 9613-2: Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. Entwurf 1997-09.
- [3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) – Geräuschemissionen – vom 19.08.1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970).
- [4] Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L162/1: Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 08. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen.
- [5] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen der Hessischen Landesanstalt für Umwelt von 1998.
- [6] DIN 4150-1: Erschütterungen im Bauwesen. Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen. Juni 2001.
- [7] DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen. Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Juni 1999.
- [8] DIN 4150-3: Erschütterungen im Bauwesen. Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Februar 1999.

3 Immissionsorte, Immissionsrichtwerte, zulässige Beurteilungspegel

Für die Beurteilung der während der Bauphase ausgehenden Schallimmissionen sind die in folgender Tabelle zusammengefassten maßgeblichen Immissionsorte zu berücksichtigen.

Tabelle 1. Maßgebliche Immissionsorte, Gebietsausweisungen und Immissionsrichtwerte.

Immissionsort	Gebietsausweisung gemäß Bebauungsplan (BP) bzw. Flächennutzungsplan (FNP)	Immissionsrichtwerte nach TA Lärm in dB(A)	
		tags (6 – 22 Uhr)	nachts (22 – 6 Uhr)
IO 1, Max-Bill-Str. 19	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 1943b)	55	40
IO 1a, Max-Bill-Str. 21b	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 1943b)	55	40
IO 1b, Max-Bill-Str. 31	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 1943b)	55	40
IO 1c, Max-Bill-Str. 33	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 1943b)	55	40
IO 1d, Max-Bill-Str. 41	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 1943b)	55	40
IO 1e, Max-Bill-Str. 43b	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 1943b)	55	40
IO 2, geplante Wohnbebauung Frankfurter Ring	Allgemeines Wohngebiet (BP Nr. 2066)	55	40
IO 3, Kleinsiedlungsgebiet Kalthenberg, Hürnbeckstr. 32	Kleinsiedlungsgebiet (BP Nr. 466)	55	40
IO 4, Gewerbegebiet am Nordring 20	Gewerbegebiet (BP Nr. 1893)	65	50
IO 5, Gewerbegebiet Frank- furter Ring 162	Gewerbegebiet (BP Nr. 1967a)	65	50
IO 5a, Gewerbegebiet Frank- furter Ring 166	Gewerbegebiet (BP Nr. 1967a)	65	50
IO 6, Gewerbegebiet Lotte- Branz-Str. 10	Gewerbegebiet (BP Nr. 1505a)	65	50
IO 7, Bürogebäude östlich HKW Freimann, Frankfurter Ring 185	Industriegebiet (FN) ¹	70	70
IO 8, geplante Wohnbebauung Bayernkaserne ²		50	35

¹ Bebauungsplanumgriff in Aufstellung.

² Es werden die Immissionsrichtwerte für ein Reines Wohngebiet zu Grunde gelegt.

4 Schallemissionen und -immissionen bei der Errichtung (Baulärm)

Es sollen für die Bauphase die zu erwartenden Geräuschemissionen und -immissionen gemäß AVV Baulärm [3] für die Immissionsorte für maßgebliche Bautätigkeiten ermittelt und beurteilt werden.

Hierzu wird die Errichtung der neuen Gasturbinen in drei Bauphasen unterteilt:

- Bauphase 1: Erdarbeiten, Aushub.
- Bauphase 2: Schalungs- und Betonierarbeiten.
- Bauphase 3: Stahlbau.

Immissionen im Sinne der AVV Baulärm (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm) [3] sind die auf Menschen einwirkenden Geräusche, die durch Baumaschinen bzw. Bautätigkeiten auf einer Baustelle hervorgerufen werden.

Diesen Geräuschen sind auch die des Kraftfahrzeugverkehrs auf der Baustelle zuzurechnen.

Gemäß AVV Baulärm gelten dieselben Immissionsrichtwerte wie die in der TA Lärm [1].

Anhand der Geräuschemissionen der zum Einsatz kommenden Baumaschinen bei derartigen Großbaustellen sollen die Immissionspegelanteile während der verschiedenen Bauphasen ermittelt werden.

4.1 Grundlagen zur Ermittlung der Schallemissionen und der Schallimmissionen nach AVV Baulärm

4.1.1 Anwendung der AVV Baulärm

Wie oben aufgeführt, gelten gemäß AVV Baulärm [3] für die verschiedenen Immissionsorte dieselben Richtwerte wie in der TA Lärm [1].

Im Unterschied zur TA Lärm sind bei der Anwendung der AVV Baulärm [3] folgende Besonderheiten zu beachten:

- Als Tagzeit gilt die Zeit von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr, als Nachtzeit die Zeit von 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr.

Die Betriebsdauer innerhalb der Tages- und der Nachtzeit wird durch Zeitkorrekturwerte gemäß der nachfolgenden Tabelle berücksichtigt:

Tabelle 2. Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm.

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer		Zeitkorrektur in dB
Tageszeit 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr	Nachtzeit 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	- 10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	- 5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

Diese Zeitkorrekturwerte sind auf den Wirkpegel der einzelnen Baumaschinen und Bauverfahren bzw. vor der Durchführung der Ausbreitungsrechnungen auf deren Schallleistungspegel zu addieren.

Bei den Wirkpegeln für die verschiedenen Bauarbeiten handelt es sich um energetische Mittelungspegel eines typischen Arbeitszyklus. Dieser besteht bei einer Erdbaumaschine, wie z. B. einem Radlader aus den einzelnen Arbeitsschritten Materialaufnahme, Heben der Schaufel, Fahren, Abkippen des Materials, Fahren und Senken der Schaufel sowie Leerlaufphasen.

Der Wirkpegel ist gemäß AVV Baulärm [3] nach dem Taktmaximalpegelverfahren in 5-Sekundentakten ($L_{AFTm,5}$ in dB(A)) zu ermitteln. Dadurch wird die Impulshaltigkeit der Geräusche mit berücksichtigt.

Weiterhin hat der Immissionsrichtwert nicht die Bedeutung eines kumulativen Grenzwertes, sondern eines Orientierungswertes zur Ergreifung besonderer Schallschutzmaßnahmen:

„Der Immissionsrichtwert ist überschritten, wenn der Beurteilungspegel den Richtwert überschreitet“ und speziell zur Nachtzeit *„wenn ein Messwert oder mehrere Messwerte die Immissionsrichtwerte um mehr als 20 dB(A) überschreiten“*.

Nach § 4, Abs. 1 AVV Baulärm [3] sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden, wenn der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB überschreitet. Dabei kommen insbesondere folgende Maßnahmen in Frage:

- Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle,
- Maßnahmen an den Baumaschinen,
- die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen,
- die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren,
- die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen.

4.1.2 Errichtung der beantragten Anlagen

Die geräuschrelevante Bauzeit für die Aufstellung der Gasturbinen wird 24 Monate betragen. Es ist geplant, die Bauarbeiten hauptsächlich in der Zeit von 06:00 Uhr bis 20:00 Uhr durchzuführen.

Die Bauarbeiten zur Errichtung der geplanten Gasturbinen werden voraussichtlich in folgende Gruppen mit den jeweils zum Einsatz kommenden Bauaggregaten/-tätigkeiten unterteilt:

Bauphase 1:

- Erdarbeiten
 - Bagger
 - Dumper
 - Planierraupen
 - Verdichterwalzen
 - Abtransport von Aushubmaterial

Bauphase 2:

- Schalungs- und Betonierarbeiten
 - Anlieferung von Zuschlagstoffen usw. mittels Lkw
 - Betonmischfahrzeuge (Transport des Ortbetons)
 - Betonrüttler
 - Betonpumpen
 - Kräne

Bauphase 3:

- Montage / Stahlbau
 - Anlieferung mittels Lkw
 - Transport der vorgefertigten Stahlbauteile mit Mobilkran und Turmdrehkran usw.
 - Schweißgeräte
 - Schrauber
 - Bohrmaschinen

4.1.3 Generelles Vorgehen zur Ermittlung der Schallemissionen der Baumaschinen

Anhand typischer zeitlicher Ablaufpläne über die einzelnen Bauphasen und die typischerweise dabei zum Einsatz kommenden Baumaschinen und Bauverfahren können für die Dauer des Gesamtverfahrens Schallemissionsansätze abgeleitet werden.

Für die Baumaschinen werden Schalleistungspegel berücksichtigt, für die Geräuschemissionsgrenzwerte nach der „Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“ vom 08.05.2000 [4] gelten. In der folgenden Tabelle sind die Baumaschinen und deren Schalleistungspegel für die unterschiedlichen Bauphasen beispielhaft aufgeführt.

Tabelle 3. Schalleistungspegel von Baumaschinen.

Geräte-/Maschinentyp	installierte Nutzleistung P in kW	zulässiger Schalleistungspegel in dB(A) (Stufe 1 ab 03.01.02)
Verdichtungsmaschinen (Vibrationswalzen, Rüttelplatten und Vibrationsstampfer)	bis 8 kW	108
	8 bis 70 kW	109
	über 70 kW	89 + 11 lg P
Planierraupen, Kettenlader, Kettenbagger- lader	bis 55 kW über 55 kW	106 87 + 11 lg P
Planiermaschinen auf Rädern, Lader auf Rädern, Baggerlader auf Rädern, Muldenfahrzeuge, Grader Gegengewichtsstapler mit Verbrennungsmotor Mobilkräne, Verdichtungsmaschine (nichtvibrierende Walzen) Straßenfertiger, Hydraulikaggregate	bis 55 kW	104
	über 55 kW	85 + 11 lg P
Bagger, Bauaufzüge für den Materialtrans- port, Bauwinden, Motorhacken	bis 15 kW über 15 kW	96 83 + 11 lg P
Turmdrehkräne		98 + lg P
Schweißstrom- und Kraftstromerzeuger	bis 2 kW	97 + lg P _{el}
	2 bis 10 kW	98 + lg P _{el}
	über 10 kW	97 + lg P _{el}
Kompressoren	bis 15 kW	99
	über 15 kW	97 + 2 lg P

Diese zulässigen Schalleistungspegel gelten seit 03.01.2002 (Stufe 1) für das Inverkehrbringen solcher Maschinen.

4.1.4 Berechnung der Schallimmissionen

Für die Berechnung der Schallimmissionen wird die E DIN ISO 9613-2 [2] herangezogen.

4.2 Schalleistungspegel der Baumaschinen / Bautätigkeiten und Einsatzzeiten

Zum derzeitigen Planungsstand liegen Detailangaben über die zum Einsatz kommenden Baumaschinen, Bautätigkeiten und Fahrwege noch nicht vor. Das endgültige Baukonzept ist von den noch zu beauftragenden Baufirmen abhängig.

Aus diesem Grund wurden im vorliegenden Fall typische Schalleistungspegel für das Gesamtbaugeschehen in den einzelnen Bauphasen (Taktmaximal-Schalleistungspegel L_{WAFTm5}) angesetzt.

Für die drei Bauphasen wurde mit folgenden Schalleistungspegeln gerechnet.

Bauphase 1: Erdarbeiten, Aushub

Schallquellen: Bagger, Radlader, Planiertrappen, Druckluftschlämmer, Lkw-Verkehr

$$L_{WAFTm5} = 106 \text{ dB(A)}.$$

Bauphase 2: Betonarbeiten, Schalungsarbeiten

Schallquellen: Kräne, Betonpumpen, Kreissägen, Seilauzüge, Fahrmischer, Kompressoren, Rüttler, Lkw-Verkehr

$$L_{WAFTm5} = 106 \text{ dB(A)}.$$

Bauphase 3: Stahlbau

Schallquellen: Kräne, Seilauzüge, Richtarbeiten, Schleifen, Schrauber, Lkw-Verkehr

$$L_{WAFTm5} = 108 \text{ dB(A)}.$$

Bei den oben genannten Schalleistungspegeln handelt es sich um konservative Ansätze, die auf der für den Immissionsschutz sicheren Seite liegen. Es wurde davon ausgegangen, dass die o. a. Schalleistungspegel über die komplette Tageszeit (06:00 Uhr bis 20:00 Uhr) vorherrschen.

Für jede einzelne Bauphase wurde jeweils eine separate Punktquelle in der entsprechenden Größe des Baufeldes in einer Höhe von

- Bauphase 1 1 m über Grund
- Bauphase 2 1 m über Grund
- Bauphase 3 10 m über Grund

angeordnet.

Bei diesen Höhenangaben handelt es sich nicht um Bauhöhen, sondern um die Lage des „akustischen Schwerpunktes“ aller Geräuschquellen in der jeweiligen Bauphase.

Sehr geräuschintensive Arbeiten, wie das Abladen und Zusammensetzen der Stahlteile, findet am Boden statt. In größeren Höhen finden geräuschrelevante Vorgänge wie der Transport der Stahlteile mit Kran und der Einbau statt.

4.3 Berechnung der zu erwartenden Beurteilungspegel

Es ist geplant, die Bautätigkeiten hauptsächlich in der Zeit von 06:00 Uhr bis 20:00 Uhr durchzuführen. Konservativ wurde in Rahmen dieser Prognose jedoch von einer kontinuierlichen Bautätigkeit ausgegangen.

Nachfolgend sind die wesentlichen Standorte aufgeführt an denen Bautätigkeiten stattfinden:

Standort	Erdarbeiten	Betonarbeiten	Stahlbau
Rückkühlanlage	x	x	x
Erdgas-Reduzierstation	x	x	
Bereich Kamin, Abgaskanäle	x	x	x
Trafos	x	x	
Ostseite Maschinenhaus	x	x	
Maschinenhaus ³		x	x

In folgender Tabelle sind die zu erwartenden Immissionsbeiträge als Langzeit-Mittelungspegel bzw. Beurteilungspegel über den Zeitraum für die Errichtung des Kraftwerks am jeweiligen Immissionsort bei den verschiedenen Bautätigkeiten eingetragen.

³ Die Betonarbeiten und Stahlbau finden innerhalb des Maschinenhauses statt.

Tabelle 4. Beurteilungspegel L_r an den Immissionsorten während der verschiedenen Bautätigkeiten und Vergleich mit den Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm für die Tageszeit.

Immissionsort	IRW [dB(A)] gem. AVV Baulärm	Berechneter Beurteilungspegel in dB(A)		
		tags	Bauphase 1 tags	Bauphase 2 tags
IO 1, Max-Bill-Str. 19	55	57	56	53
IO 1a, Max-Bill-Str. 21b	55	54	54	55
IO 1b, Max-Bill-Str. 31	55	59	59	56
IO 1c, Max-Bill-Str. 33	55	60	59	56
IO 1d, Max-Bill-Str. 41	55	51	50	50
IO 1e, Max-Bill-Str. 43b	55	60	58	59
IO 2, geplante Wohnbebauung Frankfurter Ring	55	56	56	56
IO 3, Kleinsiedlungsgebiet Kalthenberg, Hürnbeckstr. 32	55	27	28	29
IO 4, Gewerbegebiet am Nordring 20	65	53	53	55
IO 5, Gewerbegebiet Frankfurter Ring 162	65	48	48	48
IO 5a, Gewerbegebiet Frankfurter Ring 166	65	44	43	43
IO 6, Gewerbegebiet Lotte- Branz-Str. 10	65	43	41	45
IO 7, Bürogebäude östlich HKW Freimann, Frankfurter Ring 185	70	66	65	66
IO 8, geplante Wohnbebauung Bayernkaserne	50	25	25	26

Die tagsüber gemäß AVV Baulärm [3] geltenden Immissionsrichtwerte werden außer an den Immissionsorten IO 1, IO 1b, IO 1c, IO 1e und IO 2 in allen Bauphasen unterschritten.

An den o. a. Immissionsorten ergeben sich für die einzelnen Bauphasen Überschreitungen von max. 5 dB.

Nach § 4, Absatz 1 AVV Baulärm sind Maßnahmen zur Minderung der Geräusche anzuordnen, wenn der Beurteilungspegel den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB überschreitet. Dies ist nicht der Fall.

5 Erschütterungsemissionen und -immissionen bei der Errichtung

5.1 Beurteilungsgrundlagen

5.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungen, die auf Menschen in Gebäuden einwirken, erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [7].

5.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Als Grundlage für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke wird die DIN 4150-3 [8] herangezogen.

5.2 Abschätzung der Erschütterungsimmissionen aus dem Baubetrieb

5.2.1 Beschreibung der vorgesehenen Bauarbeiten

Von den in Abschnitt 4.1.3 genannten Erdbaumaschinen sind nur die Verdichterwalzen geeignet, Erschütterungen zu erzeugen.

Für evtl. notwendig werdende Bodenverdichtungsarbeiten werden im Wesentlichen Walzenzüge und Rüttelplatten eingesetzt. Diese verursachen keine relevanten Erschütterungen in der Nachbarschaft.

5.2.2 Erschütterungen durch die Erdbaumaschinen

Die Höhe der Erschütterungen an den einzelnen Immissionsorten ist neben den Abstandsverhältnissen zwischen Baustelle und Gebäuden abhängig von den Wechselwirkungen zwischen den Erschütterungsanregungen aus dem Baubetrieb und den Reaktionen der betroffenen Gebäude.

Lediglich von Arbeiten mit Verdichter-/Vibrationswalzen sind erschütterungsrelevante Auswirkungen in größerer Entfernung zu erwarten.

Zur Ermittlung der Erschütterungsimmissionen sind nach DIN 4150-1 [6] folgende Parameter von Bedeutung:

- Höhe der Anregung (Quellstärke),
- Struktur des Immissionsortes (Deckeneigenfrequenzen),
- Eigenschaften des Untergrundes im Ausbreitungsbereich,
- Eigenschaften des Baugrundes im Übertragungsbereich.

Zur Bewertung der erschütterungsrelevanten Tätigkeiten wurden vorliegend in einem konservativen Ansatz Vibrationsarbeiten auf der Baustelle zugrunde gelegt. Für die nachfolgende Beurteilung wurde der konservative Ansatz gewählt, dass die Schwinggeschwindigkeit in einem Abstand von 10 m von der Quelle höchstens 7,5 mm/s beträgt.

Alle Immissionsorte in Wohngebieten liegen mehr als 150 m von den möglichen Bauaktivitäten entfernt. Aufgrund dieser Abstände zu den nächsten Wohnbebauungen werden die Erschütterungen auf dem Ausbreitungsweg deutlich abnehmen. Die Erschütterungen an den Immissionsorten werden wahrscheinlich deutlich unterhalb der Spürbarkeitsgrenze liegen, womit Belästigungen von Anwohnern infolge von Erschütterungen im Sinne der DIN 4150-2 [7] mit sehr hoher Sicherheit ausgeschlossen werden.

Nach diesen Ergebnissen werden auch keine schädlichen Erschütterungseinwirkungen an den Gebäuden im Sinne der DIN 4150-3 [8] auftreten.

Auch in den Gebäuden im östlich vom HKW gelegenen Industriegebiet sind keine schädlichen Erschütterungseinwirkungen zu erwarten.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Erfahrungen aus den während verschiedener Baustellentätigkeiten durchgeführten Erschütterungsmessungen.



Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Kasper