

Gutachten

hinsichtlich

der durch die Mainzelbahn verursachten

magnetischen Gleichfeldänderungen

im Bereich

der Hochschulerweiterung südlich des Europakreisels

in Mainz

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Vorbemerkung	3
2. Ergebnisse der Berechnungen	4
3. Zusammenfassung	5
4. Verordnungen und Normen	6

Anlage: 2 Diagramme

Wuppertal, 16.11.2012
L5061-12#2Rev.1/Bette

Gutachten hinsichtlich der durch die Mainzelbahn verursachten magnetischen Gleichfeldänderungen im Bereich der Hochschulerweiterung südlich des Europakreisels in Mainz

Von der Stadtwerke Mainz AG wurde das Labor für Korrosionsschutz und Elektrotechnik der Technischen Akademie Wuppertal e.V. beauftragt, die in der Hochschulerweiterung südlich des Europakreisels zu erwartenden magnetischen Gleichfeldänderungen zu berechnen und in Bezug auf eine mögliche Beeinflussung von wissenschaftlichen Geräten zu bewerten (Auftrag Nr.: 43 005 630 vom 15.11.2010).

Die Mainzer Verkehrsgesellschaft mbH (MVG) plant den Streckenausbau vom Hauptbahnhof-West nach Mainz-Lerchenberg. Hierbei wird die Trasse durch das Gelände der Hochschulerweiterung geführt, siehe Bebauungsplanentwurf „Hochschulerweiterung südlich des Europakreisels – 1. Änderung (B158/1.Ä)“.

Da durch den Fahrbetrieb von Straßenbahnen magnetische Gleichfeldänderungen entstehen, sollten die zu erwartenden Feldänderungen berechnet und in Bezug auf die wissenschaftlichen Experimente bewertet werden.

Für die Erstellung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Plan-Nr.: 04-S-00006-LP-3-B-e, Lageplan Kilometer 2,5+70 – 3,1+32, Stand: 11.06.2012
- Plan-Nr.: 04-S-00007-LP-3-B-d, Lageplan Kilometer 3,1+32 – 3,6+57, Stand: 11.06.2012

1. Vorbemerkung

Die MVG betreibt ihr Straßenbahnnetz mit einer Nennspannung von 600 V DC. Die Gleichspannung wird in den Unterwerken durch Heruntertransformieren aus dem Mittelspannungsnetz mit anschließender Gleichrichtung erzeugt und über Speise- und Rückleiterkabel der jeweiligen Strecke zugeführt. Hierbei wird der Minuspol an die Fahrleitung und der Pluspol an die Fahrschienen angeschlossen.

Hinsichtlich der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV vom 01.01.1997 [1] unterliegen nur die Unterwerke dieser Verordnung und auch nur dann, wenn sich in deren Nähe Personen über einen längeren Zeitraum aufhalten können. Laut der genannten Verordnung darf bei einer Frequenz von 50 Hz der maximale Effektivwert des elektrischen Feldes $5\,000\text{ V m}^{-1}$ und der maximale Effektivwert der magnetischen Flussdichte $100\ \mu\text{T}$ nicht überschreiten.

Die eigentlichen Straßenbahnstrecken unterliegen nicht der 26. BImSchV, da sie, wie bereits erwähnt, mit Gleichstrom betrieben werden. Durch den Fahrbetrieb von Gleichstrombahnen entstehen allerdings magnetische Gleichfeldänderungen, die sich dem natürlichen Erdmagnetfeld (ca. $50\ \mu\text{T}$) überlagern. Hinsichtlich der Beurteilung einer möglichen Beeinträchtigung von Personen empfehlen die WHO und der Rat der Europäischen Union einen Basisgrenzwert von 40 mT. Dieser Wert gilt insbesondere für die Bereiche, in denen sich Einzelpersonen für eine erhebliche Zeit aufhalten, aber nicht zum Schutz von Arbeitnehmern am Arbeitsplatz. Im

Allgemeinen liegen die durch den Fahrbetrieb verursachten Gleichfeldänderungen in einem Abstand von 15 m von der Straßenbahntrasse in der Größenordnung von $15 \mu\text{T}$.

In DIN EN 50121-2 [2] werden zusätzlich Grenzwerte für die Störaussendung des gesamten Bahnsystems in die Außenwelt angegeben. Allerdings beziehen sich die Angaben nur auf Felder von 9 kHz bis 1 GHz. Die dort genannten Werte liegen unterhalb der Störfestigkeitsanforderungen anderer elektrischer Geräte, so dass Beeinträchtigungen durch hochfrequente Felder in der Regel ausgeschlossen werden können.

Die für das magnetische Gleichfeld genannten Werte gewährleisten jedoch nicht zwangsläufig ein einwandfreies Funktionieren von Elektronenstrahlröhren wie von Fernsehgeräten und PC-Monitoren. Je nach Gerät können Farbverfälschungen und Bildverzerrungen auftreten. Bei stehenden Bildern wie bei CAD-Anwendungen werden Gleichfeldänderungen von $\geq 10 \mu\text{T}$ und bei bewegten Bildern von $> 20 \mu\text{T}$ wahrgenommen. Inwieweit sich die Beeinflussungen störend bemerkbar machen, hängt aber auch von der Einwirkrichtung des magnetischen Feldes und der Störfestigkeit des Fernsehgerätes bzw. Monitors ab. Allgemein gilt, dass Geräte mit einer großen Bildschirmdiagonale empfindlicher sind als Geräte mit einer kleinen Diagonale.

Hochempfindliche Messgeräte in Wissenschaft und Industrie sowie medizinische Geräte wie Elektrokronenrastermikroskope, Kernspintomographen usw. können durch noch kleinere Feldänderungen beeinflusst werden. Allerdings kann in diesen Fällen kein allgemeiner Grenzwert angegeben werden. Hier sind Einzelfallbetrachtungen notwendig, um bewerten zu können, ob mit Beeinträchtigungen gerechnet werden muss.

2. Ergebnisse der Berechnungen

Um die im Bereich der Hochschülerweiterung auftretenden Gleichfeldänderungen beurteilen zu können, wurden anhand der geplanten Trassenführung und der Stromaufnahme der Züge entsprechende Berechnungen vorgenommen. Die magnetischen Gleichfeldänderungen wurden nach dem Gesetz von Biot-Savart und den Gleichungen der Vektorrechnung ermittelt.

Hierfür war es erforderlich, die stromdurchflossenen Leiter wie Fahrleitungen und Fahrschienen in einzelne geradlinige Leitersegmente zu unterteilen. Die geometrische Lage der einzelnen Leitersegmente zueinander wurde durch ihre Definition innerhalb eines dreidimensionalen Koordinatensystems nachgebildet.

Bei den Berechnungen wurde im Bereich zwischen der Saarstraße und dem Dahlheimer Weg eine Fahrleitungshöhe von 5,5 m angenommen. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass an der Hst. Plaza drei Züge gleichzeitig anfahren, sodass sich ein Gesamtstrom von 2400 A ergibt.

Das Diagramm 1.1 zeigt, dass direkt unter den Fahrleitungen (Aufpunkthöhe: 4 m) Gleichfeldänderung von bis zu $284 \mu\text{T}$ auftreten können, die mit zunehmendem Abstand stark abnehmen. In einer Entfernung von 10 m liegen die maximalen Gleichfeldänderung bei $26 \mu\text{T}$ und in einer Entfernung von 20 m bei $6,6 \mu\text{T}$.

Ist die Entfernung größer als 50 m liegen die Gleichfeldänderungen bereits unterhalb von $1 \mu\text{T}$, siehe Diagramm 1.2.

Eine Beeinflussung von wissenschaftlichen Geräten ist nur bei hochempfindlichen Geräten wie NMR-Geräten, Elektronenrastermikroskopen und Massenspektrometern zu erwarten. Daher wird empfohlen, Elektronenrastermikroskope und Massenspektrometer in einem Abstand von mindestens 150 m und NMR-Geräte in einem Abstand von 200 m von der Bahntrasse anzuordnen. Sollten diese Geräte in einem geringeren Abstand zur Bahntrasse aufgestellt werden, kann durch

geeignete Anordnung (Messrichtung des Gerätes parallel zur Bahntrasse) eine unzulässige Beeinträchtigung vermieden werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die von außen auf die Geräte einwirkenden Felder durch aktive Magnetfeldkompensationsanlagen und/oder metallische Kabinen oder Räume mit Metallblechhauskleidung zu reduzieren. Je nach Störfestigkeit des Gerätes ist dann nur noch ein Abstand von 25 m bis 50 m zur Bahntrasse erforderlich.

3. Zusammenfassung

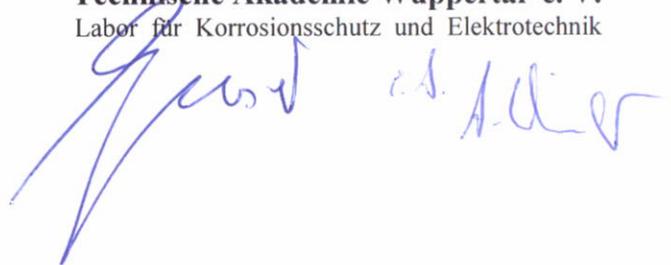
Im Auftrag der MVG wurden die durch den Betrieb der Mainzelbahn im Bereich der Hochschulerweiterung, zwischen Saarstraße und Dahlheimer Weg, zu erwartenden magnetischen Gleichfeldänderungen berechnet.

Unter der Annahme, dass drei Züge gleichzeitig anfahren, beträgt die zu erwartende maximale Gleichfeldänderung in einem Abstand von 10 m $26 \mu\text{T}$ und in einem Abstand von 20 m $6,6 \mu\text{T}$. Eine Beeinflussung von wissenschaftlichen Geräten ist nur bei hochempfindlichen Geräten wie NMR-Geräten, Elektronenrastermikroskopen und Massenspektrometern zu erwarten. Durch geeignete Anordnung solcher Geräte und Verwendung von aktiven Magnetfeldkompensationsanlagen lassen sich solche Geräte in Abständen von 25 m bis 50 m von der Bahntrasse betreiben.

Berichterstatter



Technische Akademie Wuppertal e. V.
Labor für Korrosionsschutz und Elektrotechnik



4. Verordnungen und Normen

- [1] Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV: 01.01.1997

- [2] DIN EN 50121-2 (VDE 0115-121-2): Juli 2007
Bahnanwendungen - Elektromagnetische Verträglichkeit –
Teil 2: Störaussendungen des gesamten Bahnsystems in die Außenwelt

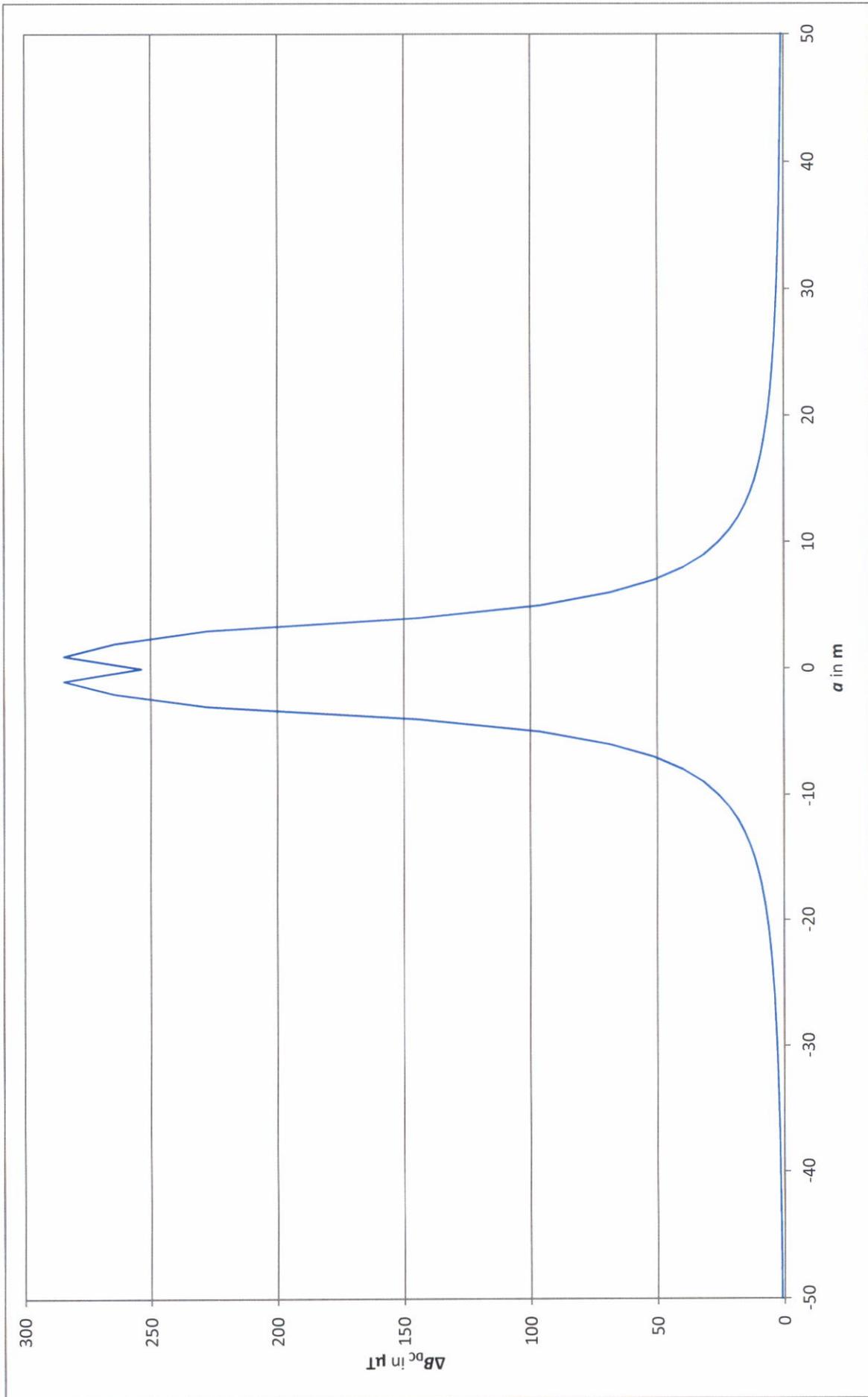


Diagramm 1.1 - Änderung des magnetischen Gleichfeldes beiderseits der Straßenbahntrasse, FH Mainz, MVG, Nov. 2012

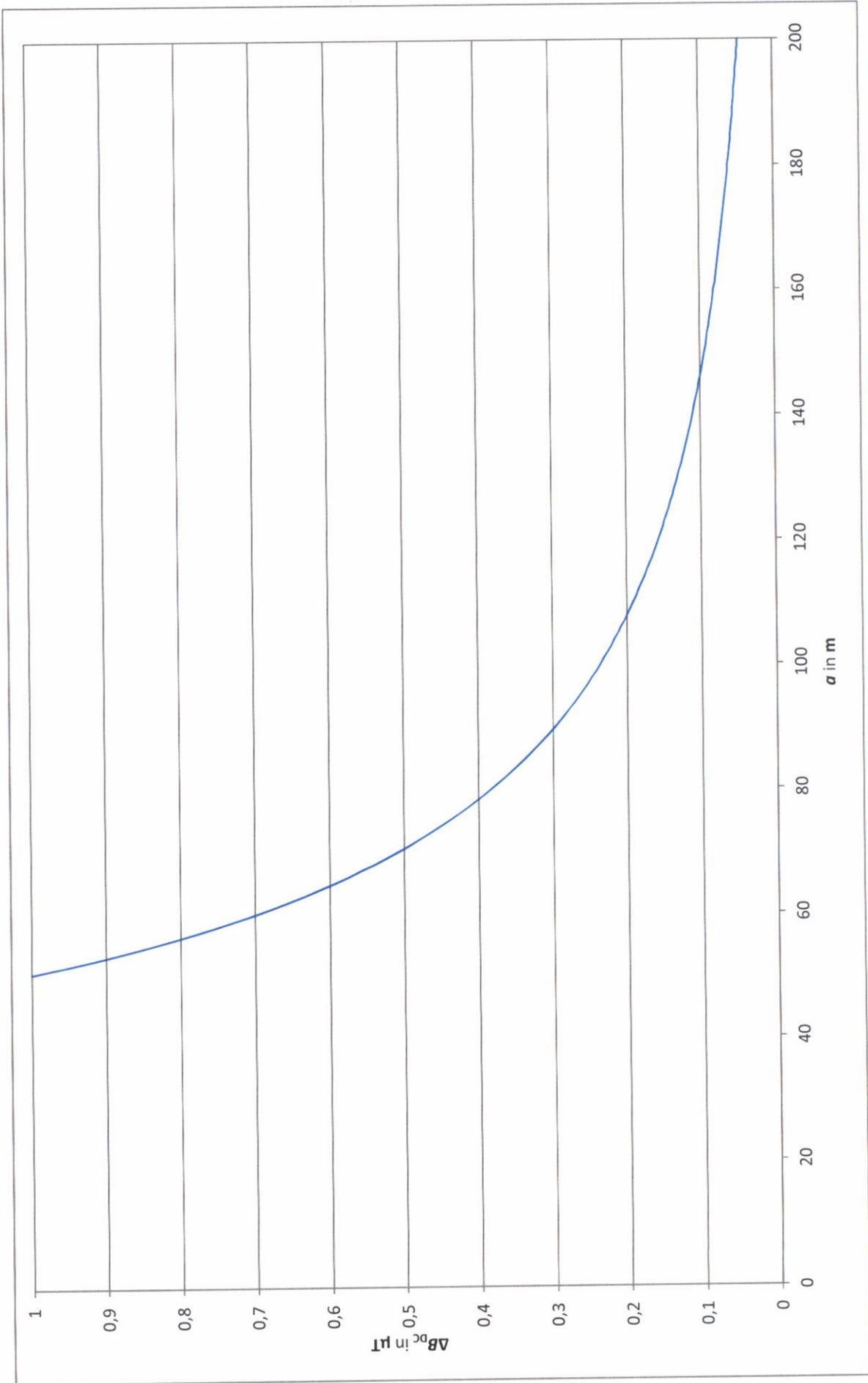


Diagramm 1.2 - Änderung des magnetischen Gleichfeldes beiderseits der Straßenbahntrasse, FH Mainz, MVG, Nov. 2012