

DIPLOMARBEIT

Master's Thesis

Grüngleis – Potenziale im Netz der Wiener Straßenbahn

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs/ einer Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

(Betreuer/-in)

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Norbert Ostermann
Institutsvorstand E230 - Institut für Verkehrswissenschaften

Dipl. Ing. Johannes Kehrer Univ.-Ass.
E230 - Institut für Verkehrswissenschaften

Dipl. Ing. Paul Steckler Univ.-Ass.
E230 - Institut für Verkehrswissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

(Verfasser/-in)

Szilvia Palásti

1026403

Ungarn, 1183 Budapest Haladás utca 14/A

Wien 05.10.2015

eigenhändige Unterschrift

Abstract

This thesis describes the point of view about the feasibility potential of green tracks in Vienna.

Green tracks are very accepted in the World, and in Europe. For e.g. in Germany the ratio of green tracks to the other types of superstructures is getting higher. 25 km of the existing tracks are rebuilt as a green track in 2009-2013.

For this discussion is necessary introducing the various existing green superstructures of tramways in Vienna. This type of superstructure has ecological, economical, aesthetic advantages; these are also in the thesis prescribed.

According to the announcement of the thesis, it includes theoretically and in practice which are the external influences and conditions for or against the usage of green tracks upper structure. These conditions are also in tabular form summarized for high-lying and low-lying vegetation levels with the general requirements of location.

In an evaluation model are the traffic-, planning-, climatic-, economic-, aesthetic aspects given for the examination of the tram network sections whether a green track is for rebuilding suitable or not.

This evaluation model helps to make a list about the lines/ sections for rebuild them as a green track superstructure. The existing and the newly examined and suitable lines give a higher potential for the tram network in Vienna to be more environment friendlier and more attractive for green minded passengers.

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit detailliere ich meine Meinung über das Grüngleis-Potenziale im Netz der Wiener Straßenbahn.

Grüne Gleise sind sehr beliebt in Europa. Z.B. gibt es in Deutschland mindestens 425km begrüntes Einzelgleis. Davon sind etwa 88,5% Rasen, 3,5% Sedum auf Matten, 8% Sedum auf Substrat. Durchschnittlich nehmen die Grüngleise in Deutschland von 2009-2013 um ca. 25km Einzelgleis pro Jahr zu.

Um diese festzustellen, ist eine Darstellung der verschiedenen bestehenden Arten der begrünter Gleisanlagen in Wien nötig.

Der Grüngleis-Oberbau hat viele ökologische, ökonomische, ästhetische Vorteile, die sind in der Arbeit ausführlich beschrieben.

In der Theorie und Praxis wird gezeigt, welche äußeren Einflüsse und Rahmenbedingungen für oder gegen die Verwendung von Grüngleis-Oberbau sprechen. Die Rahmenbedingungen sind für hochliegende und tiefliegende Vegetationsebenen mit den allgemeinen Standortansprüchen für Grüngleise zusammengefasst.

In einem Bewertungsmodell sind die Verkehrs-, planerischen-, klimatischen-, wirtschaftlichen-, ästhetischen Aspekte angeführt, damit die Linien des Straßenbahnnetzes geprüft werden könnten, ob sie geeignet für die Grüngleis-Oberbau sind oder nicht, und auf welchen Linien oder Abschnitten im Rahmen von Oberbauerneuerungen Streckenabschnitte auf Grüngleis-Oberbau umgestellt werden könnten.

Mit Hilfe des Bewertungsmodelles (Bewertungsmatrix) sind weitere mögliche Strecken angeführt, die mit den bestehenden Grüngleis-Strecken ein größeres Potenzial im Wiener Straßenbahnnetz geben könnten, und attraktiver für Fahrgäste sein könnten.

Inhaltsverzeichnis

<i>Abstract</i>	2
<i>Kurzfassung</i>	3
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	4
1. Einleitung	7
2. Arten der begrünten Gleisanlagen in Wien	9
<i>Oberbauformen in Wien mit hochliegender Vegetationsebene</i>	12
<i>Oberbauformen in Wien mit tiefliegender Vegetationsebene</i>	13
3. Beispiele für bestehende Grüngleise in der Welt und in der Stadt Wien	14
<i>A</i>	14
Österreich	14
Deutschland	15
Frankreich	18
Ungarn	19
Japan	20
<i>B</i>	21
Wien	21
4. Vorteile des Grüngleis - Oberbaus	24
<i>Kühlleistung der Rasengleise durch Verdunstung</i>	24
<i>Auswirkungen von Gleisbettbegrünungen auf die Wasserrückhaltung</i>	25
<i>Lärminderung</i>	26
<i>Schallminderung</i>	26
<i>Reduktion des Schallpegels</i>	27
<i>Verringerung der Aufheizung im Gleis</i>	27
<i>Wertsteigerung der Umgebung durch repräsentatives Straßenbild</i>	28
<i>Schadstoffaufnahme und -Rückhaltung</i>	28
<i>Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden</i>	28
<i>Stadtgestalterische Effekte</i>	28
<i>Wirtschaftliche Effekte</i>	29

<i>Indirekte Effekte für die Verkehrsunternehmen</i>	29
<i>Direkte Effekte für die Kommunen bzw. die Bevölkerung</i>	29
5. Erhaltungsarbeiten, Vergleich zu dem eingedeckten Oberbau	31
<i>Instandhaltungsaufgaben am Oberbau im Straßenbahnbereich</i>	31
<i>Erhaltungsarbeiten am Oberbau im Straßenbahnbereich</i>	31
<i>Spezifische Maßnahmen der Instandhaltung beim Grüngleis</i>	32
<i>Pflege des Rasengleises:</i>	32
<i>Pflegemaßnahmen in Sedumgleise:</i>	33
<i>Schutz des Grüngleises:</i>	34
<i>Winterdienst:</i>	35
<i>„Reduzierung des Pflegeaufwands durch Standortgerechte Bepflanzung:</i>	36
6. Kostenvergleich für Instandhaltung nach Art des Oberbaus	37
<i>Kostenkalkulation für Oberbausysteme</i>	38
<i>Die Anforderungen der Kosten (Beispiele aus zwei deutschen Großstädten)</i>	39
München	39
Dresden	39
7. Vor- und Nachteile der Rasengleise im Vergleich zum Sedum-Gleis	40
<i>Vorteile</i>	40
<i>Nachteile</i>	40
8. Klimatische Bedingungen in Wien	41
9. Welche äußeren Einflüsse und Rahmenbedingungen sprechen für/gegen die Verwendung von Grüngleis-Oberbau?	42
<i>Hochliegende Vegetation</i>	42
<i>Tiefliegende Vegetation</i>	42
<i>Allgemein</i>	43
10. Kriterien und Bewertungsmodell zur Bewertung des Systems Grüngleis	44
<i>Modellbildung</i>	44
<i>Bewertung</i>	44
<i>Kriterien</i>	45
1. Einsatzfahrzeugedürfen auf den Gleisen fahren	47

2.	Autoverkehr ist auf den Gleisen notwendig	48
3.	Machbarkeit der räumlichen Trennung von den anderen Verkehrsteilnehmern	49
4.	Parkraum – Änderung	49
5.	Durch Lärm gestörte Bevölkerung – Besiedlungsdichte	50
6.	Klimatische Bedingungen am Standort	51
7.	Anpflanzung von Bäumen – Verschattung und Schutz der Gleiszone	52
	<i>Legende für die Abbildungen von der Linie 71:</i>	52
	<i>Linie 71</i>	53
	Abschnitt 1 – Schottenring:	53
	Abschnitt 2 – Universitätsring bis Stadiongasse:	55
	Abschnitt 3 – Doktor-Karl-Renner-Ring:	56
	Abschnitt 4 – Burgring:	57
	Abschnitt 5 – Opernring bis Kärntner Straße:	58
	Abschnitt 6 – Kärntner Ring:	59
	Abschnitt 7 – Schwarzenbergplatz (zw. Ring und Am Heumarkt):	60
	Abschnitt 8 – Rennweg (zwischen Am Heumarkt und Traungasse):	62
	Abschnitt 9 – Rennweg (Traungasse bis Ungargasse):	63
	Abschnitt 10 – Rennweg – Ungargasse – Landstraßer Hauptstraße (Schlachthausgasse):	64
	Abschnitt 11 – Rennweg – Landstraßer Hauptstraße (Schlachthausgasse) – Rinnböckstraße:	65
	Abschnitt 12 – Rennweg – Simmeringer Hptstr. (Rinnböckstraße – Zippererstraße):	66
	Abschnitt 13 – Simmeringer Hauptstraße (Zippererstraße – Simmering U):	67
	Abschnitt 14 – Simmeringer Hauptstraße (Simmering U – Fickeysstraße Betriebsbahnhof):	67
	Abschnitt 15 – Simmeringer Hauptstraße (vom Betriebsbahnhof bis Schleife):	68
11.	Auswertung	70
12.	Weitere Linien nur auf einen Blick	72
13.	Zusammenfassung	75
	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	77
	<i>Tabellenverzeichnis</i>	78
	<i>Diagrammverzeichnis</i>	79
	<i>Literaturverzeichnis</i>	79

1. Einleitung

Grüne Gleise sind sehr beliebt in Europa. Z.B. gibt es in Deutschland mindestens 425km begrüntes Einzelgleis. Davon sind etwa 88,5% Rasen, 3,5% Sedum auf Matten, 8% Sedum auf Substrat. Durchschnittlich nehmen die Grüngleise in Deutschland von 2009-2013 um ca. 25km Einzelgleis pro Jahr zu.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit detailliere ich die Grüngleis-Potenziale im Netz der Wiener Straßenbahn.

Um diese festzustellen ist eine Darstellung der verschiedenen bestehenden Arten den begrünter Gleisanlagen in Wien nötig.

Der Grüngleis-Oberbau hat viele ökologische, ökonomische, ästhetische Vorteile, die sind in der Arbeit ausführlich beschrieben.

Die Erhaltungsarbeiten, die in der Diplomarbeit beschrieben sind, sind im Vergleich zu dem eingedeckten Oberbau bei der Entscheidung gegen oder für den Umbau auf Grüngleis wesentlich.

Die Realisierungskosten und Instandhaltungskosten sind auch sehr wichtig bei der Entscheidung, ob es sich lohnt oder nicht, begrünte Gleisanlagen statt eingedeckter Gleisanlagen zu bauen. Um diese Frage darzustellen, ist ein Kostenvergleich für Instandhaltung und Realisierung nach Art des Oberbaus tabellarisch gezeigt.

Klimatische Bedingungen am Ort sind auch entscheidend. Bei der Planung sind die Gegebenheiten sehr wichtig, wie die Lufttemperatur und die Niederschlagsmenge in Wien sind, ist auch von Belang. Dazu sind auch einige Informationen in der Diplomarbeit zu finden.

In Theorie und Praxis wird gezeigt, welche äußeren Einflüsse und Rahmenbedingungen für oder gegen die Verwendung von Grüngleis-Oberbau sprechen. Die Rahmenbedingungen sind für hochliegende und tiefliegende Vegetationsebenen mit den allgemeinen Standortansprüchen für Grüngleise zusammengefasst.

In einem Bewertungsmodell sind die Verkehrs-, planerischen-, klimatischen-, wirtschaftlichen-, ästhetischen Aspekte angeführt, damit die Linien des Straßenbahnnetzes geprüft werden könnten, ob sie geeignet für die Grüngleis-Oberbau sind oder nicht.

Mit Hilfe dieses Bewertungsmodells (Bewertungsmatrix) ist die Linie 71 in Wien bewertet. Die Linie ist auf 15 Abschnitten gegliedert und diese Abschnitte sind bewertet. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die Linie 71 auf mehrere Strecken im Rahmen von Oberbauerneuerungen Streckenabschnitte auf Grüngleis-Oberbau umgestellt werden könnten auch mit Grüngleis-Oberbau ausnutzbar wäre.

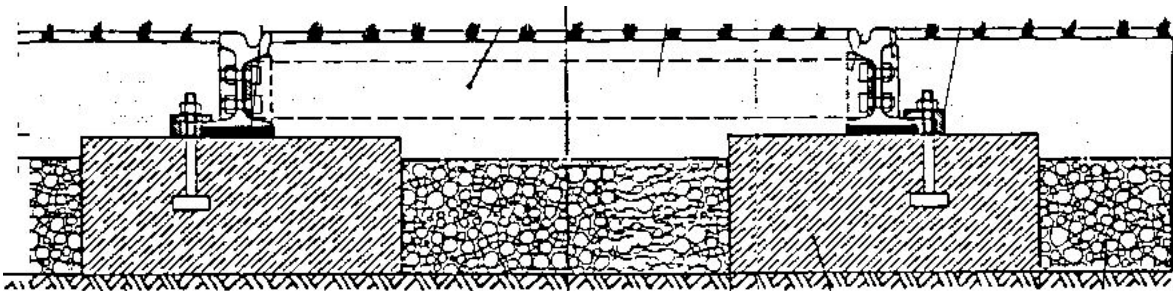
Mit Hilfe des Bewertungsmodelles könnten weitere mögliche Strecken angeführt sein, die mit den bestehenden Grüngleis-Strecken ein größeres Potenzial im Wiener Straßenbahnnetz geben könnten, und attraktiver für Fahrgäste sein könnten.

2. Arten der begrünten Gleisanlagen in Wien

Grundsätzlich gibt es verschiedene Bauformen je nach der Vegetationsebene von begrünten Gleisanlagen:

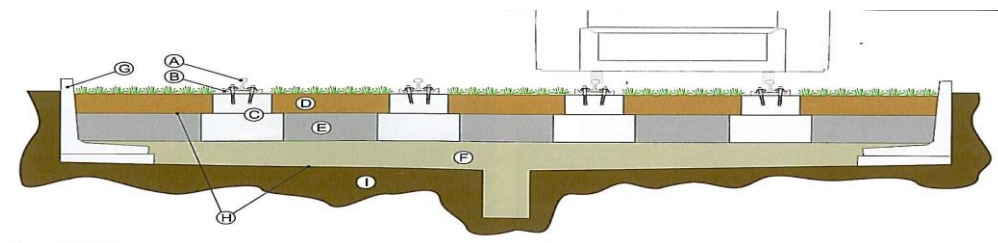
- Grünleis mit hochliegender Vegetationsebene (der Abstand zwischen Fahrzeug und Vegetation ist weniger als 5 cm)
- Grünleis mit Vegetationsebene in Mittellage (der Abstand zwischen Fahrzeug und Vegetation ist 5 - 15 cm)
- Grünleis mit tiefliegender Vegetationsebene (der Abstand zwischen Fahrzeug und Vegetation ist mehr als 5 cm)

Der Wiener „Rasengleisoberbau“ ist ein Grünleis mit hochliegender Vegetation an Substrat-Drainageschotter gelegt, Rillenschienen mit Spurstangen und Bitumenanstrich, Einlagesteine, Gummi Unterlagsplatten, auf Betonlangschwellen.



1. Abbildung: Wiener Rasengleisoberbau¹

Der neue Wiener Grünleis Oberbau ist ein Grünleis mit tiefliegender Vegetation und mit Vignolschiene auf Rippenplatten – Betonlangschwellen und Betonfundierung, mittiger Sickerschlitze, Substrat – Kies – Bodenauswechslung, Geotextil.



2. Abbildung: Neues Wiener Grünleis²

¹PAUL STECKLER (2012); Abbildung von Skriptum TU Wien Vorlesung ÖPNV

Der Unterschied zwischen Rasen- und Grüngleis wird nach dem Aufbau und der Pflanzenart bestimmt.

Rasengleis ist mit hochliegender Vegetationsebene, wo die Höhe des Substrats gleich der Schienenhöhe ist.

Bei dem Grüngleis ist der Boden aus Humus und Kies zusammengestellt, was auch in der Auswahl der verwendeten Pflanzen zur Begrünung sichtbar ist.

Als Unterbaukonstruktion sind Betonlangschweller eingebaut. Im Gleisbereich und zwischen den Langschwellen liegt das für die Vegetation notwendige Substrat. Die Schienen bei tiefliegender Vegetationsebene werden mit einem Anstrich gehandhabt, damit sie vor Korrosion und den chemischen Angriffen des Humus geschützt sind.

Es gibt drei grundlegende Philosophien, um Pflanzen zur Begrünung von Gleisanlagen auszuwählen.

- Rasen: Rasenansät (Nass- oder Trockenansät), Rollrasen, Vegetationsmatten



3. Abbildung: Rasengleis

- Gräser, Kräuter, Stauden
- Sedum: es ist ein Bodendecker, mit der Pflanze, die den Boden bedeckt kann eine offene Fläche rasch zuwachsen und es ist dann pflegeextensiv, weil sich Unkräuter dann nicht mehr ansiedeln können. Der Pflegeaufwand ist gering.



4. Abbildung: Sedumgleise³

²GASSER, STECKLER, KLUG, KRATZER, WEHR (2013); Grundlagen für die Begrünung von Gleisanlagen; ETR; S74.

³ HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

Der Rasen hat die bestmögliche Optik. Gräser, Kräuter, Stauden haben den Zweck naturnaher, standortgerechter Pflanzen einzusetzen.

Anwendbare Pflanzenarten zur Begrünung einer Strecke:

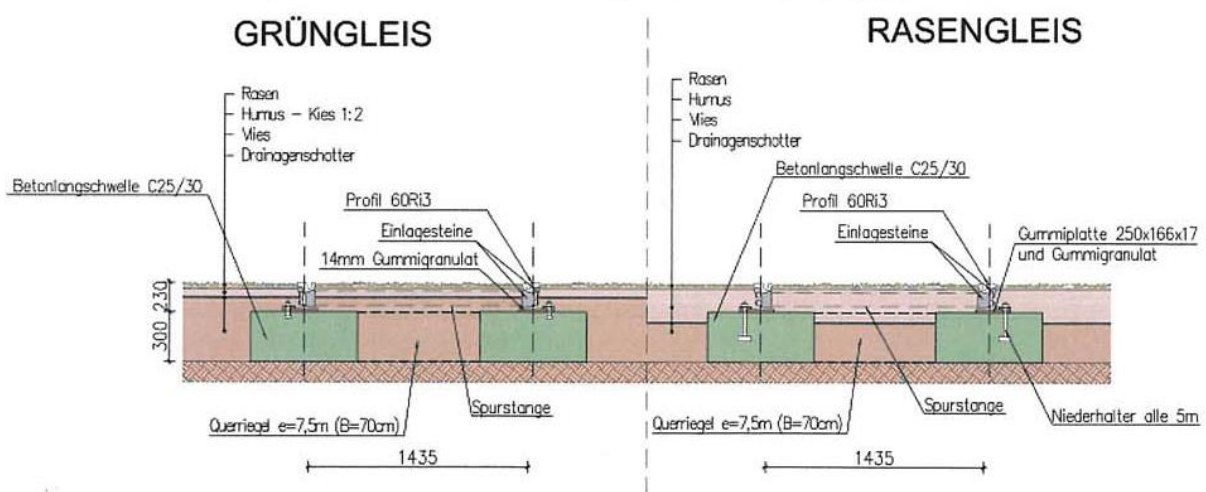
- salz- und trockenheitsresistente Gewächse
- der Breitenwachstum ist wichtig
- niedrigstehender Fruchtstand
- nicht alle Pflanzen überstehen die Kälte, die Trockenheit und das Streusalz
- heimische Pflanzenarten
- Saatgutmischungen und eine Magerrasenmischung, Schattenplätze

Durch den Einsatz des Sedums hat man die Möglichkeit, möglichst pflegeleichte Begrünung zu erzeugen. Dies hat hohe Trockenheitsresistenz.

Der Einsatz des Grün- bzw. Rasengleises beschränkt sich auf die Bereiche von Straßenbahnanlagen, die durch Individualverkehr nicht befahren werden. Grundsätzlich unterscheiden sich die beiden Typen durch die Tiefe der Humusschicht.

Oberbauformen in Wien mit hochliegender Vegetationsebene

- | | |
|--|--|
| - Rillenschiene 60Ri3 | - Rillenschiene 60Ri3 |
| - Gummiplatte und Gummigranulat
<u>1,4 cm</u> | - Gummiplatte und Gummigranulat
<u>1,7 cm</u> |
| - <u>Humus-Kies (1:2) 10,0 cm</u> | - <u>Humus 26,0 cm</u> |
| - Vlies | - Vlies |
| - Drainageschotter <u>41,0 cm</u> | - Drainageschotter <u>25,0 cm</u> |
| - Betonlangschwelle C25/30 30,0 cm | - Betonlangschwelle C25/30 30,0 cm |
| - Ausgleichsschicht | - Ausgleichsschicht |



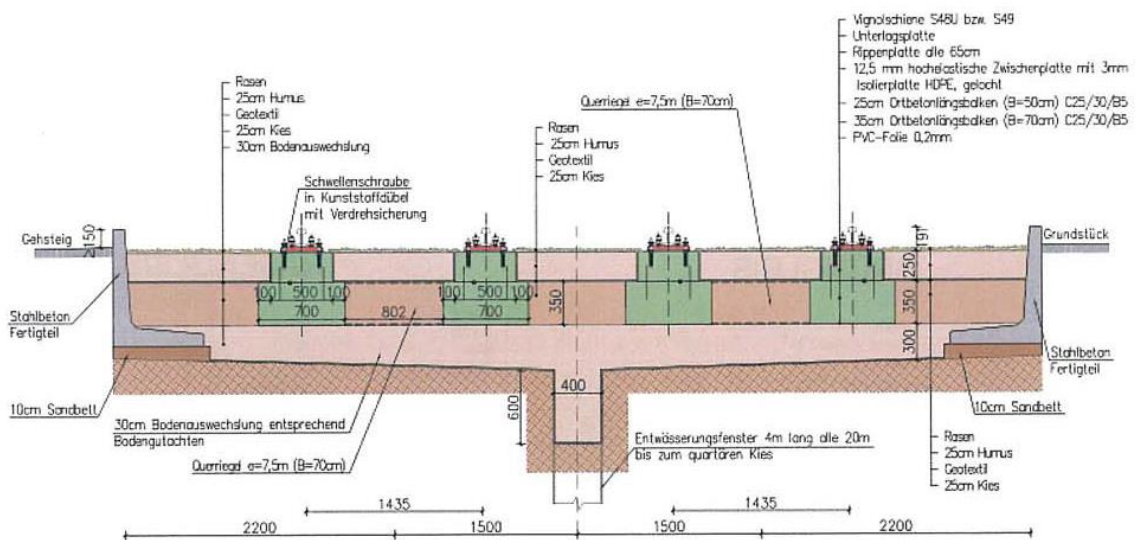
5. Abbildung: Hochliegende Vegetationsebene⁴

⁴Moderner Aufbau der Wiener Straßenbahn; Moderne Oberbauformen der Wiener Linien; Wiener Linien; S7

Oberbauformen in Wien mit tiefliegender Vegetationsebene

Aufbau:

- Vignolschiene S48U bzw. S49
- Unterlagsplatten
- Rippenplatte alle 65 cm
- Hochelastische Zwischenplatte mit 3 mm Isolierplatte 1,4 cm
- Ortbetonlängsbalken (B = 50 cm) C25/30 25,0 cm
- Ortbetonlängsbalken (B = 70 cm) C25/30 35,0 cm - PVC-Folie
- Bodenauswechslung ca. 30,0 cm



6. Abbildung: Tiefliegende Vegetationsebene⁵

⁵Moderner Aufbau der Wiener Straßenbahn; Moderne Oberbauformen der Wiener Linien; Wiener Linien; S8

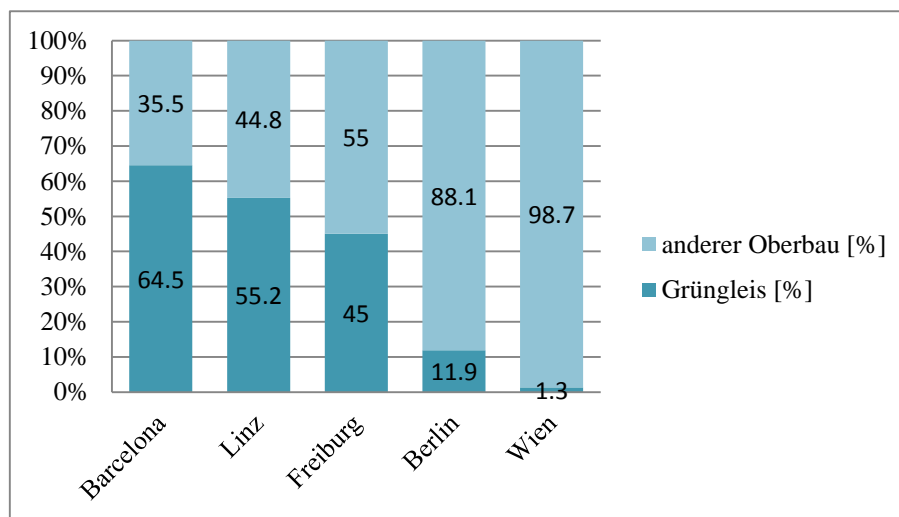
3. Beispiele für bestehende Grüngleise in der Welt und in der Stadt Wien

A

„Im Jahr 2011 verfügte etwa ein Drittel der Europäischen Straßenbahnnetze über Streckenabschnitte mit Grüngleis-Oberbau.

Der Grüngleis-Anteil ist in „jungen“ Straßenbahnnetzen, bei Straßenbahnstrecken in suburbanen Ortsgebieten und bei Straßenbahnverlängerungen sehr hoch.

In historisch gewachsenen Straßenbahnnetzen ist der Grüngleis-Anteil traditionell geringer, weil insbesondere in den verhältnismäßig engen Stadtzentren kaum selbständige Gleiskörper existieren.“⁶



1. Diagramm: Anteil des Grüngleis-Oberbaus in der EU⁷

Österreich

„In Linz wird Rasengleis in großem Ausmaß eingesetzt; es ist in den Neubaugebieten fast Standardoberbau geworden. Basis ist eine bewehrte Betonplatte; Durch die Unterlage einer dämmenden Matte wird der ganze Gleiskörper von der Umgebung entkoppelt und sowohl Körperschall als auch Streuströme vermieden. Die Schienen selbst erhalten einen bituminösen Anstrich, der ebenfalls isoliert und vor Feuchtigkeit schützt. Man hat mit der gewählten Bauweise gute Erfahrungen gemacht und nennt auch Kostenersparnis gegenüber

⁶

⁷ULRICH KRAL, PAUL STECKLER (2012); Ökologischer Straßenbahnoberbau – Standortgerecht begrünte Gleisanlagen für die innovative Stadt von morgen; „Vom Baustein zum Gesamtsystem Smart City“

Asphalteindeckung als Vorteil. Im Notfall kann der Gleiskörper von Einsatzfahrzeugen befahren werden, das kommt in der Praxis aber fast nicht vor.“⁸



7. Abbildung: Linz⁹

Deutschland

Es gab in Berlin bereits 1917 etwa 37,5 km Rassengleis, trotzdem verfügen begrünte Gleise in Deutschland keine lange Tradition. Seit Mitte der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts begannen die Städte München und Karlsruhe wieder Rasengleise einzubauen (vorher bis 30er Jahre waren Rasengleise verbreitet, aber danach wieder zurückgedrängt). Bremen, Dresden, Karlsruhe, Kassel und Freiburg (und viele weitere Straßenbahnbetriebe) führten begrünte Gleise ein.¹⁰



8. Abbildung: (l) Freiburg mit Rasengleis und (r) Zwickau mit Sedumbepflanzung¹¹

⁸

⁹HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

¹⁰GLASER, SCHREITER (2011); Ein Netzwerk für Rasengleise; Der Nahverkehr – Verkehrsplanung; S26-29. http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/Nahverkehr_11-2011.pdf

¹¹Fotos von www.google.at

„Derzeit sind knapp 11 % (29,2 km) des rund 273,5 km umfassenden DVB-Gleisnetzes als Rasengleis ausgeführt. Das ist eine zusätzliche Grünfläche für Dresden von mehr als 110.000 m² (entspricht gut 15 FIFA-Fußballfeldern).



9. Abbildung: Dresden¹²

Die Verlegung des Rasengleises lässt beispielhaft die Arbeitsschritte Verlegung der Rollrasens (25 mm) auf der Wachstumsschicht (70 mm) über Speichervlies (10 mm) und Geotextil (3 mm) nach Regelquerschnitt erkennen.



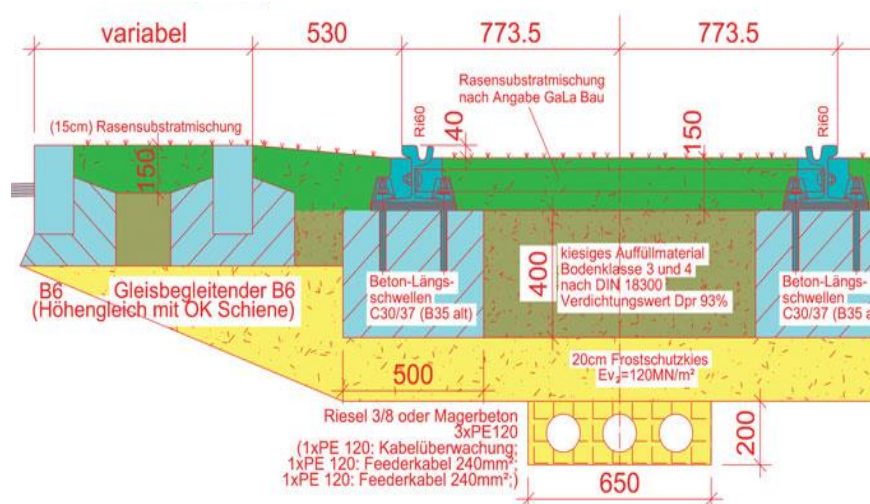
10. Abbildung: Teststrecke von Rollrasen in Dresden¹³

Derzeit sind etwa 22 % (17 km) des rund 79 km Strecken umfassenden MVG-Gleisnetzes als Rasengleis (hoch- und tiefliegend) ausgeführt. In München, wo prinzipiell die selbe Bauweise wie in Wien angewandt wird, hat man in Lärmkritischen Bereichen zuletzt nur noch mit hochliegender Vegetationsebene gearbeitet; die Vorteile bei der Lärmdämmung sind einfach

¹²Fotos von www.google.at

¹³Fotos von www.google.at

nicht von der Hand zu weisen. Mit Streuströmen oder Korrosion hat man kein Problem, da die Schienen mit Kunststoffprofilen ummantelt sind. Die beiden letzten Neubaustrecken sind fast vollständig als Grüngleis ausgeführt. Die im Gleisbereich verwendete Rasenmischung besteht aus Landschaftsrasen-Trockenlagen, ohne Kräuter. Das Saatgut für die gleisbegleitenden Wiesenstreifen stammt aus der Region Alpen und Voralpenland und wurde speziell auf die Standortbedingungen (v.a. trockenheits- und salzverträglich) abgestimmt. Die Mischung besteht aus ca. 45 % Gräsern und ca. 55 % Kräutern.“



11. Abbildung: Münchener Rasengleis-Oberbau¹⁴

„Grüne Straßenbahngleise gibt es bei der BVG seit 1995. Ende 2004 waren in Berlin etwa 28 Kilometer Gleis begrünt. Neben Rasengleisen existieren auch einige Trassen, die mit pflegeleichten Sukkulenten bepflanzt wurden. Der Vorteil: das Rasenmähen entfällt. Die steinkrautähnlichen Pflanzen verschönern u. a. in der Torstraße (Mitte) und am Hultschiner Damm (Mahlsdorf) die Gleise.“¹⁴

¹⁴DR.-ING. KLAUS HÖNICKE (2013); Dresden und München: Rasengleis auf zwei Neubaustrecken von; Stadtverkehr 7-8 (58. Jahrgang); S31



12. Abbildung: Berlin¹⁵

„Etwa 30 Prozent der oberirdischen Stadtbahnstrecken im SSB-Netz sind begrünt. Neubaustrecken plant und baut die SSB grundsätzlich als Rasenbahnkörper, auch wenn die Baukosten höher, die Instandhaltung vor allem auch der drei- bis viermaljährlich Mäh Aufwand teurer ist.“¹⁶

Frankreich

„In Frankreich, wo der Trend zur grünen Straße begann, gibt es inzwischen unterschiedliche Tendenzen; In sensiblen Bereichen ist sorgfältigste Gestaltung zu einem prestigeträchtigen Statussymbol geworden. So ziehen sich immer mehr parkartig gepflegte grüne Bänder durch die Städte; Die Straßenbahn wird bewusst zur gestalterischen Aufwertung eingesetzt, mit Neuaufteilung des Straßenraums über die gesamte Breite. Es gibt aber auch Experimente zur Kostenreduktion: verschiedentlich setzt man statt Rasen Sedum ein und erhofft durch diese anspruchslosen Pflanzen Kostenreduktionen bei der Pflege. Mittlerweile wurden die neu entstandenen grünen Straßen in ganz Europa zum Sympathieträger für den öffentlichen Verkehr; Sie sind freundliche Vorboten der ökologischen Stadt von morgen und bringen den Bewohnern neue Aufenthalts- und Lebensqualität in vorher vom Automobil beherrschten öffentlichen Räumen.“¹⁷

¹⁵DI AGR. HENDRIKJE SCHREITER (2010); Green tram tracks; Final Conference URBAN TRACK; F4.

¹⁶<http://www.ssb-ag.de/>

¹⁷ HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>



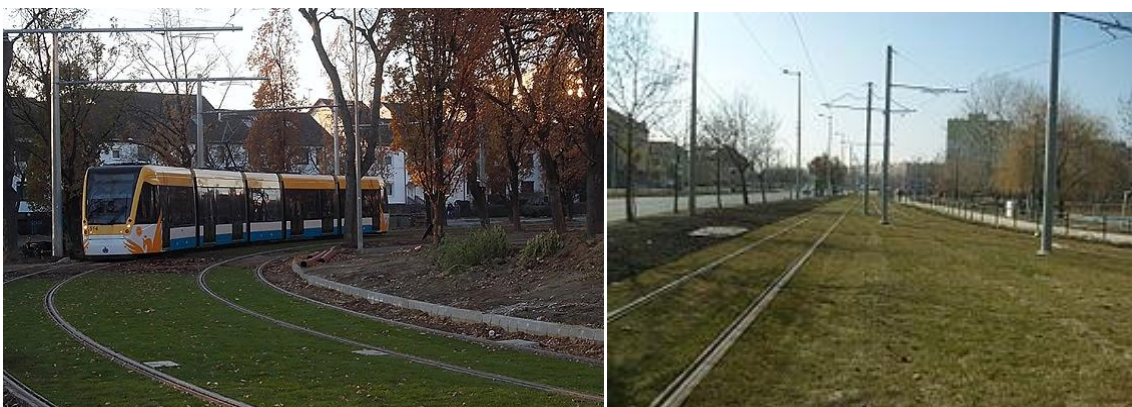
13. Abbildung: Rasengleise in Frankreich (l) Mulhouse und (r) Bordeaux¹⁸



14. Abbildung: Lyon (l) und Strasbourg (r)¹⁹

Ungarn

In den letzten 5 Jahren wurden viele Grüngleisstrecken in Ungarn gebaut. In den Städten Debrecen und Szeged sind schon einige Abschnitte wo Rasengleise in Betrieb sind. In Szeged gibt es ein Betriebsbahnhof, der Rasengleis – Oberbau hat.



15. Abbildung: Debrecen und Szeged²⁰

¹⁸HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

¹⁹HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

In Budapest sind derzeit 2 Baustellen, der Umbau der Linie 3 und der Umbau und Verlängerung der Linie 1, wo neue Grünleisestrecken ausgebaut werden. Diese Linien sind zweigleisig und die Länge von neuen Grünflächen wird ungefähr 3 km betragen.



16. Abbildung: Neue Linie 1 in Budapest²¹

Japan

Kagoshima ist eine Stadt auf der Insel von Kyushu, Japan; hier existieren Rasengleise. Das heißt die Renaissance der Straßenbahn ist schon auch im Fernost.



16. Abbildung: Weichen (l) und Haltestellen (r) mit Grünleis – Oberbau in Kagoshima²²

²⁰Fotos:

https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCnleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcl&ved=0CacQ_AUoAg#tbn=isch&q=szeged+f%C3%BCves%C3%ADtett+v%C3%A1g%C3%A1ny

²¹https://www.google.hu/search?q=1+es+villamos&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=2f-gVdijEMjxULjuo-AK&ved=0CacQ_AUoAg#

B

Wien

„In den 1980er Jahren wurde in Wien, vor allem aus ästhetischen Gründen, begonnen, die Trassen einzelner Straßenbahnlinien bzw. Straßenbahnstrecken, vor allem im Bereich von Grünanlagen, zu begrünen. Die erste Begrünung von Straßenbahngleisen in Wien erfolgte im Jahr 1987 in der Brünnerstraße. An diesem Standort handelt es sich um ein „unechtes“ Rasengleis mit Beton-Lochplatten. In den Jahren 1988 – 1992 wurde das Rasengleis in der Wolkersbergenstraße bis zur Hermesstraße ausgebaut. Beide Grüngleise wurden auf humusreiches Substrat angelegt.“²³

Weitere Grüngleise wurden am Landstraßer Gürtel der Linie 18, beim Zentralfriedhof der Linie 71, der Straßenbahnlinie O am Columbusplatz und auch der Linie 31 im Abschnitt Marienbrücke-Schwedenbrücke begrünt, aber keines wurde noch umgebaut.

Nach einigen Jahren begann sich der Zustand der begrünter Gleise zu verschlechtern, die gesäten Arten waren der ständigen Belastung durch die überfahrenden Straßenbahnen und andere mechanische Belastungen kaum gewachsen.

Derzeit ist die Linienlänge der Straßenbahnlinien in Wien 172 km. Das Netz besteht aus 28 Linien, davon haben 5 Linien einige begrünte Abschnitte. Diese Linien sind 18, 25, 26, 62, 71. Diese sind zusammen ca. 3000 m lang, exklusiv die neue Grüngleisstrecke der Linie 26, die im Jahr 2013 ausgebaut wurde. Das heißt nur 1,7% der Linien sind begrünte Gleise.

Die Linie 18 hat einen ca.500 m langen begrünten Abschnitt auf der Landstraßer Gürtel zwischen der Prinz-Eugen-Straße und der Kärchergasse.

²²https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbm=isch&q=f%C3%BCves%C3%ADtett+v%C3%A1g%C3%A1ny+Jap%C3%A1n

23GÖKHAN CAKIR UND BERNADETTE HOFER; Mikroklimatische Bedingungen und Pflanzengemeinschaften auf „Rasengleisen“ der Wiener Straßenbahn, BOKU Diplomarbeit



18 Abbildung: Linie 18 - Landstraßer Gürtel²⁴

Auf dem Bild ist die Linie 18 – Landstraßer Gürtel im 3. Bezirk. Diese Grüngleisstrecke ist entlang des Schweizergartens und ist sehr ungepflegt.

Während des Umbaus des Gürtels war diese Strecke von Fahrzeugen benutzt und ist jetzt nach den Bauarbeiten in einem sehr schlechten Zustand.



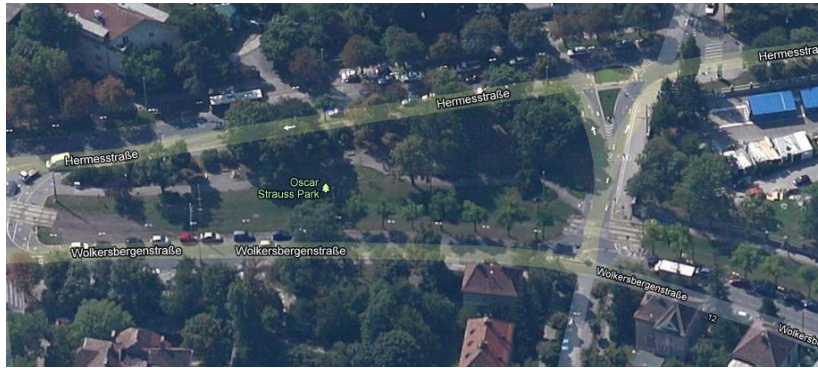
17. Abbildung: Grüngleis in der Tokiostraße²⁵

In dem 22. Bezirk ist auf der Linie 25 eine 600m lange Grüngleisstrecke auf der Tokiostraße. Die Linie 26 hat dort auf der Oberfeldgasse einen ca. 600m langen, begrünten Abschnitt.

²⁴eigenes Foto

²⁵Foto:

https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcl&ved=0CAcQ_AUoAg#tbn=isch&q=gr%C3%BCngleis+Tokio+stra%C3%9Fe



20. Abbildung: Wolkenbergerstraße²⁶

Die Linie 62 hat einen 1200 m langen Abschnitt auf der Wolkenbergerstraße zwischen der Anton-Langer-Gasse und der Endstation.



21. Abbildung: Wolkenbergerstraße²⁷

Im 11. Bezirk von Wien ist vor dem Zentralfriedhof eine Grüngleisstrecke mit Beton-Lochplatten.

²⁶<https://www.google.hu/maps/place/Wolkenbergerstra%C3%9Fe,+1130+Wien,+Ausztria/@48.1682122,16.2812886,110m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x476da7c8af029819:0x7fb8d3082850cddb>

²⁷https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbn=isch&q=wolkenbergerstra%C3%9Fe

4. Vorteile des Grüngleis - Oberbaus

In der Regel können wir sagen, dass:

„Grünflächen haben wesentliche Einflüsse auf das Mikro-, Mezo- und Makroklima und nehmen Einfluss auf die Luftqualität, die Windtätigkeiten und die Lärmentwicklung.“²⁸

In Dresden wurde eine Studie über die Kühlleistung des Rasengleises erstellt. In dieser Studie ist auch eine Monetarisierung für diese Kühlleistung zu finden, die meiner Meinung nach sehr überzeugend ist.

Kühlleistung der Rasengleise durch Verdunstung

„Aus humanbiometeorologischer Sicht ist in Städten die Energiebildung bzw. Abkühlung in Wärmeperioden besonders wichtig. Voraussetzung für einen ausgeglichenen Wasserhaushalt ist das Vorhandensein von Vegetation, da sie die Wasseraufnahme und Wasserspeicherfähigkeit sowie die Verdunstung und Kondensation verzögert. Die zur Verdunstung von 1 Liter Wasser erforderliche Energie beträgt 2257 kJ oder 0,63 kWh. Diese Energie wird der Umgebung entzogen, das zur Abkühlung von rund 200 m³ Luftvolumen um 10K (von 30° auf 20°) führt.“

In Dresden wurde eine Berechnung der Kühlleistung ausgerechnet. Da die Fläche der Dresdner Rasengleise insgesamt rund 100.000 m² beträgt, bewirken sie eine Abkühlung von etwa 8,8 Mrd. m³ um 10K. Die jährlich abgekühlte Luftmenge entspricht somit dem Volumen von 88.000 Stadien.

Fiktive Monetarisierung der Kühlleistung

*Da der Energieaufwand für die Verdunstung von Wasser nun bekannt ist, ist es möglich, die erbrachte Kühlleistung über den Strompreis in Euro auszudrücken. Zur Verdunstung von 1 Liter Wasser werden physikalisch 2257 kJ bzw. 0,63 kWh benötigt. Pro Quadratmeter werden von den Dresdner Rasengleisen durchschnittlich 438 Liter von den jährlichen Niederschläge verdunstet. Pro m² werden für diese Verdunstung (438L*0,63kWh) 276 kWh benötigt. Zur Verdunstung des Niederschlags vom 100.000 m² Rasengleis sind 27.600.000 kWh pro Jahr erforderlich. Die Kosten für eine kWh werden mit 0,20€ angesetzt. Der monetäre Wert für*

²⁸DI BRIGITTE MANG (2004); Bundesgärten Wien und Innsbruck; Tagungsband grünstadtgrau

dierbrachte Verdunstungs- bzw. Kühlleistung beträgt jährlich 5.520.000€. Durch Bewässerung und damit zusätzlich zum Niederschlag zur Verfügung stehende Wassermengen könnte dieser Betrag entsprechend gesteigert werden.

Gemeinwohlleistung des Rasengleises

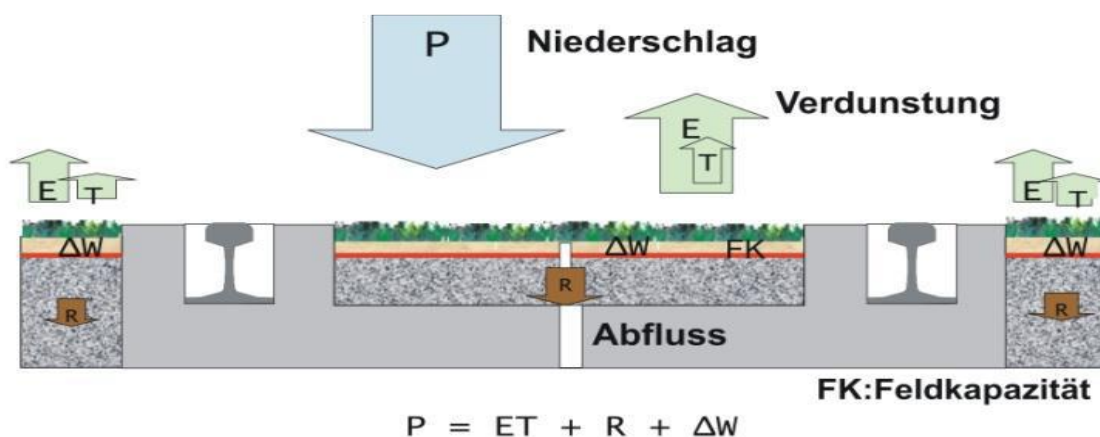
Raseneindeckungen in Straßenbahngleisen bedeuten auf den ersten Blick Mehrkosten für Neubau und Instandhaltung. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen jedoch, dass Rasengleis unter dem Aspekt des Stadtklimas eine deutlich höhere Würdigung in der Öffentlichkeit erfahren muss. Ihr Nutzen für die Umwelt und Lebensqualität ist größer als die Kosten.“²⁹

Auswirkungen von Gleisbettbegrünungen auf die Wasserrückhaltung

„Analog zu den Aussagen zur Beeinflussung des Wasserhaushaltes durch die Begrünung von Dächern werden ähnliche Effekte auch bei der Begrünung Gleisbettungen erwartet. Die Wasserbilanz auf dieser Fläche im Vergleich zum nicht begrünten Gleisbett wird in ihrem einzelnen Element entscheidend verändert. Die Regenwasserrückhaltung des Vegetationssystems im Gleis ist stark abhängig von den Witterungsperioden: sommerliche-, winterliche Witterung oder Übergangsperiode. Betrachtet man die Wasserbilanz eines Jahres, so bewirkt das in das Gleisbett eingebrachte Begrünungssystem je m² eine Rückhaltung von etwa 58% der Gesamtniederschlagsmenge. Nur 41% der Niederschläge belasten die Kanalisation. Damit könnte sich die Gleisbett-Begrünung neben vielen ökologischen Effekten auch bedeutend auf die Wirtschaftlichkeit von Regenwassereinleitungsgebühren - Einsparung des Bahnbetreibers auswirken.“³⁰

²⁹SIEGL, BÖHME, KIRCHNER (2010); Auswirkungen des Rasengleises auf das Klima in der Stadt; Verkehr und Umwelt, S20.

³⁰KAPPIS, HENZE, GORBACHEVSKAYA, SCHREITER (2010); Stadtökologische Effekte von Gleisbettbegrünungen; Berliner Geographische Arbeiten 116; S9-41



22. Abbildung: Elemente des Wasserhaushalts im begrünten Straßenbahngleis³¹

Lärmminderung

Neben der Kühlleistung und der Wasserrückhaltung hat das Rasengleis noch einen anderen Vorteil- und zwar die Lärmminderung, oder Schallminderung von den Gleisen mit hochliegender Vegetationsebene. Viele Menschen sind durch Lärmbelastung gestört, und benennen den Verkehr als Verursacher.

„Lärm – Laut Mikrozensus 1998 fühlen sich 28% der Österreicher von Lärm gestört, 16% sogar sehr stark gestört. Von diesen 28% nennen rund 80% den Verkehrslärm als Verursacher.“³²

Schallminderung

„Die schallmindernde Wirkung der Vegetationssysteme ist im Allgemeinen anerkannt und wird in der gegenwärtigen Fassung der Schall 03 (SchienenLärm) berücksichtigt, in dem für Gleiskörper mit Raseneindeckung ein Pegelzuschlag von -2dB(A) gewährt wird. In Gegenüberstellung zu einer Bauweise mit einer eingedeckten Fahrbahn kann demnach auch zukünftig davon ausgegangen werden, dass bei einem Feste-Fahrbahn-Gleis mit hochliegender Vegetation eine Pegeldifferenz von -4 bis -7 dB(A) bereits der Planung berücksichtigt und zu Kosteneinsparungen bei sonst geforderten zusätzlichen Lärmschutzmaßnahmen führen wird. In einer dicht bebauten Innenstadtstraße durch eine solche Maßnahme auf einer Streckenlänge von 100 Metern die Wohn- und

³¹KAPPIS, SCHREITER (2012); Wirkung und Funktion Grüner Gleise; Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS; www.gruengleisnetzwerk.de; Seite 6.

³²UNIV. LEKT. DI ROBERT THALER; 2004; Lebensministerium, Tagungsband „grünstadt- grau“

Lebensbedingungen von zwei- bis dreitausend Bewohnern entscheidend verbessert werden können“³³

Die modernen Züge auf modernisierten Gleisen sind leiser, das gilt besonders für Rasengleise mit hochliegender Vegetationsebene. So ist die Lärminderung auf den neuen Rasengleisen sehr bedeutend.

Reduktion des Schallpegels

„Mit Hilfe systematischer Messreihen konnte die Reduktion der Schallemission nachgewiesen werden. Dazu wurden Messfahrten vor und nach Einbau der Raseneindeckung durchgeführt. Gleiche Fahrzeuge und Fahrzeugführer sowie gleiche Messorte garantierten dabei aussagekräftige Ergebnisse der Messungen. Die Messungen ergaben, dass durch Rasengleise der Vorbeifahrtspegel, unabhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit, um ca. 5 db(A) im Vergleich zum offenen Querschwellengleis verringert wird. Damit konnte nachgewiesen werden, dass der Lärmpegel bei Gleisen mit Vegetation deutlich geringer ist als bei vergleichbaren offenen Gleisen und somit eine wichtige aktive Schallschutzmaßnahme in Städten darstellt. Zudem dienen Rasengleise als natürliche Wasserspeicherung und besitzen Potenzial zur Feinstaubreduzierung.

Verringerung der Aufheizung im Gleis

- *Beitrag durch Verdunstungskühlung*
- *Schutz des Bodens bzw. des Oberbaus vor direkter Sonneneinstrahlung und der damit verbundenen Wärmeaufnahme*
- *Vegetationssysteme haben eine geringere Wärmespeicherkapazität als Beton und Asphalt und kühlen nachts zudem stärker aus*
- *isolierende Wirkung hochliegender Vegetationssysteme auf Schienenaufheizung: ohne Einbettung in Vegetation: Schienentemperatur bis 50 - 60 °C im hochliegenden Grünen Gleis: Schienentemperaturen bis 25 -30 °C*
- *Beitrag zur Verringerung der lokalen Aufheizung von Innenstadtbereichen (Wärmeinseleffekt)*

³³KAPPIS, SCHREITER (2012); Wirkung und Funktion Grüner Gleise; Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS; www.gruengleisnetzwerk.de

Wertsteigerung der Umgebung durch repräsentatives Straßenbild³⁴



23. Abbildung: Stadtbildverschönerung

Durch die Begrünung von einem Kilometer Doppelgleis in einer dicht bebauten Innenstadtstraße können die Wohn- und Lebensbedingungen von 2.000 bis 3.000 Anwohnern verbessert werden.

Schadstoffaufnahme und –Rückhaltung

- *potenzielle Verringerung der lokalen Feinstaub-/ Schadstoffkonzentration der Luft durch Deposition auf der Vegetationsoberfläche*
- *teilweise Bindung und Verstoffwechslung von Schadstoffen durch Pflanzen*
- *Verminderung der Wiederaufwirbelung von Stäuben im Gleis*

Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden

- *enge Beziehung zwischen Grünflächenanteil und Erkrankungen der Atemwege und Herzbeschwerden verweist auf Bedeutung von Grünflächen*
- *Einfluss von Grün auf das soziale und psychische Wohlbefinden*

Stadtgestalterische Effekte

- *Optische Aufwertung der Gleisanlagen*
- *Stärkere Akzeptanz der Verkehrsunternehmen bei der Bevölkerung*
- *Erhöhung des Images der Städte und ihrer Verkehrsunternehmen*

³⁴KAPPIS, SCHREITER (2012); Wirkung und Funktion Grüner Gleise; Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS; www.gruengleisnetzwerk.de

- *Städtische Freiräume sind wichtiger Standortfaktor (Gewinnung von sich ansiedelnden Unternehmen, Steigerung der Immobilienwerte)*

Wirtschaftliche Effekte

- *Grüne Gleise können als Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahme anerkannt werden bzw. bei der Einrichtung Grüner Gleise verzichten viele Kommunen auf Ausgleichsmaßnahmen*
- *spürbare Entlastung des Niederschlagswasserabflusses (Kanalisation, Vorfluter) durch Grüne Gleise im Vergleich zu unbegrüntem Gleisen*
- *Verringerung des Instandhaltungsaufwandes des Schottergleises bzw. der Schienen möglich*
- *Verringerung von Verschmutzungen der Gleise, verringerter Reinigungsaufwand*

Indirekte Effekte für die Verkehrsunternehmen

Aufwertung des Images der Verkehrsbetriebe hinsichtlich ihres Beitrages zur Verbesserung der Lebensbedingungen sowie zur ökologischen Außendarstellung

Direkte Effekte für die Kommunen bzw. die Bevölkerung

- *Die verzögerten bzw. verringerten Abflussmengen des Regenwassers im Vergleich zu eingedeckten Gleisen können in der Summe der Begrünungen für die Dimensionierung bzw. Entlastung der Kanalisation und der Wasseraufbereitungsanlagen der Stadt relevant sein.*
- *Aufgrund der Verdunstung und der gesteigerten Oberflächenalbedo von Vegetation wird die Umgebungstemperatur verringert. Dies führt in der Summe der urbanen Begrünungen zu einer Minderung der Ausbildung urbaner Wärmeinseln, wodurch lokale Energiekosten für Klimaanlage in Hitzeperioden verringert werden können. Die Produktivität der arbeitenden Bevölkerung wird weniger gemindert sowie hitzebedingte Gesundheitsschäden werden reduziert.*
- *Die Verringerung von Lärmemissionen durch Grüne Gleise kann bereits bei der Planung berücksichtigt werden und zu Kosteneinsparungen bei sonst geforderten zusätzlichen Lärmschutzmaßnahmen führen.*
- *Wertsteigerung der Umgebung durch repräsentatives Straßenbild*

- *Durch die Begrünung von einem Kilometer Doppelgleis in einer dicht bebauten Innenstadtstraße können die Wohn- und Lebensbedingungen von 2000 bis 3000 Anwohnern verbessert werden.“*

5. Erhaltungsarbeiten, Vergleich zu dem eingedeckten Oberbau

Die Instandhaltung ist unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte immer auf dem Soll-Zustand auszurichten. Der Soll-Zustand ist bei der Errichtung der Bahnanlagen herzustellen und ist im technischen Regelwerk für den Fahrweg und seine Elemente festzulegen.

Die Maßnahmen werden untergliedert in:

- Inspektion (Festlegen und Beurteilen des Ist-Zustandes: Messen, Prüfen, Diagnostizieren)
- Wartung (Bewahren des Soll-Zustandes: Reinigen, Schmieren, Nachstellen)
- Instandsetzung (Wiederherstellen des Soll-Zustandes: Austauschen, Ausbessern)
 - Verbesserung (Verbessern des Soll- und Ist-Zustandes: Weiterentwickeln, Verbessern, Ausbau)
 - Reparatur

Instandhaltungsaufgaben am Oberbau im Straßenbahnbereich

Die Instandhaltung umfasst gemäß EN 13306 alle „*Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes von technischen Mitteln eines Systems.*“

Die Instandhaltung der Bahnanlagen dient dauerhaft den Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Komfort, Geschwindigkeit und Belastung.

Anforderungen der Instandhaltung:

1. Betriebssicherheit
2. Spurführungssicherheit, Tragfähigkeit
3. Elektrische Leitung – und Isolierfähigkeit, Streustrom
4. Erschütterungs- und Lärminderung
5. Wirtschaftlichkeit

Erhaltungsarbeiten am Oberbau im Straßenbahnbereich

- Inspektion (Streckengehen, Messfahrten, Weichenuntersuchung, Weichenhauptuntersuchung)

- planmäßige Erhaltung der Gleise (Schotterbettreinigung, Unkrautbekämpfung, Dübeln, Ultraschallüberwachung, Kleineisen regulieren)
- planmäßige Erhaltung der Weichen (Kleineisen regulieren, Weichenheizung)
- außerplanmäßige Erhaltung (kleine Erhaltung der Gleise/Weichen, Auswechseln von Einzelteilen/Weicheneinzelteilen)

Alle Oberbaustoffe unterliegen einem Verschleiß

- der Betriebsbelastung
- den Anlageverhältnissen
- den örtlichen Einflüssen und
- des klimatischen Einflusses.

Spezifische Maßnahmen der Instandhaltung beim Grüngleis

Die Anlage von Rasengleisen erfordert eine aufwändigere Pflege als Gleisen mit eingedektem Oberbau. Eine optimale Betriebsführung und eine gesicherte, von anderen Verkehrsteilnehmern getrennte Gleisanlage sind wichtige Anforderungen an einem grünen Gleis.

Pflege des Rasengleises:

- Düngung: das Rasengleis wird in der Praxis im besten Fall ein bis zweimal jährlich gedüngt. Günstige Düngetermine sind Frühjahr und Herbst.
- Schnitt: Ein erstes Betreten und Mähen des Rasens wird nach ca. drei Monaten empfohlen. Die mindest anzustrebende Mähfrequenz sollte dreimal pro Jahr betragen, besser sind 6-10-mal jährlich.
- Laubreinigung, Mähgutbeseitigung von Rillen und Weichen
- Bewässerung: Die Häufigkeit der Bewässerung hängt neben der Substrathöhe, dem Klima, und der Witterung von den eingesetzten Arten, von der Wasserspeicherfähigkeit und –durchlässigkeit des Substrats, von der Exposition der Flächen (sonnig oder schattig, windig oder nicht) sowie von der Neigung der Strecke ab. Die Entscheidung gegen eine Zusatzbewässerung wird oft aus Kostengründen getroffen.
- In einigen Städten in Südeuropa (z.B. in Spanien oder in Italien) werden die Gleise dennoch zumindest während der Trockenperioden gegossen.

- Dafür wurden Gießwagen gebaut.
- Auch eine künstliche Bewässerung kann eingebaut werden, so kann der Betreiber Personalkosten einsparen.



184. Abbildung: Bewässerungssystem in Frankreich³⁵

Pflegemaßnahmen in Sedumgleise:

- Düngung: Es wird im Interesse eines stabilen und optisch attraktiven Vegetationsbildes empfohlen, jährlich eine Erhaltungsdüngung je nach Witterungsverlauf Ende April bis Mitte Mai anzuwenden.
- Pflege: Auf Grund der begrenzten Wuchshöhe von Sedum ist ein Schnitt wie beim Rasengleis nicht erforderlich. Jährlich sollten die folgenden Arbeiten ausgeführt werden: Beseitigung von Verunreinigungen, Entfernung von Fremdvegetation.
- Sanierung: Nachsäen der Fehlstellen mit Sedumsprossen.

³⁵HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

Schutz des Grüngleises:

- Wenn die Straßenbahn von der Fahrbahn getrennt ist, aber es gibt auf der Fahrbahn großen Verkehr, ist es sinnvoll, gegen Beschädigung von Streusalz, eine Trennzone zwischen der Gleiszone und der Fahrbahn einzubauen. Diese Zone kann eine ca.50-100cm weite Rasenzone sein, oder es können auch Büsche am Rand der Gleiszone gepflanzt werden. Die Gleise können auch in einer Allee gelegt werden.



25. Abbildung: Gleise in einer Allee³⁶

³⁶HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

Winterdienst:

- Im Winter beim Schneefall, wenn es notwendig ist, muss der Betreiber Sonderzüge verwenden, um den Schnee zu beseitigen. Der Schneepflug kann die gesamte Pflanzendecke abhobeln. Deshalb musste es nachgesät werden, was jedes Jahr einigen finanziellen Aufwand nach sich zieht. Dazu könnte der Betreiber eine neue Art des Schneepflugs verwenden statt der, die z.B. in Wien im Einsatz sind. Der Schneepflug mit Bürste, der im Jahr 2012 an dem Innotrans vorgestellt worden war, bereitet keine Probleme (Ablagerung des Materials vom Gleiskörper) bei der Beseitigung.



26. Abbildung: Schneepflug von der Firma Windhoff³⁷

Es gibt eine andere Möglichkeit für die Schneeräumung. Einige Fahrzeuge könnten während der Nacht fahren, so wäre kein Schnee auf den Gleisen in Betriebszeit.

³⁷Foto: <http://tram2000.blogspot.hu/2012/09/innotrans-2012-impressionen.html>

„Reduzierung des Pflegeaufwands durch Standortgerechte Bepflanzung:³⁸

Die Auswahl und Verteilung der Pflanzen erfolgt auf Basis von:

- Bestimmung chemischer und physikalischer Bodenparameter
- meteorologischen Messungen des Mikroklimas (z.B.: Wind, Strahlung, Temperatur)
- Verendung von größtenteils heimischen Gräsern und Kräutern
- Zusammenstellung von drei unterschiedlichen Saatgutmischungen:
 - o für salzbelastete Standorte
 - o für sehr trockne Standorte
 - o für halbschattige Standorte“

Z.B.: Die Situation in der Stadt von Linz ist wie folgt:

Der Substrataufbau ist denkbar einfach: 10 cm Schotter als Drainageschicht, darauf 5 cm Humus.

- bewässert wird das Gleis nicht, auch um das Gras nicht zu schnellem Wachstum „anzuspornen“
- zweimal jährlich wird gemäht.
- Schneepflugfahrten werden mit 4 cm Abstand zwischen Schneeschild und Schienenoberkante durchgeführt, um Schäden zu vermeiden

Als Grund für den häufigen Einsatz des Grüngleises wird auch der Wunsch der Stadt Linz nach optisch ansprechendem Stadtbild genannt; die Verkehrsbetriebe planen daher von vornherein grüne Trassen.

³⁸ULRICH KRAL, PAUL STECKLER; 2012; Ökologischer Straßenbahnoberbau – Standortgerecht begrünte Gleisanlagen für die innovative Stadt von morgen; „ Vom Baustein zum Gesamtsystem Smart City“

6. Kostenvergleich für Instandhaltung nach Art des Oberbaus³⁹

<i>Oberbausysteme</i>	<i>Nicht begrünt</i>	<i>Begrünt</i>
<i>Schotteroberbau</i>	<i>Querschwellengleis, offen</i>	<i>z.B. Kasseler Rasengleis</i>
<i>FF (Gleisrost direkt auf durchgängig bewehrter ATS aufgelagert und verankert)</i>	<i>ATD</i>	<i>z.B. ATD-Berlin</i>
<i>FF (Gleisrost direkt auf durchgängig bewehrter BTS aufgelagert und verankert)</i>	<i>BTD</i>	<i>z.B. Bremer Rasengleis</i>

1. Tabelle: Oberbausysteme

Abkürzungen:

- *FF: Feste Fahrbahn*
- *ATS: Asphalttragschicht*
- *ATD: Asphalttragschicht mit Direktauflagerung*
- *BTS: Betontragschicht*
- *BTD: Betontragschicht mit Direktauflagerung*



27. Abbildung: ATS mit hochliegender Vegetation und mit tiefliegender Vegetation⁴⁰

³⁹KAPPIS, HENZE, GORBACHEVSKAYA, SCHREITER; 2010; Basierend auf in Deutschland am häufigsten verwendeten Gleisoberbauarten; Wirtschaftliche Aspekte Grüner Gleise; Berliner Geographische Arbeiten 116; S91

⁴⁰(2011); Die Grünen Gleise für den Nahverkehr; <http://www.railone.com/de>

Kostenkalkulation für Oberbausysteme⁴¹

„Angaben in €/lfd. Meter Einzelgleis, 1-Meter-Einzelgleis= 2,7m², Vegetationsfläche 2m² festgelegt, hochliegendes System:

Baukosten	Schottergleis		ATS			BTS		
	nicht begrünt	begrünt	nicht begrünt	Rasengleis	Sedumgleis	nicht begrünt	Rasengleis	Sedumgleis
Baukosten ges. ohne Kammerfüllkörper	365,00	403,00	590,00	558,00	593,50	718,00	688,00	723,50
Pflege, Wartung, Instandhaltung im 1. Jahr	0,30	6,00	0,00	6,00	5,80	0,00	6,00	5,80
Summe P,W,I 2-20. Jahr	5,70	92,15	0,00	92,34	28,80	0,00	92,34	28,88
Gesamtkosten hochl. System (Bau, 20 Jahre)	371,00	631,15	590,00	786,34	758,18	718,00	916,34	888,18

2. Tabelle: Bau-, und Instandhaltungskosten

Begrünungssystem	€/m ² und Jahr	€/lfd. M Gleis und Jahr
Rasengleis	2,43	4,86
Sedumgleis	0,76	1,52

3. Tabelle: Instandhaltungskosten für die Begrünungssysteme ab 2. Jahr nach Einbau

Auf Grund der vorangehenden Daten haben Sedum-Gleise weniger Instandhaltungskosten als Rasengleise, obwohl diese die höchsten Baukosten haben. Die modernen Oberbauformen verursachen auf Grund ihrer hochwertigen Bauform im Vergleich zum Schottergleis höhere Baukosten, weisen aber gegenüber dem Schottergleis viele Vorteile auf. Zum Beispiel:

- wesentlich geringere Wartungskosten
- hohe Verformungs- und Witterungsstabilität
- lange Lebensdauer
- erhöhte Fähigkeit, Querkräfte aufzunehmen
- geringe hitzebedingte Gleisverwerfungen
- Nachstopfen ist nicht erforderlich.

Für einen Vergleich der Lebenszykluskosten der verschiedenen Oberbauformen sind diese Vorteile zukünftig monetär zu bewerten.

⁴¹KAPPIS, HENZE, GORBACHEVSKAYA, SCHREITER; 2010; Basierend auf in Deutschland am häufigsten verwendeten Gleisoberbauarten; Wirtschaftliche Aspekte Grüner Gleise; Berliner Geographische Arbeiten 116; S91

Die Anforderungen der Kosten (Beispiele aus zwei deutschen Großstädten)

München

„Die Herstellungskosten des Rasengleises ohne Unterbau belaufen sich auf 5,30 EUR/m² (Rasensubstratschicht: 4,20 EUR/m², Planum: 0,86 EUR/ m² und Rasenansaat: 0,24 EUR/m²). Die Fertigstellungspflege von einem Jahr Dauer beinhaltet sechs Mähgänge (0,14 EUR/m² je Mähgang) sowie eine organisch-mineralische Düngung (0,14 EUR/m²). In der anschließenden zweijährigen Entwicklungspflege (gegenwärtig läuft das erste Jahr) erfolgen acht Mähgänge pro Jahr (0,11 EUR/m² je Mähgang) sowie jeweils 1 x Düngen/Jahr (0,14 EUR/m²). Beide Pflegestufen werden von einer beauftragten Firma ausgeführt. Sämtliche an dieser Stelle genannten Einheitspreise verstehen sich als Netto-Preise.

Dresden

Die Kosten für die Verlegung der Rasenschicht (ohne Unterbau) betragen derzeit pro m² rund 4 EUR. Die Pflege erfordert neben der generellen Anwuchsbewässerung im jahreszeitlichen Verlauf teilweise eine Fremdbewässerung (Vorwerkstraße) oder, bei Ausführung als bewässertes Rasengleis, die Nutzung von Niederschlags- bzw. Grundwasser (westliche Brückenrampe bis einschließlich Endschleife). Die Rasenmähd wird von extern beauftragten Pflegefirmen mit herkömmlicher Technik ausgeführt (vier bis fünf Mal pro Jahr). Sind keine Fremdeinwirkungsschäden durch unbefugtes Befahren zu beseitigen, ist keine weitere Pflege nötig und die Pflegekosten belaufen sich auf knapp 3 EUR/m² jährlich.“⁴²

⁴²DR.-ING. KLAUS HÖNICKE; 2013; Dresden und München: Rasengleis auf zwei Neubaustrecken von; Stadtverkehr 7-8 (58. Jahrgang); S31

7. Vor- und Nachteile der Rasengleise im Vergleich zum Sedum-Gleis

Vorteile

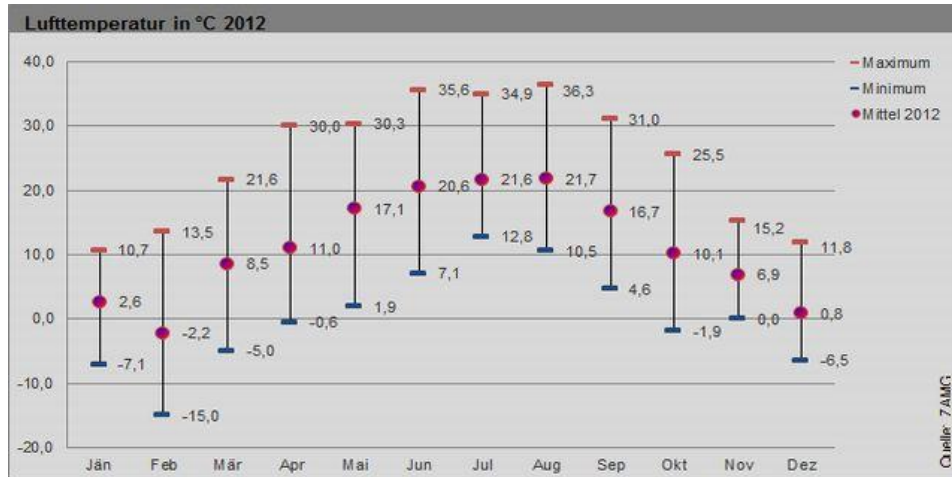
- Höhere Trittresistenz
- Rollrasen kann zu fast jeder Jahreszeit verlegt werden
- Ästhetische Vorteile
- Die Sanierung von Rasengleisen bei Vegetationsschäden ist unkomplizierter
- Substrat und Rasen sind leichter verfügbar als die Materialien für Sedum-Gleise und sind einfacher einzubauen

Nachteile

- Trittresistenz kann auch ein Nachteil sein, wenn die Fußgänger die Gleiszone überqueren, kann das Sedum sehr beschädigt werden.
- Rasengleise sind mit einem wesentlich höheren Pflegeaufwand verbunden
- Die Mähfrequenz ist sehr unterschiedlich und abhängig von der Witterung, der geographischen Lage, der eingesetzten Rasenmischungen und Substrate sowie von der Düngergaben
- Rasenschnitt ist erforderlich, um den ästhetischen Wert des Rasengleises beizubehalten
- Bewässerung der Rasengleise z.B. mit Gießwagen
- Die Kosten von Wartung, Pflege und Instandhaltung sind höher (siehe 2. Tabelle) als die Kosten bei Sedum-Gleis ab dem 2. Jahr nach dem Einbau, obwohl die Errichtungskosten niedriger sind. Insgesamt ist Sedum-Gleis günstiger während des Lebenszyklus.

8. Klimatische Bedingungen in Wien

Die monatliche durchschnittliche Lufttemperatur war in Wien im Jahre 2012 wie das in der nachstehenden Tabelle sichtbar ist: die durchschnittliche Höchsttemperatur war 2012 21,7°C.



2. Diagramm: Lufttemperatur in °C 2012, Wien

„Wetterdaten im Jahr 2012: Die höchste Temperatur wurde mit 37,7°C am 30. Juni 2012 registriert.

Die Kältewelle dauerte von Ende Jänner bis Mitte Februar an, sank die Lufttemperatur am 3. Februar auf der Hohen Warte schließlich auf Minus 15 C. Die Niederschlagsmenge im Jahr 2012 war mit 609 Millimeter um 2 Prozent oder 11 Millimeter geringer als das Mittel 1971 bis 2000. Größere Niederschlagsdefizite gab es in den Monaten März, April, Mai und November.“⁴³

Jahr	Frosttage	Eistage	Sommertage	Hitzetage	Sonnenscheindauer	
					in Stunden	in % *
2012	59	19	89	31	2.205	52

Von den obenstehenden Daten kann ich die folgende Schlussfolgerung ziehen:

Das Jahr 2012 war sehr heiß, aber die durchschnittliche Temperatur war geringer als 22°C; und die Niederschlagsmenge war weniger als der durchschnittliche Niederschlag vorher, aber für Vegetationen wie Sedum oder Gräser könnte es genug gewesen sein. Das Wetter ist insgesamt für Grüngleise in Wien geeignet.

⁴³http://de.wikipedia.org/wiki/Klima_in_%C3%96sterreich

9. Welche äußeren Einflüsse und Rahmenbedingungen sprechen für/gegen die Verwendung von Grüngleis-Oberbau?

Hochliegende Vegetation

Die hochliegende Vegetation liegt ca. 3-5cm unter der Schienenkopfoberkante, damit ist die Grünfläche optisch einheitlich. Die optisch einheitliche Grünfläche wird als Gefährdungsbereich wahrgenommen. Fußgänger könnten es nicht bemerken, dass sie in der Umgebung einer Gleiszone sind, was gefährlich sein könnte. Deshalb wäre eine Markierung oder ein Zaun am Rand der Zone erforderlich.

Durch die hochliegende Vegetation sind die Schienen und Schienenbefestigungselemente schwerer zugänglich und das bedeutet höheren Aufwand bei deren Kontrolle und deren Austausch.

Wegen der hochliegenden Ebene der Vegetation sind Schienenkammerfüllkörper erforderlich, das bedeutet höhere Kosten bei der Realisierung.

Die durch Lärm gestörte Bevölkerung ist in einem dichten Wohngebiet sehr wesentlich bei der Entscheidung der Art des Oberbaus. Es muss ausgewählt werden, ob Schottergleis, eingedeckter Oberbau oder begrünte Gleise am besten wären. Begrünte Gleisanlagen haben „hohe Schallminderung gegenüber anderen Ausführungsformen; 2-4 dB(A)“.

Größere stadtklimatisch wirksame Flächen haben die hochliegenden Vegetationen, das spricht für die Verwendung.

Großflächige maschinelle Pflege ist leichter möglich, damit werden Mähgut, Verunreinigungen und Laub leichter entfernbar.

Begrünung der Gleiszone ist nur bei eigenständigem Gleiskörper sinnvoll, weil Befahren der Gleise durch Kraftfahrzeuge, Fußgänger und Radfahrer bei Begrünung verboten sein sollte.

Tiefliegende Vegetation

Die Vegetationsebene ist in der Höhe des Schienenfußes, so ist die Fahrbahn sichtbar.

Die Schiene und Schienenbefestigungselemente sind jederzeit zugänglich, so sind ihre Kontrolle und Austausch ohne Schwierigkeit.

Keine zusätzliche Systemkomponente ist bei der tiefliegenden Vegetationsebene erforderlich, das bedeutet geringere Investitionskosten.

Tiefliegende Vegetation hat keinen bzw. nur einen geringen Einfluss auf die Schallabsorption im Gleis, aber die durch Lärm gestörte Bevölkerung ist in einem dichten Wohngebiet sehr wesentlich bei der Entscheidung der Art des Oberbaus.

Es ist ein höherer Aufwand bei den Pflegearbeiten notwendig, weil Rasentraktoren nicht ersetzbar sind und sich Verunreinigungen und Laub im Gleis verfangen und schneller ansammeln.

Allgemein

In der Regel sollte die Gleiszone in einer Umgebung sein, wo ihre guten klimatischen Effekte ausnutzbar wären in einem dicht bebauten Wohngebiet, in der Innenstadt, und auch bei neuen Trassen.

Die Errichtung von begrünten Gleisen ist nur bei eigenständigem Gleiskörper sinnvoll, die Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern ist wesentlich, d.h. keine Zugänglichkeit für Fußgänger, Radfahrer oder Einsatzfahrzeuge.

10. Kriterien und Bewertungsmodell zur Bewertung des Systems Grüngleis

Modellbildung

Ziel der Modellbildung ist die Erhebung der Machbarkeit des Gleises auf begrünten Gleisanlagen – mit der Berücksichtigung der allgemeinen Verkehrssituation.

Bewertung

Für die Bewertung wird die Bewertungsmatrix-Methode benutzt.

Die Erprobung des Modells erfolgt auf eine bestehende Linie, die Linie 71 (fährt von Börse bis Zentralfriedhof durch Ring - Schwarzenbergplatz – Rennweg - Simmeringer Hauptstraße). Das Ziel wäre die Bestimmung der Machbarkeit des Umbaus der bestehenden Strecke mit eingedecktem Oberbau auf Grüngleis – Oberbau.

Das Hauptziel einer Bewertungsmatrix ist, eine Idee nach mehreren Kriterien zu beurteilen. Sie ist anwendbar, wenn mehrere Kriterien einer Idee in Betracht gezogen werden sollten. Um sie effizient einsetzen zu können, müssen die Bewertungskriterien sorgfältig ausgewählt werden. Sie kann für Problemlösungen herangezogen werden. Die Bewertungsmatrix ermöglicht eine schnelle Auswahl von Optionen, indem die relativen Stärken und Schwächen dieser Einzeloptionen gefiltert werden. Eine Bewertungsmatrix hilft das Problem durch folgende Schritte zu strukturieren und zu lösen:

1. Spezifizierung und Priorisierung ihres Bedarfs nach aufgelisteten Kriterien
2. Bewertung, Klassifizierung und Vergleich der Optionen
3. Summierung der Werte

Die Kriterien werden in der endgültigen Entscheidung in drei Gruppen mit einer Gewichtung von 45-35-20% gegliedert. Die Gesamtheit von 100% der Gewichtung ist definiert. Jede Kriterien – Gruppe wird gewichtet abhängig davon, welche in der Sicht der Bewertung mehr oder weniger relevant ist. Die verkehrliche Aspekte bekommen 45%, weil diese Kriterien den größten Einfluss auf die Ausführbarkeit haben. Die Gruppe „ Wirkungen“ hat eine Gewichtung von 35%, weil die Wirkungen des Grüngleises auf den Anrainer auch sehr entscheidend sind. Obwohl diese fast nur positive Wirkungen haben, gibt es eine Differenz in

der Relevanz. Die Gruppe „Anpassung an die Umgebung“ hat eine Gewichtung von 20%. Die Kriterien dieser Gruppe sind nur von der örtlichen Gegebenheit des Querschnitts abhängig.

Wertungen sollten auf einer Skala von 1-5 erfolgen. Nachdem alle Kriterien bewertet wurden, ergibt sich der Endwert wie folgt:

Die Wertung sieht folgenderweise aus: eine Strecke kann Punkte von 1 bis 5 bekommen, abhängig von der Ausführbarkeit des Grüngleises. Es muss in Betracht genommen werden, wieweit der Planer bei der Planung das Kriterium betrachtet und ob das Kriterium die Ausführungsarbeiten erschwert. Die Kriterien werden technisch in Betracht gezogen. Die Bedeutung von den Punkten wird bei den Kriterien detailliert.

Kriterien

Abschnitt		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien	Subkriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge		25%	0	0	45%	0,00
	Autoverkehr auf den Gleisen		45%	0			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer		20%	0			
	Parkraum-Änderung		10%	0			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung		60%	0	0	35%	
	Klimatische Bedingungen		40%	0			
Anpassung an Umgebung	Anpflanzung von Bäumen		100%	0	0	20%	

4. Tabelle: Mustertabelle für Bewertung des Grüngleises

Wie in Tabelle 4 ersichtlich, werden folgende Gruppen von Kriterien definiert:

- Verkehrliche Aspekte
- Wirkungen
- Anpassung an die Umgebung, die weitere Kriterien umschließt.

Die Gesamtheit von 100% der Gewichtung ist definiert. Jede Gruppe wird gewichtet, nach einer Aufteilung von 45%-35%-20%, abhängig davon, welche in der Sicht der Bewertung mehr oder weniger relevant ist.

Diese Aspekten habe eine Gewichtung innerhalb der Gruppe, abhängig davon, welche mehr oder weniger wesentlich sind. Die Gewichtungen der Kriterien in der Gruppe sind konstant, unabhängig von den Abschnitten.

Die Kriterien werden mit einer Punktzahl von 1 bis 5 bewertet und multipliziert mit den Gewichtungen, daraus ergibt sich eine Teilsumme. Die Teilsummen in einer Kategorie werden kumuliert. Das ergibt eine Teilsumme für die Kategorie. Als letzter Schritt wird diese Teilsumme mit der Gewichtung der Kategorie multipliziert, was den Gesamtpunkt für einen Abschnitt ergibt.

Wenn ein Abschnitt nur 1-2 Gesamtpunkte bekommt, dann wäre der Umbau auf Grüngleise nicht sinnvoll. Bei 4-5 Gesamtpunkten wäre es sinnvoll, den Umbau zu realisieren. Kommt man in der Bewertung zu einem Ergebnis im Bereich von 3 Punkten, dann gibt es keinen eindeutigen Stützpunkt für die Entscheidung für oder gegen das Grüngleis. Deshalb sollte der Betreiber noch weitere Analysen ausführen, z.B. eine KNA, ob der Umbau sinnvoll wäre oder nicht.

Die verkehrliche Aspekte bekommen 45%, weil diese Kriterien den größten Einfluss auf die Ausführbarkeit haben. Ein Straßenbahnabschnitt könnte auf Grüngleis-Oberbau umgebaut werden, wenn es die anderen Verkehrsteilnehmer in ihrer freien Bewegung eigentlich nicht beschränkt, dann wäre es optimal für den zukünftigen Verkehr.

Deshalb ist das Kriterium „Autoverkehr auf den Gleisen“ ein Schlüsselaspekt. Wenn die Autos nur auf den Gleisen fahren können, dann wäre der Umbau auf Grüngleis eine 100%ige Kapazitätsminderung. In diesem Fall bekommt die Strecke 1 Punkt, das heißt, dass der Umbau auf der Strecke eigentlich nicht möglich ist.

Das Kriterium über Einsatzfahrzeuge hat 25% Gewichtung, das ist die zweite in der Gruppe, weil die freie Bewegung dieser Fahrzeuge auch sehr entscheidend ist.

Die Trennung von den anderen Verkehrsteilnehmern ist auf dem dritten Platz. Das Grüngleis soll nicht von anderen (z.B. Einsatzfahrzeugen, Fahrrädern) benutzt werden, weil diese die Vegetation ruinieren. Die mögliche Änderung von den Parkzonen im Straßenraum sollte man auch berücksichtigen, weil sie in der Innenstadt große Probleme verursachen könnte. Wenn die Parkplätze am Straßenrand sind und die neue Trasse auch am Straßenrand sein wird, dann sollen die Autos nicht mehr am Straßenrand parken, für diese Autos muss man andere Parkplätze finden, oder neue Parkhäuser bauen.

Die Gruppe „Wirkungen“ – hat eine Gewichtung von 35%, weil die Wirkungen des Grüngleises auf den Anrainer auch sehr entscheidend sind. Obwohl das Grüngleis fast nur positive Wirkungen hat, gibt es eine Differenz in der Relevanz.

Das Grüngleis mit hochliegender Vegetationsebene hat eine geräuschkindernde Funktion. Es ist vor allem dort wichtig, wo die Straßenbahnlinie in der Innenstadt oder neben einem dicht bebauten Wohngebiet fährt.

Das Kriterium „klimatische Bedingungen am Standort“ hat auch dort relevante Bedeutung, wo die Straßenbahnlinie in der Innenstadt oder neben einem dicht bebauten Wohngebiet fährt, weil die Luft in der Innenstadt kontaminiert ist – wegen der höheren Konzentration des Smogs – als in den Außenbezirken. In den Außenbezirken ist es weniger wichtig.

Die Gruppe 3 „Anpassung an die Umgebung“ hat eine Gewichtung von 20%. Die Kriterien der Gruppe sind abhängig von der örtlichen Gegebenheit des Querschnitts. Diese Kriterien hängen nicht mit der Ausführbarkeit zusammen, sondern mit der Verbesserung der ästhetischen Gegebenheit am Standort. Eine größere Grünfläche in der Stadt wird immer positiv beurteilt. Das ist nicht nur mit dem Grüngleis zu erreichen, sondern auch mit der Pflanzung von Bäumen und Büschen.

Bei jedem Abschnitt ist die Situation anders, deshalb werden die Punkte bei allen Streckenberechnet.

Die Kriterien/Fragen sind für die Bewertung der Machbarkeit des Umbaus meiner Meinung nach die folgenden:

1. Einsatzfahrzeuge dürfen auf den Gleisen fahren

Die Polizei, die Ambulanz und die Feuerwehr dürfen auf den Gleisen fahren, wenn es keine andere Möglichkeit auf der Straße gibt.

Dieses Problem könnte auf zwei- oder mehrspurigen Straßen ohne die Umstrukturierung der Verkehrsordnung gelöst werden. Wenn die Gleisanlage auf Grüngleisoberbau umgebaut würde, könnten die Einsatzfahrzeuge diese nicht mehr benutzen, nur den Fahrstreifen. In den Spitzenstunden könnten sie auch Alternativrouten benutzen.

Punktvergabe:

Diese Fahrzeuge können sich zuerst dann auf den (2 oder mehr) Fahrspuren frei bewegen, wenn das Grüngleis oder die getrennte Fahrbahn schon existiert, in diesem Fall bekommt die Strecke 5 Punkte.

Die Strecke bekommt 4 Punkte wenn die (nicht begrünte) Fahrbahn nicht getrennt ist und 2 oder mehr Fahrstreifen neben der Gleiszone sind.

3 Punkte bekommt die Strecke, wenn neben der getrennten Gleiszone nur eine Fahrspur ist.

2 Punkte bekommt die Strecke, wenn neben der nicht getrennten Gleiszone eine Fahrspur ist.

Die Einsatzfahrzeuge können nur über die Gleise fahren, dann bekommt die Strecke für dieses Kriterium 1 Punkt.

2. Autoverkehr ist auf den Gleisen notwendig

Dieser Aspekt ist das wesentlichste verkehrliche Kriterium, es ist ein Ausschlusskriterium, und ist abhängig von dem Straßenquerschnitt.

Bei diesem Aspekt sollte mit der Punktvergabe die folgende Frage beantwortet sein:

- Wie beeinflusst die Trennung der Straßenbahn von den anderen Verkehrsteilnehmern sie in ihrer freien Bewegung?
- Verursacht die gemeinsame Benutzung der Gleisanlage Stau oder nicht?

Punktvergabe:

Wenn die Autos schon getrennt von der Straßenbahn fahren können, bedeutet der Umbau keine Kapazitätsminderung, dann bekommt die Strecke 5 Punkte. Wenn die Autos nur auf den Gleisen fahren können, und die Straße einspurig ist, verursacht der Umbau auf Grüngleis – Oberbau eine hundertprozentige Kapazitätsminderung, so bekommt die Strecke 1 Punkt und die anderen Kriterien werden nicht mehr in Betracht gezogen. In dieser Situation könnten nur die Straßenbahnen auf den Grüngleisen (auf der Fahrbahn) fahren, und die Anderen (Fußgänger und Fahrräder) könnten nur z.B. auf dem Gehsteig verkehren, die Autos sollten Alternativrouten suchen.

Falls die Autos die Gleise in den Knoten (0-25% der Länge des Abschnittes) durchfahren müssen, bekommt die Strecke 4 Punkte, weil die Gleisanlage in den Knoten mit eingedektem Oberbau bleiben könnte.

3 Punkte bekommt eine Strecke, wenn die Autos auf einigen Teilen des Abschnittes (26-50%) nur auf den Gleisen fahren dürfen.

2 Punkte bekommt eine Strecke, wenn 51-75% der Strecke mit eingedektem Oberbau bleiben soll.

3. Machbarkeit der räumlichen Trennung von den anderen Verkehrsteilnehmern

Die wichtigste Aufgabe für den Betreiber ist die räumliche Trennung von den anderen Verkehrsteilnehmern, so könnte der Betreiber die Gleiszone schützen. Bei dieser Aufgabe ist die wichtigste Frage die folgende:

- Gibt es genug Platz für die Trennzone oder nicht?

Der Punkt Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern ist durch die Ausführung von neuen Zäunen, durch eine einfache Trennzone (die 0,5m breit ist) aus Vegetation; bzw. durch niedrig gewachsene Büsche machbar. So wären die Grüngleise völlig getrennt, und die Fußgänger, die Radfahrer und die Einsatzfahrzeuge könnten sie nicht ruinieren.

Punktvergabe:

Diese Strecke bekommt 5 Punkte, wenn die Gleiszone schon getrennt ist.

4 Punkte, wenn die Strecke mit einer Allee trennbar wäre.

3 Punkte, wenn nur ein schmaler Rasenstreifen als Trennzone gepflanzt wird.

2 Punkte, wenn der Platz für einen Zaun oder für eine Bordsteinkante genug ist.

1 Punkt, wenn der Umbau eigentlich nicht möglich ist, weil die Autos auch auf den Gleisen fahren können.

4. Parkraum – Änderung

Wie viele Parkplätze sollten gesperrt werden? Gibt es irgendwo in der Nähe weitere Plätze für Parken?

Parkplätze müssen umgelegt werden, wenn z.B. die Gleiszone von der Mittellage an den Straßenrand umgelegt wird. An dem Straßenrand könnten neben dem Gehsteig Grüngleise sein. So könnten die Autos da nicht mehr parken, deshalb brauchen die Anrainer andere Möglichkeiten für das Parken, z.B.: Parkhäuser oder Parkplätze im Hof des Hauses gestaltet oder in neuen Parkhäusern, die auf Baulücken gebaut werden könnten.

Bei Planung oder Errichtung einer neuen Trasse mit Grüngleis – Oberbau müssen die Planer auch mit Parkflächen rechnen. Wenn die Linie durch ein dichtes Wohngebiet läuft, dann müssen sich die Planer mit diesem Problem beschäftigen.

Wenn die Linie durch ein dünnes Wohngebiet laufen wird, dann ist es kein Problem. Die weiteren Planungsaufgaben müssen in der Zukunft mit dieser Frage erweitert werden.

Dieses Problem sollte auch durch Kosten – Nutzen – Analyse geprüft werden, weil die Kosten der neuen Parkhäuser oder der Umlegung der Gleise groß sind. Der Betreiber muss mit dem Planungsteam herausfinden, ob es preiswürdig ist oder nicht, das Grüngleis dort umzubauen.

Punktvergabe:

Insofern der Umbau ohne Sperrung von Parkplätzen machbar ist, oder es ein großes Parkhaus mit gleicher Kapazität als die verfügbaren Parkflächen in der Nähe gibt, bekommt die Strecke 5 Punkte.

Eine Sperrung von 1-25% der bestehenden Parkplätze bedeutet 4 Punkte für die Strecke.

Bei einer Sperrung von ungefähr 26-50% der Parkplätze bedeuten 3 Punkte.

Bei Sperrung von 51-75% nur 2 Punkte.

Wenn mehr als 75% der Parkplätze gesperrt werden sollten, bekommt die Strecke 1 Punkt.

Dieses Kriterium ist kein Schlüsselkriterium, aber die gesperrten Plätze sollten in der Nähe ersetzbar sein.

5. Durch Lärm gestörte Bevölkerung – Besiedlungsdichte

Grüngleise mit hochliegender Vegetationsebene dämpfen die Schallausbreitung von der Straßenbahn. Die Planung von Grüngleisen ist nicht nur da sinnvoll, wo die Bevölkerung schon von Verkehrslärm gestört ist (bestehende Strecken), sondern auch da, wo Wohngebiete nur in der Zukunft gebaut werden. Die Planung neuer Linien wäre sinnvoll und sehr umweltbewusst, wenn auf diese Trasse schon Rasen- oder Sedumgleise geplant werden würden.

Bei der potenziellen Umlegung des Gleises von der Mittellage an Seitenlage soll der Planer auch mit größerer Lärm und Schwingung rechnen, weil das Gleis näher zu den Häusern fahren wird. Unter diesen Umständen wäre die Errichtung von hochliegender Vegetation sinnvoll, denn die Isolierung der Schiene sorgen schon für die Reduzierung der Lärm und Schwingungen.

Punktvergabe:

In dieser Bewertung ist immer die Vegetation mit hochliegender Ebene in Rücksicht zu nehmen. Die Punkte werden so vergeben, dass ein dicht bebautes Gebiet (mit mehreren Wohnungen, oder Bildungsstätten, und weniger Geschäften) 5 Punkte bekommt, und je dünner das Wohngebiet neben den Gleisen ist, bekommt die Strecke für dieses Kriterium immer weniger Punkte (bis 1).

Eine ergänzende Abstufung wäre auch möglich, durch Schallpegelmessungen an den angrenzenden Gebäuden. In der Arbeit „Berliner Geographische Arbeiten 116“ von Kappis wird festgestellt, dass *„bei einem Feste-Fahrbahn-Gleis mit hochliegender Vegetation eine Pegeldifferenz von -4 bis -7 dB(A) bereits bei der Planung berücksichtigt wird“*. Der gemessene Schallpegel kann z.B. von der Trassenführung oder von der Art der Vegetation abhängig sein. Nach einer Messung im Vergleich (in Prozenten) zu den maximalen Pegelminderung von 7dB(A) könnten die folgenden Stufen für einen Abschnitt gegeben werden: 5 Punkte, wenn die Differenz mehr als der 75% der 7dB(A) ist – mehr als 5,25dB(A) leiser Verkehr.

4 Punkte bei 75-51% der 7dB(A) – 3,5-5,25dB(A).

3 Punkte bei 26-50% leiser Verkehr – 1,82-3,5dB(A).

2 Punkte bei einer Minderung von weniger als 25% der maximale 7dB(A) – weniger als 1,75dB(A).

6. Klimatische Bedingungen am Standort

Verringerung der Aufheizung im Gleis – durch Rasen- oder Sedumgleise ist schon gegeben, aber es ist auch fürs Mikroklima nützlich.

Das Kriterium „klimatische Bedingungen am Standort“ hat auch dort relevante Bedeutung, wo die Straßenbahnlinie in der Innenstadt oder neben einem Wohngebiet, das dicht bebaut ist, fährt. Diese Vorteile des Grüngleises (Kühlleistung durch Verdunstung, Wasserrückhaltung, Schadstoffaufnahme, Schadstoffrückhaltung, und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden) könnten das Mikroklima verbessern. In den Außenbezirken ist es eher irrelevant, aber es ist relevant aus der Sicht der Verbesserung des ganzen Klimas der Stadt.

Punktvergabe:

In dieser Bewertung ist wie bei der vorigen immer die Vegetation mit hochliegender Ebene in Rücksicht zu nehmen. Die Punkte werden so vergeben, dass ein dicht bebauteres Gebiet (ohne Grünfläche in der Nähe, mit mehreren Wohnungen, oder Bildungsstätten, und weniger Geschäften) 5 Punkte bekommt, und je dünner das Wohngebiet (mit z.B. einem Park) neben den Gleisen ist, bekommt die Strecke für dieses Kriterium immer weniger Punkte (bis 1).

7. Anpflanzung von Bäumen – Verschattung und Schutz der Gleiszone

Die Bäume können mit ihren Schatten die begrünte Gleiszone vor Hitze schützen, so bräuchte die Gleiszone weniger Begießung und das Wachstum wäre auch langsamer, so wäre weniger Mäharbeiten notwendig.

Bei diesem Kriterium ist die entscheidende Frage die folgende:

Die Frage ist hier gleich wie bei der Trennung: gibt es genug Platz oder nicht? Das soll bei jeder Strecke geprüft werden. Der Betreiber muss darauf achten, dass die Bäume bei den Oberleitungen keine Störung verursachen.

Anpflanzung von Birke wäre z.B. geeignet für die Standortansprüche.

Punktvergabe:

Wenn der Querschnitt für die Anpflanzung einer Allee neben der Gleiszone groß genug ist, bekommt die Strecke 5 Punkte; wenn der Platz nur für Anpflanzung von Büschen genug wäre, dann gehen 3 Punkte für den Abschnitt. Wenn es keinen Platz für eine Trennzone mit Bäumen/Büschen gibt, bekommt die Strecke 1 Punkt.

Legende für die Abbildungen von der Linie 71:

- der grüne Strich ist für die Beispiele der Begrenzung der möglichen Gleiszonen auf den bestehenden Strecken
- es wäre einfacher, bei dem Umbau die Grenzen für die Strecken so auszuwählen, dass die Grüngleiszone nach den Weichen starten würde, der Wechsel des Oberbaus wäre nach den Weichen einfacher ausführbar. In der Sicht der regelmäßigen Instandhaltungsarbeiten wäre es auch einfacher und bei den Kreuzungen und

Schutzwegen sollte die Grenze so geplant werden, dass das Gleis vor und nach der Kreuzung und dem Schutzweg führt.

Linie71

Abschnitt 1 – Schottenring:

Abschnitt - 1: Schottenring		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,55	45%	4,38
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	3	60%	1,8	3,8	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

5. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Schottenring



28. Abbildung: Begrünung am Schottenring⁴⁴

Einsatzfahrzeuge: Die Polizei, die Feuerwehr oder die Ambulanz können sich auf den Fahrspuren in der Richtung Franz-Josefs-Kai bewegen, weil die Straße einbahnig ist, nur die Straßenbahn fährt gegen die Fahrtrichtung. Der Ring ist dreispurig, so bleibt genug Platz für

⁴⁴<https://www.google.hu/maps/@47.881262,16.6855892,10z>

die Autos, wenn die Gleise (auf der linken Seite der Straße) auf Grüngleis-Oberbau umgebaut werden. Das ist der Grund, warum dieser Aspekt 5 Punkte bekommt.

Autoverkehr auf den Gleisen: Hier bekommt die Strecke 4 Punkte, weil die Autos in den Verkehrsknoten die Gleise überqueren müssen, deshalb sollte die Gleisanlage dort mit eingedecktem Oberbau bleiben.

Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern: Auf der Strecke ist die Straßenbahn schon getrennt, so ist die Frage schon beantwortet, es wird keine neue Situation verursacht, es ist nur ein positives Merkmal für die Strecke, d.h. 5 Punkte für den Abschnitt.

Parkraum-Änderung: Auf den Schottenring braucht der Umbau keine Parkplatz-Änderung, so gehen 5 Punkte für die Strecke.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Auf dem Schottenring sind viele Büros und Filiale, so ist der Anteil der Anrainer nicht so hoch, wie z.B. auf dem Rennweg. Deshalb bekommt die Strecke 3 Punkte von 5.

Klimatische Bedingungen: Die guten Wirkungen des Grüngleises sind sehr determinativ bei der Bewertung, diese Strecke ist in der Innenstadt, so hätte z.B. die Kühlleistung durch Verdunstung ein hohes Potenzial. Die Strecke bekommt also 5 Punkte für dieses Kriterium.

Anpflanzung von Bäumen: Die Allee existiert hier (d.h. es gibt genug Platz), also man könnte vielleicht noch einige Büsche anpflanzen, deshalb bekommt die Strecke 5 Punkte.

Abschnitt 2 – Universitätsring bis Stadiongasse:

Abschnitt - 2: Universitätsring bis Stadiongasse		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,55	45%	4,45
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	4	60%	2,4	4	35%	
	Klimatische Bedingungen	4	40%	1,6			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

6. Tabelle: Bewertung der Linie 71 - Universitätsring

Verkehrsaspekte: Für den 2. Abschnitt kommen die gleichen Punkte (wie bei dem ersten Abschnitt) bei den Kriterien, weil die Verkehrsbedingungen identisch sind.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Die Universität Wien ist neben den Schienen, wo die Studenten und Studentinnen Ruhe für das Studium brauchen, also finde ich hier die lärmindernden Effekte bedeutender als beim Abschnitt 1. Deshalb bekommt der Abschnitt 4 Punkte.

Klimatische Bedingungen: Die guten Wirkungen des Grüngleises sind sehr determinativ, diese Strecke ist in der Innenstadt, so hätte die Verbesserung des Mikroklimas hohes Potenzial, neben den guten Wirkungen der Allee. Die Strecke bekommt so 4 Punkte für dieses Kriterium.

Anpflanzung von Bäumen: Die Allee ist hier vorhanden, d.h. es wäre genug Platz für die Anpflanzung, man könnte vielleicht noch einige Büsche anpflanzen, deshalb bekommt die Strecke 5 Punkte.

Abschnitt 3 – Doktor-Karl-Renner-Ring:

Abschnitt - 3: Doktor-Karl-Renner-Ring		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,55	45%	4,17
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	2	60%	1,2	3,2	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

7.Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Doktor-Karl-Renner-Ring



199. Abbildung: Grüngleiszone auf dem Doktor-Karl-Renner-Ring

Verkehrsaspekte: Für den 3. Abschnitt gelten die gleichen Punkte, wie bei den Abschnitten 1 und 2, weil die Verkehrsbedingungen identisch mit den Bedingungen bei den Abschnitten 1 und 2 sind.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Auf dem Ring steht das Parlament, so ist der Anteil der Anrainer niedrig und das Parlament ist weit von den Gleisen. Deshalb bekommt die Strecke 2 von 5 Punkten.

Klimatische Bedingungen: Die guten Wirkungen des Grüngleises sind sehr determinativ, diese Strecke ist in der Innenstadt, so hätte die Verbesserung des Mikroklimas (oder die Kühlleistung) ein hohes Potenzial. Die Strecke bekommt so 5 Punkte für dieses Kriterium.

Anpflanzung von Bäumen: Obwohl es keine Grünfläche vor dem Parlament gibt, gäbe es genug Platz dafür. Deshalb wäre auch möglich, einige Bäume da anzupflanzen. Für dieses Kriterium gehen 5 Punkte.

Abschnitt 4 – Burgring:

Abschnitt - 4: Burgring		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gr	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,55	45%	3,89
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	2	60%	1,2	2,4	35%	
	Klimatische Bedingungen	3	40%	1,2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

8.Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Burgring

Verkehrsaspekte: Für den 4. Abschnitt kommen die gleichen Punkte bei den Kriterien, weil die Verkehrsbedingungen identisch mit den Bedingungen bei Abschnitt 1, 2 und 3 sind.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Auf dieser Strecke sind fast nur Museen, so ist hier das Potenzial der Lärminderung nicht so hoch. Deshalb gehen nur 2 von 5 Punkten für dieses Kriterium.

Klimatische Bedingungen: Die Strecke bekommt 3 Punkte für dieses Kriterium. Die guten klimatischen Wirkungen des Grüngleises sind determinativ, diese Strecke läuft auch in der Innenstadt. Die Verbesserung des Mikroklimas (oder die Kühlleistung) hätte ein hohes Potenzial als Ergänzung der Allee.

Anpflanzung von Bäumen: Eine Allee existiert hier, d.h. es gäbe genug Platz für die Anpflanzung, so wäre es möglich, einige Büsche anzupflanzen, deshalb bekommt diese Strecke 5 Punkte.

Abschnitt 5 – Opernring bis Kärntner Straße:

Abschnitt - 5: Opernring bis Kärntner Strasse		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,55	45%	4,31
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	4	60%	2,4	3,6	35%	
	Klimatische Bedingungen	3	40%	1,2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

9.Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Opernring

Verkehrsaspekte: Für den 5. Abschnitt kommen die gleichen Punkte bei der ersten Kriterien-Gruppe, weil die Verkehrsbedingungen identisch mit den Bedingungen bei Abschnitt 1, 2, 3 und 4 sind.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Auf den Opernring sind schon viele Wohnungen und Büros, also die Lärminderung ist hier sehr wichtig. Deshalb bekommt die Strecke 4 von 5 Punkten.

Klimatische Bedingungen: Die Strecke bekommt, wegen den gleichen Bedingungen wie z.B. bei dem Abschnitt 4, 3 Punkte.

Anpflanzung von Bäumen: Es gäbe genug Platz für die Anpflanzung, man könnte vielleicht noch einige Büsche anpflanzen, deshalb bekommt die Strecke 5 Punkte.

Abschnitt 6 – Kärntner Ring:

Abschnitt - 6: Kärntner Ring		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,55	45%	4,31
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	4	60%	2,4	3,6	35%	
	Klimatische Bedingungen	3	40%	1,2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

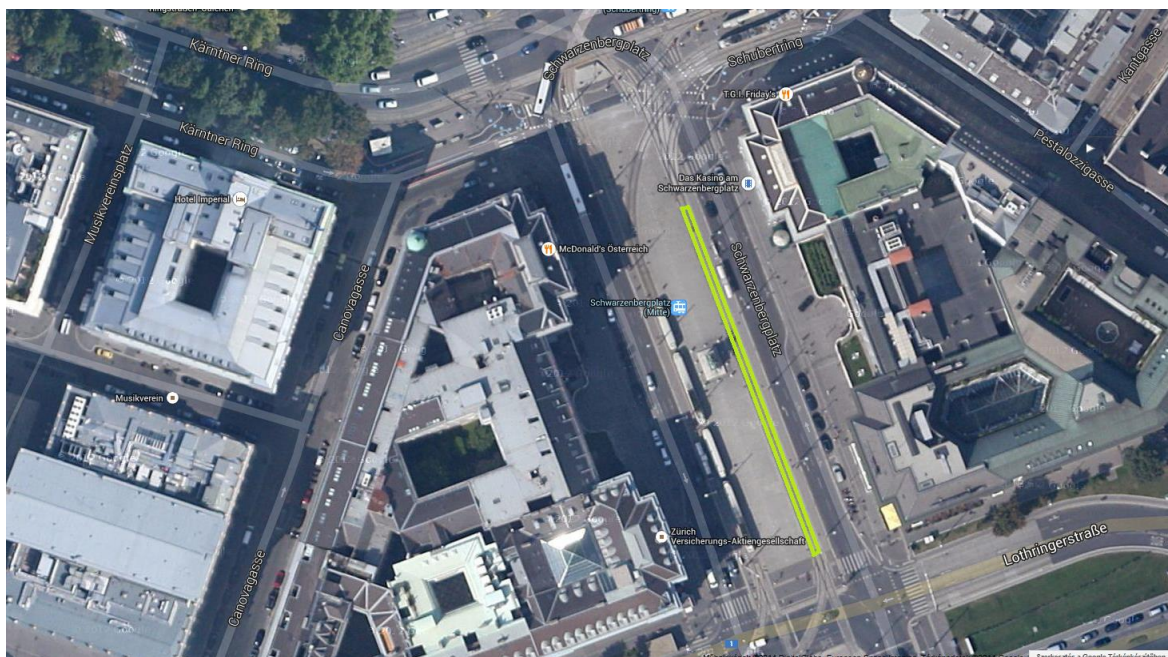
10. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Kärntner Ring

Die Punkte für den 6. Abschnitt sind identisch mit denen bei dem Abschnitt 5, weil die Bedingungen auch identisch sind.

Abschnitt 7 – Schwarzenbergplatz (zw. Ring und Am Heumarkt):

Abschnitt - 7: Schwarzenbergplatz (zw. Ring und Am Heumarkt)		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsomme für die Aspekte	Teilsomme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte		
Kriterien-Gruppe	Kriterien								
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,35	45%	3,49		
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8					
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	4	20%	0,8					
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5					
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	3	60%	1,8	3,8	35%		3,49	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2					
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	1	100%	1	1	20%			3,49

11. Tabelle: Bewertung der Linie 71 - Schwarzenbergplatz



30. Abbildung: mögliche Grüngleiszone am Schwarzenbergplatz

Einsatzfahrzeuge: Die Polizei, die Feuerwehr oder die Ambulanz können sich auf den Fahrs Spuren in der Richtung Rennweg bewegen, weil die Straße zweibahnig und mehrspurig ist, so bleibt genug Platz für die Autos, wenn die Gleise auf Grüngleis-Oberbau umgebaut werden. Deshalb bekommt dieser Aspekt 5 Punkte.

Autoverkehr auf den Gleisen: Hier bekommt die Strecke 4 Punkte, weil die Autos nur in den Verkehrsknoten die Gleise überqueren müssen, und die Fußgänger können auch auf den Schutzweg die Gleise überqueren, so könnte die Gleisanlage mit eingedektem Oberbau bleiben.

Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern: Die Gleise könnten bei den Haltestellen von der Straßenseite mit Zäunen als Schutzmaßnahme getrennt werden. Die Strecke bekommt 4 Punkte für diesen Aspekt.

Parkraum-Änderung: Auf dem Schwarzenbergplatz braucht der Umbau keine Parkplatz-Änderung, so gehen 5 Punkte für die Strecke.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Die Häuser sind ganz weit von den Gleisen, und in diesen Häusern gibt es vor allem Büros. So sind die Bewohner von Lärm nicht gestört. Deshalb bekommt die Strecke nur 3 Punkte.

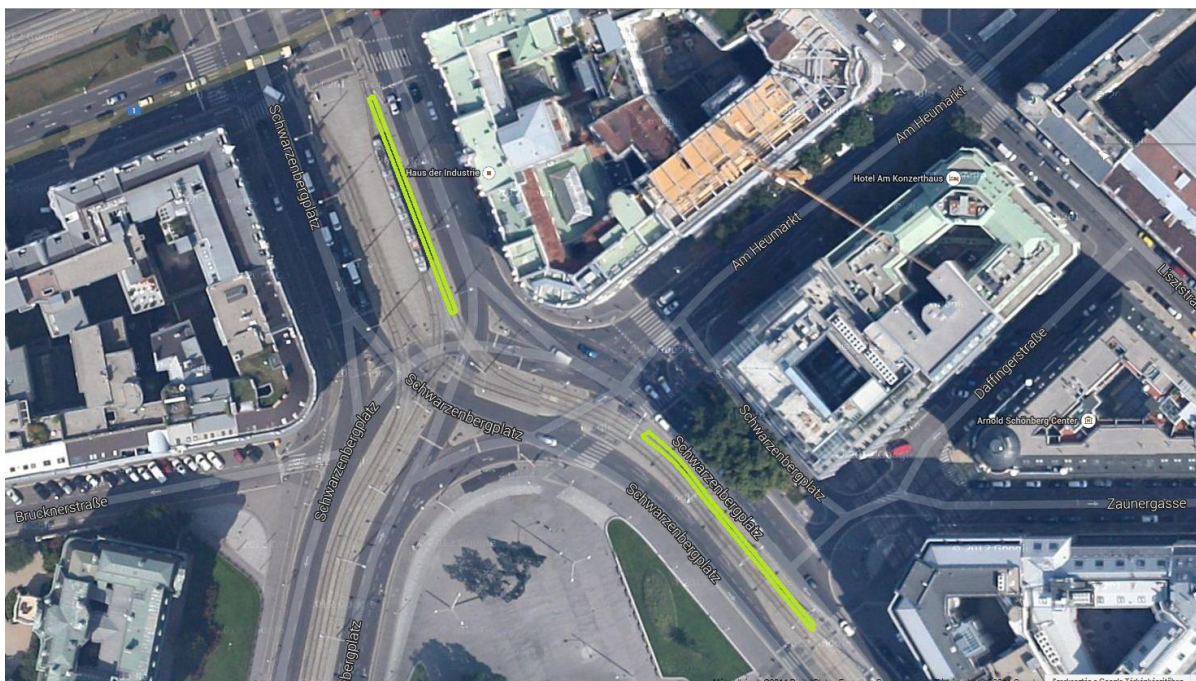
Klimatische Bedingungen: Der Schwarzenbergplatz ist ein Teil der Innenstadt, so wären die positiven Effekte der Grüngleise auf das Mikroklima auch bedeutsam.

Anpflanzung von Bäumen: Auf dieser Strecke gibt es keinen Platz für eine Trennzone zwischen der Gleiszone und der Fahrbahn der Autos, so ist die Anpflanzung von Bäumen hier nicht möglich.

Abschnitt 8 – Rennweg (zwischen Am Heumarkt und Traungasse):

Abschnitt - 8: Rennweg (Am Heumarkt - Traungasse)		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	4,15	45%	3,80
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	3	20%	0,6			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	3	60%	1,8	3,8	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	3	100%	3	3	20%	

12. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg



31. Abbildung: Grüngleis - Am Heumarkt

Die Verkehrsaspekte wie Einsatzfahrzeuge, Autoverkehr auf den Gleisen, und Parkraum-Änderung sind bei der Strecke 8 die gleichen wie bei der Strecke 7. Die Machbarkeit der Trennung wäre nur mit z.B. einem schmalen Grasband/mit Büschen ausführbar, deshalb bekommt die Strecke nur 3 Punkte.

Bei der zweiten Kriterien-Gruppe bekommt der Abschnitt 8 die gleichen Punkte wie beim Abschnitt 7, weil die Bedingungen für die durch Lärm gestörte Bevölkerung und Klima auch die gleichen sind.

Anpflanzung von Bäumen: Die Anpflanzung von Bäumen wäre nicht möglich, weil es keinen Platz für Bäume gibt, aber es gäbe genug Platz nur für Büsche, so könnte diese Strecke verschönert werden.

Abschnitt 9 – Rennweg (Traungasse bis Ungargasse):

Abschnitt - 9: Rennweg (Traungasse - Ungargasse)		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge		0%	0	1	100%	1,00
	Autoverkehr auf den Gleisen	1	100%	1			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer		0%	0			
	Parkraum-Änderung		0%	0			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung		0%	0	0	0%	
	Klimatische Bedingungen		0%	0			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen		0%	0	0	0%	

13. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg



32. Abbildung: Vor dem Unteren Belvedere können die Autos nur auf den Gleisen fahren⁴⁵

Obwohl die Fahrzeuge auf dieser Strecke nicht nur auf den Gleisen fahren können, bekommt das Kriterium „Autoverkehr auf den Gleisen“ nur 1 Punkt, das heißt, das Schlüsselkriterium wird nicht erfüllt, so wäre hier nicht möglich, die Gleise auf Grüngleis – Oberbau umzubauen.

Es gibt viele Barrieren auf der Strecke, die den Umbau nicht günstig und auch nicht möglich machen:

- viele Kreuzungen

⁴⁵eigeneFotos

- auf mehreren Teilen der Strecke können die Autos nur auf den Gleisen fahren, weil das Parken nur am Rande der Straße möglich ist
- Sperrung der Parkflächen ist nicht möglich, weil es in der Umgebung schon sehr wenig Platz für das Parken gibt
- es gibt keinen Platz für eine Trennzone oder einen Zaun zwischen den Gleisen und den Fahrspuren

Abschnitt 10 – Rennweg – Ungargasse – Landstraßer Hauptstraße (Schlachthausgasse):

Abschnitt - 10: Rennweg-Ungargasse-Landstraßer Hptstr.		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge		0%	0	1	100%	1,00
	Autoverkehr auf den Gleisen	1	100%	1			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer		0%	0			
	Parkraum-Änderung		0%	0			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung		0%	0	0	0%	
	Klimatische Bedingungen		0%	0			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen		0%	0	0	0%	

14. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg



33. Abbildung: In der Kreuzung von Schlachthausgasse und Rennweg fahren die Autos in Richtung Simmering auf den Gleisen⁴⁶

Hier (zwischen der Ungargasse und der Landstraßer Hauptstraße) wäre der Umbau meiner Meinung nach auch nicht logisch und nicht rentabel. Es gibt viele Kreuzungen, Auto- und Busverkehr auf den Gleisen, Parkplätze am Straßenrand, keinen Platz für die Trennzone. Diese Bedingungen sind gegen den Umbau.

⁴⁶eigeneFotos

Abschnitt 11 – Rennweg – Landstraßer Hauptstraße (Schlachthausgasse) – Rinnböckstraße:

Abschnitt - 11: Rennweg-Landstraßer Hptstr.-Rinnböckstrasse		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	4	25%	1	3,9	45%	3,48
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	3	20%	0,6			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	2	60%	1,2	3,2	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	3	100%	3	3	20%	

15. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg

Einsatzfahrzeuge: Die Polizei, die Feuerwehr oder die Ambulanz können sich auf den Fahrsuren in beiden Richtungen bewegen, weil die Straße an beiden Seiten zweispurig ist, so gibt es genug Platz. In diesem Bereich gibt es immer große Staus, ein Stau könnte die freie Bewegung der Einsatzfahrzeuge erschweren, deshalb bekommt die Strecke 4 Punkte.

Autoverkehr auf den Gleisen: Hier bekommt die Strecke 4 Punkte, weil die Autos in den Verkehrsknoten die Gleise überqueren müssen, so könnte die Gleisanlage mit eingedecktem Oberbau bleiben.

Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern: Auf der Strecke ist die Straßenbahn physisch nicht von der Straße getrennt, nur mit einer Trennlinie, deshalb wird der Umbau auf Grüngleise keine neue Situation verursachen. Aber die Trennung mit einer schmalen Trennzone wäre möglich, 3 Punkte gehen für den Abschnitt.

Parkraum-Änderung: Auf dem Rennweg braucht der Umbau keine Parkplatz-Änderung, weil die Autos derzeit auch am Straßenrand parken, es wäre also keine Änderung; daher gehen 5 Punkte für die Strecke.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Der Anteil der Anrainer ist auf dieser Strecke niedrig. Deshalb bekommt die Strecke 2 Punkte von 5.

Klimatische Bedingungen: Die guten Wirkungen des Grüngleises sind sehr determinativ, diese Strecke ist in der Mitte eines großen Industriegebiets, deswegen hätte die Verbesserung des Mikroklimas (oder die Kühlleistung) ein hohes Potenzial. Diese Strecke bekommt so 5 Punkte für dieses Kriterium.

Anpflanzung von Bäumen: Die Anpflanzung von Bäumen wäre nicht möglich, weil es keinen Platz für Bäume gibt, aber es gäbe für Büsche genug Platz, so könnte diese Strecke verschönert werden. Deshalb gehen 3 Punkte für dieses Kriterium.

Abschnitt 12 – Rennweg – Simmeringer Hptstr. (Rinnböckstraße – Zippererstraße):

Abschnitt - 12: Simmeringer Hptstr. Bis Zippererstrasse		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	3	25%	0,75	3,65	45%	4,39
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	1	10%	0,1			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	5	60%	3	5	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

16. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg

Einsatzfahrzeuge: Die Polizei, die Feuerwehr oder die Ambulanz können sich in beiden Richtungen auf den Fahrspuren bewegen, die Autofahrer müssen aber vorsichtig fahren, weil die Richtungen einbahnig sind. Deshalb bekommt dieser Aspekt 3 Punkte.

Autoverkehr auf den Gleisen: Hier bekommt die Strecke 4 Punkte, weil die Autos in den Verkehrsknoten die Gleise überqueren müssen, so könnte die Gleisanlage mit eingedektem Oberbau bleiben.

Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern: Auf der Strecke ist die Straßenbahn physisch von der Straße getrennt, Parkplätze trennen den Autoverkehr von der Straßenbahn, so wird der Umbau auf Grüngleise keine neue Situation verursachen. Es ist nur ein positives Merkmal für die Strecke, 5 Punkte für den Abschnitt.

Parkraum-Änderung: Die Autos können einige Parkplätze nur bei Durchfahrt der Gleise erreichen. Deshalb wäre die Begrünung - wegen den Parkflächen - schwierig. Das ist der Grund, warum nur 1 Punkt für die Strecke geht.

Durch Lärm gestörte Bevölkerung: Dies ist schon ein dichtes Wohngebiet, deshalb ist die Bevölkerung hier durch Lärm gestört. Der Lärminderungs- und Schallminderungseffekt der hochliegenden Vegetation wäre wirksam und hätte Potenzial auf Werterhöhung. Deshalb bekommt die Strecke die maximale Punktezahl.

Klimatische Bedingungen: Die Strecke bekommt 5 Punkte für dieses Kriterium. Diese Strecke ist in einem Wohngebiet, so hätte die Verbesserung des Mikroklimas (oder die Kühlleistung) hohes Potenzial. 5 Punkte.

Anpflanzung von Bäumen: Die Anpflanzung von Bäumen oder Büschen wäre möglich, weil es genug freien Platz dafür gibt, entweder auf der Seite von dem Gehsteig oder auf der Seite von den Fahrspuren/Parkplätzen. Deshalb bekommt die Strecke 5 Punkte.

Abschnitt 13 – Simmeringer Hauptstraße (Zippererstraße – Simmering U):

Abschnitt - 13: Zippererstrasse - Simmering U		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	3	25%	0,75	3,65	45%	4,39
	Autoverkehr auf den Gleisen	4	45%	1,8			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	1	10%	0,1			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	5	60%	3	5	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

17. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Simmeringer Hauptstraße

Der Abschnitt 13 bekommt die gleichen Punkte wie der Abschnitt 12.

Abschnitt 14 – Simmeringer Hauptstraße (Simmering U – Fickeysstraße Betriebsbahnhof):

Abschnitt - 14: Simmering U - Betriebsbahnhof		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	5	45%	5,00
	Autoverkehr auf den Gleisen	5	45%	2,25			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	5	60%	3	5	35%	
	Klimatische Bedingungen	5	40%	2			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

18. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Simmeringer Hauptstraße

Die Verkehrsaspekte sind hier schon besser. Zwischen dem Simmeringer Platz und der Fickeysstraße können die Fahrzeuge nicht auf den Gleisen fahren. Damit müsste man sich bei der Planung nicht mehr beschäftigen.

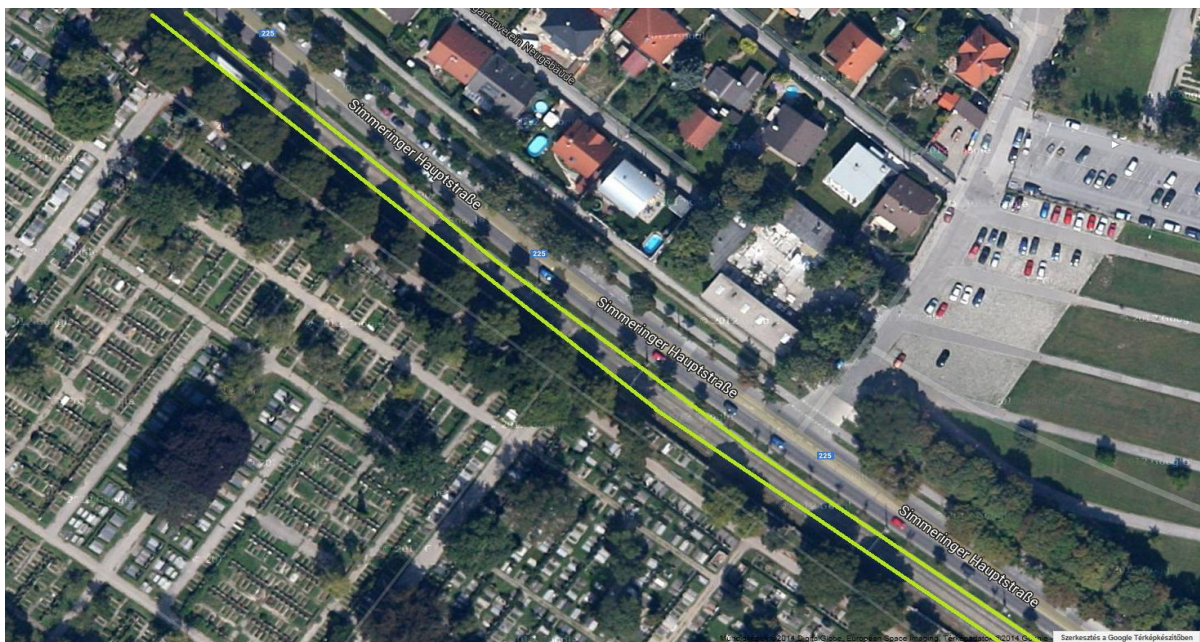
Aufgrund der positiven Wirkungen der Grüngleise wäre es für die Bevölkerung nicht nur klimatisch sondern auch in der Sicht der Tonstörung besser.

Die Kriterien der dritten Gruppe könnten gut erfüllt werden. Die Ergänzung der Allee wäre mit weiteren Bäumen machbar.

Abschnitt 15 – Simmeringer Hauptstraße (vom Betriebsbahnhof bis Schleife):

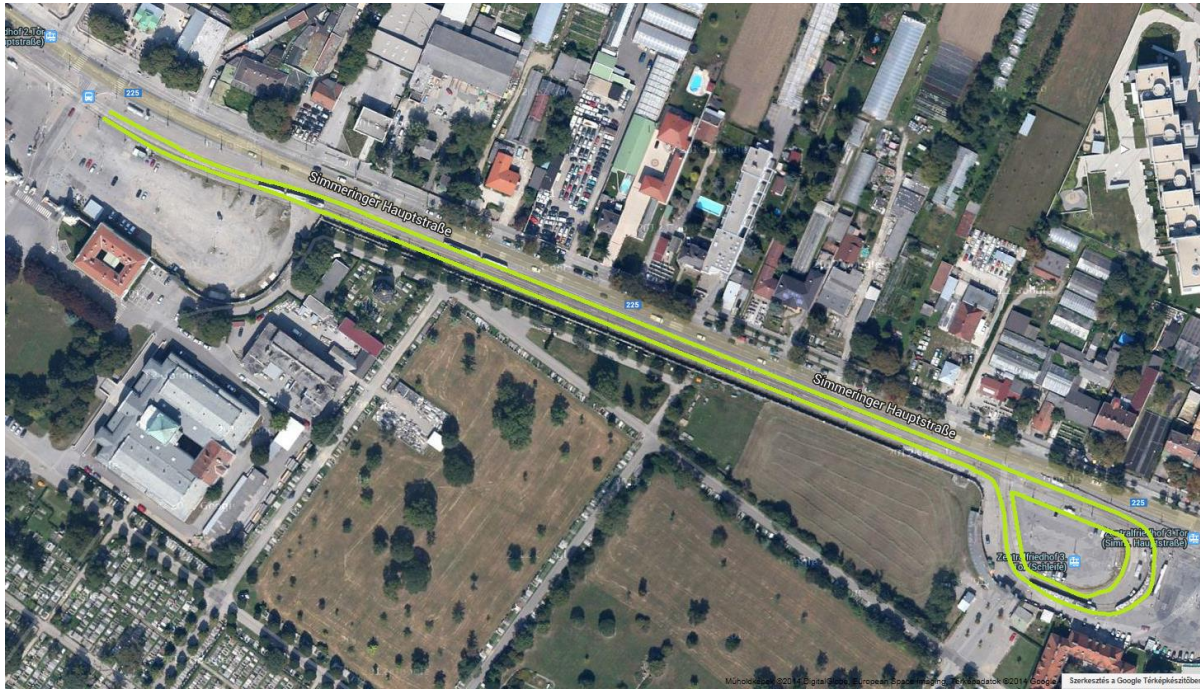
Abschnitt - 15: Betriebsbahnhof - Zentralfriedhof		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsomme für die Aspekte	Teilsomme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge	5	25%	1,25	5	45%	4,65
	Autoverkehr auf den Gleisen	5	45%	2,25			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer	5	20%	1			
	Parkraum-Änderung	5	10%	0,5			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung	4	60%	2,4	4	35%	
	Klimatische Bedingungen	4	40%	1,6			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen	5	100%	5	5	20%	

2. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Simmeringer Hauptstraße



34. Abbildung: Grüngleis vor dem Zentralfriedhof⁴⁷

⁴⁷<https://www.google.hu/maps/place/Zentralfriedhof/@48.1532846,16.4464484,422m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x476daa459ff60ed9:0xc415c75b7324f1d9?hl=hu>



35. Abbildung: mögliche Zone fürs Grüngleis bei der Endschleife⁴⁸

Auf dieser langen Strecke, die ungefähr 2,5km lang ist, wäre der Umbau ganz einfach ausführbar. Einige Punkte sollten trotzdem betrachtet werden, wie z. B. dass man in den Kreuzungen das Gleis nach eingedeckter Oberbau ausbauen sollte. Alle anderen Kriterien sind erfüllbar. Der Umbau braucht keine Änderung der Parkplätze, die Einsatzfahrzeuge haben genug Platz für die Bewegung, wenn die Autofahrer die Rettungsgasse gelten lassen. Die Trennung von anderen Verkehrsteilnehmern ist schon gelöst.

Die Lärminderung wäre für die Anrainer und neben dem Zentralfriedhof auch empfehlenswert. Diese Strecke ist neben einem Gebiet, das dünn besiedelt ist, so bekommt sie nur 4 Punkte.

Teilweise sind Bäume und/oder eine begrünte Trennzone neben den Gleisen, so wäre die Anpflanzung auch machbar.

⁴⁸<https://www.google.hu/maps/place/Zentralfriedhof/@48.1532846,16.4464484,422m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x476daa459ff60ed9:0xc415c75b7324f1d9?hl=hu>

11. Auswertung

Die Linie 71 fährt von der Börse bis zum Zentralfriedhof auf dem Schottenring; Universitätsring; Doktor – Karl – Renner – Ring; Burgring; Opernring; Kärntner Ring; Schwarzenbergplatz; Rennweg; Simmeringer Hauptstraße.

Die Linie 71 läuft ca. 10,5km lang. Diese Linie ist in 15 Abschnitten gegliedert.

Abschnitt	
1	Schottenring
2	Universitätsring
3	Doktor-Karl-Renner-Ring
4	Burgring
5	Opernring
6	Kärntner Ring
7	Schwarzenbergplatz
8	Rennweg (Am Heumarkt - Traungasse)
9	Rennweg (Traungasse - Ungargasse)
10	Rennweg (Ungargasse - Schlachthausgasse)
11	Rennweg (Schlachthausgasse - Rinnböckstrasse)
12	Rennweg (Rinnböckstrasse - Zippererstrasse)
13	Simmeringer Hauptstraße (Zippererstraße – Simmering U)
14	Simmeringer Hauptstraße (Simmering U - Betriebsbahnhof)
15	Simmeringer Hauptstraße (Betriebsbahnhof - Zentralfriedhof)

20. Tabelle: Abschnitte der Linie 71

In der Tabelle 20 sind die Abschnitte von der Linie 71 aufgelistet, die mit Hilfe der Bewertungsmethode bewertet worden sind.

In der Tabelle 21 findet man die Abschnitte mit den Punkten nach der Bewertung.

Von den 15 Abschnitten wäre der Umbau auf Grüngleis – Oberbau laut der Bewertung bei 9 möglich, das sind 7,09km und 67,52% der ganzen Länge.

Diese Abschnitte im Grün haben mehr als 4 Punkte bekommen.

Die roten Abschnitte sind für den Umbau nicht geeignet, weil der Umbau bei den Abschnitten 9 und 10 nicht möglich ist, da das Schlüsselkriterium nicht erfüllt werden könnte. Das Schlüsselkriterium ist „Autoverkehr auf den Gleisen“, es kann nicht erfüllt werden, wenn die Autos nur auf den Gleisen fahren können (z.B. in einer einbahnigen Straße, oder in einer Kreuzung, wo die Autos über die Gleise einbiegen können).

Bei den gelben Abschnitten 4, 7, 8 und 11, die ca.3 Punkte bekommen haben, sollten weitere Prüfungen durchgeführt werden, ob der Umbau sich lohnt oder nicht.

Auswertung		
Abschnitt	Gesamtpunkte	Länge
1	4,38	
2	4,45	
3	4,17	
4	3,89	0,5
5	4,31	
6	4,31	
7	3,49	0,26
8	3,8	0,2
9	1	0,75
10	1	1,2
11	3,48	0,5
12	4,39	
13	4,39	
14	5	
15	4,65	
Länge der fraglichen Strecke		3,41
ganze Linie		10,5

21. Tabelle: Auswertung der Linie 71

Die Entscheidung für oder gegen einen Umbau auf Grüngleis – Oberbau sollte sehr durchdacht sein, weil nicht nur die technischen und ökologischen Aspekte wichtig sind, sondern auch die finanziellen. Der Betreiber (z.B. in Wien die Wiener Linien GmbH & CO KG) muss auch an die Kosten der Instandhaltung – Pflegearbeiten, Mähen, Gießen, Schneeräumung –denken.

12. Weitere Linien nur auf einen Blick

Bei der Linie 38 sind Parkplätze auf einer Seite der Grinzinger Allee, stadtauswärts. Es gibt auch genug Platz auf den Streifen für Einsatzfahrzeuge, so wäre der Grüngleis-Umbau einfach und jeder Zeit möglich.



36. Abbildung: Linie 38 – Grinzinger Allee

Der Neubaugürtel, der Mariahilfer Gürtel und der Margaretengürtel sind auch geeignet für einen Grüngleis – Oberbau. Hier haben beide Fahrtrichtungen für den Autoverkehr 3-4 Spuren pro Fahrtrichtung, so wäre es lösbar, in der Zukunft eine Oberbauerneuerung auf Grüngleise zu wechseln.



37. Abbildung: Linie 6/18 - Margaretengürtel

Bei der Schlossallee ist die Situation ganz eindeutig, hier fährt die Straßenbahn total getrennt und ist neben einem Park, so könnte die Linie in der Zukunft einfach und schnell umgebaut werden.



38. Abbildung: Linie 10 - Schlossallee

Die Linie 25-26 fährt vom Donau Zentrum auf der Wagramer Straße – Erzherzog-Karl-Straße in einer Allee. Hier ist der Oberbau ein eingedeckter Oberbau, trotzdem wäre es sinnvoller da Grüngleise zu haben.



39. Abbildung: Linie 26 - Wagramerstraße

Die Linie 67 fährt über Schotteroberbau neben dem Erholungsgebiet Wienerberg, so könnte auch sie auf Grüngleis umgebaut werden.



40. Abbildung: Linie 67 - Neilreichstraße

Die Linie 62 hat z.B. mit Buslinien zusammen benutzbare Gleise, die Busse fahren auch auf den Gleisen, auf der Breitenfurter Straße. Bei dieser Linie könnten nicht alle Strecken umgebaut werden, weil es wenig Platz für so viele Verkehrsteilnehmern gibt.



41. Abbildung: Breitenfurter Straße

13.Zusammenfassung

Der derzeitige Anteil des Grüngleises ist in Wien sehr niedrig, nur 1,7% des Netzes ist begrünt. Das heißt, es gibt nur 5 Linien mit begrüntem Streckenabschnitten.

In der Regel können zwei Arten des Grüngleis-Oberbaus verwendet werden: Grüngleise mit tiefliegender - und mit hochliegender Vegetationsebene. Die Begrünung ist mit Sedum oder Rasen ausführbar. Die begrüntem Gleise sind wegen der Begrünung pflegeaufwendiger als eingedeckte Gleise. Die Pflanzenarten zur Begrünung sollten salz- und trockenheitsresistente Gewächse sein, mit niedrigstehendem Fruchtstand, und möglichst heimische Pflanzenarten.

Es gibt viele wesentliche Vorteile des Grüngleises gegenüber dem eingedeckten Oberbau: z.B. Kühlleistung durch Verdunstung; Wasserrückhaltung; Verbesserung des Mikroklimas; Schallminderung und Verschönerung des Stadtbildes.

Die wichtigste Anforderung ist die Trennung der Gleiszone von der Fahrbahn. So können die anderen Verkehrsteilnehmer sie nicht ruinieren, und so kann das Streusalz die Grünfläche nicht beschädigen, und die Verunreinigung der Straßenverkehr wird auch niedriger.

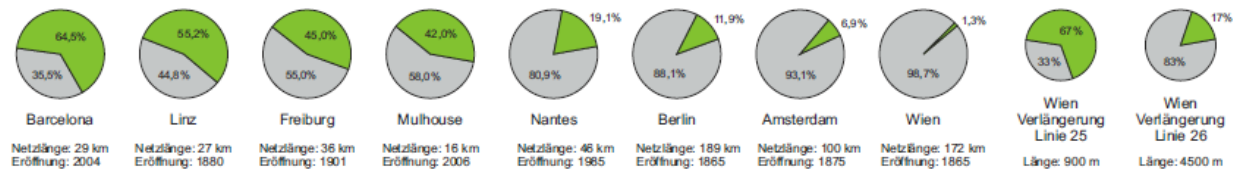
In der Arbeit habe ich die Methode Bewertungsmatrix zur Bewertung der Potenziale verwendet. Diese Methode basiert auf technischen Faktoren.

Diese technischen Faktoren sind Verkehrsaspekte, Wirkungen auf die Umgebung und Anpassung zur Umgebung. In diesen Kriterien-Gruppen sind weitere Kriterien angeführt.

Abschnitt - 1:		Punkte (von 1 bis 5)	Gewichtung	Teilsumme für die Aspekte	Teilsumme für die Kategorie	Gewichtung der Kategorie	Gesamtpunkte
Kriterien-Gruppe	Kriterien						
Verkehrliche Aspekte	Einsatzfahrzeuge		25%	0	0	45%	0,00
	Autoverkehr auf den Gleisen		45%	0			
	Trennung von anderen Verkehrsteilnehmer		20%	0			
	Parkraum-Änderung		10%	0			
Wirkungen	Lärm gestörte Bevölkerung		60%	0	0	35%	
	Klimatische Bedingungen		40%	0			
Anpassung zur Umgebung	Anpflanzung von Bäumen		100%	0	0	20%	

Mit den Punkten habe ich die Bewertung jedes Abschnitts der Linie 71 durchgeführt. Laut Berechnungen finde ich das Potenzial der Begrünung der Linie 71 groß.

Der Anteil der begrünten Gleise könnte auf ca.25% erhöht werden. Nicht nur Linienabschnitte könnten umgebaut werden, sondern auch Betriebsbahnhöfe. Zukünftige Pläne könnten für neue Grüngleis–Streckenabschnitte in Wien zusammen mit Grünflächenkonzeptionen geplant werden, und die zukünftigen Linien könnten nur begrünt sein.



42. Abbildung: Anteil der Grüngleise in der EU⁴⁹

So könnte auch Wien so grün in dem öffentlichen Verkehr sein, wie andere Städte in Österreich oder in Europa.

⁴⁹•ULRICH KRAL, PAUL STECKLER; 2012; Ökologischer Straßenbahnoberbau – Standortgerecht begrünte Gleisanlagen für die innovative Stadt von morgen; „ Vom Baustein zum Gesamtsystem Smart City“

Abbildungsverzeichnis

- 20. Abbildung: Wiener Rasengleisoberbau**
- 21. Abbildung: Neuer Wiener Grüngleis**
- 22. Abbildung: Rasengleis**
- 23. Abbildung: Sedumgleise**
- 24. Abbildung: Hochliegende Vegetationsebene**
- 25. Abbildung: Tiefliegende Vegetationsebene**
- 26. Abbildung: Linz**
- 27. Abbildung: (l) Freiburg mit Rasengleis und (r) Zwickau mit Sedumbepflanzung**
- 28. Abbildung: Dresden**
- 29. Abbildung: Teststrecke von Rollrasen in Dresden**
- 30. Abbildung: Münchener Rasengleis-Oberbau**
- 31. Abbildung: Berlin**
- 32. Abbildung: Rasengleise in Frankreich (l) Mulhouse und (r) Bordeaux**
- 33. Abbildung: Lyon (l) und Strasbourg (r)**
- 34. Abbildung: Debrecen und Szeged**
- 35. Abbildung: Neue Linie 1 in Budapest**
- 36. Abbildung: Weichen (l) und Haltestellen (r) mit Grüngleis – Oberbau in Kagoshima**
- 37. Abbildung: Linie 18 - Landstraßer Gürtel**
- 38. Abbildung: Grüngleis in der Tokiostraße**
- 20. Abbildung: Wolkenbergerstraße**
- 21. Abbildung: Wolkenbergerstraße**
- 392. Abbildung: Elemente des Wasserhaushalts im begrünten Straßenbahngleis**
- 403. Abbildung: Stadtbildverschönerung**
- 24. Abbildung: Bewässerungssystem in Frankreich**
- 25. Abbildung: Gleise in einer Allee**
- 26. Abbildung: Schneepflug von der Firma Windhoff**
- 27. Abbildung: ATS mit hochliegender Vegetation und mit tiefliegender Vegetation**
- 418. Abbildung: Begrünung am Schottenring**
- 429. Abbildung: Grüngleiszone auf dem Doktor-Karl-Renner-Ring**

30. Abbildung: mögliche Grüngleiszone am Schwarzenbergplatz

31. Abbildung: Grüngleis - Am Heumarkt

32. Abbildung: In der Kreuzung von Schlachthausgasse und Rennweg fahren die Autos in Richtung Simmering auf den Gleisen

33. Abbildung: In der Kreuzung von Schlachthausgasse und Rennweg fahren die Autos in Richtung Simmering auf den Gleisen

34. Abbildung: Grüngleis vor dem Zentralfriedhof

35. Abbildung: mögliche Zone fürs Grüngleis bei der Endschleife

36. Abbildung: Linie 38 – Grinzinger Allee

37. Abbildung: Linie 6/18 - Margaretengürtel

38. Abbildung: Linie 10 - Schlossallee

39. Abbildung: Linie 26 - Wagramerstraße

40. Abbildung: Linie 67 - Neilreichstraße

41. Abbildung: Breitenfurter Straße

42. Abbildung: Anteil der Grüngleise in der EU

Tabellenverzeichnis

1. Tabelle: Oberbausysteme

2. Tabelle: Bau-, und Instandhaltungskosten

3. Tabelle: Instandhaltungskosten für die Begrünungssysteme ab 2. Jahr nach Einbau

4. Tabelle: Mustertabelle für Bewertung des Grüngleises

5. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Schottenring

6. Tabelle: Bewertung der Linie 71 - Universitätsring

7. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Doktor-Karl-Renner-Ring

8. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Burgring

9. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Opernring

10. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Kärntner Ring

11. Tabelle: Bewertung der Linie 71 - Schwarzenbergplatz

12. Tabelle: Bewertung der Linie 71 - Rennweg

13. Tabelle: Bewertung der Linie 71 - Rennweg

14. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg

15. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg

16. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Rennweg

17. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Simmeringer Hauptstraße

18. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Simmeringer Hauptstraße

3. Tabelle: Bewertung der Linie 71 – Simmeringer Hauptstraße

20. Tabelle: Abschnitte der Linie 71

21. Tabelle: Auswertung der Linie 71

Diagrammverzeichnis

1. Diagramm: Anteil des Grüngleis-Oberbaus in der EU

2. Diagramm: Lufttemperatur in °C 2012, Wien

Literaturverzeichnis

Die Interdisziplinäre Seminararbeit, die ich früher betreut von Herrn Paul Steckler und Günter Emberger (WS 2013/2014) geschrieben habe, ist teilweise als Quelle der Diplomarbeit benutzt, und wurde überarbeitet.

[1] PAUL STECKLER (2012); Abbildung von Skriptum TU Wien Vorlesung ÖPNV

[2] GASSER, STECKLER, KLUG, KRATZER, WEHR (2013); Grundlagen für die Begrünung von Gleisanlagen; ETR; S74.

[3] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[4] Moderner Aufbau der Wiener Straßenbahn; Moderne Oberbauformen der Wiener Linien; Wiener Linien; S7

[5] Moderner Aufbau der Wiener Straßenbahn; Moderne Oberbauformen der Wiener Linien; Wiener Linien; S8

[6-7] ULRICH KRAL, PAUL STECKLER (2012); Ökologischer Straßenbahnoberbau – Standortgerecht begrünte Gleisanlagen für die innovative Stadt von morgen; „ Vom Baustein zum Gesamtsystem Smart City“

[8-9] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[10] GLASER, SCHREITER (2011); Ein Netzwerk für Rasengleise; Der Nahverkehr – Verkehrsplanung; S26-29.
http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/Nahverkehr_11-2011.pdf

[11] Fotos von www.google.at

[12] Fotos von www.google.at

[13] Fotos von www.google.at

[14] DR.-ING. KLAUS HÖNICKE (2013); Dresden und München: Rasengleis auf zwei Neubaustrecken von; Stadtverkehr 7-8 (58. Jahrgang); S31

[15] DI AGR. HENDRIKJE SCHREITER (2010); Green tram tracks; Final Conference URBAN TRACK; F4.

[16] <http://www.ssb-ag.de>

[17] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[18] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[19] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[20]

Fotos:https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbnm=isch&q=szeged+f%C3%BCves%C3%ADtett+v%C3%A1g%C3%A1ny

[21]

https://www.google.hu/search?q=1+es+villamos&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=2f-gVdijEMjxULjuo-AK&ved=0CAcQ_AUoAg#https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbnm=isch&q=f%C3%BCves%C3%ADtett+v%C3%A1g%C3%A1ny+Jap%C3%A1n

[22]

https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbnm=isch&q=f%C3%BCves%C3%ADtett+v%C3%A1g%C3%A1ny+Jap%C3%A1n

[23] GÖKHAN ÇAKIR UND BERNADETTE HOFER; Mikroklimatische Bedingungen und Pflanzengemeinschaften auf „Rasengleisen“ der Wiener Straßenbahn, BOKU Diplomarbeit

[24] eigenes Foto

[25] Foto:

https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbnm=isch&q=gr%C3%BCngleis+Tokio+stra%C3%9Fe

[26]

<https://www.google.hu/maps/place/Wolkersbergenstra%C3%9Fe,+1130+Wien,+Ausztria/@48.1682122,16.2812886,110m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x476da7c8af029819:0x7fb8d3082850cddb>

[27]

https://www.google.hu/search?q=buch+gr%C3%BCn%BCngleis&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=tGehVNnPN4P7ULfdgcgL&ved=0CAcQ_AUoAg#tbn=isch&q=wolkersbergerstra%C3%9Fe

[28] DI BRIGITTE MANG (2004); Bundesgärten Wien und Innsbruck; Tagungsband grünstadtgrau

[29] SIEGL, BÖHME, KIRCHNER (2010); Auswirkungen des Rasengleises auf das Klima in der Stadt; Verkehr und Umwelt, S20.

[30] KAPPIS, HENZE, GORBACHEVSKAYA, SCHREITER (2010); Stadtökologische Effekte von Gleisbettbegrünungen; Berliner Geographische Arbeiten 116; S9-41

[31] KAPPIS, SCHREITER (2012); Wirkung und Funktion Grüner Gleise; Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS; www.gruengleisnetzwerk.de; Seite 6.

[32] UNIV. LEKT. DI ROBERT THALER (2004); Lebensministerium, Tagungsband „grünstadt- grau“

[33] KAPPIS, SCHREITER (2012); Wirkung und Funktion Grüner Gleise; Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS; www.gruengleisnetzwerk.de

[34] KAPPIS, SCHREITER (2012); Wirkung und Funktion Grüner Gleise; Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS; www.gruengleisnetzwerk.de;

[35] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[36] HARALD A. JAHN (2010) Die Zukunft der Städte; <http://www.tramway.at>

[37] <http://tram2000.blogspot.hu/2012/09/innotrans-2012-impressionen.html>

[38] ULRICH KRAL, PAUL STECKLER (2012); Ökologischer Straßenbahnoberbau – Standortgerecht begrünte Gleisanlagen für die innovative Stadt von morgen; „ Vom Baustein zum Gesamtsystem Smart City“

[39] KAPPIS, HENZE, GORBACHEVSKAYA, SCHREITER (2010); Basierend auf in Deutschland am häufigsten verwendeten Gleisoberbauarten; Wirtschaftliche Aspekte Grüner Gleise; Berliner Geographische Arbeiten 116; S91

[40] (2011); Die Grünen Gleise für den Nahverkehr; <http://www.railone.com/de>

[41] KAPPIS, HENZE, GORBACHEVSKAYA, SCHREITER (2010); Basierend auf in Deutschland am häufigsten verwendeten Gleisoberbauarten; Wirtschaftliche Aspekte Grüner Gleise; Berliner Geographische Arbeiten 116; S91; <http://www.iasp.asp-berlin.de/band116.pdf>

[42] DR.-ING. KLAUS HÖNICKE (2013); Dresden und München: Rasengleis auf zwei Neubaustrecken von; Stadtverkehr 7-8 (58. Jahrgang); S31

[43] http://de.wikipedia.org/wiki/Klima_in_%C3%96sterreich

[44] <https://www.google.hu/maps/@47.881262,16.6855892,10z>

[45-46] eigene Fotos

[47-48]

<https://www.google.hu/maps/place/Zentralfriedhof/@48.1532846,16.4464484,422m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x476daa459ff60ed9:0xc415c75b7324f1d9?hl=hu>

[49] ULRICH KRAL, PAUL STECKLER (2012); Ökologischer Straßenbahnoberbau – Standortgerecht begrünte Gleisanlagen für die innovative Stadt von morgen; „ Vom Baustein zum Gesamtsystem Smart City“