

Herausgeber

GRÜNGLEIS
NETZWERK

HANDBUCH Gleisbegrünung

Planung • Ausführung • Pflege



Eurail
press

HANDBUCH Gleisbegrünung

Planung • Ausführung • Pflege

Herausgeber



Wolfgang Henle, Staatsschule für Gartenbau und Landwirtschaft Hohenheim, Stuttgart

Gerd Hirschelmann, Verkehrs-Consult Leipzig (VCL) GmbH

Ralf Jensen, O B E R M E Y E R Plänen + Beraten GmbH, Karlsruhe

Bernd Krupka, Planungsbüro Bernd W. Krupka, Bad Pyrmont

Andreas Neukirch, Dresdner Verkehrsbetriebe AG

Conrad Paul, L+P Plänen, Beraten, Baumanagement für Freiraum und Landschaft, München

Friedrich Pimpl, Augsburg, Amt für Grünordnung, Naturschutz und Friedhofswesen

Andreas Plamann, Berliner Verkehrsbetriebe

Markus Reinacher, Mailänder Consult GmbH, Karlsruhe

Sascha Ruhnnow, Mailänder Consult GmbH, Karlsruhe

Bernd Schingen, Leonhard Weiss GmbH & Co. KG, Köln

Dr. Manfred Seyfarth, Umwelt-Geräte-Technik GmbH, Müncheberg

Herbert Sladek, VDV, Köln

Dr. Walter Stahl, TU München

Verkehrsbetriebe: BSAG, SWA, SWU, VAG, VGF

Mitglieder des Grüngleisnetzwerkes:



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	11
2	Funktionen und Wirkung Grüner Gleise	13
2.1	Stadtgestaltung und Erscheinungsbild der Gleise	15
2.2	Stadtökologie	18
2.2.1	Verbesserung der Regenwasserrückhaltung im Grünen Gleis	18
2.2.2	Verbesserung des Stadtklimas durch Verdunstung im Grünen Gleis und Temperaturminderung.....	19
2.2.3	Schadstoffbindung	20
2.3	Schall- und Erschütterungsemissionen.....	21
2.3.1	Überblick.....	21
2.3.2	Schallemissionen	21
2.3.3	Erschütterungsemissionen.....	24
2.4	Ökonomischer Nutzen von Gleisbegrünungen	25
3	Ausführungsformen und Oberbauformen Grüner Gleise.....	27
3.1	Ausführungsformen.....	27
3.1.1	Gleis mit hochliegendem Vegetationssystem.....	28
3.1.2	Gleis mit tiefliegendem Vegetationssystem.....	29
3.1.3	Gleis mit gemischter Einbauhöhe des Vegetationssystems (Sonderlösung)	30
3.2	Oberbauformen für das Grüne Gleis	30
3.2.1	Oberbau mit Schwellen und Bettung	31
3.2.2	Feste Fahrbahn-Systeme.....	31
3.3	Ausgewählte Systemvarianten für das Grüne Gleis	32
3.3.1	Oberbau mit Schwellen und Bettung	34
3.3.1.1	System Kasseler Rasengleis	35
3.3.1.2	System Dresdner Rasengleis	37
3.3.2	Feste Fahrbahn	39
3.3.2.1	Feste Fahrbahn auf versickerungsfähigem Untergrund.....	39
3.3.2.1.1	System INPLACE	39
3.3.2.1.2	System Längsbalken mit elastisch gelagerten Rippenplatten	41
3.3.2.1.3	System Freiburger Rasengleis.....	43

3.3.2.1.4	System Bremer Rasengleis	45
3.3.2.1.5	Zweischienen-Gleisrost, System Güssener Balken	47
3.3.2.2	Feste Fahrbahn auf nicht versickerungsfähigem Untergrund/mit Bodenplatte	49
3.3.2.2.1	System SSB Rasengleis	49
3.3.2.2.2	System RHEDA CITY GRÜN.....	51
3.3.2.2.3	System edilon)(sedra SDS-Rasengleis	53
3.3.2.2.4	System edilon)(sedra USTS-INFUNDO.....	55
4	Grundsätzliche Voraussetzungen für den Einbau von Vegetationssystemen ins Gleis	57
4.1	Schieneisolierung	57
4.1.1	Grundlagen	57
4.1.2	Varianten der Schieneisolierung	58
4.1.3	Anforderungen an Schieneisolierungen	58
4.1.4	Einbau und Ausbau von Schieneisolierungen	59
4.1.4.1	Einteiliges Schieneisolierungselement	60
4.1.4.2	Mehrteiliges Schieneisolierungselement	62
4.1.4.3	Schienestieg- und Schienefußummantelung	63
4.1.4.4	PUR-Vollvergussmasse.....	64
4.2	Entwässerung	65
4.3	Gleisinstandhaltung.....	67
4.3.1	Zugänglichkeit von Schienen und Befestigungen	67
4.3.2	Durcharbeiten von Gleisen.....	67
4.3.3	Schweißen.....	67
5	Begrünungsarten und Vegetationsformen Grüner Gleise.....	69
5.1	Grundeinteilung	69
5.1.1	Rasengleise.....	69
5.1.2	Sedumgleise.....	70
5.1.3	Hauptunterschiede von Rasen- und Sedumgleisen.....	71
5.2	Vegetation im Grünen Gleis	72
5.2.1	Vegetation im Rasengleis	72
5.2.1.1	Gräser	72
5.2.1.2	Kräuter	75
5.2.2	Vegetation im Sedumgleis.....	79
5.3	Ausbringungsform der Vegetation.....	82

6	Aufbau von Vegetationssystemen, Anforderungen an die Funktionsschichten und ihr Einbau	85
6.1	Vegetationssystem für das Rasengleis	85
6.1.1	Allgemeiner Systemaufbau des Rasengleises	85
6.1.2	Filterschicht im Rasengleis.....	86
6.1.2.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	86
6.1.2.2	Anforderungen an die Filterschicht.....	86
6.1.2.3	Einbau der Filterschicht.....	86
6.1.3	Vegetationstragschicht im Rasengleis	86
6.1.3.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	86
6.1.3.2	Anforderungen an die Vegetationstragschicht	86
6.1.3.3	Einbau der Vegetationstragschicht.....	87
6.1.4	Vegetation im Rasengleis.....	88
6.1.4.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	88
6.1.4.2	Anforderungen an die Vegetation	88
6.1.4.2.1	Anforderungen an Saatgut.....	88
6.1.4.2.2	Anforderungen an Fertigrasen.....	89
6.1.4.3	Einbau der Vegetation.....	89
6.1.4.3.1	Rasenansaat	89
6.1.4.3.2	Einbau von Fertigrasen	90
6.2	Vegetationssystem für das Sedumgleis	92
6.2.1	Allgemeiner Systemaufbau des Sedumgleises	92
6.2.2	Ausgleichsschicht/Füllschicht im Sedumgleis.....	93
6.2.2.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	93
6.2.2.2	Anforderungen an die Ausgleichsschicht.....	93
6.2.2.3	Einbau der Ausgleichsschicht	94
6.2.3	Wurzelschutzschicht im Sedumgleis	94
6.2.3.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	94
6.2.3.2	Anforderungen an die Wurzelschutzschicht.....	94
6.2.3.3	Einbau der Wurzelschutzschicht	94
6.2.4	Dränschicht im Sedumgleis	95
6.2.4.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	95
6.2.4.2	Anforderungen an die Dränschicht.....	95
6.2.4.3	Einbau der Dränschicht	95
6.2.5	Vegetationstragschicht im Sedumgleis.....	95
6.2.5.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	95
6.2.5.2	Anforderungen an die Vegetationstragschicht	96
6.2.5.3	Einbau der Vegetationstragschicht.....	96

6.2.6	Vegetation im Sedumgleis.....	97
6.2.6.1	Stoffgruppen und Stoffarten.....	97
6.2.6.2	Anforderungen.....	97
6.2.6.2.1	Anforderungen an Sedumsprossen.....	97
6.2.6.2.2	Anforderungen an die Vegetationsmatte	97
6.2.6.3	Einbau der Vegetation.....	98
6.2.6.3.1	Sedumsprossenansaat.....	98
6.2.6.3.2	Verlegen von Vegetationsmatten.....	98
7	Pflege der Vegetationssysteme im Gleis.....	101
7.1	Fertigstellungspflege.....	101
7.1.1	Fertigstellungspflege im Rasengleis.....	101
7.1.1.1	Fertigstellungspflege bei Rasenansaat	101
7.1.1.2	Fertigstellungspflege bei Fertiggrasen	102
7.1.2	Fertigstellungspflege im Sedumgleis	104
7.2	Entwicklungs- und Unterhaltungspflege.....	104
7.2.1	Notwendigkeit und Ziele der Entwicklungs- und Unterhaltungspflege.....	104
7.2.2	Entwicklungs- und Unterhaltungspflege im Rasengleis.....	104
7.2.3	Entwicklungs- und Unterhaltungspflege im Sedumgleis	106
7.3	Pflegeprotokoll	107
8	Bewässerung von Grünen Gleisen	109
8.1	Notwendigkeit der Bewässerung.....	109
8.2	Bewässerungssysteme für das Rasengleis	109
8.2.1	Mobile Bewässerung mit Gießwagen	109
8.2.2	Beregnung mit Versenkregnern.....	110
8.2.2.1	Anforderungen an Versenkberegnungsanlagen	110
8.2.2.2	Einbau von Versenkregnern	110
8.2.2.3	Instandhaltung von Versenkregnern	111
8.2.3	Bewässerung mit einer Bewässerungsmatte.....	111
8.2.3.1	Bewässerungsstrategie	112
8.2.3.2	Anforderungen.....	112
8.2.3.3	Einbau von Bewässerungsmatten.....	112
8.2.3.4	Instandhaltung von Bewässerungsmatten.....	113
8.3	Wasserversorgung für stationäre Bewässerungseinrichtungen	114

9	Ausführungselemente	115
9.1	Übergänge/Straßenkreuzungen.....	115
9.2	Haltestelle	117
9.3	Gleiseinbauten.....	118
9.4	Begrünte Gleiskonstruktionen	119
9.5	Notbefahrbarkeit von Gleisen	120
9.5.1	Schotterrasen.....	120
9.5.2	Gitter aus Kunststoff oder Beton.....	121
10	Planungsgrundlagen	125
10.1	Allgemeine Fragestellungen.....	125
10.2	Zu berücksichtigende Faktoren bei der Auswahl der Vegetationssysteme.....	126
10.3	Schnellsuche standortangepasster Vegetationssysteme mittels Anforderungsmatrix.....	129
10.4	Erstellung von Leistungsverzeichnissen	136
11	Abnahme und Prüfungen	137
12	Verjährungsfristen, Mängelbeseitigungsansprüche.....	138
13	Mögliche Problemfelder bei der Planung, Ausführung und Pflege Grüner Gleise	139
13.1	Problemfelder bei der Planung	139
13.1.1	Wasserhaushalt	139
13.1.2	Berücksichtigung nutzungsbedingter Parameter	142
13.1.3	Berücksichtigung der Standortparameter für die Pflanzenentwicklung	143
13.1.4	Systemkomponenten.....	144
13.2	Problemfelder bei der Ausführung.....	145
13.3	Problemfelder bei der Pflege	146
13.4	Sonstige Problemfelder.....	148

14	Referenzen	149
15	Anhang	166
15.1	Richtlinien, Vorschriften und Normen	166
15.2	Glossar	167
15.3	Abkürzungsverzeichnis	169
15.4	Literaturquellen	170
15.5	Quellennachweis für die Abbildungen	174
15.6	Darstellung der Mitglieder des Grüngleisnetzwerks	175

1 Allgemeines

Die Gleisbegrünung erfordert die Verknüpfung von gleistechnischen und gärtnerischen Kenntnissen und Erfahrungen.

Das Handbuch für Gleisbegrünungen dient als Empfehlung für die Planung, Ausführung und Pflege von Eindeckungen von Stadtbahn- und Straßenbahngleisen mit Begrünungssystemen und richtet sich vor allem an Verkehrsunternehmen, planende und ausführende Unternehmen sowie an Stadtplaner. Es ist in erster Linie für Straßenbahn- und Stadtbahnstrecken konzipiert, die nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) betrieben werden.

Etwaige Genehmigungen nach BOStrab müssen in Abstimmung mit der zuständigen Technischen Aufsichtsbehörde erzielt werden.

Anwendungen für Eisenbahnstrecken, die nach Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) betrieben werden, müssen individuell angepasst und von der zuständigen Aufsichtsbehörde geprüft und freigegeben werden.

Die Ausführungen basieren auf Regelwerken sowie auf den Kenntnissen und Erfahrungen der Autoren. Sie dienen als Empfehlung für fachgerechte Arbeit im Normalfall. Mögliche Sonderfälle bedürfen gegebenenfalls weitergehender oder einschränkender Maßnahmen.

2 Funktionen und Wirkung Grüner Gleise

Nachdem Anfang des 20. Jahrhunderts erstmals in Groß-Berlin Besondere Bahnkörper¹ für die Straßenbahn gebaut wurden, erfolgten auch hier die ersten Begrünungen der Gleise. Viele Fotos aus dieser Zeit belegen, dass begrünte Gleise auch gerade im Innenstadtbereich weit verbreitet waren, so z. B. in Berlin in der Hardenbergstraße, um die Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche, in der Taentzienstraße, am Kurfürstendamm. Schon 1916/1917 gab es in Berlin ca. 37,5 km Rasengleise (GIESE 1917).



Abbildung 1: Rasengleise am Potsdamer Platz, Berlin 1933 (Foto: [20])



Abbildung 2: Rasengleise in der Hardenbergstr., Berlin 1918 (Foto: [21])



Abbildung 3: Rasengleise in der Taentzienstr., Berlin 1930 (Foto: [22])

¹ Besondere Bahnkörper liegen im Verkehrsraum öffentlicher Straßen, sind jedoch durch bauliche Maßnahmen (z. B. Bordsteine) vom übrigen Verkehr getrennt (BOStrab § 16).

Nur bis in die 30er Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurden Rasengleise in Berlin gebaut. Durch zunehmende gleisbautechnische Anforderungen, insbesondere an den Korrosionsschutz und an die elektrische Isolierung, wurde der Bau weiterer Rasengleise beendet.

Mit dem wachsenden Umweltbewusstsein kamen die Grünen Gleise erneut in das Blickfeld von Verkehrsunternehmen, Stadtplanern und Stadtökologen. Seit Mitte der 80er Jahre wurden zahlreiche Rasengleise in vielen deutschen Städten z. B. Bremen, Berlin, Düsseldorf, Dresden, Freiburg, Kassel, Leipzig, Mannheim, München und Würzburg sowie im europäischen Ausland in Städten wie Den Haag, Zürich und Linz angelegt.

Zum Ende des Jahres 2009 wurden im Rahmen einer Umfrage in Deutschland 425 begrünte Gleiskilometer erfasst² (IASP 2009). Wie schnell der Bestand an Grünen Gleisen in Deutschland wächst, zeigt eine aktuelle Umfrage vom Dezember 2013 (IASP 2013), nach der 537 Gleiskilometer begrünt sind. In der Umsetzung bis Ende 2015 sind deutschlandweit mindestens weitere 21 km Gleisbegrünung geplant.

Die Motive der Verkehrsunternehmen, Gleisbegrünungen umzusetzen, sind dabei sehr vielfältig. Eine Vielzahl der Verkehrsunternehmen baut Grüne Gleise vor allem, weil sie für die Akzeptanz einer Strecke zielführend sind und von den zuständigen Behörden als Voraussetzung für die Genehmigung eingefordert werden. Auch beim Umbau bestehender Gleise werden zunehmend Grüne Gleise geplant.

Die Hauptgründe der behördlichen Auflagen bestehen in der Verminderung der Schallimmissionen sowie in der stadtgestalterischen Aufwertung durch die Begrünung der Gleise.

Gleichzeitig haben Grüne Gleise viele wichtige ökologische Funktionen und Wirkungen, die bisher noch nicht immer im vollen Umfang im Fokus der Entscheidungsträger stehen.

Die Wirkungen von Gleisbegrünungen sind in ihrer ganzen Tragweite meist nicht bekannt. Sie kommen insbesondere in hochversiegelten Stadtinnenräumen zum Tragen.

Zusammengefasst können folgende Effekte bzw. Funktionen Grünen Gleisen zugeschrieben werden.

Stadtgestalterische Effekte

- optische Aufwertung der Gleisanlagen
- stärkere Akzeptanz der Fahrwege bei der Bevölkerung
- Erhöhung des Images der Städte und ihrer Verkehrsunternehmen
- Städtisches Grün wird zunehmend ein wichtiger Standortfaktor (Gewinnung von sich ansiedelnden Unternehmen, Steigerung der Immobilienwerte)

Ökologische Effekte

Wasserrückhaltung im Gleis

- im Jahresdurchschnitt: 50–70 % der Niederschlagsmenge je m² begrünter Fläche im Gleis, das entspricht einer durchschnittlichen Regenwasserrückhaltung je m² Vegetationsfläche im Gleis von 400–550 l im Jahr

Verringerung der Aufheizung im Gleis

- Kühlung bei Verdunstung des gespeicherten Regenwassers
- Schutz des Bodens bzw. des Oberbaus vor direkter Sonneneinstrahlung und der damit verbundenen Wärmeaufnahme

² Da nicht alle Verkehrsunternehmen bei der Umfrage erfasst werden konnten, ist von mehr begrünten Gleisen auszugehen.

- Vegetationssysteme haben eine geringere Wärmespeicherkapazität als Beton und Asphalt und kühlen nachts stärker aus
- isolierende Wirkung hochliegender Vegetationssysteme (geringere Schienenaufheizung)
- Beitrag zur Verringerung der lokalen Aufheizung von Innenstadtbereichen (Wärmeinseleffekt)

Schadstoffaufnahme und -rückhaltung

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

Lärminderung

- Minderung der Schallabstrahlung vor allem bei hochliegenden Vegetationssystemen
- Schallminderung kann bis 3 dB (A) gegenüber schalltechnisch optimal wirkendem Schottergleis betragen
- Grüne Gleise werden subjektiv leiser wahrgenommen

Beitrag zur Biodiversität (Artenvielfalt) in der Stadt

- Grüne Gleise stellen wichtige Lebensräume (Biotope) für Flora und Fauna dar (vgl. KRUPKA 1992).

Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden

- positive Wirkung der oben genannten ökologischen Effekte auf die Gesundheit (Lärmreduzierung, Feinstaubbindung, Verminderung der Wärmebelastung)
- enge Beziehung zwischen Grünflächenanteil und Erkrankungen der Atemwege und Herzbeschwerden verweist auf diese Bedeutung von Grünflächen
- positiver Einfluss von Grün auf das soziale und psychische Wohlbefinden

Wirtschaftliche Effekte

- Grüne Gleise können als Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahme anerkannt werden; ggf. verzichten viele Kommunen bei der Einrichtung Grüner Gleise auf Ausgleichsmaßnahmen
- spürbare Entlastung des Niederschlagswasserabflusses (Kanalisation, Vorfluter) durch Grüne Gleise im Vergleich zu unbegrüntem Gleisen

Nachfolgend sind die stadtgestalterischen, ökologischen und ökonomischen Effekte, die meist in unmittelbarem Zusammenhang stehen und sich in ihrer Wirkung potenzieren können, detaillierter beschrieben.

2.1 Stadtgestaltung und Erscheinungsbild der Gleise

Die ständig präsenten Gleisanlagen von Straßen- und Stadtbahnen nehmen Einfluss auf den Raumeindruck und erlangen somit eine hohe Bedeutung im Städtebau. Ein wesentlicher Vorteil begrünter Gleise besteht in der deutlichen Verbesserung der ästhetischen Wirkung gegenüber Gleisanlagen mit Schotter beziehungsweise geschlossenem Oberbau. Das ist gerade für urbane Räume mit wenig Grün wie z. B. in Innenstädten sehr bedeutend. Dort können durch Gleisbegrünungen neue Vegetationsflächen entstehen, für die kaum ein alternatives Angebot von solch

einem Flächenpotenzial besteht. So kann durch die Begrünung von vier Kilometern Einzelgleis mehr als ein Hektar Vegetationsfläche neu entstehen (HENZE, SIEMSEN 2003). Mit bisher begrün-ten 537 Gleiskilometern in Deutschland wurden über 125 ha bzw. 1,25 Millionen m² begrünte Gleisstrasse zuzüglich angrenzender Grünflächen geschaffen.

Die gesundheitsrelevanten Aspekte des urbanen Grüns beinhalten die Förderung des psychi-schen Wohlbefindens, vor allem durch Verminderung von Stress (TIMOSHKINA 2001). Weiterhin kann die soziale Identifikation und das soziale Wohlbefinden gefördert werden. Eine gelungene Gleisbegrünung trägt demnach zur Imagesteigerung der Verkehrsunternehmen bei und kann eine größere Akzeptanz der Fahrwege hervorrufen. Zunehmend werden Grüne Gleise darüber hinaus zum Marketingfaktor für einen stadtverträglichen und modernen Nahverkehr. In neueren Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass städtische Grünflächen, wozu auch das Straßenbegleitgrün einer Gleisbegrünung gehört, in signifikanter Weise zu einer Erhöhung der Bodenrichtwerte in deutschen Groß- und Mittelstädten beitragen (HOFFMANN und GRUEHN 2010). Die Wertsteigerung von Immobilien durch das Stadtgrün erlangt eine ökonomische Re-levanz, die bislang wenig beachtet, jedoch zukünftig eine steigende Bedeutung erlangen wird.

Die Wirkung der Begrünung selbst wird durch die Ausführungsform – hochliegend, gemischt, tiefliegend (siehe Kapitel 3.1) –, die eingesetzten Vegetationssysteme sowie durch die Pflege der Begrünung beeinflusst. Eine hochliegende Gleisbegrünung ergibt ein einheitlicheres, ruhi-geres Bild. Zudem ist das zusätzliche Vegetationstragschichtvolumen als Wasserspeicher rele-vant für die Grünerhaltung der Vegetation in trockenen Zeiten. Wenn dazu die Schienenisolierung (siehe Kapitel 4.1) möglichst schmal gehalten wird, verringert sich die optische Dominanz des Gleiskörpers.

Verschiedene Verkehrsunternehmen schätzen jedoch die deutliche Herausstellung des Gleis-körpers durch tiefliegende Vegetationssysteme, auch um die Instandhaltung und Wartung der Schienen und ihrer Befestigungen ohne zusätzlichen Aufwand zu gewährleisten. Um bei hoch-liegenden Gleisen die Aufmerksamkeit querender Fußgänger auf den Fahrweg zu lenken, wer-den häufig deutlich sichtbare Schienenisolierungen verwendet.

Mit der Wahl der Vegetationsart und durch den Pflegezustand können verschiedene Erschei-nungsbilder erzielt werden. Laut einer Umfrage (IASP 2009) wird von den meisten deutschen Verkehrsunternehmen das klassische Rasengleis (siehe Kapitel 5.2.1) bevorzugt, das bei guter Pflege eine dichte grüne Grasnarbe aufweist. Die Beimischung von Kräutern kann durch ihren Habitus, ihren Grün-ton und ihre Blüten einen wiesenartigen Eindruck verleihen. Ein Vorteil ver-schiedener Kräuter ist, dass sie bei Trockenheit länger grün sind als Gräser.

Als zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten sind gleisbegleitende Wiesenstreifen möglich. Ab-hängig von der Pflegeintensität ist mit dem Einwandern der Samen aus den Wiesenstreifen in den Gleisbereich zu rechnen.

Sedumsysteme können je nach Zusammensetzung der Arten sowohl eine sehr einheitliche Oberfläche als auch variable Höhen bilden. Im Sommer fallen sie durch ihre Blüten auf. Bei starkem Stress³, wie beispielsweise Nährstoffmangel, färben sich die Pflanzen rot, was sich durch Düngergaben wieder normalisiert.

3 Pflanzen sind an den meisten Gleisstandorten zeitweise suboptimalen Umweltbedingungen/Stress ausgesetzt. Das sind v. a. extreme Trockenheit bzw. Staunässe, unzureichende Nährstoffverfügbarkeit, Trittbelastung, Windsog, ex-treme Temperatur, intensive Lichteinstrahlung, Schadstoff- und Feinstaubbelastung.

Stressreaktionen bei Pflanzen werden nur unter bestimmten Bedingungen pathologisch; i. d. R. passen sich die Pflan-zen an die Umgebung an. Pflanzen können auf Stress z. B. mit Wachstumsreduktion oder einer beeinträchtigten Re-produktionsfähigkeit reagieren.



Abbildung 4: Erscheinungsbild der Gleise vor und nach einer Begrünung in Berlin (Fotos: [3]; [32])



Abbildung 5: Erscheinungsbild der Gleise vor und nach einer Begrünung in Düsseldorf (Fotos: [1])



Abbildung 6: Erscheinungsbild der Gleise vor und nach einer Begrünung in Berlin (Fotos: [12])

Die Wahl des Vegetationssystems nach gestalterischen Aspekten muss in Abstimmung mit den Standortbedingungen und den sich daraus ergebenden Pflegemaßnahmen erfolgen. Zur Erhaltung eines bestimmten optischen Erscheinungsbildes sind entsprechende Grundvoraussetzungen und Pflegemaßnahmen erforderlich. Werden diese nicht oder zu wenig durchgeführt, verändern sich die Standortbedingungen für die Pflanzen.



Abbildung 7: Gezielter Einsatz gleisbegleitender Wiesenstreifen in München (Foto: [34])



Abbildung 8: Gezielter Einsatz gleisbegleitender Wiesenstreifen in München (Foto: [34])

Dadurch können sich in der Regel andere Pflanzenarten besser etablieren als die Zielvegetation. Dies führt zu einem veränderten Erscheinungsbild. So ist also neben der Art des Vegetationssystems und dessen Anpassung an den Standort auch dessen Pflege von entscheidender Bedeutung für das Erscheinungsbild.

Für gelegentlich durch Einsatzfahrzeuge befahrbare Begrünungen können Schotterrasen (siehe Kapitel 9.5.1) oder Gitter aus Kunststoff oder Beton (siehe Kapitel 9.5.2) zum Einsatz kommen. Manche Magerrasen und Schotterrasen sind grün und dicht in der Längssicht, erweisen sich aber in der Draufsicht häufig als weniger dichtnarbig und eher horstbildend. Hier ist auf das geeignete Vegetationssystem und dessen Anpassung an die Standortbedingungen zu achten. Dünnwandige Kunststoffgitter sind bei hohem Deckungsgrad der Pflanzen kaum zu erkennen und stören den optischen Eindruck der Grünen Gleise nicht. Rasengitter aus Beton werden dagegen von den Pflanzen kaum so stark überwachsen, dass der Beton verdeckt wird.

2.2 Stadtökologie

2.2.1 Verbesserung der Regenwasserrückhaltung im Grünen Gleis

Grüne Gleise leisten einen Beitrag zur Vergrößerung der urbanen Grünfläche. In erster Linie wird somit der lokale Wasserhaushalt der Stadt positiv beeinflusst.

In begrüneten Gleisen speichert das Vegetationssystem zunächst das anfallende Niederschlagswasser bis zu seiner Sättigung. Überschüssiges Wasser versickert oder wird abgeführt. Das aufgenommene und gespeicherte Niederschlagswasser wird überwiegend durch Verdunstung (Transpiration der Pflanzen und Evaporation aus der Vegetationstragschicht) wieder an die Luft abgegeben. Hierbei wird die Luftfeuchtigkeit erhöht und Verdunstungskühle erzeugt. Die Wasserspeicherkapazität der Begrünungssysteme ist abhängig vom Vegetationssystem.

Grüne Gleise ermöglichen eine durchschnittliche Wasserrückhaltung der jährlichen Gesamtniederschlagsmenge auf ihrer Fläche in Höhe von

50 % bei Sedumgleisen und

70 % bei Rasengleisen (HENZE *et al.* 2003; SIEGL *et al.* 2010).

Bei Zugrundelegung einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 790 l/m²/a (UNIVERSITÄT OLDENBURG) in Deutschland, hält ein Begrünungssystem im Gleis jährlich ca. 400-550 l Niederschlagswasser je m² zurück.

Demzufolge speichert 1 ha Gleisbegrünung (entspricht 4 km begrüntem Einzelgleis) jährlich

ca. 5.500 m³ Wasser im Rasengleis und

ca. 4.000 m³ Wasser im Sedumgleis.

Die große Bedeutung des Einflusses von Begrünungssystemen im Gleis auf die Regenwasserrückhaltung wird auch darin deutlich, dass der Wasserabfluss aus dem Gleis erst deutlich später nach einer Regenwasserspitze, in einer wesentlich geringeren Intensität und gleichmäßiger erfolgt. Durch die Filterwirkung der Begrünungssysteme wird weniger verschmutztes Abflusswasser abgeleitet. All das kann im Vergleich zu nicht begrüntem Gleisen eine spürbare Entlastung der Kanalisation in der unmittelbaren Umgebung der Gleise bewirken.

Insbesondere Starkniederschläge im Sommerhalbjahr, die bei hoher Versiegelung des Bodens schnell zu Straßenflutungen führen, können durch Begrünungssysteme in ihrer Wirkung gemildert werden.

Weitere Informationen zur Thematik:

- Grundlegende Ausführungen zur Stadtökologie geben SUKOPP und WITTIG (1993).
- Eine ausführlichere Beschreibung der stadtökologischen Funktionen Grüner Gleise gibt die Veröffentlichung des Grüngleisnetzwerks „Wirkung und Funktion Grüner Gleise“ (2012, www.gruengleisnetzwerk.de). Weitere Informationen dazu sind auch zu finden z.B. bei SIEGL *et al.* (2010), TAPIA (2002), KAPPIS *et al.* (2010).
- Grundlegende Erkenntnisse aus der Dachbegrünung, die auch auf die Bedingungen bei der Gleisbegrünung übertragen werden können, liegen vor z.B. bei SCHADE (2000), MANN (2000), LIESECKE (2000), KRUPKA (1992).

2.2.2 Verbesserung des Stadtklimas durch Verdunstung im Grünen Gleis und Temperaturminderung

Als Folge der Versiegelung innerstädtischer Bereiche sowie der Häufung extremer Witterung kommt es in Städten verstärkt zum Hitze- und Trockenstress. Oft entstehen Wärmeinseln aufgrund der hohen Wärmeabsorption der Bauwerke am Tag, ihrer langsamen Wärmeabstrahlung in der Nacht sowie durch die zu geringe Verdunstungsrate bzw. Verdunstungskühlung. Hier können Vegetationssysteme entlastend wirken:

- Pflanzen absorbieren Energie für die Photosynthese.
- Bei Verdunstung des Wassers aus Pflanzen und Boden wird Verdunstungskälte frei.
- Pflanzen schirmen den Boden vor direkter Sonneneinstrahlung ab.
- Aufgrund ihrer geringeren Wärmespeicherkapazität im Vergleich zu Beton und Asphalt heizen sich begrünte Flächen tagsüber nicht so stark auf und kühlen nachts stärker aus (MILLER 1999).

In verschiedenen Versuchen wurde eine temperatenausgleichende Wirkung von Vegetationssystemen auf die Umgebung und auf das Gleis festgestellt. Sie ist auf eine erhöhte Evapotranspiration (Verdunstung aus Pflanze und Boden) mit ihrem Kühlungseffekt als auch auf die Verringerung des Temperaturgradienten im Gleis zurückzuführen (HENZE *et al.* 2003; SIEGL *et al.* 2010, FUCHS *et al.* 2005). Der Effekt hängt vom Vegetationssystem ab und ist bei Rasengleisen größer als bei dünnenschichtigen Sedumgleisen.

Eine mögliche Kühlleistung von Rasengleisen wurde von SIEGL (2011) für einen Standort in Dresden untersucht und fiktiv monetarisiert: bei Verdunstung von 438 l je m² Rasengleis

werden jährlich 88.000 m³ Luft um 10 K abgekühlt. 100.000 m² Rasengleis kühlen pro Jahr 8,8 Mrd. m³ Luft um 10 K. Dies entspricht dem Luftvolumen von 88.000 Stadien. Zur Verdunstung von 1 l Wasser werden 0,63 kWh benötigt. Bei einer Verdunstung von 438 l je m² Rasengleis entspricht das bei 100.000 m² Rasengleis einer Energie pro Jahr von 27,6 Mio. kWh. Bei einem Preis von 0,2 €/kWh entspricht dies einem Wert von 5,52 Mio. € pro Jahr.

Trotz intensiver Sonneneinstrahlung erwärmen sich die Vegetationsflächen bei Untersuchungen sowohl im Rasen- als auch im Sedumgleis nur auf 25-30 °C, während die nicht begrünten Bereiche wie die Schienenisolierung bzw. der freiliegende Schotter Temperaturen von über 50 °C erreichten (HENZE *et al.* 2003; SIEGL *et al.* 2010, FUCHS *et al.* 2005).

Vegetationsflächen heizen sich nicht nur weniger stark auf, sie decken auch darunterliegende Schichten ab und können somit deren Aufheizung verringern. So liegen die Temperaturen der Schienen im hochliegenden Rasengleis nur bei etwa 25-30 °C (SIEGL *et al.* 2010).

2.2.3 Schadstoffbindung

Ein Problem der urbanen Räume stellt die erhöhte Luftbelastung mit Feinpartikeln und anhaftenden Stoffen dar. Sie können sowohl schädlich für die Gesundheit als auch für Gebäude sein.

Vegetationssysteme können je nach Standortsituation und System die Entlastung der Stadtluft von Feinstaub unterstützen: auf der vergrößerten und vergleichsweise rauen Oberfläche des Pflanzenbestandes werden Schadstoffe abgeschieden (z.B. PAK, Schwermetalle). Dort sind sie teilweise an die Oberfläche gebunden. Einige von ihnen werden verstoffwechselt bzw. eingelagert.

Durch die Aufnahme eines Teils des Feinstaubes, und damit auch der Schadstoffe, im Gleisbegrünungssystem kann die lokale Feinstaubkonzentration der Luft verringert werden. Die Abscheidemenge ist dabei abhängig von verschiedenen Parametern wie bspw. der Feinstaubkonzentration der Luft, den Windverhältnissen oder der Oberflächenrauigkeit des Vegetationssystems. Dieser Effekt tritt vermutlich insbesondere bei einem hohen Deckungsgrad der Vegetation mit hoher Depositionsoberfläche und ungleichmäßigen Bestandshöhen auf. Der Wiedereintritt des Staubes in die Luft über den Vegetationssystemen wird im Vergleich zu versiegelten Flächen reduziert.

Das begrünte Gleis befindet sich meist unmittelbar an einer der Hauptemissionsquellen des Feinstaubes, dem Straßenverkehr. Auch der Bahnverkehr selbst erzeugt Feinstaub. Wichtige Quellen für Emissionen aus dem Straßen- bzw. Stadtbahnbetrieb sind z.B. Abrieb von Bremsen, Rädern, Schienen sowie Oberleitungen.

Aufgrund der Staubbindung und des zum Teil hohen Flächenanteils von Straßenbahngleisen in Städten besitzt die Gleisbegrünung ein wichtiges Potenzial für die Reduktion der Feinstaubbelastung der Luft im urbanen Raum. Gegenwärtig kann in Deutschland von einer Vegetationsfläche in Grünen Gleisen von über 1,25 Million m² ausgegangen werden, die staubbundene bzw. schadstoffbindende Wirkung hat (IASP 2013).

Weitere Information:

- zu Bahnen und Feinstaub finden sich z.B. bei BURKHARDT *et al.* 2005, BUKOWIECKI *et al.* 2007, GEHRIG *et al.* 2007, HELDSTAB *et al.* 2002, LORENZO *et al.* 2006,
- zu Feinstaubbindung durch Pflanzen z.B. bei SCHREITER und GORBACHEVSKAYA 2011 sowie bei GORBACHEVSKAYA *et al.* 2007.

2.3 Schall- und Erschütterungsemissionen

2.3.1 Überblick

Mit dem Betrieb von Straßenbahnen sind unvermeidbare Schall- und Erschütterungsemissionen verbunden. Die Stärke dieser Emissionen hängt dabei von mehreren Parametern ab. Die Art, die konstruktive Gestaltung sowie der Pflegezustand des Fahrwegs haben dabei eine herausragende Bedeutung, wobei einige Parameter beide Emissionen, z. B. Fahrgeschwindigkeit und Fahrflächenzustand, andere dagegen schwerpunktmäßig nur die Schall- oder die Erschütterungsemissionen beeinflussen.

Einen schematischen Überblick zu den Schallemissionen zeigen die Abbildungen 9 und 10. Die Hauptquellen sind hierbei Rad, Schiene und Schwelle oder Gleislängsbalken. Sie verursachen sowohl die Schall- als auch die Erschütterungsemissionen. Die Ausbreitungswege sind dabei verschieden; der Schall wird vorwiegend seitlich abgestrahlt, die Erschütterungen nach unten über die Schienenbefestigung, die Schwellen oder Gleislängsbalken in den Boden eingeleitet. Aus diesem Umstand ergeben sich unterschiedliche Lösungsansätze zur Minderung beider Emissionen. Hierauf wird im Folgenden näher eingegangen.

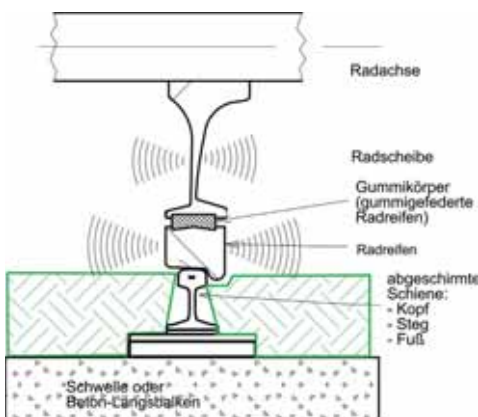


Abbildung 9: hochliegende Vegetationsebene, Abschirmung der Schiene (Grafik: [19])

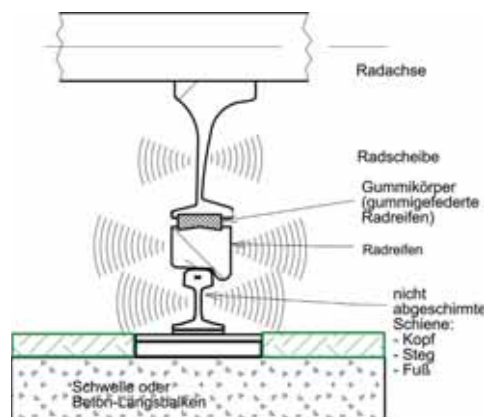


Abbildung 10: tief liegende Vegetationsebene, keine Abschirmung der Schiene (Grafik: [19])

2.3.2 Schallemissionen

Beim Straßenbahnverkehr wird die Größe der Schallemissionen vorrangig durch folgende Effekte bestimmt:

- Rauheit der Fahrflächen von Rad und Schiene,
- Abstrahlverhalten von Rad, Schiene und Schwelle bzw. Gleislängsbalken,
- Fahrzeuggeschwindigkeit,
- Schallemissionsverhalten der Aggregate und des Antriebs,
- Abschirmung der Räder durch seitliche Radschürzen,
- Absorptionseigenschaften im Drehgestellbereich des Fahrzeugs (Unterboden, Seitenbleche),
- Absorptionseigenschaften des Gleisbetts (Bereiche innerhalb und außerhalb eines Gleises).

Bei Grünen Gleisen werden die Schallemissionen vor allem durch die Ausführungsform der Begrünung (siehe 3.1) beeinflusst. Während bei der hochliegenden Vegetationsebene (Abbildung 9, Abbildung 13) die Schiene weitgehend eingebettet ist und daher Schall nur im Bereich des Schienenkopfes abstrahlen kann, liegt die Schiene bei tiefliegender Vegetationsebene frei und kann daher Schall im Bereich ihrer gesamten Oberfläche abstrahlen (Abbildung 10, Abbildung 13). Die zweite Lösung entspricht dabei akustisch gesehen weitgehend der klassischen Oberbauart mit Schwellen und Schotter.

Wird von der Annahme ausgegangen, dass Rad und Schiene in etwa zu gleichen Teilen zur Schallemission beitragen, dann kann durch eine vollständige Einhausung der Schiene eine Schallminderung von maximal 3 dB(A) auftreten. In dieser Größenordnung liegt die messtechnisch nachgewiesene Schallminderung Grüner Gleise mit hochliegender Vegetationsebene im Vergleich zum Schottergleis mit offen liegenden Schienen. Für Grüne Gleise mit tiefliegender Vegetationsebene ergibt sich eine Minderung gegenüber dem Schottergleis von knapp 1 dB(A).

Bei der Schallimmissionsberechnung ist für die Korrektur zurzeit ein Bonus von 2 dB(A) anzusetzen, unabhängig von der Höhe der Vegetationsebene.

Anmerkung:

Derzeit wird die Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) überarbeitet. Ein entsprechender Entwurf liegt seit April 2014 (Verordnung zur Änderung der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) vor.

Das Rechenwerk der ebenfalls überarbeiteten Richtlinie Schall 03 wird in diese Verordnung integriert. Grüne Gleise (begrünte Bahnkörper) werden nach diesem Entwurf unterschieden nach tief- und hochliegender Vegetationsebene.

Für beide Vegetationshöhen gelten unterschiedliche Pegelkorrekturen. Diese Pegelkorrekturen werden in der vorgesehenen neuen Berechnungsformel für Oktaven von 63 Hz bis 8000 Hz angegeben. Für die einzelnen Oktaven gelten die Korrekturpegel gemäß Tabelle 1 der o. g. Verordnung:

Fahrbahnart	Pegelkorrekturen in dB für Oktavband-Mittenfrequenz, in Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
straßenbündiger Bahnkörper und Feste Fahrbahn	2	3	2	5	8	4	2	1
begrünter Bahnkörper – Gleiseindeckung mit <u>tiefliegender</u> Vegetationsebene	-2	-4	-3	-1	-1	-1	-1	-3
begrünter Bahnkörper – Gleiseindeckung mit <u>hochliegender</u> Vegetationsebene	1	-1	-3	-4	-4	-7	-7	-5

Tabelle 1: Vorgeschlagene Korrekturpegel im Vergleich zum Schotteroberbau

Anwohner von begrünten Gleisen bewerten diese im Allgemeinen positiver als Gleise mit Schotter oder Asphalteindeckung. In der Regel wirkt sich dies auch auf die Wahrnehmung der Schallimmissionen aus – sie werden als weniger störend empfunden. Gegenüber einer Asphalteindeckung ergeben sich – genau wie für den Schotteroberbau – deutlich geringere Schallemissionen durch Grüne Gleise. Diese Minderung liegt in der Größenordnung von etwa 5 dB(A) bis 8 dB(A).

In der neuen Verordnung wird als Emissionspegel der längenbezogene Schalleistungspegel, bezogen auf $V=100 \text{ km/h}$, angegeben ($L_{WVA,100}$). Eine Berechnung dieser Emissionspegel für eine Straßenbahn auf den Gleisen Schotter (SCH), Asphaltdeckung oder Feste Fahrbahn (FF), Grüne Gleise mit tiefliegender Vegetationsebene (GG-tief) und Grüne Gleise mit hochliegender Vegetationsebene (GG-hoch) zeigt Abbildung 11. Die Differenzpegel zum Schottergleis sind in Abbildung 12 dargestellt.

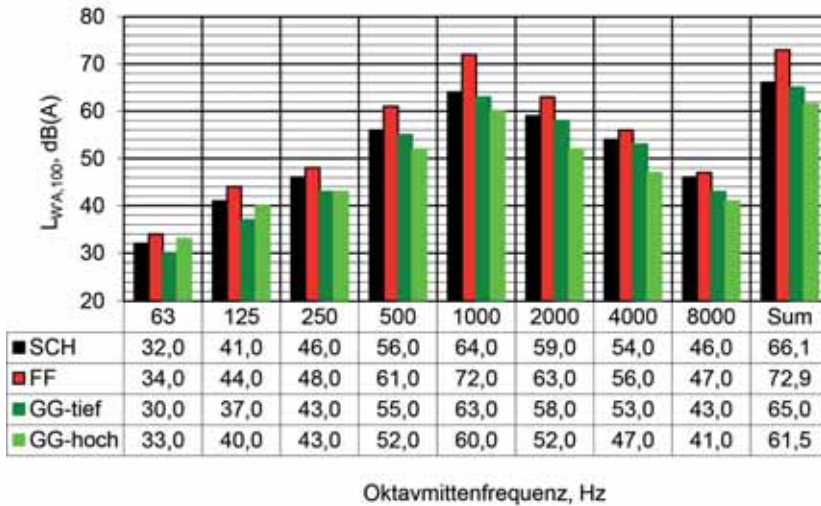


Abbildung 11: Längenbezogene Schalleistungspegel gemäß o.g. Verordnung (Grafik: [19])

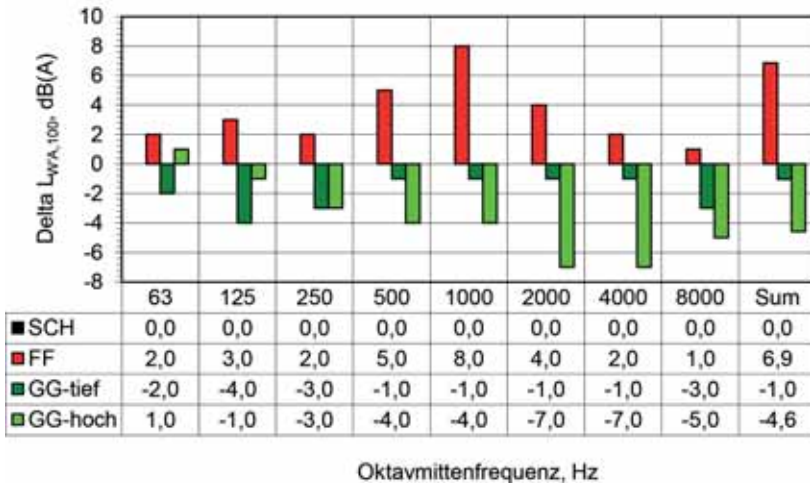


Abbildung 12: Differenz der längenbezogenen Schalleistungspegel gemäß o.g. Verordnung, bezogen auf ein Schottergleis (Grafik: [19])

Von LIEPERT, M., SIGL, G. und MÖHLER, U. (2006) werden folgende Pegeländerungen gegenüber dem Schotterbett genannt (Zitat):

- „Bei straßenbündigem Gleiskörper ergeben sich gegenüber dem Schwellengleis im Schotterbett um etwa 6 bis 7 dB(A) höhere Schallemissionen. Nach Schall 03:1990 liegen die entsprechenden Zuschläge für Feste Fahrbahn gegenüber Holzschwelle im Schotterbett bei 5 dB(A) und gegenüber Betonschwelle im Schotterbett bei 3 dB(A) (ohne Differenzierung nach Fahrzeugart und Geschwindigkeit).
- Das tiefliegende Rasengleis liegt ca. 1 dB(A), das hochliegende Rasengleis ca. 4-5 dB(A) unter dem Schwellengleis im Schotterbett“.

Die Angaben gemäß Abbildung 11 bestätigen somit die Aussagen nach LIEPERT, M., SIGL, G. und MÖHLER, U. (2006).

In der aktuellen Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) wird der Schienenverkehrslärm als weniger störend eingestuft als der Straßenverkehrslärm. Dies wird durch den sogenannten Schienenbonus in Höhe von 5 dB(A) bei der Berechnung des Beurteilungspegels berücksichtigt. Dieser Schienenbonus fällt ab 2015 für die Eisenbahnen und ab 2019 für die Straßenbahnen weg. Für Neubaustrecken und für Strecken mit einer wesentlichen baulichen Änderung folgt hieraus, dass erhebliche Schallminderungsmaßnahmen erforderlich sind, um die Grenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung einzuhalten. Hierzu kann das Grüne Gleis mit hochliegender Vegetationsebene einen wesentlichen Beitrag leisten.

2.3.3 Erschütterungsemissionen

Im Schienenverkehr wird die Größe der Erschütterungsemissionen vorrangig durch folgende Effekte bestimmt:

- Unebenheiten auf den Fahrflächen von Rad und Schiene, insbesondere Flachstellen auf den Rädern oder „Einkerbungen“ auf den Schienen im Bereich von Weichen, Isolier- und Schweißstößen,
- Achslast, unabgefederte Radsatzmasse,
- Abstände der Räder im Fahrzeug und der Stützpunkte (Anregung der Schwellenfach- oder Stützpunktfrequenz); nach Möglichkeit sollten die Radabstände im Fahrzeug kein ganzzahliges Vielfaches des Stützpunktabstands betragen,
- Fahrzeuggeschwindigkeit,
- vertikale Steifigkeit und Dämpfung der Schienenlagerung,
- Größe der Masse des Schotterbettes oder der Gleistragplatte wenn diese über elastische Elemente abgefedert werden (s. Normenreihe DIN 45673⁴),
- Eigenschaften des Unterbaus und des Untergrundes.

Die Eindeckung mit Begrünungssystemen im Allgemeinen und die Höhe der Vegetationsebene im Besonderen haben keinen unmittelbaren Einfluss auf die Größe der Erschütterungsemissionen.

4 Normenreihe: Mechanische Schwingungen - Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen

2.4 Ökonomischer Nutzen von Gleisbegrünungen

Direkte Effekte für die Verkehrsunternehmen

In Städten mit gespaltener Abwassersatzung kann die Verringerung der Regenwassereinleitung in die Kanalisation finanziell honoriert werden. Eine Regelung erfolgt jeweils auf Länderebene.

Nach dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG 2009) sind Eingriffe in Natur und Landschaft durch Baumaßnahmen funktional auszugleichen. Die Ländergesetze regeln im Einzelnen, welche Vorhaben als Eingriffe gelten oder grundsätzlich nicht als Eingriffe anzusehen sind. Bei Eingriffen setzen die Bundesländer verschiedene Maßnahmen zur Kompensation des Naturraumverlustes durch, der durch Versiegelungsmaßnahmen verursacht wird. So werden z. B. in Berlin und Brandenburg Biotopflächenfaktoren (BFF) als ökologischer Planungswert in den Landschaftsplänen festgelegt. In Sachsen, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein werden z. B. Ökopunkte vergeben.

Diese Parameter werden bei der Auflage mit Ersatzmaßnahmen berücksichtigt und können den Umfang der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mindern.

Je nach Vegetationsart können Grüne Gleise auch komplett als Ausgleichsmaßnahmen (z. B. Magerrasengleis der Tram 23 in München) angesetzt werden oder zur Minderung von Kompensationsfaktoren, die für die Berechnung des Kompensationsbedarfs maßgebend sind, führen (z. B. hochliegendes Rasengleis der Tram St. Emmeram in München).

Die Eindeckung eines Schotterbetts mit einem Begrünungssystem schützt den Schotter vor Eintrag von Müll, Feinteilen, Laub u. ä. Das kann zu einer Verlängerung des Stopfzyklus führen.

Durch die Einbettung der Schienen im Grünen Gleis werden ihre Aufheizung und damit mögliche Schienenverwerfungen reduziert.

Indirekte Effekte für die Verkehrsunternehmen

Grüne Gleise tragen zur Aufwertung des Images der Verkehrsbetriebe hinsichtlich ihres Beitrages zur Verbesserung der Lebensbedingungen sowie zur ökologischen Außenwirkung bei.

Direkte Effekte für die Kommunen bzw. die Bevölkerung

Die verzögerten bzw. verringerten Abflussmengen des Regenwassers können je nach dem Umfang der Begrünungen zur Entlastung der Kanalisation und der Wasseraufbereitungsanlagen der Stadt beitragen.

Aufgrund der Verdunstung und der gesteigerten Reflexion der Sonneneinstrahlung durch die Pflanzen, wodurch diese weniger Wärmeenergie aufnehmen, 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 (HALL 1998). Die Produktivität wird gesteigert, hitzebedingten Gesundheitsschäden vorgebeugt (KEMFERT 2007).

Die Verringerung von Schallemissionen durch Grüne Gleise kann bereits bei der Planung mit zurzeit 2 dB(A) berücksichtigt werden und somit zu Kosteneinsparungen bei sonst geforderten anderen Lärmschutzmaßnahmen führen (Schallschutzwände, Schallschutzfenster). Diese Aussage gilt für alle Bauformen von Grünen Gleisen. In der zurzeit in Überarbeitung befindlichen 16. BImSchV werden dagegen für hoch- und tiefliegende Bauformen unterschiedliche Korrekturwerte angegeben [Entwurf 2014, s. a. Kapitel 2.3.2.]

Ein repräsentatives Straßenbild durch Grüne Gleise kann zur Wertsteigerung der Umgebung und der Immobilien beitragen.

3 Ausführungsformen und Oberbauformen Grüner Gleise

3.1 Ausführungsformen

Die Ausführungsformen der Gleisbegrünung unterscheiden sich in der Einbauhöhe der Vegetationssysteme in das Gleis. Grundsätzlich gibt es drei Ausführungsformen, die sowohl für Rasen- als auch für Sedumgleise gelten. Durch die Ausführungsformen ergeben sich verschiedene Konsequenzen für die Bestandteile des gesamten Begrünungssystems. Die drei Ausführungsformen sind nachfolgend dargestellt.



hochliegende Ausführungsform



tiefliegende Ausführungsform



gemischte Ausführungsform



Abbildung 13: Ausführungsformen von Gleisbegrünungen (Grafiken: [28], Fotos: [32], [25], [32])

Nachhaltige Gleisbegrünungen erfordern die Berücksichtigung und Verknüpfung sowohl gleis- als auch vegetationstechnischer Kenntnisse und Erfahrungen. Systemwahl (Oberbau- und Vegetationssystem), Standortbedingungen und Pflegeaufwand stehen in einem engen Zusammenhang und sind in ihrer Gesamtheit zu betrachten.

Das **Handbuch Gleisbegrünung** liefert einen detaillierten Überblick und Erläuterungen über in Deutschland gängige Oberbauformen und Vegetationssysteme für das begrünte Straßenbahngleis und gibt Empfehlungen für die Planung, Ausführung und Pflege von Gleisbegrünungen mit praktischen Entscheidungshilfen. Im Mittelpunkt stehen die technischen Grundlagen. Auf wichtige rechtliche Aspekte wird verwiesen.

In diesem Handbuch wurden erstmals die wichtigsten Anforderungen, Kenntnisse und Erfahrungen zur Gleisbegrünung von den Partnern des Grüngleisnetzwerks – Fachleute aus Verkehrsbetrieben, Forschungseinrichtungen und international arbeitenden Unternehmen – zusammengetragen.

Das Handbuch dient erfahrenen Praktikern aus dem Gleis- und Vegetationsbereich, aber auch Entscheidern und Planern sowie Einsteigern als Nachschlage- und Übersichtswerk.

ISBN 978-3-87154-502-3



9 783871 545023