

Die Zusammenfassungen sind teilweise stark veraltet (Vorlesungsinhalte aus vergangenen Semestern, alte Normen...) und sollten lediglich als Hilfestellung zum Verfassen eigener Zusammenfassungen dienen.

1 Güteüberwachung, Konformitätsnachweis und Qualitätssicherung im Straßenbau

Bestandteile des Bauvertrages:

- VOB, Teil A (Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen), B (Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen) und C (Allgemeine technische Vertragsbedingungen)
- konkretisiert durch „Zusätzliche technische Vertragsbedingungen“ (ZTV): enthalten Anforderungen für den Bau von Schichten, Decken und Belägen von Straßen
- ZTVen enthalten Bestimmung untergeordneter Regelwerke, z.B. Technische Lieferbedingungen (TL, Anforderungen an Baustoffe und Baustoffgemische) und Technische Lieferbedingungen, Teil: Güteüberwachung (TL G, behandeln Qualität der einzusetzenden Baustoffe und Baustoffgemische und legen Eignungsnachweis und Güteüberwachung fest)

1.1 Güteüberwachung von Straßenbaustoffen

- Güteüberwachung von Straßenbaustoffen erfolgt nach TL G (legen Eignungsnachweis und Güteüberwachung fest, beschreiben Fremdüberwachung)
- TL G regeln auch zu prüfende Eigenschaften, Prüfverfahren und -häufigkeiten
- vor Aufnahme der Güteüberwachung ist ein Eignungsnachweis durchzuführen und durch Prüfzeugnis zu belegen
- Kosten für Güteüberwachung und Eignungsnachweis trägt der Hersteller
- Fremdüberwachung durch Prüfstellen, die von Straßenbaubehörden anerkannt sind
- Eignungsnachweis dient zur Feststellung, ob Personal und Einrichtung für kontinuierliche ordnungsgemäße Herstellung eines Produktes und für eine entsprechende Eigenüberwachung genügen und ob die an die Produkte gestellten Anforderungen erfüllt sind
 - Betriebsprüfung: Überprüfung der Voraussetzungen für Gewinnung, Aufbereitung, Lagerung, Dosierung und Verladung der Baustoffe/Baustoffgemische und der Funktionsfähigkeit der WPK (werkseigene Produktionskontrolle)
 - Erstprüfung: Prüfstelle entnimmt Proben in der Gewinnungs- bzw. Aufbereitungsstätte
- Güteüberwachung dient der laufenden Kontrolle ob die Anforderungen nach TL G erfüllt sind
 - Fremdüberwachung: Prüfstelle übernimmt ohne Ankündigung im vorgegebenen Turnus Proben (in Gegenwart eines Vertreters des Herstellers). Prüfung, Einrichtung für WPK noch vorhanden sind, und ob diese in ausreichender Häufigkeit und Umfang durchgeführt wurde. Bewertung der Ergebnisse der WPK. Erstellt Überwachungsbericht (5 Jahre Aufbewahrung bei Hersteller und Prüfstelle)
 - Eigenüberwachung/WPK: Hersteller überwacht laufende Produktion in eigener Verantwortung (Einrichtungen und Personal vorhalten). Protokollierung und Aufbewahrung der Prüfergebnisse. Art, Umfang und Turnus der Prüfung vom Produkt abhängig. Bei negativem Ergebnis: erforderliche Maßnahmen zur Abschaffung des Mangels ergreifen und erneut prüfen.
- Maßnahmen bei Mängeln: Wiederholung der Prüfung, wenn Fremdüberwachung feststellt, dass Anforderungen nicht erfüllt werden. Bei erneut negativem Ergebnis Verwarnung des Herstellers mit angemessener Frist zur Behebung des Mangels. Unterrichtung der Straßenbaubehörde
- Weisen die Proben nach Ablauf der Frist noch immer ein negatives Ergebnis auf, wird die Fremdüberwachung eingestellt. Mitteilung an die Straßenbaubehörde.
- Mit Einstellung der Fremdüberwachungen gelten die an das Produkt gestellten Anforderungen als nicht mehr erfüllt. Straßenbaubehörde gibt Einstellung der Fremdüberwachung in Listen bekannt. Baustoffe und Baustoffgemische des Herstellers dürfen jetzt nicht mehr für Aufträge der öffentlichen Hand verwendet werden.
- analoges Vorgehen, wenn WPK nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird
- Hersteller kann Wiederaufnahme der Fremdüberwachung beantragen, wenn er den Nachweis erbringt, dass Voraussetzungen für ordnungsgemäße WPK und Herstellung und Lieferung anforderungsgemäßer Produkte gegeben sind.
- Prüfstelle benachrichtigt Hersteller und Straßenbaubehörde, dass Fremdüberwachung wieder aufgenommen wurde. Straßenbaubehörde gibt dies in Listen bekannt

1.2 Konformitätsnachweis bei Straßenbaustoffen

- Gesteinskörnungen und Asphalt müssen für Einsatz im qualifizierten Straßenbau mit CE-Zeichen gekennzeichnet sein
- bestätigt Konformität mit einschlägigen europäischen Produktnormen → es darf davon ausgegangen werden, dass ein Produkt alle geforderten Eigenschaften aufweist
- Hersteller muss Konformität des Produktes mit der zugehörigen Norm nachweisen; dazu muss er WPK und Erstprüfung durchführen. Notifizierte Stelle muss Aufgaben des Herstellers erstmalig und laufend überwachen und zertifizieren (ÜZ-Stelle)
- Erstprüfung: Hersteller überprüft Übereinstimmung mit den in der Norm festgelegten Anforderungen bei Verwendung von Material aus einem neuen Vorkommen und Veränderungen in der Art der Ausgangsmaterialien oder in den Aufbereitungsbedingungen
- WPK: Hersteller muss den Anforderungen entsprechende WPK betreiben. WPK muss durch anerkannte Stelle zertifiziert sein
- Hersteller kann mit überwachter und zertifizierter WPK also selbstständig CE-Zeichen vergeben
- Aufgaben der notifizierten Stelle: Erstinspektion von Werk und WPK, kontinuierliche Überwachung und Bestätigung der WPK, Zertifizierung von WPK und Erstinspektion

- Der Hersteller von Baustoffgemischen hat nach Bauvertrag beim öffentlichen Straßenbau die Pflicht der Gütesicherung. Dazu müsste er auf Grund der europäischen Normen für jede Lieferung von Baustoffen eine Eingangskontrolle durchführen; das ist aber nicht praktikabel.
- Als Ersatz kann eine freiwillige, regelmäßige Güteüberwachung des Baustoffes durch den Baustoffproduzenten die Baustoffeingangsprüfung ersetzen

1.3 Qualitätssicherung bei der Herstellung von Straßen und am fertigen Bauwerk

- ATVen und ZTVen fordern mehrstufige Qualitätssicherung für die Art und Eigenschaften der eingesetzten Baustoffe/Baustoffgemische (Eignungsprüfung), die Herstellung der Baustoffgemische und der Schichten (Eigenüberwachungsprüfung) und der fertigen Leistung (Kontrollprüfungen)
- Prüfungen umfassen Probenahme, Verpacken der Probe, Transport zur Prüfstelle und Untersuchung mit Prüfbericht

- Eignungsnachweis: Nachweis der Eignung der Produkte für den vorgesehenen Verwendungszweck (Nachweis mittels Prüfzeugnis)
- ist Eignung bekannt, kann der AN auf den Nachweis verzichten
- Vor Baubeginn müssen dem Auftraggeber genügend große Proben der Baustoffe übergeben werden, die er unter Verschluss aufbewahrt (Rückstellproben). Diese sind in einer Niederschrift von AN und AG anzuerkennen und dienen im Streitfall der Beurteilung der vertragsgerechten Lieferung
- bei Verkehrsflächen mit besonderer Beanspruchung ist eine erweiterte Eignungsprüfung für das Ischgut der Decke möglich. Diese muss im LV gefordert sein und beinhalten Beurteilung des Verformungswiderstandes, der Verdichtbarkeit und/oder des Tieftemperaturverhaltens

- Eigenüberwachungsprüfung werden vom AG während der Bauausführung durchgeführt
- dienen der Kontrolle, ob die eingebauten Baustoffe/Baustoffgemische und die fertige Leistung den vertraglichen Anforderungen genügen
- AN muss Eigenüberwachungsprüfung mit erforderlicher Sorgfalt und im erforderlichen Umfang durchführen und Ergebnisse protokollieren
- bei Abweichungen von den vertraglichen Anforderungen sind deren Ursachen unverzüglich zu beseitigen
- Ergebnisse sind dem AG auf Verlangen vorzulegen
- Prüfungen beim Einbau: Temperatur (Luft, Asphaltmischgut, Unterlage), Einbaudicken, Ebenheit und profilgerechte Lage der Asphaltsschichten, Verlauf der Fahrbahnträger im Grund- und Aufriss, gleichmäßige Beschaffenheit der Oberfläche, usw.

- Kontrollprüfungen sind Prüfungen des AN um festzustellen, ob vertragliche Anforderungen erfüllt sind. Ergebnisse werden der Abnahme zugrunde gelegt
- Probenahme und Prüfung führt AG im Beisein des AN durch
- Baustoffe können, Baustoffgemische und fertige Leistung müssen untersucht werden. Art und Umfang der Kontrollen sind in den ZTV festgelegt
- Zusätzliche Kontrollprüfungen werden durchgeführt, wenn anzunehmen ist, dass das Ergebnis einer Kontrollprüfung nicht kennzeichnend für die zugeordnete Fläche ist
- Zusätzliche Kontrollprüfungen auf Verlangen des AN und nach Ermessen des AG
- Kosten trägt AG, außer AN hat zusätzliche Kontrollprüfung verlangt
- Schiedsuntersuchung: Wiederholung einer Kontrollprüfung, an deren sachgerechter Durchführung Zweifel des AN oder AG bestehen
- Ergebnis der Schiedsuntersuchung tritt an die Stelle des ursprünglichen Prüfergebnisses
- Durchführung durch anerkannte Prüfstelle (die nicht die Kontrollprüfung durchgeführt hat)
- Kosten trägt der, zu dessen Ungunsten die Schiedsuntersuchung ausfällt

2 Natürliche Gesteine

Gesteine müssen für den Einsatz im Straßenbau bestimmte Qualitätsanforderungen erfüllen. Diese sind im Technischen Regelwerk festgelegt: TL Gestein-Stb und TL SoB-Stb (Schichten ohne Bindemittel). Pro Quadratmete Straße werden 900-1.800kg Gesteinskörnung verbaut.

2.1 Definitionen aus der Geologie

- Mineralien sind die einzelnen Bestandteile der Erdkruste, die in physikalischer, chemischer und struktureller Hinsicht völlig einheitlich ausgebildet sind
- Gesteine sind natürliche Anhäufungen von Mineralien
- Festgesteine sind verfestigte Sedimente, Magmatite und Metamorphite. Sie werden in Steinbrüchen durch Brechen und Absieben in Lieferkörnungen gewonnen. Körnungen meist Scharfkantig und kubisch.
- Lockergesteine sind nicht verfestigte Sedimente, die aus Gruben oder Gewässern ausgebagert und gesiebt werden (Kies, Sand). Lockergesteine sind meist rund und können evtl. noch weiter gebrochen werden
- Übersichtlichstes Gleiderungsprinzip ist die Entstehung der Gesteine. Es gibt drei Gruppen:
 - Magmatite bilden sich durch die Erstarrung von Magma: Plutonite (aus großen Tiefen, langsame Abkühlung, grobkörnig kristallisiert), Ganggesteine (in Lagergängen auskristallisiert, porphyrisches Gefüge: große Kristalle in feiner Grundmasse) und Vulkanite (Austritt von Magma an Erdoberfläche/Meeresboden, schnelle Abkühlung, meist feinkörnig mit Einsprenglingen)
 - Metamorphite entstanden aus Magmatiten durch Umkristallation unter Wärmezufuhr oder Verformungen: Kontaktmetamorphose (Kontakt mit heißem Magma), Regionalmetamorphose (gebirgsbildende Vorgänge mit hohem Druck) oder Ultrametamorphose (Aufschmelzung und anschließend neuer Gesteinsbildung)
 - Sedimentgesteine entstanden aus Verwitterungsprodukten der Erdkruste. Transportmittel Wasser, Luft oder Eis. Ablagerung und Verfestigung aufgrund der Schwerkraft: Klastische (mechanische Verwitterung), chemische (Absetzungen aus Lösungen) und biogene Sedimente (Umwandlung von pflanzlichen und tierischen Resten unter Druck und Temperatur)
- bautechnische und umweltrelevante Eigenschaften eines Gesteins werden durch die Eigenschaften der Mineralphasen bestimmt
- als Kriterien für den Bautechnischen Einsatz gelten v.a. die Widerstandsfähigkeit gegen physikalische Beanspruchung und die Beständigkeit gegen chemische Umwelteinflüsse
- Prüfung der Eigenschaften nach festgelegten Verfahren im Labor, aber das anstehende Gestein kann auch schon vor seinem Abbau hinsichtlich seiner Eignung für den Straßenbau beurteilt werden (Gleichmäßigkeit, mineralogische Zusammensetzung, Arr des Gefüges, Reinheit)

2.2 Begriffsbestimmungen

- Feinanteil: Kornklasse einer Gesteinskörnung, die durch das 0,063mm-Sieb geht
- Füller: Gesteinskörnung, die hauptsächlich aus Feinanteil besteht
- Boden: oberer Bereich der Erdkruste, nicht/wenig miteinander verkittet, besteht aus mineralischen und organischen Partikeln und Porenräumen
- Frostunempfindliches Material: bei Frosteinwirkung keine Volumen- oder Tragfähigkeitsänderung

2.3 Bautechnische Anforderungen an Gesteinskörnung

- Rohdichte/Schüttdichte
- Kornklasse/Lieferkörnung und Korngrößenverteilung/Sieblinie
- Gehalt und Qualität der Feinanteile: hoher Feinanteil (>3%) u.U. ungünstig für Frostwiderstand
- Widerstand gegen Zertrümmerung von grober GK: GK ist in der Straßenkosntraktion hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt
- Widerstand gegen Frost: GK muss verwitterungsbeständig sein
- Widerstand gegen Polieren von grober GK (PSV): betrifft v.a. Gesteinskörnungen für Deckschichten um ausreichende Griffigkeit sicherzustellen
- Affinität zwischen grober GK und Bitumen: Wenn nicht vorhanden, kommt es bei Wasserzutritt zur Ablösung des Bindemittels und zum Verlust des Zusammenhangs der Asphaltbestandteile
- Kornform: Gedrungene Körnung lässt sich gut verdichten und zerbricht nicht so leicht. Plattige Körnung ist schlechter.
- Fließkoeffizient der GK 0/2: Dient als Kenngröße für die versteigende Wirkung des Sandes im Asphalt. Festlegung dieser Korngröße ist für gute Asphaltqualität von hoher Bedeutung
- Gehalt an organischen Verunreinigungen: Verschlechtern Zusammenhalt des Bitumens mit der Gesteinskörnung

3 Alternative Baustoffe - Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte

3.1 Technische Regelwerke

- Industriell hergestellte GK sind GK mineralischen Ursprungs, die industriell unter Einfluss thermischer oder sonstiger Prozesse entstanden sind
- Rezyklierte GK bzw. Recycling-Baustoffe sind Baustoffe, die durch aufbereitung anorganischen Materials entstanden sind und schon vorher als Baustoffe eingesetzt waren
- Ausbauasphalt ist Fräsasphalt oder Aufbruchasphalt (Aufnehmen eines Schichtenpaketes in Schollen). Kann zu Asphaltgranulat zerkleinert werden
- Motivation: Schonung natürlicher Ressourcen, Einsparung von Deponieraum
- Gesetzliche Grundlage: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG): Erst wenn nachgewiesen ist, dass Abfälle nicht verwertet werden können, ist Beseitigung auf Deponien möglich (Vermeiden - Verwerten - Deponieren)
- gilt auch für Straßenbau und sollte schon bei Planung und Entwurf der Konstruktion berücksichtigt werden
- zusätzlich zu technischen Anforderungen müssen Recyclingbaustoffe Anforderungen an die Umwelt erfüllen

3.2 Technische Regelwerke

- bestimmen technische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfungen
- Länderspezifische Regelungen (bundespezifische nur in begrenztem Umfang)
- Länderarbeitsgemeinschaft (LAGA) richtete Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft zur „Vereinheitlichung der Untersuchung und Bewertung von Reststoffen“ ein
- Regelwerke: TL Gestein-Stb und „Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau“ (RuA-StB)

3.3 Verwertung von Recycling-Werkstoffen (Straßenaufbruch, Bauschutt)

- Gewinnung - Aufbereitung - Verwertung in Begleitung von Anforderungen und entsprechenden Untersuchungen
- Aufbereitung: Eingangsprüfung (Lieferschein, sortenreine Lieferung, geringer Anteil unerwünschter Stoffe), Sortenreine Lagerung (organoleptische Prüfung: Augenschein), Aufbereitung (trennen, brechen, sieben), Güteüberwachung
- Eingangsprüfung für Ausbauasphalt und Schichten, die unter Verwendung mineralischer Reststoffe hergestellt wurden oder durch Schadensfälle verunreinigt sein könnten
- bautechnische Anforderungen ergeben sich aus den Anforderungen an natürliche Gesteinskörnungen
- Umweltverträglichkeit: im Rahmen der Güteüberwachungen sind für verschiedene Schadstoffe Grenzwerte im Eluat einzuhalten, damit eine schadlose Verwertung möglich ist
- RuA-StB: Einteilung in Klassen nach Grenzwerten des Eluats. Tabellen, wie welche Klasse verwendet werden darf
- LAGA: bei Abfallstoffen dürfen die Einzelstoffe festgelegte Zuordnungswerte nicht überschreiten. Bei Überschreitung müssen die Stoffe so behandelt werden, dass Schadstoffe abgetrennt und umweltverträglich entsorgt oder durch geeignete Verfahren in stabile, schwerlösliche und damit unschädliche Verbindungen umgewandelt werden
 - Zuordnungswerte Z0: uneingeschränkter Einbau, Schadstoffwerte in Abfällen sind mit denen von regional vorkommendem Boden/Gestein vergleichbar
 - Zuordnungswerte Z1: Eingeschränkter offener Einbau, Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen
 - Zuordnungswerte Z2: Einbau von Abfällen mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Verhinderung von Schadstofftransport in Untergrund und Grundwasser)

3.4 Aufbereitungstechnik

- Mobile Anlagen sind transportabel montiert und können schnell umgesetzt/aufgebaut werden. Einsatz, wenn an verschiedenen Orten jeweils geringe Mengen an Bauschutt anfallen
- Stationäre Anlagen sind ortsfest montiert und haben einen sehr hohen Durchsatz
- Semimobile Anlagen (Mischform) bestehen aus mehreren transportfähigen Einheiten (Tiefloader). Aufbau 2-3 Tage
- Welcher Anlagentyp eingesetzt wird hängt vom mengenmäßigen Aufkommen, regionalen Strukturen und Bedarf ab
- Grundausstattung einer Aufbereitungsanlage: Aufgabevorrichtung, Brechereinheit, Magnetabscheider und Nichteisen-Abscheider, Siebeinheit, Förderbänder, Beschickungsgerät

4 Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel

Abgrenzung Bitumen-Pech/Teer anhand des Gehalts an PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) und Phenolen. Pech und Teer sind heute verboten, da sie kanzerogen wirken

4.1 Herstellung, Arten

- atmosphärische Destillation: Zerlegung von Erdöl in seine Primärprodukte. Abscheidung leichter Stoffe (Ethan, Butan, usw.)
- Vakuumdestillation (bei 50bar): Herstellung von Destillationsbitumen
- weitere Destillation: Herstellung härterer Bitumen durch abdestillieren hochsiedender Öle

- Straßenbaubitumen, Anforderungen nach TL Bitumen-StB
- Bitumen besteht aus öliger Phase (Maltene) und fester Phase (Asphaltene). Je mehr ölige Bestandteile abdestilliert werden, desto härter wird das Bitumen
- Wichtige Prüfungen: Nadelpenetration (Härte), Ring und Kugel (Erweichungspunkt), Brechpunkt nach Fraaß (Niedertemperaturverhalten)
- Weiche Bitumen besitzen große Nadelpenetration und niedrigen Erweichungspunkt Ring und Kegel und Brechpunkt nach Fraaß
- Polymermodifizierte Bitumen, Anforderungen nach TL Bitumen-StB
- Durch Zusatz von Polymeren ergeben sich Vorteile: höhere Kohäsion (innerer Zusammenhalt der Moleküle), größere Dehnbarkeit (Duktilität), höhere Adhäsion (Haftung) an GK, große elastische Rückverformung nach Entlastung, größere Plastizitätsspanne (höhere Wärmestandfestigkeit und verbessertes Kälteverhalten)

- Fluxbitumen durch Zugabe von schwerflüchtigen Fluxölen: Sehr weich, daher bei tiefen Temperaturen verarbeitbar, gibt aber bei höheren Temperaturen und leichter Belastung schnell nach (Einsatz in kalten Klimazonen). Geringe Haftwirkung an Gesteinen, daher Zusatz von Haftmittel erforderlich
- Oxidationsbitumen durch Zusatz von Fluxölen und Durchblasen mit Luft, sehr hart

4.2 Physikalische und rheologische Beschreibung

- Bitumen ist ein dunkelfarbiges, schwerflüchtiges, komplexes Gemisch aus hoch- bzw. nichtsiedenden organischen Substanzen
- kolloidale Struktur: Asphaltene (umgeben von einer Schicht aus Asphalt- und Ölarzen) werden in einem öligen Medium (Maltene) in Lösung gehalten.
- Solbitumen: Asphaltene in Öl-Phase dispergiert
- Gelbitumen: Öl-Phase reicht nicht aus, um Asphaltene gut zu dispergieren, Asphaltene schließen sich aneinander und bilden ein Gerüst
- Eigenschaften des Bitumens ergeben sich aus diesem besonderen Aufbau

- Viskosität ist temperaturabhängig, von dünnflüssig bis glasartig spröde. Konsistenz ändert sich stufenlos. Übergangstemperaturen werden Erweichungs- und Brechpunkt genannt
- Vorteile: Erkaltes Mischgut kann wieder erwärmt werden, Verkleben zweier Asphaltbahnen nach Arbeitspause ist ohne sichtbare Arbeitsnaht möglich, Asphaltgranulat kann neuen Asphaltgemischen zugegeben werden (Recycling)
- bei der Herstellung von Asphaltsschichten hat jeder Arbeitsgang einen bestimmten Viskositätsbereich. Harte Bitumen müssen bei höheren Temperaturen verarbeitet werden

- Verformungseigenschaften sind abhängig von Temperatur und Dauer der Belastung
- bei geringen Temperaturen geringe Verformungen und elastisches Verhalten, bei sehr tiefen Temperaturen wird Bitumen aber spröde
- bei hohen Temperaturen nehmen plastische Verformungen und dabei der viskose Verformungsanteil zu
- bei kurzer Belastung reagiert Bitumen elastisch. Je länger die Belastung andauert, desto mehr reagiert das Bitumen viskos, die bleibenden Verformungen werden größer (langsamer/ruhender Verkehr)

- Alterung durch Luftzutritt, hohe Gebrauchstemperaturen und UV-Strahlung. Gealtertes Bitumen hat schlechteres Gebrauchsverhalten des Asphaltbelages und kann nur noch begrenzt als Recycling-Bindemittel eingesetzt werden (ggf. Einsatz von Rejuvenatoren möglich)

5 Asphaltbauweise

5.1 Walzasphalt

- Zugehörige Mischgutsorten: Asphaltbeton, Asphaltbinder, Mischgut für Asphalttragschichten und -deckschichten, Splittmastixasphalt und offenporiger Asphalt
- Hohlräume im Mineralgemisch soweit mit Bitumen ausgefüllt, dass bei maximaler Lagerungsdichte noch ein Resthohlraum verbleibt. Mischgut ist anfangs locker und muss nach Einbau bis auf den Resthohlraumgehalt verdichtet werden
- Mischgutcharakteristik: Mit Mörtel verklebtes Korngerüst, trägt über Korn-zu-Korn-Abstützung
- Beschaffenheit des Mörtels: relativ weich, Füller-Bitumen-Verhältnis (1,5-1,8)
- Einbau: Temperatur 120-160 °C, relativ lange Verarbeitungsfrist, Verdichtung durch Walzen
- Transport: Warmhalten, Entmischungsgefahr gering

5.2 Gussasphalt

- Hohlräume im Mineralgemisch mit Bitumen voll ausgefüllt, darüber hinaus ein geringer Bitumentüberschuss. Mischgut von Anfang an hohlraumfrei und bedarf keiner Verdichtung
- Mischgutcharakteristik: Mit Gesteinskörnung versteifte, hochviskose Flüssigkeit. Keine Korn-zu-Korn-Abstützung
- Beschaffenheit des Mörtels: sehr steif, hohes Füller-Bitumen-Verhältnis (3-3,5)
- Einbau: Temperatur 220-240 °C, kurze Verarbeitungsfrist. Einbau durch Verstreichen und Aufrauen des dabei entstehenden Mörtelspiegels durch nachgeführte Splittstreugeräte
- Transport: Rührwerk, um Entmischung (Sedimentation der GK) zu vermeiden, Kocher um Asphalt heiß zu halten

5.3 Einbau von Walzasphalt

- Heißeinbau: übliches Verfahren
- Kalteinbau nur in Ausnahmefällen: Fluxöle machen Asphalt weich, dadurch ist er bei niedrigeren Temperaturen einbaubar. Volle Belastbarkeit erst, wenn alle Lösungsmittel verdunstet sind. Für die Verdunstung ist ein höherer Hohlraumgehalt erforderlich, daher geringere Endfestigkeit

5.4 Einflüsse auf die Mischguteigenschaften

- mehrere Möglichkeiten zur Beeinflussung der Mischguteigenschaften
 - stofflicher Sektor: Einflüsse der Gesteinskörnung, des Bindemittels und des Verbundes
 - verarbeitungstechnischer Sektor: Einflüsse der Mischgutherstellung, des Transportes, Einbaus und der Verdichtung
- Kornform: Gebrochenes Korn erhöht die innere Reibung des Mischgutes und somit die Verformungsbeständigkeit. Wichtig für die Griffigkeit
- Gesteinsart: Frostbeständigkeit, Schlagfestigkeit, Affinität zu Bitumen
- Füller bewirkt versteifen des Bitumens, Füllersorte und -gehalt müssen in Zusammenhang mit Bitumen- und Hohlraumgehalt gesehen werden
- Bitumen wirkt sich über sein thermoplastisches und viskoelastisches Verhalten dominant auf die Mischguteigenschaften aus
- härteres Bitumen führt zu steiferem Mörtel, höherem Verformungs- und Verschleißwiderstand, dauerhafterem Haftverhalten und Griffigkeit, und stärkerem Widerstand gegen Kornverfeinerung unter Verkehr. Aber auch Verarbeitungstemperatur und Verdichtungsaufwand (infolge kürzerer Verarbeitungsfrist) steigen
- Bitumengehalt so groß, dass alle Körner des Mineralgemischs lückenlos mit einer dünnen Bitumenschicht umhüllt sind und lückenlos miteinander verklebt werden
- Höherer Bitumengehalt vergrößert die Filmdicke und verringert den Verschiebewiderstand. Mischgut dadurch verdichtungswilliger, aber auch verformbarer
- Hohlraumgehalt: $\frac{H=V_{Luft}}{V_{ges}}$, fiktiver Hohlraumgehalt: $\frac{V_{Luft+Bitumen}}{V_{ges}}$
- H | 2%: Verformungswiderstand nimmt durch sich ausbreitende quasihydraulische Bereiche stark ab, aber gute Verdichtbarkeit und praktisch wasserdicht. Nur bei sehr leichten Verkehrsbelastungen erwünscht
- H = 6%: größter Verformungswiderstand, aber schlechteste Verarbeitbarkeit bzw. größter Verdichtungswiderstand
- ab H = 9%: Verformungswiderstand geht deutlich zurück, Asphalt bleibt offenporig
- Gussasphalt: Auf harten Mörtel angewiesen, bei Wahl eines sehr Harten Bitumens ist aber die Rissanfälligkeit im Winter zu groß. Deshalb wird ein weiches Bitumen mit Füller versteift, dadurch wird der Erweichungspunkt bei gleichbleibendem Brechpunkt angehoben

5.5 Prüfversuche

- Spurbildungsversuch: Beanspruchung einer Asphaltplatte mit Rädern durch wiederholte Beanspruchung bei konstanter Temperatur
- Spurrinntiefe als Kenngröße zur Bestimmung des Verformungsverhaltens
- Einaxiale Druckschwellversuche: Marshall-Probekörper wird mit 10.000 Lastimpulsen beansprucht (Dauer 0,2s, Pause 1,5s)
- Verformungsverhalten unter dynamischer Beanspruchung, Versagen in drei Phasen
- 1. Phase: Starke Verformungen mit degressiv abnehmender Verformungsgeschwindigkeit (Konsolidierung/Nachverdichtung)
- 2. Phase: Verformungsgeschwindigkeit nahezu konstant und zeigt einen Wendepunkt (volumenkonstante Formänderung)
- 3. Phase: Progressive Zunahme der Verformung bis zum Versagen
- Dynamischer Eindringversuch mit ebenem Stempel (kleiner als der Probekörper) an Gussasphalt
- Verformungsverhalten von Gussasphalt unter hohen Gebrauchstemperaturen

5.6 Mischgutherstellung, Transport, Einbau

- moderne Asphaltmischanlagen (Leistung: 30-450t/h) sind eingehaust: Lärm- und Staubschutz, Wärmeverluste verringern
- Körnungen werden entsprechend dem Mischrezept aus Vordoseurgruppen (1-5m³, Trennung nach Kornfraktion und GK/Asphaltgranulat) abgezogen
- Trocknung und Aufheizung des Materials in der Trockentrommel durch einen gegenläufigen Heizgasstrom. Temperatur so hoch, dass nach dem Mischen mit dem kalten Füller die Mischtemperatur erreicht wird
- erhitztes Material wird in 3-6 Körnungen aufgeteilt, in isolierten Zwischensilos gelagert und bei Bedarf chargengerecht abgezogen
- Mischer (0,4-5t) mischt grobe GK mit Füller, um diesen zu erwärmen
- Bitumen wird aus beheizten Lagerungstanks abgezogen, auf Mischtemperatur erhitzt und über Sprühbalken mit hohem Druck in das bewegte Material eingesprüht
- Gussasphalt: wesentlich geringere Mischleistung, da höhere Mischtemperatur (längere Erwärmung), hoher Fülleranteil (längeres Vormischen, um Füller zu erwärmen; längere Mischdauer, um Bitumen gleichmäßig zu verteilen)
- Transport in LKWs mit Abdeckplanen oder Thermobehältern um Zutritt von Fahrtwind zu verhindern (Abkühlung des Asphalt; Verhärtung des Bitumens durch Luftsauerstoff → Anstieg des Erweichungspunktes)
- Gussasphalt: Transport in Transportkochern mit Rührwerk, Nachmischprozess zur weiteren Homogenisierung (i,0,75h). Bei langen Transportdauern Asphalttemperatur begrenzen, um das Bindemittel zu schonen
- Einbau mittels „Fertiger“: Verteilen, Abgleichen und Vorverdichten des Asphalt. Hauptverdichtung in gesondertem Arbeitsgang (Glattwalze)
- Verbund zwischen den Asphaltsschichten mittels Bitumenemulsion sicherstellen. Auch bei mehreren Bahnen nebeneinander wichtig! (optimal: Heiß-an-heiß-Einbau)

6 Betonbauweise

6.1 Allgemein

- seit 1972 heutige Bauweise: kurze Platten ohne Bewehrung und ohne Raumfugen, frostsicherer Aufbau der Befestigung, erosionsbeständige Unterlage, Längsfuge zwischen Fahr- und Standstreifen, Einsatz von Gleitschalungsfertigern
- Verkehrsflächen aus Beton werden insbesondere bei hohen Lasten eingesetzt
- Vorteile: hohe Tragfähigkeit und Verformungsstabilität (bei allen Temperaturen), gute Griffigkeit, leises Reifen-Fahrbahn-Geräusch, geringe Unterhaltungskosten, hohe Dauerhaftigkeit, helle Fahrbahnoberfläche (Verkehrssicherheit, geringere Kosten für Beleuchtung)
- Nachteil: Lange Bauzeit und Sperrung bei Instandsetzungsmaßnahmen, da der Beton nicht sofort belastbar ist
- Einsatz von Betonen der Überwachungskategorie II (ab C30/37)
- Fahrbahn besteht aus Oberbau (Betondecke, Tragschicht, Frostschuttschicht) und Unterbau
- Dicke der Betondecke abhängig vom gewählten Aufbau (20-29cm)
- Aufbau über gesamte Fahrbahnbreite und Standstreifen gleich, da im 2+2-Verkehr auf dem Standstreifen die LKWs fahren
- Einbau mit Gleitschalungsfertigern. Bei Verdichtung entsteht an der Oberfläche eine glatte Mörtelschicht. Um die Griffigkeit zu gewährleisten, muss diese mit Kunstrasen, Stahlbesen oder Jutetüchern strukturiert werden

6.2 Fugen, Anker und Dübel, Bewehrung

- In der Fahrbahn treten infolge der Wärmeentwicklung bei der Hydratation Risse auf. Unregelmäßige Risse müssen vermieden werden, da sie nicht abgedichtet werden können
- Fuge: definierter Riss an festgelegter Stelle, kann maschinell leicht bearbeitet werden → Fugenpflege stark vereinfacht
- Scheinfugen: Kerben an der Oberseite der Betonschicht (ca. $d/3$), die als Sollbruchstellen dienen.
- Raumfugen: trennen Fahrbahn in ihrer ganzen Dicke und ermöglichen zwängungsfreie Dehnung
- Pressfugen: trennen Fahrbahn in ihrer ganzen Dicke, lassen aber keinen Raum für die Ausdehnung der Betondecke
- Fugenanordnung: Querfugen i.d.R. rechtwinklig zur Straßenachse, Abstand ca. 5m. Im Bereich von Längsfugen dürfen die Querfugen nicht gegeneinander versetzt sein
- Abdichtung der Fugen, um das Eindringen von Wasser und Schadstoffen zu verhindern
- eingedrungenes Wasser kann durch Pumpeffekte (Druckstoß) die Tragschicht erodieren und dadurch die Auflagerverhältnisse ungünstig beeinflussen
- Damit die Abdichtung dauerhaft ist, müssen die Fugenfüllstoffe auch Plattenbewegungen auffangen können

- Dübel (gerader Stabstahl) werden in Querfugen zur Querkraftübertragung eingebaut, keine Behinderung der Längsverformung
- Dübel müssen exakt mit der Längsneigung der Fahrbahn eingebaut werden, damit es bei Längsverschiebung der Platten (Temperaturdehnung) entlang der Dübel nicht zu Abplatzungen kommt
- meist 3 Dübel pro Platte in gleichmäßigen Abständen)
- In Längsfugen verhindern Anker (Stabstahl, an Enden abgeknickt) das Auseinanderwandern der Platten

- Bewehrung: Betonplatten meist unbewehrt. Ausnahmen: militärischer Schwerlastverkehr, Bergsenkungsgebiete, wenig tragfähiger Untergrund
- Soll im Übergangsbereich zwischen Betondecke und anderer Befestigungsart oder vor Bauwerken auf eine Raumfuge verzichtet werden, kann ein Oberbau aus Asphalt auf min. 15m Länge angeordnet werden. Dieser kann die Längsdehnung des Betons nicht aufnehmen. Deshalb muss zur Sicherung ein Endfeld mit Endsporn mit (mit Bewehrung) oder eine Verstärkung der letzten Platte erfolgen

7 Pflasterbauweisen

- sehr alter Straßenbelag, schon vor 5.000 Jahren bekannt
- Richtlinien: ZTV Pflaster-Stb, TL Pflaster-Stb
- Anwendungsbereiche: Fahrbahnen innerorts, Geh- und Radwege, Flächen des ruhenden Verkehrs; Gewerbe- und Industrieflächen; aus städtebaulichen/architektonischen Gründen besonders hervorzuhebende Flächen; Gleisbereiche, ländlicher Wegebau, Tankstellen, Bahnsteige
- Aufbau wie bei anderen Fahrbahnkonstruktionen: Unterbau, Planum, Tragschichten, Decke. Decke besteht aus Pflaster, das auf eine Deckung aufgelegt wird
- Anfälligkeit von ungebundenen Pflasterdecken bei hohen Beanspruchungen (Pflastersteine bleiben nicht dauerhaft in ihrer ursprünglichen Lage). Deshalb nur für Fahrbahnen $< Bk3,2$ (RStO)
- Pflasterdecken und Plattenbeläge verbinden die Vorteile der starren Bauweise mit den Vorzügen einer flexiblen Befestigung: nach Versetzen sofort benutzbar, Reparaturstellen unauffällig, wiederverwendbar
- erzeugen gegenüber Asphalt/Beton eine Geräuschzunahme und sind hinsichtlich Tragverhalten und Dauerhaftigkeit nicht gleichwertig
- unbegrenzte Möglichkeit der Gestaltung, genügen hohen Ansprüchen an Gestaltung und Begehrbarkeit
- oft treten bautechnisch relevante Gesichtspunkte hinter architektonisch-gestalterische Aspekte zurück → Dauerhaftigkeit leidet stark. Grundsatz: „form follows function“
- bei „hohen“ Verkehrsbelastungen ($Bk3,2$ und $Bk1,8$ Pflastersteinformen mit hoher Flächenwirkung wählen
- Wahl der Pflasterung nach Art (Naturstein, Beton), Größe (L/B-Verhältnis, Höhe), Form des Pflaster (mit/ohne horizontalem/vertikalem Verbund), Verband (Fischgrät-, Läufer-, Block-, Parkett-, Ellenbogenverband) und Dicke des Oberbaus
- Wahl richtet sich nach Art der Verkehrsfläche, ihrer Belastung und optischen, verletechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten
- Tragschichten müssen profilgerecht und eben sein (Bettung kann Unebenheiten nicht ausgleichen!)
- Stauwasserbildung im Randbereich vermeiden, falls erforderlich Entwässerungsdurchlässe vorsehen
- Randbefestigung ist Voraussetzung für Standfestigkeit: fachgerecht ausbilden, z.B. Ränder in Betonfundament
- Bettung: Brechsand-Splitt- oder Natursand-Kies-Gemische, Materialien mit hoher Lagestabilität, die durch Verkehrsbelastung nicht zerrieben werden
- Fugen sichern Verbundwirkung des Pflasters. GK wählen, die sich leicht einbringen lässt und dem Ausaugen hohen Widerstand entgegen bringt. Korngrößenverteilung so wählen, dass hohe Filterstabilität (kein Auswaschen in die Bettung) sichergestellt ist.
- Nachschlämmen mit feinem Material für möglichst guten Fugenverschluss

8 Entwässerung von Fahrbahnbefestigungen

- Wasser vermindert mit steigender Wasserfilddicke die Griffbarkeit
- Wasser dringt durch Risse und Wasserdurchlässige Oberflächen in den Straßenkörper ein und weicht den Untergrund auf
- Wasserdurchlässigkeit im Straßenoberbau sollte von oben nach unten zunehmen, damit das Wasser abfließt und keine Frostschäden entstehen
- Ziel der Entwässerung: Wasser von Straßenoberfläche und vom Straßenkörper schnell und sicher ableiten
- damit Wasser abläuft, muss die Straßenoberfläche eben sein und eine ausreichende Querneigung aufweisen
- seitliche Entwässerungseinrichtungen müssen das Wasser aufnehmen und versickern lassen oder zum Vorfluter ableiten

8.1 Erhebungen zum Wasseraufkommen

- örtliche Gegebenheiten sind bei der Planung zu berücksichtigen: Erkundungen über Menge, Art und Herkunft des Wasser
- maßgebende Witterungsfaktoren (Deutscher Wetterdienst): Häufigkeit, Höhe, Dauer und Verlauf von Niederschlägen, Tiefsttemperatur, Frostdauer- und tiefen. Werte aus langjährigen Beobachtungen verwenden!
- topografische Karten geben einen Überblick über Wasserscheiden. Oberirdische können aber von unterirdischen Wasserscheiden abweichen
- künstliche und natürliche Gewässer und offene oder geschlossene Be- und Entwässerungseinrichtungen (Gräben, Kanäle, Durchlässe, Rohr- und Sickerleitungen) durch Baupläne, Begehungen und Befragungen erkunden
- Auskünfte über hydrografische und hydrologische Gegebenheiten und Gewässergüte einholen (Wasserwirtschaftsverwaltung)
- Ob und welche Entwässerungseinrichtungen nötig sind, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Möglichkeit der Versickerung ist immer zu prüfen
- Baugrundaufschluss zeigt nur augenblicklichen Grundwasserstand an (schwankt jahreszeitlich und über größere Zeiträume). Prüfung, ob verschiedene Grundwassermessstellen miteinander korrespondieren und ob Fließrichtung einer etwaigen Grundwasserströmung mit der aus der Geländeform erkennbaren Vorflut übereinstimmt. Höchster Grundwasserstand und evtl. Ganglinien müssen bekannt sein (Aufzeichnungen)

8.2 Planungsgrundsätze

- das auf der Straßenoberfläche anfallende Wasser darf Benutzbarkeit und Bestand der Straße nur möglichst wenig beeinträchtigen
- kein außerhalb der Fahrbahn anfallendes Wasser darf auf die Fahrbahn gelangen
- das abzuleitende Oberflächenwasser darf nicht zu nachteiligen Beeinträchtigungen des Grund- oder Oberflächenwassers führen. Schadlose Aufnahme und Versickerung bzw. Weiterleitung und Ableitung des Wassers bis zum Vorfluter sind festzulegen
- im Rahmen der UVP: Aussagen über Art und Umfang der Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser sowie Maßnahmen zu deren Vermeidung, Verminderung und Ausgleich
- Trennung von Straße und Wasserschutzgebieten anstreben, wenn nicht vermeidbar Schutzmaßnahmen durchführen
- Gradienten so wählen, dass Grundwasser möglichst nicht angeschnitten wird. Ist bei der Forderung nach Trassenabsenkung (Immissionsschutz, Landschaftsgestaltung) zu bedenken
- Gradienten so, dass Querneigungswechsel in Abschnitten ausreichender Längsneigung. Geforderte Schrägneigung ($p = \sqrt{s^2 + q^2}$) an jeder Stelle der Fahrbahn einhalten
- Höhenlage soll durch entsprechende Linienführung so festgelegt werden, dass ober- und unterirdisch anfallendes Wasser mit natürlichem Gefälle auf kürzestem Weg abfließen kann (gilt auch für Entwässerung der Frostschutzschicht)
- aus Straßenentwurf muss erkennbar sein, wie die Straße entwässert werden soll
- anzustreben ist die flächenhafte Versickerung des Straßenoberflächenwassers über Böschungen und Rasenmulden: Konzentrationsmindernde Rückhalte und Abbauvorgänge, Wasser steht der Grundwasserneubildung zur Verfügung
- wenn nicht möglich, soll das Straßenoberflächenwasser gesammelt abgeführt und an geeigneter Stelle mittels Versickerungsanlagen zur Versickerung gebracht werden
- keine Versickerung möglich: Wasser verzögert ableiten. Maßnahmen für die Rückhaltung und/oder Reinigung an ökologisch unbedenklichen Standorten
- die im Gelände vorhandenen Abflussmöglichkeiten sollen durch den Straßenkörper möglichst wenig gestört werden, natürliche Vorflut soll erhalten bleiben, Wasser durch Versickerung dem natürlichen Kreislauf zuführen, Einleitung in oberirdische Gewässer vermeiden (nur wenn nicht anderst möglich)
- erkennbarer Einfluss der Straßenabflüsse auf die Wasserführung natürlicher Gewässer besteht im Allgemeinen als Folge von Starkregen
- Entwässerungseinrichtungen so ausbilden, dass sie in einfacher Art und Weise gewartet und unterhalten werden können. Offene, oberirdische Entwässerungseinrichtung ist einer geschlossenen, unterirdischen vorzuziehen (einfachere Überwachung)
- bei Anordnung im Straßenquerschnitt: gute Zugänglichkeit, geringe Verkehrsbeeinträchtigung durch Wartung und Instandsetzungsarbeiten
- möglichst naturnahe Ausbildung mit natürlichen bzw. lebenden Baustoffen

8.3 Bemessungsgrundlagen: Größe der Abflüsse von Straßen

- aus Straßenentwurf: Größe der befestigten und unbefestigten Flächen, Gradientenlage, Anordnung von Entwässerungseinrichtungen, Fließwege und -zeiten
- Versiegelung von Flächen durch Straßenbau: Abflussvermeidung durch Versickerung. Versickermöglichkeiten auf Seitenstreifen und Böschungen, in Mulden und Becken
- Menge des abzuleitenden Niederschlagswassers: Regenintensität und -dauer, Größe der Einzugsgebiete, Abflussbeiwerte
- Regenspenden $r_{15,1}$: Regenmenge, die bei einer Regendauer von 15min, jährlich nur einmal überschritten wird. Bei Durchlässen auch $r_{15,10}$
- Berechnungsformel: $Q = r_{15,1} \cdot \Psi \cdot A_E$

8.4 Oberflächenentwässerung

- Straßenoberflächen werden durch ihre Neigung entwässert
- Aus Gründen der einfachen Kontrolle, Wartung und Unterhaltung sollte das Niederschlagswasser ungesammelt, breitflächig über begrünte Seitenstreifen und Böschungen abfließen und versickern. Geringer baulicher Aufwand, Funktion ist sicher
- Längsentwässerung erforderlich: Wasser seitlich in Straßenmulden-, gräben oder -rinnen (auch zwischen Verkehrsflächen) sammeln und, wenn möglich, versickern. Mulde ist aus Sicherheitsgründen vorzuziehen
- Längsentwässerung über Rinnen und Rohrleitungen nur dann, wenn eine seitliche Ableitung über die Böschung nicht möglich ist. Technische Gründe (Einschnitt, Mittelstreifen, Lärmschutz) oder aus Gründen des Grundwasserschutzes
- Bankette (unbefestigter Seitenstreifen) mit Querneigungen von mindesten 12% (6% nach außen), damit das Wasser die Fahrbahnoberfläche möglichst frei verlassen kann
- Wasser aus Nebenflächen oder aus Straßeneinmündungen ist vor der Fahrbahn abzufangen
- Wasser kann über Dammböschungen frei abfließen
- in Einschnitten wird das Wasser in Mulden zusammengefasst und zur Vorflut weitergeleitet
- in Stadtbereichen Straßenrinnen als Sammlungsorgane, die das Wasser über Abläufe der Vorflut zuführen

8.5 Anlagen zur Wasserableitung und -versickerung

8.5.1 Oberirdische Anlagen zur Wasserableitung

- Straßenmulde um möglichst hohen Anteil des Wassers zu versickern und den Rest zur Vorflut weiterzuleiten
- schließen im Regelfall unmittelbar an den Böschungsfuß an und bilden den Übergang an das Gelände
- Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit durch glatte Sohlbefestigung, Vergrößerung von Sohlgefälle/Querschnitt oder Verbindung mit einer Sammelleitung über Ablaufschächte
- Verhütung von Erosion durch Rasen (geringe Längsneigung), Raubett (große Längsneigung) oder Gefällestufen
- hoher Verkehrssicherheit, da flach und dadurch befahrbar

- Straßengräben haben dieselbe Aufgabe wie Straßenmulden aber eine größere hydraulische Leistung
- Profilsicherung durch Hartholzgeflechte, Kunst- oder Natursteine
- Anlage an Hängen um Hangwasser aufzunehmen und abzuleiten

- Rinne: Einsatz, wenn Platz außerhalb der Kronenbreite beschränkt ist, kein Wasser versickern darf oder ein Bord zur Trennung der Verkehre angeordnet werden muss (Stadtbereich)
- Rinnenbord wird durch Bordstein hergestellt
- Mindestgefälle 0,5% um Rückstau auf die Fahrbahn zu vermeiden
- Überfahrbare Rinnen (Kasten- oder Schlitzrinne) zur Entwässerung von Plätzen oder auf Autobahnen vor Tunneln (Hochbelastetes Abwasser der Tunnelreinigung)
- Unterhaltung von Rinnen ist aufwändig

8.5.2 Unterirdische Anlagen zur Wasserableitung

- Rohrleitungen: Durchmesser aus Bemessungsabfluss, mindestens aber 250mm (Reinigung)
- Bemessung so, dass keine Ablagerungen entstehen (Gefälle, so dass $v > 0,5 \frac{m}{s}$) und das Rohr nicht erodiert wird ($v < 8 \frac{m}{s}$)
- Ausführung als Teilsickerrohr oder Huckepackleitung (Vollsickerrohr über Sammelleitung)

- Prüfschächte zur Prüfung, Wartung und Durchlüftung der Rohrleitungen
- Anordnung bei Änderung von Richtung, Profil oder Gefälle des Rohres, bei Einmündung von Sammelleitungen, beim Queren von Bauwerken und Fahrbahnen und als Zwischenschächte in langen Geraden (Durchmesser 1m, Abstand 50-80m)

- Ablaufschächte dienen dem gleichen Zweck wie Prüfschächte
- zusätzlich Funktion eines Ablaufs (Mulden, Rinnen, Ablaufbuchtne)

- Absturzschächte zur Begrenzung der Fließgeschwindigkeit, an Kreuzungen mit anderen Leitungen und zur Überwindung größerer Höhenunterschiede

8.5.3 Sickeranlagen

- Bauliche Anlagen zum Sammeln und Weiterleiten von Wasser aus dem Boden bzw. Oberbau, welches die Gebrauchstauglichkeit oder Standfestigkeit des Straßenkörpers beeinträchtigen könnte
- Herstellung aus filterstabilem Material: grobkörniger als der zu entwässernde Boden, aber so feinkörnig, dass Feinteile des Erdreichs nicht in den Filter geschwemmt werden können
- Sickerstränge: linienförmige Entwässerungseinrichtung, die ungebundenes Bodenwasser aufnimmt und zur Vorflut weiterleitet
- meist als Ergänzung zu Sickerschichten gebaut, um deren Leistungsfähigkeit, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit zu verbessern
- besteht aus Filterkörper, der i.d.R. durch eine in ihm verlegte Sickerrohrleitung ergänzt wird. Dann auch bei geringem Gefälle sehr wirkungsvoll
- Sickergraben zur Aufnahme der Ableitung des aus einer Planums- oder Böschungssickerschicht anfallenden Grundwassers (meist zusätzlich Aufnahme von Oberflächenwasser)
- Anordnung bei großen Zuflüssen oder bei Gefahr der Verockerung (hoher Eisengehalt im GW)
- Sickerschichten um Straßen- oder Erdkörper vor Beschädigung durch anstehendes Wasser zu schützen: Planumssickerschicht bei GW-Spiegel über Planum, Böschungssickerschicht bei aus der Böschung austretendem Schichtwasser
- Versickerschächte, um bei nicht wasseraufnehmenden Böden eine Versickerung zu gewährleisten. Dazu müssen sie bis in die wasseraufnehmenden Schichten reichen

8.6 Behandlung und Rückhaltung des Straßenoberflächenwassers

- Wasser aus Sammelleitungen wird i.d.R. in die Vorflut eingeleitet, vorher ist jedoch eine Regenwasserbehandlung erforderlich
- durch geeignete Regenrückhaltenbecken: Absetzen von Schwebstoffen durch Geschwindigkeitsreduzierung (Absetzbecken), Zurückhalten von Öl und Benzin (Tauchwand, Leichtflüssigkeitsabscheider) und gedrosselte Abgabe an den Vorfluter durch Speicherung
- Möglichkeit der Versickerung, wenn keine Gefahr der Verschmutzung des GW gegeben ist und der Vorfluter nicht erreichbar ist. Vorreinigung oder Absetzbecken ist aber auf jeden Fall erforderlich, sonst setzt sich der Filter zu schnell zu

8.7 Maßnahmen in Wasserschutzgebieten

- Grundlage: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten (RiStWag)
- in Wasserschutzzonen ist das Grundwasser besonders vor Verunreinigung zu schützen. Mineralölerzeugnisse sind besonders gefährlich
- Wasserschutzzone I (Entnahmezone): keine Bauwerke
- Wasserschutzzone II (engere Schutzzone): Straßenbau bei zwingenden örtlichen Verhältnissen (erhöhte Anforderungen), Tank- und Rastanlagen verboten.
- Wasserschutzzone III A: Einschränkungen nach RiStWag: im Unterbau keine Baustoffe mit auswaschbaren Bestandteilen einbauen, Verkehrsflächen mit dichten Baustoffen herstellen, muldenförmig bauen, keine Versickerung, Niederschlagswasser in Hochborden sammeln und in dichten Rohrleitungen abführen
- Wasserschutzzone III B: Schutzmaßnahmen auf den eigentlichen Fahrbahnbereich beschränkt